



## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**Option : REUTILISATION DES EAUX NON CONVENTIONNELLES**

**THEME :**

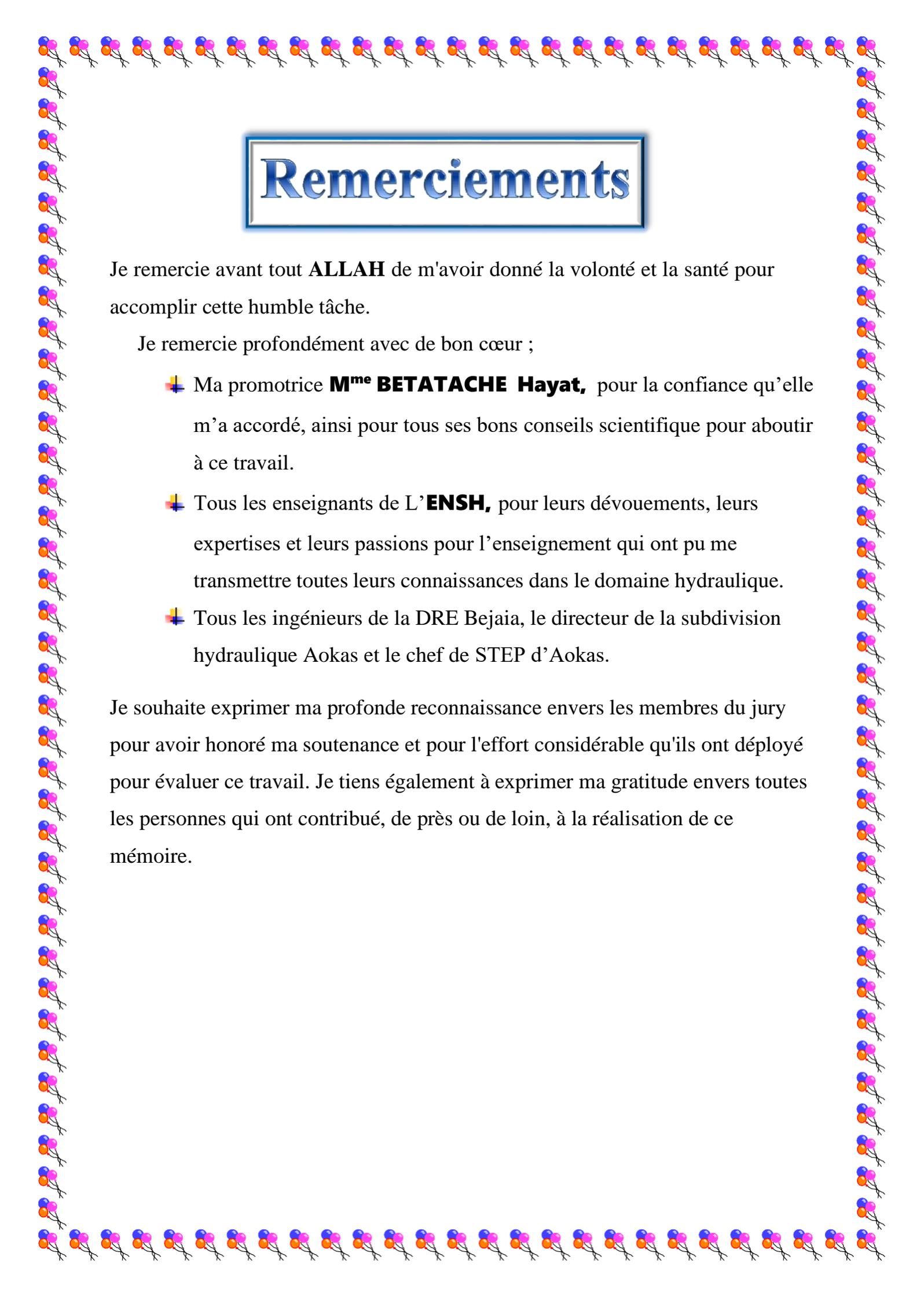
**DIMENSIONNEMENT D'UNE STEP DES EAUX USEES  
URBAINES POUR LA COMMUNE D'AOKAS W.BEJAIA EN  
VUE DE LEURS REUTILISATION**

**Présenté par :**  
MENDIL IMAD

**Devant les membres du jury**

<b>Nom et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
DERNOUNI YUCEF	M.A.A	Président
KHALED HOULI Samia	M.A.A	Examinatrice
YAHIAOUI Samir	M.A.A	Examinateur
TAFAT Leila	M.A.A	Examinatrice
BETATACHE Hayat	M.C.B	Promotrice

**Session Juin 2023**



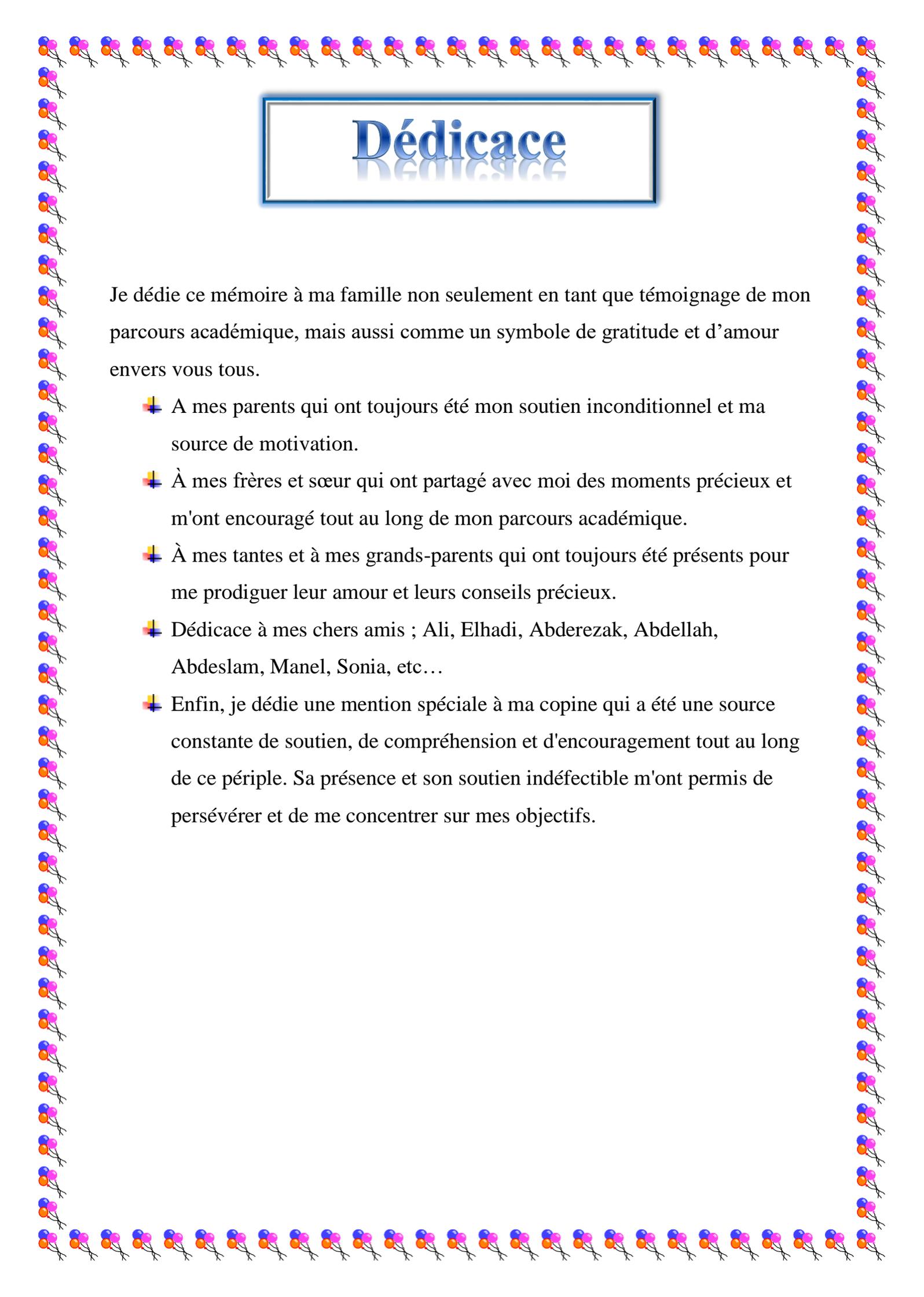
# Remerciements

Je remercie avant tout **ALLAH** de m'avoir donné la volonté et la santé pour accomplir cette humble tâche.

Je remercie profondément avec de bon cœur ;

- ✚ Ma promotrice **M<sup>me</sup> BETATACHE Hayat**, pour la confiance qu'elle m'a accordé, ainsi pour tous ses bons conseils scientifique pour aboutir à ce travail.
- ✚ Tous les enseignants de L'**ENSH**, pour leurs dévouements, leurs expertises et leurs passions pour l'enseignement qui ont pu me transmettre toutes leurs connaissances dans le domaine hydraulique.
- ✚ Tous les ingénieurs de la DRE Bejaia, le directeur de la subdivision hydraulique Aokas et le chef de STEP d'Aokas.

Je souhaite exprimer ma profonde reconnaissance envers les membres du jury pour avoir honoré ma soutenance et pour l'effort considérable qu'ils ont déployé pour évaluer ce travail. Je tiens également à exprimer ma gratitude envers toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire.



# Dédicace

Je dédie ce mémoire à ma famille non seulement en tant que témoignage de mon parcours académique, mais aussi comme un symbole de gratitude et d'amour envers vous tous.

- ✚ A mes parents qui ont toujours été mon soutien inconditionnel et ma source de motivation.
- ✚ À mes frères et sœur qui ont partagé avec moi des moments précieux et m'ont encouragé tout au long de mon parcours académique.
- ✚ À mes tantes et à mes grands-parents qui ont toujours été présents pour me prodiguer leur amour et leurs conseils précieux.
- ✚ Dédicace à mes chers amis ; Ali, Elhadi, Abderezak, Abdellah, Abdeslam, Manel, Sonia, etc...
- ✚ Enfin, je dédie une mention spéciale à ma copine qui a été une source constante de soutien, de compréhension et d'encouragement tout au long de ce périple. Sa présence et son soutien indéfectible m'ont permis de persévérer et de me concentrer sur mes objectifs.

## **Résumé :**

En Algérie, les grandes villes ont connu une expansion urbaine et une surpopulation croissantes, ce qui a entraîné une augmentation des problèmes de pollution. C'est pourquoi les autorités se sont engagées ces dernières années dans la construction de stations d'épuration des eaux usées urbaines. Mon travail actuel consiste à dimensionner les ouvrages d'une station d'épuration des eaux usées pour la ville d'Aokas, située dans la wilaya de Béjaia. L'objectif principal de ce projet est de préserver et de protéger le littoral ainsi que la santé publique. De plus, nous cherchons à exploiter les eaux traitées de cette station pour l'irrigation des parcelles privées à proximité de la station.

## **Abstract:**

In Algeria, major cities have experienced rapid urban expansion and population growth, leading to increased pollution issues. Consequently, the authorities have been involved in the construction of urban wastewater treatment plants in recent years. My current task is to design the infrastructure for a wastewater treatment plant in the city of Aokas, located in the Bejaia province. The main objective of this project is to preserve and protect the coastal area as well as public health. Additionally, we aim to utilize the treated water from this plant for irrigating privately owned plots near the facility.

**Key words:** urban wastewater treatment, wastewater treatment plant, coastal area, public health, irrigating.

## **ملخص:**

شهدت المدن الجزائرية الكبرى توسعا حضريا سريعاً ونمو سكاني متزايداً، مما أدى إلى زيادة مشاكل التلوث. وبنتيجة لذلك الهدف الرئيسي لهذا المشروع هو تصميم البنية التحتية لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي في مدينة أوغاس، التي تقع في ولاية بجاية للحفاظ على حماية المنطوق الساحلية وصحة السكان. بالإضافة إلى ذلك، نهدف إلى استغلال المياه المعالجة من هذه المحطة لسقي القطع الخاصة بالقرب من المحطة.

## Table des matières

Remerciements.....	
Dédicace .....	
Introduction Générale .....	
<b>1 Chapitre 1 : Présentation de la zone d'étude.....</b>	<b>1</b>
1.1 Introduction.....	1
1.2 Présentation de site .....	1
1.2.1 Situation géographique.....	1
1.2.2 Situation topographique .....	2
1.2.3 Localisation du site d'implantation .....	2
1.2.4 Situation climatique .....	3
1.3 Situation démographique .....	4
1.4 Situation hydraulique .....	4
1.5 Conclusion .....	4
<b>2 Chapitre 2 : Diagnostic de la step d'Aokas.....</b>	<b>5</b>
2.1 Introduction.....	5
2.2 Fonctionnement de la station .....	5
2.2.1 Filière eau .....	5
2.2.2 Filière boue.....	5
2.3 Caractéristique technique de la STEP .....	5
2.4 Caractéristiques des eaux brutes .....	5
2.5 Caractéristiques des eaux épurées .....	5
2.6 Caractéristiques des installations de la station d'épuration.....	6
2.6.1 Prétraitement.....	6
2.6.2 Traitement biologique.....	7
2.6.3 Décanteur secondaire .....	9
2.7 Diagnostic de la STEP d'Aokas.....	10
2.8 Conclusion .....	10
<b>3 Chapitre 3 : les types de pollution dans les eaux usées .....</b>	<b>11</b>
3.1 Introduction.....	11
3.2 Définition des eaux usées .....	11
3.3 Origine des eaux usées.....	11
3.3.1 La pollution domestique .....	11
3.3.2 La pollution industrielle.....	11
3.3.3 La pollution agricole .....	11

3.3.4	Les eaux pluviales.....	11
3.4	Les différents types de pollution.....	12
3.4.1	Pollution organique.....	12
3.4.2	Pollution chimique .....	12
3.4.3	La pollution microbiologique .....	12
3.5	Caractéristiques des eaux usées .....	12
3.5.1	DBO (Demande Biologique en Oxygène) .....	12
3.5.2	DCO (Demande Chimique en Oxygène).....	13
3.5.3	COT (Carbone Organique Totale) .....	13
3.5.4	Potentiel Hydraulique (PH) .....	13
3.5.5	La couleur et l'odeur .....	13
3.5.6	Turbidité.....	13
3.5.7	Température .....	14
3.5.8	Matières en suspension (MES).....	14
3.5.9	Conductivité .....	14
3.5.10	Matières oxydable (MO) .....	14
3.5.11	L'azote .....	14
3.5.12	Le phosphore.....	15
3.5.13	Les paramètres microbiologiques .....	15
3.6	La biodégradabilité.....	15
3.7	Pollution rencontrés dans notre région d'étude.....	15
3.7.1	Pollution due à l'activité agricole .....	15
3.8	Pollution due à l'activité industrielle .....	15
3.9	Conclusion .....	16
<b>4</b>	<b>Chapitre 4 : filière d'épuration pour réutilisation .....</b>	<b>17</b>
4.1	Introduction.....	17
4.2	Le prétraitement .....	17
4.2.1	Bassin de sécurité et stockage .....	17
4.2.2	Bassin de neutralisation et homogénéisation.....	17
4.2.3	Dégrillage.....	17
4.2.4	Le tamisage.....	18
4.2.5	Dessablage.....	19
4.2.6	Dégraissage- Déshuilage .....	19
4.3	Traitement primaire .....	19

4.3.1	Traitement physico-chimique .....	19
4.3.2	Décantation physique .....	21
4.4	Traitement secondaire (biologique).....	22
4.4.1	Technologie de traitement par des cultures bactériennes libres .....	23
4.4.2	Technologies de traitement par des cultures bactériennes fixes .....	24
4.5	Décantation secondaire .....	25
4.6	Traitement tertiaire.....	26
4.7	Traitement des boues .....	27
4.7.1	Epaississement .....	27
4.7.2	Stabilisation et hygiénisation .....	27
4.7.3	Conditionnement des boues .....	27
4.7.4	Déshydratation.....	27
4.7.5	Séchage .....	27
4.8	Normes de rejets.....	28
4.9	Conclusion .....	30
<b>5</b>	<b>Chapitre 5 : Réutilisation des eaux usées en Algérie .....</b>	<b>31</b>
5.1	Introduction.....	31
5.2	Réutilisation des eaux usées épurées en Algérie .....	31
5.3	Domaines de réutilisation des eaux épurées .....	31
5.3.1	Réutilisation des eaux usées dans l'industrie .....	31
5.3.2	Réutilisation urbaine .....	31
5.3.3	L'aquaculture.....	32
5.3.4	Réutilisation des eaux usées en agriculture.....	32
5.4	Les avantages de la réutilisation des eaux épurées à l'irrigation .....	33
5.5	Modelé d'aménagement et mise en valeur des sols .....	33
5.5.1	Aptitudes culturales .....	33
5.5.2	Choix du type d'irrigation.....	33
5.5.3	Besoins en eaux des cultures .....	33
5.6	Conclusion .....	34
<b>6</b>	<b>Chapitre 6 : Evaluation des débits et des caractéristiques de la région d'étude.....</b>	<b>35</b>
6.1	Introduction.....	35
6.2	Estimation des charges hydraulique et charges polluantes.....	35
6.3	Les charges hydrauliques .....	35
6.3.1	Débit moyen journalier des eaux usées domestiques .....	35

6.3.2	Débit moyen journalier des eaux usées des équipements .....	35
6.3.3	Calcul besoin total:.....	35
6.3.4	Débit moyen horaire des eaux usées .....	36
6.3.5	Débit moyen diurne: .....	36
6.3.6	Débit de pointe au temps sec .....	36
6.3.7	Débit de pointe en temps de pluie.....	36
6.3.8	Notion d'équivalent habitant .....	36
6.4	Caractéristique des eaux usées de la zone d'étude .....	37
6.5	Evaluation des charges polluantes.....	38
6.5.1	Charge journalière en DBO5.....	38
6.5.2	Charge moyenne en DCO:.....	38
6.5.3	Charge journalière en MES.....	39
6.5.4	Charge journalière en phosphore (P) .....	39
6.5.5	Charge journalière en nitrite (N-NO <sub>2</sub> ) .....	39
6.5.6	Charge journalière en nitrate (N-NO <sub>3</sub> ) .....	39
6.6	Conclusion .....	40
<b>7</b>	<b>Chapitre 7 : dimensionnement de la station d'épuration .....</b>	<b>41</b>
7.1	Introduction.....	41
7.2	Dimensionnement du bassin de stockage .....	41
7.2.1	Le volume de bassin .....	41
7.2.2	La surface .....	42
7.2.3	Le diamètre .....	42
7.3	Prétraitement.....	42
7.3.1	Largeur de la grille.....	42
7.3.2	Surface de la grille: .....	42
7.3.3	Calcul de nombre des barreaux .....	43
7.3.4	Calcul des pertes de charge .....	44
7.3.5	Calcul de volume de déchet retenu .....	45
7.4	Dimensionnement du dessablage-déshuilage .....	46
7.4.1	Dimensionnement de dessableur-desuilleur .....	46
7.4.2	Le volume de bassin .....	47
7.4.3	La surface horizontale ( <i>Sh</i> ): .....	47
7.4.4	Le volume d'air à insuffler dans le dessableur .....	47
7.4.5	Calcul des quantités de matières éliminées par le dessableur-dégraisseur .....	47

7.5	Traitement primaire .....	48
7.5.1	Dimensionnement du décanteur primaire (décantation physique) .....	48
7.5.2	Evaluation des charges .....	49
7.6	Traitement secondaire .....	50
7.6.1	Calcul de taux d'abattement .....	50
7.6.2	Dimensionnement du bassin d'aération .....	50
7.6.3	Calcul des charges .....	51
7.7	Besoin en oxygène: .....	51
7.8	Détermination des caractéristiques de l'aérateur .....	52
7.8.1	Les besoins réels en oxygène .....	52
7.8.2	Besoins en énergie de l'aération .....	52
7.8.3	Puissance d'agitation .....	52
7.8.4	Nombre d'aérateur .....	53
7.9	Bilan des boues .....	53
7.9.1	Calcul de la quantité des boues en excès .....	53
7.9.2	La concentration des boues en excès .....	53
7.9.3	Débit de boues en excès .....	54
7.9.4	Le taux de recyclage .....	54
7.9.5	Débit de boues recyclées .....	54
7.9.6	Age de boues .....	54
7.10	Dimensionnement de clarificateur .....	54
7.10.1	La surface totale du clarificateur .....	54
7.10.2	Le volume total .....	54
7.10.3	Diamètre du clarificateur .....	54
7.11	Traitement tertiaire .....	55
7.11.1	Dimensionnement de bassin d'ozonation .....	55
7.11.2	Le volume de bassin .....	56
7.12	Filière de boues .....	56
7.12.1	Dimensionnement de l'épaisseur .....	56
7.12.2	Déshydratation mécanique .....	57
7.12.3	Les matières sèches: .....	58
7.12.4	Evaluation des charges après traitement .....	59
7.13	Profil hydraulique .....	60
7.13.1	Dimensionnement des conduites reliant les ouvrages .....	60

7.13.2	Calcul des longueurs des conduites reliant les ouvrages.....	60
7.14	Conclusion .....	63
<b>8</b>	<b>Chapitre 8 : Gestion d'exploitation de la station d'épuration.....</b>	<b>64</b>
8.1	Introduction.....	64
8.2	Les objectifs de la gestion de la STEP .....	64
8.3	Le chef d'exploitation de la station .....	64
8.4	Moyens et techniques d'exploitation de la station d'épuration.....	64
8.5	L'entretien et le suivi des équipements de la station d'épuration .....	65
8.5.1	Entretien de dégrilleur .....	65
8.5.2	Entretien de dessableur-deshuilleur .....	65
8.5.3	Entretien de décanteur primaire.....	66
8.5.4	Entretien de bassin d'aération (boues activées).....	66
8.5.5	Entretien de clarificateur .....	66
8.6	Hygiène et sécurité.....	66
8.6.1	Les risques .....	66
8.6.2	Dispositifs de sécurité .....	66
8.7	Conclusion .....	67
	<b>Conclusion Générale .....</b>	
	<b>Références bibliographiques .....</b>	

## Liste des figures

Figure 1: Image satellite de la région d'Aokas .....	1
Figure 2 Carte topographique de délimitation de la commune d'Aokas .....	2
Figure 3 Carte topographique de la région d'Aokas .....	2
Figure 4: poste de dégrillage .....	6
Figure 5: un tamis.....	7
Figure 6: le bassin biologique .....	8
Figure 7: le bassin de recirculation .....	8
Figure 8: la conduite de recirculation ...	8
Figure 9: le clarificateur .....	9
Figure 10: l'eau traitée .....	9
Figure 11: Principe de fonctionnement d'un dégrilleur .....	18
Figure 12: Principe de fonctionnement d'un tami .....	18
Figure 13: Principe de fonctionnement Un dégraisseur-déshuileur combiné .....	19
Figure 14: Schéma qui montre les étapes de traitement physico-chimique .....	20
Figure 15: Principe de fonctionnement d'un décanteur .....	22
Figure 16: Principe d'un flottateur.....	22
Figure 17: Fonctionnement d'un bassin d'aération .....	24
Figure 18: Fonctionnement d'un lit bactérien.....	24
Figure 19: Les paramètres physico-chimiques .....	28
Figure 20: Ouvrier qui nettoie un bassin d'une STEP.....	65

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Les valeurs maximale, moyenne, minimale de la température .....	3
Tableau 2: Ensoleillement mensuelle.....	3
Tableau 3: Précipitation moyenne mensuelle.....	3
Tableau 4: Estimation de la population pour l'horizon 2031 et 2051.....	4
Tableau 5: Evaluation de biodégradabilité de l'effluent.....	15
Tableau 6: Produits coagulant-floculant et leurs modes d'action.....	21
Tableau 7 : les valeurs de la charge massique et hydraulique .....	25
Tableau 8: techniques de traitements tertiaires des effluents .....	26
Tableau 9: Les paramètres toxicologiques .....	29
Tableau 10: les cultures irrigable .....	30
Tableau 11 : Récapitulatif de l'évaluation des débits pour l'horizon 2031 et 2051 .....	37
Tableau 12: Caractéristique des eaux usées de la région d'Aokas.....	38
Tableau 13: les charges journalières des polluants pour l'horizon 2051 .....	39
Tableau 14: Espacement et épaisseur des barreaux.....	42
Tableau 15: données initiale pour dimensionnement de dégrilleur grossier .....	43
Tableau 16: données de base pour dégrilleur fin.....	43
Tableau 17: valeurs de coefficient $\beta$ en fonction de type des barreaux .....	44
Tableau 18: récapitulatif de dimensionnement de dégrilleur .....	46
Tableau 19: données de base pour dimensionnement de dessableur-deshuilleur.....	46
Tableau 20: Récapitulatif de calcul de dessableur-deshuilleur .....	48
Tableau 21: Evaluation des charges éliminé par le décanteur.....	49
Tableau 22: résultat de calcul de traitement primaire .....	49
Tableau 23: charge volumique (Cv) et la charge massique (Cm) en fonction de rendement des réacteurs biologiques .....	50
Tableau 24: récapitulatif de dimensionnement de traitement biologique .....	55
Tableau 25: résultats de dimensionnement de l'épaississeur.....	57
Tableau 26: résultat final de dimensionnement de filtre à bande.....	58
Tableau 27: Evaluation des charges après traitement.....	59
Tableau 28: Cote de terrain naturel de site .....	60
Tableau 29: Longueurs des conduites reliant les ouvrages .....	61
Tableau 30: Valeurs de K, m et $\beta$ .....	61
Tableau 31 : résultat final de calcul hydraulique.....	62
Tableau 32: les différentes taches de personnel d'un STEP .....	64



# Introduction générale

La pollution de l'eau résulte de diverses altérations physiques, chimiques, biologiques ou bactériologiques de ses qualités naturelles, causées par les activités humaines. Ces altérations peuvent nuire à l'environnement, altérer les ressources en eau de surface et souterraines, et poser de graves problèmes pour la santé publique. Par conséquent, il est essentiel de traiter les eaux usées avant de les déverser dans le milieu récepteur.

L'objectif de l'épuration des eaux usées est de réduire la charge polluante qu'elles contiennent. Ainsi, elles doivent être dirigées vers des stations d'épuration qui se chargent de concentrer la pollution présente dans les eaux usées en un petit volume de résidus, appelés boues, et de rejeter une eau épurée conforme à des normes précises. Ceci est réalisé grâce à des procédés physico-chimiques ou biologiques.

Dans ce contexte, mon projet de fin d'études, consiste à concevoir une station d'épuration à boues activées destinée à purifier les eaux usées de la ville d'Aokas. L'objectif est de préserver l'environnement naturel et la santé publique contre toute nuisance, tout en mobilisant un volume supplémentaire d'eau apte à être réutilisé dans le domaine agricole.

Pour cela, nous avons structuré notre travail de la manière suivante :

- Le premier chapitre est consacré à la présentation de la zone d'étude, à savoir la commune d'Aokas, ainsi qu'à ses caractéristiques (climat, pluviométrie, topographie...)
- Le deuxième chapitre présente des informations générales sur les types de pollution et les caractéristiques des eaux usées.
- Le troisième chapitre présente les différents procédés de traitement auxquels elles doivent être soumises avant d'être rejetées ou réutilisées avec les normes de rejet.
- Le quatrième chapitre est consacré pour l'évaluation des débits, charges et caractéristique des eaux usées de la région.
- Le cinquième chapitre est consacré à la conception et au dimensionnement de la station d'épuration choisie, à savoir le procédé à boues activées à forte charge et un traitement tertiaire avec ozonation.
- Le sixième chapitre résume le calcul hydraulique de la station.
- Le septième chapitre vise à présenter la gestion d'exploitation de la station d'épuration.
- Enfin, une conclusion générale est présentée pour résumer notre travail.

# Chapitre I

Présentation de la zone d'étude

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

## 1.1 Introduction :

Cette étude a pour but de dimensionner une station d'épuration des eaux usées rejetées par la commune d'Aokas, pour protéger le littoral. Pour cela une étude du site est obligatoire pour bien présenter la zone concernée, ainsi que des facteurs qui peuvent avoir une influence directe ou indirecte sur la réalisation du projet.

Pour cela on fait les études des situations suivantes :

- Situation géographique ;
- Situation topographique ;
- Situation climatique ;
- Situation géologique ;
- Sismicité de la région ;
- Situation démographique ;
- Situation hydraulique ;

## 1.2 Présentation de site :

### 1.2.1 Situation géographique :

Aokas est une commune de la Wilaya de Bejaia qui se situe sur le littoral méditerranéen à 28km de l'est de Bejaia. Elle s'étend sur une superficie de 2787 ha qui se trouve sur une latitude de  $36^{\circ}38'15,47''N$  et longitude de  $5^{\circ}14'42,84''E$ .

Le territoire de la région d'AOKAS englobe une partie de la plaine côtière où s'est développé l'agglomération d'Aokas, et une partie des versants du djebel Mesbah (chaines des Babors).



Figure 1: Image satellite de la région d'Aokas

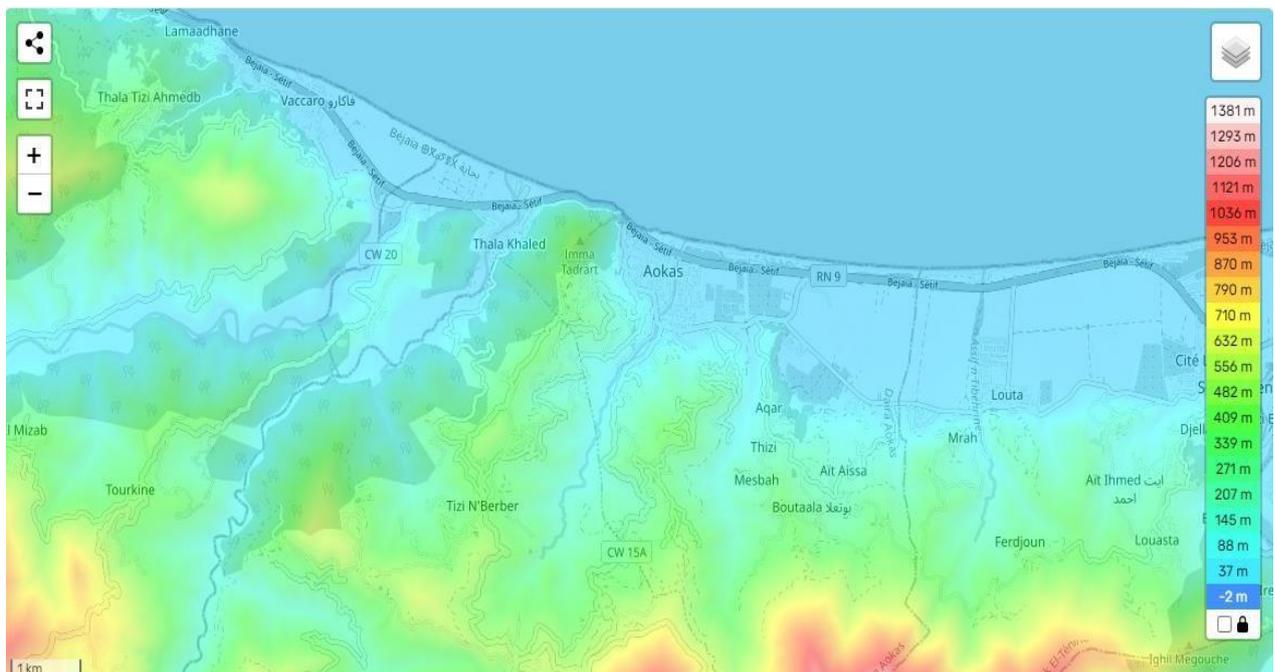




**Figure 2 Carte topographique de délimitation de la commune d'Aokas**

### 1.2.2 Situation topographique :

La commune d'Aokas marque une grande diversité de paysage avec une prépondérance des reliefs montagneux et plains littorales. La zone montagneuse occupe près de 70 % de la superficie totale de la commune, soit 1950,9 Km<sup>2</sup>. Il s'agit de la chaîne montagneuse de Tabellout, Ait Aissa et Alliouenne. Cette zone est caractérisée sur toute son étendue, par des pentes qui dépassent 35 %. La plaine côtière, située le long de la côte Nord de la commune, forment une bande qui s'étend de Oued Djemaa à celle de Lotta (commune de Souk EL Tenine). Cette zone s'étale sur une longueur de 4 Km pour une largeur variable allant de 200 m à 2 Km.



**Figure 3 Carte topographique de la région d'Aokas**

### 1.2.3 Localisation du site d'implantation :

Le site de la station d'épuration est situé à l'extrémité de la ville d'Aokas en aval de. Le site est étendu sur 1,0161ha. L'accessibilité est directement sur la route N9.

Il est limité par:



- Au nord par un camp des toiles.
- A l'ouest par direction de la police
- A l'est par des terrains agricoles
- Au sud par des logements LPA

#### 1.2.4 Situation climatique :

##### 1.2.4.1 Climat :

Le territoire de la commune est soumis à un climat méditerranéen typique caractérisé par l'alternance très régulière d'une saison relativement fraîche et humide avec une saison chaude et sèche.

##### 1.2.4.2 Température :

On a la variation des températures mensuelle de l'année d'étude 2021

**Tableau 1 : Les valeurs maximale, moyenne, minimale de la température**

	janv	fév	mars	avr	mai	juin	juill	aout	sept	Oct	Nov	dec
<b>Température Moy max</b>	16.1	17.5	19.4	20.3	24.7	28.1	30.2	31.2	30.9	29.1	23.2	22.2
<b>Température Moy min</b>	6.1	7.9	10.3	10.9	14.7	19.3	21.3	21.7	21.2	17.7	13.1	11.4
<b>Température moyenne</b>	11.1	12.7	14.9	15.6	19.7	23.7	25.8	26.4	26	23.4	18.1	16.8

##### 1.2.4.3 Ensoleillement :

**Tableau 2: Ensoleillement mensuelle**

	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
<b>DJU (climaticien)</b>	2	5	20	22.8	84.5	172.8	241.1	262.5	242.1	172.6	54	36.7
<b>DJU (chauffagiste)</b>	216.6	153.2	117.3	91.6	30.6	1.2	0.2	-	1.1	5	49.8	73.9

##### 1.2.4.4 Les précipitations :

**Tableau 3: Précipitation moyenne mensuelle**

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
<b>Précipitations (mm)</b>	48.4	33	42.6	64.4	34.2	-	-	6.4	20.4	23	82	11.8

##### 1.2.4.5 Hydrologie :

Notre zone d'étude est composée de trois oueds avec écoulements quasi-permanent qui sont :

- Oued Zitouna à l'ouest.
- Oued Tikharoubine au centre de la commune.
- Oued Sidi Rihane à l'est.



### 1.3 Situation démographique :

La commune d'Aokas compte principalement le chef-lieu et des agglomérations secondaires telles que : Ait-Aïssa et Tala-Khaled ainsi que des hameaux. D'après la dernière estimation faite par la DRE de Bejaia en 2021 le nombre d'habitants est estimé à 17341 habitants. [1]

La détermination de la capacité de la future station d'épuration dépend de la population susceptible d'être raccordée au réseau d'assainissement. Pour déterminer l'évolution future de la population, on utilise la formule de taux d'accroissement exponentiel :

$$P = P_0 (1+\tau)^n \dots \dots \dots (I.1)$$

Avec :

P : population projetée

P<sub>0</sub> : population à l'année de référence (dernière estimation 2021)

τ : taux d'accroissement annuel de la population en %

N : nombre d'années compris dans l'intervalle de temps considérés

Pour la commune d'Aokas le taux d'accroissement est de 2.8%

**Tableau 4: Estimation de la population pour l'horizon 2031 et 2051**

Population en 2021	Taux d'accroissement	Population en 2031	Population en 2051
17341	2.8%	22857	39708

### 1.4 Situation hydraulique :

La commune d'Aokas est alimentée à partir des champs de captage (Oued Agrioune, Oued Zitouna et Oued Djemaa).

Le réseau d'eau de chef-lieu de la commune est de type pseudo-séparatif. Il aboutit vers une station d'épuration actuellement non fonctionnelle, les rejets finaux se font vers la mer. Le taux de raccordement est d'environ 90%

Les villages situés sur les hauteurs ont partiellement assainissent, les rejets se font vers des fosses septiques et quelques fois vers des ravins. [2]

### 1.5 Conclusion

Cette étude nous apprend que la région d'Aokas est caractérisée par un climat de type méditerranéen avec des hivers froids et des étés chauds, le relief est constitué d'une plaine côtière et d'une autre plaine montagneuse, pour autant que le réseau d'assainissement est pseudo-séparatif.



# Chapitre II

\*

Diagnostic de la STEP d'Aokas

## 2 Chapitre 2 : Diagnostic de la step d'Aokas

### 2.1 Introduction :

Le diagnostic d'une station d'épuration est une démarche incontournable pour s'assurer du bon fonctionnement de cette infrastructure cruciale. Il permet de détecter les problèmes potentiels, de mettre en place des actions correctives et d'optimiser les performances de la station d'épuration, contribuant ainsi à la préservation de notre environnement et à la protection de la ressource en eau.

### 2.2 Fonctionnement de la station :

Les effluents en provenance d'Aokas sont acheminés gravitairement et le système d'épuration est composé de deux filières de traitement qui sont :

#### 2.2.1 Filière eau :

- Dégrillage grossier mécanisé
- Dégrillage fin mécanisé, by-pass.
- Bassin biologique
- Clarificateur

#### 2.2.2 Filière boue :

Les boues générées par l'épuration ne sont pas traitées et sont rejetées directement.

### 2.3 Caractéristique technique de la STEP :

- Capacité de la station: 14776 eq/hab
- Volume d'eaux usées à traiter: 1000 m<sup>3</sup>/j.
- Type de procédé d'épuration: Boues activées à faible charge.
- Milieu récepteur: La mer

### 2.4 Caractéristiques des eaux brutes :

- DBO5 : 400 mg/l
- MES : 400 mg/l
- DCO : 640 mg/l

### 2.5 Caractéristiques des eaux épurées :

- DBO5 : ≤ à 40 mg / l
- MES : ≤ à 30 mg / l
- DCO : ≤ à 80 mg/l
- PH 5.5 < PH < 9

## **2.6 Caractéristiques des installations de la station d'épuration :**

### **2.6.1 Prétraitement :**

#### **2.6.1.1 Le dégrillage :**

Les eaux usées sont refoulées vers le poste de dégrillage, qui comprendra un canal de dégrillage de largeur inconnue. Elles passent alors à travers un dégrilleur, une sorte de tamis, qui les débarrasse des matières grossières et inertes (chiffons, morceaux de bois, plastiques, feuilles,...).

Après le nettoyage des grilles, les déchets sont évacués manuellement avec les ordures ménagères.



**Figure 4: poste de dégrillage**



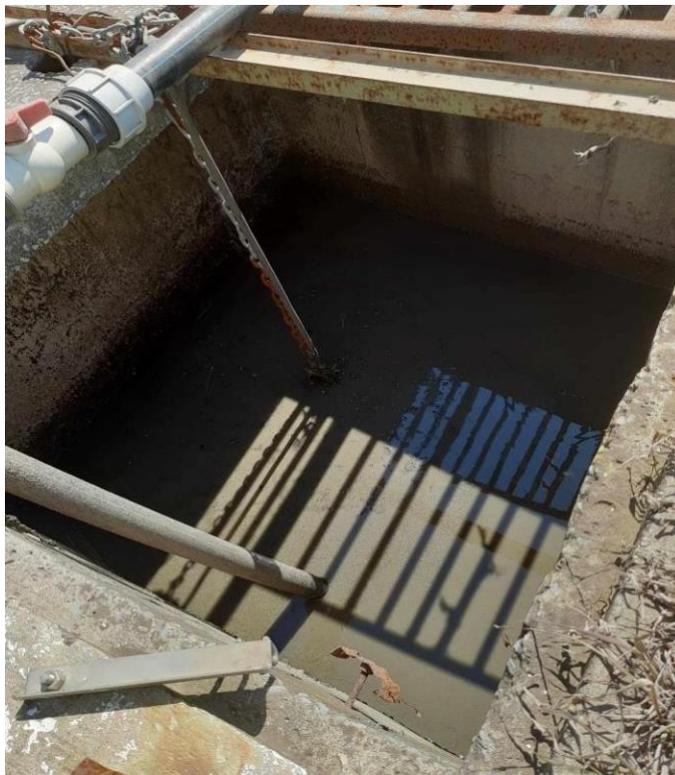
**Figure 5: un tamis**

### **2.6.2 Traitement biologique :**

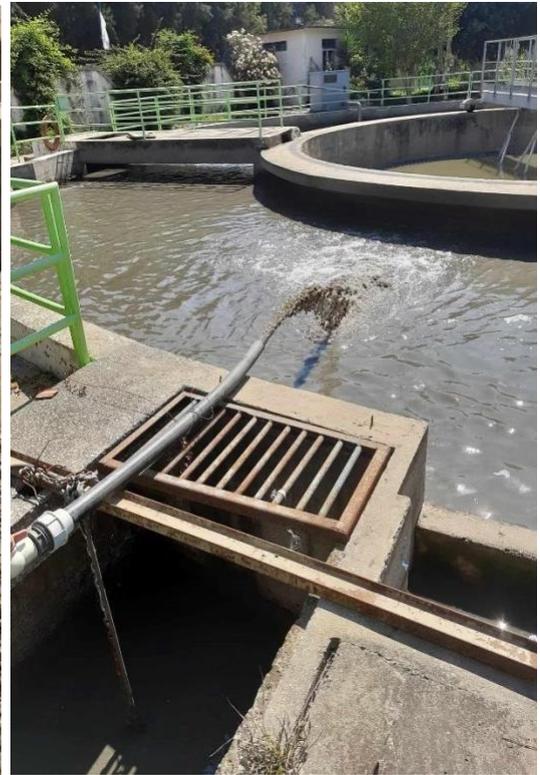
Un bassin d'aération en Béton armé de 03 m hauteur et un volume de 940 m<sup>3</sup> avec recirculation des boues qui varie entre 80% à 100%.



**Figure 6: le bassin biologique**



**Figure 7: le bassin de recirculation**



**Figure 8: la conduite de recirculation**

### 2.6.3 Décanteur secondaire :

Forme cylindre conique en béton armé avec un DN de 13 m et H de 03m, cette étape consiste à séparer l'eau des boues ou des résidus secondaires issus de la dégradation des matières organiques.



**Figure 9: le clarificateur**



**Figure 10: l'eau traitée**



## **2.7 Diagnostic de la STEP d'Aokas :**

Lors de ma visite (27\_juin\_2023) à la station d'épuration de la ville de Aokas, j'ai constaté qu'il manquait beaucoup d'équipement et la step est en surdimensionnement, aussi les boues sont directement évacuées vers la décharge et un manque de données de quelques équipements comme le dégrilleur. La station a repris le fonctionnement vers le mois de mars 2023 à cause d'une panne au niveau de racleur dans le décanteur secondaire.

On remarque quelques fissurations dans le décanteur secondaire avec la sortie de la ferraille et de même pour le bassin de recirculation ou il est très endommagé.

## **2.8 Conclusion :**

La station d'épuration envisagée est chargée de traiter un volume important d'eaux usées provenant de la ville d'Aokas. Ces eaux usées contiennent divers éléments provenant à la fois de la population, des activités commerciales et des activités agricoles. Les rejets de ces eaux, s'ils étaient déversés directement dans l'environnement, pourraient entraîner une pollution des écosystèmes environnants. Alors pour traiter ces eaux il faut faire :

- un prétraitement avec un dessableur- deshuileur
- Un traitement primaire avec une décantation physique
- Des traitements biologiques.
- Traitement des boues.
- Un traitement tertiaire pour la réutilisation en irrigation

Les données de base de la station d'épurations sont très importantes pour dimensionner toutes les ouvrages de traitement.



# Chapitre III

Les types de pollution dans les eaux  
usées

## **3 Chapitre 3 : les types de pollution dans les eaux usées**

### **3.1 Introduction :**

Après l'utilisation de l'eau potable dans les usines, les fermes ou des lieux domestiques, il devient un effluent ou eau usée. Ces effluents contiennent des contaminants qui évoluent en fonction de la croissance démographique, les développements des usines, etc... les types d'effluents peuvent être domestique ou résiduaire, industrielle.

### **3.2 Définition des eaux usées :**

Les eaux usées sont les eaux qui ont été utilisées pour des activités domestiques, industrielles ou agricoles et qui sont considérées comme impropres à la consommation humaine ou animale. Ces eaux usées doivent être traitées avant d'être rejetées dans l'environnement afin de minimiser leur impact négatif sur la qualité de l'eau et la santé publique.

### **3.3 Origine des eaux usées :**

#### **3.3.1 La pollution domestique**

Elle résulte des usages de l'eau par les ménages. Elle comprend les eaux vannes (toilettes) et les eaux ménagères et se compose surtout de pollution organique (matières fécales, urines, graisses, déchets organiques, papier, ...), microbiologique ('microbes' dans les eaux vannes principalement) et chimique (détergents, produits domestiques divers, ...)

#### **3.3.2 La pollution industrielle :**

La diversité des pollutions industrielles reflète la diversité des usages : elle peut se composer principalement de déchets organiques (industrie agro-alimentaire, papeterie, sucrerie, brasserie,...), mais également de multiples polluants chimiques tels que hydrocarbures (pétrochimie), métaux lourds (pétrochimie, métallurgie, construction mécanique, teinturerie, tannerie,), de dissolvants (phénols ...), de produits azotés (industrie des engrais, explosifs,...)

#### **3.3.3 La pollution agricole :**

Les usages agricoles engendrent des rejets de matières organiques (lisiers, purins et fumiers), d'engrais chimiques (nitrates et phosphates) et de pesticides très divers, voire de pollution bactériologique (élevages). Ces produits sont très rarement rejetés directement dans les eaux de surface, mais leur épandage en excès (pour des raisons d'agriculture intensive) entraîne leur lessivage par les eaux de pluie et une pollution diffuse des eaux de surface et des eaux souterraines.

#### **3.3.4 Les eaux pluviales :**

La pollution par les eaux pluviales se produit lorsque les eaux de pluie se mélangent à des substances polluantes sur les surfaces imperméables telles que les routes, les parkings, les toits et les terrains de construction. Ces substances peuvent inclure des débris, des produits chimiques, des huiles, des métaux lourds et d'autres polluants.

### **3.4 Les différents types de pollution :**

#### **3.4.1 Pollution organique :**

La pollution organique peut provenir de différentes sources, telles que les déchets animaux provenant de l'agriculture, les eaux usées domestiques et industrielles, les engrais et les pesticides utilisés en agriculture, ou encore les déchets alimentaires. Les conséquences de la pollution organique peuvent être importantes pour l'environnement et la santé humaine. Elle peut causer des perturbations dans les écosystèmes et affecter la qualité de l'eau potable avec la création du phénomène d'eutrophisation avec une diminution de la quantité d'oxygène dissous. En outre, la décomposition des matières organiques peut produire des gaz à effet de serre tels que le méthane, qui contribue au changement climatique.

#### **3.4.2 Pollution chimique :**

En raison de la présence de substances chimiques dissoutes, la pollution peut être principalement organique, minérale ou une combinaison des deux, en fonction de ses sources. Certaines substances organiques telles que les métaux et les métalloïdes (mercure, cyanure, cadmium, arsenic, plomb, chromates, sélénium, cuivre, thallium, etc.) sont toxiques et peuvent s'accumuler et se concentrer dans les différents éléments de la faune et de la flore. [3]

#### **3.4.3 La pollution microbiologique :**

Cette pollution est due à la présence d'une multitude d'organisme vivant dans les eaux usées apportés par les excréments d'origine humaine ou animale. La pollution microbiologique devient très dangereuse lorsque les eaux usées sont rejetées dans le milieu récepteur pouvant provoquer les maladies dangereuses pour l'individu.

### **3.5 Caractéristiques des eaux usées :**

Les eaux usées peuvent être caractérisées par différentes propriétés physiques, chimiques et biologiques. La composition des eaux usées peut varier considérablement en fonction de leur source, telle que l'industrie, les ménages ou les installations agricoles, ainsi que de leur emplacement géographique et des pratiques de traitement. Les caractéristiques des eaux usées sont donc souvent mesurées pour aider à concevoir des systèmes de traitement appropriés et efficaces.

#### **3.5.1 DBO (Demande Biologique en Oxygène) :**

La DBO, ou demande biochimique en oxygène, représente la quantité d'oxygène requise pour dégrader la matière organique biodégradable présente dans l'eau en présence de micro-organismes. On se réfère généralement à la quantité d'oxygène consommée sur une période de cinq jours à une température de 20°C, connue sous le nom de DBO5. Cette mesure est largement employée pour surveiller les effluents urbains afin d'évaluer leur impact sur l'environnement.

### **3.5.2 DCO (Demande Chimique en Oxygène) :**

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène consommée par les substances présentes dans l'eau et susceptibles d'être oxydées dans des conditions spécifiques. En réalité, cette mesure permet d'estimer la quantité de substances oxydables présentes dans l'eau, qu'elles soient d'origine organique ou minérale. La DCO dépend des caractéristiques des substances présentes, de leurs proportions respectives et des possibilités d'oxydation.

La DCO est exprimée en concentration, en mg/l, d'oxygène équivalent à la quantité de dichromate consommée par les substances dissoutes et en suspension lors du traitement d'un échantillon d'eau avec cet oxydant, selon des conditions définies par la norme.

### **3.5.3 COT (Carbone Organique Totale) :**

La mesure du carbone organique total fournit une indication directe de la charge organique présente dans l'eau. Cette charge organique comprend différents composés, tels que les protéines, les lipides, les glucides et les substances humiques, ainsi que les substances organiques carbonées produites ou utilisées par l'industrie chimique, pharmaceutique, pétrolière, etc. [4]

### **3.5.4 Potentiel Hydraulique (PH) :**

Les organismes sont très sensibles aux variations du pH, et un développement correct de la faune et la flore aquatique n'est pas possible que si valeur est comprise entre 6 et 9. L'influence du pH se fait généralement ressentir par le rôle qu'il exerce sur les autres éléments comme les ions des métaux dont il peut diminuer ou augmenter leur mobilité en solution bio-disponible et donc leur toxicité. Le pH joue un rôle important dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien. La nitrification optimale ne se fait qu'à des valeurs de pH comprises entre 7.5 et 9. [4]

### **3.5.5 La couleur et l'odeur :**

Les eaux usées urbaines présentent une coloration en raison de la présence de matières organiques dissoutes ou colloïdales. En revanche, l'odeur désagréable est attribuable à la fermentation de ces matières.

### **3.5.6 Turbidité :**

La turbidité de l'eau usée est associée à la présence de particules ou de matières en suspension (MES) d'origines diverses telles que les matières organiques, minérales, les argiles et les colloïdes. Elle peut varier dans le temps en fonction du mode de rejet et des saisons. Lors des premières pluies, la turbidité de l'eau usée est généralement élevée en raison du nettoyage des chaussées et des toitures.

### 3.5.7 Température :

La mesure de ce paramètre est souvent négligée dans les systèmes de collecte urbains, mais il devrait être davantage pris en compte, en particulier lors de rejets industriels dans le réseau. Le bon fonctionnement de certains dispositifs de traitement des eaux usées, tels que les dégraisseurs, peut être affecté par des températures élevées. Par conséquent, il est impératif que tout rejet reste strictement inférieur à 30°C.

### 3.5.8 Matières en suspension (MES) :

Les particules en suspension, telles que le sable, l'argile, les produits organiques, les particules de produits polluants, les micro-organismes, etc., sont des éléments très fins qui rendent l'eau trouble (turbidité) et empêchent la pénétration de la lumière nécessaire à la vie aquatique. Lorsqu'elles sont présentes en quantités excessives, ces particules constituent une forme de pollution solide des eaux. [5]

### 3.5.9 Conductivité :

Il s'agit d'une méthode simple permettant de mesurer la concentration totale des sels dissous dans l'eau. En comparant cette mesure à la conductivité de l'eau potable, il est possible d'évaluer rapidement si des apports significatifs, notamment d'origine industrielle, sont présents dans le réseau d'assainissement.

### 3.5.10 Matières oxydable (MO) :

Ce paramètre est utilisé pour caractériser la pollution organique de l'eau. Il se définit à partir de la DBO5 et la DCO selon la formule suivante :

$$MO = \frac{(2DBO_5 + DCO)}{3} \dots\dots\dots(\text{II}, 1)$$

### 3.5.11 L'azote :

L'azote rencontré dans les eaux usées peut avoir un caractère organique ou minéral, il se présente sous quatre formes :

- **L'azote organique** : se transforme en azote ammoniacal.
- **L'azote ammoniacal (NH4+)**: traduit un processus d'ammonification de la matière organique azotée. Les ions ammoniums subissent une nitrification par action des bactéries nitrifiantes.
- **L'azote nitreux (NO2-)**: provient d'une oxydation incomplète de l'azote ammoniacal ou par une réduction des nitrates par dénitrification. Les nitrites sont instables et sont rapidement transformés en nitrates.
- **L'azote nitrique (NO3-)**: est produit par nitrification de l'azote ammoniacal. Il joue un rôle important dans le développement des algues et participe au phénomène d'eutrophisation. [6]

### 3.5.12 Le phosphore :

Le phosphore se trouve dans les eaux usées brutes sous deux formes distinctes : organique, provenant notamment de sources industrielles ou de matières fécales d'origine biologique, et minérale, comprenant les ortho-phosphates et poly- phosphates issus de détergents ou d'engrais phosphatés.

### 3.5.13 Les paramètres microbiologiques :

Les eaux usées transportent les excréments et les urines de la population, et elles contiennent divers types de micro-organismes, notamment les germes intestinaux courants chez l'homme, les agents pathogènes, ainsi que des parasites tels que les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes.

### 3.6 La biodégradabilité :

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

**Tableau 5: Evaluation de biodégradabilité de l'effluent**

$\frac{DCO}{DBO_5} < 2$	L'effluent est facilement biodégradable
$2 < \frac{DCO}{DBO_5} < 3$	L'effluent est moyennement biodégradable
$\frac{DCO}{DBO_5} > 3$	L'effluent est difficilement biodégradable donc un traitement tertiaire est nécessaire.

### 3.7 Pollution rencontrés dans notre région d'étude :

#### 3.7.1 Pollution due à l'activité agricole :

Selon les données de la DSA, la commune d'Aokas dispose d'une superficie agricole utile de 1183 hectares, ce qui représente 42% de la superficie agricole totale de 1218 hectares et 44% de la superficie totale de la commune de 2787 hectares. Les cultures qui affichent de bons rendements dans cette région comprennent les cultures fourragères, le maraîchage, les oliviers, les figuiers, les légumes secs et les agrumes.

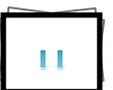
Cependant, il est important de noter que l'utilisation excessive d'engrais et de pesticides pour améliorer la production peut entraîner une pollution des sols et des eaux souterraines. De plus, la pollution d'origine animale résultant des déchets des animaux peut avoir des conséquences néfastes sur l'environnement, notamment la pollution des eaux de surface et des nappes phréatiques, ainsi que sur la santé humaine. [7]

#### 3.8 Pollution due à l'activité industrielle :

Le secteur industriel dans la commune d'Aokas est caractérisé par la faiblesse et le manque des unités industrielles, notamment publiques, ces unités sont de type industries légères.

### **3.9 Conclusion :**

Dans ce chapitre on a vu les différents types et caractéristiques de pollutions dans les eaux usées, et on déduit que pour bien traiter ces eaux il faut bien connaître tous ces paramètres pour protéger le milieu récepteur des déchets engendrés par ces eaux.



# Chapitre IV

Filière d'épuration pour réutilisation  
en irrigation

## **4 Chapitre 4 : filière d'épuration pour réutilisation**

### **4.1 Introduction :**

L'eau est une ressource précieuse et limitée, et l'irrigation représente l'un des plus importants secteurs consommateurs d'eau à l'échelle mondiale. Ainsi, il est devenu courant dans de nombreuses régions du monde de traiter l'eau afin de la réutiliser à des fins d'irrigation. Cette pratique vise à économiser l'eau et à réduire les impacts environnementaux associés à son utilisation.

Ce traitement est fait dans des stations d'épuration et qui comporte en général trois types de traitements qui sont :

- Le prétraitement
- Le traitement primaire
- Le traitement biologique
- Le traitement tertiaire

### **4.2 Le prétraitement :**

Le prétraitement englobe un ensemble d'opérations physiques et mécaniques visant à éliminer les éléments les plus grossiers présents dans l'eau brute. L'objectif est de supprimer les éléments susceptibles de perturber les étapes de traitement ultérieures. Cela inclut l'élimination des déchets volumineux (dégrillage), des sables et graviers (dessablage) ainsi que des graisses (dégraissage-déshuilage).

#### **4.2.1 Bassin de sécurité et stockage :**

Ils sont maintenus vides et sont destinés à stocker pendant une ou deux journées l'effluent brut, dans le cas de caractéristiques anormales de celui-ci (toxicité), ou à stocker l'effluent en cours de traitement dans le cas d'arrêt d'un stade d'épuration situé en aval. Ces deux fonctions peuvent être conjuguées en un seul bassin.

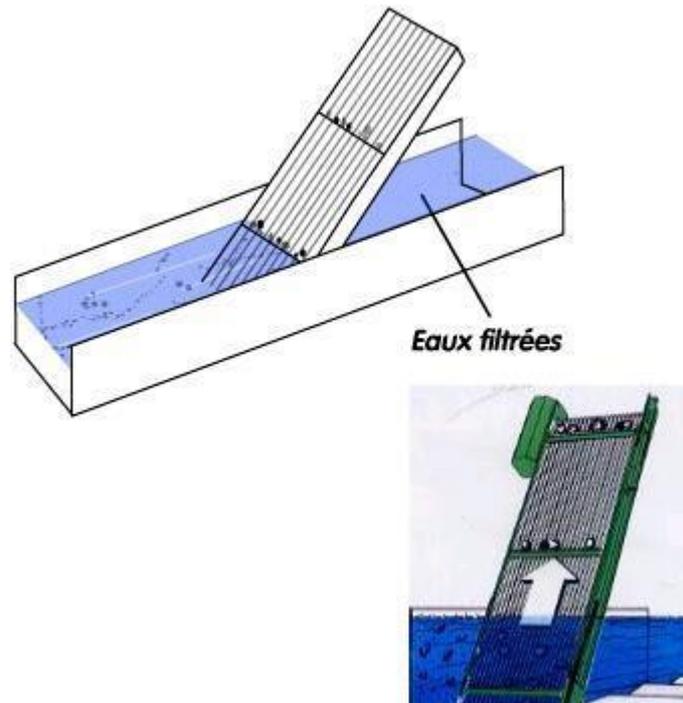
#### **4.2.2 Bassin de neutralisation et homogénéisation :**

Il a pour objectif de neutraliser le PH des effluents acides ou bases, ou encore pour bien mélanger les eaux qui permettra d'obtenir un effluent parfaitement homogénéisé et un débit stable.

#### **4.2.3 Dégrillage :**

Le processus de dégrillage joue un rôle essentiel dans l'élimination des objets volumineux susceptibles de perturber le bon fonctionnement des procédés ultérieurs. Il permet de séparer et de retirer les matières de grande taille présentes dans l'effluent à traiter. L'efficacité de ce traitement repose principalement sur l'espace entre les barreaux des grilles, qui sont classés en trois catégories :

- Dégrillage fin : les barreaux sont espacés de 3 à 10 mm.
- Dégrillage moyen : les barreaux sont espacés de 10 à 25 mm.
- Dégrillage grossier : les barreaux sont espacés de 50 à 100 mm. [8]



**Figure 11: Principe de fonctionnement d'un dégrilleur**

#### **4.2.4 Le tamisage :**

Il s'agit de faire passer les eaux usées à travers des tamis afin de retenir les déchets, les papiers, les feuilles et autres matières flottantes. Cette étape de tamisage a pour objectif de protéger les équipements de la station d'épuration, tels que les pompes et les tuyaux, contre les obstructions ou les dommages. En éliminant les matières solides plus grossières, le tamisage facilite également les étapes de traitement ultérieures en réduisant la charge de matières solides à traiter.



**Figure 12: Principe de fonctionnement d'un tami**

#### 4.2.5 Dessablage :

L'objectif de cette étape est de séparer les graviers, les sables et les particules minérales présents dans l'effluent à traiter. Cela permet de réduire les risques d'abrasion des équipements et de minimiser les dépôts et le colmatage dans les conduites. Lors de la conception des dessableurs utilisés dans les stations d'épuration, il est important de dimensionner ces derniers de manière à retenir 80 % des sables dont le diamètre dépasse 200  $\mu\text{m}$ . [9]

#### 4.2.6 Dégraissage- Déshuilage :

Cette étape a pour but d'éliminer les matières grasses et les huiles difficilement biodégradables, qui possèdent des densités inférieures à l'eau, par effet de flottation. La récupération des graisses permet de palier à divers problèmes comme le colmatage des conduites. [9]

Les huiles et graisses, lorsqu'elles ne sont pas émulsionnées, sont séparées sous forme de boues flottantes dans des ouvrages comportant une zone d'aération où les bulles d'air augmentent la vitesse de montée des particules grasses et une zone de tranquillisation où s'effectue la récupération. [11]



Figure 13: Principe de fonctionnement Un dégraisseur-déshuileur combiné

#### Remarque :

Le dégraissage est généralement combiné avec l'étape de dessablage. Les dessableur-dégraisseurs que nous pouvons trouver sont soit de type circulaire (cylindro-conique) ou bien de type rectangulaire. [9]

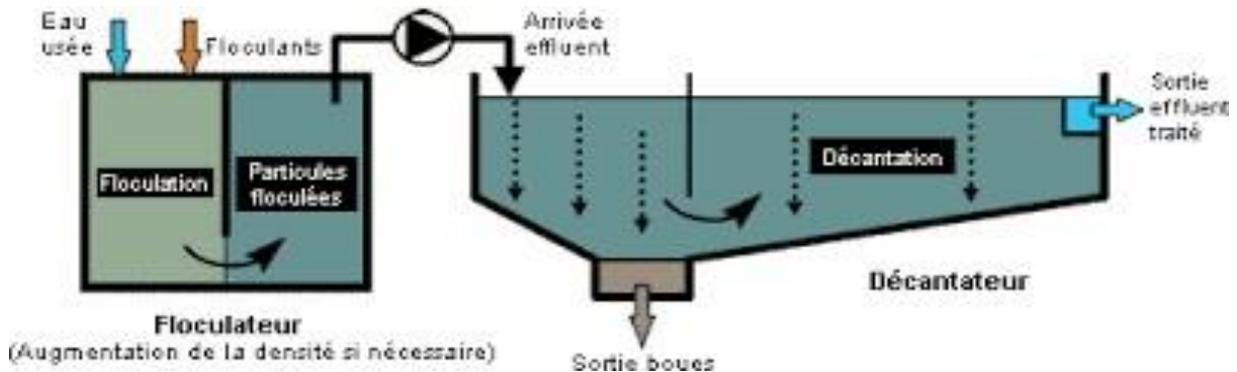
#### 4.3 Traitement primaire :

Après les étapes de prétraitement, l'eau contient encore une charge polluante sous forme dissoute ainsi que des matières en suspension. Les traitements primaires se concentrent uniquement sur l'élimination des matières particulaires qui sont susceptibles de se déposer par décantation. Ces traitements reposent principalement sur le principe de séparation des composants solides de la phase liquide à travers des processus de décantation et de sédimentation.

##### 4.3.1 Traitement physico-chimique :

La coagulation est utilisée pour traiter les colloïdes et les particules très fines, tandis que la floculation est appliquée aux particules de plus grande taille. Ces processus sont considérés comme des traitements préliminaires.

Des méthodes telles que la décantation et la flottation, qui sont des formes de séparation solide-liquide, permettent d'éliminer environ 75 % de la DBO5 et jusqu'à 90 % des matières en suspension. Ce procédé implique d'abord l'ajout d'un réactif qui provoque l'agglomération des particules en suspension, puis leur accélération vers le fond de l'installation pour la décantation.



**Figure 14: Schéma qui montre les étapes de traitement physico-chimique**

#### 4.3.1.1 La coagulation :

La coagulation est une méthode utilisée pour regrouper les particules de très petite taille. Les matières en suspension (MES), qui sont souvent de dimensions très réduites, ont du mal à se déposer naturellement. Afin de faciliter leur agglomération, on fait appel à des agents chimiques appelés coagulants. L'ajout de ces coagulants permet d'augmenter la taille de MES, favorisant ainsi une décantation plus rapide. Il permet également de déstabiliser les suspensions colloïdales, réduisant la turbidité de l'eau et précipitant les polluants dissous, ce qui entraîne leur concentration.

#### 4.3.1.2 La flocculation :

L'objectif de la flocculation est de faciliter les interactions entre les particules déstabilisées en utilisant un mélange lent. Ces particules se regroupent pour former des flocons qui peuvent ensuite être facilement éliminés par des procédés de décantation et de filtration.



**Tableau 6: Produits coagulant-floculant et leurs modes d'action**

<b>Produit</b>	<b>Formule</b>	<b>Forme commerciale</b>
<b>Coagulant</b>		
Sulfate d'alumine	$Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$	Poudre et solution à 48%
Chlorure d'aluminium	$AlCl_3 \cdot 6H_2O$	Liquide
Aluminate de sodium	$NaAlO_2$	Poudre et solution à 50% en $Al_2O_3$
Sulfate ferreux	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	Cristallisé
Chlorure ferrique	$FeCl_3 \cdot 6H_2O$	Solution à 40%
Chaux	$Ca(OH)_2$	Poudre
<b>Floculant</b>		
<b>Produit</b>	<b>Mode d'action</b>	<b>Utilisation</b>
Poly électrolyte cationique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Neutralisation de charge ;</li> <li>- Absorption ;</li> <li>- Réticulation.</li> </ul>	Coagulant adjuvant
Poly électrolyte anionique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Absorption ;</li> <li>- Réticulation.</li> </ul>	Adjuvant essentiellement
Poly électrolyte non anionique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réticulation ;</li> <li>- Absorption.</li> </ul>	-
Bentonite	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Absorption.</li> </ul>	-
Silice activée	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réticulation.</li> </ul>	-

### 4.3.2 Décantation physique :

#### 4.3.2.1 Décantation :

Le principe de la décantation consiste à éliminer les particules en suspension par la force de gravité. Les matières solides se déposent au fond d'une structure appelée "décanteur", formant ainsi des "boues primaires". Ces boues sont récupérées à l'aide d'un système de raclage.

La décantation permet d'éliminer environ 35% de la DBO5 et de la DCO, ainsi que 75% des matières en suspension (MES). Cependant, en combinant la décantation avec une étape de coagulation-floculation, il est possible d'éliminer jusqu'à 75% de la DBO5 et de la DCO, ainsi que 90% de MES.



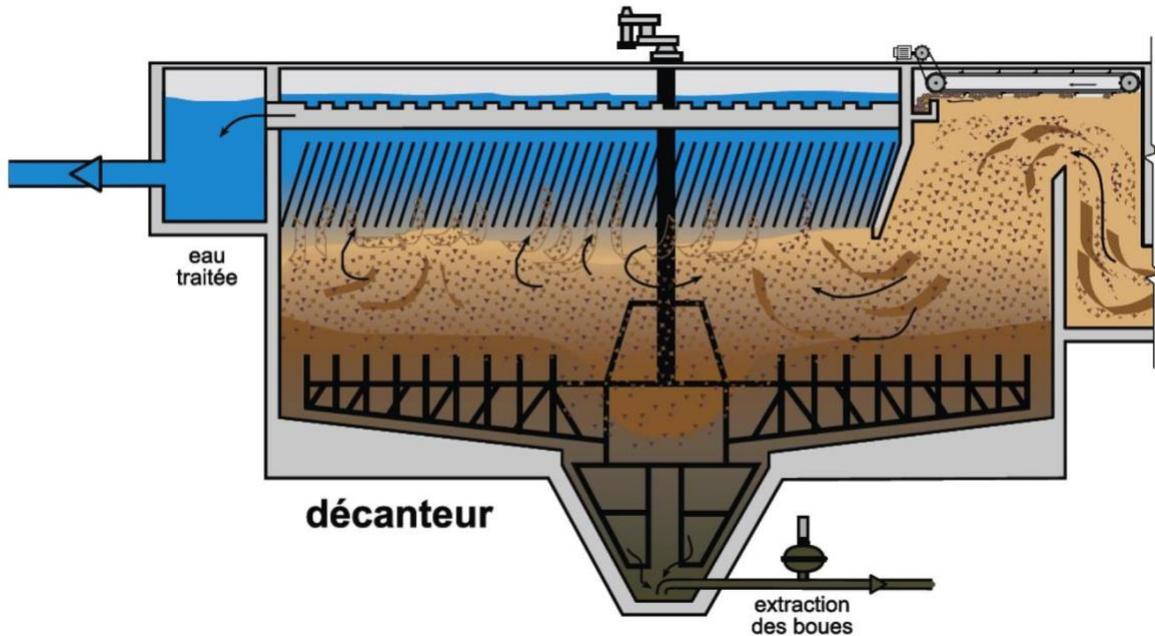


Figure 15: Principe de fonctionnement d'un décanteur

#### 4.3.2.2 Flottation :

La flottation est un procédé utilisé pour séparer les particules solides des liquides lorsque la masse volumique des particules est inférieure à celle du liquide. Dans le but d'éliminer les particules en suspension, des techniques de clarification et d'épaississement sont employées en insufflant de l'air. Les bulles d'air se fixent aux particules fines à éliminer, les faisant remonter à la surface de l'eau.

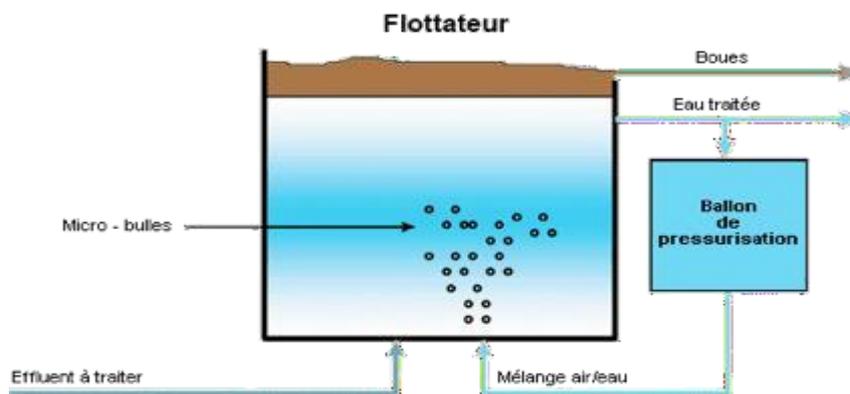


Figure 16: Principe d'un flottateur

#### 4.4 Traitement secondaire (biologique) :

Le traitement biologique implique l'utilisation de bactéries présentes dans les eaux usées pour décomposer les matières organiques polluantes. Il représente la deuxième étape majeure du processus de traitement des eaux usées. Cette étape vise principalement à éliminer la DBO5 et la DCO résiduelles qui subsistent après le traitement physico-chimique.



#### **4.4.1 Technologie de traitement par des cultures bactériennes libres :**

##### **4.4.1.1 Traitement biologique par boues activées :**

Le procédé des boues activées est un système continu où des microorganismes entrent en contact avec les eaux usées contenant des matières organiques. De l'oxygène est injecté dans le mélange pour fournir aux bactéries l'élément essentiel à leur respiration (ce qu'on appelle le traitement aérobie).

Afin de maintenir une concentration constante de boues dans le bassin d'aération et de limiter la perte de bactéries, on procède au recyclage des boues. Ce recyclage est réalisé à partir des boues décantées dans un décanteur secondaire.

- **Avantage :**
  - Excellentes performances en termes de traitement sur tous les paramètres ;
  - Contrôle optimal du processus de traitement ;
  - Absence complète d'odeur ;
  - Adapté à toutes les tailles de collectivités, à l'exception des très petites ;
  
- **Inconvénients :**
  - Les coûts d'investissement et d'exploitation sont élevés ;
  - Il y a une consommation importante d'énergie ;
  - L'exploitation requiert une expertise technique et la présence de personnel formé est nécessaire ;

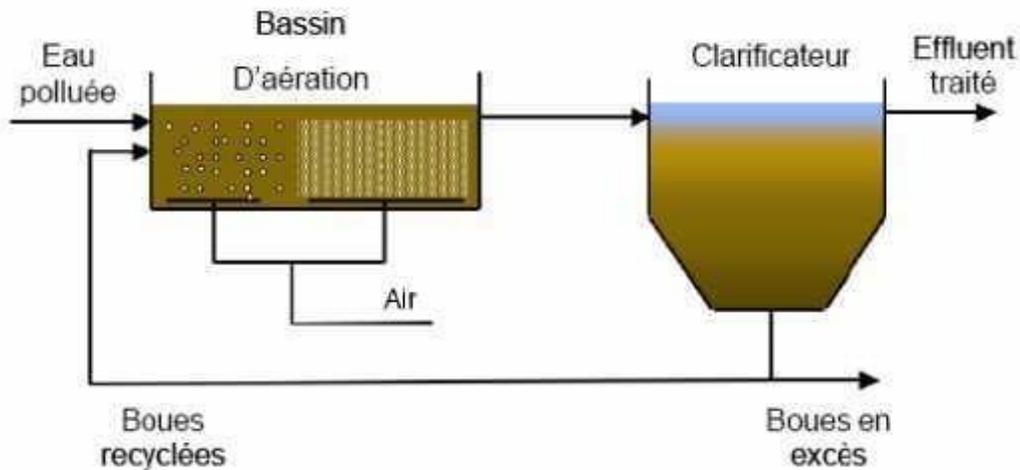
##### **4.4.1.2 Les paramètres essentiels caractérisant un réacteur biologique :**

En épuration d'eau un réacteur biologique est caractérisé par les paramètres suivants :

- La charge massique :  $C_m$ .
- Charge volumique :  $C_v$ .
- Age des boues :  $A_b$ .
- indice de MOHLMANE :  $I_m$
- Besoin en oxygène.
- l'aptitude des boues a la décantation.

Ces paramètres une fois adaptés aux conditions particulières de l'effluent épuré permettant alors l'épuration biologique le plus appropriée.





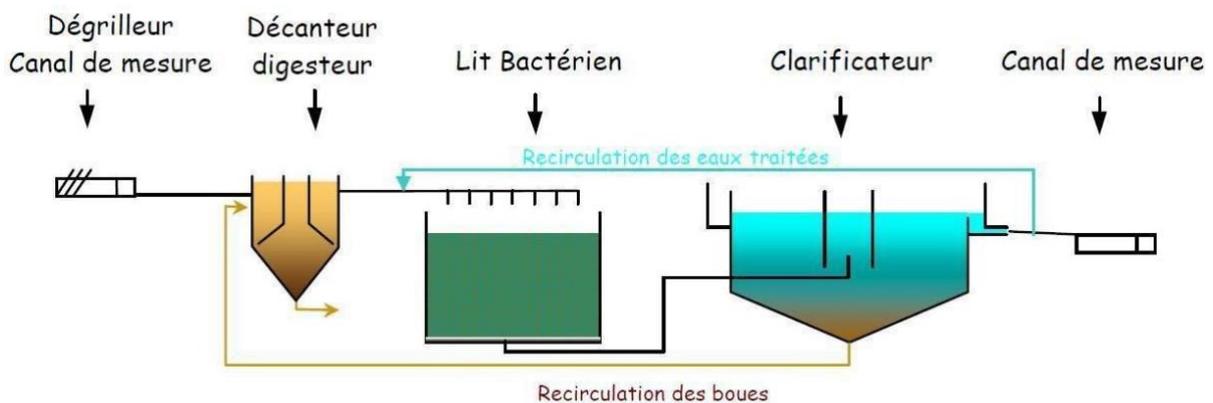
**Figure 17: Fonctionnement d'un bassin d'aération**

#### 4.4.2 Technologies de traitement par des cultures bactériennes fixes :

Le traitement utilisant des cultures bactériennes fixées comprend tous les procédés dans lesquels la biomasse épuratrice est attachée à un support solide à travers lequel l'eau à traiter passe.

##### 4.4.2.1 Lits bactériens :

Le fonctionnement d'un lit bactérien repose sur le ruissellement de l'eau préalablement décantée sur une masse de matériau (naturel ou plastique) servant de support aux microorganismes épurateurs. Ces microorganismes fixés forment un film épais et éliminent les matières organiques en absorbant les constituants solubles et en suspension.



**Figure 18: Fonctionnement d'un lit bactérien**



On classe les lits bactériens selon la charge hydraulique et la charge massique qui leurs sont appliquées :

**Tableau 7 : les valeurs de la charge massique et hydraulique**

Caractéristiques	Moyenne et forte charge	Très forte charge
Type de remplissage	Plastique	Plastique
Charge hydraulique .....( $m^3 \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$ )	1,8	1,6 - 8
Charge volumique .....( $kg\ DBO_5 \cdot m^{-3} \cdot j^{-1}$ )	0,6 - 3,2	> 3
Taux de recirculation	1 - 2	0 - 2
Hauteur ..... (m)	3 - 8	3 - 8
Rendement en $DBO_5$ .....(%)	60 - 90	40 - 70
Nitrification	Non	Non

- **Avantage :**
  - Emprise faible au sol ;
  - Bonne résistance aux variations de charge organique et hydraulique ;
- **Inconvénients :**
  - Sensibilité au froid ;
  - Entretien régulier ;
  - Abattement limité de l'azote et du phosphore ;

#### 4.4.2.2 Les bio-filtres :

Les bio-filtres sont une combinaison de processus physiques et biologiques qui utilisent un matériau filtrant millimétrique immergé, aéré ou non en fonction du traitement souhaité. Ce matériau sert de support aux populations bactériennes qui contribuent à la dégradation de la charge polluante présente dans l'effluent. Avec le développement de la biomasse et l'accumulation de matières en suspension (MES), le bio-filtre se colmate et nécessite un lavage périodique.

#### 4.5 Décantation secondaire :

Appelé aussi le clarificateur, est un bassin circulaire équipé d'un mécanisme de raclage. La liqueur mixte, provenant des bassins biologiques via la deuxième chambre de répartition, est séparée par décantation en eau épurée et boues biologiques. Les boues décantées sont extraites à l'aide d'une pompe à vide, une partie étant renvoyée vers la première chambre du répartiteur pour recirculer les boues contenant la culture bactérienne épuratrice. Dans le but de maintenir la concentration en biomasse requise dans le bassin, l'autre partie des boues est envoyée vers le flotteur.



#### 4.6 Traitement tertiaire :

Le traitement tertiaire est utilisé lorsque l'eau épurée doit être éventuellement réutilisée. Il comprend des procédés physico-chimiques et biologiques visant à éliminer les résidus restants des traitements précédents, les germes pathogènes et les polluants phosphorés.

En fonction de la nature de l'effluent, des objectifs de qualité fixés et de la ligne de traitement globale à concevoir, le traitement tertiaire consiste à réaliser une ou plusieurs des opérations suivantes :

- Amélioration de l'élimination des paramètres classiques tels que les matières en suspension (MEST), la demande biochimique en oxygène (DBO5) et la demande chimique en oxygène (DCO).
- Désphosphatation par précipitation avec des sels ferriques, d'aluminium ou parfois de la chaux.
- Élimination de l'azote résiduel après les étapes principales du traitement par nitrification et/ou dénitrification.
- Réduction avancée des matières en suspension et de la DCO colloïdales.
- Réduction de la DCO dure.
- Décoloration de l'eau.
- Désinfection au chlore, à l'ozone et/ou aux rayons ultraviolets.
- Élimination de composés spécifiques tels que les métaux, certains anions, les pesticides, etc.

Le tableau résume les différents procédés et technologies les mieux adaptés à la pollution spécifique à traiter :

**Tableau 8: techniques de traitements tertiaires des effluents**

Paramètres éliminés ou traitement	Techniques utilisées								
	Traitement biologique	Oxydation			Membranes (1)		Adsorption sur charbon actif	Résines ou adsorbants spécifiques (1)	Séparation physico-chimique (2)
		O <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , catalytique	O <sub>3</sub> + biologique	UV, O <sub>3</sub> , Cl <sub>2</sub>	UF	NF/OI			
<b>DBO résiduelle</b>	*								
<b>Phosphore</b>						*		*	
<b>Azote</b>	*								
<b>MEST et DCO colloïdale</b>					*			*	
<b>DCO dure</b>		*	*			*	*	*	
<b>AOX</b>		*	*			*	*		
<b>Décoloration</b>		*	*			*	*	*	
<b>Désinfection</b>				*					
<b>Anions, cations</b>						*	*	*	
<b>Métaux metalloïdes</b>						*	*	*	

(1) L'utilisation de membranes ou de résines présente l'avantage de produire une eau traitée de parfaite qualité mais impose des prétraitements adaptés et, surtout, produit des concentrats salins qu'il faut gérer (évacuation pour traitement extérieur ou retraitement sur site)

(2) Décantation, flottation à l'air dissous et filtration sur matériau granulaire, après tout ou partie des étapes de neutralisation, coagulation, floculation



## **4.7 Traitement des boues :**

Une fois la décantation effectuée, la boue purgée extraite est soumise à un traitement visant à éliminer ou réduire le potentiel fermentescible des matières organiques, en particulier celles qui se décomposent rapidement pour éviter les émissions d'odeurs désagréables. Par la suite, la boue traitée est valorisée.

Le traitement des boues comprend plusieurs étapes qui peuvent être adaptées en fonction des caractéristiques des boues existantes et de leur utilisation future.

### **4.7.1 Épaississement :**

L'épaississement constitue généralement la première étape du traitement des boues, visant principalement à réduire leur volume initial. C'est une étape préliminaire essentielle pour les traitements ultérieurs. Le taux de siccité obtenu peut atteindre jusqu'à 10% de matière sèche (MS). Il est important de recycler l'eau récupérée en amont de la station.

Différentes méthodes sont utilisées pour l'épaississement des boues :

- Épaississement statique : par décantation ou sédimentation ;
- Épaississement dynamique : par flottation ;

### **4.7.2 Stabilisation et hygiénisation :**

La stabilisation des boues vise à minimiser l'activité biologique de dégradation, en particulier la fermentation. Cela permet de réduire considérablement les nuisances olfactives, les émissions de méthane, les risques de lixiviation, les populations bactériennes et la demande biologique en oxygène (DBO5).

La digestion anaérobie des boues permet de réduire leur volume et de stabiliser la matière organique, ce qui contribue à la diminution des odeurs désagréables. De plus, ce processus permet de produire de l'énergie valorisable sous forme de biogaz.

### **4.7.3 Conditionnement des boues :**

Une fois épaissies, les boues conservent une proportion importante d'eau, ce qui rend difficile la réduction de leur volume. Elles sont étroitement liées à la masse colloïdale, qui a une nature hydrophile. Par conséquent, il est essentiel de les conditionner afin de les rendre plus maniables dans les divers équipements.

### **4.7.4 Déshydratation :**

Les procédés de déshydratation visent à transformer la boue de son état liquide à une consistance plus ou moins solide, selon les exigences de sa destination finale. Plusieurs types de filtres sont utilisés à cet effet, tels que le filtre presse, le filtre à bandes, le filtre à plateaux et la centrifugeuse.

### **4.7.5 Séchage :**

Le séchage a pour but d'éliminer l'eau interstitielle présente dans les boues par évaporation. Dans le cas d'un séchage complet, le produit final est réduit à une teneur en matière sèche pratiquement totale.



Cette opération est réalisée à l'aide d'un lit de séchage composé d'une couche de sable d'une épaisseur de 30 à 40 cm, reposant sur une couche de gravier. Les boues sont initialement déposées à la surface du sable, et l'eau interstitielle s'écoule rapidement à travers le sable. Un système de drainage est utilisé pour collecter cette eau et la renvoyer vers le bassin d'aération. Les boues restent à la surface du lit de sable et sèchent progressivement au fil du temps. Ces boues séchées peuvent être enlevées manuellement ou mécaniquement.

#### 4.8 Normes de rejets :

La législation en Algérie qui traite la réutilisation des eaux épurées conformément aux textes suivants :

- Du décret N°07-149 du 20 mai 2007 fixant les modalités de concession d'utilisation des eaux épurées à des fins agricoles.
- Arrêté interministériel du 02/01/2012 fixant les spécifications de l'eau épurée utilisés à des fins d'irrigation. [11]

Paramètres	Unités	Valeurs Limitées maximales		
Physique	Température	°c	30	
	PH	-	6,5-8,5	
	MES	mg/l	30	
	CE	ds/m	3	
	Infiltration le SAR= 0 - 3 CE	3 - 6		0,2
		6-12	ds/m	0,3
		12-20		0,5
		20-40		1,3
				3
	Chimiques	DBO <sub>5</sub>	mg/l	30
DCO		mg/l	90	
Chlorure		meq/l	10	
Bicarbonate(HCO <sub>3</sub> )		meq/l	8.5	

Figure 19: Les paramètres physico-chimiques

Source : journal officiel de la République Algérienne. N26° du 2012)



- Selon les recommandations, la qualité chimique à laquelle doivent répondre ces eaux est la suivante :

Les effluents à dominance domestique :

- Rapport DCO/DBO<sub>5</sub> < 2,5
- DCO < 75 mg/l
- NTK: Azote total Kjeldhal < 100 mg/l.

Ils peuvent être utilisés, après épuration, pour l'irrigation des cultures et l'arrosage des espaces verts. [11]

- Les eaux d'irrigation sont classées selon :

- La salinité (Conductivité Electrique « CE ») et alcalinités (Sodium Adsorption Ratio « SAR ») ;
- Toxicologiques et microbiologique. [11]

**Tableau 9: Les paramètres toxicologiques**

Paramètre	Unité	Valeur limitées maximales
Aluminium	mg/l	20
Cyanures	mg/l	0,5
Fluore	mg/l	15
Phénols	mg/l	0,002
Cadmium	mg/l	0,05
Cuivre	mg/l	5
Plomb	mg/l	10
Chrome	mg/l	1
Manganèse	mg/l	10
Zinc	mg/l	10
Nickel	mg/l	2
Fer	mg/l	20
Arsenic	mg/l	0,2
Bore	mg/l	0,5
Cobalt	mg/l	2
Lithium	mg/l	5
Mercure	mg/l	0,01
Sélénium	mg/l	0,02
Vanadium	mg/l	1

Source : journal officiel de la République Algérienne. N26° du 2012)



Liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées :

**Tableau 10: les cultures irrigable**

<b>Groupe des cultures pouvant être irriguée avec des eaux usées épurées</b>	<b>Liste des cultures</b>
Arbres fruitiers	Dattiers, vigne, pomme, pêche, poire, abricot, cerise, noix...etc.
Agrumes	Pamplemousse, citron, orange, mandarine, lime, clémentine.
Cultures fourragères	Bersim, sorgho fourragers, vesce et luzerne.
Culture industrielles	Tomate industrielle, haricot à rames, petit pois à rames, betterave.
Culture céréalières	Blé, orge, triticales et avoine.
Culture de production de semences	Pomme de terre, haricot et petit pois.
Plantes florales à sécher ou à usage industriel.	Rosier, iris, jasmin, marjolaine et romarin.

#### **4.9 Conclusion :**

La compréhension de la qualité des eaux usées à traiter est essentielle lors de la conception d'une station d'épuration, en particulier si l'objectif est de les réutiliser pour l'irrigation. Cela permet de choisir le procédé d'épuration approprié afin de respecter les normes de rejet. Les eaux usées, avec leurs compositions variées et leurs origines diverses, posent un problème pour l'environnement lorsqu'elles sont rejetées ou réutilisées sans prétraitement. C'est pourquoi différentes méthodes d'épuration ont été développées pour traiter ces eaux.



# Chapitre V

Réutilisation des eaux épurées en  
Algérie

## **5 Chapitre 5 : Réutilisation des eaux usées en Algérie**

### **5.1 Introduction :**

De nos jours, la réutilisation des eaux usées (REU) est devenue un enjeu majeur sur les plans politique et socioéconomique. Elle se présente comme une ressource en eau alternative, capable de contribuer à atténuer les pénuries d'eau et de mieux préserver les ressources naturelles en réduisant les prélèvements dans les environnements fragiles. La réutilisation des eaux usées traitées offre de nombreuses applications, que ce soit pour l'irrigation agricole, les usages urbains tels que le nettoyage ou les espaces verts, et bien d'autres encore.

### **5.2 Réutilisation des eaux usées épurées en Algérie :**

L'Algérie est principalement un pays au climat aride à semi-aride, caractérisé par des précipitations rares et irrégulières, et des ressources en eau très limitées. Face à cette pénurie d'eau conventionnelle, il est devenu crucial pour l'Algérie d'explorer la possibilité de réutiliser la vaste quantité d'eau usée rejetée dans la nature ou en mer. L'épuration des eaux usées s'est imposée comme l'une des solutions les plus utilisées pour répondre à ces besoins, notamment pour la recharge des nappes et la réutilisation urbaine non alimentaire et industrielle. Les eaux traitées doivent se conformer aux normes hygiéniques établies dans le journal officiel algérien. Chaque année, les agglomérations de plus de 20 000 habitants rejettent environ 58 300 m<sup>3</sup> d'eaux usées.

La réutilisation des eaux usées, notamment pour l'irrigation, est particulièrement pertinente dans les zones où l'eau naturelle se fait de plus en plus rare. L'intérêt de l'épuration des eaux usées en Algérie ne se limite pas seulement à la lutte contre la pollution, mais aussi à la création d'une nouvelle ressource en eau, en particulier pour l'irrigation agricole. Actuellement, l'Algérie compte 102 stations d'épuration en exploitation (52 stations d'épuration et 50 lagunes), ayant une capacité installée totale de 570 hm<sup>3</sup> par an, ce qui fait que le lagunage couvre près de la moitié des systèmes d'épuration utilisés dans le pays.

### **5.3 Domaines de réutilisation des eaux épurées :**

Actuellement, de nombreux pays connaissent une forte augmentation dans la planification de projets de traitement des eaux usées et de réutilisation des effluents. Les principales utilisations des eaux usées traitées comprennent :

#### **5.3.1 Réutilisation des eaux usées dans l'industrie :**

#### **5.3.2 Réutilisation urbaine :**

La récupération d'eau pour les industries est motivée principalement par la rareté de l'eau locale, soit en raison de sources d'eau limitées, soit en raison d'une forte concurrence pour l'approvisionnement. Dans ce contexte de pénurie d'eau, de nombreuses entreprises cherchent des alternatives pour répondre à leurs besoins en eau. La réutilisation industrielle des eaux usées et le recyclage interne sont désormais des solutions techniques et économiques viables. Dans certains pays et secteurs industriels, jusqu'à 85 % des besoins en eau sont satisfaits par l'eau recyclée. La qualité de l'eau réutilisée est réglementée et varie en fonction de l'usage ou du processus industriel spécifique.

De nombreuses industries ont déjà adopté des systèmes en boucle fermée pour réutiliser leurs propres eaux usées, permettant ainsi d'économiser les ressources en eau et de réduire leurs rejets. Les principaux utilisateurs de cette pratique sont les centrales électriques, les raffineries de pétrole et les manufactures. Les utilisations de l'eau recyclée sont diverses, allant de la fabrication de béton au lavage des équipements, en passant par son utilisation dans les tours de refroidissement, l'alimentation des bouilloires, et son utilisation comme eau de procédé (à l'exclusion de l'industrie agroalimentaire).

#### **5.3.2.1 Réutilisation directe de l'eau potable :**

Après le traitement, les eaux usées atteignent un niveau de qualité acceptable pour la consommation humaine. Cependant, si l'on souhaite les utiliser directement pour la consommation potable, elles nécessitent généralement deux étapes supplémentaires de traitement : le traitement conventionnel et le traitement avancé. Malgré l'efficacité de cette technologie pour produire une eau potable de qualité acceptable à partir des eaux usées, son adoption à grande échelle est peu probable en raison du coût élevé et de la réticence du public à l'accepter.

#### **5.3.2.2 Réutilisation potable indirecte :**

Il est largement répandu de rejeter les eaux usées traitées dans les eaux de surface ou souterraines, qui sont ensuite utilisées en aval comme source d'approvisionnement en eau potable. De nombreuses grandes villes situées le long des principaux fleuves et lacs dépendent de l'eau de ces plans d'eau pour leur approvisionnement en eau potable. Cependant, il est important de noter que ces plans d'eau reçoivent à la fois les eaux usées traitées et les eaux brutes des villes et des industries situées en amont.

#### **5.3.2.3 Réutilisation non potable :**

Cela implique la réutilisation des eaux usées récupérées dans différentes applications telles que l'irrigation des parcs publics, des terrains de sport, des terrains de golf, ainsi que pour la lutte contre les incendies et le rinçage des toilettes. En Algérie, les eaux usées épurées sont principalement réutilisées par la protection civile, qui utilise un volume de 18 763 m<sup>3</sup> par mois d'eau usée épurée provenant de la STEP de Tipaza pour la lutte contre les incendies, et par les collectivités locales qui récupèrent 12 m<sup>3</sup> par mois d'eaux épurées de la STEP de Boumerdès pour le nettoyage de la ville.

#### **5.3.3 L'aquaculture :**

Bien que cette valorisation soit encore au stade préliminaire à l'échelle mondiale, elle est déjà mise en œuvre en Inde et dans d'autres pays asiatiques, à la fois comme procédé d'épuration et pour les bénéfices de l'élevage piscicole qui en découle.

#### **5.3.4 Réutilisation des eaux usées en agriculture :**

En raison de la croissance démographique, du développement agricole et de la fréquence des périodes de sécheresse, les besoins en eau ont augmenté et la demande de ressources en eau conventionnelle s'est accrue. Malgré l'utilisation étendue du potentiel des barrages, l'offre d'eau

n'a pas encore atteint un niveau satisfaisant. Face à ce défi, la réutilisation des eaux usées dans l'agriculture s'avère être une solution non conventionnelle capable de résoudre partiellement le problème du manque d'eau pour l'irrigation. Cela se présente comme une réussite double, en développant une nouvelle ressource en eau non conventionnelle tout en utilisant un engrais naturel à faible coût.

En Algérie, au cours de l'année 2019, environ 12 325 269 m<sup>3</sup> d'eaux usées traitées ont été utilisés pour l'irrigation de 11 045 hectares de terres agricoles, ce qui représente un taux de réutilisation des eaux usées épurées en agriculture (REUE) de 31 % du volume traité, selon les informations fournies par l'Office National de l'Assainissement (ONA). Le potentiel de réutilisation des eaux usées épurées à des fins agricoles devrait connaître une augmentation significative en 2020. Parmi les 154 stations d'épuration exploitées par l'ONA à travers les 44 wilayas, 16 stations sont actuellement concernées par la réutilisation des eaux usées épurées en agriculture, et ce nombre devrait augmenter pour atteindre 20 stations.

#### **5.4 Les avantages de la réutilisation des eaux épurées à l'irrigation :**

- Economie d'eau claire.
- Economie de fertilisant.
- Accroissement de rendement.
- Protection de l'environnement.
- Création d'emplois.

#### **5.5 Modelé d'aménagement et mise en valeur des sols :**

##### **5.5.1 Aptitudes culturales :**

Les différentes cultures présentes dans la région d'Aokas :

- Maraîchère : Tomate, piment, poivron, oignon, etc....
- Arboriculture : Olivier, figuier, agrumes.
- Viticulture : Vigne de cuve - Vigne de table.

##### **5.5.2 Choix du type d'irrigation :**

Les systèmes d'irrigation pratiqués dans le domaine de l'agriculture sont, l'aspersion et le goutte à goutte. Si la qualité des eaux utilisées présente une salinité élevée, il faut éviter l'utilisation de l'aspersion car elle provoque les brûlures des feuilles et le bouchage du matériel agricole, de ce fait on préconise un système d'irrigation à la raie. Les pertes par inefficiences (évaporation, percolation et infiltration) sont estimées à 0,75 pour l'irrigation à la raie.

##### **5.5.3 Besoins en eaux des cultures :**

La quantité d'eau à apporter aux cultures dépendra de certains critères :

- L'évapotranspiration potentielle
- Le coefficient cultural
- La pluie efficace
- La réserve facilement utilisable

## **5.6 Conclusion :**

Les décideurs, tant du secteur public que privé, sont confrontés à des choix cruciaux concernant la réutilisation des eaux usées en agriculture. Ils doivent faire face à une augmentation constante des besoins en eau pour répondre à une demande croissante. La gestion intégrée des eaux usées épurées en Algérie, désormais reconnue institutionnellement comme un modèle de partenariat public-privé, représente l'approche la plus efficace et durable pour valoriser et gérer efficacement les eaux usées épurées en réponse à cette augmentation des demandes en eau.

# Chapitre VI

Evaluation des débits et des  
caractéristiques de la région d'étude

## 6 Chapitre 6 : Evaluation des débits et des caractéristiques de la région d'étude

### 6.1 Introduction :

Lors de la conception d'une station d'épuration, il est essentiel d'évaluer les débits et les caractéristiques des eaux usées à traiter, notamment la charge polluante. Ces éléments sont les facteurs clés pour dimensionner les différentes structures d'une station de traitement des eaux usées.

### 6.2 Estimation des charges hydraulique et charges polluantes :

Dans le cadre d'évaluation quantitativement de la pollution, il faut estimer les charges hydrauliques et polluantes pour les deux horizons d'étude (2031 et 2051).

### 6.3 Les charges hydrauliques :

#### 6.3.1 Débit moyen journalier des eaux usées domestiques :

Les rejets d'eau usée dépendent de la consommation d'eau potable et sont liés à la quantité d'eau potable utilisée ainsi qu'au niveau de confort de vie des habitants des zones urbaines. Environ 80% des besoins en eau potable sont rejetés sous forme d'eau usée. Pour calculer le débit d'eau usée domestique, on utilise la formule suivante :

$$Q_{mj, dom} = dot \times N \times C_{rj} \dots\dots\dots (VI,1)$$

Avec :

$Q_{mj, dom}$  : débit moyen journalier des eaux usées domestique ( $m^3/j$ ) ;

Dot : dotation en eaux potable qui est estimé à 200 l/j/hab pour la région d'Aokas

N : nombre d'habitant ;

Crj : coefficient de rejet estimé à 80% de l'eau potable ; [2]

**Remarque :** d'après la D.R.E de Bejaïa, une majoration de ce débit et nécessaire pour bien introduire le débit des équipements présent à Aokas. Cette majoration est estimée à 15% de débit d'eaux usées domestique. [1]

#### 6.3.2 Débit moyen journalier des eaux usées des équipements :

$$Q_{mj, eq} = 0,15 \times Q_{mj, dom} \dots\dots\dots (VI,2)$$

Avec :

$Q_{mj, eq}$  : débit moyen journalier des eaux usées des équipements ( $m^3/j$ )

$Q_{mj, dom}$  : débit moyen journalier des eaux usées domestique ( $m^3/j$ ) ;

#### 6.3.3 Calcul besoin total:

$$Q_{mj, tot} = Q_{mj, dom} + Q_{mj, eq} \dots\dots\dots (VI,3)$$

Avec :

$Q_{mj, tot}$  : débit total des eaux usées ( $m^3/j$ ) ;

$Q_{mj, eq}$  : débit moyen journalier des eaux usées des équipements ( $m^3/j$ )

$Q_{mj, dom}$  : débit moyen journalier des eaux usées domestique ( $m^3/j$ ) ;

### 6.3.4 Débit moyen horaire des eaux usées :

$$Q_{mh} = \frac{Q_{mj\ tot}}{24} \dots\dots\dots (VI,4)$$

Avec :

$Q_{mh}$  : débit moyen horaire des eaux usées (m<sup>3</sup>/h) ;

$Q_{mj,tot}$  : débit total des eaux usées (m<sup>3</sup>/j) ;

### 6.3.5 Débit moyen diurne:

La période de débit moyen diurne des eaux usées correspond à une plage de 16 heures consécutives pendant lesquelles la station d'épuration reçoit le volume le plus élevé d'eaux usées. Cette période s'étend généralement de 8 heures du matin à minuit.

$$Q_d = \frac{Q_{mj\ tot}}{16} \dots\dots\dots (VI,5)$$

Avec :

$Q_d$  : Débit moyen diurne (m<sup>3</sup>/h) ;

$Q_{mj,tot}$  : débit total des eaux usées (m<sup>3</sup>/j) ;

### 6.3.6 Débit de pointe au temps sec :

Il est exprimé par la formule suivante :

$$Q_{pts} = K_P \times Q_{mj\ tot} \dots\dots\dots (VI,6)$$

Avec :

$Q_{pts}$  : débit de point par temps sec (m<sup>3</sup>/j) ;

$Q_{mj,tot}$  : débit total des eaux usées (m<sup>3</sup>/j) ;

$K_p$  : coefficient de pointe qui est estimé à partir de débit moyen ;

$$K_P = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{mj}}} \text{ si } Q_{mj} > 2,8 \text{ l/s}$$

$$K_p=3 \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{si } Q_{mj} < 2,8 \text{ l/s} \end{array} \right.$$

### 6.3.7 Débit de pointe en temps de pluie :

Il est calculé par le débit de pointe en temps sec multiplié par un coefficient de dilution compris entre 3 et 5.

$$Q_{ptp} = (3 \div 5) \times Q_{pts} \dots\dots\dots (VI,7)$$

### 6.3.8 Notion d'équivalent habitant :

L'équivalent habitant est la pollution produite par un habitant et par jour, il est déterminé par la formule suivante :

$$EH = \frac{Q_{mj\ tot} \times 1000}{C_r \times dot} \dots\dots\dots (VI,8)$$

Avec :

$Q_{mj,tot}$  : débit total des eaux usées (m<sup>3</sup>/j) ;

C0.rj : coefficient de rejet estimé à 80% de l'eau potable ;

Dot : dotation en eaux potable qui est estimé à 200 l/j/hab pour la région d'Aokas ;

Les résultats de calcul des débits sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau 11 : Récapitulatif de l'évaluation des débits pour l'horizon 2031 et 2051**

Paramètres	Horizon	
	2031	2051
Types de réseau	unitaire	
Nature des eaux usées	domestique	
Charges hydrauliques		
Habitants	22857	39708
Equivalent habitant (eq.hab)	26286	45665
Dotation (l/hab/jr)	200	200
Coefficient de rejet (%)	80	80
Débit moyen journalier des eaux usées domestique (m <sup>3</sup> /jr)	3657,12	6353,28
Débit moyen journalier eaux usées des équipements (m <sup>3</sup> /jr)	548,57	953
Débit moyen journalier total des eaux usées (m <sup>3</sup> /jr)	4205,69	7306,28
Débit moyen horaire (m <sup>3</sup> /h)	175,24	304,43
Débit moyen diurne (m <sup>3</sup> /h)	262,85	456,64
Coefficient de pointe K <sub>p</sub>	1.85	1.77
Débit de pointe par temps sec (m <sup>3</sup> /jr)	7780,53	12932,12
Débit de pointe par temps de pluie (m <sup>3</sup> /jr)	23341,59	38796,35

#### 6.4 Caractéristique des eaux usées de la zone d'étude :

Les résultats d'analyses des eaux usées de la zone d'étude en 2021, données par la STEP d'Aokas sont résumés dans le tableau suivant : [12]

**Tableau 12: Caractéristique des eaux usées de la région d'Aokas**

Paramètres	Horizon	
	2021	
Types de réseau	unitaire	
Nature des eaux usées	domestique	
Paramètre	unité	valeur
Température	(C°)	26,6
PH		7,92
Conductivité (CE)	mS/cm	2040
MES	mg/l	460
DBO <sub>5</sub>	mg/l	580
DCO	mg/l	640
N-NO <sub>2</sub>	mg/l	0,085
N-NO <sub>3</sub>	mg/l	20,3
Po <sub>4</sub>	mg/l	27,3

**Remarque :** ces données ont été prises par des échantillons une seule fois dans le mois à un moment précis de côté des eaux brutes avant le début de traitement, puis ils sont transférer vers un laboratoire ailleurs puisque la station ne dispose pas d'un laboratoire.

## 6.5 Evaluation des charges polluantes :

### 6.5.1 Charge journalière en DBO<sub>5</sub> :

$$C_{DBO5} = [DBO_5] \times Q_{mj} \times 10^{-3} \dots\dots\dots (VI,9)$$

Avec :

- C<sub>DBO5</sub> : charge moyenne journalière en DBO<sub>5</sub> (Kg/jr) ;
- [DBO<sub>5</sub>] : La concentration moyenne en DBO<sub>5</sub> (mg/l) ;
- Q<sub>mj</sub> : Débit moyen journalier en (m<sup>3</sup>/j) ;

### 6.5.2 Charge moyenne en DCO:

Elle est estimée comme suit :

$$C_{DCO} = [DCO] \times Q_{mj} \times 10^{-3} \dots\dots\dots (VI,10)$$

- C<sub>DCO</sub> : Charge moyenne journalière en DCO (Kg/j) ;
- [DCO] : La concentration moyenne en DCO (mg/l) ;
- Q<sub>mj</sub> : Débit moyen journalier en (m<sup>3</sup>/j).

### 6.5.3 Charge journalière en MES:

$$C_{MES} = [MES] \times Q_{mj} \times 10^{-3} \dots\dots\dots(VI,11)$$

$C_{MES}$ : Charge moyenne journalière en MES (Kg/j);

[MES]: La concentration moyenne en MES (mg/l);

$Q_{mj}$  : Débit moyen journalier en (m<sup>3</sup>/j) ;

### 6.5.4 Charge journalière en phosphore (P) :

$$C_{Po4} = [Po4] \times Q_{mj} \times 10^{-3} \dots\dots\dots(VI,12)$$

CP: Charge moyenne journalière en Phosphore (Kg/j) ;

[P]: La concentration moyenne en Phosphore (mg/l);

$Q_{mj}$  : Débit moyen journalier en (m<sup>3</sup>/j) ;

### 6.5.5 Charge journalière en nitrite (N-NO2) :

$$CN-NO2 = [N-NO2] \times Q_{mj} \times 10^{-3} \dots\dots\dots (VI,13)$$

CN-NO2: Charge moyenne journalière en nitrite (Kg/j)

[N-NO2]: La concentration moyenne en nitrite (mg/l);

$Q_{mj}$  : Débit moyen journalier en (m<sup>3</sup>/j) ;

### 6.5.6 Charge journalière en nitrate (N-NO3) :

$$CN-NO3 = [N-NO3] \times Q_{mj} \times 10^{-3} \dots\dots\dots(VI,14)$$

CN-NO3: Charge moyenne journalière en nitrite (Kg/j)

[N-NO3]: La concentration moyenne en nitrite (mg/l);

$Q_{mj}$  : Débit moyen journalier en (m<sup>3</sup>/j) ;

Récapitulons les charges journalières de différents polluants dans le tableau suivant :

**Tableau 13: les charges journalières des polluants pour l'horizon 2051**

Paramètres		Horizon
		2051
Types de réseau	unitaire	
Nature des eaux usées	domestique	
Charge polluante	unité	Valeur
MES	Kg/jr	3360,89
DBO <sub>5</sub>	Kg/jr	4237,64
DCO	Kg/jr	4676,02
N-NO <sub>2</sub>	Kg/jr	0.62
N-NO <sub>3</sub>	Kg/jr	148,32
Po <sub>4</sub>	Kg/jr	199,46
K= (DCO/DBO <sub>5</sub> )	Kg/jr	1,1

**Remarque :** le coefficient de biodégradabilité **K** des eaux des rejets d'Aokas est de **1,1** ce qui signifie que ces eaux contiennent des matières organiques facilement biodégradables, donc un traitement biologique à boue activée est tout à fait adéquat pour traiter cette eau usée.

## **6.6 Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons commencé par évaluer la pollution présente dans l'effluent de notre zone d'étude, en utilisant des méthodes qualitatives et quantitatives. Dans le cadre de notre travail, nous allons maintenant dimensionner notre future station d'épuration pour l'année 2051, en prenant en compte ces quantités. L'objectif est de prendre en considération l'ensemble de la pollution et les charges hydrauliques afin de réutiliser cet dans l'agriculture.

# Chapitre VII

Dimensionnement de la station  
d'épuration

## 7 Chapitre 7 : dimensionnement de la station d'épuration

### 7.1 Introduction :

En se basant sur les calculs précédant, ce chapitre est destiné pour dimensionner tous les ouvrages existants dans notre station d'épuration pour l'horizon 2051.

Notre station comprendra les ouvrages suivants :

1. Un bassin de stockage.
2. Prétraitement :
  - Dégrilleur grossier
  - Dégrilleur fin
  - Dessablage-déshuilage
3. Traitement primaire :
  - Décanteur primaire
4. Traitement biologique :
  - Bassin d'aération par boue activé
  - Clarificateur
5. Traitement tertiaire :
  - Ozonation
6. Filière traitement des boues :
  - Epaisseur
  - Stabilisation
  - Filtre à bande

**Remarque :** Le dimensionnement de cette partie se basera sur le débit de pointe en temps sec, et cela pour l'horizon 2051 puisque notre région n'a pas trop de pluie annuelle donc on dimensionne un bassin de stockage pour des grands débits.

### 7.2 Dimensionnement du bassin de stockage :

Le bassin de stockage est fait dans notre cas pour stocker l'effluent dans notre cas pour stocker l'effluent en période de crue puisque on va dimensionner avec le débit de pointe temps sec.

#### 7.2.1 Le volume de bassin :

$$V = Q_{pts} * t_s \dots\dots\dots (VII,1)$$

Tel que :

V : le volume de bassin en m<sup>3</sup> ;

Ts : le temps de séjour dans le bassin on prend 12h ;

Donc :  $V = 538,84 * 12 = 6468 \text{ m}^3$

### 7.2.2 La surface :

Pour  $h=4m$  on a :

$$S = \frac{V}{H} = 1617 m^2$$

### 7.2.3 Le diamètre :

$$S = \frac{\pi \times D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \times S}{\pi}} = 45,5m$$

### 7.3 Prétraitement :

Pour le dimensionnement d'un dégrilleur, on doit calculer la surface de la grille donné par la formule de KIRSCHMER :

#### 7.3.1 Largeur de la grille :

$$B = \frac{S \times \sin \theta}{h_{max} \times (1-a) \times c} \dots\dots\dots (VII,2)$$

Avec :

**B**: La largeur de la grille (m).

$\theta$  : Angle d'inclinaison de la grille par rapport à l'horizontal ( $60^\circ$  à  $80^\circ$ ).

**hmax** : Hauteur maximum admissible de l'eau sur une grille,  $h_{max} = (0,15$  à  $1,5)$ .

**a** : Fraction de surface occupée par des barreaux tel que :

$$a = \frac{d}{d+e} \dots\dots\dots (VII,3)$$

**d** : Epaisseur des barreau (cm).

**e** : Espacement des barreaux (cm).

**Tableau 14: Espacement et épaisseur des barreaux**

Paramètre	Grille grossière	Grille fine
d (cm)	2	1
e (cm)	5 à 10	2

**c** : Coefficient de colmatage de grille.

- Pour une grille manuelle,  $c = (0,1$  à  $0,3)$ .
- Pour une grille mécanique,  $c = (0,4$  à  $0,5)$ .

**S** : Surface de passage de l'effluent.

#### 7.3.2 Surface de la grille:

$$S = \frac{Q_{pts}}{a \times V_e \times c} \dots\dots\dots (VII,4)$$

$Q_{pts}$ : débit de pointe en temps sec ( $m^3/j$ )

$V_e$ : Vitesse de passage à travers la grille (m/s), comprise entre **0.3 et 1.4 m/s**.

### 7.3.2.1 Dimensionnement dégrilleur grossier (horizon 2051) :

Les données utilisées pour le dimensionnement du dégrilleur grossier (Grille mécanique) sont :

**Tableau 15: données initiale pour dimensionnement de dégrilleur grossier**

Paramètre	Q <sub>pts</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Ve (m/s)	θ	H <sub>max</sub> (m)	d (cm)	e (cm)	c
valeur	0,15	1,2	80	1	2	5	0,5

D'où :

$$a = \frac{2}{2 + 5} = 0,28$$

$$S = \frac{0,15}{0,28 \times 1,2 \times 0,5} = 0,89m^2$$

$$B = \frac{0,89 \times \sin 80}{1 \times (1 - 0,28) \times 0,5} = 2,43m$$

### 7.3.2.2 Dimensionnement de dégrilleur fin :

Les données de base sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 16: données de base pour dégrilleur fin**

Paramètre	Q <sub>pts</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Ve (m/s)	θ	H <sub>max</sub> (m)	d (cm)	e (cm)	c
valeur	0,15	1,2	80	1	1	0,5	0,5

$$a = \frac{1}{1 + 0,5} = 0,67$$

$$S = \frac{0,15}{0,67 \times 1,2 \times 0,5} = 0,37m^2$$

$$B = \frac{0,37 \times \sin 80}{1 \times (1 - 0,67) \times 0,5} = 2,2m$$

### 7.3.3 Calcul de nombre des barreaux :

$$L = Ne \times e + Nb \times d$$

d : diamètre des barreaux ;

e : espacement des barreaux ;

Ne : nombre d'espacement Ne= Nb+1 ;

Nb : nombre des barreaux ;

$$N = \frac{L - e}{e + d}$$

**7.3.3.1 Dégrillage grossier :**

$$N = \frac{2.43 - 0,05}{0,05 + 0,02} = 20,7 = \mathbf{34 \text{ barreaux}}$$

**7.3.3.2 Dégrillage fin :**

$$N = \frac{2.2 - 0,005}{0,01 + 0,005} = \mathbf{145 \text{ barreaux}}$$

**7.3.4 Calcul des pertes de charge :**

On calcule les pertes de charge par la formule KIRSCHMER :

$$\Delta H = \beta \times \left(\frac{d}{e}\right)^{\frac{4}{3}} \times \sin\theta \times \left(\frac{v^2}{2g}\right) \dots\dots\dots (\text{VII},5)$$

- d : Diamètre des barreaux (cm)
- e : Espacement entre les barreaux (cm)
- θ : Angle d'inclinaison de grille par rapport à l'horizontal
- β : Coefficient qui tient compte de la forme des barreaux
- g : accélération du pesanteur (**g = 9.81 m/s<sup>2</sup>**)
- V : Vitesse d'écoulement dans la grille (**1,2 m/s**)

Les valeurs de β dépendent de la forme des barreaux qui sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 17: valeurs de coefficient β en fonction de type des barreaux**

Type des barreaux	β
Section rectangulaire	2,42
Section rectangulaire arrondi en semi-circulaire à l'amont	1,83
Section rectangulaire arrondi en semi-circulaire à l'amont et à l'aval	1,67
Section circulaire	1,79
Section ovoïde avec une grande largeur à l'amont	0,76

On prend β = 2,42 pour éliminer un maximum de déchets et combler les vides.

**7.3.4.1 Cas d'un dégrilleur grossier:**

$$\Delta H = 2,42 \times \left(\frac{2}{5}\right)^{\frac{4}{3}} \times \sin 80 \times \left(\frac{1,2^2}{2 \times 9,81}\right) = 5,15 \text{ cm}$$

### 7.3.4.2 Cas d'un dégrilleur fin:

$$\Delta H = 2,42 \times \left(\frac{1}{0,5}\right)^{\frac{4}{3}} \times \sin 80 \times \left(\frac{1,2^2}{2 \times 9,81}\right) = 44 \text{ cm}$$

### 7.3.5 Calcul de volume de déchet retenu :

Le volume des déchets retenus par le dégrilleur est fonction de l'espacement entre les barreaux et la qualité des eaux à épurer par la relation suivante :

$$\frac{12}{e} < V_{ret} < \frac{15}{e}$$

#### 7.3.5.1 Grille grossière :

$$V_{ret_{max}} = 15/5 = 3 \text{ L/Eq/an}$$

$$V_{ret_{min}} = 12/5 = 2,4 \text{ L/Eq/an}$$

Donc :

$$V_{max} = \frac{N \times V_{ret_{max}} \times 10^{-3}}{365} = 0,37 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$V_{min} = \frac{N \times V_{ret_{min}} \times 10^{-3}}{365} = 0,3 \text{ m}^3/\text{j}$$

Tel que :

N : le nombre d'équivalent habitant (45665 eq.hab) ;

$V_{ret_{max}}$  : Le volume maximum retenu par la grille par habitant

$V_{ret_{min}}$  : Le volume minimum retenu par la grille par habitant

: Le volume maximum par la grille par jour

$V_{min}$  : : Le volume minimum par la grille par jour

#### 7.3.5.2 Grille fine :

$$V_{ret_{max}} = 15/0,5 = 30 \text{ L/Eq/an}$$

$$V_{ret_{min}} = 12/0,5 = 24 \text{ L/Eq/an}$$

Donc :

$$V_{max} = \frac{N \times V_{ret_{max}} \times 10^{-3}}{365} = 3,75 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$V_{min} = \frac{N \times V_{ret_{min}} \times 10^{-3}}{365} = 3 \text{ m}^3/\text{j}$$

On résume ci-dessous les calculs de dégrilleur :

**Tableau 18: récapitulatif de dimensionnement de dégrilleur**

<b>Horizon 2051 avec <math>Q_{pts}=0,15 \text{ m}^3/\text{s}</math></b>			
<b>Paramètre</b>	<b>unité</b>	<b>Grille grossière</b>	<b>Grille fin</b>
<b>La hauteur d'eau (<math>h_{max}</math>)</b>	<b>M</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Epaisseur des barreaux (d)</b>	<b>Cm</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Espacement des barreaux (e)</b>	<b>M</b>	<b>5</b>	<b>0,5</b>
<b>Largeur de la grille (B)</b>	<b>M</b>	<b>2.43</b>	<b>2.2</b>
<b>Surface (S)</b>	<b>M<sup>2</sup></b>	<b>0,89</b>	<b>0,35</b>
<b>Perte de charge (<math>\Delta H</math>)</b>	<b>cm</b>	<b>5.15</b>	<b>44</b>
<b>Volume maximal des déchets (<math>V_{max}</math>)</b>	<b>M<sup>3</sup>/j</b>	<b>0.37</b>	<b>3,75</b>
<b>Volume minimal des déchets (<math>V_{min}</math>)</b>	<b>M<sup>3</sup>/j</b>	<b>0,3</b>	<b>3</b>
<b>Nombre des barreaux</b>	<b>/</b>	<b>34</b>	<b>145</b>

#### **7.4 Dimensionnement du dessablage-déshuilage :**

Dans le cas des eaux usées urbaines le dessableur et le dégraisseur sont réalisées dans le même ouvrage à condition de prendre l'ouvrage dont le volume est plus grand (généralement le dégraisseur).

##### **7.4.1 Dimensionnement de dessableur-desuilleur :**

Le dessableur est une structure où les particules denses, qui ont une vitesse d'écoulement inférieure à 0,3 m/s, se déposent. Ces particules comprennent principalement les sables. Il est préférable de les récupérer en amont de la station plutôt que de les laisser s'accumuler en certains points, tels que les bassins d'aération. En effet, leur accumulation peut réduire la durée de vie des pièces métalliques des pompes et d'autres équipements en raison de l'effet abrasif qu'ils causent, et ils peuvent également obstruer les canalisations.

L : Longueur du bassin (m)

H : Profondeur du bassin (**H = 3 à 5m**)

Vs : La valeur de Vs est comprise **10 à 15 m/h** pour un débit de pointe en temps de sec ( $Q_{pts}$ ).

: Le temps de séjour de **8 à 15 minutes** pour le dégraisseur.

Les données utilisées sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau 19: données de base pour dimensionnement de dessableur-desuilleur**

<b>Paramètres</b>	<b><math>Q_{pts}</math> (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>H (m)</b>	<b>Vs (m/h)</b>	<b>T<sub>s</sub> (min)</b>
<b>valeur</b>	<b>538,84</b>	<b>4</b>	<b>15</b>	<b>15</b>

#### 7.4.2 Le volume de bassin :

$$V = Q_{pts} * t_s \dots\dots\dots (VII,6)$$

$$V = 538,84 * 15/60 = 135 m^3$$

#### 7.4.3 La surface horizontale ( $S_h$ ):

$$S_h = \frac{Q_{pts}}{V_s} = \frac{538,34}{15} = 36 m^2$$

##### 7.4.3.1 La largeur :

On prend une surface horizontale telle que  $L = 2 * l$

$$S_h = L * l \dots\dots\dots (VII,6)$$

Donc :

$$l = \sqrt{\frac{S_h}{2}} = \sqrt{\frac{36}{2}} = 4,5 \text{ m}$$

##### 7.4.3.2 La longueur :

$$L = 2 * l = 2 * 4 = 8 \text{ m}$$

#### 7.4.4 Le volume d'air à insuffler dans le dessaleur :

Le débit d'air à insuffler est égal à  $0,3 m^3$  d'eau/ $m^3$  d'air

Donc :

$$Q_{air} = Q_{pts} * Q_{air} \dots\dots\dots (VII,7)$$

$$Q_{air} = 0,3 * 538,84 = 161,652 m^3 \text{ d'air/h}$$

#### 7.4.5 Calcul des quantités de matières éliminées par le dessableur-dégraisseur :

Le dessableur élimine 80% des matières minérales (MM) dans les eaux usées. La matière minérale représente 20% de MES et les 80% restants représentent les (MVS).

$$\text{On a :} \quad \text{MES} = 80\% \text{ MVS} + 20\% \text{ MM}$$

Tel que  $\text{MES} = 3360,89 \text{ kg/j}$

- Les matières minérales totales :  $\text{MM} = 0,20 * 3360,89 = 672,178 \text{ kg/j}$
- Les matières volatiles en suspension :  $\text{MVS} = 0,80 * 3360,89 = 2688,172 \text{ kg/j}$
- Les matières minérales éliminées par le dessableur :  $\text{MM}_e = 0,80 * 672,178 = 537,742 \text{ kg/j}$
- Les matières minérales à la sortie de dessableur :  $\text{MM}_s = 672,178 - 537,742 = 134,436 \text{ kg/j}$
- MES sortant du dessableur :  $\text{MES}_s = 2688,172 + 134,436 = 2822,608 \text{ kg/j}$

Récapitulons les calculs dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 20: Récapitulatif de calcul de dessableur-deshuilleur**

<b>Paramètre</b>	<b>Unité</b>	<b>Valeur</b>
<b>Volume (m)</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>135</b>
<b>Surface horizontale (Sh)</b>	<b>M<sup>2</sup></b>	<b>36</b>
<b>Hauteur (H)</b>	<b>M</b>	<b>4</b>
<b>Longueur (L)</b>	<b>M</b>	<b>8</b>
<b>Largeur (l)</b>	<b>M</b>	<b>4,5</b>
<b>Temps de séjour par temps sec ( )</b>	<b>Min</b>	<b>15</b>
<b>volume d'air à insuffler (Qair)</b>	<b>m<sup>3</sup> d'air/h</b>	<b>161,652</b>
<b>Matières minérales totales (MM)</b>	<b>kg/j</b>	<b>672,178</b>
<b>Matières volatiles en suspension (MVS)</b>	<b>kg/j</b>	<b>2688,172</b>
<b>Matières minérales éliminées (MMe)</b>	<b>kg/j</b>	<b>537,742</b>
<b>Matières minérales à la sortie (MMs)</b>	<b>kg/j</b>	<b>134,436</b>
<b>MES sortant (MESS)</b>	<b>kg/j</b>	<b>2822,608</b>

## 7.5 Traitement primaire :

### 7.5.1 Dimensionnement du décanteur primaire (décantation physique) :

On va dimensionner un décanteur d'une forme circulaire pour des raisons économiques avec les caractéristiques suivantes :

on a :  $V_c = 2 \text{ m/h}$   
 $t_s = (1 \text{ à } 2) \text{ h}$   
 $h = (2 \text{ à } 6) \text{ m}$

Tel que :

$V_c$  : la vitesse de chute (charge superficielle) ;

$T_s$  : temps de séjour (h) ;

$H$  : la hauteur d'eau (m) ;

#### 7.5.1.1 Calcul de volume de décanteur primaire :

$$V_{dp} = Q_{pts} * t_s \dots\dots\dots (VII,10)$$

$$V_{dp} = 538,84 * 1 = 539 \text{ m}^3$$

### 7.5.1.2 Calcul de surface de décanteur :

$$S_h = \frac{539}{2} = 269.5 m^2$$

### 7.5.1.3 Calcul de la hauteur :

$$H = \frac{539}{269.5} = 2 \text{ m}$$

### 7.5.1.4 Calcul de diamètre :

$$D = \sqrt{\frac{4 \times S}{\pi}} = 18.5 \text{ m}$$

## 7.5.2 Evaluation des charges :

Sachant que le décanteur primaire par coagulation-floculation élimine 35% de DCO, DBO5 et 75% de MES, ce tableau récapitule les charges éliminées par le décanteur primaire :

**Tableau 21: Evaluation des charges éliminées par le décanteur**

<b>polluants</b>	<b>entrée(mg/l)</b>	<b>Sortie (mg/l)</b>	<b>entrée(kg/j)</b>	<b>sortié (kg/J)</b>
DBO5	580	377	4237,64	2754,466
DCO	640	416	4676,02	3039,413
MES	210	52.5	2822,608	720,652

Récapitulatif des résultats des calculs du décanteur primaire :

**Tableau 22: résultat de calcul de traitement primaire**

<b>Paramètre</b>	<b>Unité</b>	<b>Valeur</b>
Volume	m <sup>3</sup>	539
Surface horizontale ( <b>Sh</b> )	M <sup>2</sup>	269,5
Hauteur (H)	m	2
Diametre	m	18,5
Temps de séjour pour le debit de pointe en temps sec ( )	h	1
la charge DBO5 éliminée par le décanteur	kg/j	1483,174
la charge DCO éliminée par le décanteur	kg/j	1636,607
la charge DBO5 à la sortie du bassin	kg/j	2754,466
la charge DCO à la sortie de bassin	kg/j	3039,413
les matières en suspension éliminées par le décanteur	g/j	2116,956
les matières en suspension à la sortie de décanteur	kg/j	720,652

Remarque : d'après les résultats présentés dans ce tableau, on peut dire que la valeur de MES est inférieure à la norme, par contre pour il faut éliminer la DCO et DBO5

## 7.6 Traitement secondaire :

La station d'épuration de la ville d'Aokas est par boues activées, alors nous devons calculer le rendement d'élimination pour justifier le choix du procédé (faible charge, moyenne charge ou bien forte charge), le procédé est classé selon la charge volumique ( $C_v$ ) et la charge massique ( $C_m$ ).

Classement des réacteurs biologiques selon leurs rendements et leurs charges :

**Tableau 23: charge volumique ( $C_v$ ) et la charge massique ( $C_m$ ) en fonction de rendement des réacteurs biologiques**

Caractéristiques	Moyenne et forte charge	Très forte charge
Type de remplissage	Plastique	Plastique
Charge hydraulique .....( $m^3 \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$ )	1,8	1,6 - 8
Charge volumique .....( $kg\ DBO_5 \cdot m^{-3} \cdot j^{-1}$ )	0,6 - 3,2	> 3
Taux de recirculation	1 - 2	0 - 2
Hauteur ..... (m)	3 - 8	3 - 6
Rendement en $DBO_5$ .....(%)	60 - 90	40 - 70
Nitrification	Non	Non

### 7.6.1 Calcul de taux d'abattement :

$$R = \frac{\text{Concentration de } DBO_5 \text{ entrée} - \text{Concentration de } DBO_5 \text{ sortie}}{\text{Concentration de } DBO_5 \text{ entrée}} \times 100$$

Donc :

$$R = \frac{377-30}{377} \times 100 = 92\%$$

D'après le taux d'abattement, le type de procédés par boues activées est un procédés à faible charge, tel que :

- La charge massique :  $0,1 < C_m < 0,25\ Kg\ DBO_5 \cdot KgMS^{-1}j^{-1}$ .
- La charge volumique :  $0,3 < C_v < 0,7\ Kg\ DBO_5 \cdot m^{-3}j^{-1}$

### 7.6.2 Dimensionnement du bassin d'aération :

#### 7.6.2.1 Le volume de bassin :

$$C_v = \frac{S_0}{V} \dots\dots\dots (V,11)$$

La charge volumique en ( $Kg\ DBO_5 \cdot m^{-3}j^{-1}$ ) :

$S_0$  : La charge en  $DBO_5$  à l'entrée du bassin d'aération en ( $Kg/j$ ) ;

$V$  : Le volume du bassin en ( $m^3$ ) ;

Donc :

$$V_{ba} = \frac{S_0}{C_v} = \frac{2754,466}{2} = 3935 \text{ m}^3$$

**7.6.2.2 La hauteur de bassin :**

H est compris entre 3 et 5 m, on prend **H = 3 m**

**7.6.2.3 La surface horizontale du bassin :**

$$Sh = \frac{V_{BA}}{h} = 1312 \text{ m}^2$$

**7.6.2.4 Longueur et Largeur du bassin :**

$$L = 2 * l \dots\dots\dots (VII,12)$$

Et:

$$Sh = L * l = 2 * l^2$$

Donc:

$$l = \sqrt{\frac{Sh}{2}} = 25.5 \text{ m}$$

Et :

$$L = 2 * l = 51.5 \text{ m}$$

**7.6.3 Calcul des charges :**

**7.6.3.1 La charge polluante en DBO<sub>5</sub> à la sortie du bassin (L<sub>s</sub>) :**

$$L_s = 30 * 10^{-3} * Q_j = 30 * 10^{-3} * 12932,12 = 387,96 \text{ kg DBO}_5/\text{j}$$

**7.6.3.2 La charge polluante en DBO<sub>5</sub> éliminée (L<sub>e</sub>) :**

$$L_e = L_o - L_s \dots\dots\dots (VII,13)$$

Donc

$$L_e = 2754,466 - 387,96 = 2366,506 \text{ kg DBO}_5/\text{j}$$

**7.6.3.3 La masse des boues dans le bassin (X<sub>a</sub>) :**

$$C_m = \frac{L_o}{X_a} \dots\dots\dots (VII,14)$$

Donc :

$$X_a = \frac{L_o}{C_m} = \frac{2754,466}{0,25} = 11017,864 \text{ kg}$$

**7.6.3.4 Concentration de boues dans le bassin :**

$$[X_a] = \frac{X_a}{V_{ba}} = \frac{11017,864}{3935} = 2.8 \text{ kg/m}^3$$

**7.7 Besoin en oxygène:**

La quantité théorique d'oxygène donnée par la relation :

$$q_{o2} = a * L_e + b * X_a \dots\dots\dots (VII,15)$$

**qo2** : Besoin en oxygène en (kgO2/j) ;

**à** : Coefficient déterminant la fraction d'oxygène consommée pour fournir de l'énergie de synthèse. **à = 0.65 (faible charge)**;

**Le** : La charge en DBO5 éliminé en (kg DBO5/j) ;

**b`** : Coefficient cinétique de la respiration endogène. **b` = 0,065 (faible charge)** ;

**Xa** : La masse total de boues présente dans le bassin d'aération (kg) ;

Donc :  $q_{O_2} = (0,65 * 2366,506) + (0,065 * 11017,864) = 2254,39 \text{ kg O}_2/\text{j}$

## 7.8 Détermination des caractéristiques de l'aérateur :

### 7.8.1 Les besoins réels en oxygène :

Pour le calcul des besoins réels, on utilise le coefficient correctif (Tc) ou bien Coefficient global de transfert (C.G.T). D'où la capacité réelle est calculée par la formule suivante :

$$Q'O_2 = \frac{qO_2}{Tc} \dots\dots\dots(\text{VII},16)$$

Tc : coefficient correctif, on le prend à 0.85 pour une eau usée urbaine.

Donc :  $Q'O_2 = \frac{2254,39}{0,85} = 2652,22 \text{ kg O}_2/\text{j}$

$$Q'O_{2,h} = \frac{2652,22}{24} = 110,51 \text{ kg O}_2/\text{j}$$

### 7.8.2 Besoins en énergie de l'aération :

Les aérateurs de surface sont généralement compris entre 1 et 2 kgO2/Kwh pour un aérateur à vitesse faible les valeurs sont comprises entre 1.5 à 2 kgO2/Kwh, on prendra  $E_a = 2 \text{ kgO}_2/\text{Kw}$  heur simple, «Modélisation 1D du comportement d'un clarificateur à partir du logiciel GPSX,» May 2020.

$$E = \frac{Q'O_{2,h}}{E_a} \dots\dots\dots(\text{VII},17)$$

Tel que :

E : Puissance nécessaire à l'aérateur en (Kw)

q'O2horaire : Quantité horaire d'oxygène nécessaire (kgO2/h)

Ea : Quantité d'oxygène par unité de puissance (kgO2/Kwh)

Donc

$$E = \frac{110,51}{2} = 55,25 \text{ Kw}$$

### 7.8.3 Puissance d'agitation :

$$E_b = sh \times P_c \dots\dots\dots(\text{VII},18)$$

Eb : Puissance d'agitation en (Kw)

Sh : surface horizontale du bassin en (m²)

Pa : puissance par m² du bassin, Pa varie entre 70 et 80 w/m². On prendra  $P_a = 75 \text{ W/m}^2$

Donc :

$$E_b = 1312 \times 75 = 98,4 \text{ Kw}$$

**7.8.4 Nombre d'aérateur :**

$$n = \frac{E}{Eb} = \frac{55,25}{98,4} = 1$$

**7.9 Bilan des boues :**

**7.9.1 Calcul de la quantité des boues en excès :**

La quantité de boues en excès est déterminée par la formule d'Eckenfelder :

$$\Delta x = X_{min} + X_{dur} + a_m * L_e - b * X_a - X_{eff} \dots\dots\dots (VII,19)$$

**X<sub>min</sub>** : Boues minérales (20% de MES) en (kg/j) ;

**X<sub>dur</sub>** : Boues difficilement biodégradable (20% de MVS) en (kg/j) ;

**a<sub>m</sub>** : Coefficient de rendement cellulaire (augmentation de la biomasse par (élimination de DBO<sub>5</sub>), **a<sub>m</sub> = 0,5** ;

**L<sub>e</sub>** : Quantité de DBO<sub>5</sub> éliminée en (kg/j) ;

**b** : Fraction de la masse cellulaire éliminer par jour en respiration endogène, **b= 0,06**

**X<sub>a</sub>** : Masse totale journalier de MVS dans le bassin (**kg**) ;

**X<sub>eff</sub>** : Fuite de MES avec l'effluent (dépend des normes de rejet, on adopte généralement 30 mg/l) ;

On a:  $MESs = 720,652 \text{ kg/j}$

Donc:  $X_{min} = 20\% \text{ MESs} = 144,13 \text{ kg/j}$

$$X_{dur} = 20\% \text{ MVS} = 20\% * 80\% * \text{MESs} = 115,30 \text{ kg/j}$$

On trouve en final :

$$\Delta B = 114,13 + 115,3 + (0,5 * 2366,506) + (0,06 * 11017,864) - 240,58 = 1833,175 \text{ Kg/j}$$

**7.9.2 La concentration des boues en excès :**

$$X_m = \frac{1200}{I_m} \dots\dots\dots (VII,20)$$

**X<sub>m</sub>** : Concentration des boues en excès en (**kg/m<sup>3</sup>**) ;

**I<sub>m</sub>** : Indice de MohIman. C'est le volume en (m) occupée par un gramme de boue après ½ heure de décantation.

- Si  $80 < I_m < 150$  : les boues sont biens décantables ;
- Si  $I_m > 150$  : risque d'une mauvaise décantation et les boues recyclées seront claires ;
- Si  $I_m < 80$  : boues sont très minérale et peu actives ;

On prend : **I<sub>m</sub> = 130**

Donc:  $X_m = 1200 / 140 = 8,57 \text{ kg/m}^3$

### 7.9.3 Débit de boues en excès :

$$Q_{\text{excès}} = \frac{\Delta B}{X_m} = \frac{1833,175}{8,57} = 213,9 \frac{m^3}{j}$$

### 7.9.4 Le taux de recyclage :

$$R = \frac{100 \times [X_a]}{\frac{1200}{I_m} - [X_a]} = 48,52\%$$

### 7.9.5 Débit de boues recyclées :

$$Q_r = R * Q_j \dots\dots\dots(VII,21)$$

Donc :

$$Q_r = 0,485 * 12932,12 = 6272,07 \text{ m}^3/\text{j}$$

### 7.9.6 Age de boues :

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

$$A_b = \frac{X_a}{\Delta B} = \frac{11017,864}{1833,175} = 6jr$$

### 7.10 Dimensionnement de clarificateur :

La charge superficielle (la vitesse ascensionnelle  $V_{as} = 0,1$  à  $1,25$  m/h), on prend  **$V_{as} = 1$  m/h.**

Le temps de séjour  $t_s = 2$  à  $3$  h, on prend  **$t_s = 2$ h.**

La hauteur du clarificateur  $H = 3.8$  m.

#### 7.10.1 La surface totale du clarificateur :

$$S_c = \frac{Q_p t_s}{V_{as}} = \frac{538,84}{1} = 538,84 \text{ m}^2$$

#### 7.10.2 Le volume total :

$$V = Q_p t_s * t_s = 538,84 * 2 = 1077,68 \text{ m}^3$$

#### 7.10.3 Diamètre du clarificateur :

$$D_c = \sqrt{\frac{4 \times S_c}{\pi}} = 26,2 \text{ m}$$

On récapitule tous les calculs de traitement biologique dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 24: récapitulatif de dimensionnement de traitement biologique**

Paramètres	Unité	Horizon 2051
<b>Bassin d'aération</b>		
Le débit de pointe en temps sec (Qpts)	m <sup>3</sup> /h	<b>538,84</b>
Volume du bassin (V)	M <sup>3</sup>	<b>3935</b>
Temps de séjour	H	<b>1,7</b>
La surface horizontale du bassin(Sh)	M <sup>2</sup>	<b>1312</b>
Hauteur (H)	M	<b>3</b>
Longueur (L)	M	<b>51.5</b>
Largeur (l)	M	<b>25.5</b>
La charge en DBO5 éliminée dans le bassin (Le)	kg /j	<b>2366,506</b>
Concentration de boues dans le bassin ([Xa])	kg / m <sup>3</sup>	<b>2.8</b>
La charge en DBO5 à la sortie du bassin ([Ls])	kg DBO5/j	<b>387.96</b>
<b>Besoin en oxygène</b>		
Besoin en oxygène (qo <sub>2</sub> )	kg o <sub>2</sub> /j	<b>2254,39</b>
<b>Bilan de boues</b>		
La quantité de boues en excès (ΔB)	kg/j	<b>1833,175</b>
Concentration des boues en excès (X <sub>m</sub> )	kg/m <sup>3</sup>	<b>8,57</b>
Débit de boues en excès (Q <sub>excés</sub> )	m <sup>3</sup> /j	<b>213,91</b>
Le taux de recyclage en (R)	%	<b>48.52</b>
Débit de boues recyclées (Q <sub>r</sub> )	m <sup>3</sup> /j	<b>6272,07</b>
Age des boues (A <sub>b</sub> )	Jr	<b>6</b>

### 7.11 Traitement tertiaire :

Pour notre station on va compléter le traitement primaire et secondaire et la meilleure façon pour éliminer la DCO dure plus la désinfection c'est l'ozonation puisque 2g d'ozone élimine 1g de la DCO avec un temps de contact pris entre 20 et 30 minute.

#### 7.11.1 Dimensionnement de bassin d'ozonation :

$$\text{Besoin en O}_3 = [\text{DCO}]_r * [\text{O}_3] \dots\dots\dots (\text{VII},22)$$

[DCO]<sub>r</sub> : la DCO sortie de décanteur primaire égale à 3039,413 kg/j

[O<sub>3</sub>]: la dose nécessaire d'O<sub>3</sub> pour 1g de la DCO ;

Donc : 
$$\text{Besoin en O}_3 = 3039,413 * 2 = \mathbf{6078,826 \text{ kg/jr}}$$

### 7.11.2 Le volume de bassin :

$$V_o = Q_{pts} * T_c \dots\dots\dots (VII,23)$$

Donc :  $V_o = 0,15 * 30 * 60 = 270 \text{ m}^3$

### 7.12 Filière de boues :

Le traitement des boues a pour but de diminuer leur teneur en eau et à réduire de manière efficace leur charge polluante et fermentescible. Les boues sont des particules solides non retenues par les procédés de traitement de l'eau (dégradation et séparation des polluants de l'eau).

#### 7.12.1 Dimensionnement de l'épaississeur :

##### 7.12.1.1 Boues issue de décanteur primaire :

$$B_{II} = X_m = 8,57 \text{ kg/m}^3$$

##### 7.12.1.2 Débit journalier de boues entrant dans l'ouvrage ( $X_{B II}$ ) :

$$X_{B II} = Q_{\text{exces}} = 213,91 \text{ m}^3/\text{jr}$$

##### 7.12.1.3 Volume de l'épaississeur ( $V_e$ ) :

$$V_e = X_{B II} * T_s \dots\dots\dots (VII,24)$$

Tel que:

$T_s$  : Temps de séjour, on prendra  $T_s = 2 \text{ jr}$  ;

$$V_e = 213,91 * 2 = 427,82 \text{ m}^3$$

##### 7.12.1.4 Surface de l'épaississeur ( $S_e$ ) :

$$S_e = \frac{V_e}{H} \dots\dots\dots (VII,25)$$

Tel que : la hauteur H varie entre 3 et 4 m, on prend :  $H = 4 \text{ m}$

Donc :

$$S_e = \frac{427,82}{4} = 107 \text{ m}^2$$

##### 7.12.1.5 Diamètre de l'épaississeur :

$$D_e = \sqrt{\frac{4 * S_e}{\pi}} = 11,7 \text{ m}$$

### 7.12.1.6 Débit des boues sorties de l'épaississeur :

$$Q_{be} = \frac{\Delta B}{C_{be}} \dots\dots\dots (VII,26)$$

Avec :

$C_{be}$  : la concentration des boues entre 80 et 100 g/l, on prend  $C_{be} = 90 \text{ g/l}$

Donc :

$$Q_{be} = \frac{1833,175}{90} = 20,37 \text{ m}^3/\text{jr}$$

**Tableau 25: résultats de dimensionnement de l'épaississeur**

Paramètre	Unité	Valeur
Volume de l'épaississeur $V_e$	m <sup>3</sup>	427,82
Surface horizontale ( $S_e$ )	M <sup>2</sup>	107
Hauteur (H)	m	4
Diamètre (D)	m	11,7
Temps de séjour ( )	j	2
Débit des boues à la sortie $Q_{be}$	M <sup>3</sup> /j	20,37

### 7.12.2 Déshydratation mécanique :

Cette technique permet de réduire la teneur en eau des boues à un taux compris entre 45 et 85 %. Les moyens de déshydratation mécanique les plus utilisés sont :

- Filtration sous vide ;
- Filtration sous pression (filtre à bande et filtre presse) ;
- Centrifugation

#### 7.12.2.1 Stabilisation des boues :

Le traitement de stabilisation est indispensable afin d'assurer la réduction de leur pouvoir fermentescible. Il existe divers types de stabilisation des boues :

- Stabilisations biologique aérobie ou anaérobie ;
- Stabilisation chimique (ajout de flocculant tels que le chlorure ferrique, utiliser avec de la chaux) ;
- Stabilisation thermique ;
- Pour notre cas, on opte pour la déshydratation mécanique par filtre à bande :
- Siccité des boues à déshydrater ( $SF$ ) : **3%**
- La quantité des boues extraites de l'épaississeur vers la déshydratation : **20,37 m<sup>3</sup>/j**
- Siccité après déshydratation ( $SF$ ) : **15% à 18%**
- Quantité de boue à traiter par jour : **1833,175 kg/j**

**7.12.2.2 Quantité des boues à traiter par heure :**

$$\Delta_{xt,h} = \frac{\Delta B}{T} \dots\dots\dots (VII,27)$$

Avec :

T : Durée de fonctionnement retenue **T= 8 h/j**

Donc :

$$\Delta_{xt,h} = \frac{1833,175}{8} = 229,22 \text{ kg/h}$$

**7.12.2.3 La quantité de boues extraites de déshydratation :**

$$Q_b = \frac{\Delta B}{Sf} \dots\dots\dots (VII,28)$$

Avec :

$\Delta B$  : Quantité des boues à traiter par jour (Kg/j)

Sf : Siccité des boues (%), on prendra **Sf = 15%**

$$Q_b = \frac{1833,175}{0,15 * 10 - 3} = 12,22 \text{ m}^3/\text{jr}$$

**7.12.2.4 La largeur de la bande:**

$$l = \frac{\Delta B t, h}{150} \dots\dots\dots (VII,29)$$

Avec :

La valeur 150 est la capacité de filtration et elle est en **Kg MS/h/m**

$$l = \frac{\Delta B t, h}{150} = \frac{229,22}{150} = 1,7 \text{ m}$$

**7.12.3 Les matières sèches:**

$$MS = (\Delta B / 1000) * 5 \dots\dots\dots (VII,30)$$

$$MS = 9,17 \text{ kg}$$

Paramètre	Unité	Valeur
Quantité des boues à traiter par heure ( $\Delta B$ ,)	<b>Kg/h</b>	229,22
La quantité de boues extraites de déshydratation ( <b>Qb</b> )	<b>m<sup>3</sup>/j</b>	12,22
La largeur de la bande (L)	m	1,7
Les matières sèches (MS)	kg	9,17

**Tableau 26: résultat final de dimensionnement de filtre à bande**

#### 7.12.4 Evaluation des charges après traitement :

Après l'application de cette série de traitements appropriés visant à respecter les normes de rejet et à permettre la réutilisation des eaux en agriculture, voici un tableau récapitulatif des charges polluantes par rapport aux normes de rejet :

**Tableau 27: Evaluation des charges après traitement**

<b>Paramètre</b>	<b>Unité</b>	<b>Valeur</b>	<b>Norme</b>
<b>Qrej</b>	m <sup>3</sup> /j	12932,12	N/A
<b>DBO5</b>	Mg/l	30	30
<b>DCO</b>	Mg/l	< 90	90
<b>MES</b>	Mg/l	20	30
<b>P</b>	Mg/l	< 27,3	10
<b>N-NO3</b>	Mg/l	20,3	30
<b>N-NO2</b>	Mg/l	0,085	30

Le dimensionnement a été réalisé de manière à produire une eau conforme aux normes de réutilisation des eaux usées traitées (EUT) pour l'agriculture dès le traitement tertiaire. En cas de concentrations élevées de la DCO dure, la désinfection, nous avons prévu un traitement tertiaire comprenant l'utilisation de l'ozone. Ces traitements permettront d'éliminer tous les polluants résistants aux traitements précédents, ce qui nous permettra d'obtenir une eau de haute qualité pour approvisionner l'irrigation des parcelles à proximité de la station.

Les calculs effectués dans ce chapitre nous permettent de conclure que la superficie de terrain réservée pour la station d'épuration, qui est de 10164 m<sup>2</sup>, est suffisante pour accueillir les différents ouvrages ainsi que leurs accessoires.

### 7.13 Profil hydraulique :

Le profil hydraulique nous donne les différents niveaux d'eau le long de la station et nous renseigne la position de la ligne de charge.

On a les cotes moyennes de terrain naturel représenté dans le tableau suivant :

**Tableau 28: Cote de terrain naturel de site**

Désignation	Cote de terrain naturel (CTN)
Bassin de stockage	5
Dégrillage	5
Dessablage-déshuilage	5
Bassin de coagulation	5
Bassin de floculation	5
Décanteur primaire	5
Bassin d'aération	5
Clarificateur	5
Bassin d'ozonation	5

#### 7.13.1 Dimensionnement des conduites reliant les ouvrages :

$$\Delta H = \frac{K \times L \times Q^\beta}{D^m} = C_{PA} - C_{PB} \dots\dots\dots (VII, 31)$$

Avec :

K : Coefficient de perte de charge, K = 0,001052

Qe : Débit entrant, Q = 0,093 m<sup>3</sup>/s.

L : Longueur de la conduite en (m).

β : Coefficient dépendant du régime d'écoulement, β = 1,77

m : Coefficient dépendant du type de matériau de la conduite, m = 4,774.

D : Diamètre de la conduite en mm.

C<sub>PA</sub>: Cote du piézométrique d'eau au point A (m).

C<sub>PB</sub>: Cote du piézométrique d'eau au point B (m).

#### 7.13.2 Calcul des longueurs des conduites reliant les ouvrages :

Pour tous nos calculs on utilisera les longueurs équivalentes pour tenir compte de la perte de charge singulières.

Avec :

$$L_{eq} = 1,05 \times L_{réelle} \dots\dots\dots (VII, 32)$$

**Tableau 29: Longueurs des conduites reliant les ouvrages**

Désignation	L <sub>réelle</sub>	L <sub>eq</sub>
Dégrilleur- dessableur/déshuileur	10	10,5
Déshuileur- bassin de coagulation	13	13,65
B.coagulation- B.floculation	12	12,6
B.Floculation- Décanteur primaire	18	18,9
Décanteur primaire – bassin d’aération	18	18,9
Bassin d’aération- clarificateur	18	18,9
Clarificateur- ozonation	18	18,9

**7.13.2.1 Diamètre :**

$$D(m) = \sqrt[m]{\frac{K \times L \times Q^\beta}{C_{PA} - C_{PB}}} \dots\dots\dots (VII,33)$$

Les valeurs des coefficients m, K, β dépendent du type du matériau, les valeurs sont résumés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 30: Valeurs de K, m et β**

Matériau	K	m	Q
Acier	0,00179 à 0,001735	5,1 à 5,3	1,9 à 2
Fonte	0,00179 à 0,001735	5,1 à 5,3	1,9 à 2
Amiante ciment	0,00118	4,89	1,85
Plastique	0,001052	4,774	1,77

On va travailler avec le **PVC** comme matériau donc on prend :

$$K = 0,001052 ; m = 4,774 ; \beta = 1,77$$

**7.13.2.2 Calcul des cotes piézométriques entre les différents tronçons :**

$$\frac{P_A}{\rho g} + \frac{V_A^2}{2g} + Z_A = \frac{P_B}{\rho g} + \frac{V_B^2}{2g} + Z_B + \Delta H \dots\dots\dots (VII,34)$$

Avec :  
 $\frac{P_A}{\rho g}$  et  $\frac{P_B}{\rho g}$  : Energies de pression dans les sections A et B ;

$\frac{V_A^2}{2g}$  et  $\frac{V_B^2}{2g}$  : Energies cinétiques entre A et B;

Z<sub>A</sub> Et Z<sub>B</sub> : Cotes des points A et B ;

ΔH<sub>A-B</sub>: Pertes de charges dans le tronçon (A-B) ;

On néglige les énergies cinétiques puisque la vitesse est très faible donc :

$$\frac{P_A}{\rho g} + Z_A = \frac{P_B}{\rho g} + Z_B + \Delta H_{A-B}$$

On met :

$$\frac{P_A}{\rho g} = H_A \quad \text{et} \quad \frac{P_B}{\rho g} = H_B$$

Donc on aura :

$$H_A + Z_A = H_B + Z_B + \Delta H_{A-B}$$

$$C_{PA} = H_A + Z_A$$

$$C_{PB} = H_B + Z_B$$

CPA: Cote piézométrique au point A;

CPB: Cote piézométrique au point B ;

$$C_{PA} = C_{PB} + \Delta H_{A-B}$$

On récapitule les résultats finals dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 31 : résultat final de calcul hydraulique**

Désignation	CTN (m)	Cr (m)	He (m)	Cp (m)	L (m)	Cp1A-CpB (m)	DN (mm)
Dégrilleur	5	7	1	8	10,5	0,5	200
Dessableur-déshuilleur	5	3,5	4	7,5	13,65	0,5	200
B. coagulation	5	4,5	2,5	7	12,6	0,5	200
B. floculation	5	4	2,5	6,5	18,9	0,5	250
B. primaire	5	4	2	6	18,9	0,5	250
B. aération	5	2,5	3	5,5	18,9	0,5	250
Clarificateur	5	1	4	5	18,9	0,5	250
Ozonation	5	1,5	3	4,5			

#### **7.14 Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons dimensionnés les différents ouvrages de la station d'épuration de la région d'Aokas pour l'horizon 2051, pour une éventuelle réutilisation en irrigation.

Le procédé choisi pour traiter les eaux résiduaires de cette zone est :

- Prétraitement : (dégrilleur et dessableur-déshuileur)
- Traitement primaire : (décantation physique)
- Traitement secondaire : (bassin d'aération et clarificateur)
- Traitement tertiaire : (désinfection, DCO dure par ozonation)

À la fin de ce chapitre, un calcul hydraulique a été réalisé pour la station d'épuration de la région d'Aokas. Cette analyse implique la détermination des dimensions des conduites reliant les ouvrages, ainsi que la détermination des côtes du radier et des cotes piézométriques pour créer le profil hydraulique présenté dans la planche.

# Chapitre VIII

Gestion d'exploitation de la station  
d'épuration

## 8 Chapitre 8 : Gestion d'exploitation de la station d'épuration

### 8.1 Introduction :

La gestion d'exploitation d'une station d'épuration implique la supervision et l'optimisation des processus de traitement des eaux usées afin de garantir un fonctionnement efficace et conforme aux normes environnementales.

### 8.2 Les objectifs de la gestion de la STEP :

- Avoir une bonne compréhension des normes et réglementations en vigueur concernant les stations d'épuration.
- Être conscient des responsabilités et des tâches du gestionnaire d'une station d'épuration.
- Posséder une connaissance approfondie des différentes techniques de traitement des eaux, des boues et de l'air utilisées dans les stations d'épuration.
- Comprendre les contraintes et les solutions disponibles pour l'élimination des sous-produits générés par le processus de traitement des eaux usées.
- Être en mesure de réaliser et d'exploiter un bilan de fonctionnement d'une station d'épuration, en collectant et en analysant les données pertinentes pour évaluer les performances de l'installation.

### 8.3 Le chef d'exploitation de la station :

Le chef d'exploitation d'une station d'épuration est responsable de la gestion quotidienne et du bon fonctionnement de l'installation il vérifie :

- la surveillance des procédés de traitement, la vérification des performances, la gestion des équipements et des ressources, et la coordination des équipes opérationnelles.
- la planification, de la coordination et de la supervision des activités de maintenance préventive et corrective
- la gestion des budgets alloués à l'exploitation de la station d'épuration
- le personnel de la station d'épuration, ce qui peut inclure la planification des horaires de travail, l'affectation des tâches, la formation du personnel

### 8.4 Moyens et techniques d'exploitation de la station d'épuration :

Les travailleurs jouent un rôle essentiel pour assurer le bon fonctionnement d'une station d'épuration (STEP). Voici quelques tâches qu'ils effectuent pour garantir le bon fonctionnement de la STEP :

**Tableau 32: les différentes tâches de personnel d'un STEP**

Personnels	Rôle
Le chef de la station	Tâches administrative (surveillance, organisation, gestion des budgets)
Technicien de laboratoire	Analyse des échantillons
Electromécanicien	Dépannage de toutes les filières (eau et boues)
Ouvriers	Entretien des ouvrages

## 8.5 L'entretien et le suivi des équipements de la station d'épuration :



Figure 20: Ouvrier qui nettoie un bassin d'une STEP

### 8.5.1 Entretien de dégrilleur :

L'entretien d'un dégrilleur est essentiel pour assurer son bon fonctionnement et éviter les obstructions. Voici quelques étapes générales pour l'entretien d'un dégrilleur :

- Nettoyage des grilles : Retirez les débris accumulés sur les grilles du dégrilleur à l'aide d'outils appropriés tels que des brosses, des pelles ou des racleurs
- Inspection visuelle : Effectuez une inspection visuelle de l'ensemble du dégrilleur pour détecter d'éventuels dommages ou usures. Recherchez les pièces cassées, les fixations lâches ou les zones endommagées.
- Temps nécessaire de manipulation : une à deux minutes par manipulation.

### 8.5.2 Entretien de dessableur-deshuilleur :

- **Pour le dessablage :**
  - Extraction des sables 1 à 2 fois par semaine et stockage sur une aire d'égouttage ;
  - Vanne d'extraction fermée durant 30 s à 1 mn pour séparation sable et matière organique.
  - Contrôle de la quantité des sables piégés systèmes automatisés.
  - Temps nécessaire d'entretien entre 15 à 20 min par semaine.
- **Pour le déshuilage :**
  - Ecumage journalière des ouvrages non mécanisés et stockage en fosse ;

- Vidange régulière de la fosse de stockage des écumes.
- Contrôle des équipements (bullage-raclage) ;
- Temps nécessaire d'entretien est quelque minutes par opération ;

### **8.5.3 Entretien de décanteur primaire :**

- Videz le décanteur de l'eau accumulée et des sédiments présents dans la cuve.
- nettoyez la cuve du décanteur en utilisant des outils tels que des brosses, des pelles ou des aspirateurs industriels pour éliminer les résidus solides et les dépôts accumulés.
- Vérification des éléments de séparation tels que les lamelles, les plaques inclinées ou les tubes ;

### **8.5.4 Entretien de bassin d'aération (boues activées) :**

- Inspection de l'ouvrage pour déceler toutes anomalies (odeur, couleur, débit, départ de boues)
- Nettoyer les parois des bassins
- Nettoyer les flotteurs, câbles électriques et chaîne du poste de relèvement
- Nettoyage et vidange des appareils électromécaniques (pompes, turbines).

### **8.5.5 Entretien de clarificateur :**

- Vérification journalière de la limpidité et du niveau des dans le clarificateur.
- Brossage des parois de l'ouvrage jusqu'au fond de l'ouvrage.
- Un suivi une fois à deux fois par semaine

## **8.6 Hygiène et sécurité :**

L'hygiène et la sécurité sont des aspects cruciaux dans une station d'épuration pour garantir la santé et la sécurité des travailleurs ainsi que le respect des normes de protection environnementale.

### **8.6.1 Les risques :**

- Les effluent sont riche en agents pathogène très dangereux (hépatite, leptospirose, ... etc.).
- Certaines unités de traitement intègrent dans leur processus des produits dangereux comme chlorure ferrique et polymère ...etc.
- Les boues ou les dispositifs souillés par ces eaux. Ce contact peut entraîner des infections telles que le tétanos, la fièvre typhoïde, dysenterie, diarrhée... etc.,
- Risques liés aux gaz vapeurs et poussières tel que le méthane, le sulfure d'hydrogène.

### **8.6.2 Dispositifs de sécurité :**

- Formation et sensibilisation : Assurez-vous que tous les travailleurs sont formés aux protocoles de sécurité et d'hygiène spécifiques à la STEP
- Équipement de protection individuelle (EPI) : Fournissez et exigez le port approprié d'EPI tels que des casques, des lunettes de protection, des gants, des bottes en caoutchouc, des combinaisons, des masques respiratoires, etc ;

- Gestion des produits chimiques : Stockez et manipulez correctement les produits chimiques utilisés dans le processus de traitement des eaux usées.
- Signalisation et marquage : Utilisez une signalisation claire et appropriée pour identifier les zones dangereuses, les équipements de sécurité, les issues de secours, les produits chimiques stockés, etc.
- Mesures d'urgence : Élaborez et mettez en place des plans d'urgence pour faire face aux situations d'urgence.

## **8.7 Conclusion :**

La gestion et l'exploitation d'une STEP reposent sur deux critères essentiels que l'exploitant doit respecter et appliquer de manière rigoureuse. Il s'agit de :

- L'entretien régulier de tous les ouvrages de la STEP, qui permet d'assurer un fonctionnement optimal de la station et de contribuer à ses performances et à sa durée de vie accrue.
- L'importance de l'hygiène et de la sécurité au travail, car cela concerne la santé et même la vie de l'ensemble du personnel de la station. Il est primordial de garantir un environnement de travail sûr et de mettre en place des mesures appropriées pour prévenir les accidents et les problèmes de santé liés aux activités de la station.

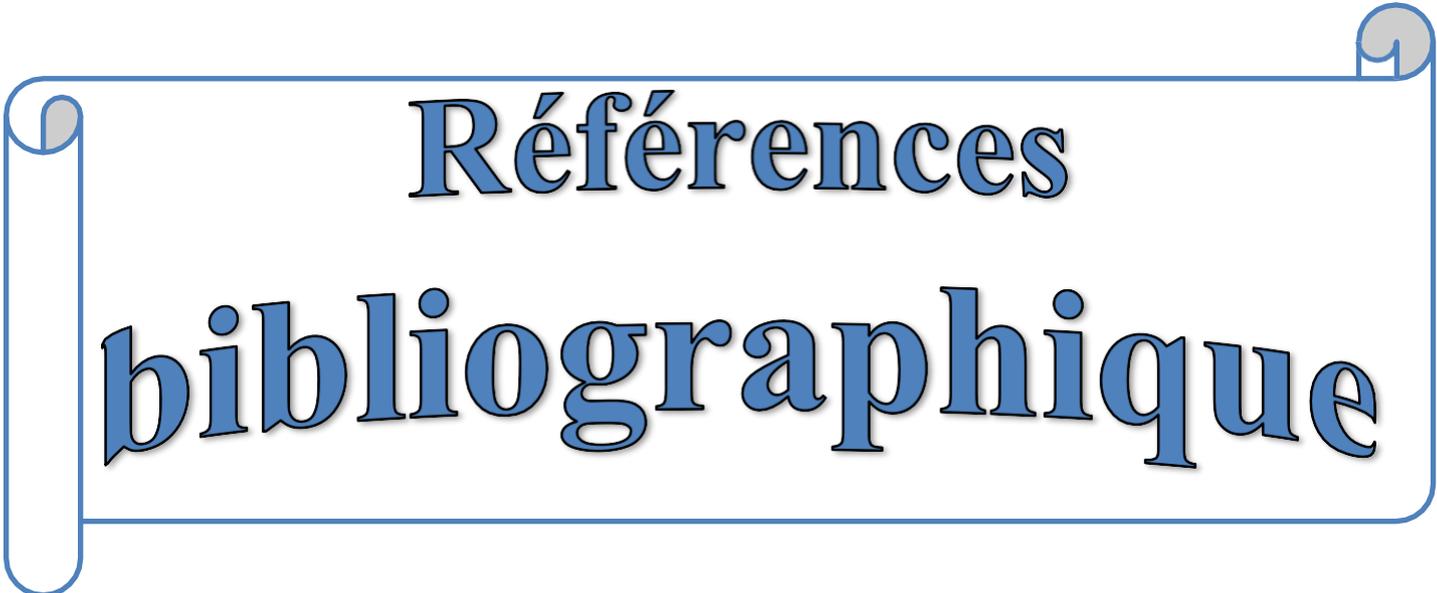
En respectant ces deux critères, l'exploitant peut assurer une exploitation efficace et sécurisée de la STEP, tout en contribuant à l'amélioration continue de ses performances et à la préservation de sa durabilité.

# Conclusion générale

Afin de maintenir un équilibre écologique et réduire la pollution dans la ville d'Aokas, j'ai contribué à la conception d'une station d'épuration d'une capacité de traitement de 36123 équivalents habitants d'ici 2050. L'objectif de ce travail est d'obtenir une eau épurée conforme aux normes de rejet établies par l'État algérien, pouvant être utilisée dans le cadre de mesures nécessaires pour l'irrigation des cultures à proximité de la station.

En effet, le choix de la technique de traitement est basé sur les charges polluantes à traiter, le milieu récepteur et la disponibilité du site d'implantation. Le traitement des eaux commence par une épuration physique des eaux usées à leur arrivée à la station, suivie d'une épuration biologique utilisant des boues activées à forte charge, et se termine par une ozonation pour élimination de la DCO dure et la désinfection.

Il est important de souligner que le rendement et la durée de vie d'une station d'épuration dépendent étroitement de son entretien et de sa gestion. C'est pourquoi de nombreuses stations restent aujourd'hui inutilisées en raison de problèmes liés à ces aspects.



**Références  
bibliographiques**

- [1] : **Direction des ressources en eaux de la Wilaya de Béjaia (DRE) ;**
- [2] : **subdivision hydraulique de la commune d'Aokas ;**
- [3] : **Emilian Koller ,** Traitement des pollutions industrielle, 2<sup>ème</sup> édition,2009
- [4] : **Chris Binnie,** Martin Kimber, Hugh Thomas, Basic Water Treatment, 1 Jan 2017 (61–83));
- [5]: **LUCA ROSSI:** modélisation des matières en suspension dans les rejets urbains;
- [6] :**M. Jean-Luc VASEL : Annexe 79 - L'ÉLIMINATION DE L'AZOTE ET DU PHOSPHORE ;**
- [7] : **Direction des services agricoles (DSA) ;**
- [8] : **Satin et Selmi,** Guide technique de l'assainissement, 2009 ;
- [9] : **CANLER, J-P. PERRET J-M.** Document technique FNDA n°28 : étude des prétraitements basés uniquement sur le tamisage fin ;
- [10] : **Teli Sidi Mohamed,** Etude sur la valorisation par séchage solaire des boues, 2013 ;
- [11] : **journal officiel de la République Algérienne. N26° du 2012 ;**