

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi - Bordj Bou Arreridj

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de Génie de l'environnement.

Mémoire

Présenté pour obtenir

LE DIPLÔME DE MASTER

FILIÈRE : Génie des procédés

Spécialité : Gestion des changements environnementaux en Méditerranée.

Par

➤ **BELMANA Nor El Houda**

➤ **ZAOUI Amani**

Intitulé

***Redimensionnement des ouvrages de la station
d'épuration des eaux usées de la commune de Aïn Taghrout à
l'horizon 2070***

Soutenu le : 24/06/2024

Devant le Jury composé de :

<i>Nom & Prénom</i>	<i>Grade</i>	<i>Qualité</i>
<i>M. Dilmi Abdelkader</i>	<i>MCB</i>	<i>Président</i>
<i>M. Ayeche Riad</i>	<i>Pr</i>	<i>Encadrant</i>
<i>M. Rokbane Abdelmadjid</i>	<i>MCA</i>	<i>Co-Encadreur</i>
<i>M. Zorai Ameur</i>	<i>Dr</i>	<i>Examinateur</i>

Année Universitaire 2023/2024



Remerciement

La première et la dernière chose est pour Allah qui me donne la capacité suffisante pour terminer ce travail.

Je veux remercier notre superviseur monsieur Ayeche. Riad et monsieur Rokbane. Abdelmadjid, pour ses conseils, ses encouragements et ses conseils qu'il prodigués au patient tout au long de mon séjour en tant qu'étudiante. J'ai été extrêmement chanceuse d'avoir un superviseur qui se souciait tellement de mon travail et qui a répondu à mes questions et mes requêtes si rapidement.

Je tiens également à remercier les membres du jury qui ont bien voulu lire et examiner notre travail.

Un merci spécial a monsieur ABACHE. Abderrahim chef service de L'ONA et Mme. ZAIBET. Sara cheffe du STEP d'Ain TAGHROUT et son équipe chacun en son nom et sa fonction, plus particulièrement Mme. ACHACHA. Lynda pour son suivi continu et rigoureux, pour m'avoir accueilli et accompagné tout au long de cette expérience enrichissante, je souhaite également exprimer ma reconnaissance envers notre collègue stagiaire HANNACHI. Mohammed, ainsi qu'à tous ceux qui m'ont soutenu pour terminer ce travail.



Dédicace

J'offre ce modeste travail :

A ma chère mère,

A mon cher père,

*Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je
puisse atteindre mes objectifs.*

A mes frères, Hassan, Imad, Aymen, Fares, Oussama, Imrane

A mes chères sœurs, Souriya, Khouloud, Mounya, Aya, Imene, Chourouk, Zahra

Pour ses soutiens moraux et leurs conseils précieux tout au long de mes études.

A mes chers grands-parents,

Qui je souhaite une bonne santé.

A ma Chère binôme, Nor el houda

Pour son entente et sa sympathie.

A mes chères amies, Abir et Lamia

Pour leurs aides et supports dans les moments difficiles.

A toute ma famille,

الملخص:

مع تزايد استخدام المياه من قبل السكان ونقص الموارد المائية، تلعب محطات المعالجة دوراً حاسماً من خلال معالجة مياه الصرف الصحي لإعادة استخدامها، وبالتالي المساهمة في الحفاظ على البيئة ومحيطها. تهدف دراستنا الحالية إلى إعادة تقييم قدرة كل هيكل لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي في عين تغروت، مع مراعاة الاحتياجات المتوقعة للأعوام 2024 و2030 و2070. ستتيح هذه المراجعة اقتراح تحسينات الأداء التشغيلي للمحطة، وبالتالي الاستجابة للتحديات المستقبلية لإدارة مياه الصرف الصحي والمساهمة في تحسين نوعية الحياة لسكان المنطقة.

الكلمات المفتاحية: تحجيم، مياه الصرف، محطات تصفية المياه المستعملة عين تاغروت، معالجة.

Résumé :

Avec l'utilisation croissante de l'eau par la population et la pénurie de ressources hydriques, les stations de traitement jouent un rôle crucial en traitant les eaux usées pour les réutiliser, contribuant ainsi à la préservation de l'environnement et de ses alentours. Notre étude actuelle vise à réévaluer la capacité de chaque structure de la station d'épuration de Ain Taghrout, en prenant en compte les besoins projetés pour les années 2024, 2030 et 2070. Ce réexamen permettra de proposer des améliorations pour optimiser la performance opérationnelle de la station, répondant ainsi aux défis futurs de gestion des eaux usées et contribuant à une meilleure qualité de vie pour les habitants de la région.

Mots clefs : Redimensionnement, Eaux usées, STEP Ain Taghrout, Traitement.

Abstract:

With the increasing use of water by the population and the shortage of water resources, treatment plants play a crucial role in treating wastewater for reuse, thus contributing to the preservation of the environment and its surroundings. Our current study aims to reassess the capacity of each structure of the Ain Taghrout wastewater treatment plant, taking into account the projected needs for the years 2024, 2030 and 2070. This review will make it possible to propose improvements to optimize the operational performance of the station, thus responding to future wastewater management challenges and contributing to a better quality of life for the region's inhabitants.

Keywords: Resizing, Wastewater, Ain Taghrout WWTP, Processing.

Liste Des Figures

<i>Figure II.1 : schéma des procédés de traitement des eaux usées</i>	<i>11</i>
<i>Figure II.2 : Dessableur de STEP de Ain Taghrout.</i>	<i>13</i>
<i>Figure II.3 : Bassin d'aération de STEP de Ain Taghrout.</i>	<i>15</i>
<i>Figure II.4 : Schéma du procédé de traitement des eaux usées par boues activées.</i>	<i>15</i>
<i>Figure III.1 : Carte géographique de Commune de Aïn Taghrout de la ville de Bordj Bou Arreridj</i>	<i>18</i>
<i>Figure III.2 : Station d'épuration des eaux usées de Commune de Aïn Taghrout</i>	<i>19</i>

Liste des tableaux

<i>Tableau II.2 : les avantages et les inconvénients des désinfections</i>	<i>16</i>
<i>Tableau III.1 : l'estimation des débits et des charges polluantes nécessaires au dimensionnement</i>	<i>24</i>
<i>Tableau III.2 : Dimensions de la grille</i>	<i>28</i>
<i>Tableau III.3 : Caractéristique des dimensions et performances du dessableur</i>	<i>32</i>
<i>Tableau III.4 : Dimensions et performances de décanteur primaire</i>	<i>36</i>
<i>Tableau III.5 : La charge volumique</i>	<i>40</i>
<i>Tableau III.6 : La charge massique</i>	<i>41</i>
<i>Tableau III.7 : Dimensions et performances du bassin d'aération</i>	<i>48</i>
<i>Tableau III.8 : Bilan des boues</i>	<i>54</i>

LISTE DES NOTATIONS ET ABREVIATIONS ET SYMBOLES

1. Notations :

$^{\circ}\text{C}$: Celsius

g : gramme

h : heure

Kg : kilogramme

Km: kilomètre

m : mètre

m³ : mètre cube

mm : millimètre

s : seconde

2. Abréviations :

a : Coefficient de passage libre

a' : besoin pour la synthèse de la biomasse

Ab : Age des boues

ASTM: American Society for Testing Material

B : coefficient qui tient compte de la forme des barreaux

b : besoin pour la respiration

B_{dur} : Matières organiques en suspension difficilement biodégradables

B_{min} : Matières minérales (MM) en suspension apportées par l'effluent (sortie)

C : Coefficient de colmatage

C_m : Charge massique

C_v : Charge volumique

D : Diamètre du bassin

DCO : Demande Chimique en Oxygène

DBO₅ : Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours

ΔB : Boues en excès kg/j

e : Espacement entre les barreaux

EH : Equivalent habitant

H : hauteur

ΔH : Perte de charge.

I : Largeur du dessableur-déshuileur
L_e : Charge polluante DBO₅ éliminé
MES : Matières En Suspension
MVS : Matières Volatiles en Suspension
Na : Nombre d'aérateurs
Nb : Nombre des barreaux
Ne : Nombre d'espacement
ONA : Office National d'Assainissement
θ : angle d'inclinaison de la grille par rapport à l'horizontal.
Pa : Puissance spécifique absorbé
Pb : Puissance de brassage
Qd : Debit diurne
Q_{excè} : Débit de boues en excès
Q_h : Quantité d'oxygène horaire.
Qj : Débit journalier
Q_{moyj} : Débit moyen journalier
Qp : Débit de pointe
q_{o2} : La quantité d'oxygène nécessaire par m³ du bassin.
q_{o2pt} : La quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe
S : Surface
S₀ : Concentration en DBO₅ à entrer du bassin d'aération
S_s : DBO₅ exigée par l'OMS
S_h : Surface horizontale
STEP : Les Stations d'Epurations
Td : Période diurne.
T_s : Temps de séjour
V : Volume
Xa : Masse totale des boues dans le bassin
[X_a] : La concentration des boues

Table des matières

Chapitre I : Généralité sur l'origine et la pollution des eaux	4
I.1 Introduction :	4
I.2 Origines de la pollution :	4
I.2.1 Pollution Industrielle :	4
I.2.2 Pollution agricole :	5
I.2.3 Pollution domestique :	5
I.2.4 Pollution par les eaux pluviales :	5
I.2.5 Pollution d'origine naturelle :	5
I.3 Paramètres de pollution des eaux :	6
I.3.1 Paramètres physiques :	6
I.3.2 Paramètres chimiques :	8
I.3.3 La biodégradabilité :	9
I.3.4 Les paramètres microbiologiques :	10
Chapitre II : Procédés d'épurations des Eaux Usées	11
II.1 Étapes de traitement des eaux usées :	11
II.1.1 Prétraitement :	11
II.1.2 Traitement primaire :	13
II.1.3 Traitement biologique (secondaire) :	14
II.1.4 Traitements tertiaires ou complémentaires :	16
Chapitre III : Résultat et Discussions	18
Introduction :	18
I.1 Situation Géographique :	18
I.2 Situation géologique :	19
I.3 Réseau Hydrographique :	19
I.4 Évaluation des charges polluantes	Erreur ! Signet non défini.
I.4.1 Estimation des débits :	20
I.4.2 Estimation des charges polluantes :	23

I.5	Poste de relevage :	24
I.6	Prétraitements :	25
I.6.1	Dégrillage :	25
I.6.2	Dessablage :	28
I.7	Traitement primaire :	32
I.7.1	Décanteur primaire :	32
I.8	Bassin d'aération :	37
I.8.1	Dimension de bassin d'aération :	42
I.8.2	Besoins théoriques en oxygène :	44
I.8.3	Calcul des caractéristiques de l'aérateur :	46
I.8.4	Bilan de boue :	50
	Conclusion générale :	56
	Références Bibliographiques :	58

Introduction Générale

Introduction Générale

L'eau est indispensable à la vie. Sans elle, il n'y aurait aucune vie possible sur Terre. Le constat est simple, tous les êtres vivants ont besoin d'eau pour exister.

Ces dernières années, le monde a connu une augmentation de la population, l'urbanisation et les nouveaux modes de production et de consommation génèrent des quantités croissantes d'eaux usées, posant un véritable défi pour la santé de la population mais aussi pour l'environnement [1].

La pollution de l'eau est une dégradation physique, chimique, biologique ou bactériologique de ses qualités naturelles, provoquée par l'homme et ses activités. Elle perturbe les conditions de vie de la flore et de la faune aquatiques [2].

La dégradation des ressources en eau, sous l'effet des rejets d'eaux polluées, peuvent non seulement détériorer gravement l'environnement mais aussi entraîner des risques de pénurie, d'où la nécessité de traiter ces eaux usées avant de les rejeter dans le milieu récepteur. Cette pollution est provoquée par le rejet d'eau salie par nos activités domestiques, et par de diverses activités industrielles et agricoles, nécessaires pour nous fournir les aliments et biens dont nous avons besoin.

Les rejets des eaux usées augmentent du fait de l'industrialisation et l'élévation de niveau de vie de la population, les capacités d'autoépurations sont jugées dépassées ce qui pousse les chercheurs à développer plusieurs techniques pour épurer ces effluents.

L'installation des systèmes d'épuration en aval des réseaux d'assainissement constitue une des solutions si non la seule capable de préserver les ressources en eau. Outre la dépollution des effluents, ces installations permettent la mobilisation d'un volume important d'eau apte à être réutilisé dans plusieurs domaines.

En Algérie, le secteur de l'eau fait l'objet d'une attention particulière de la part des pouvoirs publics qui lui consacrent des moyens de plus en plus importants. D'où, la protection des ressources en eau contre les effets de la pollution a été prise en considération par les pouvoirs publics Algériens dès 1970 [3]. C'est ainsi qu'à la fin de 1990, l'Algérie comptait au moins 36 stations d'épuration [4]. Le nombre a passé à 200 STEP en 2015, avec une capacité d'épuration estimée à 12 millions Eq/H, soit 800 hm³/an sur un volume d'eau rejeté estimé à 1.4 milliard m³/an [5].

L'ONA compte diversifier les projets entre station d'épuration et stations de lagunage, ainsi sur les 108 STEP en exploitation en 2014, 60 sont des stations de lagunages. Près de 350 stations de pompage sont gérées par l'ONA, 39.000 km de réseau d'assainissement avec la perspective de

recupérer un total de 44.000 km en étendant son activité à de nouvelles wilayas. Cependant, avec les 927 hm³/an de volume d'eau rejetée, la capacité théorique totale d'épuration est de l'ordre de 700 hm³/an. Cette quantité augmentera pour atteindre les 900 hm³/an à l'horizon de 2020, soit une capacité de traitement de l'ordre de 75% [6].

L'objectif général de ce travail vise à effectuer une étude de redimensionnement de chaque ouvrage dans la station d'épuration des eaux usées (STEP) de la commune de Ain Taghrout pour les années 2024 et 2030, et à envisager un redimensionnement de la STEP à l'horizon 2070. Pour atteindre cet objectif, notre étude est subdivisée en deux grandes parties : une partie bibliographique et une partie expérimentale.

Partie Bibliographique

Chapitre 1 : Généralités sur les Eaux Usées

Dans ce chapitre, nous présenterons les concepts de base relatifs aux eaux usées. Cela inclura une définition des eaux usées, leurs origines, leurs caractéristiques principales, ainsi que les impacts environnementaux et sanitaires associés à leur rejet sans traitement adéquat.

Chapitre 2 : Procédés d'Épuration des Eaux Usées

Ce chapitre traitera des différentes méthodes et technologies utilisées pour l'épuration des eaux usées. Nous examinerons les processus physiques, chimiques et biologiques qui permettent de traiter les eaux usées et de les rendre conformes aux normes de rejet. Des exemples de procédés, tels que les traitements primaires, secondaires et tertiaires, seront également discutés.

Partie Expérimentale

- **Présentation de la Station d'Épuration des Eaux Usées de Ain Taghrout**

Dans cette section, nous fournirons une description détaillée de la station d'épuration des eaux usées de Ain Taghrout. Nous décrirons les différentes composantes de la station, ses capacités actuelles, les technologies utilisées et les performances de traitement.

- **Étude Préliminaire et Calculs de Dimensionnement**

Nous réaliserons ensuite une étude préliminaire pour évaluer les besoins futurs de la station en termes de capacité de traitement, en tenant compte des projections démographiques et des prévisions de consommation d'eau. Ensuite, nous procéderons aux calculs de dimensionnement des différentes composantes de la station pour les années 2024, 2030 et 2070. Cela comprendra les calculs pour les bassins de décantation, les réacteurs biologiques, les filtres, etc.

- **Comparaison avec les Dimensions Réelles de la STEP Ain Taghrouit**

Enfin, nous comparerons les résultats obtenus lors des calculs de dimensionnement avec les dimensions réelles de la station actuelle. Cette comparaison nous permettra d'identifier les écarts éventuels et de proposer des recommandations pour le redimensionnement nécessaire afin de répondre aux besoins futurs de la commune de Ain Taghrouit.

Pour conclure notre étude, nous résumerons les principales découvertes, discuterons des implications de nos résultats et proposerons des recommandations pour le redimensionnement de la STEP de Ain Taghrouit afin de satisfaire les besoins actuels et futurs de la commune en matière de traitement des eaux usées.

**Chapitre I : Généralité sur l'origine et la pollution
des eaux.**

Chapitre I : Généralité sur l'origine et la pollution des eaux

I.1. Introduction

La pollution de l'eau représente une menace sérieuse pour les écosystèmes aquatiques et la santé humaine, car l'eau est une ressource vitale. Cette pollution provient de diverses sources, notamment domestiques, agricoles et industrielles. Les impacts négatifs de cette pollution sur l'environnement sont variés, et complexes. Les activités domestiques, telles que le rejet d'eaux usées non traitées ou mal traitées, contribuent à la pollution de l'eau. De même, l'agriculture intensive utilise souvent des pesticides et des engrais chimiques qui peuvent s'infiltrer dans les cours d'eau et les nappes phréatiques, altérant ainsi la qualité de l'eau. Enfin, les activités industrielles génèrent également des rejets contenant des produits chimiques toxiques, des métaux lourds et d'autres substances nocives.

La conception et le dimensionnement des stations d'épuration sont essentiels pour traiter efficacement les charges polluantes et hydrauliques. Cela implique de prendre en compte la nature des polluants présents dans l'eau à traiter, ainsi que le volume d'eau à purifier. De plus, il est nécessaire d'évaluer régulièrement la qualité de l'eau pour surveiller l'efficacité des systèmes de traitement et apporter des ajustements si nécessaire.

I.2. Origines de la pollution :

I.2.1. Pollution Industrielle

Les eaux usées industrielles regroupent toutes les eaux qui sont en principe rejetées par l'usine dans le milieu extérieur, après avoir contribué à la fabrication, au nettoyage, au transport, au refroidissement [7].

Selon leur origine industrielle elles peuvent également contenir :

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

Avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte, les eaux usées industrielles doivent faire l'objet d'un traitement.

Elles ne sont mélangées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des stations d'épurations.

I.2.2. Pollution agricole

Ce sont des eaux qui ont été polluées par des substances utilisées dans le domaine agricole. Dans le contexte d'une agriculture performante et intensive, l'agriculteur est conduit à utiliser divers produits d'origine industrielle ou agricole dont certains présentent ou peuvent présenter, des risques pour l'environnement et plus particulièrement pour la qualité des eaux. Il s'agit principalement [8] :

- Des fertilisants Des fertilisants (engrais minéraux du commerce ou déjections animales produites ou non sur l'exploitation) ;
- Des produits phytosanitaires (herbicides, fongicides, insecticides, ...).

I.2.3. Pollution domestique

Elles font référence aux eaux utilisées au sein de l'habitation : hygiène corporelle, tâches ménagères, chauffage, cuisine... [9].

On en distingue deux types :

- Les eaux grises ou eaux ménagères issues des éviers, lavabos, douches ou baignoires, mais aussi des machines à laver ou lave-vaisselle. Elles charrient des matières en suspension organiques mais aussi des détergents et des graisses.
- Les eaux vannes, utilisées dans les toilettes. Elles charrient des matières organiques azotées mais aussi certaines bactéries ou organismes pathogènes d'origine fécale, et parfois des résidus médicamenteux présents dans les urines.

I.2.4. Pollution par les eaux pluviales

Les diverses sources de pollution des eaux pluviales, notamment la dissolution des fumées atmosphériques, le lavage des surfaces urbaines et industrielles, ainsi que le lessivage des zones agricoles. Ces activités entraînent le transport de divers polluants tels que des matières organiques, des matières minérales et des éléments toxiques dans les eaux de ruissellement. Cette pollution peut avoir des conséquences néfastes sur les écosystèmes aquatiques et la qualité de l'eau, soulignant ainsi l'importance de mettre en œuvre des mesures de gestion et de traitement appropriées pour atténuer cet impact [10].

I.2.5. Pollution d'origine naturelle

La pollution d'origine naturelle est directement liée à certains phénomènes naturels tels que les éruptions volcaniques et les gisements minéraux. Ces événements peuvent libérer des substances polluantes dans l'environnement sans intervention humaine directe. Par exemple, les éruptions volcaniques peuvent émettre des gaz toxiques et des particules dans l'atmosphère, tandis que les gisements minéraux peuvent libérer des métaux lourds dans le sol et les cours d'eau [11].

I.3. Paramètres de pollution des eaux :**I.3.1. Paramètres physiques :****I.3.1.1. Température**

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, Celle-ci joue un rôle dans la solubilité des gaz, la dissociation des sels (donc sur la conductivité électrique), et dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, etc.) [12].

I.3.1.2. Conductivité

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle est due à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations [13]. La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm^2 .

L'unité de conductivité est le siemens par mètre (S/m). $1 \text{ S/m} = 104 \mu\text{S/cm} = 103 \text{ mS/m}$ [13].

I.3.1.3. Turbidité

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence de matières en suspension (MES) fins, comme les argiles, les limons, les grains de silice et les microorganismes, Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale. Turbidité est déterminée par l'appareil de turbidimètre.

Les unités utilisées pour exprimer la turbidité proviennent de la normalisation. ASTM (American Society for Testing Material) qui considère que les trois unités suivantes sont comparables [14] :

Unité JTU (Jackson Turbidity Unit) = Unité FTU (Formazine Turbidity Unit) = Unité NTU (Nephelometric Turbidity Unit).

NTU < 5 est une eau claire.

NTU < 30 est une eau légèrement trouble.

NTU > 50 est une eau trouble.

I.3.1.4. Couleur et odeur

- a. Couleur : La coloration d'une eau peut être soit d'origine naturelle (éléments métalliques, matières humiques, micro-organismes liés à un épisode d'eutrophisation...), soit associée à sa pollution (composés organiques colorés). La coloration d'une eau est donc très souvent synonyme de la présence de composés dissous et corrélativement la présence de solutés induit une coloration qui ne se limite pas au seul du domaine du visible [15].
- b. Odeur : L'eau d'égout fraîche à une odeur fade qui n'est pas désagréable, par contre en état de fermentation, elle dégage une odeur nauséabonde [16].

I.3.1.5. Charges pondérales**a. Matière en suspension (MES) :**

Selon REJSEK (2002), la pollution particulaire est due à la présence de particules de grande taille, supérieure à $10\mu\text{m}$, en suspension dans l'eau, et que l'on peut assimiler aux MES. En fait, les MES ne sont des particules solides véritablement en suspension que dans des conditions moyenne d'écoulement des effluents correspondant à une vitesse minimale de $0,5\text{ m/s}$. En fonction de la taille des particules, on distingue les matières grossières ou décantables (diamètre supérieur à $100\ \mu\text{m}$) et les matières en suspension. On peut également prendre en compte une partie des matières colloïdales, de dimension inférieure, qui constitue la limite entre la phase solide et la phase dissoute (entre 1 et $10^{-2}\ \mu\text{m}$) [17].

b. Matière minérale en suspension (MMS) :

C'est la différence entre les MES et MVS. Elles représentent donc le résidu minéral et correspondent à la présence de sels, silice, ... [18].

c. Matières volatiles en suspension (MVS) :

Elles représentent la fraction organique de MES . Elles sont mesurées par calcination à 650°C d'un échantillon dont on connaît déjà la teneur en MES. Elles représentent environ 70 à 80 % MES [18].

d. Matières décantables et non décantables

On distingue les fractions qui décantent en un temps donné (2 heures) suivant les conditions opératoires particulières (Utilisation du cône Imhof).

Les matières non décantables sont celles qui restent dans le surnageant et qui vont donc être dirigées vers le procédé de traitement biologique ou chimique [19].

I.3.2. Paramètres chimiques**I.3.2.1. Demande biologique en oxygène (DBO)**

Elle représente la quantité d'oxygène consommée par l'eau usée pendant une certaine durée. Elle correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour décomposer par oxydation, et avec l'intervention des bactéries, les matières organiques de l'eau usée. La DBO₅ est une mesure évolutive dans la mesure où elle permet d'étudier le comportement d'une charge organique (et plus généralement celui d'un échantillon), il est évident qu'il ne peut y avoir de détermination de DBO, que lorsque les microorganismes présents sont capables d'assimiler les matières organiques de l'échantillon [20].

Pour être complète, l'oxydation biologique nécessite un temps de 20 à 28 jours, cette période étant longue, on a choisi par convention une mesure après cinq jours d'incubation appelée DBO₅ (en mg.L⁻¹).

Elle consiste à mesurer la consommation d'oxygène par les microorganismes aérobies présent dans un échantillon par voie biologique à température constante = 20°C et pendant un temps limité par convention à 5 jours, la méthode ce fait soit sans dilution ou avec dilution. L'oxydation des composés biodégradables par les micro-organismes entraîne une consommation d'oxygène.

I.3.2.2. Demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène (DCO) est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation chimique de toute la matière organique biodégradable ou non, contenue dans les eaux à l'aide du bichromate de potassium K₂Cr₂O₇ à 150°C. Elle est exprimée en mg O₂.L⁻¹. La valeur du rapport DCO/DBO indique le coefficient de biodégradabilité d'un effluent, il permet aussi de définir son origine [21].

I.3.2.3. Potentiel Hydrogène (pH)

Les eaux peuvent être, soit acidulées, soit neutres, soit alcalines, ses caractères sont représentés par le pH du milieu. Des pH compris entre 5 et 9 constituent les limites dans lesquelles un développement quasi-normal de la flore et de la faune aquatique semble être permis.

Par ailleurs, il est souvent difficile d'établir de critères précis en ce qui concerne la vie et la reproduction des poissons [22].

I.3.2.4. Carbone organique total (COT)

C'est la concentration en mg.l⁻¹ de carbone organique total dissous dans l'eau. On parle aussi parfois de COD, carbone organique dissous. Pour une eau de surface. La concentration du COT d'une eau de surface varie de 2 à 10 mg.l⁻¹ et de 0,5 à 1 mg.l⁻¹ pour une eau souterraine [14].

I.3.2.5. Sels nutritifs

Les sels nutritifs sont des composés chimiques essentiels pour la croissance et le développement des organismes vivants, fournissant les éléments nécessaires à leur métabolisme. Ils comprennent des ions minéraux comme les nitrates, les phosphates.

- a. **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 (ammoniac, nitrate, nitrite), il constitue la majeure partie de l'azote [23].
- b. **Nitrites (NO_2^-) :** Les NO_2^- proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniac, soit d'une réduction des nitrates. Une eau renferme une quantité élevée de nitrites (supérieur à 1 mg/l d'eau) [24].
- c. **Nitrate (NO_3^-) :** Les NO_3^- présents dans le sol, dans les eaux superficielles et souterraines résultent de la décomposition naturelle, par des microorganismes, de matière organique azotée telle que les protéines végétales, animales et les excréments animaux. L'ion ammonium formé est oxydé en nitrates. La présence de nitrates dans l'environnement est une conséquence naturelle du cycle de l'azote [25].
- d. **Phosphore (P) :** La concentration en phosphore dans les effluents secondaires varie de 6 à 15 mg/L. Cette quantité est en général trop faible pour modifier le rendement (FAO, 2003). Mais s'il y a excès, il est pour l'essentiel retenu dans le sol par des réactions d'adsorption et de précipitation ; cette rétention est d'autant plus effective que le sol contient des oxydes de fer, d'aluminium ou du calcium en quantités importantes. On ne rencontre pas en général de problèmes liés à un excès de phosphore [26].

I.3.3. Biodégradabilité

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans les processus d'épuration biologiques des eaux. Elle est exprimée par un coefficient K avec $K = \text{DCO} / \text{DBO}_5$.

- Si $K < 1.5$, cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradables
- Si $1.5 < K < 2.5$, cela signifie que les matières oxydables sont moyennement Biodégradables.
- Si $2.5 < K < 3$, les matières oxydables sont peu biodégradables.
- Si $k > 3$, les matières oxydables sont non biodégradables.

Un coefficient K très élevé traduit la présence dans l'eau d'éléments inhibiteur de la croissance bactérienne, tels que : les sels métalliques, les détergents, les phénols, les

hydrocarbures... etc. La valeur du coefficient K détermine le choix de la filière de traitement à adopter, si l'effluent est biodégradable on applique un traitement biologique, sinon on applique un traitement physico-chimique [14].

I.3.4. Paramètres microbiologiques

a. bactéries

Les bactéries sont des cellules vivantes microscopiques. Elles se multiplient dans les eaux usées et les boues résiduaires. L'exposition à celles-ci provient surtout de l'inhalation des aérosols qu'elles utilisent comme vecteurs leur transport ou encore, de la contamination du système gastro-intestinal par le contact des mains à la bouche [27].

b. virus : Les eaux usées contiennent également des virus présents dans les selles des porteurs sains. Les virus sont des agents pathogènes extrêmement petits visibles seulement au microscope électronique et qui ne peuvent se multiplier qu'à l'intérieur d'une cellule vivante [28].

c. protozoaires : Ce sont des organismes unicellulaires munis d'un noyau, plus complexes et plus gros que les bactéries. La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites, c'est-à-dire qu'ils se développent aux dépens de leur hôte [29].

d. helminthes : Ce sont des vers multicellulaires tout comme les protozoaires ce sont majoritairement des organismes parasites. Les œufs d'helminthes sont très résistants et peuvent notamment survivre plusieurs semaines voire plusieurs mois sur les sols ou les plantes cultivées. La concentration en œufs d'helminthes dans les eaux usées est de l'ordre de 10 à 10³ œufs /L [29].

Chapitre II : Procédés d'épurations des Eaux Usées

Chapitre II : Procédés d'épurations des eaux usées

II.1. Étapes de traitement des eaux usées

L'objectif principal des procédés d'épuration des eaux usées est de protéger la santé publique, de préserver les écosystèmes aquatiques et de réduire les impacts environnementaux négatifs associés au rejet des eaux usées non traitées. Ces procédés sont généralement divisés en plusieurs étapes, telles que le prétraitement pour éliminer les débris grossiers et les matières flottantes, le traitement primaire pour la séparation des solides et des liquides, le traitement secondaire pour la réduction de la charge organique et des nutriments, et éventuellement le traitement tertiaire pour l'élimination supplémentaire des contaminants et la désinfection.

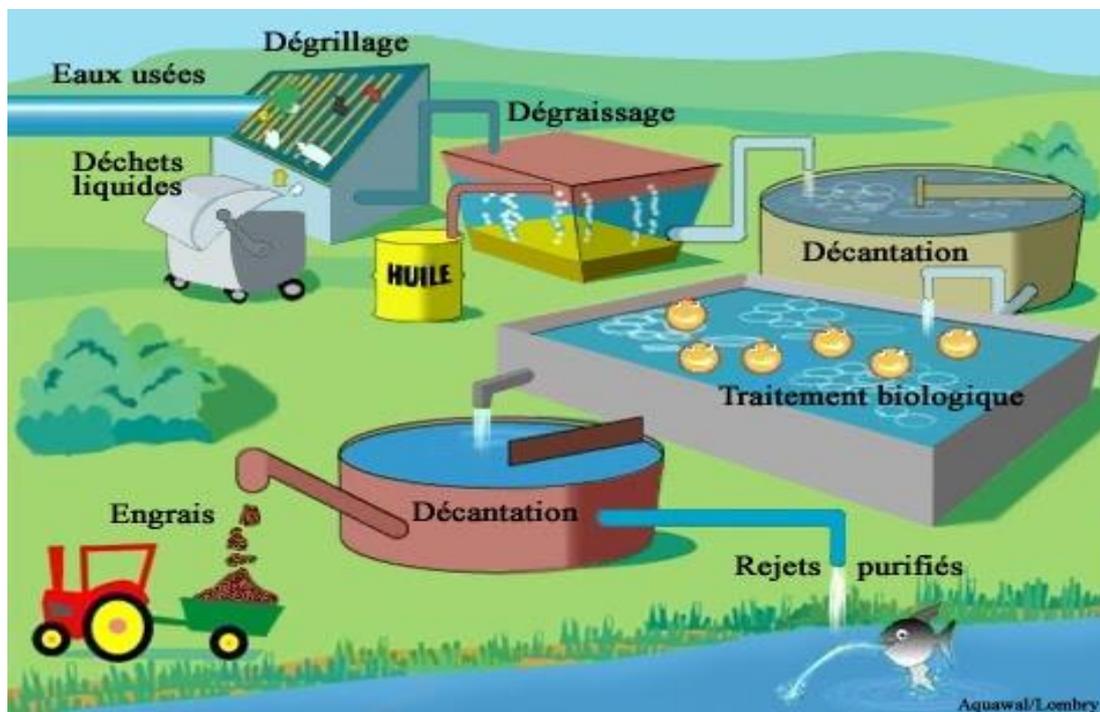


Figure II.1 : schéma des procédés de traitement des eaux usées

II.1.1. Prétraitement

Cette étape prépare les eaux usées au traitement primaire. Son rôle est de réduire une grande partie de la pollution (le plus souvent non dissoute) par simples procédés physique et mécaniques. S'il s'agit de déchets volumineux (dégrillage), des sables et graviers (dessablage) et des graisses (dégraissage-déshuilage) [30]. Ces opérations sont : le dégrillage, le dessablage et le déshuilage.

II.1.1.1. Dégrillage

Le dégrillage permet de séparer les déchets grossiers (corps flottants et gros déchets) des eaux usées qui arrivent à la station. Les dégrilleurs sont généralement installés en amont des ouvrages de traitement [31].

a) Avantages de dégrillage :

- De protéger les ouvrages aval contre l'arrivée de gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de l'installation.

- De séparer et d'évacuer facilement les matières volumineuses charriées par l'eau brute, qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements suivants, ou en compliquer l'exécution [32].

Le classement des dégrilleurs peut s'effectuer selon leur système d'évacuation des déchets :

Les grilles manuelles qui doivent être nettoyées à la main très régulièrement.

Les grilles mécaniques qui sont équipées d'appareils assurant leur nettoyage automatique.

Les types de grilles selon l'espacement des barreaux :

Un pré dégrillage : espacement de 30 à 100 mm ;

Un dégrillage moyen : espacement de 10 à 25 mm ;

Un dégrillage fin : espacement de 3 à 10 mm [33].

II.1.1.2. Dessablage

Le dessablage a pour but d'extraire à partir des eaux brutes : les graviers, les sables et les particules minérales plus ou moins fines, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et les conduites, à protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion et à éviter de surcharger les stades de traitements suivants. L'écoulement de l'eau, à une vitesse réduite, dans un bassin appelé "dessableur" entraîne leur dépôt au fond de l'ouvrage. Les sables récupérés, par aspiration, sont ensuite essorés, puis lavés avant d'être soit envoyés en décharge, soit réutilisés selon la qualité du lavage [34].



Figure II.2 : Dessableur de STEP de Ain Taghrout

II.1.1.3. Dégraissage et déshuilage

Les opérations de dégraissage-déshuilage consistent à éliminer les matières grasses et les huiles, par effet de flottation. La récupération des graisses permet de palier à divers problèmes comme le colmatage des conduites, un mauvais transfert d'oxygène dans les installations des traitements biologique, ...

Les dégraisseurs sont en général conçus pour les temps de séjour compris entre 10 et 20 minutes et une vitesse ascensionnelle de l'ordre de 15 m/h [35].

II.1.2. Traitement primaire

II.1.2.1. Procédés de décantation physique

C'est un procédé de séparation des matières en suspension et des colloïdes rassemblés en floc dont la densité est supérieure à celle de l'eau ; elle s'effectue selon un processus dynamique, en assurant la séparation des deux phases solide-liquide de façon continue. Les particules décantées s'accumulent au fond du bassin, d'où on les extrait périodiquement. L'eau récoltée en surface est dite clarifiée. Elle est dirigée vers un autre stade d'épuration [36].

II.1.2.1.1. Décantation primaire

La décantation primaire a pour objet de parfaire la qualité des prétraitements notamment par la capture des matières en suspension (MES) naturellement décantables et par élimination poussée des flottants (huile et graisse).

Elle permet d'alléger les traitements biologiques et physico-chimiques ultérieurs, en éliminant une partie des solides en suspension. L'efficacité du traitement dépend du temps de séjour et de la vitesse ascensionnelle (qui s'oppose à la décantation). La décantation primaire permet d'éliminer, pour une vitesse ascensionnelle de 1.2 m/h, 40 à 60% de MES, soit 40% de matière organique, 10 à 30% des virus [37].

II.1.2.1.2. Flottation

La flottation est un procédé de séparation solide-liquide ou liquide qui s'applique à des particules dont la masse volumique est inférieure à celle du liquide qui les contient [38].

Pour l'extraction des particules en suspension, on fait appel à des techniques de clarification et d'épaississement par insufflation d'air. Les bulles d'air s'accrochent aux particules fines à éliminer en les ramenant à la surface de l'eau [39].

Ce traitement élimine 50 à 55 % des matières en suspensions et réduit d'environ 30% de la DBO₅ et de la DCO [40].

II.1.3. Traitement biologique (secondaire)

Le traitement biologique, également connu sous le nom de traitement biologique secondaire dans le domaine du traitement des eaux usées, est une étape du processus de traitement des eaux usées qui utilise des micro-organismes pour décomposer les matières organiques présentes dans les eaux usées. Cette étape intervient après le traitement primaire, qui vise principalement à éliminer les solides en suspension et les matières flottantes.

Le traitement biologique secondaire peut être suivi d'autres étapes de traitement, telles que la désinfection, pour éliminer les micro-organismes restants, avant le rejet des eaux traitées dans l'environnement. Ce processus est essentiel pour protéger la santé publique et l'environnement en réduisant la pollution des cours d'eau et des plans d'eau.

II.1.3.1. Boues activées (Les cultures libres)

En pratique, le procédé consiste à alimenter un bassin brassé et aéré (bassin d'aération) avec l'eau à épurer (effluent préalablement prétraité voir décanté) au sein d'un courant continu d'eau usée, les bactéries aérobies sont soumises à l'action prolongée d'une forte oxygénation obtenue par introduction d'air régulièrement répartie dans l'effluent, ces bactéries absorbent la

matière organique et forment de gros floccs (bio flocc) qui décantent, lesquels à leur tour, constituent des boues ou des masses flocculeuses dites boues activées. Le mélange eau usée + bio flocc forme une liqueur mixte.

Après un temps suffisant, la liqueur mixte est renvoyée dans un clarificateur ou décanteur secondaire ou s'effectuera la séparation de l'eau épurée des boues. Les boues décantées sont réintroduites en partie dans le bassin d'aération (recirculation de boues) pour maintenir un équilibre constant entre la quantité de pollution à traiter et la masse de bactéries épuratrices. Les boues sont évacuées du système vers le traitement des boues (extraction des boues en excès) [23].



Figure II.3 : Bassin d'aération de STEP de Ain Taghrout.

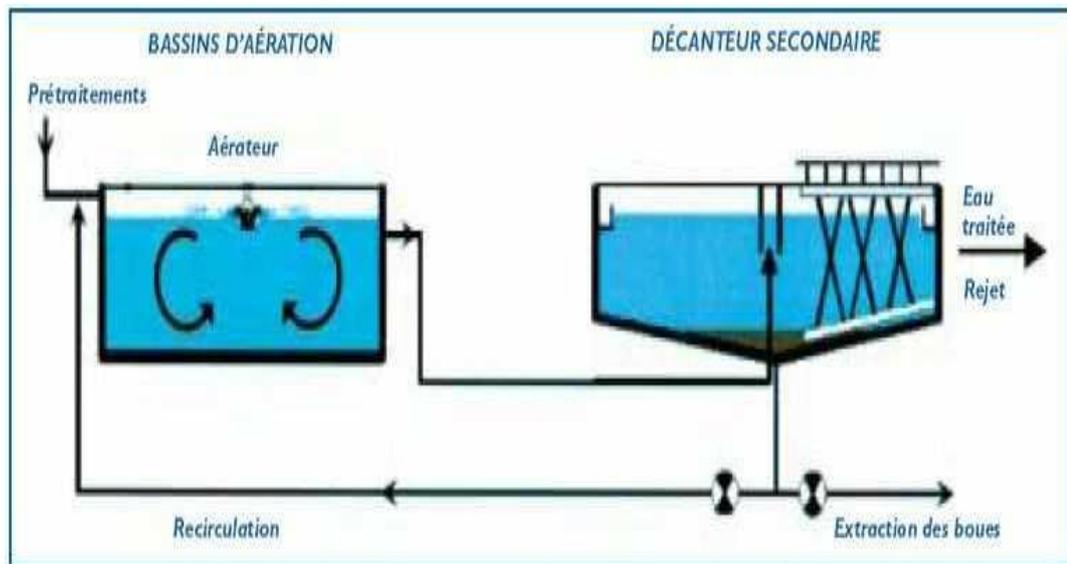


Figure II.4 : Schéma du procédé d'épuration des eaux usées par boues activées.

II.1.4. Traitements tertiaires ou complémentaires

II.1.4.1. désinfection

En général, les techniques d'épuration, même les plus sévères laissent passer dans l'eau épurée des matières organiques difficilement biodégradables, et échappent à la meilleure décantation. Ainsi même après un traitement secondaire, l'eau véhicule presque toujours des micro-organismes et des micropolluants.

La principale méthode utilisée est la désinfection. Il existe de nombreuses techniques de désinfection des fluides et des surfaces. On trouve :

- Désinfection par l'ozone :
- Désinfection par rayonnement Ultra-Violet (UV)
- Désinfection utilisant le chlore et ses dérivés.

Le coût excessif du traitement tertiaire explique pourquoi dans la majorité des stations d'épuration ce type de traitement est inexistant. Ce coût ne se représente pas seulement le prix des réactifs ou des équipements, mais aussi celui d'un personnel qui doit être hautement qualifié [41].

Tableau II.2 : les avantages et les inconvénients des désinfections [42] :

	Désinfection par rayonnement Ultra-Violet (UV)	Désinfection utilisant le chlore et ses dérivés
Avantages	La désinfection par UV étant un processus entièrement physique, il n'y	Le chlore est relativement peu coûteux et facilement disponible.

	<p>a pas de produits chimiques dangereux à manipuler.</p> <p>Aucun sous-produit résiduel nocif ne pourrait être généré dans les eaux traitées. Il est très efficace contre la plupart des virus, bactéries, spores et kystes et nécessite un temps de contact plus court que les autres méthodes de traitement tertiaire des eaux usées. En outre, sa capacité de désinfection est compacte.</p>	<p>De plus, comme il s'agit d'un agent oxydant si puissant, il peut être très efficace pour rendre inertes de grandes quantités de micro-organismes nuisibles avec un temps de réaction approprié.</p>
<p>Inconvénients.</p>	<p>En raison de l'utilisation de la lumière pour décontaminer une solution, des concentrations élevées de matières en suspension totales (MES) peuvent la rendre inefficace. Ce n'est pas un problème si le processus de traitement précédent est efficace pour éliminer le TSS.</p> <p>De faibles doses de rayons ultraviolets peuvent être inefficaces contre certains virus, spores et kystes, de sorte que des temps de contact plus longs ou une exposition plus intense seraient nécessaires. Il existe également un risque de photo réactivation dans les micro-organismes, les organismes se réparant eux-mêmes après le traitement si la dose d'UV n'est pas assez puissante.</p>	<p>Le chlore est assez volatil et peut entraîner des sous-produits de désinfection (DBP) pouvant être nocifs pour l'homme, les animaux et la vie aquatique.</p> <p>Cela nécessite une manipulation minutieuse pour être expédié, stocké et utilisé en toute sécurité. Les virus, Giardia l'amblai et cryptospridium ne sont pas affectés par le traitement de désinfection au chlore</p>

Chapitre III : Résultat et Discussions

Chapitre III : Résultat et Discussions

Introduction :

Une station de traitement des eaux usées est une installation essentielle pour purifier les eaux usées avant de les rejeter dans l'environnement. Ces stations utilisent une combinaison de processus physiques, chimiques et biologiques pour éliminer les contaminants et les polluants présents dans les eaux usées, assurant ainsi la protection de la santé publique et de l'environnement. En outre, elles jouent un rôle crucial dans la préservation des ressources en eau et dans la promotion du développement durable.

I.1. Situation Géographique

La station d'épuration (STEP) de la ville de Ain Taghrouit, située dans les hauts plateaux Sétifiens, a été mise en service le 27 septembre 2017. Cette STEP est conçue pour un débit de charge moyenne de 5900 m³ / j, couvrant la région de Ain Taghrouit et Bir Kasd Ali, d'une population équivalente à 37 968 E.H pour l'horizon 2030 et 44 744 E.H pour l'horizon 2040.

Le site de la STEP se trouve sur le territoire de la commune de Ain Taghrouit, le long de la route nationale 05, sur la rive droite de cette dernière, à 1.5 km à l'est d'A.C.L de Ain Taghrouit. Elle est délimitée par le barrage de Ain Zada. Les rejets des eaux urbaines sont déversés en amont de la STEP.

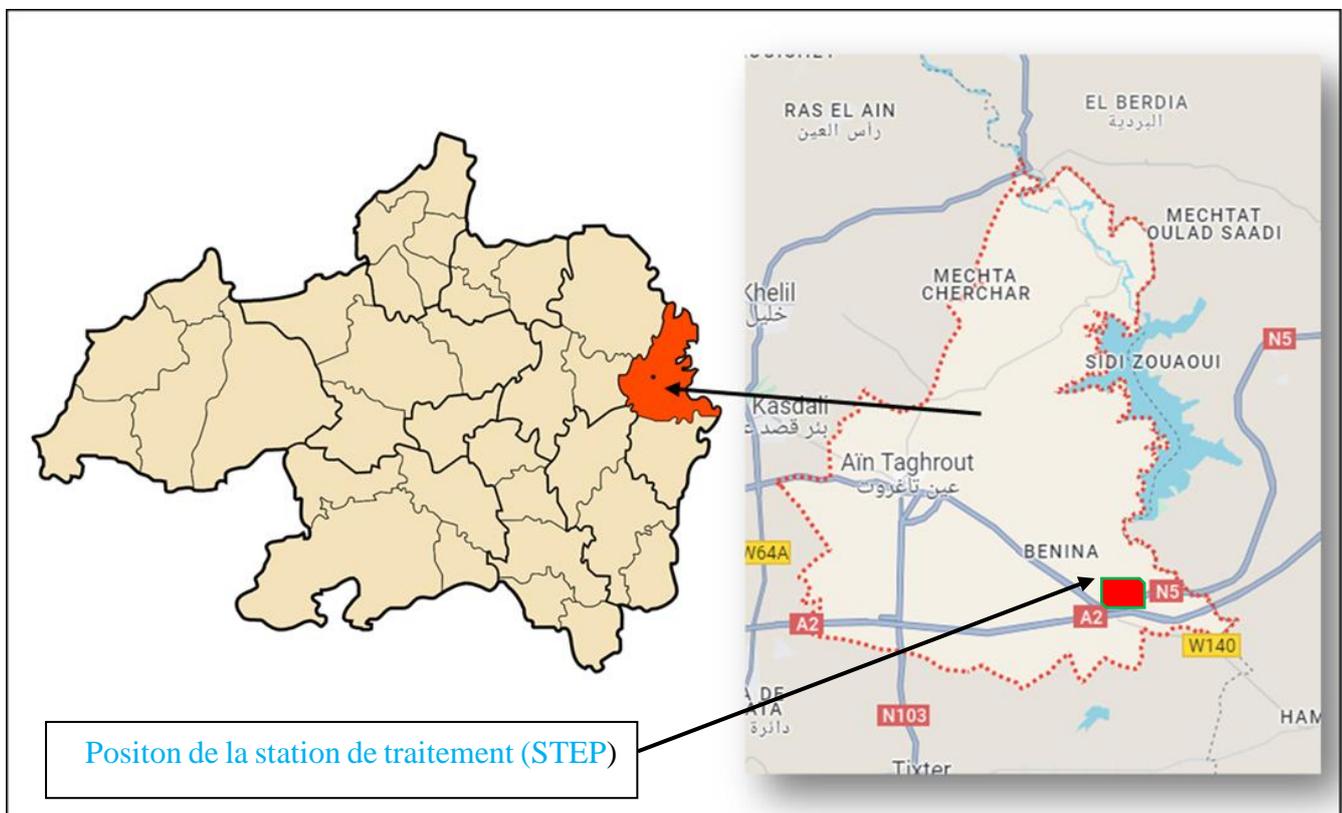


Figure III.1 : Carte géographique de Commune de Aïn Taghrouit de la ville de Bordj Bou Arreridj.



Figure III.2 : Station d'épuration des eaux usées de Commune de Ain Taghrouit.

I.2. Situation climatique

L'étude climatique, nous renseigne sur la pluviométrie, les températures et les vents. La région présente un climat semi-aride caractérisé par des conditions généralement sèches et froides. La pluviométrie annuelle varie entre 300 et 400 millimètres, ce qui contribue à des précipitations limitées et irrégulières.

I.3. Réseau Hydraulique

Le réseau hydrographique de la station d'épuration des eaux usées de Ain Taghrouit, situé dans la ville de Bordj Bou Arreridj, est essentiel pour gérer efficacement les eaux usées de la région. La charge hydraulique de cette station est estimée à un rejet spécifique de 160 litres par habitant et par jour, ce qui démontre l'importance de son rôle dans le traitement des eaux domestiques et aussi dans le but de protection du barrage de Ain Zada.

I.3.1. Calculs de base pour dimensionnement**I.3.2. Estimation des débits****a) Débits journaliers de l'année 2024 :**

$$Q_j = D \times N \times Cr \quad (1)$$

- **D** : dotation (L/hab/j) ;
- **N** : nombre d'habitant l'horizon considéré ;
- **Cr** : coefficient de rejet $Cr=0.8$;
- **N= 37100 habitants** dans la commune de Ain Taghrout (2024)
- **D= 150 L/habitant/jour**

$$Q_j = (150 \times 37100 \times 0.8) \div 1000$$

$$Q_{j2024} = 4452 \text{ m}^3/\text{j}$$

a.1) population future :

$$P_n = P_0 \left[1 + \left(\frac{1}{100} \right) \right]^n \quad (2)$$

P_n : population future de l'horizon considéré N= (Année concerné)

P₀ : population de l'année 2024

n : nombre d'années séparant P_n et P₀ (P_n – P₀)

T : taux d'accroissement annuel de la population (1%)

Horizon 2030 :

$$P_{2030} = P_{2024} [1 + (1/100)]^n$$

$$P_{2030} = 37100 [1 + (1/100)]^6$$

$$P_{2030} = 39382.39 \text{ Habitant}$$

$$Q_j = D \times N \times Cr$$

$$Q_j = (150 \times 39382.39 \times 0.8) \div 1000$$

$$Q_j = 4725.88 \text{ m}^3/\text{j}$$

Le débit journalier est de : **Q_{j2030} = 4725.88 m³/j pour l'horizon 2030.**

Horizon 2070 :

$$P_{2070} = P_{2024} [1 + (1/100)]^n$$

$$P_{2070} = 37100 [1 + (1/100)]^{46}$$

$$P_{2070} = 58635.02 \text{ Habitant}$$

$$Q_j = D \times N \times Cr$$

$$Q_j = (150 \times 58635.02 \times 0.8) \div 1000$$

$$Q_{j2070} = 7036.20 \text{ m}^3/\text{j}$$

Le débit journalier est de : **Q_{j2070} = 7036.20 m³/j pour l'horizon 2070.**

b) Débit moyen horaire :

L'année 2024

$$Q_{m.h} = \frac{Q_j}{24} \text{ m}^3/\text{h} \quad (3)$$

$$= \frac{4452}{24}$$

$Q_{\text{moy.h}2024} = 185.5 \text{ m}^3/\text{h}$ pour l'année 2024

Horizon 2030 :

$$Q_{m.h} = \frac{Q_j}{24}$$

$$= \frac{4725.88}{24}$$

$Q_{\text{moy.h}2030} = 196.91 \text{ m}^3/\text{h}$ pour l'horizon 2070

Horizon 2070 :

$$Q_{m.h} = \frac{Q_j}{24}$$

$$= \frac{7036.20}{24}$$

$Q_{\text{moy.h}2070} = 293.17 \text{ m}^3/\text{h}$ pour l'horizon 2070

c) Débit de Pointe :

$$Q_p = c_p \times Q_{m.h} \quad (4)$$

$$\bullet \quad c_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{m,h}}} \quad (\text{si } Q_{\text{moy,h}} \geq 2,8 \text{ L/s}) \quad (5)$$

$$\bullet \quad c_p = 3 \quad (\text{si } Q_{\text{moy,h}} \leq 2,8 \text{ L/s}) \quad (6)$$

L'année 2024 :

$$Q_m = 185.5 \text{ m}^3/\text{h} = Q_m = \frac{185.5 \times 1000}{3600} = 51.52 \text{ L/s.}$$

$$c_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{51.52}} = 1.848$$

Alors le débit de pointe est égal à :

$$Q_p = 185.5 \times 1.848 = 342.80 \text{ m}^3/\text{h} \text{ pour l'année 2024.}$$

Horizon 2030:

$$Q_m = 196.91 \text{ m}^3/\text{h} = Qm = \frac{196.91 \times 1000}{3600} = 54.69/\text{s}$$

$$C_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{54.69}} = 1.838$$

$$Q_p = 196.91 \times 1.838 = 361.92 \text{ m}^3/\text{h} \text{ pour l'horizon 2030}$$

Horizon 2070 :

$$Q_m = 293.17 \text{ m}^3/\text{h} = Qm = \frac{293.17 \times 1000}{3600}$$

$$c_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{81.437}} = 1.777$$

$$Q_p = 293.17 \times 1.777 = 520.96 \text{ m}^3/\text{h} \text{ pour l'horizon 2070.}$$

d) Le débit diurne :

$$Q_d = \frac{Q_j}{16h} \quad (7)$$

L'année 2024 :

$$\text{On a : } Q_j = 4452 \text{ m}^3/\text{j}$$

Alors :

$$Q_d = \frac{4452}{16} = 278.25 \text{ m}^3/\text{h}$$

Le débit diurne est : $Q_d = 278.25 \text{ m}^3/\text{h}$ pour l'année 2024.

L'horizon 2030 :

$$\text{On a : } Q_j = 4725.88 \text{ m}^3/\text{j}$$

Alors :

$$Q_d = \frac{4725.88}{16} = 295.36 \text{ m}^3/\text{h}$$

Le débit diurne est : $Q_d = 295.36 \text{ m}^3/\text{h}$ pour L'horizon 2030.

L'horizon 2070 :

$$\text{On a : } Q_j = 7036.2 \text{ m}^3/\text{j}$$

Alors :

$$Q_d = \frac{7036.2}{16} = 439.76 \text{ m}^3/\text{h}$$

Le débit diurne est : $Q_d = 439.76 \text{ m}^3/\text{h}$ pour L'horizon 2070.

I.3.3. Estimation des charges polluantes :**a) La charge en DBO₅ :****L'année 2024 :**

$$\begin{aligned} \text{DBO}_5 \text{ (kg/j)} &= Q_j \text{ (m}^3\text{/j)} \times [\text{DBO}_5 \text{ mg/L}] \times 10^{-3} & (8) \\ &= 4452 \times 289.63 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

DBO₅ (Kg/j) = 1289.43 Kg/j pour l'année 2024.**L'horizon 2030 :**

$$\begin{aligned} \text{DBO}_5 \text{ (kg/j)} &= Q_j \text{ (m}^3\text{/j)} \times [\text{DBO}_5 \text{ mg/L}] \times 10^{-3} \\ &= 4725.88 \times 289.63 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

DBO₅ (Kg/j) = 1368.75 Kg/j pour L'horizon 2030.**L'horizon 2070 :**

$$\begin{aligned} \text{DBO}_5 \text{ (kg/j)} &= Q_j \text{ (m}^3\text{/j)} \times [\text{DBO}_5 \text{ mg/L}] \times 10^{-3} & (9) \\ &= 7036.20 \times 289.63 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

DBO₅ (Kg/j) = 2037.89 Kg/j pour L'horizon 2070.**b) La charge en MES :****L'année 2024 :**

$$\begin{aligned} \text{MES (kg/j)} &= Q_j \text{ (m}^3\text{/j)} \times [\text{MES mg/l}] \times 10^{-3} & (10) \\ &= 4452 \times 358.01 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

MES (kg/j) = 1593.86 Kg/j pour l'année 2024.**L'horizon 2030 :**

$$\begin{aligned} \text{MES (kg/j)} &= Q_j \text{ (m}^3\text{/j)} \times [\text{MES mg/l}] \times 10^{-3} \\ &= 4725.88 \times 358.01 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

MES (kg/j) = 1691.91 Kg/j pour L'horizon 2030.**L'horizon 2070 :**

$$\begin{aligned} \text{MES (kg/j)} &= Q_j \text{ (m}^3\text{/j)} \times [\text{MES mg/l}] \times 10^{-3} & (11) \\ &= 7036.20 \times 358.01 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

MES (kg/j) = 2519.02 Kg/j pour l'horizon 2070.

Tableau III.1 : estimation des débits et des charges polluantes nécessaires au dimensionnement.

Données de base	Unité	Valeur de 2024	Valeur pour 2030	Valeur pour 2070
Débit journalier (Q_j)	m ³ /j	4452	4725.88	7036.20
Débit moyen horaire (Q_m)	m ³ /h	185.5	196.91	293.17
Débit de pointe par heure (Q_p)	m ³ /h	342.80	361.92	520.96
Débit de pointe par seconde (Q_p)	m ³ /s	0.095	0.100	0.144
Débit diurne (Q_d)	m ³ /h	278.25	295.36	439.76
Charge en MES	kg/j	1593.86	1691.91	2519.02
Charge en DBO ₅	kg/j	1289.43	1368.75	2037.89

Il semble que les débits et la charge polluante, tels que noté dans le tableau III.1, augmentent au fil des années étudiées. Cette augmentation est attribuée à la croissance de la population. Il est également noté une tendance similaire pour la charge polluante, en particulier pour les matières en suspension (MES) et la demande biochimique en oxygène sur cinq jours (DBO₅). Les quantités de MES et de DBO₅ passent respectivement de 1594 et 1300 kg en 2024 à des valeurs supérieures en 2070. Cela indique une augmentation de la pollution de l'eau au fil du temps, probablement due à l'activité humaine croissante et à d'autres facteurs environnementaux.

I.4. Poste de relevage

Le dimensionnement d'une bache de pompage repose sur le calcul du volume utile (V_u), déterminé par la formule suivante :

$$V_u = \frac{Q_p}{4 \times Z} \quad (12)$$

V_u : volume utile m³ ;

Q_p : débit de pointe horaire (m³/h) ;

Z : Nombre maximal de démarrage par heure est fixé de 6 à 10 en fonction de la puissance de la pompe, (On peut la fixer au minimum Z à 8).

L'année 2024 :

$$V_u = \frac{342.80}{4 \times 8}$$

$V_u = 10.71 \text{ m}^3$ pour l'année 2024.

L'horizon 2030 :

$$V_u = \frac{361.92}{4 \times 8}$$

$V_u = 11.31 \text{ m}^3$ pour l'horizon 2030.

L'horizon 2070 :

$$V_u = \frac{520.96}{4 \times 8}$$

$V_u = 16.28 \text{ m}^3$ pour l'horizon 2070.

I.5. Prétraitements

I.5.1. Dégrillage

a. Surface :

$$S = \frac{Q_p}{v \times a \times c} \quad (13)$$

Q_p : Débit maximal à travers la grille (m^3/s).

V : Vitesse de l'écoulement à travers la grille.

a : Coefficient de passage libre donné par la relation :

$$a = \frac{\text{diametre des barreaux}}{\text{diametre des barreaux} + \text{espace entre les barreaux}} \quad (14)$$

c : Coefficient de colmatage dépendant de la qualité de l'eau et du système de reprise des résidus.

$0,1 < c < 0,3$ pour une grille manuelle.

$0,4 < c < 0,5$ pour une grille automatique

Les caractéristiques de dégrilleur :

L : 800 mm

c : 0.25

Q_p : 0.095 m^3/s pour l'année 2024

Q_p : 0.100 m^3/s pour l'horizon 2030

Q_p : 0.144 m^3/s pour l'horizon 2070

v : 0.8 m/s

Diamètre des barreaux : 10 mm

Espace entre les barreaux : 30 mm

$$a = \frac{10}{10+30} = 0.25$$

Donc :

L'année 2024 :

$$S = \frac{0.095}{0.8 \times 0.25 \times 0.25}$$

S = 1.90 m² pour l'année 2024.

L'horizon 2030 :

$$S = \frac{0.100}{0.8 \times 0.25 \times 0.25}$$

S = 2 m² pour L'horizon 2030.

L'horizon 2070 :

$$S = \frac{0.144}{0.8 \times 0.25 \times 0.25}$$

S = 2.88=2.9 m² pour L'horizon 2070.

b. Hauteur de la grille :

La hauteur de la grille est donnée par la relation :

$$h = \frac{S}{L} \tag{15}$$

S : superficie ouverte.

L : largeur de la grille.

L'année 2024 :

$$h = \frac{S}{L} = \frac{1.9}{0.8} = 2.375 \text{ m}$$

La hauteur de la grille est : 2.375 m pour l'année 2024.

L'horizon 2030 :

$$h = \frac{S}{L} = \frac{2}{0.8} = 2.5 \text{ m}$$

La hauteur de la grille est : 2.5 m pour L'horizon 2030.

L'horizon 2070 :

$$h = \frac{S}{L} = \frac{2.9}{0.8} = 3.625 \text{ m}$$

La hauteur de la grille est : 3.625 m pour L'horizon 2070.

c. Largeur de la grille :

La largeur de la grille égale :

$$L = N_e \cdot e + N_b \cdot b \quad (16)$$

Avec :

N_b : Nombre des barreaux

N_e : Nombre d'espacement

e : espacement entre les barreaux

b : diamètre des barreaux

- nombre des barreaux

$$N_e = N_b + 1 \quad (17)$$

Par suite :

$$N_b = \frac{\text{largeur de la grille} - \text{espacement entre les barreaux}}{\text{espacement entre les barreaux} + \text{diamètre des barreaux}} \quad (18)$$

$$N_b = \frac{800 - 30}{30 + 10}$$

$N_b = 19.25 \approx 20$ barreaux pour 2024 et 2070

$$\text{Avec } N_e = N_b + 1 \quad \text{donc } N_e = 21$$

$$\text{Pour cela : } L = N_e \cdot e + N_b \cdot b = 21 \times 30 + 20 \times 10 = 830 \text{ mm} = 0,83 \text{ m}$$

Donc la largeur de la grille pour les années 2024 et 2030 et 2070 : $L = 0,83 \text{ m}$

d. Pertes de charge :

Les pertes de charges à travers la grille sont données par l'équation de Kirchmer :

$$\Delta h = \beta \times \left(\frac{b}{e}\right)^{\frac{4}{3}} \times \left(\frac{v^2}{2g}\right) \sin \theta \quad (19)$$

Avec :

e : espacement entre les barreaux ;

b : diamètre des barreaux

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

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

v : vitesse à travers les grilles (m/s)

A.N

e : 30 mm

b : 10 mm

$\theta : 80^\circ$

$\beta: 2,42$ (Les barreaux sont de type rectangulaire)

$v: 0,80$ m/s

$g: 9,81$ m/s²

$$\Delta h = 2.42 \times \left(\frac{10}{30}\right)^4 \times \left(\frac{0,8^2}{2 \cdot 9,81}\right) \sin 80 = 0,01796 \text{ m} = 17.96 \text{ mm}$$

Donc les pertes de charge pour les années 2024, 2030 et 2070 est :

$\Delta h = 17.96 \text{ mm}$ est inférieure la valeur admissible 150 mm

Les dimensions de la grille sont données dans le tableau III.2 :

Tableau III.2 : Dimensions de la grille.

	Unité	Valeur de 2024	Valeur de 2030	Valeur pour 2070
Superficie ouverte de la grille	m ²	1.90	2,00	2,90
Hauteur de la grille	m	2.375	2.5	3.625
Largeur de la grille	m	0.83	0.83	0.83
Nombre des barreaux	-	20	20	20
Pertes de charges	mm	17.96	17.96	17.96

Il semble que dans le Tableau III.2, les estimations pour le dimensionnement des dégrilleurs (grosières) au niveau de la STEP de Ain Taghrout montrent que la largeur de la grille, le nombre de barreaux et les pertes de charge restent constants. Cependant, il est nécessaire de modifier la hauteur des grilles pour l'année 2070. La hauteur passe de 2,37 m dans l'année actuelle à 3,63 m dans l'horizon de l'année 2070. Cela suggère qu'en raison de la croissance prévue de la population ou d'autres facteurs, il est nécessaire d'ajuster les dimensions des dégrilleurs pour répondre à une charge plus importante dans le système de traitement des eaux usées.

I.5.2. Dessablage

a. Surface du dessableur :

$$Sh = \frac{Qp}{v} \quad (20)$$

L'année 2024 :

Q_p : le débit de pointe = 342.80 m³/h pour année 2024.

v : Vitesse ascensionnelle = 15 m/h

$$Sh = \frac{342.804}{15}$$

Sh = 22.85 m² pour l'année 2024.

L'horizon 2030 :

$$Sh = \frac{Q_p}{v}$$

Q_p : le débit de pointe 361.92m³/h pour L'horizon 2030.

v : Vitesse ascensionnelle = 15 m/h

$$Sh = \frac{361.92}{15}$$

Sh = 24.12 m² pour L'horizon 2030.

L'horizon 2070 :

$$Sh = \frac{Q_p}{v}$$

Q_p : le débit de pointe = 520.96m³/h pour L'horizon 2070.

v : Vitesse ascensionnelle = 15 m/h

$$Sh = \frac{520.96}{15}$$

Sh = 34.73 m² pour L'horizon 2070.

b. Volume du dessableur:

$$V = Sh \times h \tag{21}$$

Sh : Surface horizontale.

h : hauteur = 2.6 m

L'année 2024 :

$$V = 22.85 \times 2.6$$

V = 59.41 m³ pour l'année 2024.

L'horizon 2030 :

$$V = 24.12 \times 2.6$$

V = 62.71 m³ pour l'horizon 2030.

L'horizon 2070 :

$$V = 34.73 \times 2.6$$

V = 90.29 m³ pour l'horizon 2070.

c. Diamètre du dessableur:

$$S = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \times S}{\pi}} \quad (22)$$

L'année 2024 :

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 22.85}{\pi}}$$

d = 5.39 m pour l'année 2024.**L'horizon 2030 :**

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 24.12}{\pi}}$$

d = 5.54 m pour l'horizon 2030.**L'horizon 2070 :**

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 34.73}{\pi}}$$

d = 6.64 m pour l'horizon 2070.**e. Temps de séjour :**

$$Ts = \frac{V}{Qp} \quad (23)$$

V : volume du dessableur

Qp : débits de pointe

L'année 2024 :V : volume du dessableur 59.41m³

Qp : débits de pointe 0.095 m/s

$$Ts = \frac{59.41}{0.095}$$

Ts = 10.42 min pour l'année 2024.

L'horizon 2030 :

V : volume du dessableur 62.71m³

Qp : débits de pointe 0.100 m/s

$$T_s = \frac{62.71}{0.100}$$

Ts = 10.45 min pour l'horizon 2030.

L'horizon 2070 :

V : volume du dessableur 90.29m³

Qp : débits de pointe 0.144 m/s

$$T_s = \frac{90.29}{0.144}$$

Ts = 10.45 min pour l'horizon 2070.

d. Quantité de matières éliminées :

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

A.N

L'année 2024

Les matières minérales totales = 0.20*1593.86 = **318.77 Kg/j**

Les matières minérales éliminées par le dessableur = 0.8*318.77 = **255.01 Kg/j**

Les matières minérales restantes = 318.77-255.01 = **63.76 Kg/j**

MES sortant du dessableur = 0.8*1593.86+63.76 = **1338.84 Kg/j**

L'horizon 2030 :

Les matières minérales totales = 0.20*1691.91 = **338.38 Kg/j**

Les matières minérales éliminées par le dessableur = 0.8*338.38 = **270.70 Kg/j**

Les matières minérales restantes = 338.38-270.70 = **67.68 Kg/j**

MES sortant du dessableur = 0.8*1691.91 +67.68 = **1421.20 Kg/j**

L'horizon 2070 :

Les matières minérales totales = 0.20*2519.02 = **503.80 Kg/j**

Les matières minérales éliminées par le dessableur = 0.8*503.80 = **403.04 Kg/j**

Les matières minérales restantes = 503.80-403.04 = **100.76 Kg/j**

MES sortant du dessableur = 0.8*2519.02 +100.76 = **2115.97 Kg/j**

Le dimensionnement de dessableur est résumé dans le tableau III.3 :

Tableau III.3 : Caractéristique des dimensions et performances du dessableur.

Désignation	Unité	Valeur de 2024	Valeur de 2030	Valeur de 2070
Temps de séjour	min	10.42	10.45	10.45
Vitesse ascensionnelle	m/h	15	15	15
Volume du dessableur	m ³	59.41	62.71	90.29
Surface du dessableur	m ²	22.85	24.12	34.73
Diamètre du dessableur	m	5.39	5.54	6.64
Quantité de MM éliminée	Kg/j	255.01	270.70	403.04
Quantité de MES sortant du dessableur	Kg/j	1338.84	1421.20	2115.97

Dans le tableau III.3, les dimensions du dessableur de la STEP sont calculées pour différentes années d'étude. Il est observé que le volume du dessableur calculé doit passer de 60 m³ pour l'année 2024 à 90 m³ pour l'année 2070. Cette augmentation de volume est nécessaire pour maintenir le temps de séjour et la vitesse ascensionnelle constants. Cette augmentation du volume est attribuée à l'augmentation de la charge de pollution qui augmente au fil du temps. Ainsi, pour assurer une efficacité de traitement constante malgré l'augmentation de la pollution, il est nécessaire d'ajuster les dimensions du dessableur en conséquence.

I.6. Traitement primaire

I.6.1. Décanteur primaire :

a. Volume du décanteur :

$$V_T = Q_p * t_r \quad (24)$$

L'année 2024 :

Q_p : débit de pointe par heure = 342.804 m³/h

t_r : temps de rétention = 1,5 h

$$V_T = 342.80 * 1.5$$

V_T du décanteur = 514.20 m³ pour L'année 2024.

L'horizon 2030 :

Q_p : débit de pointe par heure = 361.92 m³/h

t_r : temps de rétention = 1,5 h

$$V_T = 361.92 * 1,5$$

V_T du décanteur = 542.88 m³ pour L'horizon 2030.

L'horizon 2070 :

Q_p : débit de pointe par heure = 520.96 m³/h

t_r : temps de rétention = 1,5 h

$$V_T = 520.96 * 1,5$$

V_T du décanteur = 781.44 m³ pour L'horizon 2070.

b. Surface du décanteur :

$$S = \frac{V}{h} \quad (25)$$

V : volume en m³

h : hauteur du décanteur en m

L'année 2024 :

$$S = \frac{514.20}{3.5}$$

Surface du décanteur = 146.91 m² pour l'année 2024.

L'horizon 2030 :

$$S = \frac{542.88}{3.5}$$

Surface du décanteur = 155.10 m² pour L'horizon 2030.

L'horizon 2070 :

$$S = \frac{781.44}{3.5}$$

Surface du décanteur = 223.26 m² pour L'horizon 2070.

c. Diamètre du décanteur :

$$S = \pi \frac{d^2}{4}$$

$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}}$$

L'année 2024 :

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 146.91}{\pi}}$$

Diamètre du décanteur = 13.67 m ~ 14m pour L'année 2024.

L'horizon 2030 :

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 155.10}{\pi}}$$

Diamètre du décanteur = 14.05 m pour L'horizon 2030.

L'horizon 2070 :

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 223.26}{\pi}}$$

Diamètre du décanteur = 17.23m pour L'horizon 2070.

d. charges polluantes :

Le décanteur primaire élimine 35% de la DBO₅ et 95% de matière minérale.

L'année 2024 :

$$\text{DBO}_5 = 1289.43 \text{ Kg/j}$$

$$\text{Charge en DBO}_5 = 0.35 * 1289.43 = 451.30 \text{ Kg/j}$$

$$\text{Les matières minérales restantes} = 63.76 \text{ Kg/j}$$

$$\text{Charge en MM} = 63.76 * 0.95 = 60.5682 \text{ Kg/j}$$

$$\text{Charge en MM} = 60.57 \text{ Kg/j}$$

L'horizon 2030 :

$$\text{DBO}_5 = 1368.75 \text{ Kg/j}$$

$$\text{Charge en DBO}_5 = 0.35 * 1368.75 = 479.06 \text{ Kg/j}$$

$$\text{Les matières minérales restantes} = 67.68 \text{ Kg/j}$$

$$\text{Charge en MM} = 67.68 * 0.95 = 64.29 \text{ Kg/j}$$

$$\text{Charge en MM} = 64.29 \text{ Kg/j}$$

L'horizon 2070 :

$$\text{DBO}_5 = 2037.89 \text{ Kg/j}$$

$$\text{Charge en DBO}_5 = 0.35 * 2037.89 = 713.26 \text{ Kg/j}$$

$$\text{Les matières minérales restantes} = 100.76 \text{ Kg/j}$$

$$\text{Charge en MM} = 100.764 * 0.95 = 95.72 \text{ Kg/j}$$

$$\text{Charge en MM} = 95.72 \text{ Kg/j}$$

e. Volume des boues par jour :

$$BT = DBO_5 + MM \text{ (éliminé)} \quad (26)$$

L'année 2024 :

$$BT = 451.30 + 60.57$$

Volume des boues par jour = 511.87 Kg/j pour l'année 2024.

Pour chaque décanteur :

$$\begin{aligned} BT_{d1} &= (DBO_5 + MM)/2 \\ &= 511.87/2 = 255.93 \text{ Kg/j} \end{aligned} \quad (27)$$

Volume des boues par jour pour chaque décanteur est : $BT_{d1} = 255.93 \text{ Kg/j}$ pour L'année 2024.

$$MES = BT/Q_j \quad (28)$$

On a :

$$Q_j : 4452 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$BT : 511.87 \text{ Kg/j}$$

$$MES = 511.87/4452$$

MES = 114.97 mg/j pour l'année 2024.

L'horizon 2030 :

$$BT = 479.06 + 64.29$$

Volume des boues par jour = 543.35 Kg/j pour l'horizon 2030.

Pour chaque décanteur :

$$BT_{d1} = (DBO_5 + MM)/2$$

$$BT_{d1} = 543.35 / 2$$

Volume des boues par jour pour chaque décanteur est :

$$BT_{d1} = 271.67 \text{ Kg/j pour L'horizon 2030.}$$

$$MES = BT/Q_j$$

$$\text{On a : } Q_j : 4725.88 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$BT : 543.35 \text{ Kg/j}$$

$$\text{MES} = 543.35 / 4725.88$$

MES = 114.97 mg/j pour l'horizon 2030.

L'horizon 2070 :

$$\text{BT} = 713.26 + 95.72$$

Volume des boues par jour = 808.98 Kg/j pour l'horizon 2070.

Pour chaque décanteur :

$$\text{BT}_{d1} = (\text{DBO}_5 + \text{MM})/2$$

$$\text{BT}_{d1} = 808.98 / 2$$

Volume des boues par jour Pour chaque décanteur est :

BT_{d1} = 404.49 Kg/j pour l'horizon 2070.

$$\text{MES} = \text{BT}/\text{Qj}$$

On a :

$$\text{Qj} : 7036.20 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$\text{BT} : 808.98 \text{ Kg/j}$$

$$\text{MES} = 808.98 / 7036.20$$

MES = 114.97 mg/j pour l'horizon 2070.

Le tableau III.4 résume les dimensions et performances de chaque décanteur.

Tableau III.4 : Dimensions et performances de décanteur primaire.

Désignation	Unité	Valeur de 2024	Valeur pour 2030	Valeur pour 2070
Volume	m ³	514.2	542.88	781.44
Temps de rétention	h	1.5	1.5	1.5
Hauteur	m	3.5	3.5	3.5
Surface	m ²	146.91	155.10	223.26
Diamètre	m	13.67	14.05	17.23
Charges à l'entrée : - DBO₅	Kg/j	1289.43	1368.75	2037.89
- MM	Kg/j	63.76	67.68	100.76
Charge éliminée : - DBO₅	Kg/j	451.30	479.06	713.26
- MM	Kg/j	60.57	64.29	95.72
Charge à la sortie : - DBO₅	Kg/j	838.12	889.68	1324.62
- MM	Kg/j	3.188	3.384	5.038

La quantité totale des boues produites (BT) dans les deux décanteurs	Kg/j	511.87	543.35	808.98
MES	Kg/j	114.97	114.97	114.97

D'après les résultats du tableau III.4, plusieurs observations sont faites concernant le décanteur primaire de la STEP. Tout d'abord, le volume calculé du décanteur primaire augmente progressivement au fil des années, passant de 515 m³ en 2024 à 780 m³ en 2070. Cependant, même à l'horizon 2070, ce volume reste inférieur à celui du décanteur primaire de la STEP de Ain Taghrout, qui est de 920 m³. De plus, le diamètre calculé du décanteur primaire est de 14 m pour l'année 2024, alors qu'il est presque le même (17 m) pour l'année 2070, ce qui est cohérent avec le diamètre du décanteur de la STEP de Ain Taghrout. En outre, la charge en DBO₅ calculée à l'entrée du décanteur primaire augmente également au fil du temps, passant de 1286 kg/j en 2024 à 2038 kg/j en 2070.

Il est également noté que les dimensions du clarificateur seront identiques à celles du décanteur primaire, ce qui implique que les ajustements de dimensionnement et de charge observés pour le décanteur primaire sont également applicables au clarificateur. Ces observations mettent en évidence la nécessité d'adapter les infrastructures de traitement des eaux usées pour répondre à l'augmentation de la charge de pollution prévue dans les années à venir.

I.7. Bassin d'aération

a. Charges polluantes en DBO₅ :

Les charges polluantes en DBO₅ à l'entrée du bassin d'aération sont calculées par relation suivante :

$$DBO_5 = L_0 = DBO_5 - DBO_5 * 0.35 \quad (29)$$

L'année 2024 :

$$DBO_5 = L_0 = 1289.43 - 1289.43 * 0.35$$

$$DBO_5 = L_0 = 838.12 \text{ Kg/j}$$

La concentration en DBO₅ à l'entrée est S₀ :

$$S_0 = L_0 / Q_j \quad (30)$$

Q_j : débit journalier égale à 4452 m³/j

$$S_0 = 838.12 / 4452$$

$$S_0 = 0.188 \text{ Kg/m}^3$$

S₀ = 188 mg. L⁻¹ pour l'année 2024.

La charge DBO₅ à la sortie :

La concentration de DBO₅ à la sortie selon les normes de rejets de L'OMS est 30 mg/l.

$$L_s = S_s * Q_j \quad (31)$$

$$L_s = 0.03 * 4452$$

$$L_s = 133.56 \text{ kg DBO}_5/\text{j pour l'année 2024.}$$

La charge en DBO₅ éliminée est :

$$L_e = L_0 - L_s \quad (32)$$

$$L_e = 838.12 - 133.56$$

$$L_e = 704.56 \text{ Kg DBO}_5/\text{j pour l'année 2024.}$$

L'horizon 2030 :

$$DBO_5 = L_0 = DBO_5 - DBO_5 * 0.35$$

$$DBO_5 = L_0 = 1368.75 - 1368.75 * 0.35$$

$$DBO_5 = L_0 = 889.68 \text{ Kg/j pour l'horizon 2030.}$$

La concentration en DBO₅ à l'entrée est S₀ :

$$S_0 = L_0 / Q_j$$

$$Q_j : \text{débit journalier égale à } 4725.88 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$S_0 = 889.68 / 4725.88$$

$$S_0 = 0.188 \text{ Kg/m}^3$$

$$S_0 = 188 \text{ mg. L}^{-1} \text{ pour l'horizon 2030.}$$

La charge DBO₅ à la sortie :

La concentration de DBO₅ à la sortie selon les normes de rejets de L'OMS est 30 mg/l.

$$L_s = S_s * Q_j$$

$$L_s = 0.03 * 4725.88$$

$$L_s = 141.77 \text{ Kg DBO}_5/\text{j pour l'horizon 2030.}$$

La charge en DBO₅ éliminée est :

$$L_e = L_0 - L_s$$

$$L_e = 889.68 - 141.77$$

$$L_e = 747.91 \text{ Kg DBO}_5/\text{j pour l'horizon 2030.}$$

L'horizon 2070 :

$$DBO_5 = L_0 = DBO_5 - DBO_5 * 0.35$$

$$DBO_5 = L_0 = 2037.89 - 2037.89 * 0.35$$

$$DBO_5 = L_0 = 1324.62 \text{ Kg/j pour l'horizon 2070.}$$

La concentration en DBO₅ à l'entrée est S₀ :

$$S_0 = L_0/Q_j$$

Q_j : débit journalier égale à 7036.20 m³/j

$$S_0 = 1324.62 / 7036.20$$

$$S_0 = 0.188 \text{ Kg/m}^3$$

$S_0 = 188 \text{ mg. L}^{-1}$ pour l'horizon 2070.

La charge DBO₅ à la sortie :

La concentration de DBO₅ à la sortie selon les normes de rejets de L'OMS est 30 mg/l.

$$L_s = S_s * Q_j$$

$$L_s = 0.03 * 7036.20$$

$L_s = 211.08 \text{ Kg DBO}_5/\text{j}$ pour l'horizon 2070.

La charge en DBO₅ éliminée est :

$$L_e = L_0 - L_s$$

$$L_e = 1324.62 - 211.08$$

$L_e = 1113.54 \text{ Kg DBO}_5/\text{j}$ pour l'horizon 2070.

b. Rendement d'élimination :

Le rendement d'élimination est donné par relation suivante :

$$R = \frac{L_0 - L_s}{L_0} \times 100 \quad (33)$$

L'année 2024 :

$$R = \frac{838.12 - 133.56}{838.12} \times 100$$

$R = 84.06\%$ pour l'année 2024.

L'horizon 2030 :

$$R = \frac{L_0 - L_s}{L_0} \times 100$$

$$R = \frac{889.68 - 141.77}{889.68} \times 100$$

$R = 84.06\%$ pour L'horizon 2030.

L'horizon 2070 :

$$R = \frac{L_0 - L_s}{L_0}$$

$$R = \frac{1324.62 - 211.08}{1324.62}$$

R = 84.06% pour L'horizon 2070.

c. Volume du bassin:

Le volume du bassin est déduit de la charge volumique C_v :

Tableau III.5 : La charge volumique

	C_v (Kg DBO ₅ / m ³ j)
Aération prolongée	< 0,36
Faible charge	0,36 à 0.7
Moyenne charge	0.7 à 1,7
Forte charge	1,7 à 3
Très forte charge	> 3

Le traitement par les boues activées est à très faible charge (Aération prolongée) de la STEP de Ain Taghrouit

Donc : $C_v < 0.36$ Kg DBO₅/m³j.

$$C_v = 0.20 \text{ Kg DBO}_5/\text{m}^3\text{j.} \quad (34)$$

$$C_v = \frac{\text{kg DBO}_5 \text{ reçue}}{\text{volume (bassin d'aération)}}$$

$$\text{Volume (bassin d'aération)} = \frac{\text{kg DBO}_5 \text{ reçu}}{C_v}$$

L'année 2024 :

$$\text{DBO}_5 \text{ reçu} = L_0 = 838.12 \text{ kg/j}$$

$$\text{Volume (bassin d'aération)} = \frac{838.12}{0.20}$$

$$\text{Volume (bassin d'aération)} = 4190.6 \text{ m}^3 \text{ pour l'année 2024.}$$

L'horizon 2030:

$$\text{DBO}_5 \text{ reçu} = L_0 = 889.68 \text{ kg/j}$$

$$\text{Volume (bassin d'aération)} = \frac{889.68}{0.20}$$

$$\text{Volume (bassin d'aération)} = 4448.4 \text{ m}^3 \text{ pour l'horizon 2030.}$$

L'horizon 2070:

$$\text{DBO}_5 \text{ reçu} = L_0 = 1324.62 \text{ kg/j}$$

$$\text{Volume (bassin d'aération)} = \frac{1324.62}{0.20}$$

Volume (bassin d'aération) = 6623.1 m³ pour L'horizon 2070.

d. Masse des boues dans le bassin :

La masse totale des boues dans le bassin est déduite de la charge massique :

Tableau III.6 : La charge massique

	C_m DBO₅/ kg MVS j
Aération prolongée	< 0,1
Faible charge	0,1 à 0,2
Moyenne charge	0,2 à 0,5
Forte charge	0,5 à 1
Très forte charge	> 1

Le traitement par les boues activées sera à Aération prolongée de STEP de Ain Taghrouit.

Donc : C_m < 0,1

Pour calculer le volume nous prenons :

$$C_m = 0.07 \text{ C}_m \text{ DBO}_5 / \text{ kg MVS j.} \tag{35}$$

$$C_m = \frac{\text{kg DBO}_5 \text{ reçue}}{\text{Masse total des boues dans le bassin}}$$

$$\text{Masse totale des boues dans le bassin} = \frac{\text{Kg DBO}_5 \text{ reçu}}{c_m}$$

L'année 2024:

$$\text{DBO}_5 \text{ reçu} = L_0 = 838.12 \text{ kg/j}$$

$$\text{Masse totale des boues dans le bassin} = \frac{838.12}{0.07}$$

Masse totale des boues dans le bassin = 11973.14 Kg pour l'année 2024.

L'horizon 2030:

$$\text{DBO}_5 \text{ reçu} = L_0 = 889.68 \text{ kg/j}$$

$$\text{Masse totale des boues dans le bassin} = \frac{889.68}{0.07}$$

Masse totale des boues dans le bassin = 12709.71 Kg pour l'horizon 2030.

L'horizon 2070:

$$DBO_{5\text{ reçue}} = L_0 = 1324.62 \text{ kg/j}$$

$$\text{Masse totale des boues dans le bassin} = \frac{1324.62}{0.07}$$

Masse totale des boues dans le bassin = 18923.14 Kg pour l'horizon 2070.

e. La concentration des boues dans le bassin :

$$\text{La concentration des boues} = [Xa] = \frac{\text{Masse totale des boues dans le bassin}}{\text{Volume (bassin d'aération)}} \quad (36)$$

L'année 2024 :

$$[Xa] = \frac{11973.14}{4190.6}$$

La concentration des boues = $[X] = 2.85 \text{ Kg/m}^3$ pour l'année 2024.

L'horizon 2030 :

$$[Xa] = \frac{12709.71}{4448.4}$$

La concentration des boues = $[X] = 2.85 \text{ Kg/m}^3$ pour l'horizon 2030.

L'horizon 2070 :

$$[Xa] = \frac{18923.14}{6623.1}$$

La concentration des boues = $[X] = 2.85 \text{ Kg/m}^3$ pour l'horizon 2070.

I.7.1 Dimension de bassin d'aération :

a. Surface horizontale :

$$S_h = \frac{V}{h} \quad (37)$$

S_h : surface horizontale ;

V : volume du bassin d'aération ;

h : hauteur du bassin d'aération $h = 4.6 \text{ m}$;

L'année 2024 :

$$S_h = \frac{4190.6}{4.6}$$

$S_h = 911. \text{ m}^2$ pour l'année 2024

L'horizon 2030 :

$$S_h = \frac{4448.4}{4.6}$$

$S_h = 967.04 \text{ m}^2$ pour l'horizon 2030.

L'horizon 2070 :

$$Sh = \frac{6623.1}{4.6}$$

$S_h = 1439.80 \text{ m}^2$ pour l'horizon 2070.

b. Largeur :

Afin de calculer la largeur du bassin d'aération, on s'appuie sur la relation suivante :

$$\text{Longueur du bassin} = 1,5 \times \text{largeurs du bassin} \quad (38)$$

Où :

$$Sh = L \times l \quad (39)$$

Donc largeur égale :

$$l = \sqrt{\frac{Sh}{1.5}} \quad (40)$$

L'année 2024 :

$$l = \sqrt{\frac{911}{1.5}}$$

Largeur de bassin d'aération = 24.64 m pour l'année 2024.

L'horizon 2030 :

$$l = \sqrt{\frac{967.04}{1.5}}$$

Largeur de bassin d'aération = 25.39 m pour l'horizon 2030.

L'horizon 2070 :

$$l = \sqrt{\frac{1439.80}{1.5}}$$

Largeur de bassin d'aération = 30.98 m pour l'horizon 2070.

c. Longueur :

$$L = 1.5 \times l \quad (41)$$

L'année 2024 :

$$L = 1.5 \times 24.64$$

Longueur de bassin d'aération = 36.96 m pour l'année 2024.

L'horizon 2030 :

$$L = 1.5 \times 25.39$$

Longueur de bassin d'aération = 38.08 m pour l'horizon 2030.

L'horizon 2070 :

$$L=1.5 \times 30.98$$

Longueur de bassin d'aération = 46.47 m pour l'horizon 2070.

d. Temps de séjour :

$$T_s = \frac{V}{Q_p} \quad (42)$$

V : volume du bassin d'aération ;

Q_p : débit de pointe par heure ;

L'année 2024 :

$$T_s = \frac{4190.6}{342.80}$$

Le temps de séjour est : 12.22 h pour l'année 2024.

L'horizon 2030 :

$$T_s = \frac{4448.4}{361.92}$$

Le temps de séjour est : 12.29 h pour l'horizon 2030.

L'horizon 2070 :

$$T_s = \frac{6623.1}{520.96}$$

Le temps de séjour est : 12.71 h pour l'horizon 2070.

I.7.2. Besoins théoriques en oxygène :

Quantité optimale d'oxygène nécessaire aux microorganismes pour biodégrader les matières biodégradables.

a. La quantité d'oxygène journalière :

$$q_{O_2} \text{ (kg/j)} = (a' * L_e) + (b' * X_a) \quad (43)$$

q_{O_2} : Besoin en oxygène (Kg/j) ;

L_e : Charge en DBO_5 éliminée ;

X_a : Masse totale des boues dans le bassin ;

a' : besoin pour la synthèse de la biomasse ;

b' : besoin pour la respiration ;

$$a' = 0,64$$

$$b' = 0,07$$

L'année 2024 :

$$q_{O_2} = (0.64 * 704.56) + (0.07 * 11973.14)$$

La quantité d'oxygène journalière est = 1289.03 Kg/j pour l'année 2024.

L'horizon 2030 :

$$q_{O_2} = (0.64 * 747.91) + (0.07 * 12709.71)$$

La quantité d'oxygène journalière est = 1368.34 Kg/j pour l'horizon 2030.

L'horizon 2070 :

$$q_{O_2} = (0.64 * 1113.54) + (0.07 * 18923.14)$$

La quantité d'oxygène journalière est = 2037.28 Kg/j pour l'horizon 2070.

b. La quantité d'oxygène horaire :

$$q_h = \frac{q_{O_2}}{24} \quad (44)$$

L'année 2024 :

$$q_h = \frac{1289.03}{24}$$

La quantité d'oxygène horaire = 53.70 KgO₂/h pour l'année 2024.

L'horizon 2030 :

$$q_h = \frac{1368.34}{24}$$

La quantité d'oxygène horaire = 57.01 KgO₂/h pour l'horizon 2030.

L'horizon 2070 :

$$q_h = \frac{2037.28}{24}$$

La quantité d'oxygène horaire = 84.88 KgO₂/h pour l'horizon 2070.

c. La quantité d'oxygène nécessaire par m³ du bassin :

$$\frac{q_{O_2}}{m^3} = \frac{q_{O_2}}{V} \quad (45)$$

L'année 2024 :

$$\frac{q_{O_2}}{m^3} = \frac{1289.03}{4190.6}$$

La quantité d'oxygène nécessaire par m³ du bassin est **0.307 Kg/m³** pour l'année 2024.

L'horizon 2030 :

$$\frac{q_{o2}}{m3} = \frac{1368.34}{4448.4}$$

La quantité d'oxygène nécessaire par m³ du bassin est **0.307 Kg/m³** pour l'horizon 2030.

L'horizon 2070 :

$$\frac{q_{o2}}{m3} = \frac{2037.28}{6623.1}$$

La quantité d'oxygène nécessaire par m³ du bassin est **0.307 Kg/m³** pour l'horizon 2070.

d. La quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe :

$$q_{o2pte} = (a'.Le/ Td) + (b'.Xa/24) \tag{46}$$

T_d : période diurne en heures T_d= 16 h

L_e : Charge en DBO₅ éliminée en kg DBO₅/j

a' : besoin pour la synthèse de la biomasse = 0,64

b' : besoin pour la respiration = 0,07

X_a : Masse totale des boues dans le bassin en Kg

L'année 2024 :

$$q_{o2pte} = (0.64*704.56/16) + (0.07*11973.14/24)$$

$$q_{o2pte} = \mathbf{63.10Kg\ O_2/h\ pour\ l'année\ 2024.}$$

L'horizon 2030.

$$Q_{o2pte} = (0.64*747.91/16) + (0.07*12709.71/24)$$

$$q_{o2pte} = \mathbf{66.98Kg\ O_2/h\ pour\ l'horizon\ 2030.}$$

L'horizon 2070.

$$Q_{o2pte} = (0.64*1113.54/16) + (0.07*18923.14 /24)$$

$$q_{o2pte} = \mathbf{99.73Kg\ O_2/h\ pour\ l'horizon\ 2070.}$$

I.7.3 Calcule des caractéristiques de l'aérateur :

a. Puissance de l'aérateur :

$$En = \frac{q_{o2}}{Ea} \tag{47}$$

E_n : puissance de l'aérateur nécessaire ;

q_{o2} : besoin réel en oxygène de pointe (kg/h) ;

E_a : quantité d'O₂ par unité de puissance = 1,7 kgO₂/ Kwh ;

Avec : 1,5 ≤ E_a ≤ 1,9 kgO₂/Kwh

L'année 2024 :

q_{O_2} : besoin réel en oxygène de pointe (kg O₂/h) = 63.10Kg O₂/h ;

$$En = \frac{63.10}{1.7}$$

En = 37.11 Kw pour l'année 2024.

L'horizon 2030 :

q_{O_2} : besoin réel en oxygène de pointe (kg O₂/h) = 66.981Kg O₂/h ;

$$En = \frac{66.98}{1.7}$$

En = 39.4 Kw pour l'horizon 2030.

L'horizon 2070 :

q_{O_2} : besoin réel en oxygène de pointe (kg O₂/h) = 99.73Kg O₂/h ;

$$En = \frac{99.73}{1.7}$$

En = 58.66 Kw pour l'horizon 2070.

b. Puissance de brassage :

$$Eb = Sh \times Pa \quad (48)$$

On a :

S_h : surface horizontale du bassin (m²)

P_a : puissance spécifique absorbé $70 \leq Pa \leq 80$

On prend une valeur moyenne $P_a = 75 \text{ w/m}^2$

L'année 2024 :

$$Eb = 911 \times 75$$

E_b = 68.32 kw pour l'année 2024.

L'horizon 2030 :

$$Eb = 967.04 \times 75$$

E_b = 72.52 kw pour l'horizon 2030.

L'horizon 2070 :

$$Eb = 1439.80 \times 75$$

E_b = 107.98 kw pour l'horizon 2070.

c. Calcul de nombre d'aérateur dans le bassin :

$$n = \frac{En}{Eb} \quad (49)$$

L'année 2024 :

$$n = \frac{37.11}{68.32}$$

$n = 0.543 \approx 1$ pour l'année 2024.

L'horizon 2030 :

$$n = \frac{39.4}{72.52}$$

$n = 0.543 \approx 1$ pour l'horizon 2030.

L'horizon 2070 :

$$n = \frac{58.66}{107.98} \quad n = 0.543 \approx 1 \text{ pour l'horizon 2070}$$

Le dimensionnement de bassin d'aération est résumé dans le tableau III.7 :

Tableau III.7 : Dimensions et performances du bassin d'aération.

Désignation Unité	Unité	Valeur de 2024	Valeur pour 2030	Valeur pour 2070
Concentration en DBO ₅ à l'entrée	mg.L ⁻¹	188	188	188
Charges polluantes en DBO ₅ à l'entrée du bassin d'aération	Kg/j	838.12	889.68	1324.62
Concentration en DBO ₅ à la sortie	kg/j	133.56	141.77	211.08
Charge en DBO ₅ éliminée	kg /j	704.65	747.91	1113.54
Rendement d'élimination	%	84.06	84.06	84.06
Masse totale des boues dans le bassin	kg	11973.14	12709.71	18923.14
Concentration des boues	g/L	2.85	2.85	2.85
Volume (bassin d'aération)	m ³	4190.6	4448.4	6623.1
Hauteur du bassin	m	4.6	4.6	4.6
Surface horizontale	m ²	911	967.04	1439.80
Largeur de bassin	m	24.64	25.39	30.98
Longueur de bassin	m	36.96	38.08	46.47
Temps de séjour	h	12.22	12.29	12.71
Quantité d'oxygène journalière	kgO ₂ /j	1289.03	1368.34	2037.28
Quantité d'oxygène horaire	kg O ₂ /h	53.70	57.01	84.88
Quantité d'oxygène nécessaire par m ³ du bassin	kgO ₂ /j.m ³	0.307	0.307	0.307

Quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe	kgO ₂ /h	63.10	66.98	99.73
Puissance de l'aérateur	Kw	37.11	39.4	58.66
Puissance de brassage	Kw	68.32	72.52	107.98
Nombre d'aérateur	-	1	1	1

Pour maintenir une concentration de 3 g/L et un temps de séjour de 12 heures dans le bassin d'aération au fil des années étudiées, comme indiqué dans le tableau III.7, plusieurs ajustements sont nécessaires dans les dimensions et les performances du bassin d'aération.

➤ **Augmentation du volume du bassin**

- **2024** : Le volume du bassin d'aération est de 4200 m³.
- **2070** : Le volume doit augmenter à 6700 m³.

Cette augmentation est nécessaire pour accueillir une plus grande charge de polluants et un débit d'eaux usées accru, résultant probablement de la croissance démographique et industrielle. Un volume plus important permet également de maintenir un temps de séjour suffisant pour que les micro-organismes dégradent efficacement les matières organiques.

➤ **Puissance de l'aérateur**

- **2024** : La puissance de l'aérateur est de 37,11 Kw.
- **2070** : La puissance de l'aérateur doit passer à 58,66 Kw.

Pour compenser l'augmentation du volume du bassin et maintenir une oxygénation adéquate, il est nécessaire d'augmenter la puissance des aérateurs. Cela garantit que les micro-organismes reçoivent suffisamment d'oxygène pour le traitement biologique des eaux usées.

➤ **Puissance de brassage**

- **2024** : La puissance de brassage est de 68,32 Kw.
- **2070** : La puissance de brassage doit augmenter à 108 Kw.

Une puissance de brassage accrue est nécessaire pour assurer une distribution homogène de l'oxygène et des nutriments dans le bassin. Cela évite les zones stagnantes et garantit une performance optimale du traitement.

➤ **Conséquences Pratiques**

Infrastructure et Investissement : L'augmentation du volume et de la puissance des équipements nécessitera des investissements significatifs pour la construction de nouveaux bassins ou l'extension des bassins existants, ainsi que pour l'achat et l'installation d'aérateurs et de systèmes de brassage plus puissants.

Consommation Énergétique : Une puissance accrue des aérateurs et des systèmes de brassage entraînera une augmentation de la consommation d'énergie, ce qui pourrait représenter une part importante des coûts opérationnels.

Technologie et Efficacité : Il sera essentiel d'investir dans des technologies avancées et éco-énergétiques pour minimiser l'impact financier et environnemental de ces augmentations. Des aérateurs à fines bulles et des systèmes de contrôle automatisés pourraient améliorer l'efficacité énergétique et la performance globale du traitement.

➤ Perspectives Futures

Pour les gestionnaires des stations d'épuration, il est crucial de planifier à long terme en tenant compte des projections de croissance démographique et industrielle. Adopter des solutions technologiques innovantes et durables permettra de maintenir l'efficacité des processus de traitement tout en contrôlant les coûts et en minimisant l'empreinte écologique. Utiliser des sources d'énergie renouvelable et récupérer des ressources, comme la production de biogaz à partir des boues d'épuration, pourrait également améliorer la durabilité économique et environnementale des installations.

I.7.4. Bilan de boue

a. Calcul de la quantité des boues en excès :

La quantité de boues en excès est déterminée par la formulation d'Eckenfelder.

$$\Delta B = B_{\min} + B_{\text{dur}} + a'Le - b'X_a \quad (50)$$

L'année 2024 :

L_e : Charge de la DBO₅ éliminée = 704.56 kg DBO₅/j

X_a : Boues organiques dans le bassin (MVS) = 11973.14 kg/j

B_{\min} : Matières minérales (MM) en suspension apportées par l'effluent (sortie) = 3.188 kg/j

B_{dur} : Matières organiques en suspension difficilement biodégradables apportées par l'effluent exprimé en kg/j (la quantité de matière organique difficilement biodégradable (80 % de MVS de l'effluent entrant) = 1071.07 Kg/j.

$$\Delta B = 3.188 + 1071.07 + 0.64 * 704.56 - 0.07 * 11973.14$$

$$\Delta B = 687.05 \text{ Kg/j pour l'année 2024.}$$

L'horizon 2030 :

L_e : Charge de la DBO₅ éliminée = 747.91kg DBO₅/j

X_a : Boues organiques dans le bassin (MVS) = 12709.71 kg/j

B_{\min} : Matières minérales (MM) en suspension apportées par l'effluent (sortie) = 3.384 kg/j

B_{dur} : Matières organiques en suspension difficilement biodégradables apportées par l'effluent exprimé en kg/j (la quantité de matière organique difficilement biodégradable (80 % de MVS de l'effluent entrant) = 1136.96 Kg/j.

$$\Delta B = 3.384 + 1136.96 + 0.64 * 747.91 - 0.07 * 12709.71$$

$$\Delta B = 729.32 \text{ Kg/j pour l'horizon 2030.}$$

L'horizon 2070 :

Le : Charge de la DBO₅ éliminée = 1113.54 kg DBO₅/j

X_a : Boues organiques dans le bassin (MVS) = 18923.14 kg/j

B_{\min} : Matières minérales (MM) en suspension apportées par l'effluent (sortie) = 5.038 kg/j

B_{dur} : Matières organiques en suspension difficilement biodégradables apportées par l'effluent exprimé en kg/j (la quantité de matière organique difficilement biodégradable (80 % de MVS de l'effluent entrant) = 1692.77 Kg/j.

$$\Delta B = 5.038 + 1692.77 + 0.64 * 1113.54 - 0.062 * 18923.14$$

$$\Delta B = 1085.85 \text{ Kg/j pour l'horizon 2070.}$$

c. Concentration des boues en excès :

$$X_m = \frac{1200}{I_m} \quad (51)$$

X_m : Concentration de boues en excès

I_m : L'indice de Mohlman. C'est le volume en (ml) occupée par un gramme de boue après 1.2 heure de décantation

Si on suppose que les boues se décantent bien, l'indice de Mohlman se situe entre 80 et 150.

On prend alors $I_m = 100$

Donc : $X_m = 12 \text{ Kg/m}^3$

d. Le débit de boues en excès :

Ce débit est donné par :

$$Q_{\text{excés}} = \Delta B / X_m \quad (52)$$

L'année 2024 :

$$Q_{\text{excés}} = 687.05/12$$

$$Q_{\text{excés}} = 57.25 \text{ m}^3/\text{j pour L'année 2024.}$$

L'horizon 2030 :

$$Q_{\text{excés}} = 729.32/12$$

$$Q_{\text{excés}} = \mathbf{60.77 \text{ m}^3/\text{j}}$$
 pour L'horizon 2030.

L'horizon 2070 :

$$Q_{\text{excés}} = 1085.77/12$$

$$Q_{\text{excés}} = \mathbf{90.48 \text{ m}^3/\text{j}}$$
 pour L'horizon 2070.

e. Le débit spécifique par m³ de bassin :

$$q_{\text{sb}} = \Delta B/V \quad (53)$$

L'année 2024 :

$$\Delta B : 687.05 \text{ Kg/j}$$

$$V : 4190.6 \text{ m}^3$$

$$q_{\text{sb}} = 687.05 / 4190.6$$

$$q_{\text{sb}} = \mathbf{0.163 \text{ Kg/m}^3 \text{ j}}$$
 pour l'année 2024.

L'horizon 2030:

$$\Delta B : 729.32 \text{ Kg/j}$$

$$V : 4448.4 \text{ m}^3$$

$$q_{\text{sb}} = 729.32 / 4448.4$$

$$q_{\text{sb}} = \mathbf{0.163 \text{ Kg/m}^3 \text{ j}}$$
 pour l'horizon 2030.

L'horizon 2070:

$$\Delta B : 1085.85 \text{ Kg/j}$$

$$V : 6623.1 \text{ m}^3$$

$$q_{\text{sb}} = 1085.85 / 6623.1$$

$$q_{\text{sb}} = \mathbf{0.163 \text{ Kg/m}^3 \text{ j}}$$
 pour l'horizon 2070.

f. Taux de recyclage :

$$R = \frac{100 \times [Xa]}{\frac{1200}{Im} - [Xa]} \quad (54)$$

Avec :

R : Taux de recyclage (%)

[Xa] : Concentration des boues dans le bassin= 2.85 Kg/m³

Im : Indice de Mohlman = 100

$$R = \frac{100 \times 2.85}{\frac{1200}{100} - 2.85}$$

R = 31.14 % pour 2024,2030 et 2070.

g. Le débit des boues recyclées dans le bassin :

$$Q_r = \frac{R \times Q_j}{100} \quad (55)$$

L'année 2024 :

R : taux de recyclage (%) = 31.14 %

Q_j : débit journalier = 4452 m³/j

$$Q_r = \frac{31.14 \times 4452}{100}$$

Q_r = 1386.35 m³/j

L'horizon 2030 :

R : taux de recyclage (%) = 31.14 %

Q_j : débit journalier = 4725.88 m³/j

$$Q_r = \frac{31.14 \times 4725.88}{100}$$

Q_r = 1471.63 m³/j

L'horizon 2070 :

R : taux de recyclage (%) = 31.14 %

Q_j : débit journalier = 7036.20 m³/j

$$Q_r = \frac{31.14 \times 7036.20}{100}$$

Q_r = 2191.07 m³/j

h. L'âge des boues :

Age de boue est nombre de jours nécessaires au renouvellement total de la population bactérienne dans un système d'épuration donné.

C'est le rapport entre la quantité de boues présentes dans le bassin d'aération et la quantité de boues retirées quotidiennement.

$$A_b = X_a / \Delta B \quad (56)$$

L'année 2024 :

X_a : Masse totale des boues = 11973.14 Kg

ΔB : Boues en excès = 687.05 Kg/j

$$A_b = 11973.14 / 687.05$$

$A_b = 17.42$ jours pour l'année 2024

L'horizon 2030 :

X_a : Masse totale des boues = 12709.71 Kg

ΔB : Boues en excès = 729.32 Kg/j

$$A_b = 12709.71 / 729.32$$

$A_b = 17.42$ jours pour l'horizon 2030

L'horizon 2070 :

X_a : Masse totale des boues = 18923.14 Kg

ΔB : Boues en excès = 1085.85 Kg/j

$$A_b = 18923.14 / 1085.85$$

$A_b = 17.42$ jours pour l'horizon 2070

Le tableau III.8 résume le bilan des boues.

Le tableau III.8 : Bilan des boues

Désignation	Unité	Valeur de 2024	Valeur pour 2030	Valeur pour 2070
Quantité des boues en excès	Kg/j	687.05	729.32	1085.85
Concentration de boues en excès	Kg/m ³	2.85	2.85	2.85
Débit de boues en excès	m ³ /j	57.25	60.77	90.48
Débit spécifique par m ³ de bassin	Kg/ m ³ j	0.163	0.163	0.163
Taux de recyclage des boues	%	31.14	31.14	31.14
Débit des boues recyclées	m ³ /j	1386.35	1471.63	2191.07
Age des boues	j	17.42	17.42	17.42

Le tableau III.8 montre le bilan des boues en excès pour différentes années. On observe une augmentation progressive de la quantité de boues en excès produites par la station d'épuration (STEP).

La STEP est conçue pour gérer une quantité de boues en excès pouvant aller jusqu'à 2169,47 Kg/j. En 2024, la production de boues est bien en deçà de la capacité maximale de la STEP, représentant environ 31,7 % de la capacité totale. A court terme (2030), la quantité de boues en excès augmente légèrement à 729,32 Kg/j, ce qui représente environ 33,6 % de la capacité maximale. Par projection à long terme (2070), la production de boues atteint 1085,85 Kg/j, soit environ 50 % de la capacité maximale de la STEP.

Donc on peut conclure que :

- **Efficacité de la STEP** : La capacité actuelle de la STEP à traiter jusqu'à 2169,47 Kg/j de boues en excès signifie qu'elle est bien équipée pour gérer l'augmentation prévue des boues jusqu'en 2070.
- **Flexibilité et Résilience** : La marge significative entre la production de boues prévue et la capacité maximale de la STEP offre une flexibilité pour absorber des variations inattendues dans la production de boues.

Planification et Investissement Futur

- **Surveillance continue** : Il est important de surveiller continuellement la production de boues et de comparer avec les projections pour s'assurer que la STEP reste dans les limites de sa capacité.
- **Mises à jour et améliorations** : Bien que la STEP ait une capacité suffisante pour les prochaines décennies, il serait prudent d'envisager des améliorations technologiques et des mises à jour des équipements pour maintenir l'efficacité du traitement et anticiper toute augmentation future au-delà de 2070.

Donc, la STEP, avec une capacité de 2169,47 Kg/j pour le traitement des boues en excès, est bien positionnée pour gérer les quantités croissantes de boues projetées jusqu'en 2070. Cette capacité permet de répondre aux besoins actuels et futurs tout en offrant une marge de sécurité significative. Une surveillance continue et une planification proactive garantiront que la STEP reste efficace et capable de gérer les besoins futurs sans surcharger le système.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le dimensionnement d'une station de traitement des eaux usées est une étape essentielle pour assurer son efficacité et sa performance. Une analyse détaillée des caractéristiques des eaux usées à traiter est nécessaire pour déterminer les charges polluantes, y compris les contaminants organiques, inorganiques et microbiologiques. Le dimensionnement doit être basé sur le choix approprié des processus de traitement, tels que le prétraitement, le traitement biologique, la filtration, la désinfection, etc., en fonction des caractéristiques des eaux usées à traiter et des normes de rejet. Dans ce contexte, le but de notre étude était de faire une étude de redimensionnement de chaque ouvrage de la STEP de Ain Taghrout au cours des années 2024 et faire un redimensionnement de la STEP à l'horizon de 2030 et 2070.

Selon les résultats obtenus de la charge à l'entrée, on constate que, la charge en DBO₅ est estimée à 1289.43Kg/j pour l'année 2024 et 2037.89Kg/j pour l'année 2070, ce qui est inférieur à la charge planifiée pour la STEP, qui est de 2224.08 Kg/j. D'autre part, le calcul du volume de décanteur donne une valeur de 515 m³ pour l'année 2024 et 780 m³ pour l'année 2070, ce qui reste aussi inférieur à celui qui subsiste dans notre STEP (920 m³).

Ainsi, on constate que le diamètre actuel du décanteur (17 m) est supérieur aux exigences de l'année 2024, mais ce diamètre sera bien adapté aux futurs besoins de traitement. Pour le bassin de traitement on remarque que, le volume augmente de 4200 m³ en 2024 pour atteindre 6700 m³ en 2070, ce qui est inférieur aussi au dimensionnement actuel du bassin (7976,40 m³).

La quantité de boues en excès augmente significativement, passant de 687,05 kg/j en 2024 à 1085 kg/j en 2070. La STEP est conçue pour gérer une quantité de boues en excès de 2169 kg/j, ce qui est largement suffisant pour les besoins futurs.

Enfin, les infrastructures actuelles de la STEP de Ain Taghrout sont globalement bien dimensionnées pour répondre aux besoins futurs jusqu'en 2070. La station est convenablement équipée pour traiter les charges polluantes croissantes et gérer les boues en excès, grâce à ses dimensions actuelles, qui sont déjà prévues pour des charges plus élevées. Toutefois, il est crucial de continuer à surveiller les tendances démographiques et les charges polluantes afin d'ajuster et optimiser les équipements en temps opportun pour maintenir l'efficacité de la STEP.

En conclusion, le dimensionnement d'une station de traitement des eaux usées est une tâche complexe qui nécessite une approche intégrée prenant en compte les aspects techniques, environnementaux, économiques et réglementaires. Une planification minutieuse garantira une performance optimale de la station de traitement tout en préservant l'environnement et en répondant aux besoins de la population desservie.

Recommandations :

- **Surveillance continue** : Il est crucial de surveiller les tendances démographiques et les charges polluantes pour ajuster et optimiser les équipements en temps opportun.
- **Investissement technologique** : Continuer à investir dans des technologies avancées et écoénergétiques pour maintenir l'efficacité du traitement.
- **Planification intégrée** : Prendre en compte les aspects techniques, environnementaux, économiques et réglementaires dans la planification pour garantir une performance optimale tout en préservant l'environnement.

En résumé, une planification minutieuse et une approche intégrée sont essentielles pour garantir la performance optimale de la STEP de Ain Taghrout, répondant ainsi aux besoins de la population desservie tout en protégeant l'environnement.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

- [1] M. B. Thivet, «Les Notes d'analyse du CIHEAM. Gestion des ressources en eau : les limites d'une (N°5 8),» Centre International de Hautes Études Agronomiques Méditerranéennes, Mai 2010.
- [2] SUEZ, «Gestion du cycle de l'eau : Réduire l'impact des eaux usées sur l'environnement et la santé,» [En ligne]. Available:<https://www.suez.com/fr/eau/traitement-et-reutilisation-des-eaux-usees>.
- [3] M. Benblidia et G. Thivet, «Gestion des ressources en eau : les limites d'une politique de l'offre,» Les Notes d'analyse du CIHEAM, no. 58, Centre international de hautes études agronomiques méditerranéennes, mai 2010.
- [4] S. Amine, «Algérie : sur les 300 stations d'épuration, seules 36 sont fonctionnelles,» Mon journal (DZ), p. 2, 2008.
- [5] A. P. Service, «L'Algérie aura 200 stations d'épuration d'eau en 2015 (ONA),» Algérie Presse Service, p. 3, 2014.
- [6] ONA, «Documentation interne du service d'exploitation ONA,» Office national d'assainissement, p. 20, 2014.
- [7] F. Woodard, "Industrial Waste Treatment Handbook," WOODARD & CURRAN Éd., Butterworth-Heinemann, États-Unis d'Amérique, 2001.
- [8] G. Grosclaude, L'eau: Tome 2: Usages et polluants, 1999.
- [9] Pollutec, «Les eaux usées : qu'est-ce que c'est et comment sont-elles traitées ?,» 12 janvier 2022. [En ligne]. Available: <https://learnandconnect.pollutec.com/les-eaux-usees-quest-ce-que-cest-et-comment-sont-elles-traitees/>.
- [10] L. Haytem et T. B. Tarek, "Analyse des anomalies et redimensionnement de la station d'épuration des eaux usées," Université Badji Mokhtar Annaba, Département d'Hydraulique, 2018/2019.
- [11] Z. Bakiri, «Analyse et optimisation des eaux usées urbaines par boues activées : application au décanteur secondaire,» Université Ferhat Abbas Sétif 1, 2014.
- [12] J. Rodier, C. Bazin, P. Broutin, P. Chambon, H. Champsaur, et L. Rodi, "L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer," Edition Dunod, Paris, 2005.
- [13] J. Rodier, "L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer," Paris, France: Dunod, 2005.
- [14] M. Metahri, "Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes : cas de la STEP de la ville de Tizi-Ouzou," Mémoire de doctorat, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 2012.
- [15] O. Thomas, "Météorologie des eaux résiduaires," Cebedoc, Éd., 1995, p. 135.

- [16] F. Ladjel, "Exploitation d'une station d'épuration à boue activée," Centre de formation au métier de l'assainissement, CFMA- Boumerdes, 2006, 80p.
- [17] F. Rejsek, "Analyse des eaux: aspects réglementaire et technique," CRDPA, Éd., 2002.
- [18] A. Gaid, "Épuration biologique des eaux usées urbaines," Tome I, OPU éd., Ben Aknoun, Alger (Algérie), 1984.
- [19] D. Yasmine, "Epuration des eaux usées," Faculté d'Architecture et de Génie Civil: Université des Sciences et de la Technologie d'Oran, p. cours 77 Page.
- [20] Cshapf, "Recommandations sanitaires relatives à la désinfection des eaux usées urbaines," p. 22.
- [21] J. Suschka et E. Ferreira, "Activated sludge respirometric measurements," Water Research, vol. 20, no. 2, pp. 137-144, 1986.
- [22] R. Salghi, "Différentes filières de traitement des eaux," Université de Rabat, Genève: Organisation Mondiale de la Santé, 2001. Rejsek, Conductivité, 2002.
- [23] E. ATHAMENA, "Les eaux usées urbaines," Univ. Batna2, ISTU, Département de Géologie, 2021-2022.
- [24] J. Rodier, Analyse de l'eau (Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer), 8ème éd., Paris, 1996.
- [25] R. Paul, "De-icing salts as a source of water pollution," Ministère de l'Environnement de l'Ontario, Toronto, 1971.
- [26] T. Asano, "Irrigation with reclaimed municipal wastewater: California experiences," Options Méditerranéennes. Série A. Séminaire Méditerranéen 1. Reuse of Low-Quality Water for Irrigation in Mediterranean Countries, vol. 10, p. 1475, 1998.
- [27] H. Djeddi, "Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines," Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Magister en Ecologie et Environnement, Option : Ecologie végétale, Université de Constantine, Algérie, 2007.
- [28] Degremont, Mémento technique de l'eau: vol. 1, 9ème éd., T. e. D. Lavoisier, Éd., France, 1989, p. 592.
- [29] S. Baumont, P. Camard, A. Lefranc, and A. Franconie, "Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France," Rapport ORS, 2004, 220 p.
- [30] F. Badai-Gondard, L'assainissement des eaux usées, Technicité, 2003, p. 227.
- [31] M. Bessedik, "Traitement et épuration de l'eau," Novembre 11, 2019.
- [32] D. SA, "Prétraitement," chez Mémento technique de l'eau, 9ème éd., T. e. D. Lavoisier, Éd., France, 1989, pp. 595-605.
- [33] K. Tekfi, "Étude de performances épuratoire d'une station à boues activées," 2006.
- [34] S. Larab, "La réutilisation des eaux usées traitées en agriculture à partir de la station d'épuration, Wilaya de Tiaret," Mémoire de Master, Université Mohamed Khider, Biskra, 2019.
- [35] M. S. Satin, Guide technique de l'assainissement, Moniteur, Éd., Paris, 2010, p. 776.

- [36] E. Koller, Traitement des pollutions industrielles : Eau, Air, Déchets, Sols, Boues, Dunod, Éd., Paris, 2004.
- [37] A. S. Noure-eddine, "MEMOIRE DE FIN D'ETUDE: En vue de l'Obtention du Diplôme de Master en Hydraulique Option : Conception et Diagnostic des systèmes d'AEP et d'assainissement. Contribution à l'étude des performances du traitement biologique de la station d'épuration d'El-Oued (Cas de la STEP N ° 01)," Département d'Hydraulique et de Génie Civil, 2022/2023.
- [38] R. Vilaginès, Eau, environnement et santé publique, 3ème édition éd., Lavoisier, Éd., Paris, 2010, p. 217.
- [39] M. Satin, R. Bourrier, and B. Selmi, Guide technique de l'assainissement, 4ème éd., L. Moniteur, Éd., Paris, 2010, p. 775.
- [40] R. Vilaginès, Eau, environnement et santé publique, 2ème éd., T. & DOC, Éd., Paris, 2000, p. 174.
- [41] H. Djaroun and I. Gounane, "Dimensionnement de la station d'épuration de la ville de Sidi-Aich, wilaya de Bejaia," Mémoire de fin d'études, Master Hydraulique, Université de Bejaia, 2015.
- [42] G. W. Tech, "Avantages et inconvénients des méthodes de traitement des eaux usées : coagulation et désinfection," Genesis WaterTechnologies, avril 16, 2019. [En ligne]. Disponible: <https://fr.genesiswatertech.com/blog-post/pros-and-cons-of-wastewater-treatment-methods-coagulation-disinfection/>.