



## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

*Pour l'obtention du diplôme de Master en Hydraulique*

**Option: Réutilisation Des Eaux Non Conventionnelles**

**THEME :**

**CONCEPTION DE LA STATION D'EPURATION DES EAUX  
USEES DE LA VILLE DE BEN YAHI W. MOSTAGANEM**

**Présenté par :**

**BENGUEDBA Mansour Sabri**

**Devant les membres du jury**

<b>Nom et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
Mr.DJELLAB Mohamed	Professeur	Président
Mme.LEULMI MEDJOUR Sonia	M.C.B	Examinatrice
Mme.BETATACHE Hayat	M.C.B	Examinatrice
Mr.KOLIAI Djaffer	M.A.A	Examineur
Mme.DJOURAR Halal Dahbia	M.C.A	Promotrice

**Session : Septembre2024**

## *Dédicace*

*Je dédie ce travail, réalisé avec soin, à ma chère mère, dont le soutien et l'amour inconditionnels ont été une source constante d'inspiration et de motivation tout au long de ce projet.*

*A ma sœur.*

*A toute la famille.*

*A tous mes amis,*

*En particulier A ceux qui m'ont soutenu pendant toute la durée de mes études.*

*A tous ceux que j'aime....*

*Sabri*

## **Remerciement**

Tout d'abord, je souhaite exprimer ma gratitude aux membres de mon jury pour avoir accepté d'évaluer mon travail et d'apporter leur expertise à ce projet.

Je souhaite également exprimer ma gratitude à mon enseignante et encadrante, Mme Dahbia DJOUDAR, pour sa confiance, sa patience, sa disponibilité, ainsi que pour son soutien et ses conseils avisés, qui ont été essentiels pour progresser sereinement tout au long de ces mois.

Je souhaite également exprimer ma gratitude aux équipes de la Direction des ressources en eaux de la wilaya de Mostaganem.

Je remercie l'École Nationale Supérieure d'Hydraulique pour son soutien tout au long de ces années et j'exprime ma gratitude à tous mes enseignants, depuis l'école primaire jusqu'aux études universitaires, pour leur contribution essentielle à ma formation.

## ملخص

بالنظر إلى عواقب تغير المناخ، مثل الانخفاض الملحوظ في هطول الأمطار وانخفاض مستويات المياه الجوفية، تبذل جهود كبيرة لتحديد مصادر المياه البديلة. وتشمل الحلول: تحلية مياه البحر وكذلك تحسين طرق معالجة مياه الصرف الصحي بهدف إعادة استخدامها في القطاعين الزراعي والصناعي.

يركز هذا العمل على التشخيص الكامل للبنية التحتية لمحطة معالجة البحيرة الهوائية بن يحي (مستغانم). تقترح الدراسة تصميم امتداد لضمان حماية البيئة والصحة العامة، مع ضمان المياه المعالجة بشكل صحيح لإعادة استخدامه.

**الكلمات المفتاحية:** مياه الصرف الصحي-محطة المعالجة-التشخيص - التمديد

## Résumé

En raison des conséquences du changement climatique, telles que la diminution marquée des précipitations et la baisse des niveaux des eaux souterraines, des efforts importants sont entrepris pour identifier des sources d'eau alternatives. Les solutions envisagées incluent le dessalement de l'eau de mer ainsi que le perfectionnement des méthodes de traitement des eaux usées pour leur réutilisation dans les secteurs agricole et industriel.

Ce travail se concentre sur le diagnostic complet des infrastructures de la station d'épuration des eaux usées par lagunage aéré de Ben Yah (W. Mostaganem). L'étude propose de concevoir une extension pour assurer la protection de l'environnement et de la santé publique, tout en garantissant une eau correctement traitée pour sa réutilisation.

**Mots clés :** eaux usées-station d'épuration - diagnostic-extension.

## Abstract

Due to the consequences of climate change, such as the marked decrease in rainfall and the decrease in groundwater levels, significant efforts are being undertaken to identify alternative water sources. The solutions envisaged include the desalination of seawater as well as the improvement of wastewater treatment methods for their reuse in the agricultural and industrial sectors.

This work focuses on the complete diagnosis of the infrastructures of the Ben Yah lagoon wastewater treatment plant (W. Mostaganem). The study proposes to design an extension to ensure the protection of the environment and public health, while guaranteeing properly treated water for its reuse.

**Key words:** wastewater-treatment plant - diagnosis-extension.

## Sommaire

I.1 INTRODUCTION :	3
I.2 DEFINITION :	3
I.3 ORIGINE DES EAUX USEES :	3
I.3.1 Les eaux usées domestiques :	3
I.3.2 Les eaux usées industrielles :	4
I.3.3 Les eaux usées agricole :	4
I.3.4 Les eaux pluviales:	4
I.4 COMPOSITION DES EAUX USEES :	5
I.4.1 Les paramètres physico-chimiques :	6
I.4.2 Les paramètres organoleptiques :	10
I.4.3 Paramètres biologique :	10
I.5 LES IMPACTS DES EAUX USEES SUR L'ENVIRONNEMENT :	11
I.6 NORMES DE REJETS :	11
I.6.1 Normes internationales :	11
I.6.2 Norme de rejet Algérienne :	12
I.7 EPURATION DES EAUX USEES :	13
I.7.1 Prétraitement :	14
I.7.2 Traitement primaire :	14
I.7.3 Le traitement secondaire :	15
I.7.4 Techniques de l'épuration biologique :	15
I.7.5 Le traitement tertiaire :	16
I.7.6 Le traitement des boues :	17

I.7.7 Traitement par lagunage :.....	18
I.7.8 Principaux types de lagunage :.....	19
I.7.9 Avantages et inconvénients de la filière : .....	20
I.8 CONCLUSION :.....	21
II.1 INTRODUCTION :.....	23
II.2 L’ETAT D’EPURATION DANS LA WILAYA DE MOSTAGANEM : .....	23
II.3 PRESENTATION DE LA REGION D’ETUDE :.....	24
II.3.1 Situation géographique .....	24
II.3.2 Situation Climatologique :.....	25
II.3.2.1 Précipitation :.....	25
II.3.2.2 Température :.....	26
II.3.2.3 Le Vent : .....	27
II.3.2.4 Humidité : .....	27
II.3.2.5 Évaporation :.....	28
II.3.2.6 Ensoleillement : .....	28
II.3.3 Géologie :.....	28
II.3.4 Hydrogéologie : .....	29
II.3.5 Situation démographique :.....	30
II.3.5.1 Estimation aux besoins eau potable :.....	31
II.4 CONCLUSION : .....	31
III.1 INTRODUCTION :.....	33
III.2 LES FACTEURS D’INFLUENCE : .....	33
III.3 NATURE ET ORIGINE DES EAUX USEES :.....	33
III.3.1 Données spécifiques de la station :.....	34
III.4 DESCRIPTIF ET DIAGNOSTIQUE PHYSIQUE : .....	34
III.4.1 Présentation générale de la Station :.....	34
III.4.1.1 Traitements physiques :.....	34
III.4.1.2 Traitement biologique : .....	35
III.4.2 Principaux ouvrages et équipements annexes : .....	37

III.4.3	Fonctionnement de la station : .....	38
III.4.4	Diagnostic du système épuratoire : .....	38
III.4.4.1	Le déversoir d'orage : .....	38
III.4.4.2	Le point de rejet de station de relevage : .....	39
III.4.4.3	Le dégrilleur manuel : .....	40
III.4.4.4	La station de relevage : .....	41
III.4.4.5	La station de prétraitement : .....	42
III.4.4.6	Les bassins d'aérations : .....	44
III.4.4.7	Les bassins de décantations : .....	45
III.4.4.8	Le bassin de désinfection : .....	46
III.4.4.9	Le bassin de rétention : .....	47
III.4.4.10	Le regard de la sortie : .....	49
III.5	LES PERFORMANCES EPURATOIRES : .....	50
III.5.1	Evolution des paramètres : .....	50
III.5.2	Variation de volume : .....	50
III.5.3	Effluent et rejets : .....	51
III.5.3.1	Les matières en suspension (MES) : .....	51
III.5.3.2	La demande chimique en Oxygène (DCO) : .....	52
III.5.3.3	La demande biochimique en Oxygène (DBO) : .....	54
III.5.3.4	Le coefficient de biodégradabilité DCO/DBO <sub>5</sub> : .....	55
III.5.4	Constat sur la consommation énergétique : .....	56
III.6	CONCLUSION : .....	57
IV.1	INTRODUCTION : .....	59
IV.2	CALCULE DE BASE : .....	59
IV.2.1	Débit de consommation en eau potable : .....	59
IV.2.2	Débit des équipements : .....	59
IV.2.3	Débit total en eau potable : .....	59
IV.2.4	Evaluation des débits de rejets : .....	60
IV.3	EVALUATION DES CHARGES POLLUANTES : .....	61
IV.3.1	Les concentrations des polluantes : .....	61
IV.3.2	Les charges polluantes : .....	61
IV.4	DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES DE LA STATION D'EPURATION : .....	62

IV.4.1 Prétraitements :.....	62
IV.4.1.1 Calcul du dégrilleur :.....	62
IV.4.1.2 Calcule les pertes de charges :.....	63
IV.4.1.3 Calcule les volumes de déchets retenus : .....	63
IV.4.2 Dessablage- déshuilage : .....	64
IV.4.3 Traitement primaire :.....	66
IV.4.3.1 Dimensionnement de décanteur primaire :.....	66
IV.4.3.2 Calcule les quantités des métiers éliminée par le décanteur primaire :.....	67
IV.4.4 Traitement Secondaire : .....	67
IV.4.4.1 Dimensionnement de bassin d'aération : .....	67
IV.4.4.2 Volume du bassin d'anoxie : .....	69
IV.4.4.3 Besoins théorique en oxygène :.....	69
IV.4.5 Bilan de boues :.....	71
IV.4.6 Clarificateur : .....	73
IV.4.6.1 Dimensionnement de clarificateur : .....	73
IV.4.7 Ouvrage de Traitement tertiaire .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
IV.4.7.1 Bassin de chloration : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
IV.4.7.2 Dimensionnement du bassin de désinfection: .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
IV.4.8 Traitement des boues : .....	74
IV.4.8.1 Dimensionnement de l'épaississeur : .....	74
IV.4.8.2 Stabilisation des boues : .....	76
IV.5 CONCLUSION : .....	78
V.1 INTRODUCTION :.....	80
V.2 QUALITE REQUISE POUR LES EAUX D'IRRIGATION : .....	80
V.3 ANALYSE CHIMIQUE DE L'EAU : .....	81
V.4 LE TRAITEMENT TERTIAIRE : .....	84
V.4.1 Filtre à sable rapide : .....	85
V.4.2 Dimensionnement de filtre à sable : .....	85
V.4.3 Le retro lavage :.....	86
V.4.4 Désinfection par UV :.....	88
V.4.5 Principe de désinfection par rayonnement UV :.....	88
V.4.6 Paramètres influençant l'efficacité de la désinfection : .....	89

V.4.7 Dimensionnement du bassin d'UV :.....	89
V.4.8 Avantages de la désinfection UV :.....	90
VI.1 INTRODUCTION : .....	92
VI.2 PROFILE HYDRAULIQUE : .....	92
VI.3 DIMENSIONNEMENT DES CONDUITES ENTRE LES OUVRAGES :.....	92
VI.4 CALCULE LES COTES PIEZOMETRIQUES DES DIFFERENTS OUVRAGES : .....	93
VI.5 CONCLUSION : .....	98
VII.1 INTRODUCTION : .....	100
VII.2 GESTION DE LA STATION D'EPURATION : .....	100
VII.3 OBJECTIVES DE LA GESTION D'UNE STEP : .....	100
VII.4 MOYENS ET TECHNIQUES D'EXPLOITATION DE LA STATION D'EPURATION : .....	100
VII.5 CONTROLE ET SUIVI :.....	101
VII.6 MESURES DE PREVENTION COLLECTIVE : .....	103
VII.7 EQUIPEMENTS DE PROTECTION INDIVIDUELLE : .....	103
VII.8 CONCLUSION :.....	105
CONCLUSION GENERALE :.....	107

## **Liste des tableaux**

### **I. Généralité sur les eaux usées**

Tableau I.1 : Concentration moyenne des eaux usées domestiques .....	6
Tableau I.2: La variation de l'acidité d'une eau en fonction du pH.....	7
Tableau I.3 : La quantité de sels dissous dans l'eau en fonction de la conductivité.....	8
Tableau I.4: Normes de rejets internationales .....	12
Tableau I.5: Normes de rejets dans un milieu récepteur .....	13

### **II. Présentation de la zone d'étude**

Tableau II.1 : Répartition mensuelle moyenne interannuelle de la précipitation (2000-2018).....	25
Tableau II.2 : Valeurs moyennes de températures de l'air (°C) .....	26
Tableau II.3: Vitesse des vents.....	27
Tableau II.4: Répartition mensuelle de l'Humidité en % (2000-2018).....	27
Tableau II.5: les données de l'évaporation (2000-2018).....	27
Tableau II.6: les valeurs d'ensoleillement en heures (2000-2018).....	28
Tableau II.7 Evolution de la population des communes .....	30

### **III. Description et diagnostique de la station d'épuration**

Tableau III.1 : Caractéristiques de la grille .....	35
Tableau III.2: Caractéristiques de Dessableur.....	35
Tableau III.3: Caractéristiques de Déshuileur .....	35
Tableau III.4: Caractéristiques de bassin d'aération .....	36
Tableau III.5: Caractéristiques de bassin de décantation .....	37
Tableau III.6: Caractéristiques de bassin de rétention.....	37

### **IV. Dimensionnement de la station d'épuration**

Tableau IV.1: besoins de la population .....	58
Tableau IV.2: besoins des équipements .....	58
Tableau IV.3: besoins total en eau potable.....	58
Tableau IV.4: Estimation des rejets et de nombre d'équivalent habitant .....	59
Tableau IV.5: Les concentrations des polluants .....	60
Tableau IV.6 : Les données de base pour dimensionner le dégrillage grossier et fin.....	61
Tableau IV.7: les résultats de dimensionnement de dégrilleur.....	63

Tableau IV.8: Les données de dimensionnement du bassin de dessaleur-déshuileur .....	64
Tableau IV.9 : Les résultats de dimensionnement du bassin de dessaleur-déshuileur.....	65
Tableau IV.10 : Les valeurs de $V_{lim}$ en fonction de $K$ .....	65
Tableau IV.11: Les résultats de dimensionnement du bassin de décanteur primaire. ....	66
Tableau IV.12: Vitesses de dénitrification exogène en fonction du rapport NTK/DBO5.....	68
Tableau IV.13: Valeurs de $a'$ et $b'$ en fonction du type de la charge massique.....	69
Tableau IV.14: Récapitulatif de dimensionnement de traitement secondaire.....	73
Tableau IV.15: les dimensions du bassin de désinfection. ....	74
Tableau IV.16: les dimensions des ouvrage traitement de boue. ....	78

## **V. Projection d'un traitement tertiaire**

Tableau V.1: DIRECTIVES DE LA FAO POUR LES EAUX DESTINEE A L'IRRIGATION.....	82
Tableau V.2 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.....	83
Tableau V.3 : Classification des eaux en fonction de l'alcalinité. ....	82
Tableau V.4: Teneurs maximales d'élément à l'état de traces .....	85
Tableau V.5: Critères techniques généraux.....	86
Tableau V.6: Propriétés du lit de filtration.....	87
Tableau V.7: Propriétés des fluides de retro lavage. ....	88

## **VI. Calcule hydraulique**

Tableau VI.1: Côte du terrain naturel des points d'implantation des ouvrages.....	93
Tableau VI.2: Valeurs de $K$ , $m$ et $\beta$ .....	94
Tableau VI.3: Longueur de chaque tronçon.....	94
Tableau VI.4: Récapitulatif des résultats.....	98

## Liste des figures

### I. Généralité sur les eaux usées

Figure I.1 : La catégorisation des eaux usées domestiques selon leur origine. ....	3
Figure I.2: Les eaux agricoles .....	4
Figure I.3: Les eaux de pluie. ....	5
Figure I.4: schéma de fonctionnement d'une station d'épuration classique. ....	18
Figure I.5: procédé de traitement par le lagunage. ....	19
Figure I.6: Système d'épuration par lagunes aérés.....	20

### II. Présentation de la zone d'étude

Figure II.1: STEP et les lagunages à travers la wilaya de Mostaganem.....	23
Figure II.2 : Situation géographique du secteur d'étude. ....	24
Figure II.3 : Situation géographique de la station de lagunage de Beni Yahia .....	25
Figure II.4 : Extrait de la carte géologique de la zone d'étude.....	28
Figure II.5 : Carte des bassins hydrogéologiques de la nappe du plateau de Mostaganem. ....	30

### III. Description et diagnostique de la station d'épuration

Figure III.1: Origines des eaux usées domestiques. ....	33
Figure III.2: Synoptique de la Station de Lagunage de Beni Yahia.....	36
Figure III.3: Localisation de l'Ouvrage.....	39
Figure III.4: Etat structurale du déversoir d'orage .....	39
Figure III.5: Localisation de l'Ouvrage.....	40
Figure III.6: Etat structurale du point de rejet. ....	40
Figure III.7: Localisation de l'Ouvrage.....	41
Figure III.8: Etat structurale du Le dégrilleur manuel.....	41
Figure III.9: Localisation de l'Ouvrage.....	42
Figure III.10: Etat structurale de la station de relevage.....	42
Figure III.11: Localisation de l'Ouvrage.....	43
Figure III.12 : Etat structurale de La station de prétraitement.....	44
Figure III.13: Localisation de l'Ouvrage.....	44
Figure III.14 :Etat structurale du bassin d'aération. ....	45
Figure III.15: Localisation de l'Ouvrage.....	45
Figure III.16: Etat structurale du bassin de décantation. ....	46
Figure III.17: Localisation de l'Ouvrage.....	47
Figure III.18: Etat structurale du bassin de désinfection .....	47

Figure III.19: Localisation de l’Ouvrage.....	48
Figure III.20: Etat structurale du bassin de rétention. ....	48
Figure III.21: Localisation de l’Ouvrage.....	49
Figure III.22: Variation de volumes épurée (Période du janv 2016 au mai 2017) .....	50
Figure III.23: Variation de volumes épurée (Période du janv 2022 au mai 2023) .....	51
Figure III.24: Evaluation saisonnière de la teneur en MES (Période du janv 2016 au déc 2016).....	51
Figure III.25: Evaluation saisonnière de la teneur en MES (Période du janv 2022 au déc 2022).....	52
Figure III.26: Evaluation saisonnière de la teneur en DCO (Période du janv 2016 au déc 2016).....	53
Figure III.27: Evaluation saisonnière de la teneur en DCO (Période du janv 2022 au déc 2022).....	53
Figure III.28: Evaluation saisonnière de la teneur en DBO (Période du janv 2016 au déc 2016).....	54
Figure III.29: Evaluation saisonnière de la teneur en DBO (Période du janv 2022 au déc 2022).....	55
Figure III.30: Evaluation saisonnière du rapport DCO/DBO5 (Période du janv 2022 au déc 2022) ....	55
Figure III.31: Estimation de la ration KWh / (Kg DBO5 éliminée).....	56
Figure III.32 : Le ratio d’exploitation d’un m3 d’eau épurée.....	56

## **V. Projection d’un traitement tertiaire**

Figure V.1: Principe de fonctionnement (service et lavage) de l’Aquazur. ....	89
Figure V.2: Installation de lampes UV .....	90

## **Liste des planches**

Planche 1 : Plan de masse de la station d'épuration Ben Yahi.

Planche 2 : Plan des ouvrages de la station d'épuration Ben Yahi.

Planche 3 : Profil hydraulique.

Planche 4 : Plan de la station de lagunage aéré de Ben Yahi.

## Liste des abréviations

STEP : Station d'Épuration.

DBO<sub>5</sub> : Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours.

DCO : Demande Chimique en Oxygène.

DRE : Direction des Ressources en Eaux.

EH : Equivalent Habitant.

ERU : Eaux Résiduaires Urbaine.

MVS : matières volatiles en suspension.

MES : Matières en Suspensions.

MMS : Matières Minérales.

CV : Charge Volumique.

Cm : Charge Massique.

PEHD : Polyéthylène Haute Densité.

pH : potentielle d'Hydrogène.

# **Introduction Générale**

## **Introduction générale :**

L'eau est une ressource cruciale pour la vie humaine, les écosystèmes et les économies. Pour répondre aux besoins actuels et futurs tout en préservant la santé des environnements aquatiques, une gestion efficace est essentielle. Cela nécessite l'application de diverses pratiques et stratégies visant à assurer une disponibilité suffisante et une qualité appropriée de l'eau pour tous les usages, qu'ils soient domestiques, industriels, agricoles ou récréatifs.

Les stations de traitement des eaux usées utilisant la méthode des boues activées sont parmi les techniques les plus couramment employées pour atteindre divers objectifs, notamment la protection de l'environnement. Elles sont également essentielles pour fournir de l'eau, en particulier dans les zones souffrant de pénurie sévère. Ces installations sont conçues pour diverses utilisations, telles que l'irrigation, les applications industrielles et la production d'eau potable. Leur fonctionnement requiert des investissements considérables, une expertise technique avancée, une variété d'équipements et une consommation énergétique importante (tels que les aérateurs, brasseurs, compresseurs et vis de recirculation).

L'objectif principal de notre travail est de faire un diagnostic complet de la station de Ben Yahi. Ce diagnostic se concentre principalement sur deux aspects :

    Analyse des capacités des ouvrages : Cette analyse permet de comparer les performances attendues aux performances réelles et d'identifier tout écart significatif.

    Évaluation du génie civil : Cette évaluation concerne l'état et la performance des infrastructures civiles de la station, L'objectif est d'identifier les éventuels besoins de réparation, de rénovation ou de renforcement.

En parallèle, des études de dimensionnement ont été réalisées pour les nouvelles localités de Ain Nuissy. Ces études visent à proposer des solutions pour résoudre le problème de surcharge actuel de la station de Ben Yahi, en prenant en compte les besoins futurs de ces nouvelles zones. Les recommandations incluent à la fois l'augmentation de la capacité de traitement de la station et l'amélioration de ses performances opérationnelles afin de garantir une gestion efficace des eaux usées pour les zones existantes et futures.

# **CHAPITRE I: Généralités sur Les eaux usées**

## I. Généralité sur les eaux usées

### I.1 Introduction :

La prise en charge des eaux usées constitue une préoccupation environnementale majeure dans notre pays, en raison de l'évolution notable tant en quantité qu'en qualité des déversements d'eaux résiduaires au fil des décennies passées. Ces sources de pollution de l'eau sont diverses, qu'elles émanent d'activités industrielles, domestiques ou agricole.

### I.2 Définition :

Les eaux usées sont le résultat d'un mélange de liquides et de déchets transportés dans l'eau, provenant de diverses sources telles que les zones résidentielles, l'industrie et l'agriculture. Elles présentent généralement des concentrations élevées en demandes en oxygène, en matières organiques et inorganiques. Ces eaux sont considérées comme polluées et nécessitent un traitement avant d'être déversées dans les milieux récepteurs, afin de résoudre les problèmes de pollution qui leur sont associés [1].

### I.3 Origine des eaux usées :

#### I.3.1 Les eaux usées domestiques :

La catégorisation des eaux usées domestiques selon leur origine suggère de faire une distinction entre les divers lieux où ces eaux sont générées au niveau des foyers.

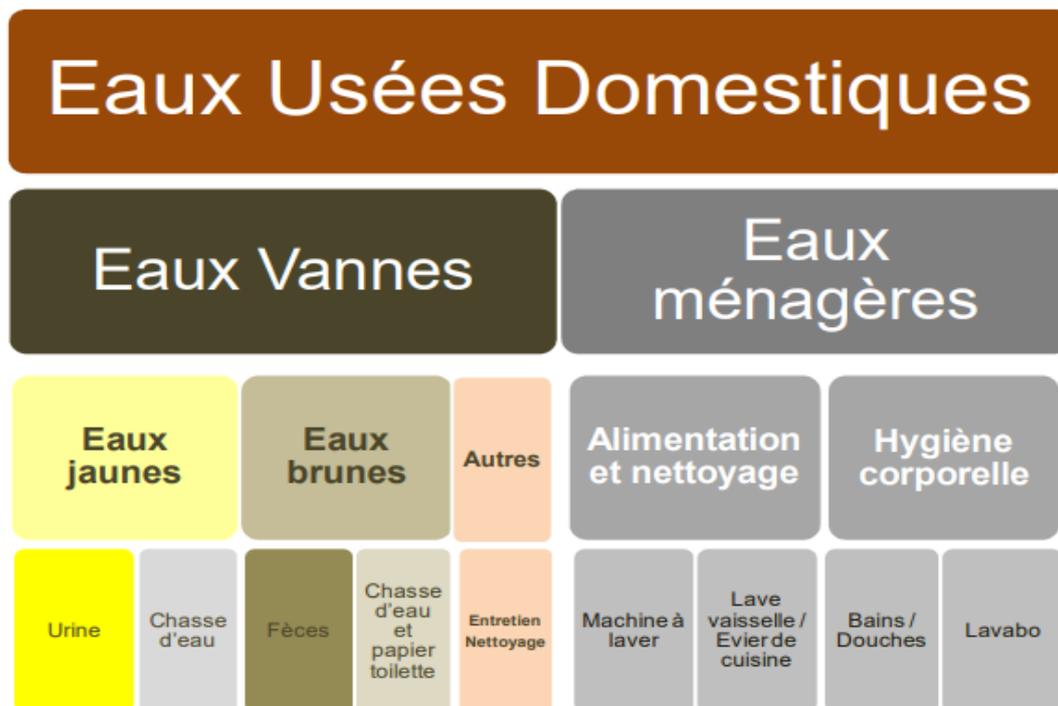


Figure I.1 : La catégorisation des eaux usées domestiques selon leur origine.

Source : EME, C. (2015). *Composition des eaux usées*

### I.3.2 Les eaux usées industrielles :

Les contaminants présents dans les eaux industrielles présentent une grande diversité selon le secteur industriel d'où proviennent ces eaux usées.

Quelques exemples de catégories d'eaux usées industrielles incluent :

Les pollutions alcalines

Les eaux de refroidissement

Les pollutions organiques

Les souillures d'huile ou de graisse

Acides ou contaminations par des métaux lourds.

Pollution toxique

Pollution par les détergents [2].

### I.3.3 Les eaux usées agricole :

L'utilisation d'engrais chimiques et de pesticides dans l'agriculture constitue une source majeure de pollution de l'eau. Cette pratique est principalement responsable de la pollution diffuse. Les eaux agricoles, provenant des terres cultivées, contiennent des ions issus des engrais azotés et phosphatés, qui ne sont pas retenus par le sol et absorbés par les plantes. Ainsi, ces substances se retrouvent dans les aquifères et les cours d'eau, principalement par ruissellement ou infiltration dans les réservoirs, entraînant un excès d'azote ou de phosphate [3].



*Figure I.2: Les eaux agricoles*

### I.3.4 Les eaux pluviales:

Ils peuvent aussi contribuer de manière significative à la pollution des voies navigables, surtout pendant les épisodes de tempête. Lorsque l'eau de pluie entre en contact avec l'atmosphère, elle absorbe diverses substances nocives, telles que les émissions industrielles. Par la suite, en s'écoulant, ces dépôts de pollution se fixent sur les surfaces des toits et des trottoirs urbains, incluant des résidus de pétrole, de carburant, de pneus et de métaux lourds. De plus, dans les systèmes d'égouts unitaires, les eaux pluviales se mêlent aux eaux usées domestiques. En cas de fortes précipitations, les exigences de protection des stations de traitement des eaux peuvent contraindre le déversement de ce mélange hautement polluant dans l'environnement naturel.

Enfin, l'urbanisation croissante avec son lot d'imperméabilisation des sols accroît les risques d'inondations et de contamination [3].



**Figure I-3:** Les eaux de pluie.

### **I.4 Composition des eaux usées :**

Les eaux usées se composent essentiellement d'eau avec une faible proportion de débris solides, majoritairement issus de sources animales ou végétales [4]. Afin de prévenir la propagation de maladies et la pollution des cours d'eau, il est impératif de traiter ces matières organiques par transformation ou stabilisation [5]. Parallèlement, l'élimination des déchets solides inorganiques est également indispensable pour assurer un traitement efficace des eaux usées [4].

En raison de la variété des sources d'eaux, il est difficile d'établir une composition standard des eaux usées [6]. Le tableau I-1 récapitule la plupart des paramètres généralement observés dans les eaux usées.

**Tableau 1-1 : Concentration moyenne des eaux usées domestiques [6 ,7]**

<i>Paramètres</i>	<i>Unité</i>	<i>Variations</i>	<i>Fonction décantable</i>
Température	°C	4 - 26	--
pH	--	7.0 - 8.5	--
Extrait sec	mg/l	1000 - 1300	10 %
MES totales	mg/l	100 - 400	50 - 60 %
DCO	mgO <sub>2</sub> /l	300 - 1000	30 %
DBO <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /l	150 - 500	25 - 30 %
COT	mg/l	100 - 300	30 %
Alcalinité	mgCaCO <sub>3</sub> /l	2 - 15	--
NTK	mg/l	30 - 100	< 10 %
Azote ammoniacal	mgNH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l	20 - 80	0 %
Nitrites et nitrates	mg(NO <sub>2</sub> <sup>2-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )/l	< 1	0 %
Phosphates	mgPO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /l	10 - 25	10 %
Sulphates	mgSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /l	63-79	--

#### I.4.1 Les paramètres physico-chimiques :

➤ La température :

Il est crucial d'obtenir une précision appropriée dans la mesure de la température de l'eau. Cette information est fondamentale car elle affecte plusieurs domaines, notamment la solubilité des sels et des gaz, la dissociation des sels dissous qui influence la conductivité électrique, la détermination du pH, ainsi que la reconnaissance de l'origine de l'eau et la possibilité de mélanges [8].

➤ Le PH :

Déterminer le pH est essentiel pour évaluer l'équilibre de dissolution de l'eau et comprendre sa tendance à être corrosive ou à former des dépôts (notamment des carbonates). Étant donné que les variations de pression barométrique (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>) influent sur le pH, il est crucial de le mesurer directement lors de la collecte d'échantillons. Cette mesure est réalisée au moyen de photocellules en verre [8]. La variation de l'acidité d'une eau en fonction du pH est représentée dans le **tableau I-2**.

**Tableau I-2:** La variation de l'acidité d'une eau en fonction du pH

<b>pH &lt; 5</b>	-acidité forte. - présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles.
<b>pH = 7</b>	pH neutre.
<b>7 &lt; pH &lt; 8</b>	neutralité approchée, majorité des eaux de surfaces.
<b>5.5 &lt; pH &lt; 8</b>	eaux souterraines.
<b>pH &gt; 8</b>	alcalinité, évaporation intense.

➤ **L'oxygène dissous :**

Ce constituant est indispensable à la survie des organismes aquatiques et revêt une importance capitale dans les processus biologiques des écosystèmes aquatiques. Sa concentration dans l'eau est généralement très restreinte, voire absente dans les eaux résiduaires non traitées [9].

➤ **La conductivité électrique :**

Les propriétés électro conductrices de l'eau sont dues à la mobilité des ions présents dans le milieu. Cette conductivité dépend de la composition et de la concentration des ions dissous. Par conséquent, les mesures de conductivité peuvent être utilisées pour estimer la salinité globale de l'eau [9].

La conductivité est exprimée en siemens par mètre [10].

La quantité de sels dissous dans l'eau sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau I-3:** La quantité de sels dissous dans l'eau en fonction de la conductivité

<b><math>\sigma = 0.005 \mu\text{S/cm}</math></b>	eau déminéralisée.
<b><math>10 &lt; \sigma &lt; 80 \mu\text{S/cm}</math></b>	eau de pluie.
<b><math>30 &lt; \sigma &lt; 100 \mu\text{S/cm}</math></b>	eau peu minéralisée, domaine granitique.
<b><math>300 &lt; \sigma &lt; 500 \mu\text{S/cm}</math></b>	eau moyennement minéralisée, domaine des roches carbonatées (karst).
<b><math>500 &lt; \sigma &lt; 1000 \mu\text{S/cm}</math></b>	eau très minéralisée, saumâtre ou saline.
<b><math>\sigma &gt; 30000 \mu\text{S/cm}</math></b>	eau de mer.

### ➤ **Les matières en suspension (MES) :**

Il s'agit de particules solides dont la taille dépasse 10 µm et qui sont transportées par l'eau. Elles sont principalement constituées de substances insolubles ou peu solubles, souvent sous forme de colloïdes organiques (tels que des fragments d'aliments ou des résidus digestifs) ou minéraux (comme du sable ou de l'argile). Lorsqu'elles sont déversées dans l'environnement naturel, elles réduisent la transparence de l'eau, bloquent la pénétration de la lumière, diminuent la quantité d'oxygène dissous et perturbent le développement des organismes aquatiques. Des analyses sont effectuées pour évaluer les concentrations de ces particules solides dans l'eau naturelle ou les eaux usées [11].

### ➤ **Les matières volatiles sèches (MVS) :**

Les matières volatiles en suspension (MVS) représentent la fraction organique des matières en suspension (MES), constituant environ 70 à 80 % de celles-ci. Les MVS sont obtenues par calcination de MES à une température de 525°C pendant une durée de 2 heures [12].

### ➤ **Les matières minérales (MMS) :**

Les matières minérales en suspension (MMS) sont le résidu qui subsiste après l'évaporation complète de l'eau, connu sous le nom d'extrait sec. Elles comprennent à la fois des matières minérales en suspension et des substances solubles telles que les chlorures, les phosphates, etc. Ainsi, les MMS représentent la part des matières en suspension qui demeure après l'élimination de l'eau, incluant à la fois les particules minérales et les composés minéraux solubles [13].

$$\text{MES} = 30\% \text{ MMS} + 70\% \text{ MVS}$$

### ➤ **La Turbidité :**

Ce facteur varie selon les composants colloïdaux comme les argiles, les morceaux de roche, les micro-organismes, ainsi que les acides humiques issus de la décomposition de la matière végétale, et les polluants susceptibles de troubler l'eau. Pour évaluer la capacité de l'eau à obstruer le passage de la lumière, on utilise un appareil appelé turbidimètre, qui lui assigne une mesure spécifique. [14].

### ➤ **La demande chimique en oxygène (DCO) :**

La demande chimique en oxygène (DCO) est une mesure qui évalue la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les substances oxydables présentes dans un échantillon d'eau. Cette évaluation se fait par le biais d'une réaction d'oxydation en présence d'un oxydant puissant et d'un catalyseur. La DCO permet ainsi d'estimer la teneur en matières organiques et inorganiques pouvant être oxydées dans l'échantillon d'eau. Elle est largement utilisée comme un indicateur de la charge polluante et de la concentration de substances oxydables dans les eaux résiduaires et les effluents industriels [15].

### ➤ **La demande biochimique en oxygène (DBO) :**

La DBO5 est un indice crucial pour évaluer la quantité de matières organiques décomposables présentes dans un milieu aquatique et sa capacité à se purifier naturellement. Elle mesure la quantité d'oxygène consommée par les microorganismes aérobies dans un échantillon d'eau sur une période de 5 jours, ce qui résulte de la dégradation biochimique des composés organiques et inorganiques contenus dans cet échantillon. Cette mesure est couramment utilisée pour déterminer la charge maximale acceptable, notamment dans le cadre des procédés de traitement primaire des stations d'épuration. Elle fournit des indications précieuses sur la biodégradabilité des substances organiques dans l'eau et peut également servir à évaluer l'efficacité des méthodes de traitement biologique [16].

### ➤ **Le carbone organique total (COT) :**

La quantité de carbone organique totalement dissous dans l'eau se mesure en mg/L et est souvent désignée par l'acronyme COD, signifiant carbone organique dissous. Contrairement à la méthode précise de DBO5, les analyses de COD n'impliquent pas l'utilisation de réactifs contenant du mercure pour masquer la présence de chlorure dans l'eau [14].

### ➤ **Azote ammoniacal :**

L'ammoniac est généralement pris en compte comme le principal marqueur chimique de la pollution directe dans une rivière après un déversement contaminant. À mesure qu'on progresse en aval, il se transforme progressivement en nitrites, puis en nitrates [14].

### ➤ **L'azote de Kjeldahl :**

L'azote de Kjeldahl englobe l'azote présent sous forme organique et ammoniacale, excluant ainsi les nitrites et les nitrates. La présence d'azote organique est un indicateur de la pollution des eaux usées [14].

### ➤ **Les nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) :**

Effectivement, les ions nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) jouent un rôle essentiel en tant qu'étape intermédiaire cruciale lors de la conversion de l'ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) en ions nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) dans le cycle de l'azote. Les bactéries nitrifiantes, telles que les Nitrosomonas, sont responsables de cette transformation de l'ammonium en nitrites dans un processus appelé nitratisation. Cette réaction requiert une consommation significative d'oxygène [17].

### ➤ **Les nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) :**

Les nitrates marquent la dernière étape de l'oxydation de l'azote organique dans l'eau. Les bactéries nitratâtes, comme les Nitrobacter, sont responsables de la conversion des nitrites en nitrates lors d'un processus nommé nitratisation. Contrairement aux nitrites, les nitrates sont généralement considérés comme non toxiques pour les organismes aquatiques.

Cependant, des concentrations élevées en nitrates peuvent entraîner des conséquences dommageables pour les écosystèmes aquatiques. Un excès de nitrates peut provoquer une prolifération excessive d'algues, contribuant à un phénomène connu sous le nom d'eutrophisation. L'eutrophisation est un processus où l'augmentation des nutriments, notamment les nitrates, favorise une croissance démesurée d'algues, épuisant ainsi les niveaux d'oxygène dans l'eau et perturbant l'équilibre écologique du milieu [17].

### ➤ **Le phosphore :**

Le phosphore se trouve dans les eaux usées sous diverses formes, principalement en tant qu'ions inorganiques Orthophosphate (représentant entre 50 % et 80 % du total du phosphore dans les eaux usées), mais également sous forme d'ions phosphates condensés (polyphosphates) ou liés à des composés organiques (comme les phospholipides, les phosphoprotéines, les nucléotides, etc.). Les sources de phosphore comprennent les déchets domestiques (comme le fumier et les détergents), ainsi que les activités agricoles (utilisation d'engrais) et industrielles (notamment dans les industries chimiques). Le phosphore joue un rôle significatif dans l'eutrophisation car il constitue un élément limitant pour la croissance des plantes, ce qui contribue à ce phénomène [11].

### **I.4.2 Les paramètres organoleptiques :**

#### ➤ **La couleur :**

La teinte de l'eau est qualifiée de vraie ou réelle si elle est exclusivement causée par les substances dissoutes en solution. En revanche, elle devient apparente lorsque les particules en suspension contribuent à sa coloration. Cette teinte peut être affectée par la présence de matières organiques, minérales ou de contaminants tels que les métaux lourds [18].

#### ➤ **L'odeur :**

La présence de bactéries, de matières organiques en décomposition ou de produits chimiques peut entraîner une odeur désagréable dans l'eau. C'est pourquoi les eaux résiduaires industrielles sont fréquemment odorantes.

### **I.4.3 Paramètres biologique :**

Les eaux usées peuvent contenir divers micro-organismes, incluant des champignons, des helminthes, des protozoaires, des bactéries et des virus. Certains de ces micro-organismes peuvent être pathogènes, présentant ainsi un risque pour la santé humaine et l'environnement. Il est donc crucial de procéder au traitement et à la purification des eaux usées afin d'éliminer ces contaminants microbiologiques et de préserver la qualité de l'écosystème naturel [19].

### I.5 Les impacts des eaux usées sur l'environnement :

En raison de l'urbanisation croissante et de l'utilisation inadéquate des infrastructures, de nombreux pays ont observé une augmentation des taux de pollution. Les systèmes d'eau et d'assainissement représentent une source majeure de pollution, surtout lorsqu'ils contiennent des concentrations élevées de virus, de bactéries et de composés organiques et chimiques issus de produits de nettoyage. Cette problématique environnementale contribue à la détérioration des écosystèmes terrestres et aquatiques, menaçant la biodiversité ainsi que les droits associés. Les conséquences de cette pollution, contenant des substances nocives, sont particulièrement préoccupantes.

Pour prévenir et contrôler cette forme de pollution de l'eau, il est crucial de mettre en place des mesures visant à limiter les rejets de déchets non traités dans les cours d'eau et les mers. En cas d'accords bilatéraux, il convient également de gérer efficacement le surplus d'eau en envisageant son recyclage et son traitement pour une utilisation agricole [20].

### I.6 Normes de rejets :

#### I.6.1 Normes internationales :

Une norme est définie par un chiffre qui établit soit une limite maximale à ne pas dépasser, soit une limite minimale à respecter. Un critère est considéré comme satisfait lorsque la norme correspondante est respectée pour un paramètre spécifique. Ces normes sont établies par le biais de lois, de directives ou de décrets. Les normes internationales pour les eaux usées, telles que définies par l'Organisation mondiale de la santé, sont répertoriées dans le tableau ci-dessous [21].

**Tableau I-4:** Normes de rejets internationales

Caractéristiques	Unité	Normes utilisées (OMS)
pH	-	6,5-8,5
DBO <sub>5</sub>	mg/l	< 30
DCO	mg/l	< 90
MES	mg/l	< 20
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	< 0.5
NO <sub>2</sub>	mg/l	1
NO <sub>3</sub>	mg/l	< 1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	mg/l	< 2
Température	°C	< 30
Couleur	-	Incolore
Odeur	-	Incolore

(Source : ONA 2016)

### I.6.2 Norme de rejet Algérienne :

Conformément aux réglementations algériennes, les valeurs limites maximales des rejets d'effluents sont répertoriées dans le tableau ci-dessous [22].

**Tableau I-5** : Normes de rejets dans un milieu récepteur

Paramètres	Unités	Valeur limite
Température	°C	30
pH	-	6.5 à 8.5
MES	mg/l	35
DBO <sub>5</sub>	mg/l	35
DCO	mg/l	120
AZOTE Kjeldahl	mg/l	30
Phosphates	mg/l	02
Phosphore total	mg/l	10
Cyanure	mg/l	0.1
Aluminium	mg/l	03
Cadmium	mg/l	0.2
Fer	mg/l	03
Manganèse	mg/l	01
Mercure total	mg/l	0.01
Nickel total	mg/l	0.5
Plomb total	mg/l	0.5
Cuivre total	mg/l	0.5
Zinc total	mg/l	03
Huiles et Graisses	mg/l	20
Hydrocarbures totaux	mg/l	10
Indice Phénols	mg/l	0.3
Composés organique chlorés	mg/l	05
Chrome total	mg/l	0.5
Chrome III <sup>+</sup>	mg/l	03
Chrome VI <sup>+</sup>	mg/l	0.1
Solvants organiques	mg/l	20
Chlore actif	mg/l	01
détergents	mg/l	2
tensioactifs anioniques	mg/l	10

(Source : Journal Officiel de la République Algérienne, 2006).

### I.7 Epuration des eaux usées :

Afin de remédier à la pollution, il est essentiel de traiter les eaux usées avant de les rejeter dans l'environnement ou de les réutiliser, car elles renferment une importante quantité de polluants préjudiciables tant pour les écosystèmes aquatiques que pour la santé humaine.

Le processus de traitement des eaux usées implique les phases suivantes :

- Prétraitement
- Traitement primaire
- Traitement secondaire
- Traitement tertiaire

Le traitement des eaux usées est crucial car il a pour objectif de :

- Protéger l'environnement.
- Protéger la santé publique
- Valoriser les eaux épurées.
- Valoriser les boues des stations d'épuration.

### I.7.1 Prétraitement :

Les prétraitements et les traitements primaires sont principalement conçus pour éliminer les matières flottantes ou en suspension présentes dans les eaux qui arrivent à la station d'épuration. Ils sont réalisés avant les traitements biologiques. Les étapes habituelles d'un prétraitement incluent généralement le dégrillage ou le tamisage visuel, ainsi que le dessablage et le déshuilage [23].

#### ➤ Le Dégrillage :

Ce procédé consiste à faire passer les eaux usées à travers une grille dont les barreaux, espacés à différentes distances, retiennent les éléments les plus volumineux afin de protéger les équipements ultérieurs de la station d'épuration. L'espacement entre les barreaux est ajusté en fonction des propriétés spécifiques de l'effluent

L'efficacité de cette opération varie en fonction de la distance entre les barreaux de la grille. On peut identifier [24].

- Le prédégrillage, pour écartement supérieur à 40 mm
- Le dégrillage moyen, pour écartement de 40 à 10 mm
- Le dégrillage fin, pour écartement de 10 à 6 mm
- Le tamisage, pour écartement de 6 à 0,5 mm

Différents types de grilles :

- Grille manuelle.
- Grille automatique.
- Grilles mécaniques.
- Grilles courbes.

#### ➤ Dégraissage –Déshuilage

Dans la cantine, il y a un équipement spécifique pour séparer les huiles et graisses végétales, visant à les éliminer en raison des problèmes qu'elles peuvent engendrer lorsqu'elles sont présentes dans l'eau [24].

### I.7.2 Traitement primaire :

Le traitement primaire implique l'utilisation de techniques physiques, dont des procédés physico-chimiques comme la coagulation-floculation, visant à éliminer efficacement les matières en suspension ainsi que les matières organiques pouvant être aisément décantées. Ce traitement peut éliminer environ 50 à 60 % des matières en suspension, mais il généralement

ne parvient pas à satisfaire complètement les normes actuelles en matière de traitement des eaux [25].

### ➤ **Décantation primaire**

C'est une technique de séparation des constituants liquides et solides par gravité. Les particules solides se déposent au fond d'une unité nommée "décanteur", formant ainsi des "boues primaires". Ce procédé permet d'éliminer environ 60 % des matières en suspension et de diminuer d'environ 30 % la Demande Biochimique en Oxygène (DBO<sub>5</sub>) et la Demande Chimique en Oxygène (DCO). Il conduit également à une réduction d'environ 10 à 30 % des virus, de 50 à 90 % des helminthes et de moins de 50 % des kystes de protozoaires [26].

### **I.7.3 Le traitement secondaire :**

Pour éliminer les matières organiques, des méthodes de traitement biologique sont utilisées, impliquant des organismes vivants, principalement des bactéries. Ces processus exploitent la capacité des micro-organismes à oxyder les substances minérales telles que le NH<sub>3</sub>, ainsi que les composants de la Demande Chimique en Oxygène (DCO) et de la Demande Biochimique en Oxygène (DBO), à la fois en conditions aérobies et anaérobies. Cela permet de traiter une partie des polluants biodégradables solubles et des matières en suspension (MES) [26].

### **I.7.4 Techniques de l'épuration biologique :**

#### **a) Lit bactériens :**

L'épuration des eaux à l'aide d'un lit bactérien est une méthode biologique où des cultures fixées sont utilisées. Cette approche est habituellement privilégiée pour le traitement des eaux fortement polluées.

Dans cette méthode, les micro-organismes épurateurs sont attachés à un substrat poreux comme la pierre ponce, la pierre volcanique, du plastique ou des cailloux, formant ainsi une couche bactérienne. L'effluent est ensuite réparti sur toute la surface du lit par le biais d'une grille, puis il s'écoule lentement à travers le support filtrant, favorisant la croissance des micro-organismes. Parfois, une réinjection de l'effluent est nécessaire pour garantir un traitement complet. Si le biofilm devient trop dense, il se détache naturellement et doit être séparé des eaux usées par décantation. Enfin, l'eau passe à travers un décanteur secondaire (ou clarificateur) pour éliminer les boues résiduelles [27].

#### **b) Disques biologiques :**

Les eaux usées pré-décantées sont acheminées vers une structure où un disque en plastique monté sur un essieu tourne à une vitesse réduite. Sur ces disques biologiques, un film bactérien

se développe. Lorsque les disques émergent, ces bactéries absorbent l'oxygène nécessaire à leur métabolisme, tandis qu'elles captent les polluants dissous lorsqu'elles sont immergées, les utilisant comme source de nutriments. Les boues ainsi retenues sont périodiquement pompées et renvoyées à la station principale pour y être stockées et digérées [28].

### c) Boues activées :

Le traitement par boues activées est une technique couramment utilisée, qui consiste à mélanger les eaux à traiter avec une boue contenant des bactéries dans un réacteur. Les divers contaminants, qu'ils proviennent de sources domestiques ou industrielles, ainsi que les sous-produits générés pendant les processus de traitement, sont habituellement rassemblés sous forme de suspensions plus ou moins concentrées, couramment désignées sous le terme "boues".

Un processus de purification biologique (utilisant des boues activées suivies d'un bassin de clarification) parvient à éliminer environ 90 % des virus et 60 à 90 % des bactéries. Cependant, il a peu d'effet sur les kystes de protozoaires et les œufs d'helminthes.

Un processus de traitement par boues activées parvient à éliminer 90 % des bactéries entériques, entre 80 et 99 % des entérovirus et des rotavirus, ainsi que 90 % de Giardia et de Cryptosporidium. Cette réduction est obtenue grâce à la sédimentation des matières en suspension (MES), à la compétition avec les micro-organismes non pathogènes et à l'impact de la température [29].

### I.7.5 Le traitement tertiaire :

Le traitement tertiaire englobe différentes phases ajoutées au processus de traitement des eaux usées pour renforcer leur qualité avant leur déversement dans l'environnement ou leur recyclage. Il se concentre généralement sur l'élimination de contaminants spécifiques qui ne sont pas suffisamment traités dans les étapes primaires et secondaires. Deux points cruciaux du traitement tertiaire sont l'élimination du phosphore et la désinfection pour éliminer les agents pathogènes.

#### ➤ La déphosphatation :

Pour éliminer le phosphore, on peut recourir à des techniques de déphosphatation, soit par des processus physico-chimiques, soit par des approches biologiques. La déphosphatation biologique récemment développée implique l'alternance de phases anaérobies et aérobies pendant le traitement biologique, mais ses performances sont généralement moins satisfaisantes que celles de la déphosphatation physico-chimique [30].

### ➤ **La désinfection :**

La désinfection a pour objectif de diminuer la concentration des agents pathogènes dans les effluents avant leur rejet dans l'environnement. Contrairement aux normes de désinfection appliquées au traitement de l'eau potable, qui requièrent une absence totale de bactéries coliformes, les normes de rejet des eaux usées municipales varient selon le milieu récepteur [30].

### **I.7.6 Le traitement des boues :**

La gestion des boues issues du traitement des eaux usées est une phase cruciale du processus.

### ➤ **L'épaississement des boues :**

Il s'agit de la première étape du traitement des boues, dont le but est de réduire leur volume et de concentrer la matière en suspension en éliminant une partie de l'eau. Ce processus d'épaississement peut être effectué à l'aide de techniques telles que la décantation, la flottation, la centrifugation ou le drainage. Il aboutit à l'obtention de boues contenant jusqu'à 5 % de matières sèches [31].

### ➤ **La Déshydratation :**

Cette phase vise à réduire le volume des boues en éliminant autant d'eau que possible. Elle utilise généralement trois méthodes principales de déshydratation : la filtration (à pression ou sur bandes), l'évaporation (via des lits de séchage) et la centrifugation. Dans la pratique, sauf pour de petites installations, la déshydratation est principalement effectuée par filtration ou centrifugation. L'eau extraite est réintroduite dans le processus de traitement [32].

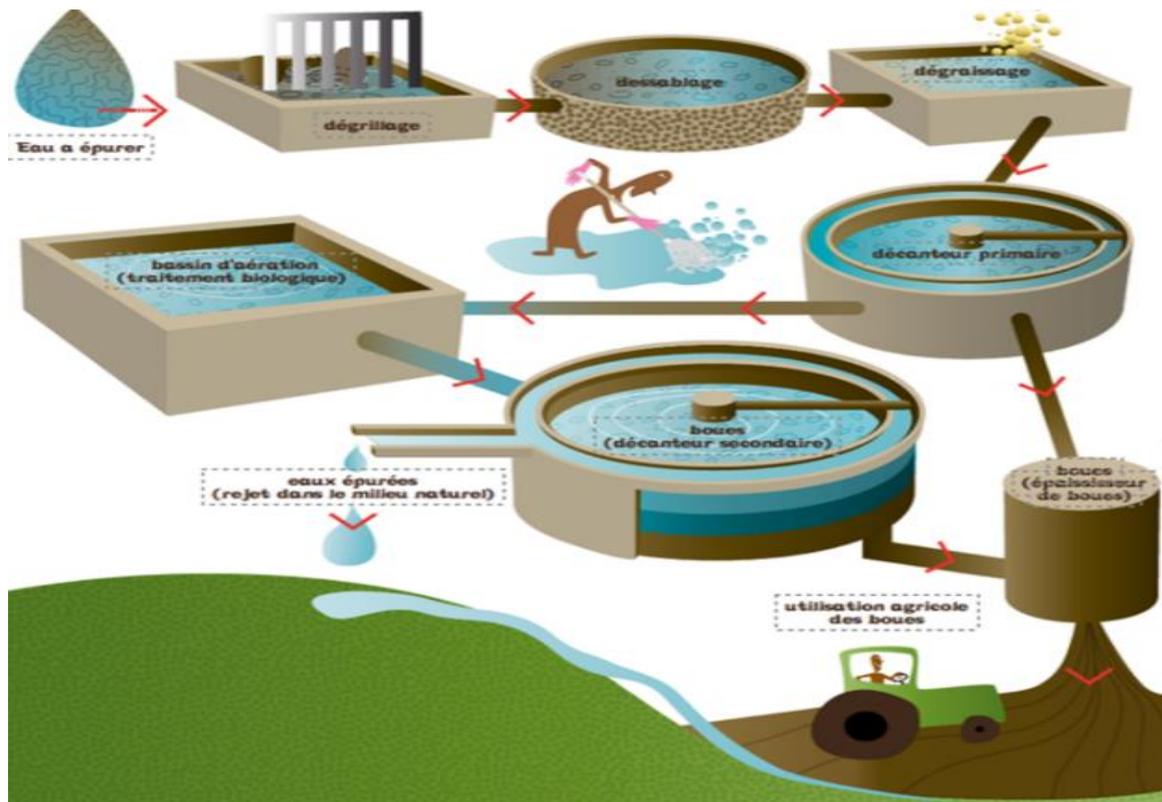


Figure I-4: schéma de fonctionnement d'une station d'épuration classique.

Source : (assainissement collectif, s.d.)

### I.7.7 Traitement par lagunage :

Les particules solides présentes dans la phase liquide sont séparées par le processus de sédimentation, tandis que l'épuration biologique est principalement assurée par l'action des bactéries.

Les configurations classiques de lagunage comprennent généralement trois bassins destinés à accueillir, traiter et renvoyer l'eau vers le milieu récepteur après un certain temps. Bien que leur conception et leur apparence puissent sembler simples, ces bassins de lagunage hébergent en réalité une multitude de processus physiques, chimiques et biologiques complexes qui contribuent au processus d'épuration.

Le système fonctionne grâce à l'établissement d'une chaîne alimentaire complète, reposant sur la symbiose entre deux organismes vivants : les algues et les bactéries. Cet écosystème est extrêmement complexe car l'activité des organismes vivants est soumise à de nombreux facteurs incontrôlables, tels que la température et l'exposition au soleil [33].

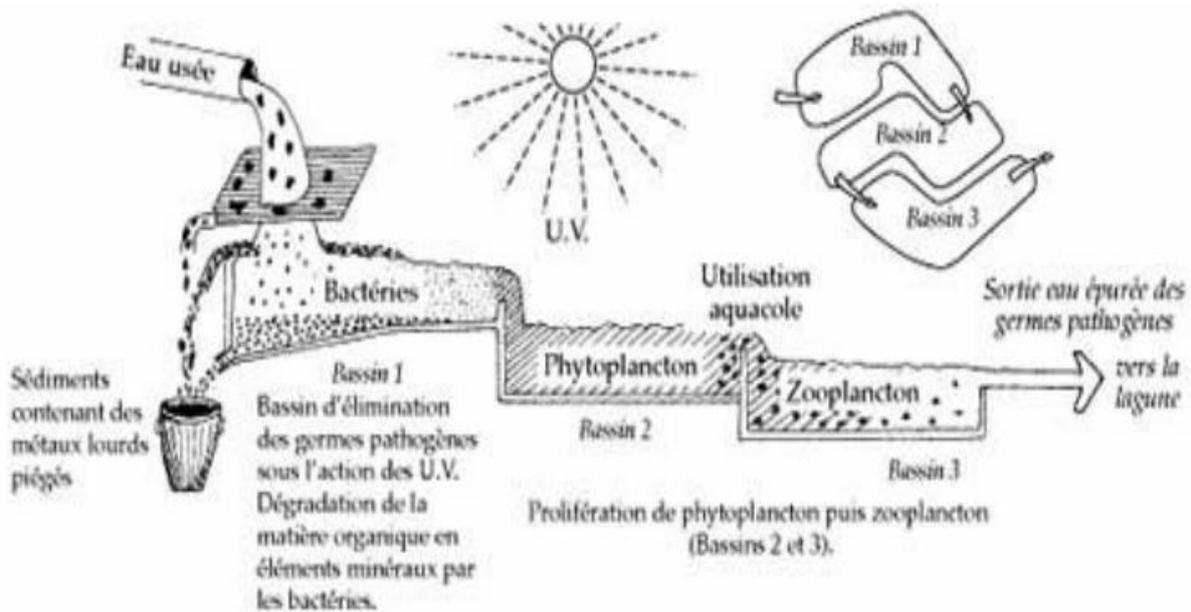


Figure I-5: procédé de traitement par le lagunage.

Source : (Mémoire d'ingénieur).

### I.7.8 Principaux types de lagunage :

#### ➤ Le lagunage naturel :

Le lagunage naturel est une méthode biologique de traitement des eaux usées qui se déroule dans un bassin contenant une couche d'eau d'une épaisseur généralement comprise entre 0,8 et 1,5 mètre. Les micro-organismes, incluant les algues, les protozoaires, les rotifères, les crustacés et les bactéries, travaillent en présence d'oxygène pour décomposer les contaminants et stabiliser les boues.

Ce mécanisme opère grâce à la coopération entre les algues unicellulaires et les bactéries. Sous l'action de la lumière solaire, les algues génèrent de l'oxygène, ce qui stimule la respiration et la croissance des colonies bactériennes. Ces bactéries, ainsi que certains champignons microscopiques, dégradent la matière organique en azote ammoniacal. En présence d'un bon niveau d'oxygène, cet azote est converti en nitrates, absorbés par les algues, et en phosphates, principalement issus des eaux de lavage. C'est ainsi que les algues se développent [34].

#### ➤ Le lagunage aéré :

Les dispositifs de lagunage aéré représentent des systèmes complets de purification biologique, comprenant un ou plusieurs bassins de traitement où la charge organique des eaux usées est dégradée par des bactéries. Une partie au moins de cette décomposition se réalise de manière aérobie, en fournissant de l'oxygène dissous dans l'eau de façon artificielle, soit par le biais d'un dispositif d'aération de surface, soit par l'introduction de bulles d'air.

Dans les lagunes aérées, l'apport en oxygène est effectué de manière mécanique grâce à des aérateurs de surface ou par injection d'air [34].



Figure I-6: Système d'épuration par lagunes aérées.

Source : (ISMA. Au service de l'eau).

#### I.7.9 Avantages et inconvénients de la filière :

Avantages	inconvénients
Bon abattement de la pollution bactériologique	Performances épuratrices faibles.
Adapté à des effluents peu concentrés	Réseau séparatif à bannir
Accepte des variations de charge polluantes et hydrauliques	Risques élevés d'odeur
Très faible consommation énergétique (sauf lagunage aéré)	Sensible aux effluents septiques et concentrés
Bonne intégration paysagère	Emprise foncière importante
Exploitation simplifiée du procédé épuratoire	Lutte contre les rongeurs
	Faucardage des berges des bassins
	Opérations de curage à prévoir tous les 10 ans
	Assurer l'étanchéité des bassins selon la nature du sol
	Risque d'altération du traitement avec l'apparition des lentilles d'eau dont il faut limiter le développement
	Pas de maîtrise du processus épuratoire

**I.8 Conclusion :**

Dans cette section, nous avons examiné les origines et les propriétés des eaux usées, ainsi que les différentes méthodes disponibles dans les stations d'épuration. Le choix du processus d'épuration est influencé par les caractéristiques de l'eau à purifier et les conditions environnementales du lieu de rejet.

# **CHAPITRE II: Présentation de la zone d'étude**

### II. Présentation de la zone d'étude.

#### II.1 Introduction :

La présentation de la zone d'étude est essentielle pour déterminer les facteurs qui influencent le traitement des eaux usées et la qualité des eaux traitées. Il est donc important de dépendre de l'environnement du site, notamment des conditions climatiques, géologiques et hydrogéologiques.

#### II.2 L'état d'épuration dans la wilaya de Mostaganem :

La Wilaya de Mostaganem dispose actuellement de neuf stations d'épuration (STEP) :

- Cinq stations de lagunages des communes: Mesra, Ain Nouissy, Hadjadj, Bouguirat et Fornaka.
- Quatre stations de traitement à boue activée : : Mostaganem, Sidi Ali, Sidi Lakhdaret Khadra.

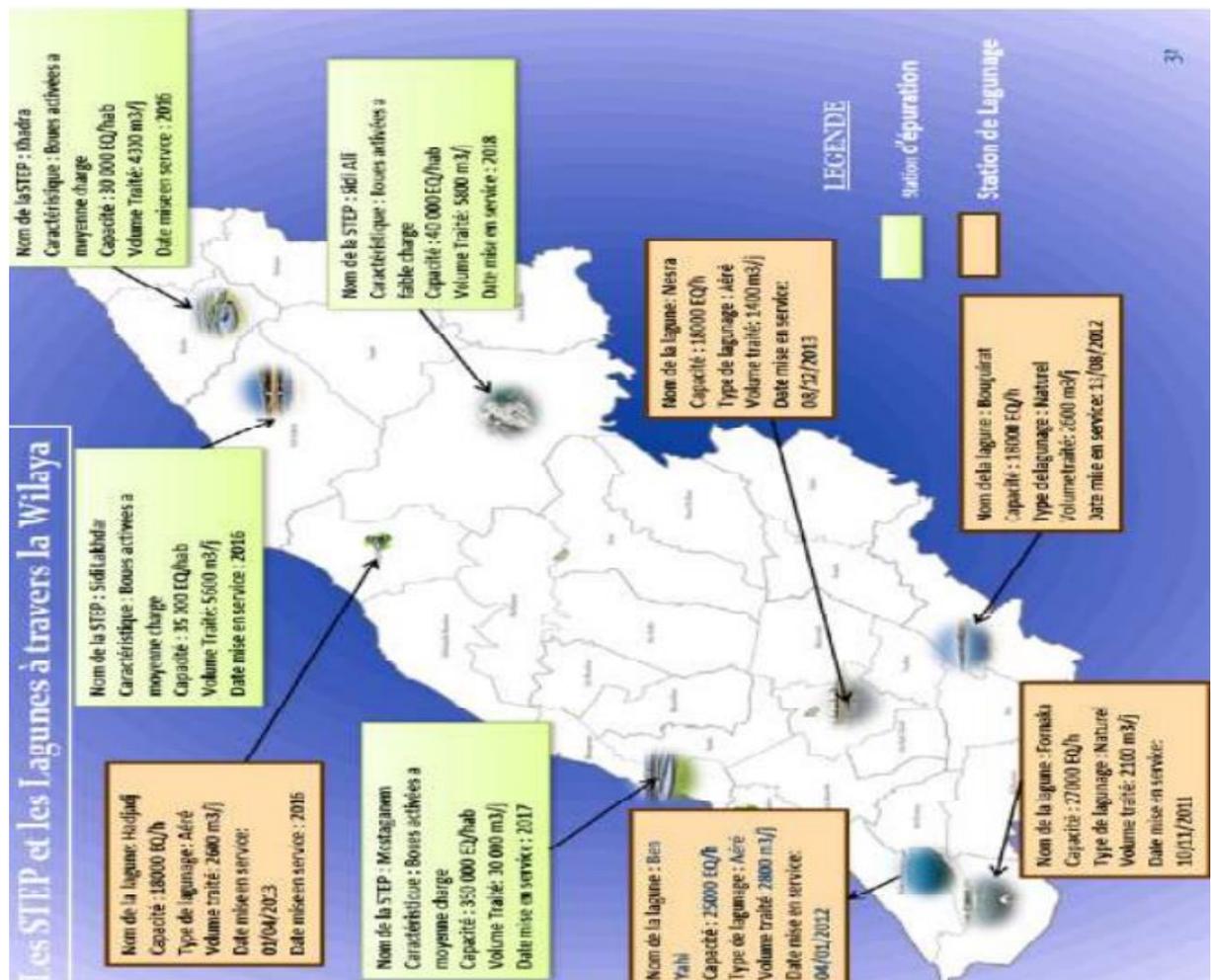


Figure II.1: STEP et les lagunes à travers la wilaya de Mostaganem

Source : ONA Mostaganem

### II.3 Présentation de la région d'étude :

#### II.3.1 Situation géographique :

La commune d'Aïn Nouïssy est située en Nord-ouest de la wilaya de Mostaganem, elle s'étend sur 53 Km<sup>2</sup> cette commune se trouve relation immédiate avec un grand nombre de communes :

- Au Nord, elle est limitée par la commune de Hassi Mameche.
- A l'Ouest, par la commune de Stidia.
- Au Sud, par la commune d'Hassiane et Fernaka.
- A l'Est, par la commune de Sirat.

La figure suivante représente la situation géographique de la ville dans la carte de la wilaya

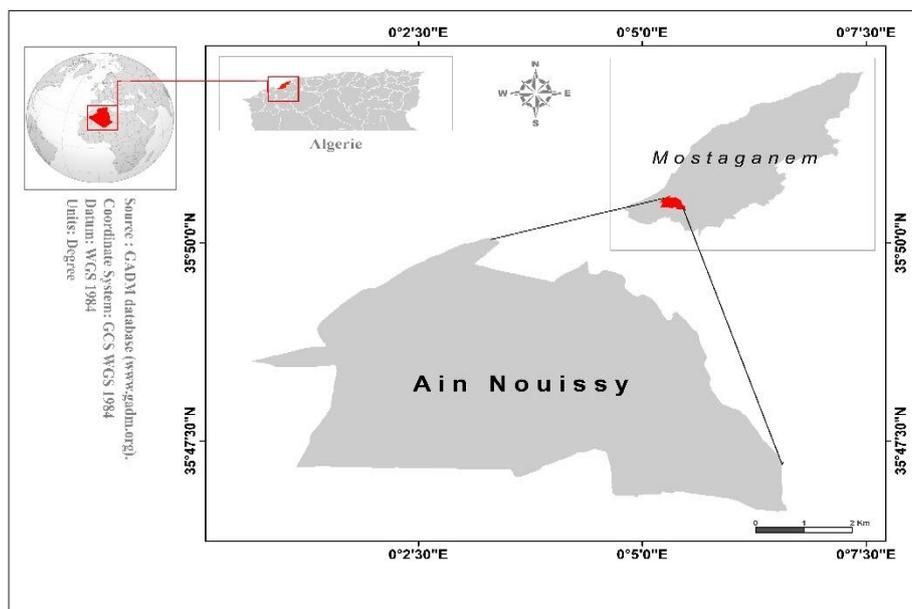


Figure II.2 : Situation géographique du secteur d'étude.

La station, mise en service en Janvier 2012, est située à environ 1 Km au Sud de la ville de Beni Yah, à 5 Km au Sud de la ville d'Aïn Nouïssy et à environ 20 Km du chef-lieu de la wilaya. Elle occupe une surface de 04 hectares.



**Figure II.3:** Situation géographique de la station de lagunage de Beni Yahia

Source : ONA Mostaganem

**II.3.2 Situation Climatologique :**

Le climat d'Aïn Nouïssy est similaire à celui de Mostaganem, avec un climat méditerranéen aux caractéristiques semi-arides et une ambiance continentale.

**II.3.2.1 Précipitation :**

Les précipitations mensuelles d'Aïn Nouïssy, sont d'une configuration extrêmement simple. Elles se caractérisent par un maximum très accusé en novembre et un minimum entre juillet-août.

Au mois les plus arrosés s'opposent 4 mois secs: juin, juillet, août et septembre, qui ne reçoivent en moyenne que 23 mm de pluies, soit 7 % du total. Juillet et Août sont en fait d'une sécheresse absolue, quant aux mois février mars d'avril et mai, ils totalisent 122.1 mm en moyenne, soit 29.78 % des précipitations moyennes.

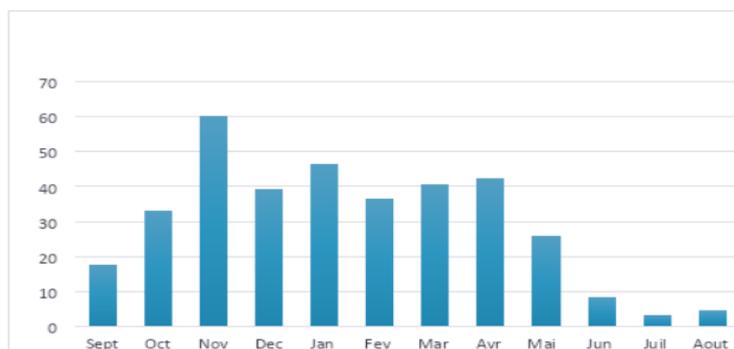
La moitié des précipitations annuelles tombe en l'espace de 20 à 30 jours durant les Cinq mois les plus pluvieux de l'année. Il arrive que les pluies atteignent aussi plusieurs millimètres en quelques minutes.

**Tableau II-1:** Répartition mensuelle moyenne interannuelle de la précipitation (2000-2018)

Mois	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	P Moy Ann (mm/an)
P moy mens (mm)	16,7	29,2	60,3	49,9	50,8	35,9	28,1	36,0	22,1	3,6	0,9	2,3	<b>335,80</b>
P (%)	4,98	8,69	17,95	14,86	15,14	10,70	8,36	10,72	6,57	1,07	0,27	0,68	100,00

## CHAPITRE II : Présentation de la zone d'étude

Source : L'A.N.R.H d'Oran (Station de MOSTAGANEM CODE 040612).



**Figure II.4 :** moyennes mensuelles des précipitations

### II.3.2.2 Température :

Les températures dans la région de Mostaganem sont influencées par la mer et varient du mois le plus chaud au mois d'août, tandis que janvier reste le mois le plus froid.

Le tableau ci-dessous présente les moyennes mensuelles et annuelles, les moyennes maximales, moyennes minimales, les moyennes journalières et les amplitudes des températures pour la période 2000-2018.

**Tableau II-2 :** Valeurs moyennes de températures de l'air (°C)

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Jui	Juil.	Août	Sep	Oct.	Nov	Déc.	Année
Température maximale (°C)	16,2	17,1	19,3	20,7	23,9	27,6	30,8	31,9	28,3	24,3	19,7	17,2	23,1
Température minimale (°C)	5,9	5,9	7,7	9,3	13,0	16,5	19,1	20,3	17,7	14,1	9,8	7,3	12,2
Température moyenne (°C)	10,8	11,3	13,6	15,2	18,6	22,1	24,8	25,8	22,8	19,0	14,6	12,0	17,5
Amplitude thermique (°C)	10,3	11,1	11,6	11,5	10,9	11,0	11,8	11,6	10,5	10,2	10,0	9,9	10,9

Source : station météo logique de Mostaganem 2000-2018

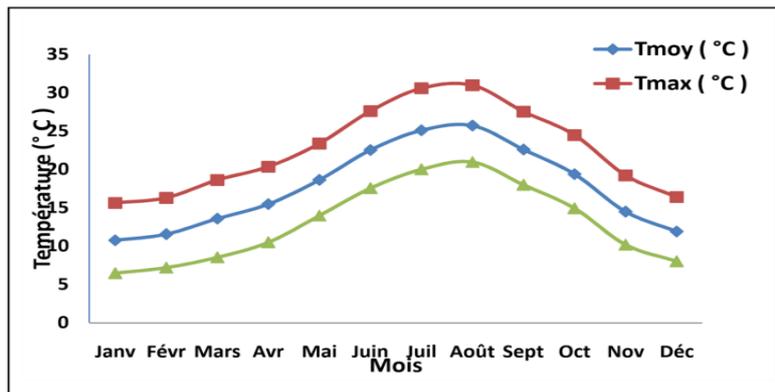


Figure II.5 Répartition des températures mensuelles (moyennes, minimales et maximales)

### II.3.2.3 Le Vent :

Ils sont un des éléments clés pour caractériser le climat méditerranéen. Leur impact est surtout néfaste pendant la saison sèche et lors des tempêtes précédant la saison des pluies, lorsque le sol est exposé. Ils jouent un rôle crucial dans la transformation des états de surface, notamment dans les zones arides et semi-arides.

Le tableau suivant présente les valeurs moyennes mensuelles et annuelles de la vitesse du vent (m/s).

Tableau II-3 : Vitesse des vents

Mois	Jan	Fév.	Ma	Avr.	Mai	Jiu	Juil.	Août	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Vitesse du vent (m/s)	1,8	1,6	1,7	2,4	2,1	2,0	1,7	1,5	1,6	1,7	1,8	1,7	1,8

Source : station métrologique de Mostaganem 2000-2018

### II.3.2.4 Humidité :

L'humidité relative est un paramètre climatologique essentiel, représentant le rapport entre la pression partielle de la vapeur d'eau dans l'air humide et la pression de saturation à la même température. Les arbres, quant à eux, transpirent de l'eau pour rafraîchir leurs feuilles, ce qui augmente l'humidité de l'air et contribue à abaisser les températures pendant la journée.

La distribution moyenne mensuelle de l'humidité est donnée dans le tableau ci-après :

Tableau II-4 : Répartition mensuelle de l'Humidité en % (2000-2018)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jiu	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Année
H(%)	77,9	77,8	74,5	72,9	72,6	70,8	70,7	70,9	72,6	74,7	74,7	77,4	74,1

Source : station météo logique de Mostaganem 2000-2018

## CHAPITRE II : Présentation de la zone d'étude

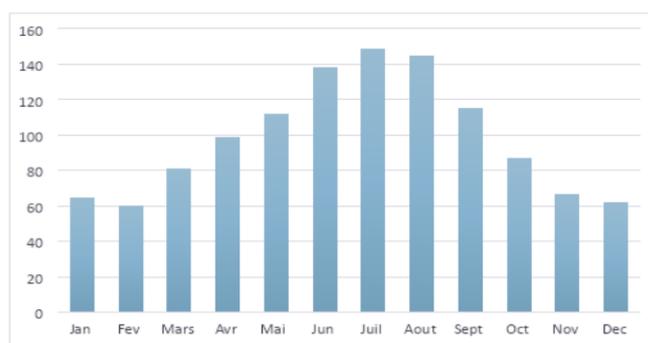
### II.3.2.5 Évaporation :

C'est l'émission de vapeur par une surface liquide ou un milieu humide (comme le sol ou la végétation) à une température inférieure au point d'ébullition.

**Tableau II-5** : les données de l'évaporation (2000-2018).

Mois	Jan	Fév.	Ma	Avr.	Mai	Jui	Juil.	Août	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Ev(mm)	50.15	52.86	61	78.88	97.5	94.1	121.78	107.9	96.5	75.61	53.85	53.58	52.9

Source : station météo logique de Mostaganem 2000-2018.



**Figure.II.6** : Moyennes mensuelles de l'évapotranspiration

### II.3.2.6 Ensoleillement :

C'est le facteur climatique dont il faut tirer parti, l'insolation forte avec les températures élevées entraînant une faible humidité de l'air et donc une évaporation forte.

Le tableau suivant présente les valeurs d'ensoleillement en heures (2000-2018)

**Tableau II-6** : les valeurs d'ensoleillement en heures (2000-2018)

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Jui	Juil.	Août	Sep	Oct.	Nov.	Déc.
E (h/jour)	6.2	7.17	8.10	8.7	9.38	10.57	10.61	8.48	8.76	7.32	6.23	5.74

Source : station météo logique de Mostaganem 2000-2018.

### II.3.3 Géologie :

Notre site s'inscrit dans la carte géologique régionale du plateau de Mostaganem. Il est constitué généralement des terrains plissés d'âge récent. Ce sont essentiellement des grès calcaires du miocène et des alluvions plus récents qui dominent.

Les formations quaternaires correspondent essentiellement à de sable avec des encroûtements calcaires, parfois sous forme de dalle.

## CHAPITRE II : Présentation de la zone d'étude

Sur le plateau nous remarquons l'affleurement de formations géologiques calcaires discordantes sur les formations charriées marneuses. Par contre les dépressions sont occupées des formations sableuses épaisses, constituant par endroits des dunes avec des sables vifs.

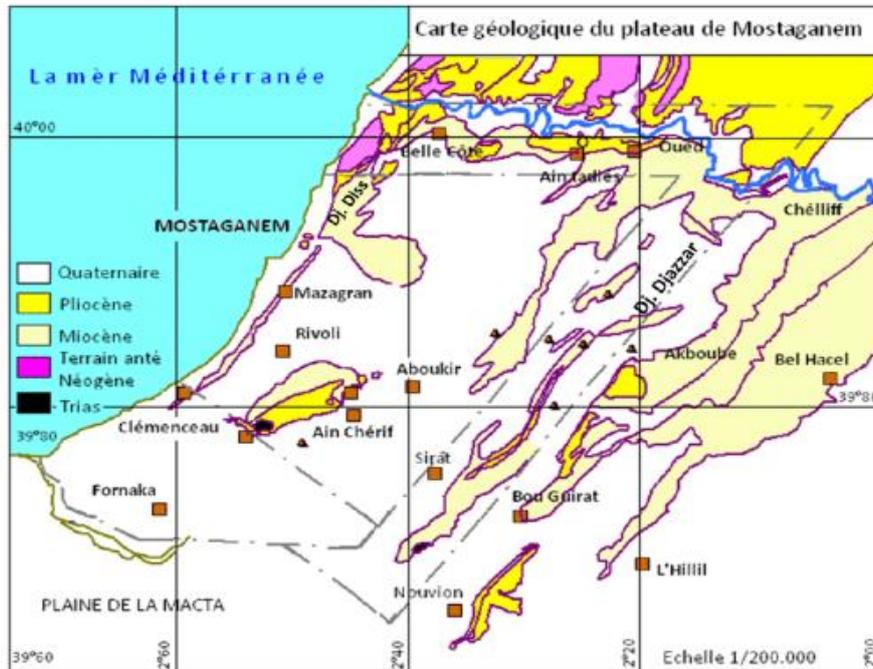


Figure II.7: Extrait de la carte géologique de la zone d'étude

Source : ONA Mostaganem.

### II.3.4 Hydrogéologie :

La nappe principale du plateau de Mostaganem est située essentiellement dans les grès et les sables plioquaternaires. Au nord, le système est limité par l'affleurement des marnes bleues du Miocène dont la présence entraîne l'existence d'une ligne de source au contact des sables du plateau. Au sud, ces marnes apparaissent au niveau du Djebel Trek El Touires. A l'ouest, ce sont les marnes du Plaisancien et du Miocène supérieur qui définissent les limites de l'aquifère. A l'est enfin, nous avons limité notre étude au village Bled Touahria qui concorde avec la limite de la carte géologique 1/50 000ème).

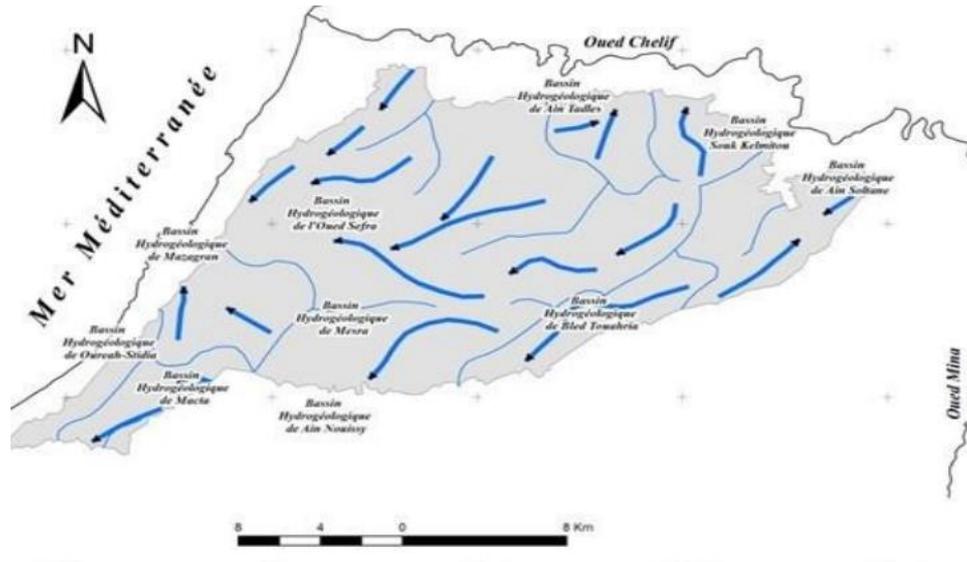


Figure II.8 : Carte des bassins hydrogéologiques de la nappe du plateau de Mostaganem.

Source : DRE, (année 2022).

### II.3.5 Situation démographique :

Pour le calcul de la population pour l'horizon visé, on utilise la formule du taux d'accroissement exponentiel :

$$P_n = P_0 (1 + T)^n$$

$P_n$  : population future

$P_0$  : population de l'année de référence (2010)

$n$  : nombre de l'année

$T$  : taux d'accroissement (Ben Yahi = 1,5 % et d'Ain Nouïssy = 2,3%)

Tableau II-7 : Evolution de la population des communes

	Population
--	------------

## CHAPITRE II : Présentation de la zone d'étude

Communes	2011	2024	2054
Ben Yahia	12495	15163	23701
Ain Nouïssy	6697	9000	17804
Nouvelles localités			

Source : ONA Mostaganem

### II.3.5.1 Estimation aux besoins eau potable :

Pour les besoins domestiques et d'après la base de projection de la population donnée par le rapport démographique et le Plan Nationale des Eaux nous adoptons le suivant.

- Une dotation de 150 l/j/habitant jusqu'à 2053.

Pour les besoins des équipements nous avons considéré que :

- Les besoins en eau potable des équipements sont de 15% des besoins en eau potable.

### II.4 Conclusion :

Ce chapitre nous a permis de connaître et décrire le cadre physique, aperçu climatique de la zone d'étude

Le climat d'Aïn Nouïssy est similaire à celui de Mostaganem, avec un climat méditerranéen aux caractéristiques semi-arides et une ambiance continentale.

Les précipitations mensuelles d'Aïn Nouïssy, sont d'une configuration extrêmement simple. Elles se caractérisent par un maximum très accusé en novembre et un minimum entre juillet-août.

# **CHAPITRE III: description et diagnostique de la station d'épurations**

### III. Description et Diagnostique de la station d'épuration.

#### III.1 Introduction :

Ce chapitre se concentre sur l'importance de comprendre en détail le fonctionnement des installations de la Station d'Épuration des Eaux Usées (Lagunage), y compris les différentes étapes du traitement, les opérations de maintenance requises et les recommandations de réglage de la station. L'objectif principal est de fournir une description exhaustive de la station d'épuration des eaux usées urbaines de la ville, dans le but de présenter le processus de traitement de manière approfondie et de simplifier le processus de diagnostic en cas de dysfonctionnement ou de problèmes potentiels.

#### III.2 Les facteurs d'influence :

Les conditions météorologiques jouent un rôle crucial dans le processus d'épuration par lagunage. Les variations de température dans l'environnement de la lagune impactent directement son fonctionnement en affectant la production d'oxygène par photosynthèse et en influant sur la croissance et la survie des micro-organismes qui y résident. L'optimum de production d'oxygène se situe généralement autour de 20°C. Il est essentiel de noter que le lagunage ne peut fonctionner de manière optimale que dans une plage de températures allant de 5°C à 35°C. Par ailleurs, les précipitations ont également un effet significatif sur la qualité des eaux brutes entrant dans la station, en particulier lors de périodes de temps humide, ainsi que sur sa capacité de traitement [35].

#### III.3 Nature et origine des eaux usées :

Selon la source des eaux polluées qui parviennent à la station de Beni Yahi, qui transite à travers un réseau unitaire, on peut identifier différentes catégories :

➤ **Les eaux usées domestiques :**

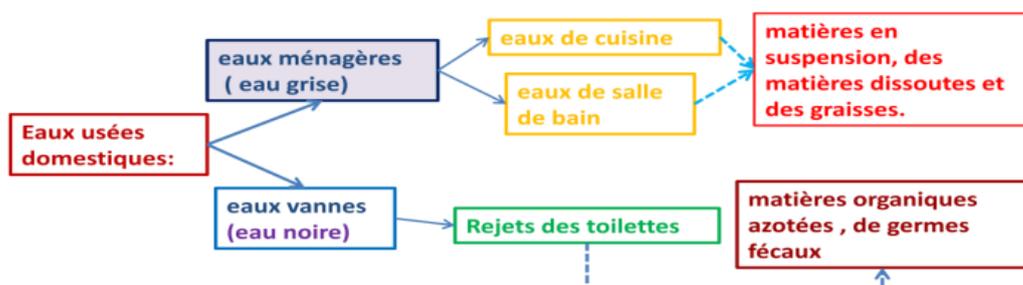


Figure III.1 : Origines des eaux usées domestiques.

Source : DREE W Mostaganem

### ➤ Les eaux de ruissellement :

Ces eaux sont le produit du ruissellement des toits, des terrasses, des parkings et des voies de circulation lors des précipitations. Elles véhiculent divers contaminants tels que des résidus de carburant, des débris de pneus et des métaux lourds. En raison de cette composition, elles affichent une concentration élevée en Matières en Suspension (MES) et en Demande Chimique en Oxygène (DCO). De plus, elles contiennent des bactéries issues des poussières et des particules d'argile qui se sont accumulées sur les surfaces des toits et des routes [35].

### III.3.1 Données spécifiques de la station :

- La station d'épuration a été construite pour l'horizon 2030 et traite les eaux usées de 16827 habitants avec un débit d'entrée de 2800 m<sup>3</sup>/jour, ce qui correspond 25000 équivalent habitants avec une dotation de 112 l/hab/j [35].
- La norme de dimensionnement de la STEP a été fixée en 2030 et le débit était de 2800 m<sup>3</sup>/j. Après le raccordement des nouvelles localités en 2021 La population totale de ces agglomérations est environ 24163 habitants. Avec un débit d'eau usée estimée à 3400 m<sup>3</sup> /j [35].
- Cette relation a pour conséquence que les installations reçoivent des charges de polluants qui dépassent leur capacité de traitement, ce qui indique que la plupart des installations sont surdimensionnées.

### III.4 Descriptif et diagnostique physique :

#### III.4.1 Présentation générale de la Station :

##### III.4.1.1 Traitements physiques :

À leur entrée à la station d'épuration, les eaux brutes sont soumises à un processus initial de prétraitement visant à éliminer les éléments indésirables susceptibles d'entraver les étapes de traitement ultérieures en raison de leur nature ou de leur taille. Ce processus de prétraitement comprend plusieurs opérations mécaniques ou physiques, à savoir le dégrillage, qui consiste à retirer les gros débris et les objets solides de grande taille, le dessablage pour éliminer les particules de sable et de gravier, le déshuilage pour éliminer les huiles et les graisses flottantes, et enfin le dégraissage pour séparer les matières grasses plus légères de l'eau [36].

##### a. Dégrillage :

Dans le cadre du dégrillage, les éléments grossiers présents dans l'eau brute sont séparés en faisant passer le flux entrant à travers des barreaux disposés à des intervalles spécifiques.

**Tableau III.1** : Caractéristiques de la grille :

## CHAPITRE III : Description et Diagnostique de la station dépuracion

Nombre d'ouvrage	2
Longueur	0,3m
Largeur	0,5m

Source : (Office national de l'assainissement de Mostaganem).

### b. Dessablage Déshuilage :

Ce processus vis à éliminer les particules de sables ainsi que les huiles des eaux résiduaires les huiles et les graisses peuvent pose plusieurs problèmes lors du traitement, notamment :

- Encombrement des décanteurs,
- Difficulté de dispersion de l'oxygène,
- Sédimentation inefficace dans les décanteurs,
- Risque d'obstruction des canalisations et des pompes,
- Baisse de l'efficacité du traitement.

Tableau III.2: Caractéristiques de Dessableur

Nombre d'ouvrage	2
Longueur	3,5m
Largeur	0,8m
Hauteur	0,4m

Source : (Office national de l'assainissement de Mostaganem).

Tableau III.3: Caractéristiques de Déshuileur

Nombre d'ouvrage	1
Longueur	3,5m
Largeur	1,5m
Hauteur	1,5m

Source : (Office national de l'assainissement de Mostaganem).

### III.4.1.2 Traitement biologique :

Cette étape du traitement des eaux usées vise à éliminer les matières polluantes solubles telles que le carbone, l'azote et le phosphore en mettant en œuvre l'activité des micro-organismes

## CHAPITRE III : Description et Diagnostique de la station dépuration

capables de décomposer la matière organique biodégradable. Dans cette phase biologique, le processus se déroule à travers deux bassins d'aération, suivis de trois bassins de décantation, et enfin un bassin de rétention [36].



**Figure III.2 :** Synoptique de la Station de Lagunage de Beni Yah.

**Source :** (Office national de l'assainissement de Mostaganem).

### a. Bassin d'aération :

Pendant la phase d'aération, les micro-organismes décomposent les matières organiques en absorbant les nutriments. Ce processus est similaire à celui des boues activées, mais avec une densité bactérienne réduite et aucune recirculation. L'oxygène est introduit dans le système par des aérateurs de surface ou par injection d'air. La consommation électrique de ces deux méthodes d'aération est similaire à celle des systèmes de boues activées [34].

Chaque bassin d'aération est équipé de trois aérateurs de surface à axe vertical. Ces aérateurs, identiques les uns aux autres, ont une puissance nominale de **18,5 kW** chacun.

**Tableau III.4:** Caractéristiques de bassin d'aération

Nombre de bassin	2
Longueur	130m
Largeur	57m
Hauteur d'eau	2m
Volume unitaire	10 000 m <sup>3</sup>
Volume totale	20 000 m <sup>3</sup>

**Source :** (Office national de l'assainissement de Mostaganem).

### b. Bassin de décantation :

Les matières en suspension, constituées principalement d'accumulations de micro-organismes et de particules piégées, proviennent principalement d'une ou deux lagunes simples. Elles se regroupent lentement pour former des boues. Le décanteur facilite la séparation des boues transportées par l'effluent traité provenant des bassins d'aération [34].

**Tableau III.5:** Caractéristiques de bassin de décantation

Nombre de bassins	3
Longueur	68m
Largeur	35m
Hauteur d'eau	2m
Le dernier bassin :	
Longueur	76m
Largeur	66m
Hauteur d'eau	2m

Source : (Office national de l'assainissement de Mostaganem).

### c. Bassin de rétention :

C'est une structure hydraulique conçue pour recueillir et stoker temporairement les eaux pluviales ou de ruissellement. Son rôle principal est de prévenir les inondations, de contrôler l'érosion et de protéger les milieux aquatiques.

**Tableau III.6:** Caractéristiques de bassin de rétention

Nombre de bassins	1
Longueur	88m
Largeur	78m
Hauteur d'eau	2m
Volume totale	8400m <sup>3</sup>

Source : (Office national de l'assainissement de Mostaganem).

### III.4.2 Principaux ouvrages et équipements annexes :

Les principaux ouvrages et équipements annexes sont composés essentiellement de :

- Logement de gardien,
- Hangar,

- Bacs à déchets,
- Station de relevage,
- Local des compresseurs,
- Bacs à déchets et huile,
- Groupe électrogène d'une puissance de : 260 KVa,
- Clôture entourant la station.

### III.4.3 Fonctionnement de la station :

L'eau provenant de deux localités est acheminée vers un regard central où elle est rassemblée. De là, elle est pompée à l'aide de deux pompes immergées fonctionnant en parallèle pour assurer un débit constant. Une fois en route vers le processus de traitement, cette eau subit une série d'étapes physiques pour éliminer les impuretés solides et liquides.

La première étape consiste en un dégrillage, où des barreaux disposés à des intervalles spécifiques retiennent les éléments grossiers tels que les débris, les feuilles et autres matériaux flottants. Ensuite, l'eau passe par un dessaleur, où les sables et les particules lourdes sont précipités et séparés du flux principal. Enfin, l'eau est dirigée vers un déshuileur, où les huiles et les graisses sont séparées par flottation ou par d'autres moyens de séparation physique. Une fois ces étapes terminées, l'eau est prête à être acheminée vers les étapes suivantes du processus de traitement des eaux usées.

Après le prétraitement, l'eau est naturellement dirigée vers deux bassins d'aération dont la capacité totale est d'environ 20 000 m<sup>3</sup>. Les eaux du premier bassin sont ensuite dirigées vers deux bassins de décantation d'une capacité d'environ 5 800 m<sup>3</sup> chacun, tandis que celles du deuxième bassin sont dirigées vers un seul bassin de décantation dont la capacité est estimée à environ 6 000 mètres cubes. Par la suite, l'effluent passe par un bassin de désinfection avant d'arriver finalement au bassin de rétention, dont le volume est estimé à environ 8 400 m<sup>3</sup>. Le transfert d'eau d'un bassin à l'autre est réalisé au moyen de conduites en béton armé d'un diamètre de 500 mm.

L'effluent provenant du bassin de rétention est collecté dans un bassin de stockage avant d'être déversé dans Oued El-Tin [4].

### III.4.4 Diagnostique du système épuratoire :

#### III.4.4.1 Le déversoir d'orage :

- Description : Il est situé au Nord de la station de lagunage.
- Son rôle : En cas de fortes pluies dépassant la capacité de la station, l'excès d'eau est déversé dans un collecteur en béton armé de 500 mm de diamètre, puis dirigé vers un caniveau pour rejoindre Oued El-Tin.



**Figure III.3** : Localisation de l'Ouvrage.

**Source** : (Office national de l'assainissement de Mostaganem).

- Diagnostic : l'altération du béton de la dalle de couverture peut provoquer un risque de colmatage du déversoir car elle favorisera l'accumulation de sédiments et de déchets solides à l'intérieure de la structure.
- Etat structurale : Moyen état.
- Etat fonctionnelle : Bien que l'ouvrage soit fonctionnellement en bon état, il reste tributaire des opérations de maintenance.



**Figure III.4** : Etat structurale du déversoir d'orage

**Source** : une photo actuelle de la station.

### III.4.4.2 Le point de rejet de station de relevage :

- Description : il est situé au Sud-Ouest de la station de lagunage.



**Figure III.5 :** Localisation de l'Ouvrage.

**Source :** (Office national de l'assainissement de Mostaganem).

- Son rôle : Accueillir les eaux déversées lors de fortes précipitations pour les orienter vers Oued El-Tin.
- Diagnostic : La majeure partie de la structure connectant le déversoir d'orage à son point de déversement reste non aménagée, ce qui conduit au colmatage du collecteur en béton armé et à l'accumulation des eaux usées, Cela conduit à la propagation d'odeurs désagréables et à l'émission de gaz toxiques, ce qui constitue un danger pour la santé publique. De surcroît, ce débordement occasionne l'inondation d'une large étendue de terres agricoles.
- Etat structurale : Mauvais état.
- Etat fonctionnelle : Le canal qui relie le déversoir d'orage au point de rejet est en mauvais état fonctionnel.



**Figure III.6 :** Etat structurale du point de rejet.

**Source :** une photo actuelle de la station.

### III.4.4.3 Le dégrilleur manuel :

- Description : situe en aval du regard d'entré.



**Figure III.7 :** Localisation de l'Ouvrage.

**Source :** (Office national de l'assainissement de Mostaganem).

- Son rôle : empêcher les débris de grand taille de perturber le fonctionnement optimal des pompes.
- Diagnostic : L'absence de nettoyage et de maintenance régulière de la structure entraîne l'accumulation de débris, ce qui conduit au colmatage des sections limitées par les barreaux.
- Etat structurelle : Etat moyen.
- Etat fonctionnelle : la grille est dans un bon état fonctionnelle.



**Figure III.8 :** Etat structurelle du Le dégrilleur manuel

**Source :** une photo actuelle de la station.

### III.4.4.4 La station de relevage :

- Description : Elle situe juste en aval du dégrilleur manuel.



**Figure III.9 :** Localisation de l'Ouvrage.

**Source :** (Office national de l'assainissement de Mostaganem).

- Son rôle : Entreposer les eaux usées dès leur arrivée à la station, puis les transporter vers le poste de prétraitement à l'aide de deux pompes immergées installées en parallèle.
- Diagnostic : Absence d'un débitmètre au niveau de l'ouvrage qui peut nous renseigner sur le débit journalier reçu par la station. Cette donnée peut être utile pour le calcul du volume d'eau épurée dans une période de temps bien déterminée.
- Etat structurale : Mauvais état.
- Etat fonctionnelle : Les pompes sont en mauvais état fonctionnel.



**Figure III.10 :** Etat structurale de la station de relevage.

**Source :** une photo actuelle de la station.

### III.4.4.5 La station de prétraitement :

- Description : Elle est située à l'intérieure de la station de lagunage juste en aval de la station de relevage.



**Figure III.11** : Localisation de l'Ouvrage.

**Source** : (Office national de l'assainissement de Mostaganem).

- Son rôle : Ce processus permet de retirer de l'eau les déchets susceptibles de perturber le système d'épuration ultérieurement, de séparer les sables mélangés dans les eaux par ruissellement ou amenés par l'érosion des canalisations grâce à la décantation, et d'éliminer les huiles et les graisses de l'eau.
- Diagnostic : Aucune anomalie n'est détectée ou signalée par ce dispositif.
- Etat structurelle : moyen état
- Etat fonctionnelle : La station de prétraitement est en état fonctionnel normal.





**Figure III.12 :** Etat structurale de La station de prétraitement.

**Source :** une photo actuelle de la station.

### III.4.4.6 Les bassins d'aérations :

- Description : Ils sont situés au Nord de la station de lagunage en aval de la station de prétraitement.



**Figure III.13:** Localisation de l'Ouvrage.

**Source :** (Office national de l'assainissement de Mostaganem).

- Son rôle : Un bassin d'aération est un réservoir où les eaux usées entrent en contact intime avec la boue grâce à une concentration élevée en oxygène fournie par six aérateurs.
- Diagnostic : -le contrôle du cycle de fonctionnement des aérateurs de surface correspond à une période de 15 min de marche pour chaque aérateur. Quand cette durée est atteinte le prochain aérateur déclenche automatiquement et ainsi de suite pendant toute la journée.
  - Les aérateurs ont un faible champ de brassage par rapport à la surface des bassins. Ce dernier constat est l'un des facteurs majeurs qui provoque le

## CHAPITRE III : Description et Diagnostique de la station dépuration

disfonctionnement biologique au niveau des bassins. La culture bactérienne produite n'assure plus la bonne décantation ultérieurement.

- Le coût énergétique de la station préoccupe désormais les gestionnaires et les responsables du service public de l'assainissement.

- Etat structurelle : -deux (02) aérateurs de surface parmi les six (06) est en arrêt total.  
- Mauvais état.
- Etat fonctionnelle : Les résultats des tests visant à évaluer les performances de la station d'épuration indiquent que le bassin d'aération joue un rôle essentiel dans le processus, mais il exerce une influence négative sur la qualité des eaux traitées.



**Figure III.14** : Etat structurelle du bassin d'aération.

Source : une photo actuelle de la station.

### III.4.4.7 Les bassins de décantations :

- Description : Ils sont situés en amont des bassins d'aérations.



**Figure III.15**: Localisation de l'Ouvrage.

Source : (Office national de l'assainissement de Mostaganem).

- Son rôle : La décantation est assurée principalement par deux bassins indépendants. Les matières en suspensions s'agglomèrent lentement sous forme de boues. Ces dernières doivent être régulièrement extraites.
- Diagnostique : Les eaux issues du premier bassin d'aération sont évacuées vers un seul bassin de décantation alors que les eaux reçues à partir du deuxième bassin d'aération sont évacuées vers les deux autres bassins de décantation. Cette configuration est munie d'un choix de temps de séjour non fondé par les gestionnaires. Le lagunage aéré se différencie des boues activées par l'absence de maintien d'une concentration fixée de micro-organismes (pas de recirculation). Cela conduit à prévoir des temps de séjour plus longs, plus favorables à une bonne adaptation du système aux variations de qualité de l'effluent à traiter. Ce procédé a un bon comportement vis-à-vis des effluents dilués ou si les débits ne sont pas bien écrêtés.
- Etat structurelle : Moyen état.
- Etat fonctionnelle : Les bassins de décantations sont en moyen état fonctionnel.



**Figure III.16** : Etat structurelle du bassin de décantation.

**Source** : une photo actuelle de la station.

### III.4.4.8 Le bassin de désinfection :

- Description : Il est situé en amont des bassins de décantation.



**Figure III.17:** Localisation de l'Ouvrage.

**Source :** (Office national de l'assainissement de Mostaganem).

- Son rôle : désinfecter les eaux provenant du bassin de décantation en y ajoutant le chlore
- Diagnostique : - Cet ouvrage est mis hors service (bassin non opérationnel).  
- La conduite est endommagée (apparition des armatures).
- Etat structurelle : Bon état.
- Etat fonctionnelle : Le bassin de désinfection est en état de dysfonctionnement total.



**Figure III.18 :** Etat structurelle du bassin de désinfection.

**Source :** une photo actuelle de la station.

### III.4.4.9 Le bassin de rétention :

- Description : Il est situé en aval du bassin de désinfection.



**Figure III.19:** Localisation de l'Ouvrage.

**Source :** (Office national de l'assainissement de Mostaganem).

- Son rôle : Cet ouvrage sert à stocker les eaux épurées avant leur rejet dans le milieu naturel (Oued El-Tin).
- Diagnostique : Il ne révèle aucun anomalie
- Etat structurale : bon état
- Etat fonctionnelle : Le bassin de rétention est en état fonctionnel normal.



**Figure III.20:** Etat structurale du bassin de rétention.

**Source :** une photo actuelle de la station.

### III.4.4.10 Le regard de la sortie :

- Description : Il est situé au Sud de la station de lagunage en aval du bassin de rétention.



**Figure III.21:** Localisation de l'Ouvrage.

**Source :** (Office national de l'assainissement de Mostaganem).

- Son rôle : Cet ouvrage recevra les eaux épurées du bassin de rétention pour les acheminer vers Oued El-Tin.
- Diagnostique : - Absence du tampon du regard.
  - Installation d'une conduite en PEHD permettant de transférer les eaux épurées vers un bassin de stockage.
  - Une mauvaise mise en œuvre de cette conduite (plusieurs fuites sont constatées).
- Etat structurelle : Moyen état
- Etat fonctionnelle : Ce regard est dans un moyen état fonctionnel.



**Figure III.22 :** Etat structurelle du regard de sortie .

Source : une photo actuelle de la station.

### III.5 Les performances épuratoires :

Les indices de rendement, souvent exprimés en chiffres, permettent d'évaluer l'efficacité d'un processus ou la qualité d'un service, entre autres. Ils sont organisés par des critères synthétiques pour aider les responsables à surveiller et analyser les processus ou services examinés.

#### III.5.1 Evolution des paramétrés :

Une série de mesures a été réalisée à afin d'évaluer les performances opérationnelles de la station de lagunage Ben Yayi en termes de respect des normes de rejet et la possibilité de réutiliser ces eaux en agriculture.

Ces mesures ont été prises sur deux périodes différentes pour montrer l'impact des nouvelles approches comparative permet de mettre en évidence l'impact direct de cet agrandissement sur la fonctionnalité de la station.

#### III.5.2 Variation de volume :

Le volume arrive à la station dépend la consommation en eau potable et de la précipitation les figures (III.22 / III.23) représenté la variation mensuelle des volumes des eaux usées épurée au cours de la période [janv 2016-mai 2017] et [janv 2022-mai 2023]

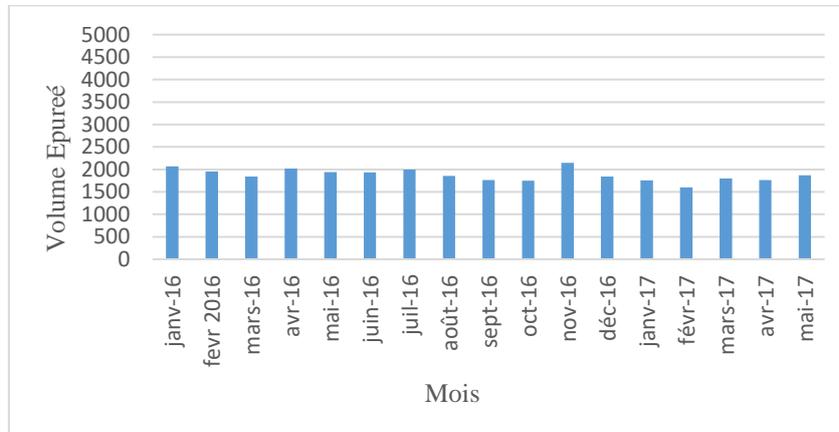
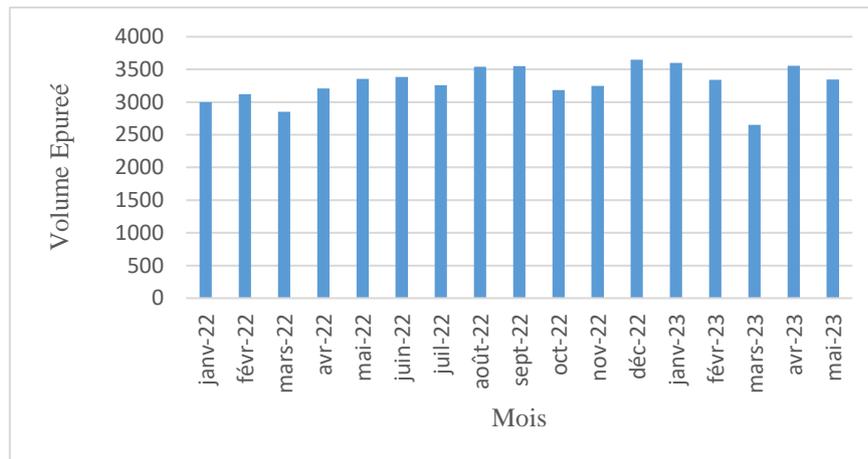


Figure III.22: Variation de volumes épurée (Période du janv 2016 au mai 2017)

Ces volumes varient de 1600 m<sup>3</sup> [févr-2017] à 2150m<sup>3</sup> [nov-2016] avec une moyenne mensuelle de 1900 m<sup>3</sup>.



**Figure III.23:** Variation de volumes épurée (Période du janv 2022 au mai 2023)

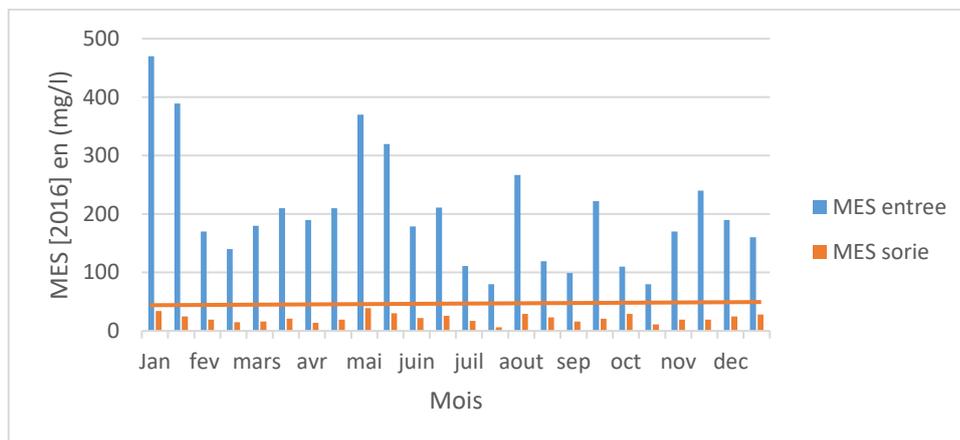
Ces volumes varient de 2650 m<sup>3</sup> [mars-2023] à 3652m<sup>3</sup> [déc-2022] avec une moyenne mensuelle de 3400 m<sup>3</sup>.

### III.5.3 Effluent et rejets :

La qualité des eaux traitées par la station doit répondre aux normes de l'OMS. En effet, les limites pour les matières en suspension (MES), la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biochimique en oxygène (DBO5) ne doivent pas dépasser respectivement 30, 120 et 30 mg/l.

#### III.5.3.1 Les matières en suspension (MES) :

Les figures (III.24 / III.25) représentent les valeurs journalières de la teneur en MES des échantillons d'eau usée brute et épurée prélevés deux fois par mois. Au cours de la période [janv 2016-déc2016] et [janv 2022-déc 2022].

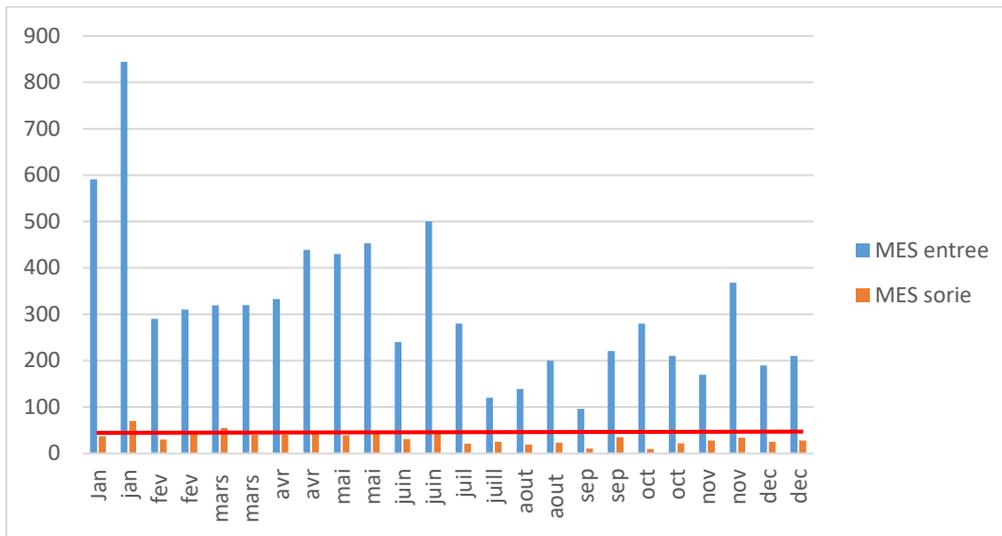


**Figure III.24:** Evaluation saisonnière de la teneur en MES (Période du janv 2016 au déc 2016)

Pour l'année 2016, la teneur en MES des eaux brutes varie d'une valeur minimale de 80 mg/l [oct-2016] à une valeur maximale de 470mg/l [janv-2016], avec une moyenne annuelle de 204 mg/l. Comparant à la MES de l'eau usée brute, celle de l'eau épurée a été nettement réduite, avec une valeur minimale de 6 mg/l [juil-2016] et une valeur maximale de 34mg/l [Janv-2016]. La valeur moyenne annuelle est de 22 mg/l. Le taux d'abattement de la MES dépasse

## CHAPITRE III : Description et Diagnostique de la station dépuration

généralement 80% . Cependant, les teneurs en MES de l'eau épurée sont moins que la valeur limite recommandée par l'OMS qui est de l'ordre de 30 mg/l.

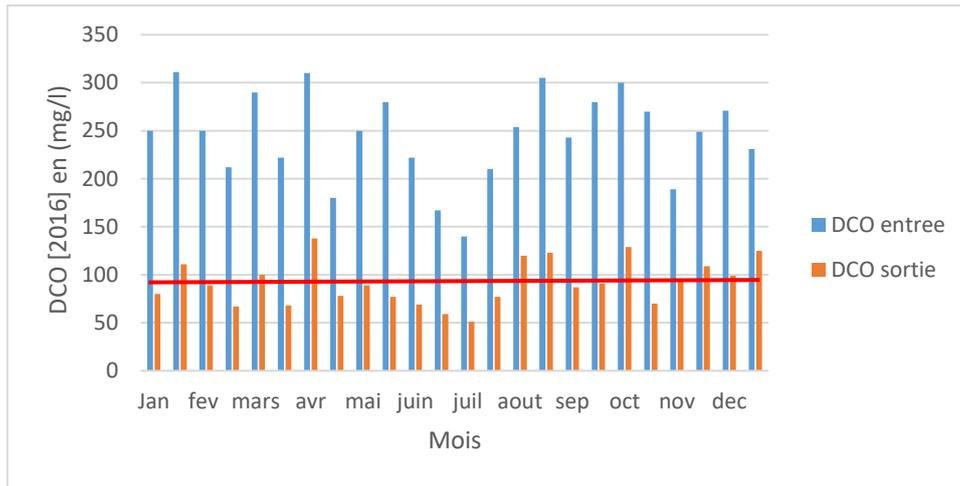


**Figure III.25:** Evaluation saisonnière de la teneur en MES (Période du janv 2022 au déc 2022)

Pour l'année 2022, la teneur en MES des eaux brutes varie d'une valeur minimale de 96 mg/l [sept-2022] à une valeur maximale de 844 mg/l [janv-2022], avec une moyenne annuelle de 318 mg/l. Ces données montrent que les valeurs maximales sont enregistrées dans la saison de l'hiver alors que les valeurs minimales ont été enregistrées pendant la saison de l'été. Comparant à la MES de l'eau usée brute, celle de l'eau épurée a été nettement réduite, avec une valeur minimale de 9 mg/l [oct-2016] et une valeur maximale de 69 mg/l [mars-2022]. La valeur moyenne annuelle est de 43 mg/l. Le taux d'abattement de la MES dépasse généralement 50%. Cependant, les teneurs en MES de l'eau épurée sont au-delà de la valeur limite recommandée par l'OMS qui est de l'ordre de 30 mg/l, pendant l'hiver et le printemps.

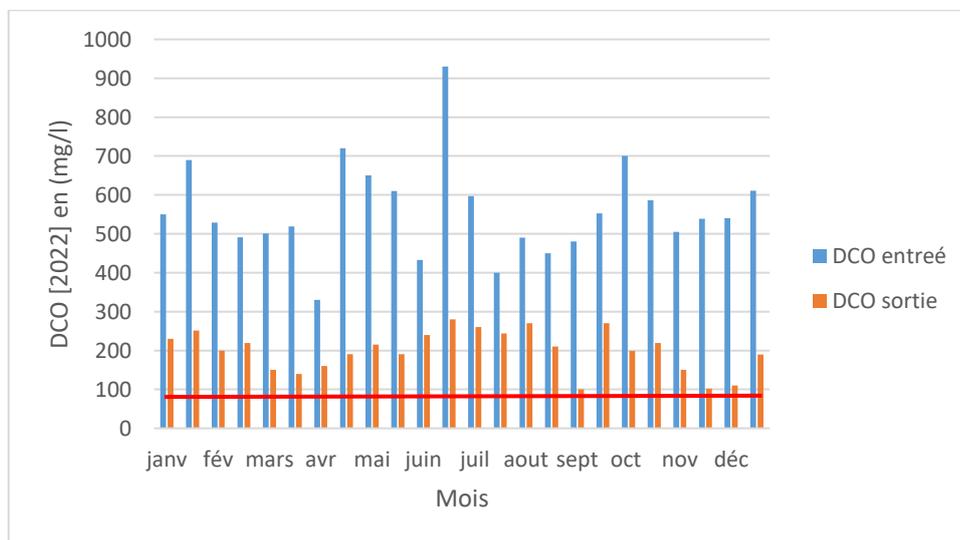
### III.5.3.2 La demande chimique en Oxygène (DCO) :

Les figures (III.26 / III.27) représenté les valeurs journalières de la teneur en DCO des échantillons d'eau usée brute et épurée prélevés deux fois par mois. Au cours de la période [janv 2016-déc2016] et [janv 2022-déc 2022].



**Figure III.26:** Evaluation saisonniere de la teneur en DCO (Période du janv 2016 au déc 2016)

Pour l'année 2016, la teneur en DCO des eaux brutes varie d'une valeur minimale de 100 mg/l [juil-2016] à une valeur maximale de 311 mg/l [janv-2016], avec une moyenne annuelle de 226 mg/l. Comparant à la MES de l'eau usée brute, celle de l'eau épurée a été nettement réduite, avec une valeur minimale de 48 mg/l [juin-2016] et une valeur maximale de 138 mg/l [avr-2016]. La valeur moyenne annuelle est de 96 mg/l. Le taux d'abattement de la MES dépasse généralement 80%. Cependant, les teneurs en DCO de l'eau épurée sont moins que la valeur limite recommandée par l'OMS qui est de l'ordre de 120 mg/l.



**Figure III.27:** Evaluation saisonniere de la teneur en DCO (Période du janv 2022 au déc 2022)

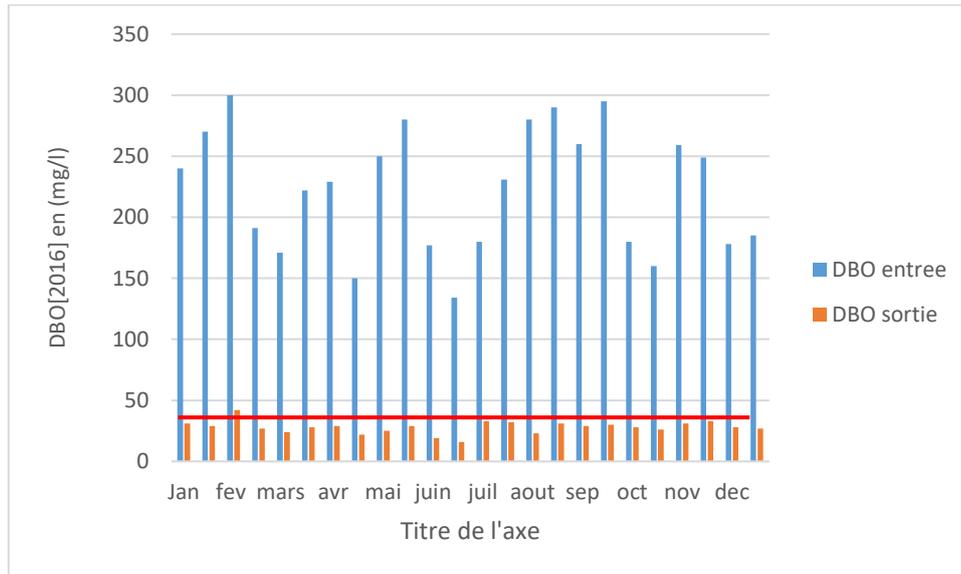
Pour l'année 2022, la teneur en DCO des eaux brutes varie d'une valeur minimale de 340 mg/l [avr-2022] à une valeur maximale de 932 mg/l [juin-2022], avec une moyenne de 570 mg/l. Comparant à la DCO de l'eau usée brute, celle de l'eau épurée a été nettement réduite, avec une valeur minimale de 101 mg/l [sept-2022] et une valeur maximale de 287 mg/l [juil-2016]. La

## CHAPITRE III : Description et Diagnostique de la station dépuracion

valeur moyenne est de 202 mg/l. Cependant, les teneurs en DCO dépassent généralement la valeur limite proposée par l'OMS qui est de l'ordre de 120 mg/l. Ce dépassement a eu lieu pendant toutes les saisons.

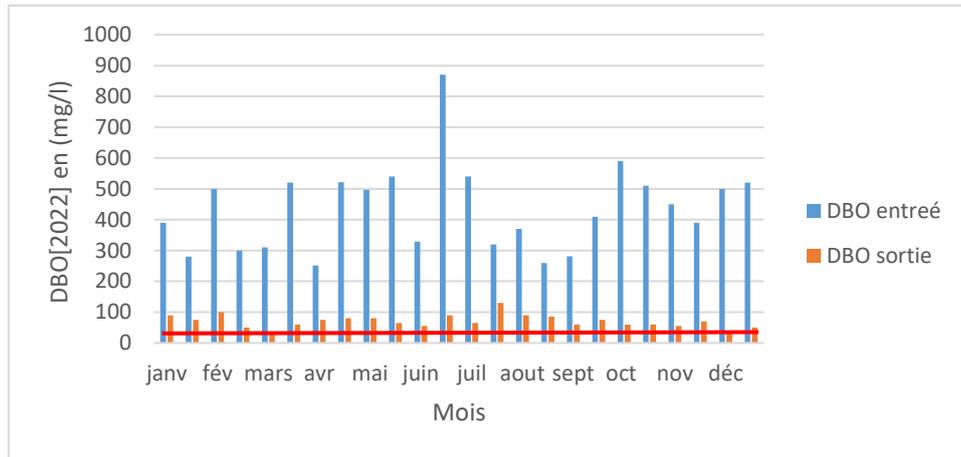
### III.5.3.3 La demande biochimique en Oxygène (DBO) :

Les figures (III.28 / III.29) représenté les valeurs journalières de la teneur en DBO des échantillons d'eau usée brute et épurée prélevés deux fois par mois. Au cours de la période [janv 2016-déc2016] et [janv 2022-déc 2022].



**Figure III.28:** Evaluation saisonnière de la teneur en DBO (Période du janv 2016 au déc 2016)

Pour l'année 2016, la teneur en DBO des eaux brutes varie d'une valeur minimale de 134 mg/l [juin-2016] à une valeur maximale de 299mg/l [fév-2016], avec une moyenne annuelle de 217 mg/l. Comparant à la DBO de l'eau usée brute, celle de l'eau épurée a été nettement réduite, avec une valeur minimale de 16 mg/l [juin-2016] et une valeur maximale de 42mg/l [fév-2016]. La valeur moyenne annuelle est de 26 mg/l. Le taux d'abattement de la DBO dépasse généralement 80%. Cependant, les teneurs en DBO de l'eau épurée sont moins que la valeur limite recommandée par l'OMS qui est de l'ordre de 30 mg/l.



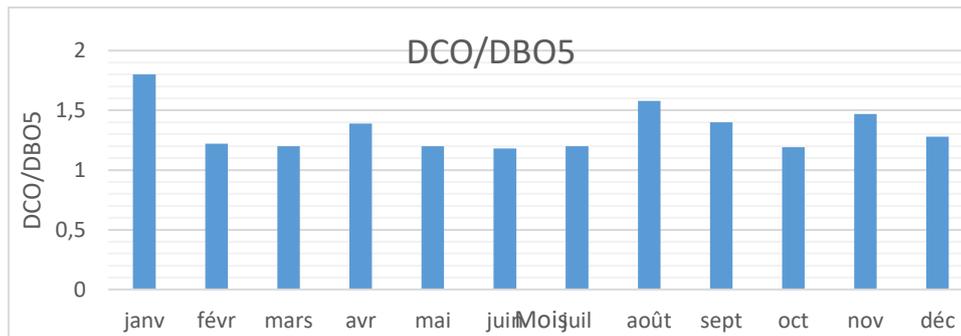
**Figure III.29:** Evaluation saisonnière de la teneur en DBO (Période du janv 2022 au déc 2022)

Pour l’année 2022, la teneur en DBO des eaux brutes varie d’une valeur minimale de 240 mg/l [aout-2022] à une valeur maximale de 870 mg/l [juin-2022], avec une moyenne de 435 mg/l. Comparant à la DBO de l’eau usée brute, celle de l’eau épurée a été nettement réduite, avec une valeur minimale de 30 mg/l [déc-2022] et une valeur maximale de 130 mg/l [juil-2016]. La valeur moyenne est de 70 mg/l. Cependant, les teneurs en DBO dépassent généralement la valeur limite proposée par l’OMS qui est de l’ordre de 30 mg/l. Ce dépassement a eu lieu pendant toutes les saisons.

Paramètres	entrée	sortie	normes
MES	844	69	35
DCO	932	287	120
DBO	870	130	35

#### III.5.3.4 Le coefficient de biodégradabilité DCO/DBO<sub>5</sub> :

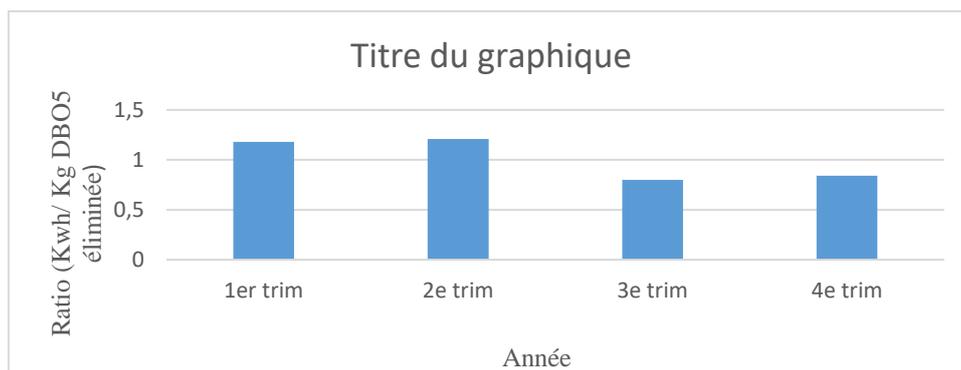
Le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> présenté à la Figure III.30 fournit une mesure de la biodégradabilité de la matière organique présente dans les eaux usées. Cela nous permet de déterminer si des processus biologiques peuvent être utilisés pour purifier les eaux usées. Dans notre cas le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> varie entre 1,15 et 1,36, soit moins de 2.



**Figure III.30:** Evaluation saisonnière du rapport DCO/DBO<sub>5</sub> (Période du janv 2022 au déc 2022)

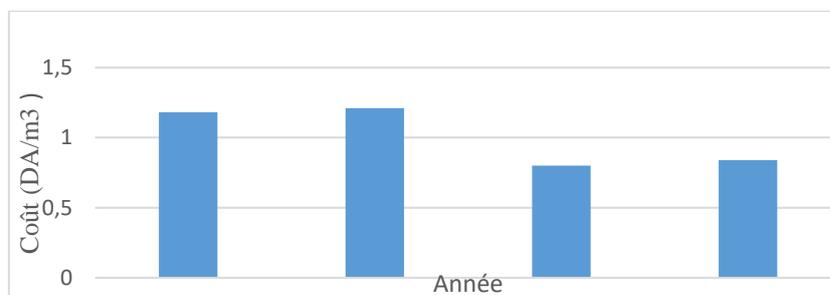
**III.5.4 Constat sur la consommation énergétique :**

La **Figure III.31** illustre les ratios de la consommation électrique représentés durant l'année 2023. Nous avons remarqué que la consommation énergétique en 2023 est élevée jusqu'à 50 439,00 KWh en deuxième trimestre. En effet, le ratio énergétique pour éliminer 1 kg de DBO<sub>5</sub> a été de 1,00 ce qui traduit la vision des gestionnaires de la lagune pour faire face au problème du coût énergétique élevé.



**Figure III.31:** Estimation de la ration KWh / (Kg DBO<sub>5</sub> éliminée)

**Figure III.32** représente le ratio du coût énergétique d'exploitation par rapport au coût du m<sup>3</sup> d'eau épurée moyen en [2023] qui est environ 1,00. Ce dernier est nettement plus faible que le ratio imposé par la direction générale de l'ONA fixé à 4, en tenant compte d'autres frais et charges.



**Figure III.32 :** Le ratio d'exploitation d'un m<sup>3</sup> d'eau épurée.

### **III.6 Conclusion :**

Ce chapitre nous a offert une présentation détaillée du processus de traitement des eaux usées au sein de la station d'épuration. Nous y avons analysé l'état actuel des infrastructures et les performances épuratoires mesurées à l'entrée et à la sortie de la station. Cette étude nous a permis d'évaluer la qualité des eaux traitées en comparant les niveaux de pollution avant et après le traitement.

L'analyse comparative entre les deux périodes révèle que, suite au raccordement des nouvelles localités, la station d'épuration est surchargée. De plus, les rejets d'eaux usées dépassent les seuils réglementaires, entraînant ainsi un risque significatif pour l'environnement.

# **CHAPITRE IV :**

# **Dimensionnement de**

# **la station d'épuration**

### IV. Dimensionnement de la station d'épuration

#### IV.1 Introduction :

Afin de construire une station d'épuration, nous devons connaître les caractéristiques physico-chimiques et l'origine des eaux usées rejetées dans cette zone, et procéder à une épuration répondant aux normes qui répondent à notre objectif de réutilisation de cette eau épurée, ou Livraison en milieu naturel.

#### IV.2 Calcule de base :

##### IV.2.1 Débit de consommation en eau potable :

Le débit de consommation est donné par la formule suivante :

$$Q_c = N_{\text{hab.}} \times D$$

Avec :  $N_{\text{hab.}}$ : nombre d'habitants

$D$  : dotation

**Tableau IV.1** : besoins de la population

Horizon	Population (hab.)	Besoins de la population (m <sup>3</sup> /j)
2024	9000	1350
2054	17804	2670.6

##### IV.2.2 Débit des équipements :

**Tableau IV.2** : besoins des équipements

Horizon	Besoins des équipements (m <sup>3</sup> /j)
2024	202.5
2054	400.59

##### IV.2.3 Débit total en eau potable :

**Tableau IV.3**: besoins total en eau potable

Horizon	Besoins de la population (m <sup>3</sup> /j)	Besoins des équipements (m <sup>3</sup> /j)	Totale (m <sup>3</sup> /j)
2024	1350	202.5	1552.5
2054	2670.6	400.59	3071.19

## CHAPITRE IV : Dimensionnement de la station dépuracion

### IV.2.4 Evaluation des débits de rejets :

Le débit des eaux usées représente 80 % du débit de consommation d'eau potable

$$Q_{\text{eau usée}} = Q_c \times Cr$$

Avec :  $Q_c$  : besoins total en eau potable

Cr: coefficient de rejet ( $Cr = 0.8$ )

La capacité en équivalent habitant de la future station d'épuration sera comme suit :

$EH = \text{Charge de la station d'épuration} / \text{Rejet spécifique}$

Avec : Charge de la station : débit de rejet des eaux usées

Rejet spécifique = 80% de la dotation journalière

**Tableau IV.4:** Estimation des rejets et de nombre d'équivalent habitant

Horizon	Population (hab.)	Totale (m <sup>3</sup> /j)	Q eau usée (m <sup>3</sup> /j)	Nombre d'équivalent habitant
2024	9000	1552.5	1242	10350
2054	17804	3071.19	2456.95	20475

- Le débit moyen horaire est donnée par la relation suivante :

$$Q_{\text{moyh}} = Q_{\text{moyj}} / 24$$

$$Q_{\text{moyh}} = 102.37 \text{ m}^3 / \text{h}$$

- Le débit de pointe en temps sec est donné par la relation suivante :

$$Q_{\text{ps}} = K_p \times Q_{\text{moyj}}$$

Avec:  $K_p = 1.5 + 2.5/\sqrt{Q_{\text{moyj}}}$

$$K_p = 3$$

Si  $Q_{\text{moyj}} \geq 2,8 \text{ l/s}$

Si  $Q_{\text{moyj}} < 2,8 \text{ l/s}$

On a :

$$Q_{\text{moyj}} = 28.44 \text{ l/s}$$

$$K_p = 1.96$$

$$Q_{\text{ps}} = 4815.62 \text{ m}^3 / \text{j}$$

- Le débit de pointe en temps de pluie est donné par la relation suivante :

$$Q_{\text{pp}} = (2 \div 5) Q_{\text{moyj}}$$

On prend une dilution de 3

$$Q_{\text{pp}} = 7370.85 \text{ m}^3 / \text{j}$$

### IV.3 Evaluation des charges polluantes :

#### IV.3.1 Les concentrations des polluantes :

Les prélèvements ont été effectués ont été réalisés selon les règles de l'art, dont nous avons procédé à l'échantillonnage de 03 prélèvent des rejets (Oued El-Tin).

#### RESULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES :

**Tableau IV.5:** Les concentrations des polluants

Les polluants	Concentration (mg/l)
MES	513
DBO	485
DCO	770
Azote	103
Phosphore	5.4

Source : (Office national de l'assainissement de Mostaganem).

#### IV.3.2 Les charges polluantes :

- **La charge moyenne journalière en MES :**

$$MES_{(Kg)} = C_{MES} \times Q_{moy.j}$$

$$MES_{(Kg)} = 513 \times 10^{-3} \times 2456.95 = 1260.42 \text{ Kg.}$$

- **La charge moyenne journalière en DBO :**

$$DBO_{(Kg)} = C_{DBO} \times Q_{moy.j}$$

$$DBO_{(Kg)} = 485 \times 10^{-3} \times 2456.95 = 1191.62 \text{ Kg.}$$

- **La charge moyenne journalière en DCO :**

$$DCO_{(Kg)} = C_{DCO} \times Q_{moy.j}$$

$$DCO_{(Kg)} = 770 \times 10^{-3} \times 2456.95 = 1891.85 \text{ Kg.}$$

- **La charge moyenne journalière en Azote :**

$$N_{(Kg)} = C_N \times Q_{moy.j}$$

$$N_{(Kg)} = 103 \times 10^{-3} \times 2456.95 = 253.07 \text{ Kg.}$$

- **La charge moyenne journalière en Phosphore :**

$$P_{(Kg)} = C_P \times Q_{moy.j}$$

$$P_{(Kg)} = 5.4 \times 10^{-3} \times 2456.95 = 13.26 \text{ Kg.}$$

## CHAPITRE IV : Dimensionnement de la station d'épuration

### IV.4 Dimensionnement des ouvrages de la Station d'épuration :

#### IV.4.1 Prétraitements :

##### IV.4.1.1 Calcul du dégrilleur :

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

$$L = S \cdot \sin \theta \cdot H_{\max} \cdot (1-a) \cdot C$$

Avec :

$$S = Q \cdot a \cdot V \cdot e \cdot c$$

$Q$  : Débit de pointe en temps sec  $Q_{pts}$  ( $m^3/s$ ).

$a$  : Coefficient de passage libre.

$$a = \frac{d}{d + e}$$

$d$  : Diamètre des barreaux.

$e$  : Espacement entre les barreaux.

$H_{\max}$  : hauteur maximum d'eau admissible sur une grille  $H_{\max} = (0.15-1.5)$  m.

$V$  : Vitesse de passage à travers la grille (m/s), comprise entre 0.3 et 1.2 m/s.

$C$  : Coefficient de colmatage qui dépend de la qualité d'eau et du système de reprises des résidus.

- Pour une grille manuelle :  $0.1 < C < 0.3$ .
- Pour une grille mécanique :  $0.4 < C < 0.5$ .

**Tableau IV.6** : Les données de base pour dimensionner le dégrillage grossier et fin

	d	e	a	Hmax	V	c	$\alpha$ (°)
Dégrilleur grossier	2	5	0.28	1.5	1	0.3	60
Dégrilleur fin	1	2	0.33	1.5	1	0.5	60

➤ Dégrilleur grossier :

$$S = \frac{0.055}{0.28 \cdot 1 \cdot 0.3}$$

$$S = 0.65 \text{ m}^2$$

$$L = \frac{0.65 \cdot \sin 60}{1.5 \cdot (1-0.28) \cdot 0.3}$$

$$L = 1.73 \text{ m.}$$

➤ Dégrilleur fin :

$$\bullet \quad S = \frac{0.055}{0.33 * 1 * 0.5}$$

$$S = 0.33 \text{ m}^2$$

$$\bullet \quad L = \frac{0.65 * \sin 60}{1.5 * (1 - 0.33) * 0.5}$$

$$L = 0.57 \text{ m}$$

### IV.4.1.2 Calcule les pertes de charges :

Selon la méthode de KIRSCHMER on a :

$$\Delta H = \beta * \left(\frac{d}{e}\right)^{4.3} * \sin \alpha * (V^2 / 2g)$$

$\Delta H$  : La perte de charge (m).

$\beta$  : Le coefficient de forme des barreaux.

$g$  : Accélération de la pesanteur.

$d/e$  : Épaisseur des barreaux / espacement entre les barreaux (cm).

$V$  : vitesse d'écoulement dans la grille .

$\alpha$  : Angle d'inclinaison de la grille avec l'horizontal .

Pour la Section circulaire : Le coefficient de forme des barreaux  $\beta = 1,79$ .

➤ Dégrilleur grossier :

$$DH = 0.023\text{m} = 2.3\text{cm}.$$

➤ Dégrilleur fin :

$$DH = 0.031\text{m} = 3.1\text{cm}.$$

### IV.4.1.3 Calcule les volumes de déchets retenus :

Le volume retenu par le dégrilleur dépend :

- L'espacement des barreaux et
- La qualité des eaux usées

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

➤ Dégrilleur grossier :

## CHAPITRE IV : Dimensionnement de la station dépuration

$$V_{re,max} = 3 \text{ L/EH/an}$$

$$V_{re,min} = 2.4 \text{ L/EH/an}$$

- $N = 21000 \text{ EH.}$

$$V_{\max} = \frac{21000 * 3}{1000 * 365} = V_{\max} = 0.173 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$V_{\min} = \frac{21000 * 2.4}{1000 * 365} = V_{\max} = 0.138 \text{ m}^3/\text{j}$$

### ➤ Dégrilleur fin :

$$V_{re,max} = 7.5 \text{ L/EH/an}$$

$$V_{re,min} = 6 \text{ L/EH/an}$$

- $N = 21000 \text{ EH.}$

$$V_{\max} = \frac{21000 * 7.5}{1000 * 365} = V_{\max} = 0.432 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$V_{\min} = \frac{21000 * 6}{1000 * 365} = V_{\max} = 0.345 \text{ m}^3/\text{j}$$

**Tableau IV.7:** les résultats de dimensionnement de dégrilleur

Paramètres	Unité	Dégrilleur grossier	Dégrilleur fin
Largeur	m	1.73	0.57
Hauteur	m	1.5	1.5
e	cm	5	2
d	cm	2	1
Pertes de charges	m	0.023	0.031
$V_{\max}$ refus	$\text{m}^3/\text{j}$	0.173	0.432
$V_{\min}$ refus	$\text{m}^3/\text{j}$	0.138	0.345

### IV.4.2 Dessablage- déshuilage :

Dimensionnement du bassin de dessabler-déshuileur :

$$V_e / V_s \geq L / H$$

Avec :

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

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

H : profondeur du bassin (1-2.5) m.

$T_s$  : Le temps de séjour et compris entre 3 à 10 minute au débit de pointe.

L / H : varie entre 10 et 15.

B: largeur de dessableur déshuileur.

## CHAPITRE IV : Dimensionnement de la station dépuration

Tableau IV.8 : Les données de dimensionnement du bassin de dessaleur-déshuileur

Paramètres	Qpts (m <sup>3</sup> /s)	H (m)	Ve (m/s)	Vs (m/s)	L/H	ts (min)
Valeur	0.055	1.5	0.4	0.00417	10	10

➤ **Le volume du bassin de dessaleur-déshuileur :**

$$V = Q_{pts} * t_s$$

$$V = 33 \text{ m}^3$$

➤ **La surface horizontale :**

$$S_h = V/h$$

$$S_h = 22 \text{ m}^2$$

➤ **La longueur :**

$$L/H = 10$$

$$L = 15 \text{ m}$$

➤ **La largeur :**

$$l = S_h / L$$

$$l = 1.5 \text{ m}$$

➤ **Le volume d'Aire insuffler dans le dessableur :**

V<sub>air</sub> : Volume d'air a injecté (m<sup>3</sup> d'air/ m<sup>3</sup> d'eau traiter) il varie de 1 à 1.5

On prend : V<sub>air</sub> = 1.5

$$q_{air} = 0.055 * 1.5$$

$$q_{air} = 0.0825 \text{ m}^3 \text{ d'air/s} = 297 \text{ m}^3 \text{ d'air/h}$$

Vérification de la condition de dimensionnement :

$$V_e / V_s \geq L / H$$

$$96 \geq 10 \text{ (la condition est vérifiée).}$$

➤ **Calcule les quantités des métiers éliminée par le dessableur :**

Un dessableur éliminé 70% des matières minérales totale :

- Les matières minérales totales :  $M_{MT} = 1260.42 \times 0.3 = 378.13 \text{ Kg}$ .
- Les matières volatiles en suspension totales :  $M_{VST} = 1260.42 - 378.13 = 882.29 \text{ Kg/j}$ .
- Les matières minérales éliminées par le dessableur :  $378.13 \times 0.7 = 264.7 \text{ Kg/j}$ .
- Les matières minérales à la sortie de dessableur :  $378.13 - 264.7 = 113.43 \text{ Kg/j}$ .

## CHAPITRE IV : Dimensionnement de la station dépuration

- MES sortant du dessableur :  $113.43 + 882.29 = 995.72 \text{ Kg/j}$ .

**Tableau IV.9** : Les résultats de dimensionnement du bassin de dessableur-déshuileur.

Paramètres	Unité	Horizon 2054
Volume	$\text{m}^3$	33
Surface horizontale	$\text{m}^2$	22
Longueur	m	15
Largeur	m	1.5
hauteur	m	1.5
Temps de séjour	min	10
Débit d'Aire injecte	$\text{m}^3\text{/h}$	297

### IV.4.3 Traitement primaire :

#### IV.4.3.1 Dimensionnement de décanteur primaire :

La vitesse limite pour un réseau unitaire est déterminée en fonction de rapport  $K = Q_{\text{pts}} / Q_{\text{moy,h}}$ .

$$V_{\text{lim}} = f(K). \quad [37]$$

Remarque : La forme circulaire est plus forme avantageuse de côté économique.

**Tableau IV.10** : Les valeurs de  $V_{\text{lim}}$  en fonction de K.

K	2.5	3	5	8	10
$V_{\text{lim}} \text{ (m/h)}$	2	2.5	3.75	5	6

On a :

$$K = Q_{\text{pts}} \setminus Q_{\text{moy,h}}$$

$$K = 1.96$$

$$V_{\text{lim}} = 2 \text{ m/h.}$$

➤ **Surface horizontale de décanteur primaire :**

$$S_h = Q_{\text{pts}} \setminus V_{\text{lim}}$$

$$S_h = 100.33 \text{ m}^2$$

➤ **Diamètre de décanteur primaire :**

$$D = \sqrt{\frac{4 S_h}{\pi}}$$

$$D = 11.3 \text{ m.}$$

➤ **Volume de décanteur primaire :**

$$V = Q_{\text{pts}} * t_s$$

## CHAPITRE IV : Dimensionnement de la station dépuration

On prend  $t_s = 1.5$  h

$$V = 301 \text{ m}^3.$$

➤ **Hauteur de décanteur primaire :**

$$H = V / S_h$$

$$H = 3 \text{ m}$$

**Remarque :** pour éviter le risque de débordement ; On prévoit une hauteur de sécurité

$$S_{\text{sécurité}} = 0.5 \text{ m}$$

$$\text{Donc : } H = 3.5 \text{ m.}$$

### IV.4.3.2 Calcule les quantités des métiers éliminée par le décanteur primaire :

Le décanteur primaire permet d'éliminé de 35% de DBO5 et 65% de MES ; donc :

- La DBO<sub>5</sub> éliminée :  $1191.62 * 0.35 = 417.07$  Kg.
- La DBO<sub>5</sub> sortie :  $1191.62 - 417.07 = 774.55$  Kg.
- La DCO éliminée ;  $1891.85 * 0.35 = 662.15$  Kg.
- La DCO sortie :  $1891.85 - 662.15 = 1229.7$  Kg.
- La MES éliminée :  $995.72 * 0.65 = 647.22$  Kg.
- La MES sortie :  $995.72 - 647.22 = 348.5$  Kg.

**Tableau IV.11 :** Les résultats de dimensionnement du bassin de décanteur primaire.

Paramètres	Unité	Horizon
Volume	m <sup>3</sup>	301
Surface horizontale	m <sup>2</sup>	100.33
Diamètre	m	11.3
Hauteur	m	3.5
Ts de débit par temps sec	h	1.5
DBO <sub>5</sub> éliminée	kg	417.07
DCO éliminée	kg	662.15
MES éliminée	kg	647.22

### IV.4.4 Traitement Secondaire :

#### IV.4.4.1 Dimensionnement de bassin d'aération :

➤ **Volume de bassin :**

Remarque : Pour le traitement à faible charge ; la charge volumique varie entre :  $0,3 < C_v < 0,8$  (Kg DBO<sub>5</sub>/j/m<sup>3</sup>)

Donc on prend :  $C_v = 0.7$

$$V = L_0 \setminus C_v$$

## CHAPITRE IV : Dimensionnement de la station dépuration

---

Avec :

$L_0$  : charge polluante (DBO<sub>5</sub> entrée).

$C_v$  : la charge volumique.

$$V = 1106.5 \text{ m}^3.$$

➤ **La hauteur du bassin :**

H est compris entre 3 et 5 m.

On prend : H = 4m.

➤ **Surface horizontale du bassin :**

$$S_h = V \ / \ H$$

$$S_h = 276.63 \text{ m}^2.$$

➤ **Largeur et longueur du bassin :**

$$L = 2b$$

$$L = \sqrt{2 * S_h}$$

$$L = 23.52 \text{ m.}$$

$$b = 11.76 \text{ m.}$$

➤ **La masse des boues dans le bassin :**

$$X_a = \frac{L_0}{C_m}$$

$L_0$  : charge polluante (DBO<sub>5</sub> entrée).

$C_m$  : Charge massique Elle représente le rapport (Nourriture/ biomasse), elle est exprimée en kgDBO<sub>5</sub> / kg MVS. j.

$$X_a = 5163.66 \text{ kg.}$$

➤ **Concentration des boues dans le bassin :**

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

$$[X_a] = 4.66 \text{ kg/m}^3.$$

➤ **Le temps de séjour :**

$$T_s = V \ / \ Q_{pts}$$

$$T_s = 5.51 \text{ h.}$$

## CHAPITRE IV : Dimensionnement de la station dépuration

### IV.4.4.2 Volume du bassin d'anoxie :

$$V_{\text{anoxie}} = \frac{Q * (S(\text{NO}_3)_{\text{entree}} - (S(\text{NO}_3)_{\text{sorti}}))}{X * v_{\text{dénitrification}}}$$

Avec :  $V_{\text{anoxie}}$  : Le volume du bassin d'anoxie en  $\text{m}^3$

$Q$  : Le débit qui entre le bassin

$X$  : La concentration de la boue

$(S(\text{NO}_3)_{\text{entree}})$  : La concentration des nitrates à l'entrée du bassin

$(S(\text{NO}_3)_{\text{sortie}})$  : La concentration des nitrates à la sortie du bassin

$v_{\text{dénitrification}}$  : Vitesse de la réaction de dénitrification ( $\text{g NO}_3/\text{kg MVS.h}$ )

**Tableau IV.12** : Vitesses de dénitrification exogène en fonction du rapport NTK/DBO<sub>5</sub>[38].

NTK/DBO <sub>5</sub>	Cd
>0.5	1.7
0.4 – 0.5	2.1
0.3 – 0.4	2.4
0.2 – 0.3	2.7
<0.2	3

$Cd = f(\text{NTK/DBO}_5)$  :  $Cd = 2,4 \text{ g N-NO}_3/\text{kg MVS/h}$ .

$$V_{\text{anoxie}} = 20\text{m}^3.$$

➤ **La charge finale :**

$$L_f = 0.03 * 2456.95 = 73.71 \text{ Kg DBO}_5/\text{j}.$$

➤ **La charge polluante en DBO<sub>5</sub> éliminée :**

$$L_e = L_o - L_f = 774.55 - 73.71 = 700.84 \text{ Kg DBO}_5/\text{j}.$$

### IV.4.4.3 Besoins théorique en oxygène :

➤ **Calcul des besoins en oxygène :**

Sont déterminés par la relation suivante :  $q_{\text{O}_2} = a' L_e + b' X_a (\text{Kg/j})$

$q(\text{O}_2)$  : Besoin en oxygène en ( $\text{kg O}_2/\text{j}$ ).

$L_e$  : la charge (DBO<sub>5</sub>) éliminée ( $\text{kg/j}$ ) par le bassin d'aération en ( $\text{kg DBO}_5/\text{j}$ )

$X_t$  : la masse totale des boues dans le bassin d'aération ( $\text{kg}$ ).

$a'$ ,  $b'$  : sont des coefficients déterminés expérimentalement sous une température de  $20^\circ\text{C}$

$a'$  : besoin pour la synthèse de la biomasse.

$b'$  : besoin pour la respiration.

## CHAPITRE IV : Dimensionnement de la station dépuration

Tableau IV.13 : Valeurs de a' et b' en fonction du type de la charge massique [39].

Charge massique	a'	b'
0.09	0.66	0.06
0.1	0.65	0.07
0.15	0.63	0.075
0.2	0.59	0.080
0.3	0.56	0.085
0.4	0.53	0.09
0.5	0.50	0.7 à 1.2

$$a' = 0.63 \quad b' = 0.075$$

$$q_{O_2} = 828.80 \text{ kg } O_2/j$$

- **Quantité d'oxygène horaire :**

$$q_{O_2} (h) = 34.53 \text{ Kg } O_2/h.$$

- **Quantité d'oxygène par m3 du bassin :**

$$q_{O_2} \setminus m^3 = 0.75 \text{ Kg } O_2/m^3 \text{ j.}$$

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

$$q_{O_{2pte}} = \frac{a' Le}{T_d} + \frac{b' X_a}{24}$$

$$q_{O_{2pte}} = 43.73 \text{ Kg } O_2/h.$$

- **Besoin réel en oxygène :**

Le passage des conditions théoriques aux conditions réelles s'effectue à l'aide des coefficients Correcteurs.

$$q_{O_{2reel}} = q_{O_2} (\alpha * \beta)$$

Avec :

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

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

On prend :

$$\alpha = 0.8$$

$$\beta = 0.85$$

$$q_{O_{2reel}} = 64.31 \text{ Kg } O_2/h.$$

- **Calcule la puissance de brassage :**

$$E_b = S_h * P_a$$

## CHAPITRE IV : Dimensionnement de la station dépuration

---

**Avec :**

$E_b$  : Puissance nécessaire pour le brassage en (w).

$S_h$ : Surface horizontale du bassin ( $m^2$ ).

$P_a$  : puissance absorbée par  $m^2$  du bassin ( $w/m^2$ ).  $P_a$  : 70 à 80  $w/m^2$ .

On prend  $P_a = 80 w/m^2$ .

$$E_b = 22130.4 w = 22.13 kW.$$

➤ **Calcule la puissance de l'aération nécessaire :**

$$E_n = q_{O_2} \backslash E_a.$$

Les aérateurs de surface sont généralement compris entre 1 et 2  $kgO_2/Kwh$  pour un aérateur à vitesse faible les valeurs sont comprises entre 1.5 à 2  $kgO_2/Kwh$ . [39]

On prendra  $E_a = 1.8 kgO_2/Kwh$ .

$$E_n = 37.73 kW.$$

➤ **Nombre d'aérateur dans le bassin :**

$$N = E_n \backslash E_b$$

$$N = 1.7 = 2.$$

### IV.4.5 Bilan de boues :

➤ **Calcule la quantité des boues en excès :**

$$\Delta X = X_{min} + X_{dur} + amLe - bX_a - X_{eff}.$$

$X_{min}$  : boues minérales.

$X_{dur}$  : boues difficilement biodégradables (appelées matières dures), elles représentent 0,3 à 0,35 des MVS.

$am$  : coefficient de rendement cellulaire (g cellulaires formées/g DBO5 éliminées) ; varie entre 0,53 et 0,6.

$b$  : fraction de la masse cellulaire éliminée par jour en respiration endogène.  $b = b' / 1.42$

$b'$  : Coefficient cinétique de respiration endogène. = 0,09,  $b = 0.09 / 1.44 = 0,0625$

$Le$  : quantité de DBO5 à éliminer ( $kg/j$ ).

$X_a$  : masse totale de MVS dans le bassin ( $kg$ ).

$X_{eff}$  : fuite de MES avec l'effluent (dépend des normes de rejet, on adopte généralement 30  $mg/l$ ).

On a :

$$X_{min} = 0.3 * 348.5 = 104.55 Kg \backslash j.$$

## CHAPITRE IV : Dimensionnement de la station dépuration

---

$$X_{dur} = 0,35 \times 0,7 \times 348,5 = 85,38 \text{ Kg/j.}$$

$$a_m = 0,55.$$

$$a_m * L_e = 0,55 * 700,84 = 385,46$$

$$b * X_a = 0,0625 * 5163,66 = 322,73$$

$$X_{eff} = 0,03 * 2456,95 = 73,71$$

$$\Delta X = 179 \text{ Kg/j.}$$

### ➤ Concentration des boues en excès :

$$X_m = 1200 \setminus I_m$$

$X_m$  : Concentration de boues en excès.

$I_m$  : L'indice de Mohlman, Indique la bonne décantabilité des boues s'il se trouve dans la fourchette : (100 à 150) Cet indice représente le volume occupé par un gramme de poids sec de boues après décantation d'une demi-heure dans une éprouvette de 1 litre.

On prend  $I_m = 120$

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

### ➤ Débit de boues en excès :

$$Q_{bex} = \Delta X \setminus X_m$$

$$Q_{bex} = 17,9 \text{ m}^3\text{/j.}$$

### ➤ Débit spécifique par m<sup>3</sup> de bassin :

$$Q_{sp} = \Delta X \setminus V$$

$$Q_{sp} = 0,162 \text{ Kg/m}^3\text{/j.}$$

### ➤ Boues recyclées :

$$R = \frac{100 * [X_a]}{\frac{1200}{I_m} - [X_a]}$$

$$R = 87\%.$$

### ➤ Débit de boues recyclées :

$$Q_r = R * Q_j$$

$$Q_r = 2137,55 \text{ m}^3\text{/j.}$$

### ➤ Age des boues :

$$A_b = X_a \setminus \Delta X$$

$A_b = 28$  jours.

### IV.4.6 Clarificateur :

#### IV.4.6.1 Dimensionnement de clarificateur :

➤ **Volume de clarificateur :**

On prend :  $T_s = 2$ h

$$V = Q_{pts} * t_s$$

$$V = 401.3 \text{ m}^3.$$

➤ **Hauteur de clarificateur :**

La hauteur du décanteur est :  $H = (3-4)$  m

On prend :  $H = 3$ m.

➤ **Surface horizontale :**

$$S_h = V/H$$

$$S_h = 133.77 \text{ m}^2.$$

➤ **Diamètre de clarificateur :**

$$D = \sqrt{\frac{4*V}{\pi*H}}$$

$$D = 13 \text{ m}.$$

**Tableau IV.14** : Récapitulatif de dimensionnement de traitement secondaire.

## CHAPITRE IV : Dimensionnement de la station dépuration

Paramètres	Unité	2054
<b>bassin d'aération</b>	\	\
Volume	m <sup>3</sup>	1106.5
Hauteur	m	4
Surface horizontale	m <sup>2</sup>	276.63
Longueur	m	23.52
largeur	m	11.76
Le temps de séjour	h	5.51
La charge finale	Kg DBO <sub>5</sub> /j.	73.71
La charge polluante en DBO <sub>5</sub> éliminée	Kg DBO <sub>5</sub> /j.	700.84
<b>Bilan de boues</b>	\	\
quantité des boues en excès	Kg/j.	179
<b>Clarificateur</b>	\	\
Volume de clarificateur	m <sup>3</sup>	401.3
Hauteur	m	3
Surface horizontale	m <sup>2</sup>	133.77
Diamètre	m	13

### IV.4.8 Traitement des boues :

#### IV.4.8.1 Dimensionnement de l'épaississeur :

Il reçoit les boues issues du décanteur primaire et clarificateur :

➤ **Boues issues du décanteur primaire :**

$$D_{Xp} = DBO_{5\text{éliminée}} + MES_{\text{éliminée}}$$

$$D_{Xp} = 647.22 + 417.07$$

$$D_{Xp} = 1064.29 \text{ kg.}$$

➤ **Boues issues du décanteur secondaire :**

$$\Delta X = 179 \text{ Kg/j.}$$

➤ **Quantité totale des boues journalier :**

$$D_{Xt} = D_{Xp} + \Delta X$$

$$D_{Xt} = 1243.29 \text{ Kg/j.}$$

Débit journalier reçu par l'épaississeur :

Les concentrations moyennes des boues A l'entrée de l'épaississeur :

Boues primaires : (20÷30) g/l

## CHAPITRE IV : Dimensionnement de la station dépuration

---

Boues secondaire : (10÷30) g/l

➤ **Débit arrivant du décanteur primaire :**

$$Q_1 = DX_p \setminus S_1$$

$$Q_1 = 1064.29 \setminus 25$$

$$Q_1 = 42.57 \text{ m}^3 \setminus \text{j.}$$

➤ **Débit arrivant du décanteur secondaire :**

$$Q_2 = DX \setminus S_2$$

$$Q_2 = 179 \setminus 20$$

$$Q_2 = 8.95 \text{ m}^3 \setminus \text{j.}$$

➤ **Débit totale :**

$$Q_t = 51.52 \text{ m}^3 \setminus \text{j.}$$

➤ **La concentration de mélange :**

$$C_t = DX_t / Q_t$$

$$C_t = 24.13 \text{ Kg} / \text{m}^3.$$

➤ **Volume de l'épaisseur :**

$$V = Q_t * T_s$$

$$\text{Avec : } T_s = 2 \text{ j}$$

$$V = 103.04 \text{ m}^3$$

➤ **Surface horizontale :**

$$Sh = V \setminus H \quad \text{Avec : } H = 3 \text{ m}$$

$$Sh = 34.35 \text{ m}^2$$

➤ **Diamètre :**

$$D = \sqrt{\frac{4 * Sh}{\pi}}$$

$$D = 6.65 \text{ m.}$$

➤ **Hauteur du cône :**

$$H_c = 0.15 * D$$

$$H_c = 1 \text{ m.}$$

➤ **Volume du cône :**

## CHAPITRE IV : Dimensionnement de la station dépuration

---

$$V_c = (Sh \cdot H_c) \sqrt[3]{3}$$

$$V_c = 11.45 \text{ m}^3.$$

Quantité des boues à extraire :

La concentration des boues à l'extraction varie entre 25 à 30 kg/m<sup>3</sup>

On prend : 25 kg/m<sup>3</sup>

$$Q_{be} = 1243.29 \sqrt[3]{25}$$

$$Q_{be} = 49.7 \text{ m}^3/\text{j}.$$

### IV.4.8.2 Stabilisation des boues :

#### A. Digesteur :

##### ➤ Dimensionnement de digesteur :

Les boues épaissies arrivent au digesteur avec une concentration de 80 g/l

$$Q_{dg} = 1243.29 \sqrt[3]{80}$$

$$Q_{dg} = 15.54 \text{ m}^3/\text{j}$$

##### ➤ Temps de séjour :

$$T_s = 175 \times 10^{(-0.03 \cdot t)}$$

AVEC :  $t = 35^\circ\text{C}$

$$T_s = 15.6 \text{ jours}.$$

##### ➤ Volume de digesteur :

$$V = Q_{dg} \cdot t_s$$

$$V = 242.42 \text{ m}^3$$

##### ➤ Surface horizontale :

$$Sh = V/H$$

Avec :  $H = 3\text{m}$

$$Sh = 80.80 \text{ m}^2.$$

##### ➤ Diamètre :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Sh}{\pi}}$$

$$D = 10.15\text{m}.$$

##### ➤ La quantité des métiers sèche :

$$F_g = Q_{dg} \times F_s \times K_s$$

$F_s$  : la teneur en matières solides  $F_s = 3$  à 4%

## CHAPITRE IV : Dimensionnement de la station dépuration

$K_s$  : poids spécifique de la matière sèche de la boue fraîche  $K_s = 1 \text{ tonne /m}^3$

On prend :  $F_s = 4\%$

$$F_g = 0.623 \text{ tonne/j.}$$

➤ **La quantité de matière organique dans la matière sèche :**

Remarque : Elle présente 60% de matière sèche des boues fraîches.

$$F_o = 0.374 \text{ tonne/j.}$$

**Tableau IV.16** : les dimensions des ouvrage traitement de boue.

Paramètres	Unité	2054
<b>l'épaisseur</b>	\	\
Quantité totale des boues journalier	Kg/j	1243.29
Volume	$\text{m}^3$	$103.04 \text{ m}^3$
Surface horizontale	$\text{m}^2$	34.35
Hauteur	m	3
Diamètre	m	6.65
Hauteur du cône	m	1
Volume du cône	$\text{m}^3$	11.45
<b>Digesteur</b>	\	\
Temps de séjour	j	1.5
Volume	$\text{m}^3$	242.42
Surface horizontale	$\text{m}^2$	80.80
Hauteur	m	3
Diamètre	m	10.15
quantité des métiers sèche	tonne/j	0.623

### **IV.5 Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons dimensionner tous les ouvrages nécessaires de la station d'épuration Ain nuissy pour l'horizon 2054.

On a choisi un procédé de traitement de type (boues activée à faible charge) ce type représente de nombreux avantages :

- Ce procédé élimine les molécules de phosphore d'azote et de carbone.
- Compare à la technique des lits bactériennes, il le plus efficient et le plus rapide.
- Les nuisances telles que les odeurs sont inexistantes
- Son installation demande peu de place.

# CHAPITRE V : Projection d'un traitement tertiaire

### V. Projection d'un traitement tertiaire.

#### V.1 Introduction :

Il est essentiel de concevoir et d'adopter des traitements tertiaires adaptés et performants pour l'horizon 2054. Ces procédés avancés ont pour but d'optimiser le fonctionnement des systèmes de traitement des eaux usées et de rehausser leur efficacité en matière d'épuration. L'objectif est de s'assurer que les eaux traitées satisfont aux exigences de qualité de plus en plus rigoureuses, notamment celles nécessaires pour leur utilisation dans l'irrigation.

#### V.2 Qualité requise pour les eaux d'irrigation :

Selon les recommandations FAO 29 avril 1988, L'eau à utiliser pour l'irrigation contient toujours des quantités mesurables de sels dissoutes relativement faibles ayant des effets indésirables.

Une eau convient ou non à l'irrigation selon la qualité et le type de sels qu'elle contient. Avec une eau de qualité médiocre, on peut s'attendre à divers problèmes pédologiques et agronomiques. Il faut alors mettre en œuvre des méthodes spéciales afin de maintenir une pleine productivité agricole. Le tableau 46 nous donne les directives de la FAO pour la qualité d'eau destinée à l'irrigation. Les eaux résiduaires urbaines contiennent de nombreux micro-organismes (champignons, amibes, protozoaires, bactéries, virus) dont certains sont pathogènes. Cette classe de bactéries comprend des genres et des espèces de bactéries dont la présence dans les eaux ne constitue pas en elle-même un risque pour la santé des populations, mais indique l'importance de la pollution microbiologique des eaux.

#### **Tableau V.1 : DIRECTIVES DE LA FAO POUR LES EAUX DESTINEE A L'IRRIGATION**

## CHAPITRE V : Projection d'un traitement tertiaire

DIRECTIVES DE LA FAO POUR LES EAUX DESTINEE A L'IRRIGATION					
Paramètre de l'eau	Symbole	Unité	Valeurs limites souhaitées		
<b>Teneur en sel</b>					
Conductivité	Ecw	μS/cm	3000	μS/cm	3000
Total sel dissous TDS	TDS	mg/l	2000	mg/l	2000
<b>Cations et Anions</b>					
Calcium	Ca <sup>++</sup>	mg/l	20	mg/l	400
Magnésium	Mg <sup>++</sup>	mg/l	5	mg/l	60,75
Sodium	Na <sup>+</sup>	mg/l	40	mg/l	920
Carbonates	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0,1	mg/l	3
Bicarbonates	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	10	mg/l	610
Chlorures	Cl <sup>-</sup>	mg/l	30	mg/l	1065
<b>Eléments nutritifs</b>					
Nitrates	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	45	mg/l	45
Ammonium	NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	mg/l	6,50	mg/l	6,50
Phosphate	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	mg/l	6,20	Mg/l	6,20
Potassium	K <sup>+</sup>	mg/l	2	Mg/l	2
<b>Divers</b>					
Bore	B	mg/l	2	mg/l	2
Acidité	pH		6-8,5		
Coeff, d'absorption de Sodium	SAR	meq/l	15	meq/l	15

Source : (ONA MOSTAGANEM)

### V.3 Analyse chimique de l'eau :

#### V.3.1 La salinité de l'eau :

La conductivité électrique de l'eau (CE) de l'eau à 25 °C informe sur la concentration totale en sels solubles. Pour l'usage agricole.

**Tableau V.2** : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique.

<b>Classement des eaux selon conductivité</b>		
<b>Classe de salinité</b>	<b>Conductivité CE (µS/cm)</b>	<b>Observations</b>
Classe 1 (C1)	0<CE<250	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eaux utilisables pour l'irrigation de la plupart des cultures et sur la plupart des terrains avec peu de chance d'apparition de salinité dans le sol ;</li> <li>- Nécessite un léger lessivage.</li> </ul>
Classe 2 (C2)	250<CE<750	
Classe 3 (C3)	750<CE<2250	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eaux utilisables pour les sels à drainage restreint.</li> <li>- Des pratiques spéciales de contrôle de la salinité peuvent être nécessaires</li> <li>- Les cultures doivent avoir une bonne tolérance aux sels</li> </ul>
Classe 4 (C4)	CE>2250	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Eaux inutilisables normalement pour l'irrigation. Exceptionnellement, elles peuvent être utilisées pour des sols très perméables avec un bon drainage et l'eau d'irrigation appliquée en excès pour assurer un fort lessivage.</li> <li>-Les cultures doivent avoir une très bonne tolérance aux sels</li> </ul>

Source : (ONA MOSTAGANEM)

### V.3.2 L'alcalinité :

L'index utilisé est le rapport d'adsorption du sodium (SAR) qui exprime l'activité relative des ions de sodium dans les réactions d'échange dans les sols. Cet indice mesure la concentration relative du sodium par rapport au calcium et au magnésium.

Une grande quantité d'ions sodium dans l'eau affecte la perméabilité des sols et pose des problèmes d'infiltration. Ceci est dû au fait que le sodium présent dans le sol en forme échangeable remplace les calciums et les magnésium adsorbés sur les argiles de sol et cause la dispersion des particules dans le sol (c.-à-d. si le calcium et le magnésium sont les cations prédominants adsorbés sur le complexe d'échange du sol, le sol tend à être facilement cultivé et a une structure perméable et granulaire).

$$SAR = \frac{Na^{2+}}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$$

**Tableau V.3** : Classification des eaux en fonction de l'alcalinité..

<b>Classe d'Alcalinité</b>		<b>Observations</b>
S1	SAR<10	L'eau contenant une faible quantité de sodium peut être utilisée pour l'irrigation de presque tous les sols sans risque d'alcalinisation
S2	10<SAR<18	Les eaux contenant une quantité moyenne de sodium, peuvent présenter quelques difficultés dans les sols à texture fine, à moins qu'il n'y ait du gypse dans le sol. Ces eaux peuvent être utilisées sur des sols à texture grossière ou sur des sols organiques qui absorbent bien l'eau
S3	18<SAR<26	Les eaux contenant une quantité de sodium élevée peuvent provoquer des difficultés dans la plupart des sols et ne peuvent être employées qu'avec des précautions spéciales bon drainage, lessivage important et addition de matières organiques
S4	SAR<26	Les eaux contenant une quantité très élevée de sodium sont généralement impropres à l'irrigation sauf pour un degré de salinité très faible et si on ajoute du gypse ou autre source de Sa soluble pour améliorer le bilan ionique

Source : (ONA MOSTAGANEM)

### V.3.3 Eléments de traces recommandées pour les eaux d'irrigation :

**Tableau V.4** : Teneurs maximales d'élément à l'état de traces

<i>Elément</i>	<i>Concentration maximale (mg/l)</i>	<i>Observations</i>
<i>Cd (cadmium)</i>	0,01	Toxique pour les haricots, les betteraves et les navets à de faibles concentrations (0,10 mg/l dans la solution nutritive).
<i>Cr (chrome)</i>	0,10	N'est en général pas considéré comme un élément essentiel de la croissance. En raison d'un manque d'information sur ses effets toxiques ; on recommande des limites prudentes.
<i>Cu (cuivre)</i>	0,20	Toxique pour un certain nombre de plantes à partir de concentrations comprises entre 0,10 et 1,0 mg/l, dans la solution nutritive.
<i>Fe (fer)</i>	5,0	Pas toxique pour les plantes dans les s-ols aérés, mais peut contribuer à l'acidification des sols et à la baisse de la disponibilité du phosphore et du molybdène essentiel.
<i>Mn (manganèse)</i>	0,20	Toxique pour un certain nombre de plantes, à partir de quelques dixièmes de mg/l à quelques mg/l, mais en général dans les sols acides.
<i>Ni (nickel)</i>	0,20	Toxique pour un certain nombre de plantes à partir de concentrations variant de 0,05mg/l à 1,0 mg/l ; toxicité réduite avec le pH neutre alcalin.
<i>Pb (plomb)</i>	5,0	Peut inhiber la croissance des cellules végétales à des concentrations très élevées.
<i>Zn (zinc)</i>	0,2	Toxique pour de nombreuses plantes à des concentrations très variables ; toxicité réduite à pH > 6,0 et dans les sols à textures fines ou organiques.

Source : (ONA MOSTAGANEM)

### V.4 Le traitement tertiaire :

Le traitement tertiaire est une méthode de dépollution des eaux usées qui consiste à éliminer les polluants non biodégradables. Il succède au traitement primaire et au traitement secondaire. Cette technique permet de débarrasser le phosphore et l'azote contenus dans les eaux pour affiner ces dernières. Elle est basée sur l'utilisation de procédés chimiques et physiques. Le traitement tertiaire des eaux usées fait par exemple recours au tamis rotatif qui est un outil très important. En effet, son usage optimise la séparation des liquides et des solides de petite dimension.

Le traitement tertiaire offre ainsi la possibilité d'augmenter la qualité des effluents avant qu'ils ne soient déversés dans le milieu récepteur (lac, champ, mer, rivière). Il intervient bien après le dégrillage qui fait partie des étapes de prétraitement. Plusieurs procédés de traitement tertiaire peuvent être cependant utilisés dans les stations d'épuration des eaux usées (STEP). Quoiqu'il en soit, ce mécanisme de filtration ou d'épuration des eaux polluées présente plusieurs intérêts.

Le traitement tertiaire des eaux usées est basé sur plusieurs méthodes de dépollution. Parmi celles-ci, nous avons l'usage des filtres à tambour rotatif. Ces machines permettent de filtrer plus finement les eaux polluées au niveau des STEP. De même, un traitement bactériologique par rayonnement UV peut être appliqué sur les eaux afin de les débarrasser des substances qui les polluent.

## CHAPITRE V : Projection d'un traitement tertiaire

### V.4.1 Filtre à sable rapide :

La filtration tertiaire des eaux usées est un processus de traitement avancé qui vise à éliminer les particules solides en suspension (total des solides en suspension) et éventuellement les nutriments encore présents dans l'eau après les traitements primaire et secondaire.

L'objectif principal du processus est le rejet de la ressource traitée dans les masses d'eau de surface, telles que les rivières et les lacs, conformément aux réglementations nationales et internationales en vigueur. En outre, le processus de filtration tertiaire est de plus en plus reconnu comme un outil utile pour la réutilisation de l'eau purifiée dans l'agriculture, l'industrie ou l'usage municipale : un besoin qui devient de plus en plus évident, compte tenu de la rareté croissante de cette ressource et des problèmes considérables associés à sa gestion.

### V.4.2 Dimensionnement de filtre à sable :

Les critères généraux (voir tableau ci-dessous) ont été déterminés en fonction des résultats obtenus du programme de démonstration de filtration rapide sur sable.

Ces critères sont des paramètres de dimensionnement des équipements où les filtres rapides constituent le traitement principal ou le seul possible.

**Tableau V.5** : Critères techniques généraux. [40]

Critère	Valeur
Vitesse de filtration	5m/h à 20 m/h
Hauteur d'eau	1m a 1.2m
Hauteur de matériau filtrant homogène	0.5 m à 1.5 m
Taille de Mathieu filtrant	0.95mm a 1.35mm
Hauteur de filtre	3m a 4m
Débit de retour d'eau filtrée de lavage	7 à m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup>
Débit d'air de lavage	45 à 65 m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup>
Débit de balayage	5 m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup>
Débit de rinçage	15 m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup>

#### ➤ Surface de lit de sable :

$$Slit = Q_{pts} / v$$

$$\text{On prend : } V = 6 \text{ m/h}$$

$$Slit = 33.44 \text{ m}^2$$

#### ➤ Volume de bassin :

$$V = Slit * H$$

$$V = 133.76 \text{ m}^3$$

#### ➤ Les pertes de charges :

## CHAPITRE V : Projection d'un traitement tertiaire

Les pertes de charge engendrées par le filtre à sable selon la méthode adaptée au régime d'écoulement.

$$\frac{\Delta P}{H} = \frac{150\mu(1-\epsilon)^2 v}{d_p^2 \epsilon^3} + \frac{1.75\rho(1-\epsilon)v^2}{d_p \epsilon^3}$$

Avec :

$\Delta P$  : Perte de charge (m).

H : Hauteur du lit de sable.

V : Vitesse de filtration m/s ( $V = 1.7 \cdot 10^{-3}$  m/s).

$d_p$  : Diamètre moyen des particules (m).

$\rho$  : Masse volumique du sable (kg / m<sup>3</sup>) ; on prend  $\rho = 2600$  (kg/m<sup>3</sup>).

$\mu$  : Viscosité dynamique de l'eau à 20 °c (Pa. S).

$\epsilon$ : Porosité initiale du lit.

**Tableau V.6** : Propriétés du lit de filtration

Paramètre	U (Pa .s)	$\epsilon$	H (m)	D( mm)
Valeur	$10^{-3}$	0.5	1.5	1

$$\Delta P = 843.9 \text{ Pas}$$

$$\Delta H = \Delta P \backslash \rho * g$$

$$\Delta H = 0.086 \text{ m}$$

### V.4.3 Le retro lavage :

Le rétro-lavage (ou backwash) d'un filtre à sable est une procédure essentielle pour maintenir l'efficacité du système de filtration. Lorsque le filtre accumule des impuretés, la pression augmente, et le rétro-lavage permet de nettoyer le sable en inversant le flux d'eau. Voici comment procéder rapidement :

- Arrêtez la pompe : Assurez-vous que la pompe de la piscine est éteinte avant de commencer le rétro-lavage.
- Réglez la vanne de filtration : Changez la position de la vanne de filtration sur la position « Backwash » ou « Rétro lavage ». Cela inverse le flux de l'eau à travers le filtre.
- Redémarrez la pompe : Allumez la pompe pour commencer le processus de rétro-lavage. Vous devriez voir l'eau s'écouler par le tuyau de rejet (généralement de couleur brune ou sale, indiquant que les impuretés sont en train d'être évacuées).
- Durée du rétro-lavage : Faites fonctionner la pompe en mode rétro-lavage pendant environ 2 à 3 minutes ou jusqu'à ce que l'eau de rejet devienne claire.
- Arrêtez la pompe : Éteignez la pompe une fois que le rétro-lavage est terminé.

## CHAPITRE V : Projection d'un traitement tertiaire

- Réglez la vanne sur la position de filtration : Remettez la vanne en position « Filtration » ou « Filtration normale ».
- Redémarrez la pompe : Allumez la pompe pour reprendre le fonctionnement normal du filtre.
- Vérifiez la pression : Après avoir remis le filtre en mode filtration, vérifiez la pression du manomètre. Elle devrait revenir à un niveau normal.

Si vous suivez ces étapes, vous devriez pouvoir effectuer un rétro-lavage rapide et efficace de votre filtre à sable. Assurez-vous toujours de consulter le manuel de votre équipement pour des instructions spécifiques.

**Tableau V.7:** Propriétés des fluides de retro lavage.

	Masse volumique à 20 °C ( $\rho_f$ ) (kg/m <sup>3</sup> )	Viscosité dynamique (Pa.s) à 20°C
L'eau	1000	10 <sup>-3</sup>
L'air	1.204	1.85*10 <sup>-5</sup>

➤ **La perte de charge de media filtrant :**

$$\Delta P = H * g * (1 - \epsilon_{lit}) * (\rho_p - \rho_f)$$

Avec :

H : Hauteur du lit à sable en m.

$\Delta P$  : Perte de charge engendrée par le media filtrant(m).

$\epsilon_{lit}$ : Porosité initiale du lit filtrant.  $\epsilon_{lit}=0.4$

➤ **Perte de charge d'eau :**

$$\Delta P_{eau} = 14126.4$$

$$\Delta H_{eau} = 1.44m.$$

➤ **Perte de charge d'Aire :**

$$\Delta P_{air} = 22944.7$$

$$\Delta H_{air} = 2.33m.$$

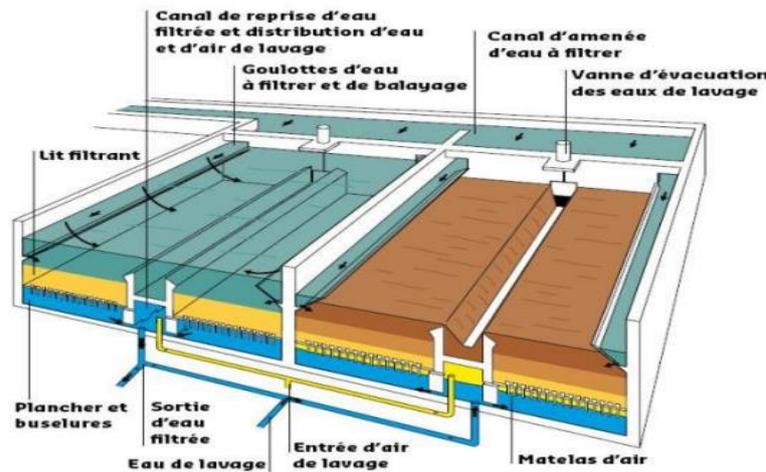


Figure V.1 : Principe de fonctionnement (service et lavage) de l'Aquazur.

### V.4.4 Désinfection par UV :

L'ultraviolet ou « UV » est un type d'énergie qui se trouve dans le spectre électromagnétique. C'est-à-dire entre les rayons X et la lumière visible. Ce qui fait que les rayons UV ne sont pas perceptibles par l'œil humain. Cependant, nous y sommes exposés chaque fois que nous nous exposons au soleil. En fait, la lumière UV est responsable des coups de soleil.

Leur longueur d'onde est comprise entre 100 nm et 400 nm. On divise ces rayons en trois catégories, chacune de plus en plus énergétiques : UV-A (315 – 400 nm), UV-B (280 – 315 nm), UV-C (100 – 280 nm) Pour la désinfection, seuls les UVC nous intéressent.

### V.4.5 Principe de désinfection par rayonnement UV :

Les systèmes de désinfection UV-C de l'eau utilisent des lampes spéciales qui émettent une lumière UVC. Celles-ci possèdent une longueur d'onde particulière capable de perturber l'ADN des micro-organismes

On appelle également ces ondes de lumière UV "spectre" ou "fréquence germicide"

La fréquence utilisée pour tuer les micro-organismes est de 254 nanomètres (nm).

Lorsque l'eau passe dans un système de traitement de l'eau par UV :

- Les rayons produits par les lampes atteignent les microorganismes pathogènes qui passent à proximité. Ces lampes UV contenues dans un réacteur sont généralement en acier inoxydable.
- Ceux-ci sont alors exposés à une dose mortelle de lumière UVC qui attaque l'ADN, éliminant ainsi la capacité du micro-organisme à se reproduire.
- Grâce à ce procédé, il ne peut pas se répliquer ni infecter d'autres organismes avec lesquels il est en contact.

## CHAPITRE V : Projection d'un traitement tertiaire

Ce processus d'exposition de l'eau à la lumière UV est simple et efficace, détruisant 99,99 % des microorganismes nocifs sans ajouter de produits chimiques à l'eau. De plus, c'est un moyen sûr ne créant aucun sous-produit chimique nocif

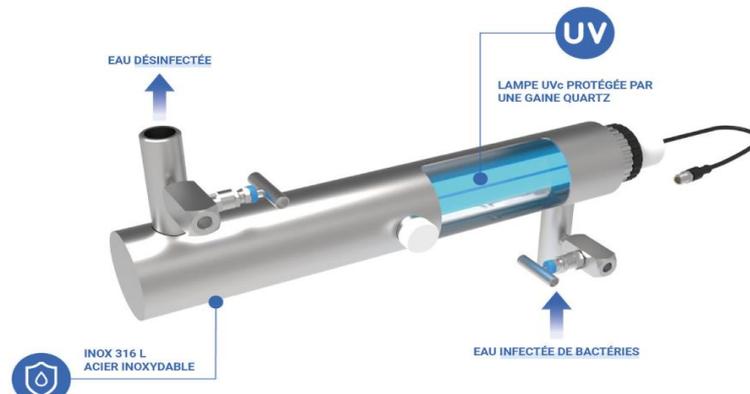


Figure V.2 : Installation de lampes UV

### V.4.6 Paramètres influençant l'efficacité de la désinfection :

- **Le temps d'exposition** : Il est fonction du débit et donc de la vitesse de passage de l'effluent dans l'installation (10 à 30 secondes)
- **L'intensité UV émise par les lampes** : L'intensité UV nominale est fonction du nombre de lampes allumées ( $100 \text{ mWs/cm}^2$ )
- **Transmission UV** : En général, avant de choisir un procédé UV, on considère qu'une transmittance inférieure à 35% demanderait une dose trop élevée, soit trop de lampes pour rentabiliser la désinfection par UV avec des lampes basse pression.

### V.4.7 Dimensionnement du bassin d'UV :

- **Calcule dose moyenne de la dose UV :**

$$D = I * T_{\text{exposition}}$$

On prend  $T_{\text{exposition}} = 25 \text{ s}$

$$D = 100 * 25$$

$$D = 2.5 \text{ W. s/cm}^2$$

- **Le volume du bassin d'UV :**

$$V = Q_{\text{pts}} * T_{\text{exposition}}$$

$$V = 3\text{m}^3$$

### V.4.8 Avantages de la désinfection UV :

- C'est un traitement non chimique, donc sans ajout de produits chimiques nocifs.
- Il est facile à installer et à entretenir.
- Il agit sur une large gamme d'agents pathogènes ; ceux résistants à la chloration notamment (certains protozoaires comme Cryptosporidium et Giardia).
- Rentable, puisque l'on remplace seulement la lampe et le manchon chaque année.

### V.5 Conclusion :

Combiner un filtre à sable rapide avec une désinfection par ultraviolets (UV) est une approche courante et efficace dans le traitement des eaux usées.

Le filtre à sable rapide réduit la turbidité et les particules en suspension, ce qui améliore la clarté de l'eau et facilite le travail de la désinfection UV. En éliminant les particules solides, le filtre permet à la lumière UV de mieux pénétrer l'eau et d'agir plus efficacement sur les micro-organismes restants.

Le traitement UV n'utilise pas de produits chimiques, ce qui élimine le risque de formation de sous-produits chimiques indésirables.

# CHAPITRE VI: Calcul Hydraulique

### VI. Calcul hydraulique.

#### VI.1 Introduction :

Les installations de la chaîne de traitement sont reliées par conduites, dont le dimensionnement est détaillé dans ce chapitre.

Cette analyse permet de définir le profil hydraulique de la station, et déterminer la ligne piézométrique.

#### VI.2 Profil hydraulique :

Le tableau suivant représente les cotes des terrains naturels (TN) estimés pour chaque ouvrage

**Tableau VI.1** : Cote du terrain naturel des points d'implantation des ouvrages

Ouvrage	Cote de terrain naturelle
Dégrilleur	339.5
dessableur-desuiller	338.8
Décanteur primaire	337.2
Bassin d'aération	336.6
Clarificateur	335.5
Bassin de désinfection	334.2

#### VI.3 Dimensionnement des conduites entre les ouvrages :

Pour cela, il est important de connaître les paramètres suivants :

- Les longueurs des conduites (qui peuvent être déduites du schéma d'implantation donc peuvent être calculées).
- Le débit qui est connu.
- La nature du matériau.

L'expression des pertes de charge est exprimée par la formule de DARCY WEISBACH.

$$\Delta H_T = \frac{K \cdot L \cdot Q^\beta}{D^m} = C_{PA} - C_{PB}$$

Avec :

K : Coefficient de perte de charge.

Q : Débit transiter dans chaque tronçon tel que :  $Q = Q_{pts} \sqrt{2} = 0.028 \text{ (m}^3/\text{s)}$ .

L : Longueur de la conduite (m).

D : Diamètre de la conduite (m).

$\beta$  : Coefficient dépendant du régime d'écoulement.

## CHAPITRE VI : Calcul hydraulique

$m$  : Coefficient dépendant du type de matériau de la conduite.

$C_{PA}$  : Côte du plan d'eau au point A (m).

$C_{PB}$  : Côte du plan d'eau au point B (m).

Les valeurs des coefficients  $m$ ,  $K$ ,  $\beta$  dépendent du type du matériau, le tableau ci-dessous résume leurs valeurs.

**Tableau VI.2** : Valeurs de  $K$ ,  $m$  et  $\beta$

Matériau	K	m	$\beta$
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 prend :

- $K = 0.001052$
- $M = 4.774$
- $\beta = 1.77$

### ➤ Longueur de conduite :

Pour tous nos calculs on utilisera les longueurs équivalentes pour tenir compte des pertes de charge singulière :

$$Leq = 1,15 * L_{réelle}$$

**Tableau VI.3** : Longueur de chaque tronçon

Ouvrage	$L_{réelle}$	$Leq$
Dégrilleur- dessableur	11.4	13.11
dessableur -Décanteur primaire	30.8	35.42
Décanteur primaire- bassin d'aération	19.75	22.8
Bassin d'aération- clarificateur	32.5	37.4
Clarificateur- désinfection	43.6	50.15

### VI.4 Calcule les cotes piézométriques des différents ouvrages :

Les cotes piézométriques sont calculées par la formule de BERNOULI :

$$(P_1/w) + (V_1^2/2g) + Z_1 = (P_2/w) + (V_2^2/2g) + Z_2 + H$$

## CHAPITRE VI : Calcul hydraulique

---

Avec :

$P_1/w$  et  $P_2/w$  : énergies de pression.

$V_1^2/2g$  et  $V_2^2/2g$  : énergies cinétiques.

$Z_1$  et  $Z_2$  : cotes des points (1) et (2).

$H_{1-2}$  : pertes de charges dans le tronçon (1-2).

Remarque : La variation de vitesse est très faible, donc les énergies cinétiques peuvent être éliminées

On prend :

$$P_1/w = H_1 \quad \text{Et} \quad P_2/w = H_2$$

Donc :

$$H_1 + Z_1 = H_2 + Z_2 + H_{1-2}$$

$$C_{P1} = H_1 + Z_1$$

$$C_{P2} = H_2 + Z_2$$

### VI.4.1 Conduite dégrilleur –désableur :

- Cote de radier dégrilleur : 339.5 m
- Hauteur d'eau :  $H = 1$  m

$$C_{PA} = 340.5 \text{ m.}$$

- Cote de radier désableur : 338.5 m
- Hauteur d'eau :  $H = 1.5$  m

$$C_{PB} = 340 \text{ m.}$$

- $L = 13.11$  m

**Diamètre :**

$$D = \frac{m \sqrt{K \times L \times Q^\beta}}{\sqrt{C_{PA} - C_{PB}}}$$

$$D = 0.190 \text{ m}$$

$$D_N = 200 \text{ mm.}$$

**Cote piézométrique :**

$$C_{p'_B} = C_{p_A} - \frac{K \times L \times Q^\beta}{D^m}$$

$$C_{pB} = 340.12\text{m.}$$

### VI.4.2 Conduite dessableur -Décanteur primaire :

- Cote piézométrique de dessableur : 340.12 m
- Cote de radier décanteur primaire : 336.7m
- Hauteur d'eau : H =3m

$$C_{PA}=339.7\text{m.}$$

- L=35.42m

#### Diamètre :

$$D = \sqrt[m]{\frac{K \times L \times Q^\beta}{C_{pA} - C_{pB}}}$$

$$D = 0.241\text{m}$$

$$D_N = 250\text{mm.}$$

#### Cote piézométrique :

$$C_{pB}' = C_{pA} - \frac{K \times L \times Q^\beta}{D^m}$$

$$C_{pB}' = 339.76\text{m.}$$

### VI.4.3 Conduite Décanteur primaire- bassin d'aération :

- Cote piézométrique de décanteur primaire : 339.76 m
- Cote de radier bassin d'aération : 335.1m
- Hauteur d'eau : H =3.5m

$$C_{PA}=338.6\text{m.}$$

- L=22.8m

#### Diamètre :

$$D = \sqrt[m]{\frac{K \times L \times Q^\beta}{C_{pA} - C_{pB}}}$$

$$D = 0.178\text{m}$$

$$D_N = 200\text{mm.}$$

#### Cote piézométrique :

$$C_{pB}' = C_{pA} - \frac{K \times L \times Q^\beta}{D^m}$$

$$C_{pB}' = 339.09\text{m.}$$

### VI.4.4 Conduite Bassin d'aération-clarificateur :

- Cote piézométrique de bassin d'aération : 339.09 m
- Cote de radier clarificateur : 333.7m
- Hauteur d'eau : H =2.7m

$$C_{PA}=336.4m.$$

- L=37.4m

#### Diamètre :

$$D = \sqrt[m]{\frac{K \times L \times Q^\beta}{C_{pA} - C_{pB}}}$$

$$D = 0.165m$$

$$D_N = 200mm.$$

#### Cote piézométrique :

$$C_{pB}' = C_{pA} - \frac{K \times L \times Q^\beta}{D^m}$$

$$C_{pB}' = 338.01m.$$

### VI.4.5 Conduite Clarificateur- désinfection :

- Cote piézométrique de clarificateur : 338.01 m
- Cote de radier bassin désinfection : 332.7m
- Hauteur d'eau : H =2.5m

$$C_{PA}=336.4m.$$

- L=50.15m

#### Diamètre :

$$D = \sqrt[m]{\frac{K \times L \times Q^\beta}{C_{pA} - C_{pB}}}$$

$$D = 0.153m$$

$$D_N = 200mm.$$

#### Cote piézométrique :

$$C_{pB}' = C_{pA} - \frac{K \times L \times Q^\beta}{D^m}$$

$$C_{pB}' = 336.55m.$$

**Tableau VI.4** : Récapitulatif des résultats

Ouvrage	Cote de terrain	Cote de radier	Hauteur d'eau	Cote piézométrique
Dégrilleur	339.5	339.5	1	340.5m
Dessableur	338.8	338.5	1.5	340.12
Bassin primaire	337.2	336.7	3	339.76
Bassin d'aération	336.6	335.1	3.5	339.09
clarificateur	335.5	333.7	2.7	338.01
Bassin désinfection	334.2	332.7	2.5	336.55

### **VI.5 Conclusion :**

Le calcul hydraulique constitue une étape cruciale dans la conception d'une STEP, ce calcul hydraulique effectué a permis de :

- Déterminer les cotes terrains naturels des différents ouvrages dans la station.
- Déterminer les longueurs et les diamètres entre les ouvrages.
- Calculer les cotes piézométriques de chaque point.

# CHPITRE VII : Gestion d'exploitation de la station d'épuration

### VII. Gestion d'exploitation de la station.

#### VII.1 Introduction :

La gestion des Stations d'Épuration des Eaux Usées est fondamentale pour préserver l'environnement et protéger la santé publique. Ces installations, vitales pour le traitement des eaux usées provenant des secteurs urbain et industriel, garantissent non seulement le respect des normes de qualité de l'eau, mais jouent aussi un rôle clé dans la durabilité des ressources en eau. La complexité des processus, qui va de la filtration initiale à la désinfection finale, exige une gestion minutieuse et une expertise technique approfondie.

#### VII.2 Gestion de la station d'épuration :

La gestion d'une station d'épuration implique la supervision et le maintien de l'efficacité maximale de l'installation dédiée au traitement des eaux usées. Cela englobe le suivi des processus de purification, l'entretien des équipements, et la gestion des opérations quotidiennes pour garantir un traitement optimal des eaux.

#### VII.3 Objectives de la gestion d'une STEP :

- **Conformité Réglementaire** : Assurez-vous que le traitement des eaux usées répond aux normes et réglementations locales, nationales et internationales en matière de qualité de l'eau et de protection de l'environnement.
- **Maintenance Préventive et Corrective** : Nous mettons en œuvre un programme de maintenance régulière pour prévenir les pannes, garantir le bon fonctionnement de tous les équipements et réagir rapidement en cas de panne.
- **Qualité de l'Eau Traitée** : Veiller à ce que les eaux usées traitées répondent aux critères de qualité requis avant leur rejet dans l'environnement ou leur réutilisation.
- **Gestion des Résidus** : Gérer correctement les boues et autres résidus résultant des processus de traitement, y compris le stockage, le post-traitement, l'élimination ou le recyclage.
- **Gestion des Ressources** : **Optimisez l'utilisation de ressources telles que l'eau, l'énergie et les produits chimiques pour réduire les coûts et l'impact environnemental de votre installation.**
- **Innovation et Amélioration Continue** : Intégrer les nouvelles technologies et pratiques pour améliorer constamment les performances de la station et répondre aux défis futurs.

#### VII.4 Moyens et techniques d'exploitation de la station d'épuration :

Ce tableau fournit un aperçu des responsabilités spécifiques des divers acteurs impliqués dans l'exploitation d'une station d'épuration, chaque rôle étant essentiel pour assurer le bon fonctionnement de l'installation.

Personnels	Rôles
Le chef de la station	Tache administrative (organisation du personnel)
Technicien de laboratoire	Responsable sur les analyses et l'échantillonnage
Electromécanicien	Dépannage de toutes les filières (eau et boues) peut devenir chef d'exploitation d'une filière sophistiquée
Des ouvriers	Entretiens des filières simples
Agent d'exploitation	Entretien des filières simples
Des gardiens	Assurent la sécurité de la STEP 24/24 h

### VII.5 Contrôle et suivi :

Deux fois par mois, effectuer un prélèvement composite des apports d'eaux usées brutes et analyser pH, alcalinité, DCO, Ammoniaque-N, Matières en Suspension (MES) et Phosphore total. D'autres données peuvent être collectées selon les besoins.

#### VII.5.1 L'entretien du dégrilleur :

- Entretien :

Nettoyage quotidien des grilles à main.

Mise en stockage en conteneur à ordures ou bac approprié après égouttage préalable.

- Suivi :

Contrôle visuel journalier des équipements électromécaniques Inspection journalière de la quantité de déchets retenus.

- Matériels utilisés :

Râteau ou fourche.

- Temps nécessaire d'entretien :

De 1 à 2 mn par manipulation.

#### VII.5.2 L'entretien du déssableur-desuilleur :

- Entretien :

Extraction des sables 1 à 2 fois par semaine et stockage sur une aire d'égouttage

## **CHAPITRE VII : Gestion d'exploitation de la station**

---

Vanne d'extraction fermée durant 30 s à 1 mn pour séparation sables et matières organiques.

Arrêt d'air durant 3 à 5 mn pour redécantation des sables.

➤ Suivi :

Contrôle de la quantité des sables piégés Systèmes automatisés.

Inspection journalière des équipements électromécaniques.

. Vérification de la mise en trémie des graisses (colmatage).

➤ Matériels utilisés :

Pelle- Ecumoire – Raclette - Citerne pour la vidange des graisses.

➤ Temps nécessaire d'entretien :

15 à 30 mn par semaine.

### **VII.5.3 L'entretien du traitement biologique :**

➤ Entretien :

Faire le tour de l'ouvrage pour déceler toutes anomalies (odeur, couleur, débit, départ de boues)

Vérifier le déversoir d'orage.

Vider le panier de dégrillage du poste de relèvement.

Nettoyer les prétraitements et évacuer les déchets.

Nettoyer les parois des bassins.

Nettoyer la goulotte du clarificateur et évacuer les flottants du Clifford.

Nettoyer le canal de comptage.

Contrôle du fonctionnement des moteurs, des voyants et compteurs de l'armoire électrique.

Effectuer les tests NH<sub>4</sub> et NO<sub>3</sub> sur effluent traité.

Renseigner le cahier d'exploitation (compteur horaire, compteur électrique, disque de Secchi, volumes de boues extraites, volume de prétraitements extraits, test de décantation,)

➤ Suivi :

## **CHAPITRE VII : Gestion d'exploitation de la station**

---

1 à 2 fois par semaine.

Vérification journalière de la limpidité et du niveau des boues dans le clarificateur.

➤ Matériels utilisés :

Balai à manche suffisamment long Citerne pour la vidange des écumes

1 à 2 éprouvettes d'un litre (en plastique)

1 chronomètre

1 disque blanc de mesure de la turbidité ou disque de Secchi (Ø 30 cm – manche de 1,50 à 2 m gradué par 10 cm)

➤ Temps nécessaire d'entretien :

15 à 30 mn par semaine pour le Brossage des parois d'un décanteur statique

30 mn Décantation en éprouvette

30 secondes : Mesure de la limpidité et du niveau des boues.

### **VII.6 Mesures de prévention collective :**

- Prévention des risques mécaniques.
- Prévention des risques de chutes
- Prévention des risques pathologiques et toxicologiques
- Prévention du risque d'incendie et d'explosion
- Prévention des risques liés à la manutention

### **VII.7 Equipements de protection individuelle :**

Le personnel travaillant sur une station d'épuration d'eaux usées doit être doté des équipements suivants, à porter en fonction de chaque situation de travail :

- Vêtement de travail.

- Chaussures de sécurité ou bottes de sécurité à semelle antidérapante.

- Casque anti-bruit pour la présence dans les locaux bruyants.

- Gants de protection adaptés aux travaux (manipulation de produits toxiques ou manutention).

## **CHAPITRE VII : Gestion d'exploitation de la station**

---

- Masque de protection respiratoire pour les travaux en présence de produits dangereux.
- Lunettes couvrantes ou écran facial.
- Gilets de sauvetage pour des opérations exceptionnelles.
- Harnais de sécurité antichute.

### **VII.8 Conclusion :**

La gestion de l'exploitation d'une station d'épuration a pour objectif d'assurer le bon fonctionnement des installations de traitement des eaux usées. Cela englobe la maintenance, la surveillance, le respect des normes environnementales et l'optimisation des ressources, afin de protéger l'environnement et d'offrir des services d'assainissement de haute qualité.

# Conclusion Générale

### **Conclusion générale :**

L'objectif de cette étude était de concevoir une station d'épuration des eaux usées pour la commune de Ain Nuissy, afin de produire une eau pure conforme aux normes légales. Cette eau traitée pourrait ensuite être réutilisée pour l'agriculture ou pour la recharge artificielle des aquifères. L'étude vise ainsi à diminuer l'utilisation excessive de l'eau potable, contribuant ainsi à atténuer la crise de pénurie d'eau potable.

Pour cela, ce travail s'articule autour de trois axes principaux :

- Le diagnostic de la station, Cette étude a révélé que la station présente des faiblesses à tous les niveaux analysés.
- Dimensionnement d'une station d'épuration destinée à traiter les eaux usées générées par les nouvelles localités de Ain Nuissy. Cette démarche inclut la définition des capacités de traitement nécessaires pour répondre aux besoins des zones en expansion, tout en prenant en compte les caractéristiques spécifiques des eaux usées de ces nouvelles localités.
- Conception d'un système de traitement tertiaire efficace, adapté à la station et intégrant les dernières technologies disponibles en Algérie, dans le but d'améliorer la qualité de l'eau traitée par la station.

Nous recommandons que les eaux usées de la station soient valorisées et réutilisées à des fins agricoles, à condition que leurs caractéristiques respectent les normes de protection de la santé publique et de l'environnement.

## Références bibliographiques

- [1]. Mohammed, B. (s.d.) Mohammed, B. M. (2021). Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master en : *Traitement des eaux usées par les microalgues*, 4.
- [2]. Récupéré sur <https://www.h2o-de.com/fr/blog/eaux-usees-industrielles>. (2018).
- [3]. Dr. Bessedik M, traitement et épuration de l'eau, université de Tlemcen(20 juin 2012)
- [4]. Berland, J. M., Boutin, C., Molle, P. and Cooper, P., 2001 Procédés extensifs d'épuration des eaux usées. -Office des publications des communautés européennes, Luxembourg.
- [5]. Gaid, A., Epuration biologique des eaux usées urbaines. -Office des publications universitaires, Algérie.
- [6]. Boari, G., Mancini, I.M. and Trulli, E., 1997 Technologies for water and wastewater treatment. -Séminaires Méditerranéens, Sér. A /n037, Université Degali Studi della Basilicata Dipartimento di Ingegneria e Fisica dell 'Ambiente Potenza, Italy.
- [7]. ONA MOSTAGANEM (Office national de l'assainissement de Mostaganem).
- [8]. Philippe R, Caractéristiques de l'eau et leurs rôles en hydrogéologie, Les paramètres physico-chimiques(27 août 2002),
- [9]. Rejsek, F. (2002). Analyse des eaux : Aspects réglementaires et techniques. Édition Centre Régional de Documentation Pédagogique d'Aquitaine. Paris.
- [10]. Boujema S. Contrôle des procédures de traitement des eaux usées dans la STEP du grand Bizerte. Mémoire de licence (2011).
- [11]. Djemame A. (2011). Contribution à l'étude du traitement des eaux usées de la ville de Guelma. Mémoire de master. Université 08 mai.
- [12]. Vigouroux, D. (1981). Épuration des eaux usées résiduaires. 569 p.
- [13]. Mémento technique de l'eau, deuxième édition, tome 1, édition Dégréement, 2005.
- [14]. Commission de protection des eaux de l'environnement (consulté le Avril 12,2023).
- [15]. Berland, J. M., Boutin, Molle, & Cooper. (2008). Les procédés extensifs d'épuration des eaux usées. Office des Publications des Communautés Européennes. Luxembourg.
- [16]. J. Rodier & coll. L'analyse de l'eau, 8e édition. Paris, Dunod, 1343 p. Environnement et Sécurité (2005).
- [17] Rodier, J. L'analyse de l'eau. Édition Dunod. Paris (2009).
- [18]. Rodier J, Legube B, avec la collaboration de Merlet N, Livre de "L'analyse de l'eau"(2016).

- [19] Baumont, S, et al. (2004). Réutilisation des eaux usées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220p.
- [20]. Genin Pan, Takashi Asano, (12 avril 2013) livre "WHO Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater". Volume II.
- [21]. Nadia Morin-Crini, Grégorio Crini, (26 novembre 2020) Livre "Eaux industrielles contaminées".
- [22]. Journal officiel de la république Algérienne N° 26, 2015.
- [23]. B. Selim, 1999 "guide technique de l'assainissement « Ed. Moniteur, Paris (Mémoire de fin d'études « Dimensionnement d'une station d'épuration à boue activée pour la ville de Ouargla » 2007).
- [24]. AGENCE DE L'EAU (Mémoire de fin d'études « Dimensionnement d'une station d'épuration à boue activée pour la ville de Ouargla » 2007).
- [25]. CARDOT, C. 1999. Génie de l'environnement: les traitements de l'eau. Paris: Ellipses. 247 p.
- [26]. FABY, J.A., BRISSAUD, F. 1997. L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office International de l'Eau. 76 p.
- [27]. A. Ayoub. Mémoire application nitrification dénitrification dans le traitement des eaux usées licence d'étude fondamentale 2009 université chouia douala.
- [28]. Qualité de l'eau et assainissement tome 2 en France .2002.
- [29]. AUSSEL, H., LE BACLE, IC. Et DOMIER, G. 2004. Le point de connaissances sur le traitement des eaux usées. Revue : travail et sécurité, INRS (Institut National de Recherches et de Sécurité) .4 p.