

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم والبحث العلمي

Université Mohamed Boudiaf M'sila
Faculté des sciences
Département de biochimie
et microbiologie

جامعة محمد بوضياف - المسيلة
كلية العلوم
قسم البيوكييميا والميكروبولوجيا



Réf :

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme :

MASTER Professional

Filière : Sciences Alimentaires

Spécialité : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire (QPSA)

Thème :

**Étude de la station d'épuration des eaux usées domestique
d'Ain Oulmène**

Présenté par :

- GHODBANE Ramzi
- GUERRAS Azzouz
- HAOUCHET Adlane
- ZAHIR Abdelbassat

Devant le jury :

- **Président :** Dr.RAHALI Abdallah MCA
- **Examinateur :** Dr.BENSLAMA Abderrahim MCA
- **Promoteur :** Dr.DRIF Seifeddine

Université de M'sila

Université de M'sila

Université de M'sila

Promotion : Juin 2023

REMERCIEMENTS

Nous remercions Dieu le tout puissant pour nous avoir donné la force et la patience afin de pouvoir réaliser ce modeste travail.

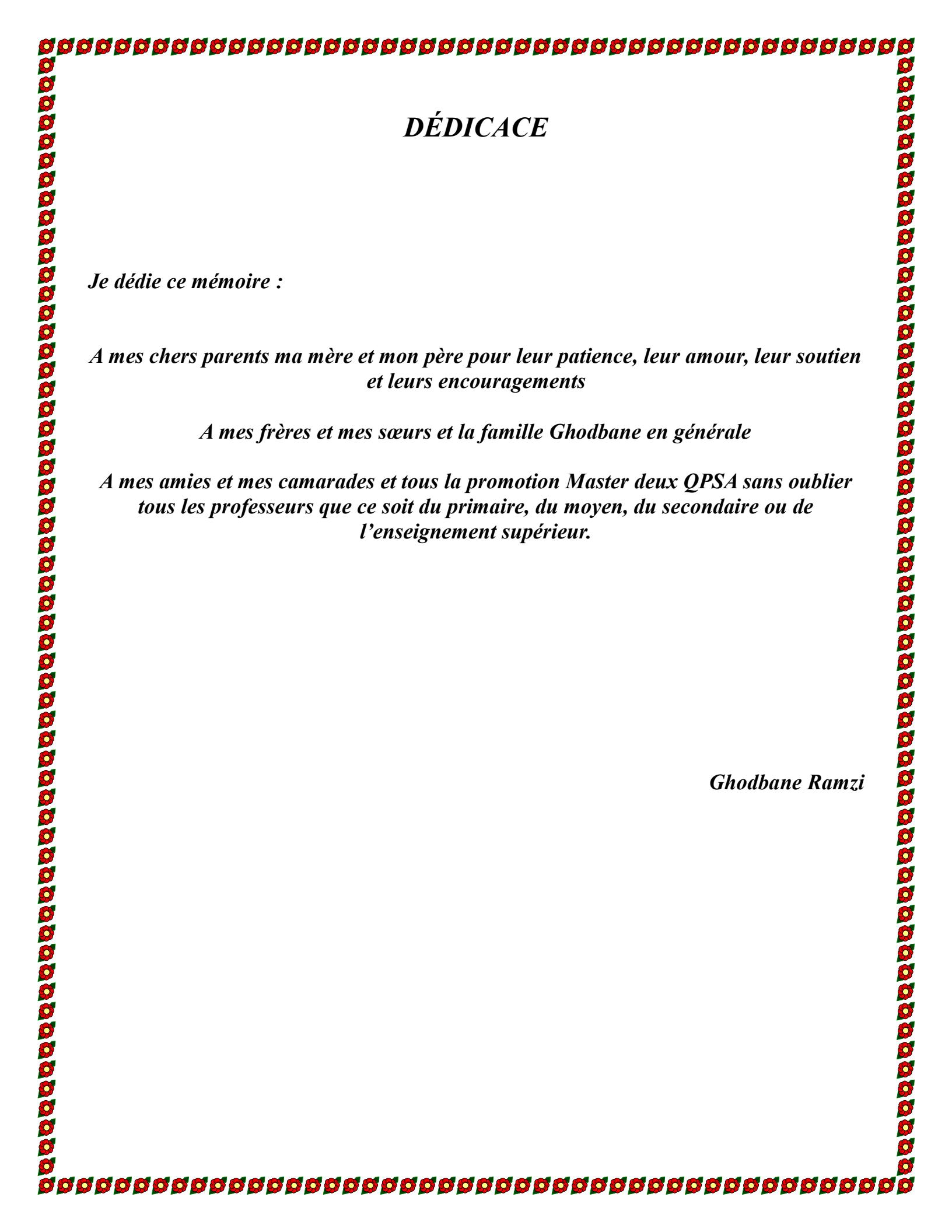
Nos tiens à exprimer profonde reconnaissance à notre encadreur Dr.DRIF Seifeddine pour avoir accepté pour nous encadrer et d'avoir été patiente et compréhensive qui a suivi ce travail avec intérêt et dont l'aide nous a été très précieuse, et nous remercions à tous les membres de jury pour avoir accepté de juger ce travail.

Un remerciement tout particulier est adressé très respectueusement à Dr.RAHALI abdallah chef département de biochimie et microbiologie pour son souci de fournir toutes les exigences d'un parcours académique réussi que nous avons trouvées à l'université MOHAMED BOUDIAF M'SILA

Et nous remercions aussi le membre de jury Dr.BENSLAMA Abderrahim pour avoir accepté de juger ce travail.

Je témoigne aussi notre vive gratitude à chef de STEP Mr.Khaloua Houcine ,et le responsable de laboratoire Mr.Khloufi Abdeslam qui a transmis une partie de ses connaissances dans le domaine d'analyse des eaux, et tous les personnes qui m'ont encouragé, matériellement ou moralement, pour finaliser ce travail.

Enfin, il me serait difficile d'omettre de remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à ce travail. Qu'ils trouvent dans ses quelques lignes l'expression de mes sincères remerciements.



DÉDICACE

Je dédie ce mémoire :

A mes chers parents ma mère et mon père pour leur patience, leur amour, leur soutien et leurs encouragements

A mes frères et mes sœurs et la famille Ghodbane en générale

A mes amies et mes camarades et tous la promotion Master deux QPSA sans oublier tous les professeurs que ce soit du primaire, du moyen, du secondaire ou de l'enseignement supérieur.

Ghodbane Ramzi

DÉDICACE

Je dédie ce mémoire :

*A la mémoire de ma chère maman et cela restera toujours dans mon cœur Allah
yarhamha*

*A mon cher mon père qui est ma raison de vivre et qui est sacrifié pour m'instruire et
m'offrir un avenir radieux*

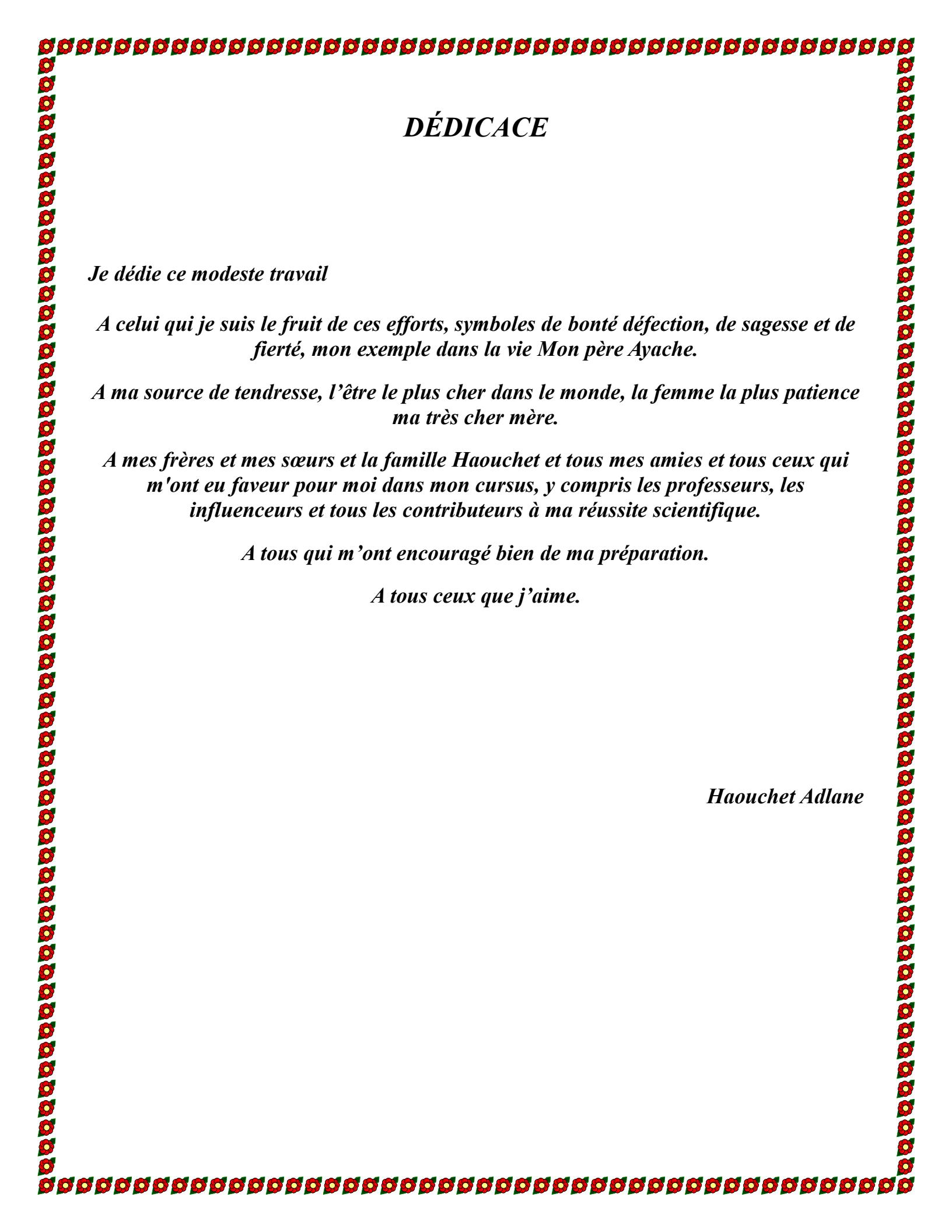
A tous mes sœurs et mes frères et tous la famille Guerras.

*A mes très chères amies qui étaient toujours à mes côtés et qui n'ont jamais cessé de
me soutenir et de m'encourager*

*A toute la promotion sciences alimentaires Master deux QPSA
2022/2023.*

*Je voudrais enfin exprimer toute mon affection à tous ceux qui me connaissent de
près ou de loin et à qui je dédie ce mémoire. Tout mon souhait c'est d'être à la hauteur
de leur espérance en moi.*

Guerras Azzouz



DÉDICACE

Je dédie ce modeste travail

A celui qui je suis le fruit de ces efforts, symboles de bonté défection, de sagesse et de fierté, mon exemple dans la vie Mon père Ayache.

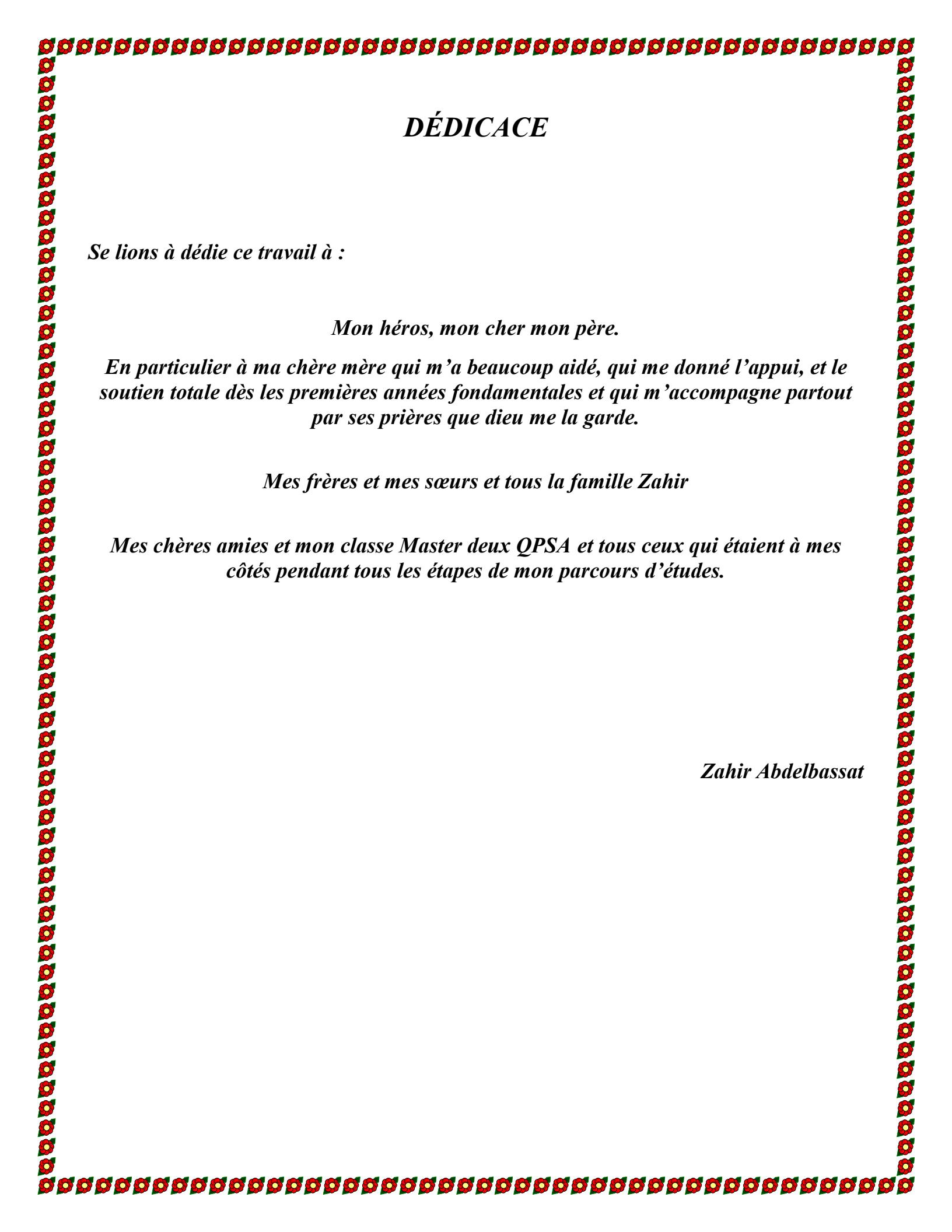
A ma source de tendresse, l'être le plus cher dans le monde, la femme la plus patience ma très cher mère.

A mes frères et mes sœurs et la famille Haouchet et tous mes amies et tous ceux qui m'ont eu faveur pour moi dans mon cursus, y compris les professeurs, les influenceurs et tous les contributeurs à ma réussite scientifique.

A tous qui m'ont encouragé bien de ma préparation.

A tous ceux que j'aime.

Haouchet Adlane



DÉDICACE

Se lions à dédie ce travail à :

Mon héros, mon cher mon père.

En particulier à ma chère mère qui m'a beaucoup aidé, qui me donné l'appui, et le soutien totale dès les premières années fondamentales et qui m'accompagne partout par ses prières que dieu me la garde.

Mes frères et mes sœurs et tous la famille Zahir

Mes chères amies et mon classe Master deux QPSA et tous ceux qui étaient à mes côtés pendant tous les étapes de mon parcours d'études.

Zahir Abdelbassat

Liste des abréviations

- DBO5** : Demande Biologique d'O₂ en 5 jours
- DCO** : Demande Chimique d'O₂
- EB** : Eau Brute
- EC** : Conductivité Électrique
- EE** : Eau Épurée
- Eq/H** : Équivalent Habitant
- IM** : Indice de Mohlman
- LM** : Liqueur Mixte (l'eau du bassin d'aération)
- MES** : Matières En Suspension
- MMS** : Matière Minérale en Suspension
- MVS** : Matière Volatil en Suspension
- NNH4** : L'azote ammoniacal
- NTK** : L'azote Kjeldahl
- OMS** : l'Organisation Mondiale de la Santé
- ONA** : Office National de l'Assainissement
- pH** : potentiel d'hydrogène
- RPM** : Rotation Par Minute
- STEP** : Station de Traitement des Eaux Polluée

Liste des tableaux

N° Tableau	Titre	Page
Tableau 1	: Caractéristique moyenne des eaux usées domestiques (Anonyme ; 2005)	6
Tableau 2	: Les différentes classes des boues, définition OTV.	13
Tableau 3	: Principe de coagulation	32
Tableau 4	: Les différentes micro-organismes et leurs indications	65
Tableau 5	: Les résultats de l'indice de MOHLMAN	72
Tableau 6	: Résultat des observations microscopiques au niveau du bassin d'aération	80
Tableau 7	: Résultats des analyses physico-chimiques (Chaque jour -moyenne semaine-)	Annexe III
Tableau 8	: Résultats des analyses physico-chimiques (Chaque semaine)	Annexe III
Tableau 9	: Résultats des analyses physico-chimiques (Chaque semaine)	Annexe III
Tableau 10	: Normes de rejets de l'OMS, appliquée en Algérie (2006)	Annexe III
Tableau 11	: Les calculs contrôlée du STEP Ain-Oulmène	Annexe IV

Liste des figures

Figure	Titre	Page
Chapitre : II		
Figure II.1	: Nature de l'eau contenue dans la boue	17
Chapitre : III		
Figure III.1	: Principe de l'épuration a boue activée (Jean.P., 2005)	24
Figure III.2	: L'épuration des eaux usées par lagunage (Jean.P., 2005)	26
Figure III.3	: Principe des lits bactériens (Olivier.A et al., 2006)	27
Figure III.4	: Le principe d'un disque biologique	28
Figure III.5	: Traitement biologique aérobie à boue activée	29
Chapitre : IV		
Figure IV.1	: Schéma représenter les déférents ouvrages de la STEP Ain-Oulmène	42
Figure IV.2	: Dégrilleurs fine (Prise par l'auteur)	43
Figure IV.3	: Dégrilleurs fine (Prise par l'auteur)	43
Figure IV.4	: Répartiteur N1 (Prise par l'auteur)	44
Figure IV.5	: Bassin dessablage /déshuillage (Prise par l'auteur)	44
Figure IV.6	: Classificateur de sable (Prise par l'auteur)	45
Figure IV.7	: Répartiteur N2 (Prise par l'auteur)	45
Figure IV.8	: Bassin d'aération (Prise par l'auteur)	46
Figure IV.9	: Répartiteur N3 (Prise par l'auteur)	46
Figure IV.10	: Clarificateur (Prise par l'auteur)	47
Figure IV.11	: Les pompes de recirculation et l'extraction (Prise par l'auteur)	48
Figure IV.12	: Épaississeur des boues (Prise par l'auteur)	48
Figure IV.13	: Stabilisateur des boues (Prise par l'auteur)	49
Figure IV.14	: Filtre à bande de déshydratation (Prise par l'auteur)	49
Figure IV.15	: Lits de séchage (Prise par l'auteur)	50
Figure IV.16	: Auto surveillance sortie station (Prise par l'auteur)	50
Figure IV.17	: Les lagunes (Prise par l'auteur)	51
Figure IV.18	: Différents points de prélèvement (Prise par l'auteur)	52
Figure IV.19	: Préleveur automatique + Bouteille d'échantillonnage (Prise par l'auteur)	53
Figure IV.20	: pH mètre + Conductivité mètre + Oxymètre (Prise par l'auteur)	55
Figure IV.21	: système de filtration sous vide (Prise par l'auteur)	56
Figure IV.22	: l'étuve (Prise par l'auteur)	56
Figure IV.23	: OxiTop (Prise par l'auteur)	57
Figure IV.24	: Incubateur DBO5 (Prise par l'auteur)	57
Figure IV.25	: DCO mètre (thermostat) (Prise par l'auteur)	58
Figure IV.26	: spectrophotomètre (Prise par l'auteur)	58

Figure IV.27	: L'eau dès ionisé (Prise par l'auteur)	60
Figure IV.28	: Stabilisateur minéral + Alcool polyvinyle + réactif Nessler (Prise par l'auteur)	60
Figure IV.29	: Centrifugeuse (Prise par l'auteur)	61
Figure IV.30	: Étuve Universal (Prise par l'auteur)	61
Figure IV.31	: Balance de précision (Prise par l'auteur)	61
Figure IV.32	: creuset de MS (Prise par l'auteur)	62
Figure IV.33	: Four à mouffle (Prise par l'auteur)	62
Figure IV.34	: creuset de MMS (Prise par l'auteur)	62
Figure IV.35	: Cône d'IMHOFFE (Prise par l'auteur)	62
Figure IV.36	: Microscope (Prise par l'auteur)	64

Chapitre V

Figure V.1	: Variation de la température avant et après le traitement	67
Figure V.2	: Variation de pH avant et après le traitement	67
Figure V.3	: Variation de la conductivité avant et après le traitement	68
Figure V.4	: Variation de MES avant et après le traitement	69
Figure V.5	: Variation du DBO5 avant et après le traitement	70
Figure V.6	: Variation de la DCO avant et après le traitement	71
Figure V.7	: Variation de rapport DCO/DBO avant et après le traitement	72
Figure V.8	: Variation de l'ammonium avant et après le traitement	73
Figure V.9	: Rendement de l'élimination de MES	74
Figure V.10	: Rendement d'élimination de la DBO5	75
Figure V.11	: Rendement d'élimination de la DCO	75
Figure V.12	: Test de décantation (V_{30})	79
Figure V.13	: Vorticelles à long pédoncule (X40) (Prise par l'auteur)	80
Figure V.14	: Vorticelles à court pédoncules (X40) (Prise par l'auteur)	81
Figure V.15	: Tête de vorticelle (X100) (Prise par l'auteur)	81
Figure V.16	: Aspidisca costata (X40) (Prise par l'auteur)	82
Figure V.17	: Amibe (X40) (Prise par l'auteur)	83
Figure V.18	: Philodina (X100) (Prise par l'auteur)	83
Figure V.19	: Petite Paramécie (X40) (Prise par l'auteur)	84
Figure V.20	: Bactérie filamenteuse (X40) (Prise par l'auteur)	85
Figure V.21	: Aelosoma sp (X40) (Prise par l'auteur)	85
Figure V.22	: Zoothamnium Pygmaeum (X40) (Prise par l'auteur)	86

- Remerciements
- Dédicace
- Liste des abréviations
- Liste des tableaux
- Liste des figures

SOMMAIRE

Introduction générale	01
-----------------------------	----

Étude bibliographique

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées

- Introduction.....	02
I.1.L'eau en Algérie et sa disponibilité	02
I.2.Définition de la pollution de l'eau.....	02
I.3.L'assainissement.....	03
I.3.1. Principe de l'assainissement.....	03
I.3.2. Les différents types réseaux d'assainissement.....	03
I.4. Définition des eaux usées.....	04
I.5. Origines des eaux usées.....	04
I.5.1. Les eaux usées domestiques.....	04
I.5.2. Les eaux pluviales.....	05
I.5.3. Les eaux usées industrielles.....	05
I.5.4. Les eaux usées agricoles.....	05
I.6. Composition des eaux usées.....	05
I.7.Les paramètres de pollution des eaux usées.....	06
I.7.1. Physiques.....	06

I.7.2. Chimiques.....	07
I.8. Impact des eaux usées.....	09
I.8.1. Impact sur les eaux de surface.....	09
I.8.2. Impact sur la santé publique.....	09
I.8.3. Impact sur l'agriculture.....	10

Chapitre II : Généralités sur les boues

II. typologie des boues.....	11
II.1. Les boues primaires.....	11
II.2. Les boues physico-chimiques.....	11
II.3. Les boues biologiques.....	11
II.4. Compositions des boues.....	12
II.5. Classifications des boues.....	12
II.6. Les caractéristiques des boues.....	13
II.7. Facteurs caractérisant la structure des boues.....	17
II.8. Traitement des boues.....	18
II.9. Utilisation des boues traitées.....	22

Chapitre III : Élimination de pollution

III.1. Introduction.....	23
III.2. Épuration des eaux usées.....	23
III.2.1. Principe de l'épuration.....	23
III.2.2. Les Procédés d'épuration des eaux usées.....	24
III.2.3. Étapes de traitement des eaux usées dans les stations d'épuration classique.....	30
III.3. Critères d'évaluation de la pollution	34

Étude Expérimentale

Chapitre IV : Matériels et méthodes

IV.1. Introduction.....	41
IV.2. Présentation de la STEP d'Ain-Oulmène.....	41
IV.3. Rôle de la STEP d'Ain-Oulmène.....	41
IV.4. Réseau d'assainissement de la STEP.....	41
IV.5. Procédé de traitement de la STEP et description de ses différents ouvrages.....	42
IV.5.1. Traitement des eaux.....	43
IV.5.2. Traitement des boues.....	47
IV.5.3. Auto surveillance sortie station.....	50
IV.5.4. Lagune de finition.....	50
IV.6. Échantillonnage.....	51
IV.7. Matériel et méthode.....	53
IV.7.1. Matériel.....	53
IV.7.2. Méthodes.....	53

Chapitre V : Résultats et discussion

V. Résultats et discussion.....	66
V.1 Paramètres physico-chimiques.....	66
V.2. Paramètres de la pollution organique.....	69
V.3. Indice de MOHALMAN (IM).....	72
V.4. Paramètres de la pollution azotée.....	73
V.5. Détermination du rendement d'épuration.....	74
V.6. Contrôle de la boue activée.....	76

- Conclusion

- Références bibliographiques

- Annexes

- Résumé

Introduction générale

L'eau sous sa forme liquide, constitue un milieu où l'ensemble des réactions et échanges chimique et biochimiques sont facilitées. En effet, l'écosystème aquatique représente le siège principal des premières étapes évolutives du monde vivant.

Ces dernières années, la demande en eau est en augmentation croissante. Cette augmentation s'explique d'une part, par le développement des tissus urbains et des agglomérations rurales, l'extension de l'agriculture, l'amélioration du niveau de vie, le développement rapide des activités industrielles.

Cette situation engendre un grand volume d'eau usée rejetée dans le milieu récepteur sans traitement préalable, une grande partie de ces eaux usées est rejetée soit dans l'océan atlantique et le littoral méditerranéen (environ 57%), soit dans les réseaux hydrographiques, ou encore épandue sur le sol.

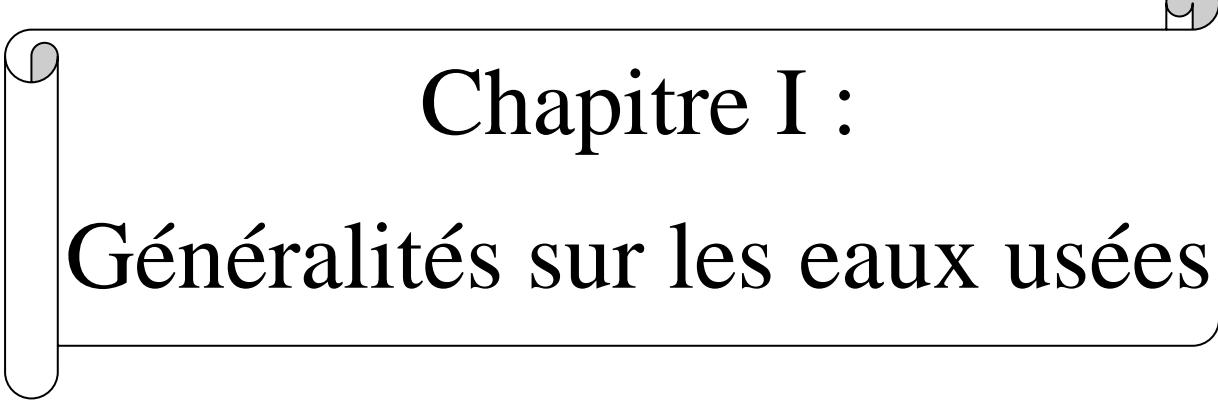
Les eaux de surface, longtemps considérées comme capables d'accepter sans dommage des volumes énormes de contaminants, reçoivent aujourd'hui des quantités importantes de polluants à partir de multiples sources : affluents directs industriels et urbains, et lessivage des sols.

Ces différentes sources de pollution représentent une atteinte à la santé par la qualité des polluants déversés et les proportions significatives de composés toxiques d'origine minérale comme organiques ou les pesticides. Le danger est du surtout au fait que les différents millions de la chaîne trophique sont capables d'accumuler ces substances toxiques et les transmettre à des teneurs élevées aux consommateurs.

La commune de Ain-Oulmène est l'un des villes algériennes les plus touchés par le phénomène de la pollution, elle contient Oued Echatt Elmaleh l'un des axes hydrographiques de la région de Sétif et l'un des sources du barrage d'Ain Zada qui alimente avec barrage El Maouane en eau potable les villes de Sétif, Ain Oulmène, El Eulma, Bordj-Bou-Arreridj et Bougaâ. Il subit une pollution très sévère.

L'objectif de cette contribution est d'étudier la station d'épuration des eaux usées STEP Ain-Oulmène et les propriétés physico-chimique des eaux traitées.

Partie bibliographique



Chapitre I :

Généralités sur les eaux usées

- Introduction :

Le développement des activités humaines depuis le début de l’ère industrielle s’est traduit, pour la biosphère, par un accroissement et une diversification des pollutions. C’est une menace pour l’équilibre future de la planète et le bien-être de notre espèce.

Tout accroissement d’activités, de production, se traduit par une augmentation de déchets, et s’il n’y a pas destruction, recyclage, il y a pollution. (**Faurie ; 2012**)

A cet effet nous intéressants en premier lieu à celle qui affecte une ressource vitale pour l’homme et pour toutes formes de vie : **l’eau**.

I.1.L’eau en Algérie et sa disponibilité :

En Algérie, compte tenu de l’aridité de la majeure partie du territoire, la question de l’eau revêt la forme d’une crise aigüe qui retentit négativement sur le cadre de vie, la santé des populations, l’emploi ainsi que le développement agricole et industriel du pays. Il faudrait, en effet, disposer annuellement de 15 à 20 milliards de m³, en allouant 70% à l’agriculture, pour parvenir à une sécurité alimentaire satisfaisante. (**CNES**)

C’est dire l’extrême tension exercée sur cette ressource lorsque l’on sait que l’Algérie mobilise à peine au plus 5 milliards de m³ d’eau par an.

Le fait est évident, les ressources potentielles en eau sont limitées et inégalement réparties en Algérie. Elles ont été évaluées à 19.2 milliards de m³, dont 12.4 milliards m³ d’eaux de surface, 1,8milliards m³ d’eaux souterraines du nord et 5 milliards m³ d’eaux souterraines exploitables dans le sud. (**MATE ; 2002**)

Ces potentialités correspondent à une disponibilité annuelle de 600 m³/hab./an. De ce point de vue, l’Algérie se situe dans la catégorie des pays considérés comme pauvres en ressources hydriques au regard du seuil de rareté fixée par la banque mondiale à 1000m³/hab./an. (**UN ; 2002**)

En réalité, les ressources réellement mobilisables limitent à 383 m³ compte tenu du fait que seuls 4.7 milliards m³d’eau de surface sont mobilisables dans les barrages. (**MATE ; 2002**)

I.2.Définition de la pollution de l’eau :

Est la dégradation d’un milieu par diffusion, comme sous-produit involontaire d’une activité humaine, d’agents matériels, les polluants, qui rendent ce milieu malsain, dangereux ou qui ou dégradent les conditions de vie. (**Arman ; 2007**)

Pollution : est une modification défavorable du milieu naturel qui résulte en totalité ou en partie de l’action humaine, au travers d’effets directs ou indirects, altérant les critères de répartition des flux

d'énergie, des niveaux de radiation, de la construction physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes. Les modifications peuvent affecter l'homme directement ou à travers des ressources agricoles, en eau et en produits biologiques. Elles peuvent aussi l'affecter en altérant les objets physiques qu'il possède ou les possibilités récréatives du milieu. (**Ramade ; 2002**)

I.3.L'assainissement :

L'assainissement est une démarche visant à améliorer la situation sanitaire globale de l'environnement en supprimant toute cause d'insalubrité. Il est composé de différentes phases allant de la collecte à l'évacuation des déchets solides et liquides, en passant par leur traitement. (**OIE ; 2007**)

I.3.1. Principe de l'assainissement :

Les réseaux d'assainissement sont des conduites qui fonctionnent par gravité. Les effluents sont acheminés d'un point haut vers un point bas, de manière à ce que l'écoulement se fait le plus rapidement possible sans occasionner de nuisance au voisinage (mauvaises odeurs ou débordements). (**BEZZAR ; 2019**)

I.3.2. Les différents types réseaux d'assainissement :

- Le réseau séparatif :

Le réseau d'assainissement séparatif est un système de collecte et de traitement des eaux usées domestiques et industrielles qui sépare les eaux usées des eaux pluviales. Les eaux usées sont collectées dans un réseau de canalisations séparé des eaux pluviales qui sont collectées dans un autre réseau. Le réseau d'assainissement séparatif permet de traiter les eaux usées de manière efficace et de minimiser le risque de débordements en cas de fortes précipitations. Les eaux usées collectées dans ce réseau sont généralement traitées dans une station d'épuration avant d'être rejetées dans le milieu naturel. Les eaux pluviales, quant à elles, sont généralement déversées directement dans les rivières, les lacs ou les océans.

Le réseau d'assainissement séparatif est souvent utilisé dans les zones urbaines densément peuplées où les eaux usées peuvent contenir des quantités significatives de polluants. En séparant les eaux usées des eaux pluviales, il est possible de réduire les risques de pollution et de protéger l'environnement. (**Jean-Luc Bertrand-Krajewski ; 2014**)

- Le réseau unitaire :

Le réseau d'assainissement unitaire est un système de collecte des eaux usées et pluviales dans le même réseau de canalisations. Ce type de système est couramment utilisé dans les zones urbaines où il n'est pas possible d'installer des réseaux d'assainissement séparés. Selon la revue scientifique environmental science et pollution recherche, le principal inconvénient des réseaux d'assainissement unitaires est la surcharge du système en cas de fortes pluies, ce qui peut entraîner des débordements et des pollutions de l'environnement. (**Anonyme ; 2014**)

I.4. Définition des eaux usées :

Les eaux usées sont toutes les eaux qui parviennent dans les canalisations d'eaux usées dont les propriétés naturelles sont transformées par les utilisations domestiques, les entreprises industrielles, agricoles et autres. On englobe aussi, les eaux de pluie qui s'écoulent dans ces canalisations. (**Bliefert et Perraud ; 2001**)

Les eaux usées véhiculent des micro-organismes pathogènes ou saprophytes et virus (**Oualil.M ; 2009**). Également sont porteuse des parasites végétaux, animaux, et œufs de parasites des kystes. (**Gaid.A ; 1984**)

I.5. Origines des eaux usées :

Les eaux usées appelé aussi eaux résiduaires urbaines, qui arrivent à la station d'épuration sont un mélange de plusieurs d'eaux (**Khirani.M et Choufi.H ; 2008**). Les eaux usées proviennent de quatre sources principales : Les eaux usées d'origine domestique, les eaux usées d'origine pluviales, les eaux usées d'origine industrielle, les eaux usées d'origine agricole. (**Oualil.M ; 2009**)

I.5.1. Les eaux usées domestiques :

Les eaux usées domestique comprennent les eaux ménagères (eaux de toilette, de lessive, de cuisine) et les eaux vannes (urines et matières fécales), dans le système dit « tout-à-l'égout » (**Baumont et al ; 2004**), sont généralement collectées par le réseau d'égouts municipaux et transportées vers une STEP pour être purifiées avant d'être rejetées dans l'environnement (**Tchobanoglous et al ; 2003**). Elles peuvent contenir des matières organiques, des produits chimiques et des matières solides, ce qui en fait une source importante de pollution de l'eau (**Wu et al ; 2016**).

I.5.2. Les eaux pluviales :

Les eaux pluviales sont de même nature que les eaux domestiques et peuvent contenir en plus des métaux lourds et des toxiques : Plomb, Zinc, Hydrocarbures ...

suivant le contexte local, des dispositions devront être prises pour en limiter l'impact : bassins d'orage, bassins d'étalement, chaussées filtrantes...**(Anonyme ; 2005)**. La récupération et l'utilisation des eaux pluviales procèdent d'un mode de gestion de ces eaux tout à fait différent de ce qui a été en place jusqu'à ce présent. **(Brigitte.V ; 2008)**

I.5.3. Les eaux usées industrielles :

Les caractéristiques des eaux usées d'origine industrielles sont bien évidemment directement liées aux types d'industries implantées sur la commune. **(Anonyme ; 2005)**

En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures. **(Pierre.M ; 2003)**

La variété des eaux usées industrielles est très grande. Certains de ces eaux sont toxiques pour la flore et la faune aquatique, ou pour l'homme. **(Djeddi.H ; 2007)**

I.5.4. Les eaux usées agricoles :

L'agriculture c'est le plus grand secteur de consommation des ressources en eau. La pollution est souvent due à des mauvaises pratiques culturales, l'usage des engrains chimiques qui contiennent des substances polluantes si leurs concentrations sont trop élevées comme les nitrates, les sels ammoniacaux et phosphates, les pesticides peu solubles peuvent conduire à une pollution des eaux. **(Khirani.M et Cherif.H ; 2008)**

I.6. Composition des eaux usées :

Les eaux usées sont des liquides de composition hétérogène, chargées de matières minérales ou organiques, pouvant être en suspension ou en solution, et dont certaines peuvent avoir un caractère toxique. A cette charge s'associent presque toujours des matières grasses et des matières colloïdales. **(Koller.E ; 2004)**

- Les matières solides en suspension, puisque la filtration peut être nécessaire, en particulier avec des systèmes de micro-irrigation.

- Les nutriments afin d'ajuster la fertilisation.
- La salinité afin d'estimer la fraction de lessivage et sélectionner les cultures les mieux appropriées.
- Les micro-organismes pathogènes pour les mesures de précaution, en choisissant le modèle d'emblavement et le système d'irrigation appropriés. (**Anonyme ; 2003**)

Tableau 01 : Caractéristique moyenne des eaux usées domestiques (Anonyme ; 2005)

CONCENTRATION MOYENNES		
Paramètres	Échelle de variation	Fraction décantable
pH (mg/l)	7.5 à 8.5	
Extrait sec (mg/l)	1000 à 3000	10 %
MES totale (mg/l)	100 à 400	50 à 60 %
DBO5 (mg/l)	150 à 500	25 à 30 %
DCO (mg/l)	300 à 1000	30 %
NTK (mg/l)	30 à 100	< 10 %
N-NH ₄ ⁺ (mg/l)	20 à 80	0 %
N-NO ₂ ⁻ (mg/l)	<1	0 %
N-NO ₃ ⁻ (mg/l)	<1	0 %
Détergents (mg/l)	6 à 13	
P-total (mg/l)	10 à 25	10 %

I.7.Les paramètres de pollution des eaux usées :

I.7.1. Physique :

I.7.1.1. Température :

C'est un facteur important pour la vie d'un cours d'eau elle a une influence sur la solubilité de l'oxygène et donc sur la vitesse des réactions biologiques des eaux usées. (**Benarbia ; 1992**)

Elle influence beaucoup de phénomènes physico-chimiques tels que le pouvoir auto épuratoire d'une eau polluée, la solubilité des gaz, la conductivité et le pH. (**Leynaud ; 1968**)

I.7.1.2. Odeur :

L'eau d'égout brute a une odeur fade, par contre en état de fermentation, elle dégage une odeur nauséabonde. (**Rejsek ; 2002**)

I.7.1.3. MES :

Ce sont les matières séparées par filtration ou par centrifugation de l'eau brute tamisée. Les matières en suspension peuvent comprendre : des matières sédimentables, des matières non sédimentables et des matières flottantes. Les matières en suspension sont celles qui sont susceptibles de se déposer si on leur en laisse le temps. (**Bormans ; 1974**)

I.7.1.4. Couleur :

La couleur de l'eau d'égout d'origine domestique est normalement grisâtre, une couleur noire indique une décomposition partielle de la matière organique. L'apport des eaux résiduaires industrielles donne d'autres teintures. (**Gaid ; 1984**)

1.5.1.5. Débit :

La mesure du débit permet de quantifier la pollution rejetée par les habitants, elle exprime le volume d'eau usée moyen déversé par habitant et par jour. La production d'eaux usées urbaines varie tout au long de la journée. Dans les petites agglomérations on constate deux pointes de débit, dans les agglomérations importantes on n'en constate qu'une. (**Gaid ; 1984**)

I.7.2. Chimique :

I.7.2.1. PH :

Le Ph permet de déterminer le degré d'acidité, de neutralité et d'alcalinité des eaux usées. Il joue un rôle capital dans la croissance des micro-organismes dont le pH optimum varie de 6.5 à 7.5. (**Arouya ; 2011**)

I.7.2.2. Oxygène dissous :

C'est la concentration d'oxygène gazeux qui se trouve à l'état dissous dans une eau. L'oxygène dissous disponible est limité par la solubilité de l'oxygène (max 9 mg/l à 20°C) qui décroît avec la température et la présence de polluants dans les cours d'eau. Une faible teneur en oxygène dissous est synonyme d'une forte charge polluante ou d'une température élevée de l'eau. Paramètre important de l'écologie des milieux aquatiques, il est essentiel pour la respiration des organismes hétérotrophes. Il est exprimé en mg/l. (**Rodier ; 1996**)

I.7.2.3. La demande biochimique en oxygène (DBO5) :

La demande biochimique en oxygène est la quantité d'oxygène exprimée en mg/l et consommée dans les conditions de l'essai d'incubation à 20°C et à l'obscurité, pendant 5 jours pour assurer par voie biologique l'oxydation des matières organiques biodégradables présentes dans l'eau usée. Pour être complète, l'oxydation biologique demande un temps de 21 à 28 jours. On obtient alors la DBO ultime ou DBO28. Par convention, la DBO21, trop long à aboutir, est remplacée par la DBO5, c'est-à-dire par la quantité d'oxygène consommée après 5 jours d'incubation. La DBO ne représente normalement que la pollution organique carbonée biodégradable. (**Gaid ; 1984**)

I.7.2.4. La demande chimique en oxygène (DCO) :

La DCO est un moyen d'apprécier la teneur en matière oxydable dans l'eau usée. Ces matières sont d'origines organiques ou minérales, elles sont oxydées en présence d'un oxydant dans les conditions bien déterminées. Pour les eaux usées urbaines le rapport DCO/DBO est le plus souvent de 2 à 2,5 plus le rapport est élevé et moins la pollution organique est biodégradable. On peut aussi évaluer la pollution organique par la mesure du carbone organique totale ou (C.O.T). (**Gourgand et al ; 1998**)

I.7.2.5. Autres éléments :

• Conductivité :

Constitue une bonne appréciation du degré de minéralisation d'une eau ou chaque ion agit par sa concentration et sa conductivité spécifique. (**Makhoukh et al ; 2011**)

• L'Azote :

L'azote est un composant essentiel de la matière vivante et joue en conséquence un rôle important dans les pollutions de type organique. Ce phénomène de nitrification se produit naturellement dans les cours d'eau. Par ce phénomène, les formes réduites de l'azote (matières organiques et sels ammoniacaux) se transforment en nitrites puis en nitrates en phase aérobie. (**Boudjhal et Djoudi ; 2008**)

• Phosphate :

Sels de l'acide orthophosphorique qui représente des éléments minéraux nutritifs essentiels pour les végétaux autotrophes. (**Ramade ; 2002**)

Le phosphore joue un rôle important dans le développement des algues il est susceptible de favoriser leur multiplication dans réservoirs, la grosse canalisation et les eaux des lacs. (**Rodier ; 1978**)

I.8. Impact des eaux usées :

I.8.1. Impact sur les eaux de surface :

Les eaux usées peuvent avoir un impact significatif sur les eaux de surface lorsqu'elles sont rejetées dans les rivières, les lacs et les océans sans traitement adéquat. Les eaux usées peuvent contenir une variété de polluants tels que des matières organiques, des nutriments, des produits chimiques et des métaux lourds, qui peuvent causer des dommages à l'environnement et à la santé humaine.

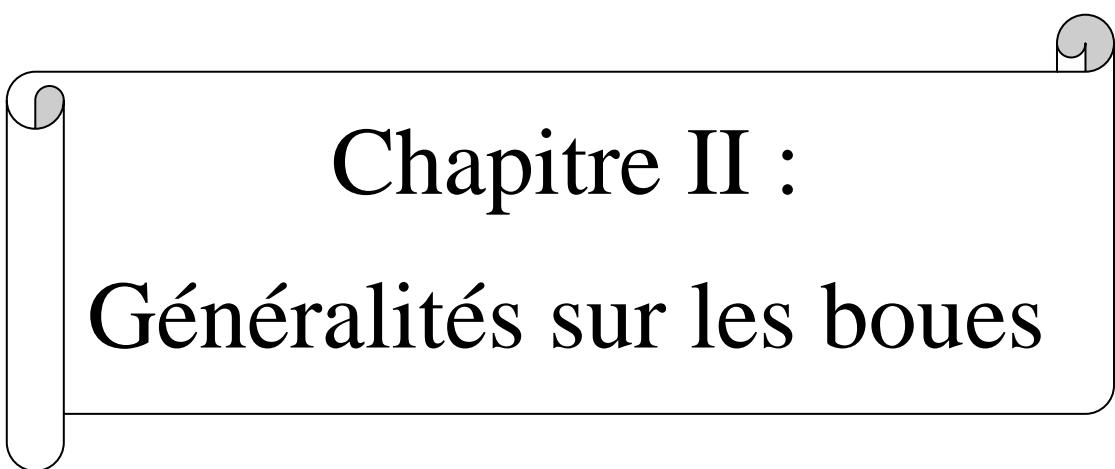
Lorsque les eaux usées sont déversées dans les eaux de surface sans traitement approprié, les matières organiques qu'elles contiennent peuvent être dégradées par des bactéries qui utilisent l'oxygène dissous dans l'eau. Cela peut entraîner une baisse de la teneur en oxygène de l'eau, un processus connu sous le nom de "désoxygénéation", qui peut tuer les poissons et les autres organismes aquatiques qui dépendent de l'oxygène pour survivre. De plus, les nutriments contenus dans les eaux usées, tels que l'azote et le phosphore, peuvent entraîner une prolifération excessive d'algues et d'autres plantes aquatiques. Cette prolifération, connue sous le nom d'eutrophisation, peut entraîner la mort des poissons et d'autres organismes aquatiques en réduisant la quantité d'oxygène dissous disponible dans l'eau. Les produits chimiques et les métaux lourds contenus dans les eaux usées peuvent également avoir des effets toxiques sur les poissons et les autres organismes aquatiques. Ces polluants peuvent s'accumuler dans les tissus des organismes aquatiques, ce qui peut entraîner des effets négatifs sur la santé des consommateurs humains qui consomment ces organismes. (**UNEP ; 2016**)

I.8.2. Impact sur la santé publique :

Les eaux usées peuvent avoir des conséquences graves sur la santé publique si elles ne sont pas traitées correctement. Elles peuvent contenir des bactéries, des virus, des parasites et des produits chimiques qui peuvent entraîner des maladies d'origine hydrique, telles que le choléra, la typhoïde et la dysenterie (**Koop ; 2003**). Une exposition aux eaux usées non traitées peut également causer des infections de la peau et des voies respiratoires, des maladies gastro-intestinales, des troubles hépatiques et d'autres maladies potentiellement mortelles. (**Hunter et al ; 2003**)

I.8.3. Impact sur l'agriculture :

Les eaux usées peuvent impacter négativement l'agriculture en raison de leur potentiel de contamination. L'utilisation d'eaux usées non traitées pour l'irrigation des cultures peut entraîner des risques pour la santé humaine si les pathogènes, les métaux lourds et les produits chimiques toxiques qu'elles contiennent sont absorbés par les plantes et contaminent les sols (**Mara et al ; 2007**). En outre, l'utilisation d'eaux usées pour l'irrigation peut également causer une accumulation excessive de nutriments tels que l'azote et le phosphore dans les sols, entraînant une eutrophisation des plans d'eau et des sols voisins. (**Mukherjee et al ; 2015**)



II. typologie des boues :

La composition d'une boue urbaine dépend à la fois, de la nature de la pollution initiale de l'eau et des procédés de traitement auxquels elle a été soumise.

. Les Boues :

Effluents liquides fortement chargés en matières solides (avec des concentrations en solide de 1à10%, soit 10à 100g/l). Constituées de matières organique fraiche, très fermentescible, et de matières minérales dissoutes ou insolubles. (OIE ; 2007)

II.1. Les boues primaires :

Les boues primaires sont les dépôtes récupérés par simple décantation des eaux usées. Elles proviennent d'une séparation physique des matières en suspension décan tables Organiques et minérales lors de la décantation primaires. Elles sont à la fois riches en matières minérales (micro, sable terre etc..) et Contiennent des matières organiques susceptibles d'évolution. Elles sont obtenues, dans des décanteurs digesteurs. (OIE ; 2007)

II.2. Les boues physico-chimiques :

On obtient les boues physico-chimiques, variante des boues primaires, par adjonction de Réactifs (sels de fer, d'aluminium) pour agglomérer les fines particules dans les eaux usées. Ces Boues renferment la quasi-totalité de la pollution colloïdale enlevée à l'eau, ainsi que les Quantités de réactifs ajoutées que se retrouvent dans les boues sous forme d'hydroxydes Métalliques ou de précipités minéraux (carbonates, phosphates, etc.). (OIE ; 2007)

II.3. Les boues biologiques :

Les boues biologiques appelées aussi boues secondaires, sont les boues issues du Traitement biologiques que ce soit culture libre (boues activées), ou en culture fixée (lits bactériens, disques biologiques, etc.). Elles sont issues de la métabolisation de la pollution organique biodégradable soluble Et colloïdale, lors d'une épuration. Elles sont donc constituées essentiellement de corps bactériens et de leur sécrétion. Parallèlement, on distingue :

- les boues mixtes, mélange de boues secondaires et de boues primaires, qui sont issues de la Quasi-totalité des filières de traitement complètes. Sur les stations importantes (quelques Dizaines de

milliers d'équivalents habitants au moins), on peut envisager des traitements Séparés des deux types de boues.

- les boues d'aération prolongée, variante des boues mixtes. Dans ce procédé, comme D'ailleurs en lagunage naturel et aéré, le traitement n'inclut pas d'étage de décantation Primaire. L'ensemble des matières polluantes est donc soumis à l'aération. De ce fait, les Boues obtenues sont peu concentrées, moins organiques et susceptibles de produire des Nuisances. (**OIE ; 2007**)

II.4. Compositions des boues :

La composition des boues varie en fonction de l'origine des eaux usées, de la période de l'année et de type de traitement et de conditionnement pratiqué dans la station d'épuration.

Les boues des stations d'épuration sont constituées généralement de :

- particules minérales (agriles, carbonates, silicates, phosphate...)
- débris organique grossiers (fibres textiles, résidus végétales, matières plastiques)
- biomasse morte (résidus de cellules bactérienne, d'algues ...)
- polymère organique issu de l'activité de biomasse (polysaccharides, protéines...)
- constituants minéraux et organiques solubles. Par leur composition, les boues utilisées en agriculture augmentent le rendement des cultures. Elles contiennent des nutriments qui servent d'amendement organique et calcique pour améliorer les propriétés physicochimiques du sol.

En générale, trois sortes d'éléments sont présents (ou susceptibles de l'être) dans les Boues : des éléments utiles, des éléments indésirables, des micro-organismes pathogènes. (**T.I**)

II.5. Classifications des boues :

Les boues sont classées selon leurs caractéristiques principales en six catégories :

- Boue organique hydrophile : classe la plus étendue. Les difficultés de déshydrater ces Boues sont dues à la présence de colloïdes hydrophiles.

Ex : boues provenant du traitement biologique d'eaux d'origine ERU ou ER des industries agroalimentaires, textiles, chimie organique, pétrochimie.

- Boue huileuse hydrophobe : présence d'huiles ou de graisses. Ces huiles sont en émulsions ou absorbées par les particules de boues.

Ex : eaux résiduaires de raffineries.

- Boue minérale hydrophile : ces boues contiennent des hydrophiles métalliques (Précipités d'ions métalliques : AL, Fe, Zn, Cr) ou des floculant minéraux (sels ferreux, Ferriques, sels d'aluminium).

Ex : E.R des industries de traitement de surface (décapage, anodisation, peinture), Tanneries etc.

- Boue minérale hydrophone : présence de : sables, limons, scories, sels cristallisés

Ex : E.R de lavage de gaz de fumées (incinération ordures).

- Boue minérale hydrophile – hydrophobe : ces boues contiennent principalement des matières hydrophobes contenant, elles-mêmes, suffisamment de matières hydrophiles pour que l'influence défavorable de celles-ci en déshydratation deviennent prépondérante.

- Boue fibreuse : boues généralement faciles à déshydrater.

Ex : E.R des industries papeteries, pâte à papier, cartonneries

Le tableau (02) montre l'origine et la composition de ces six catégories de boues. (**OIE ; 2007**)

Selon les filières de traitement, les boues sont classées en cinq classes (tableau 02) ce classement permettra de présenter plus clairement les performances de chaque technique sur les différents types de boues.

Tableau 02 : les différentes classes des boues, définition OTV.

Boue de la classe A	Boue de la classe B1	Boue de la classe B2	Boue de la classe C	Boue de la classe D
<ul style="list-style-type: none"> -Boue primaires -Boue primaires physicochimiques -Boues de forte et très forte charge 	<ul style="list-style-type: none"> -Boues biologique en eau brut -Boues de faible charge -Boues d'aération prolongée 	<ul style="list-style-type: none"> -Boues biologique en eau décantée -Boues de faibles charges -Boues de moyenne charge 	<ul style="list-style-type: none"> Boues mixtes de type A+B2 	<ul style="list-style-type: none"> -Boues de stabilisation biologiquement -Boues de digestion anaérobiose mésophile -Boues de stabilisation aérobiose thermophiles

II.6. Les caractéristiques des boues :

Les boues sont caractérisées par la concentration en matières sèches (ou siccité) leur teneur en matières volatiles (pouvoir fermentescible et calorifique) leur concentration en azote et phosphore (possibilité d'amendement agricole). La répartition de l'eau contenue (eau libre ou liée) la viscosité (facilité de déshydratation) et la granulométrie caractérisent la structure des boues. (**OIE ; 2007**)

II.6.1 les paramétrés physiques :

II.6.1.1. La siccité d'une boue (MS) :

Les boues sont essentiellement constituées d'eau et de matières sèches (MS), cette dernière s'exprime en g/l ou en pourcentage elle est déterminée par séchage à 105°C ou par infrarouge. Le pourcentage d'eau représente l'humidité, et le pourcentage de matières sèches la siccité ainsi une boue 10% de siccité présente une humidité de 90%. (OIE ; 2007)

II.6.1.2. Le taux de matières volatiles sèches (MVS) :

Les matières sèches (MS) sont composées de matières minérales (MM) et de matières organiques appelées matières volatiles sèches (MVS), la concentration des MVS est généralement exprimée en pourcentage par rapport aux MS, on parle alors de taux MVS. Le contrôle de ce paramètre permet de suivre la stabilité de boue et son aptitude à divers traitement (déshydrations, incinération...). (OIE ; 2007)

II.6.1.3. La résistance spécifique à la filtration :

La résistance spécifique 'r' se définit comme étant la résistance qui s'oppose à la filtration d'une quantité de boue de surface filtrant et contenant 1kg de produit sec. La résistance spécifique à la filtration est représentative pour les boues, elle est caractéristique de la matière, en particulier de la taille et de la configuration des éléments constitutifs. (OIE ; 2007)

II.6.1.4. Le coefficient de compressibilité d'une boue :

C'est la dépendance exponentielle entre la résistance à la filtration et la pression de filtration. (OIE ; 2007)

II.6.1.5. Le pouvoir calorifique :

La teneur en matière organique des boues leur confère une aptitude à la combustion, ce qui permet de les incinérer. On peut définir deux pouvoirs calorifiques :

- le pouvoir calorifique inférieur (P.C.I) qui est la quantité de la chaleur dégagée par la combustion complète d'un kilogramme de boue.

- le pouvoir calorifique supérieur (P.C.S) qui est la quantité de la chaleur dégagée par combustion complète d'un kilogramme de boue en supposant que toute l'eau dégagée par la combustion se trouve à l'état condensé dans les produits de la combustion.

Ces deux pouvoirs calorifiques s'expriment en kilocalories par boue ou de matières volatiles (Kcal/kg de MV). (OIE ; 2007)

II.6.1.6. Consistance de la boue :

La consistance de la boue est critère essentiel pour le stockage l'homogénéisation, la manutention et l'enfouissement...etc. Cette consistance est liée à l'état physique de la boue. (OIE ; 2007)

Cependant quatre états physiques sont généralement définis en tenant compte de la siccité :

- boue liquide dont la siccité est de 0 à 10%
- boue pâteuse dont la siccité est de 12 à 25%
- boue solide pour une supérieure à 25%
- boue sèche pour une siccité supérieure à 85%

II.6.1.7. Les facteurs caractérisant la structure des boues :

Les boues urbaines sont considérées comme de véritables systèmes colloïdaux, dont la forte stabilité est déterminée par nature des propriétés de surface des colloïdes et par les interactions entre les particules. (OIE ; 2007)

II.6.1.7.1 La viscosité apparente :

Les suspensions boueuses ne sont pas des liquides newtoniens la valeur trouvée pour la viscosité est-elle dépend de la contrainte de cisaillement appliqué. Une viscosité est considérée comme une mesure de l'intensité des forces inter particulières. Elle permet d'évaluer le caractère thixotropique d'une boue. (OIE ; 2007)

II.6.1.7.2 Nature de l'eau contenue dans la boue :

L'eau présent 95% de la masse de la boue. Dans une urbaine elle est sous deux états :

- **l'eau libre** : assez facilement éliminable par filtration ou décantation.
- **l'eau liée ou combinée comprenant** : l'eau d'hydratation colloïdal ; l'eau capillaire.

- l'eau cellulaire et en fine l'eau chimique lié : Cette eau ne peut être éliminée que par la chaleur (conditionnement thermique ; séchage ou incinération).

II.6.1.7.3 La granulométrie :

La granulométrie, mesure la taille et étude la répartition statistique, selon leur grosseur, des éléments d'une substance pulvérulent. L'analyse granulométrie s'effectue jusqu'à 80um par tamisage du matériau par voie sèche ou par voie humide.

II.6.2. Les paramètres chimiques :

II.6.2.1. L'acidité des boues (ph) :

Le ph un paramètre important pour l'utilisation ultérieure des boues en agriculture. Il détermine partiellement la charge électrique des particules solides et par conséquent, influe sur leur stabilité colloïdale.

Dans le cas des boues digérées par voie anaérobiose la fermentation étant alcaline, pH doit être proche de la neutralité. Une chute en dessous de 6,5 indique un déséquilibre de la digestion. En cas stabilisation aérobie, le pH sera acide. (OIE ; 2007)

II.6.2.2. La demande chimique en oxygène DCO :

C'est la quantité d'oxygène en g/l qui est consommé pour matières oxygène dans les conditions d'essais. On bien c'est la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation par voie chimique des matières organique et des matières minérales oxydable.

L'analyse de la DCO permet d'apprécier la quantité de matières organiques dans les boues et éventuellement leur fermentation. (OIE ; 2007)

II.6.2.3. La demande biologique en oxygène sur 5 jours (DBO5) :

C'est la quantité d'oxygène consommé par l'effluent en 5 jours dans des conditions définies par l'oxygène biologique des matières organiques et/ou inorganique contenues dans l'eau. La DBO est représentative de la pollution organique biodégradable. (OIE ; 2007)

II.6.2.4. Le Phosphore total (PT) :

Le phosphore, comme l'azote et la potasse, fait partie des éléments majeurs nécessaires à la croissance végétale, et dont l'utilisation par la plante n'est possible que sous forme minérale. il se

trouve sous forme soluble dans les particules inorganique ou dans les microorganismes. (OIE ; 2007)

II.6.2.5. L'azote total Kjeldahl (NTK) :

Il représente l'ensemble des formes réduits de l'azote (organique et ammoniacal). La détermination de la teneur en azote des types de substances qui le contiennent permettent d'estimer la valeur agricole d'une boue et d'évaluer les risques de pollution inhérents à l'épandage des boues. (OIE ; 2007)

II.7. Facteurs caractérisant la structure des boues :

Nature de l'eau contenue dans la boue :

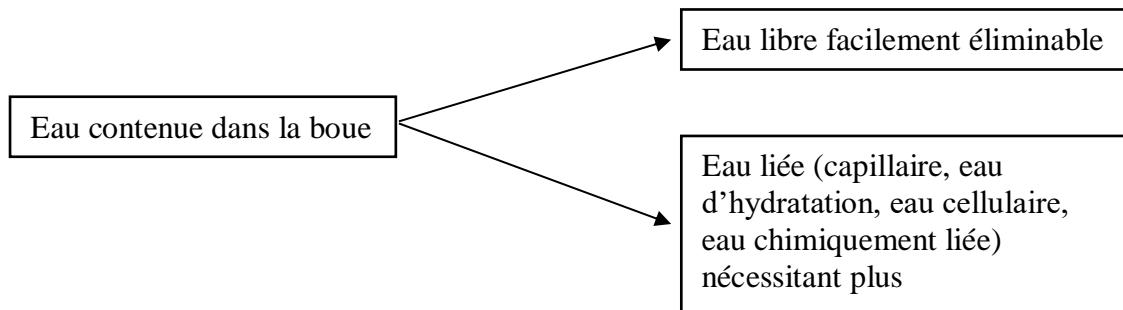


Figure II.1 : nature de l'eau contenue dans la boue

La proportion d'eau libre et liée est déterminante pour le choix de la déshydratation. On l'évalue par thermogravimétrie : courbe de perte de poids d'eau en fonction du temps.

II.8. Traitement des boues :

On distingue deux grands types de traitement :

II.8.1. Traitement de stabilisation :

Ce mode de traitement consiste soit à forcer l'évolution des boues jusqu'à une minéralisation assez poussée c'est la digestion ; soit une interruption de la vie au sein des boues, il s'agit de la stabilisation physico-chimique.

La notion de stabilisation renseigne sur le niveau d'odeur de la boue (absence d'odeur, ou odeur faible, moyenne, forte). (**CMEF ; 1999**)

A notre qu'une boue peut être traitée, tout en n'étant pas stabilisée au sens défini ci-dessus. Les traitements de stabilisation utilisés sont de type biologique, chimique ou thermique, ils s'appliquent aux boues mixtes fraîches, aux boues secondaires ou à l'ensemble des boues afin de réduire leur ferme indiscernabilité, et limité voire annuler, les nuisances olfactives. (**Koller.E ; 2004**)

II.8.1.1. Stabilisation biologique :

Elle réduit la teneur des boues en matières fermentescibles. La stabilisation biologique se fait soit par: voie aérobiose (en présence d'oxygène) dans les bassins d'aération, jusqu'à l'obtention des boues à teneur non négligeable en oxygène et biologiquement stable (**Alexander D ; 1979**), La consommation d'énergie de ce procédé ne permet pas d'envisager son utilisation de manière systématique pour les boues d'origine urbaines, soit par voie anaérobiose (absence d'oxygène) dans des digesteurs avec production d'un biogaz riche en méthane et on obtient des boues <digérées>, encore appelées <anaérobies> ou <stabilisées anaérobies>.

Pour maintenir l'activité biologique de la station à un bon niveau, une partie de la masse des bactéries ou <biomasse en excès> doit être prélevée soutirée régulièrement, entrants ainsi la dynamique de reproduction bactérienne. (**CNB ; 2001**)

II.8.1.2. Le compostage :

Le compostage constitue un procédé particulier de stabilisation biologique aérobiose. Il se réalise de préférence sur des boues déjà déshydratées de façon à économiser l'approvisionnement en support de compostage, les boues n'étant pas auto-compostables. Les boues compostées ont un aspect de <terreau> et présentent une structure solide, elles sont stables.

On constate actuellement un fort regain d'intérêt pour cette technique en raison des nouvelles données réglementaires et économiques concernant la gestion des déchets. Le compostage se

pratique dans des stations de moyenne taille et ne représente que 2% des tonnages des boues. (OPECST ; 2001)

II.8.1.3. La stabilisation chimique :

Elle bloque simplement l'activité biologique, et donc l'évolution de la boue, par adjonction d'une quantité importante de chaux (10 à 50% de la matière sèche, en général 30%) élevant le PH au-delà de 12. Ce traitement apporte un appont en calcium qui peut être bénéfique, si la boue sera valorisée.

Le chaulage suppose généralement une déshydratation préalable de boues, sauf dans le cas du filtre-presse où un lait de chaux est mélangé aux boues liquides. Les boues chaulées obtenues sont de structure pâteuse ou solide. La stabilisation par chaulage connaît un développement soutenu depuis plusieurs années en raison de son efficacité vis-à-vis de la maîtrise des nuisances olfactives et de l'intérêt des boues pour le chaulage des sols acides.

L'inconvénient majeur est le coût de ce traitement, il faut en effet environ 100g de CaO par Kg de matière sèche, pour diminuer les frais, on ajoute souvent du chlorure ferrique qui améliore la flocculation des boues et par conséquent, leur aptitude à la décantation ou à la filtration pour être précis, il est utile de souligner que souvent chaulage et compostage se pratiquent sur des boues déjà stabilisées biologiquement en station d'épuration.

Ils constituent en quelque sorte un traitement complémentaire de stabilisation. Toutefois, pour des boues primaires ou physico-chimiques, ce sont les uniques modes de stabilisation.

D'autres techniques chimiques, basées sur le blocage de l'activité biologique, commencent à être proposées (exemple : procédé de traitement aux nitrites à PH acide). (Gamarasni ; 1984)

II.8.1.4. Le séchage thermique :

Le séchage thermique des boues revêt un effet temporaire de stabilisation (par absence d'eau), persistant aussi longtemps que les boues ne sont pas réhumecté.

Le séchage fait intervenir deux techniques :

- Soit par action de soleil sur des boues placées sous serre, préalablement déshydratées mécaniquement. Ce procédé concerne surtout les usines d'épuration de petite et moyenne capacité.
- Soit par action de la chaleur de manière directe, indirecte ou mixte, selon le type de sécheur. Ce traitement est plutôt réservé aux usines d'épuration de plus grande capacité

L'intérêt du séchage (réduction des volumes, réduction des odeurs, meilleure manutention) est d'élargir l'éventail des solutions pour les boues et d'en faciliter leur utilisation et l'accès aux filières agronomiques. (**SPDE ; 2006**)

II.8.1.5. Réduction de la teneur en eau des boues :

Pour réduire les volumes à manipuler, différents procédés sont mis en œuvre Comprenant, par ordre croissant d'efficacité et de coût, l'épaississement sont souvent utilisés pour favoriser la séparation liquide-solide. Ils utilisent des floculant organiques de synthèse (appelés poly électrolytes) ou minéraux (chaux, sels de fer ou d'aluminium).

Le conditionnement peut aussi se faire par voie thermique (autoclavage) et consiste en une cuisson des boues à 180-220 °C pendant une demi-heure à deux heures pour casser les liaisons colloïdales propres à la rétention d'eau. Ce procédé est toutefois rarement utilisé en raison des difficultés d'emploi et d'un coût prohibitif. (**Degrémont ; 1972**)

II.8.1.6. L'épaississement :

Vise à augmenter la siccité (teneur en matière sèche) des boues. Par conséquent réduire leur volume sans pour autant modifier le caractère liquide de la boue.

La siccité des boues épaissies ne dépasse pas usuellement 7% en moyenne et se situe plutôt vers 5 à 6%. Généralement, les boues épaissies gravitairement ne sont pas conditionnées et leur siccité plafonne à 3 ou 3.5%. Ce procédé est fréquent en zone rurale et concerne les petites stations d'épuration, de taille inférieure à 2 000 équivalents habitants.

L'épaississement dynamique (ou mécanique) devient plus fréquent pour les stations de taille comprise entre 2 000 et 5 000 équivalents habitants. Les intérêts de l'épaississement sont multiples :

- A capacité égale, augmentation du temps de séjour dans les cuves de stockage des digesteurs aérobie et anaérobies.
- Amélioration de la sécurité d'exploitation, en particulier dans les installations d'eaux résiduaires urbaines, les boues des décanteurs primaires peuvent être pompées très liquide.
- Amélioration de la production des dispositifs de déshydratation, lits de séchage, filtre sous vide, filtre presse, centrifugeuse. (**Nakib.M ; 1986**)

II.8.1.7. La déshydratation :

Cette technique a pour but l'élimination de la majeure partie de l'eau contenue dans les boues et l'obtention d'un déchet solide facilement manutention nable et volume réduit on a alors :

II.8.1.7.1. Séchage par des procédés mécaniques :

- Soit par des filtres à bandes et les centrifugeuses qui donnent des boues plutôt pâteuses. En raison de performances de déshydratation qui plafonnent à 18-20 % de siccité pour la première famille de matériels, et 20-25% de siccité pour la seconde.
- Soit par des filtres presses qui produisent par contre des boues de structure solide (30 à 35% de siccité) car conjuguant un conditionnement au lait de chaux et des pressions élevées.

Ces matériels sont réservés aux installations les plus importantes, Car plus couteuses et contraignantes d'emploi que les filtres à bande et les centrifugeuses. (**ADEME ; 1996**)

II.8.1.7.2. Séchage sur lit :

Se pratique à l'air libre sur des boues liquides et combine évaporation naturelle et drainage de l'eau libre à travers une couche filtrante de sable et de graviers. Ce système extensif donne des boues solides à 35-40% de siccité mais reste fort dépendant des conditions météorologiques. La boue sèche ainsi obtenue est pelletée, elle contient plus de 50% matière sèche et peut-être utilisée pour l'agriculture. Il arrive souvent qu'un début de végétation croisse au cours de séchages. (**ADEME ; 1996**)

II.8.1.7.3. Séchage thermique :

Permet une élimination quasi-totale de l'eau (siccité d'environ 95%) les boues obtenues sont pulvérulentes ou en granulés. En raison des couts énergétiques, ce procédé reste peu utilisé, malgré son intérêt manifeste sur la réduction des volumes à manipulés.

Le séchage thermique devrait connaitre un nouveau développement dans les années à venir car les autres filières de traitement des boues, dont l'incinération, se renchérissent sous l'effet des nouvelles conditions réglementaires et économiques. (**ADEME ; 1996**)

II.8.2. Les traitements d'hygiénisations :

L'hygiénisations est un « traitement qui réduit à un niveau non détectable les agents pathogènes présents dans la boue ». L'hygiénisations des boues ne s'imposent que dans certains contextes d'utilisation agronomique : la plupart des boues épandues ne sont pas hygiénisme. La maîtrise du risque sanitaire reposant de façon satisfaisante sur l'application de règles de bonnes pratiques. (**ADEME ; 1996**)

II.9. Utilisation des boues traitées :

La réduction du pouvoir fermentescible des boues et leur hygiénisations des germes pathogènes dépend des performances des procédés sa stabilisation.

Les techniques de stabilisation chimique par chaulage ou autres, telles que traitements aux nitrites à PH acide, se basent sur un blocage de l'activité biologique. (**GOURDON ; 2001**)

La stabilisation par chaulage a connu un développement soutenu depuis plusieurs années en raison de son efficacité vis-à-vis de la maîtrise des nuisances olfactives et de l'intérêt calcique des boues chaulées pour les sols acides cependant, la consommation en réactifs chimiques de ce procédé, peut le rendre rédhibitoire par ce cout ainsi que par la nécessité de prendre des précautions en termes d'hygiène et de sécurité.

La valorisation agricole directe du digeste est rarement pratiquée, car elle rencontre un bon nombre de problèmes. D'une part, la recherche d'une productivité élevée en méthane privilège une réduction du temps de séjour au détriment du rendement d'épuration. (**Semple et al ; 2001**)

La matière organique du digeste ne possède pas de bonnes propriétés agronomiques, car il ne s'agit pas d'une matière humiliée. De plus, un certain nombre de risques sanitaires peut exister (présence potentielle de germes pathogènes), car l'effet thermique d'hygiénisations (comme dans le cas du compostage) n'a pas lieu en anaérobiose.

Le compostage permet de poursuivre plusieurs objectifs en même temps : stabilisation du déchet pour réduire les pollutions ou nuisances associées à son évolution biologique, diminution du volume des boues due à la dégradation des composés organiques et au séchage induit par la nature exothermique du procédé et production en fin d'un compost riche en substances humiques valorisable comme amendement organique des sols. (**Semple et al ; 2001**)

Chapitre III :

Élimination de pollution

III.1. Introduction :

Une eau est polluée, lorsque naturellement ou sous l'effet de l'activité humaine, elle devient impropre à toute utilisation ou qu'elle présente un danger pour l'environnement. Si nous nous basons sur ce concept, toutes les causes naturelles de la concentration de certains éléments dépassent les normes de potabilité. La pollution est une dégradation d'un milieu naturel par des substances chimiques, des déchets industriels. (Définition de Larousse)

Selon l'UNESCO, la pollution marine est tout rejet à la mer direct ou indirect, de substances ou d'énergie d'origine humaine qui a un effet nuisible sur les organismes vivants, dangereuse pour la santé humaine, empêche l'utilisation de la mer, altère la qualité de l'eau de la mer ou qui réduit les possibilités d'utilisation aux fins de loisirs.

De même, l'organisme Mondiale de la santé (OMS) définit la pollution comme étant toute modification des propriétés physiques, chimiques ou biologiques, ou tout rejet de substances liquides, gazeuses ou solides dans l'eau de façon à créer une nuisance ou à rendre cette eau dangereuse de préjudiciable du point de vue, soit de la santé, de la sécurité et du bien public, soit de ses usages destinés à des fins domestiques, commerciales, industrielles, agricoles, récréatives et autres, soit de la faune sauvage et aquatique.

III.2. Épuration des eaux usées :

L'épuration des eaux usées consiste à décanter les éléments polluants particulaires et à extraire les éléments dissous qui sont transformés en matière sédimentable suite à un traitement approprié, l'épuration constitue l'une des étapes d'un processus visant à rendre aux eaux rejetées par la ville une qualité compatible avec les exigences du milieu récepteur. Il s'agit donc d'éviter une pollution et non de fabriquer de l'eau potable. L'épuration s'applique principalement aux eaux usées, pour les eaux pluviales on parle plutôt de traitement du rejet urbain en temps de pluie.

L'épuration peut être assurée à l'échelle individuelle (assainissement autonome ou individuel) ; semi-collective ou plus généralement à l'échelle collective (à l'aval d'un réseau d'assainissement dans une station d'épuration). (**Ben Abdelmoumene.N ; 2011**)

III.2.1. Principe de l'épuration :

Les stations d'épuration fonctionnent sur un principe avec une plus grande efficacité. Les eaux usées sont décantées puis brassées et aérées en présence des micro-organismes qui s'agglomèrent en boues et granules destinés à sédimenter, tandis que les eaux clarifiées sont peu à peu débarrassées de leurs matières organiques dissoutes.

La présence de l'oxygène est essentielle, selon la technologie utilisée, ce cultures bactériennes peuvent être libres (boues activées) ou fixé (lits bactériens et bio film), l'emploi des boues activés est le plus classique, les microorganismes se développent en flocons, maintenu en suspension par brassage accompagné d'une aération, une décantation élimine les boues, dont une partie est réinjectée en amont, le restent étant éliminé (Figure.III.1). (Jean.P ; 2005)

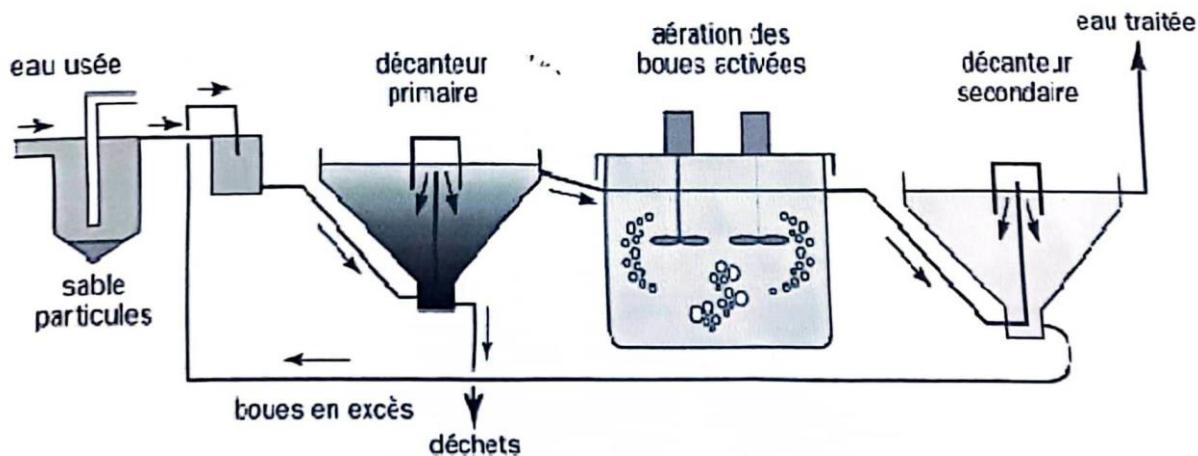


Figure III.1 : Principe de l'épuration à boue activée (Jean.P., 2005)

III.2.2. Les Procédés d'épuration des eaux usées :

III.2.2.1. Procédés biologique naturels :

- L'épandage :

Il consiste à répandre par aéro-dispersion les effluents sur de vastes superficies utilisées à des fins agricoles. Dans son principe l'épandage s'apparente au lit bactérien, le sol servant de support.

Un épandage est réussi dans la mesure où trois conditions se trouvent réalisées :

- Absence de ruissellement ou stagnation.
- Bon état d'exploitation agricole du terrain d'épandage.
- Absence d'odeurs nauséabondes.

Mais l'épandage ne peut être employé que pour des effluents dégradables et assimilables par les organismes liés au sol, et non dangereux pour la vie en général ou pour le complexe sol-plante. (Anonyme ; 2005)

- Lagunage :

Le traitement par lagunage est la technique entièrement basée sur les phénomènes naturels de biodégradation. Elle se traduit par une série de bassins peu profonds appelés lagune. La première lagune (deux bassins peuvent être curés alternativement) qui sert à la sédimentation de MES et à la biodégradation des matières organiques par les microphytes (bactéries, phytoplancton et microchampignons). Les deux lagunes suivantes renferment des macrophytes qui absorbent les sels minéraux, l'eau épurée qui sort de troisième lagune peut éliminer un étang à vocation piscicole ou constituant une réserve naturelle aquatique. (Figure.III.2) (**Henery.C ; 2007**)

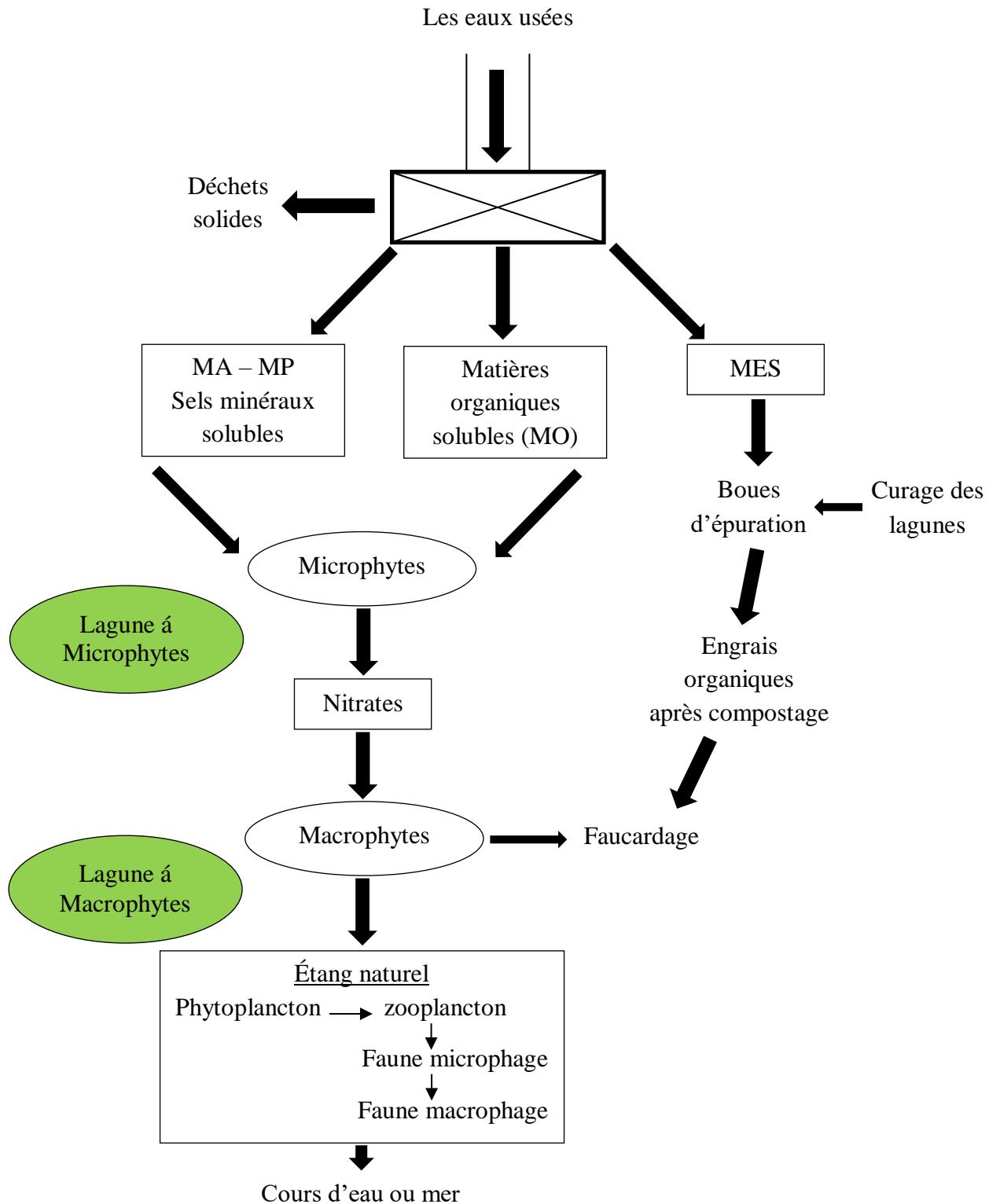


Figure III.2 : L'épuration des eaux usées par lagunage (Jean.P., 2005)

III.2.2.2. Procédés biologiques artificiels :

- Lits bactériens :

Cette technique de traitement s'inspire de la filtration par le sol (Gaid.A ; 1984). Avec un filtre percolateur renfermant des bactéries et un mucilage (Figure.III.3). (Henery.C ; 2007)

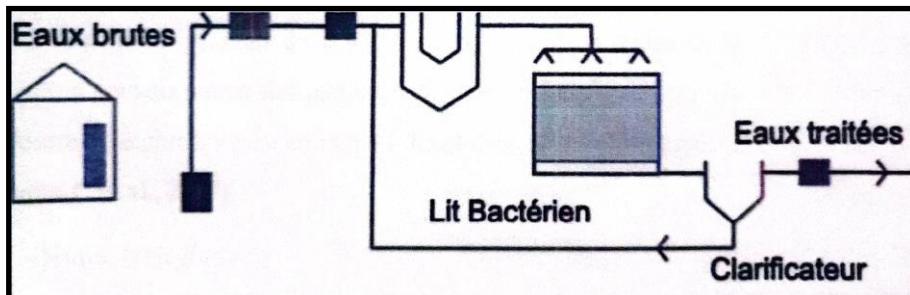


Figure III.3 : Principe des lits bactériens (Olivier.A et al., 2006)

Les eaux à épurer ruissent sur un matériau poreux qui sert de support aux bactéries. Il se forme ainsi un film de bactéries au niveau duquel s'opère l'assimilation des substances indésirables contenues dans l'eau. Dans la pratique, un lit bactérien se présente comme un cylindre à axe vertical rempli de matériaux poreux, naturels ou synthétiques sur lesquels un distributeur relatif vient reprendre les effluents. (Vilaginèes.R ; 2010)

- Bio filtration :

. **Filtration physique** : La filtration physique ou filtration sur matériaux est un procédé destiné à clarifier un effluent (mélange solide-liquide contenant par exemple, de MES) en les faisant passer à travers un milieu poreux (un filtre) constitué d'un matériau granulaire. Il existe sur le marché des filtres à disques ou encore des cartouches de filtration (sable, gravier ou matériau carboné). La filtration sur sable est l'une des méthodes de traitement de l'eau les plus anciennes, un filtre à sable est constitué par des couches de sable de qualité et de granulométrie adéquates, et de hauteur de remplissage variable, à travers lesquelles circule l'effluent à vitesse relativement faible. Le processus se fait à flux ascendant ou à flux descendant dans des filtres ouverts ou fermés. (Gèorgio.C et al ; 2007)

. **Filtration membranaire** : La filtration membranaire ou procédé membranaire s'est fortement développée ces dernières années et constitue une avancée majeure. Une membrane est une barrière qui contrôle le transport des espèces chimiques entre deux phases fluides qu'elle sépare, elle oppose une résistance inégale au transport de différentes espèces quand une force motrice (comme par

exemple une potentielle électrique ou fine pression) est appliquée sur les fluides. La séparation des polluants est essentiellement fondée sur leur affinité pour la membrane, sur la taille et sur la charge électrique des molécules et ions. On distingue parmi les procédés membranaires la microfiltration N1F, l'ultrafiltration UR la nano filtration NI : et l'osmose inverse OI, distinction qui se fait essentiellement sur le seuil de coupure ou pouvoir de coupure de la membrane c'est à dire la capacité à pouvoir retenir des particules de taille différente. Il est important de retenir que le type de filtration membranaire est en rapport direct avec la taille des espèces retenues par la membrane. (**Gèorgio.C et al ; 2007**)

- Disque biologique :

Ce procédé peut être rangé parmi les systèmes d'épuration biologique aérobiose ou la culture bactérienne est fixée sur un support comme c'est le cas pour les lits bactériens. Il est également appelé procéder d'épuration par bio disques (**Gaid.A ; 1984**). Ils sont formés de paquets de disques immersés partiellement et qui tournent lentement dans un bassin traversé par l'eau usées. Grâce à mouvement tournant des disques, le film biologique est renouvelé continuellement et constitue une bonne oxygénation de l'eau usées. Le film biologique se forme sur la surface des disques, il est de même nature que cellule lit bactériens ce film se forme continuellement, si bien que des particules de film sont lavées par l'eau usée et s'en vont ainsi avec le courant d'eau usée. Un décanteur secondaire est construit après les disques afin de récolter de film biologique (Figure.III.4).(**Burckhardt et al ; 2010**)

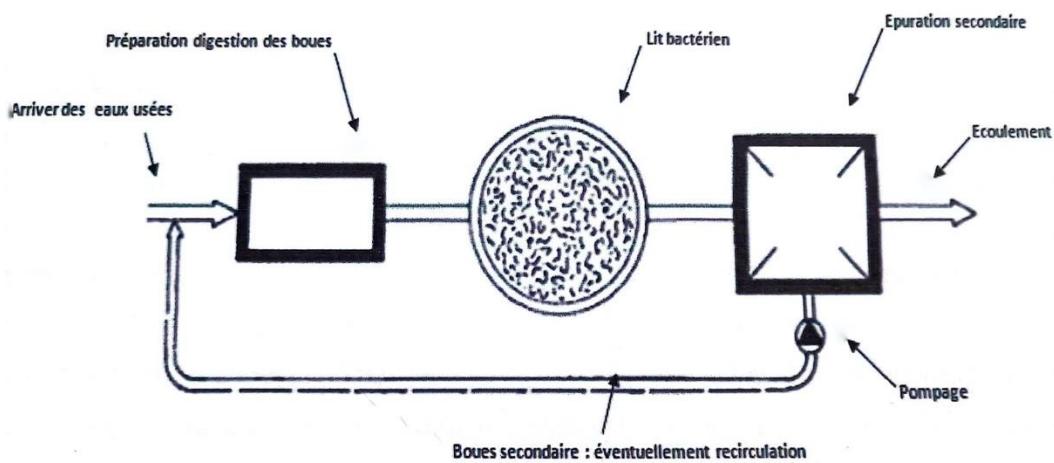


Figure III.4 : Le principe d'un disque biologique

- Boues actives :

Le procédé à boue activées est un système fonctionnant en continu dans lequel, des microorganismes sont mis en contact avec des eaux usées contenant des matières organiques. De l'oxygène est injecté dans le mélange permettant de fournir aux bactéries, c'est l'élément vital à leurs besoins respiratoires (**Gaid.A ; 1984**). L'épuration biologique des eaux résiduaires par le procédé des boues activées repose sur l'activité d'une culture bactérienne aérobie, maintenue en suspension dans un ouvrage spécifique alimenté par l'effluent à traiter et appelé bassin d'aération. (Figure.III.5)

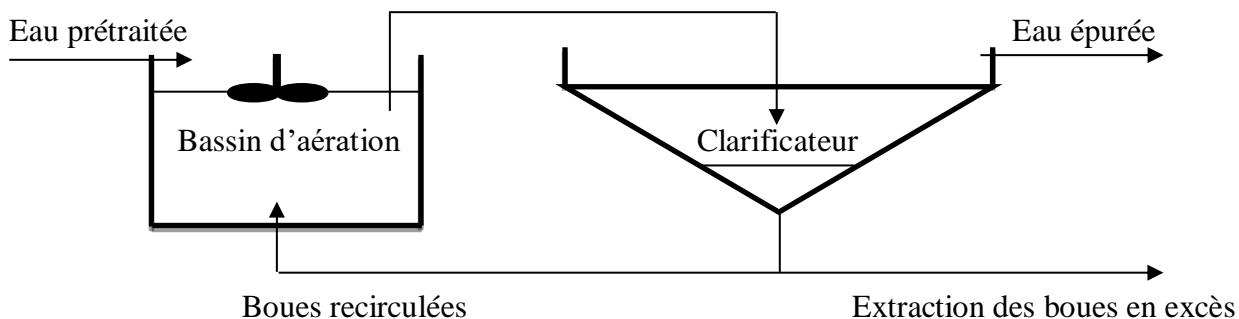


Figure III.5 : Traitement biologique aérobie à boue activée

Cette culture bactérienne se développe à partir des matières organiques biodégradables apportées par les eaux usées qu'elle transforme en corps bactériens. Le rendement de cette opération de transformation de la charge polluante organique est d'environ 50% puisque les boues produites ne représentent plus que la moitié de la DBO5 entrante, le reste ayant été transformé principalement en CO_2 et en H_2O . Lorsque les conditions en substrat deviennent limitées, cette culture peut s'auto-oxyde (une diminution de la quantité de biomasse), la séparation de la boue avec l'eau interstitielle traité est réalisée dans un ouvrage placé à l'aval appelé clarificateur. Afin de permettre cette opération dans des conditions réalistes, la croissance bactérienne devra être de type floculé. (**Claner.J et al ; 1999**)

III.2.3. Étapes de traitement des eaux usées dans les stations d'épuration classique:

Il existe trois différentes méthodes de traitement des eaux usées : mécanique, physico-chimique et biologique. (**Grègorio.C et al ; 2007**)

III.2.3.1. Le prétraitement :

Le prétraitement ne concerne que les effluents hétérogènes comprenant les composés solides (particules solides, colloïdales ou dispersés) ou des liquides ou non miscibles. Les méthodes utilisées sont mécaniques, physiques ou chimiques... (**Grègorio.C et al ; 2007**)

III.2.3.1.1. Traitement mécanique :

Pour éliminer les éléments solides qui pourraient gêner la suite du traitement, on fait passer les eaux usées au travers de plusieurs grilles leur barreaux plus ou moins espacés, retraitement les différents éléments. (**Didier.B ; 2006**)

- Dégrillage :

Consiste à tamiser l'eau entrant dans la station d'épuration en la faisant passer au travers d'une grille métallique où toutes les particules de quelques millimètres sont stoppées. Il ne reste alors que les matières en suspension, qui sont soit du sable qui décanter a facilement, soit des matières colloïdales extrêmes fines (**Bigitte.V ; 2008**). On distingue un pré-dégrillage : espace 30 à 100 mm, un dégrillage moyen : espace 10 à 25 mm, et dégrillage fin : espace 3 à 10 mm. Il existe différents types de grilles selon la conception des fabricants et la nature de l'effluent à traiter. (**A.Gaid ; 1984**)

- Déshuileage/dessablage :

Consiste à faire passer l'eau dans un bac à vitesse suffisamment lente pour que le sable avec le temps de décanter et soit récupéré au fond du bac de manière mécanique. Par définition, les huiles, les graisses et autres hydrocarbures ont une densité inférieure à 1, ils flottent donc à la surface de l'eau. il est facile de la récupérer. (**Bigitte.V ; 2008**)

- Décantation :

Elle a pour principe d'éliminer les particules en suspension par gravité la vitesse de décantation est fonction de la vitesse de chute des particules qui elle-même est fonction de divers autres paramètres parmi lesquels : grosseur, densité des particules. Elle peut être accélérée par centrifugation. (**Vilaginès.R ; 2010**)

Consiste à recueillir les matières insolubles extrêmement fines en les faisant transiter par un décanteur. Il s'agit un réservoir de section cylindrique avec un fond conique. Les matières en suspension descendant lentement au fond du décanteur d'où elles sont entrantes mécaniquement à la base du cône, l'eau clarifiée s'écoulant par le trop-plein. La vitesse de décantation peut être accélérée en ajoutant les agents flocculants tels que des sels d'aluminium ou le fer. (**Bigitte.V ; 2008**)

- Le tamisage :

Le tamisage est en fait un dégrillage poussé, et consiste en une filtration sur toile mettant en œuvre des mailles de différents diamètres. Il existe un macro-tamisage (mailles supérieures à 0,3mm) et micro-tamisage (mailles inférieures à 100) (**A.Gaid ; 1984**). L'efficacité des micros tamis, sans être trop spécifique, varie cependant avec la nature du plancton, et une étude préalable soignée doit être effectuée. L'emploi des micros tamis est utilisé en prétraitement d'eaux de lacs ou de retenues avant filtration. Cela permet d'augmenter considérablement la durée de vie du filtre. ([Http://fr.scribd.com](http://fr.scribd.com))

III.2.3.1.2. Traitement physico-chimique :**- Coagulation :**

Est un procédé couramment employé en épuration primaire des eaux usées industrielles (et dans quelques cas en traitement tertiaire). Son principe consiste à annuler les charges électriques de particules qui maintiennent la suspension à l'état colloïdale par addition de sels minéraux cationiques ou poly-électrolytes organiques. Les particules perdent leur charge électrique, c'est la coagulation. (**Vilaginès.R ; 2001**)

Ce précédent permet de se débarrasser des particules colloïdales qui ne peuvent décanter par elles-mêmes afin de diminuer, par exemple les teneurs en DCO ou encore la turbidité de l'eau. Il implique le plus souvent la dispersion instantanée d'un ou plusieurs produits chimiques, qui déstabilise les particules colloïdales et mène à la formation de micro-flocs. Le pontage de ces micro-flocs grâce à l'ajout d'un adjuvant de flocculation (généralement de type anionique), en fait des flocons plus denses

et volumineux, et surtout plus facilement séparables. Une simple décantation ou une étape de flottation permet ensuite l'élimination des flocs formés. (**Grègorio.C et al ; 2007**)

Tableau 03 : Principe de coagulation

Sels d'aluminium	Formule
Sulfate d'aluminium (alun)	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
Chlorure d'aluminium	AlCl_3
Aluminate de sodium	NaAlO_2
Sels de fer	Formule
Chlorure ferrique	FeCl_3
Sulfate ferrique	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
Sulfate ferreux	FeSO_4

- Floculation :

La floculation permet l'agrégation ou l'agglomération (précipitation réversible) des particules de colloïdes granulaires sous forme de flocons (flocs) formés lors des étapes de coagulation et/ou de neutralisation. C'est un processus qui favorise les contacts entre les particules colloïdales déstabilisées et leur agglomération. Deux mécanismes assurent la mobilité des particules, le mouvement brownien et le brassage mécanique. La floculation nécessite également l'ajout d'un réactif chimique, appelé le floculant. Les floculants sont essentiellement des poly électrolytes (macromolécules organes ioniques possédant des groupes ioniques) d'origine synthétique (polyacrylamides) ou naturelle. Des adjuvants de floculation (silices actives) qui favorisent la croissance des flocs peuvent également être utilisés. Les facteurs qui peuvent améliorer la floculation sont le pH (pour l'élimination des colloïdes), le temps et le gradient de vitesse (pour la probabilité de chocs entre les particules. (**Grègorio.C et al ; 2007**)

- La filtration :

Est un procédé physique destiné à clarifier un liquide qui contient des matières solides en suspension en le faisant passer à travers un milieu poreux. Les solides suspensions ainsi retenus par le milieu poreux s'y accueillent, il faut donc nettoyer ce milieu de façon continue ou de façon intermittente. La filtration, habituellement précédée des traitements de coagulation, de floculation et de décantation, permet d'obtenir une bonne élimination des bactéries, de la couleur, de la turbidité et indirectement, de certains gouts et odeurs. (**Raymond.D ; 1997**)

III.2.3.2. Traitement secondaire :

Les principales techniques de traitement secondaire peuvent être classés en deux grandes catégories : l'épuration par voie biologique, et le traitement par voie physico-chimique.

En effet, les procédés physiques comme l'adsorption ou les filtrations membranaires, sont souvent complémentaires. (**Grègorio.C et al ; 2007**)

*** Voie biologique :**

La voie biologique basée sur différents organismes comme les bactéries, les levures, les champignons, les enzymes, les algues et les plantes à un rôle essentiel dans la lutte contre la pollution. On peut citer les procédés intensifs et extensifs. (**Grègorio.C et al ; 2007**)

- Techniques intensives (bactériennes) :

À cultures fixes tellesque les lits bactériens et les disques biologiques ou à cultures libres tellesque les boues activées. (**Ben Abdelmoumene.N ; 2011**)

- Techniques extensives :

Dont le plus répandu et le plus classique est le lagunage surtout dans les pays à climat chaud et où le terrain est disponible à coût raisonnable. Il consiste en un lent écoulement de l'affluent dans un ou plusieurs réservoirs plus ou moins profonds. (**Ben Abdelmoumene.N ; 2011**)

III.2.3.3. Traitement tertiaire :

Les traitements complémentaires dans certains cas, des traitements tertiaires sont nécessaires. On retrouve le traitement par : désinfection, dénitrification, déphosphatation. Notamment lorsque l'eau épurée doit être rejetée en milieu particulièrement sensible. A titre d'illustration, les rejets dans les eaux de baignade, dans des lacs souffrant d'un phénomène d'eutrophisation ou dans des zones d'élevage de coquillages sont concernés par ce troisième niveau de traitement. Les traitements tertiaires peuvent également comprendre des traitements de désinfection. La réduction des odeurs peut encore être l'objet d'attentions particulières. (**Ben Abdelmoumene.N ; 2011**)

- Désinfection :

La désinfection est un traitement qui permet de détruire ou d'éliminer les microorganismes susceptibles de transmettre des maladies. Ce traitement n'inclut pas nécessairement la stérilisation, qui est la destruction de tous les organismes vivants dans un milieu donné.

On peut procéder à la désinfection en ajoutant à l'eau une certaine quantité d'un produit chimique doté de propriétés germicides. Les produits chimiques les plus utilisés sont le chlore, le dioxyde de chlore, l'ozone, le brome, l'iode et le permanganate de potassium.

On peut également désinfecter l'eau grâce à des moyens physiques : l'ébullition, l'ultraviolet, l'ultrason et les rayons gamma. (**Desjardins.R ; 1997**)

III.3. Critères d'évaluation de la pollution :**III.3.1. Critères organoleptiques :****. Couleur :**

La couleur apparente due aux matières en suspension et en solution, et en fonction des composés chimiques solubles colorés. (**Djermakoye.M ; 2005**)

. Turbidité :

La turbidité est une caractéristique qui exprime le degré de « trouble » d'un liquide. C'est l'inverse de la transparence (**Hade.A ; 2002**). Cette transparence peut être affectée par la présence de particules en suspension et de matières colloïdales dans l'eau. La turbidité est un paramètre important dans les différentes normes fixant la qualité de l'eau. (**Apfelbaum.M et al ; 2009**)

. L'odeur :

La présence d'une odeur dans l'eau est presque infailliblement le signe d'une forme de pollution de la source d'eau ou d'un dysfonctionnement à l'une des étapes du traitement ou de la distribution. Les enquêtes sanitaires doivent, par conséquent, s'attacher à déceler les sources probables ou réelles d'odeurs.

On s'efforcera toujours d'identifier la cause d'un problème d'odeur.

III.3.2. Critères physiques :

. Température(T°) :

C'est un paramètre souvent négligé dans les collecteurs urbains, mais qui devrait être plus souvent mesuré, surtout dans le cas de rejets industriels dans le réseau (**Satin.M et al ; 1999**).

La température influence plusieurs paramètres physico-chimiques de l'eau (oxygène dissous, nutriments, conductivité...) (**Lavoie.M et al ; 2008**). L'augmentation de la température de l'eau a pour effet d'accroître les valeurs des constantes des réactions chimiques et biochimiques. (**Desjardins.R ; 1997**)

. Potentiel d'hydrogène (pH) :

Le pH d'une solution est la mesure de la quantité d'ions d'hydrogène donc il est un indicateur d'équilibre entre OH et H⁺ en solution. (**Vallée.C et al ; 1999**)

. Conductivité électrique :

C'est une mesure simple, fournit une indication précise sur la concentration totale en sels dissous. (**Satin.M et al ; 1999**)

. Matières en suspension (MES) :

Il s'agit de matières qui ne sont ni solubilisées ni colloïdales (**Gaid.A ; 1984**). Les MES qui comportent des matières organiques et minérales constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel. (**Satin.M et al ; 1999**)

. Matières volatiles en suspension (MVS) :

C'est la quantité de matières organiques contenues dans les matières en suspension (**Branger.A al , 2007**). La différence de poids entre MES à 105°C et MES à 525°C donne la perte au feu et correspond à la teneur en MVS d'une eau. (**Satin.M et al ; 1999**)

. Matières minérales en suspension (MMS) :

C'est la différence entre les matières en suspension et la matière volatiles (**Gaid.A ; 1984**). Elles représentent le résultat d'une évaporation totale de l'eau, c'est-à-dire son « extrait sec » constituées à la fois par les matières minérales en suspension et les matières solubles (chlorures, phosphates...etc.). (**Satin.M et al ; 1999**)

. Indice de MOHLMAN :

L'indice de Mohlman est le rapport entre le volume de boues décantées en 1/2 heure (V_{30}) et la masse de matières en suspension contenue dans ce volume (MES).

Il s'écrit : $IM=V_{30}/MES$; IM représente le volume en cm^3 occupé par 1 g de boues. Il permet donc de traduire la bonne disponibilité ou non des boues à la décantation, il permet également de se fixer un intervalle du taux de MES à maintenir dans le bassin d'aération. (**Gaid.A ; 1984**)

. Phosphates :

Les composés du phosphore des eaux résiduaires sont le phosphate sous forme organique, les orthophosphates, dont l'origine principale est constituée par les lessives. (**Guilland.J.F et al ; 1996**)

. Nitrates et nitrites :

Les nitrates sont des substances chimiques naturelles qui sont beaucoup utilisées dans les engrains inorganiques et comme des agents de conservation des aliments. Les nitrates sont la forme la plus stable des deux formes de l'azote, mais sous l'action microbienne ils peuvent être réduits en nitrites qui sont la forme la plus毒ique. Des concentrations élevées d'azote dans l'eau combinée à la présence de phosphore peuvent occasionner une prolifération excessive des micro-algues, c'est le phénomène d'eutrophisation. Ces dernières réduisent la teneur en oxygène, parfois jusqu'à une teneur létale. (**Melquiot.P ; 2003**)

. Métaux lourds :

Les métaux lourds tels que le plomb, le cadmium et le mercure sont des micropolluants qui présentent un intérêt particulier, car ils ont une incidence sur la santé et l'environnement à cause de leur rémanence, de leur forte toxicité et de leur accumulation biologique. (**Mager.J ; 2000**)

III.3.3. Critères chimiques :

. Oxygène dissous :

La solubilité de l'oxygène dans l'eau est en fonction de la température, de la pression atmosphérique, de l'agitation et de la salinité. C'est un paramètre très important car il permet de contrôler l'oxygénation des boues activées. (**Ladjel.F ; 2001**)

. Demande biologique en oxygène (DBO₅) :

La demande biochimique en oxygène est une mesure indirecte de la matière organique. C'est la quantité d'oxygène dissous exigée pour l'oxydation microbienne de la matière organique biodégradable (**Prescott et al ; 2010**).

Elle est généralement mesurée en 5 jours (DBO5). (**GAID.A ; 1993**)

. Demande chimique en oxygène (DCO) :

C'est la quantité d'oxygène (en mg) consommé dans un litre d'eau par les matières oxydables, sous l'action d'une oxydante chimique énergétique (**Peuportier.B ; 2008**). La DCO est un phénomène évolutif dans la mesure où elle permet d'étudier le comportement d'une charge organique. (**Gaid.A ; 1984**)

III.3.4. Critères microbiologiques :

Quel que soit son origine la mauvaise qualité microbiologique de l'eau est un facteur de risque pour l'environnement. (**Martineau.G.P ; 1997**)

Et les principaux germes recherchés sont :

III.3.4.1. Germes indicateurs de contamination fécale :

- Coliformes totaux :

Le terme coliforme correspond à des micro-organismes en bâtonnets non sporogènes à coloration gram négative, oxydase négative, aérobies anaérobies facultatifs, et capable de fermenter le lactose au moins de 48 heures à 35°C. Les coliformes totaux sont présents un peu partout dans la nature, dans les eaux, riches en éléments nutritifs dans les sols, sur la végétation et sur les animaux. (**Hade.A ; 2002**)

- Coliformes fécaux :

Les coliformes fécaux comprend les coliformes pouvant former des gaz en moins de 24h à 44,5°C. On retrouve les bactéries coliformes fécales en grand nombre dans les intestins et les excréments des animaux à sang chaud. (**Desjardins.R ; 1997**)

- Streptocoques fécaux :

Sont des streptocoques du groupe D présumés : Coccis gram positif en chainettes, catalase négative et possédant l'antigène de groupe D, c'est-à-dire Enterococcus faecalis, Enterococcus faecium, Enterococcus durans, Streptococcus bovis et Streptococcus equinus. (**Guillet.F et al ; 2002**)

- Anaérobies sulfito-réducteurs :

Ce sont des bacilles à gram positive, anaérobies, sporogènes, se rencontrent normalement dans les matières fécales humaines et animales. Ces spores peuvent survivre dans l'eau et dans l'environnement pendant plusieurs mois et ne seraient pas toujours inactivés par le chlore et par les rayons ultraviolets. (**Lebres et al ; 2002**)

III.3.4.2. Germes pathogènes :**- Salmonelles :**

Les Salmonelles appartiennent à la famille des Entérobactéries. Ce sont des bacilles gram négatif de 1 à 3 microns, mobiles, aérobies-anaérobies, non sporulés, poussant facilement sur des milieux de culture ordinaire en 24 à 48 heures. Elles n'acidifient pas le lactose mais fermentent le glucose et possèdent une nitrate-réductase mais n'ont ni oxydase ni uréase. (**Bourrillon ; 2008**)

- Vibrios cholériques :

Les Vibrios se présentent sous forme de bacilles gram négatif droits ou incurvés (BGN), très mobiles, possédant une oxydase, aéro-anaérobies facultatifs, fermentant le glucose sans production de gaz ni d'H₂S (hautement pathogènes). (**Lebres et al ; 2002**)

III.3.5. Critères biologiques (Plancton) :**III.3.5.1. Zooplancton :**

Le zooplancton regroupe l'ensemble des organismes animaux vivant en pleine eau, aptes à se déplacer activement, mais dans l'impossibilité de s'opposer aux divers courants qui se développent dans la masse d'eau. Le zooplancton est représenté principalement par deux types d'organismes : les protozoaires et les métazoaires. (**Claud.J et al ; 2007**)

. Protozoaires :

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires comportant une seule cellule eucaryote. Leur reproduction sexuée ou asexuée est très complexe. Ils sont hétérotrophes et leur mode de nutrition se fait par ingestion ou phagocytose. Ils ont conquis et se sont adaptée à tous les milieux de vie et certains sont des parasites pouvant être dangereux. (**Grauzilles.C ; 2009**)

L'embranchement des protozoaires comprend les ciliées, les flagellées, les rhizopodes et les sporozoaires. (**Wery.M ; 1995**)

- Flagellés :

Ces protozoaires possèdent une structure en forme de fouet appelée flagelle, à l'aide de laquelle ils se propulsent dans les milieux liquides. (**Hunter.A et al ; 2006**)

- Ciliées :

Ils sont considérés comme étant les organismes les plus sensibles. Leur population dépend de la qualité de l'effluent rejeté. (**Clanler.J.P ; 1999**)

- Rhizopodes :

Les Rhizopodes autre fois considérées comme les protozoaires les plus primitifs, constituent un ensemble polyphylétique dérivant de plusieurs lignées de flagelles. Ils comprennent les amibes, les radiolaires et les thecamibiens, dont certains sont pathogènes. (**Wehner.R et al ; 1999**)

- Sporozoaires :

Comptent des espèces parasites tel que : Cryptosporidium et Isospora. (**Gaujous.D ; 1995**)

. Métazoaires :

Ce sont des animaux multicellulaires avec des temps de génération beaucoup plus long (**Canler.J.P ; 1999**). Ils sont fréquemment rencontrés dans des stations à faible charge ou sur des cultures fixées. Dans une station d'épuration on distingue : (**Gaujous.D ; 1995**)

- Rotifères :

Les rotifères sont des organismes micrométriques et translucides, très nombreux dans les mares et dans les étangs. (**Tranzarella.S et al ; 2005**)

- Nématodes :

Sont présents en faible quantité dans tous les types d'installation, assez résistants à la sous aération du milieu. (**Gaujous.D ; 1995**)

- Gastrotriches :

Les gastrotriches habitent usuellement les fonds vaseux et les détritus stabilisés des eaux naturelles. (**Clanler.J.P ; 1999**)

III.3.5.2. Phytoplancton :

Le phytoplancton est constitué de très nombreuses espèces regroupées en divers classes selon leurs caractéristiques morphologiques et la nature de leur pigment.

Elles comprennent principalement : les algues qui diffèrent à d'autres micro-organismes par la présence constante d'un pigment vert, la chlorophylle, dont la coloration verte est parfois masquée par une autre couleur pour cela elles sont autotrophes (**Balvay.G et al ; 2007**). Elles sont distinctes aussi par l'absence de différenciation tissulaire. (**Perez.R ; 2009**)

III.3.5.3. Champignons :

Organismes hétérotrophes, dépourvues de chlorophylles, pouvant se développer au niveau des effluents résiduaires ou dans les systèmes à forte charge organique. (**Gerin.B et al ; 2003**)

Partie pratique



Chapitre IV :

Matériels et méthodes

IV.1. Introduction :

Le grand défi auquel l'Algérie est confrontée aujourd'hui est de préserver les sources d'eau et de les protéger de la pollution, et pour ce faire, de nombreuses stations d'épuration des eaux usées ont été construites, qui diffèrent par leur principe de fonctionnement d'une STEP à l'autre.

Et parmi ces stations, nous avons la station d'épuration des eaux usées de la ville Ain-Oulmène.

IV.2. Présentation de la STEP d'Ain-Oulmène :

La STEP d'Ain-Oulmène est conçue pour traiter les eaux urbaines des villes d'Ain-Oulmène et Salah-Bey soit pour 150 000 EH, elle se situe à environ 500 m de la ville en face de la zone industrielle, à 908 m d'altitude, elle occupe une surface de : 18 hectare.

La station d'épuration d'Ain-Oulmène est alimentée par des effluents d'origine domestique, à hauteur de 121 450 Equivalent-Habitants (phase 2015), 150 000 équivalent habitants (phase 2025) avec une extension à 210 000 équivalent habitants pour l'horizon 2040, le dimensionnement actuelle est réalisé pour la phase 2025. Elle est dimensionnée pour un débit journalier maximal de 18 269 m³/j, avec une pointe de temps sec de 1273 m³/h à l'horizon 2025.

La STEP est mise en service le 28/10/2011 et exploitée par l'Office National de l'Assainissement (ONA) depuis le 01/07/2012 à ce jour. Le procédé de traitement c'est par boue activée à faible charge. (**CTH ; 2008**)

IV.3. Rôle de la STEP d'Ain-Oulmène :

Traiter les eaux usées de façon à :

- Protéger l'environnement.
- Protéger la santé publique.
- Valoriser les eaux épurées et les boues produites.
- Protéger les nappes phréatiques et l'oued contre la pollution avec des eaux usées.
- Protéger le barrage d'Ain-Zada.

IV.4. Réseau d'assainissement de la STEP :

La STEP Ain-Oulmène associé à un réseau d'assainissement de type unitaire. Les eaux usées arrivent dans deux collecteurs (un gravitaire et l'autre en refoulement) qui se rejoignent dans un regard placé à l'entrée de la STEP avant de passer au poste de relevage. (**CTH ; 2008**)

IV.5. Procédé de traitement de la STEP et description de ses différents ouvrages:

La chaîne de traitement est composée de 3 lignes :

- une ligne d'eau
- une ligne de boue
- une ligne de lagune

Le débit est divisé parallèlement sur certains ouvrages afin d'améliorer la fiabilité du traitement, des opérations de maintenance et de la souplesse de fonctionnement de la station.

La filière de traitement comprend ainsi en totalité et successivement, relevage des eaux entrantes à la station comprenant un poste de relevage.

Les effluents bruts arrivent à la station d'épuration par pompage jusqu'au dégrilleurs. Ces effluents doivent avoir subi au préalable un dégrillage grossier (l'espace entre les barreaux 5 cm) dans le poste de relevage afin de protéger les pompes. (CTH ; 2008)

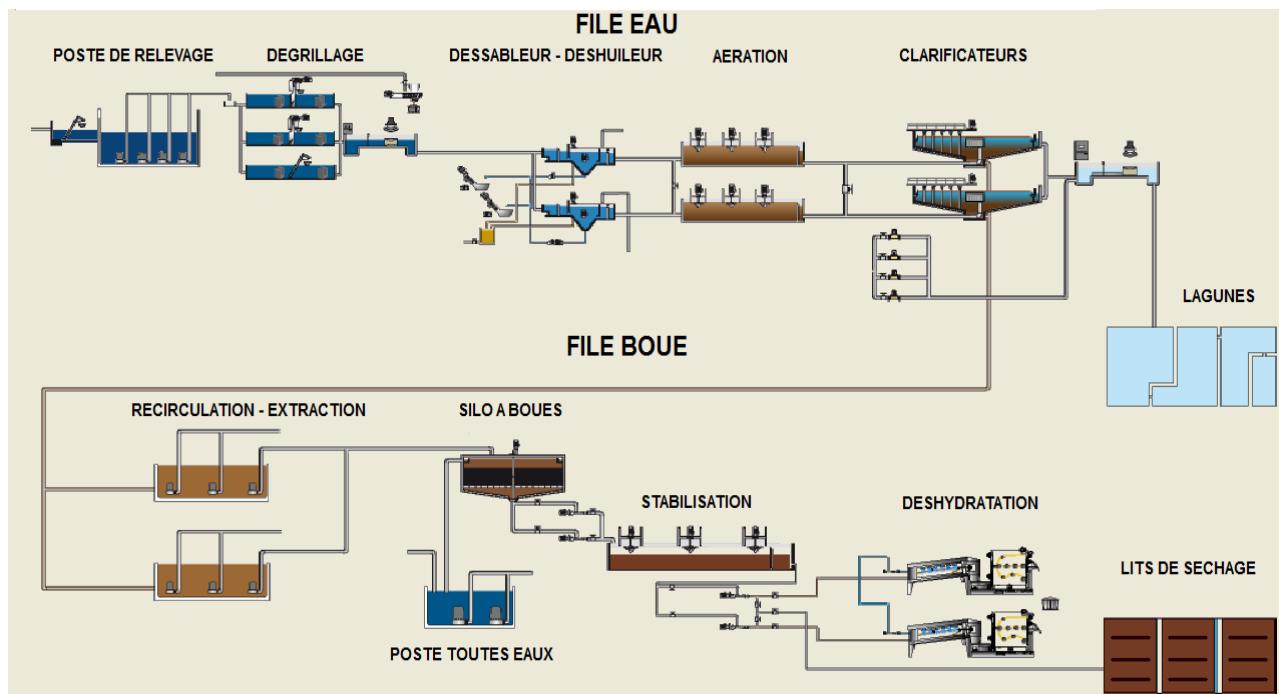


Figure IV.1 : Schéma représentant les différents ouvrages de la STEP Ain-Oulmène

IV.5.1. Traitement des eaux :

Il passe par plusieurs étapes :

IV.5.1.1. Prétraitement :

Les effluents bruts relevés seront collectés dans un canal ouvert comprenant une mesure de niveau et un ensemble de mesure de la qualité d'eau, soit le pH, DCO, MES avant d'arriver sur l'ouvrage de dégrillage. (CTH ; 2008)

* Dégrillage :

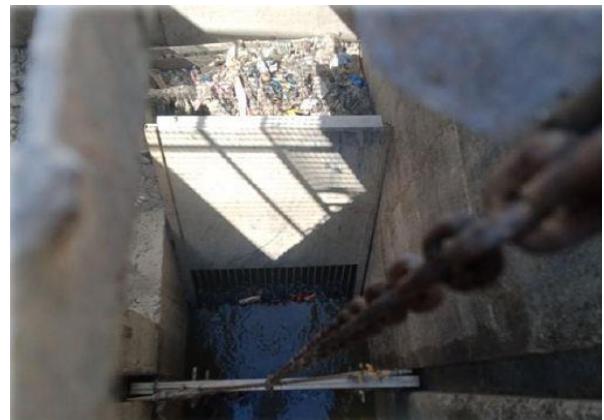
Dégrillage automatique horizontale en trois fils parallèles équipés chacun d'une grille grossière et d'autre manuelle. Chaque dégrilleur sera capable de traiter 50% du débit nominale de la phase 2040 soit 864 m³/h (Figure.IV.1 et 2). (CTH ; 2008)

En observe 2 types de dégrilleur :

- Dégrilleur grossier manuelle pour éliminer les déchets solides non soluble a diamètre > 5cm.
- Dégrilleur fin automatique pour éliminer les déchets solides non soluble a diamètre > 1cm.



**Figure IV.2 : Dégrilleurs fine
(Prise par l'auteur)**



**Figure IV.3 : Dégrilleurs fine
(Prise par l'auteur)**

* Répartiteur N1 :

Placé en entrée de désableurs-déshuileurs, cet ouvrage permettra de séparer le débit en deux flux identiques par deux lames dé versantes, alimentant chacun un déshuileur. Cette répartition est garante d'un débit constant et identique dans les deux ouvrages (Figure.IV.4). (CTH ; 2008)



Figure IV.4 : Répartiteur N1 (Prise par l'auteur)

* **Dessablage-déshuilage :**

Ces deux phases sont combinées et réalisées dans un même ouvrage cylindro-conique, dit désormais Dessablage/déshuilage, avec insufflation d'air et dispositif complet d'écrémage des matières flottées (ou grasses), de raclage et d'extraction des sables (Figure.IV.5). (CTH ; 2008)



Figure IV.5 : Bassin dessablage /déshuilage (Prise par l'auteur)

* **Classificateur à sables :**

Le classificateur à sable extrait les sables de l'eau résiduelle pompée par les pompes à sables et les décharger sur la bande transporteuse commune aux refus des dégrilleurs et sables. (Figure.IV.6) (CTH ; 2008)



Figure IV.6 : Classificateur de sable (Prise par l'auteur)

*** Répartiteur N2 :**

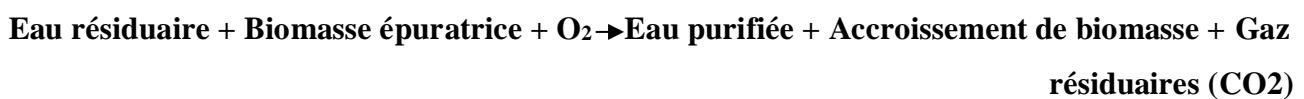
Placé en sortie de prétraitement, cet ouvrage permettra de séparer le débit en deux flux identiques par deux lames déversantes, alimentant chacun un bassin d'aération. Une troisième lame déversant en attente avec bride pleine. (Figure.IV.7) (CTH ; 2008)



Figure IV.7 : Répartiteur N2 (Prise par l'auteur)

IV.5.1.2. Traitement secondaire - Réacteur biologique - (bassin d'aération) :

Cette étape est conçue sur le principe les boues activées en moyenne charge afin d'éliminer la pollution carbonée. Le traitement consiste à dégrader les impuretés grâce à l'action d'une biomasse épuratrice, à laquelle doit être fourni l'oxygène nécessaire à son développement. En simplifiant, on peut décrire ce processus par l'équation suivante :



Les eaux prétraitées arrivent du prétraitement aux réacteurs biologiques après leur répartition entre les deux bassins (Figure.IV.8). Le réacteur biologique ou bassin d'aération constitue le cœur du procédé, dans lequel s'effectue le métabolisme bactérien à l'origine du phénomène aboutissant à l'épuration. (CTH ; 2008)



Figure IV.8 : Bassin d'aération (Prise par l'auteur)

* Répartiteur N3 :

Placé en sortie des prétraitements cet ouvrage permettra de séparer le débit en deux flux identiques par deux lames déversantes, alimentant chacun un clarificateur. Une troisième lame déversant en attente, avec bride pleine. (Figure.IV.9) (CTH ; 2008)



Figure IV.9 : Répartiteur N3 (Prise par l'auteur)

IV.5.1.3. Clarificateur et ouvrage de rejet :

Il est prévu deux ouvrages (Figure.IV.10). C'est l'étape finale du traitement biologique. Le floc constitué dans le bassin d'aération sédimente au fond du décanteur secondaire et l'eau clarifiée est évacuée par une verse située sur le périphérique de l'ouvrage.

Les boues sont évacuées au centre de l'ouvrage par le pont racleur pour être aspirées par un puits à boues spécifique à chaque clarificateur et renvoyées en recirculation sur les bassins d'aération. (CTH ; 2008)



Figure IV.10 : Clarificateur (Prise par l'auteur)

IV.5.2. Traitement des boues :

La ligne de boues est constituée par :

IV.5.2.1. Recirculation et extraction des boues :

Le taux de recirculation est égal à 100% du débit de pointe avec 2 pompages en Fonctionnement par file. Le but de la recirculation des boues des décanteurs secondaires vers le réacteur biologique est d'y maintenir une concentration constante et correcte de la liqueur mixte permettant de respecter une charge massique de fonctionnement considérée ou ce qui revient au même, de limiter le temps de séjour dans les décanteurs pour garantir une bonne qualité, et un âge de boue bien défini. (CTH ; 2008)



Figure IV.11 : Les pompes de recirculation et l'extraction (Prise par l'auteur)

IV.5.2.2. Épaississeur des boues :

Des temps de séjour trop longs, associés à de fortes températures, entraînent des boues de mauvaises qualités, s'épaississant mal. Nous avons donc prévu un seul ouvrage d'épaississement, hersé, dimensionné de façon à respecter une charge au radier inférieure à $45 \text{ kgMS/m}^2/\text{j}$ tout en limitant le temps de séjour dans l'ouvrage, notamment lors de la phase de démarrage de la station.

Il s'agit d'une étape intermédiaire pour la diminution du volume de boues produites par la station en permettant d'améliorer la concentration des boues en excès en termes de matières sèches (Figure.IV.12). (CTH ; 2008)



Figure IV.12 : Épaississeur des boues (Prise par l'auteur)

IV.5.2.3. Stabilisation des boues :

L'ouvrage de stabilisation des boues permet de diminuer leur teneur en matière organique et donc leur capacité à fermenter. De plus le stockage de boues fermentescibles sur des lits de séchage engendre des nuisances olfactives non négligeables. Cet ouvrage est dimensionné sur la base d'un objectif de 40% d'abattement des MVS. Il permettra d'abattre sans problème environ 45% des MVS en phase 2015. En effet le temps de séjour sera alors supérieur à 32 jours. (CTH ; 2008)



Figure IV.13 : Stabilisateur des boues (Prise par l'auteur)

IV.5.2.4. Déshydratation :

La déshydratation des boues en excès est assurée par un filtre à bande/ d'égouttage (Figure.IV.14). Les boues à traiter après avoir été mélangées avec une solution de polymères sont déversées sur un tapis roulant perméable qui assure l'élimination de l'eau de ces boues au fur et à mesure de leur passage sur le tapis, obtenant à la fin une boue déshydratée. (CTH ; 2008)



Figure IV.14 : Filtre à bande de déshydratation (Prise par l'auteur)

IV.5.2.5. Lits de séchage :

Des lits de séchages sont prévus en secours de la déshydratation. L'autonomie des lits de séchage sera de 17 jours en cas de panne d'une machine de déshydratation (Figure.IV.15). (CTH ; 2008)



Figure IV.15 : Lits de séchage (Prise par l'auteur)

IV.5.3. Auto surveillance sortie station :

L'auto surveillance en sortie de station d'épuration est assurée par un canal venturi et une sonde ultrason de mesure de niveaux couplé à un transducteur permettant la conversion en calcul du débit (Figure.IV.16). Un préleveur automatique réfrigéré permet la prise d'échantillon d'eau traitée en continu. Il est asservi à la mesure d débit et est prévu fixe à côté du canal venturi. (CTH ; 2008)



Figure IV.16 : Auto surveillance sortie station (Prise par l'auteur)

IV.5.4. Lagune de finition :

La désinfection des eaux usées traitées est prévue dans 4 lagunes de finition (Figure.IV.17) dans lesquelles les eaux séjourneront pour un long temps de séjour. Les micro-organismes pathogènes survivent ainsi difficilement aux conditions de vie imposées lors de ce traitement extensif (faible température en hiver, faible quantité de substrat, etc.). De plus, ils sont n concurrence avec les algues et des prédateurs. (CTH ; 2008)



Figure IV.17 : Les lagunes (Prise par l'auteur)

IV.6. Échantillonnage :

Notre étude a été réalisée au niveau de la station d'épuration de Ain Oulmène STEP décrite ultérieurement, afin d'établir l'efficacité de la chaîne du traitement des eaux usées d'origine principalement urbaines issues des arrondissements la commune Ain Oulmène et les autres arrivent de la commune Saleh bey et la cité de Draa El-Miâade (et parfois d'origine industrielles puisque cette station se situe dans une zone industrielle) ainsi que son rendement épuratoire. Il est nécessaire d'effectuer une série d'analyses sur les paramètres indicateurs de pollution. Ainsi a été réalisée au niveau de l' laboratoire d'analyse de l'établissement public de santé de proximité Ain-Oulmène.

Cette étude s'est étalée sur une période allant du début du mois de Mars jusqu'au mois de Mai 2023 à raison d'un prélèvement chaque jour et une période du début de ces mois, aussi à raison d'un prélèvement par semaine. Il existe plusieurs modes d'échantillonnage, mais pour notre étude nous avons choisi l'échantillonnage instantané dans le but d'avoir des échantillons homogènes et représentatifs du rejet sachant que la composition des effluents résiduaires varie au cours de la journée. Cette méthode consiste à prélever des échantillons de volume constant à intervalle de temps constant pour obtenir un échantillon correspondant à la composition moyenne. (**Ladjel.F ; 2001**)

IV.6.1. Points et mode de prélèvement :

Pour évaluer l'efficacité du traitement effectué dans la station d'épuration, quatre points de prélèvement ont été choisis à savoir : (Figure.IV.18 a.b.c.d)

- Un prélèvement de l'eau brute n'ayant subit aucun traitement (Figure.a).
- Un deuxième prélèvement concerne l'eau épurée qui sort de clarificateur (Figure.b).

- Un prélèvement du bassin d'aération (Figure.c) contenant les boues activées pour avoir une idée sur son état de fonctionnement.

- Un prélèvement de lagune (Figure.d).



Figure.a



Figure.b



Figure.c



Figure.d

Figure IV.18 : Différents points de prélèvement (Prise par l'auteur)

Les échantillons d'eaux brutes et d'eaux traités sont issus d'un préleveur automatique (Figure.a) alors que les eaux issues du bassin d'aération sont prélevées manuellement à l'aide d'une bouteille (Figure.b), et transportées au laboratoire d'analyse. (Figure.IV.19 a.b)



Figure.a



Figure.b

**Figure IV.19 : Préleveur automatique + Bouteille d'échantillonnage
(Prise par l'auteur)**

IV.7. Matériel et méthode :

IV.7.1. Matériel :

- Matériel biologique :
 - Eau usée.
 - Boue activée.
 - Eau épurée.
 - Eau de lagune.
- Matériel non biologique : appareillage, réactifs, solutions.

IV.7.2. Méthodes :

IV.7.2.1. Analyse des eaux (Analyses physicochimiques) :

Les analyses physicochimiques portent sur les paramètres suivants :

- Température.
- Potentiel d'hydrogène(pH).
- Conductivité électrique.
- O₂ dissous.
- Matières en suspension (MES).

- Demande biochimique en oxygène (DBO_5).
- Demande chimique en oxygène (DCO).
- Ammonium.

*** pH et température NORME NF T90-008 (Février 2001) :**

- Principe :

Mesure de la différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence plongeant dans une même solution.

- Mode opératoire :

1. Allumer le pH-mètre de modèle WTW (Figure.IV.20) et rincer l'électrode de modèle (Tétra com 325) avec de l'eau distillée.
2. Mettre un agitateur avec une faible agitation.
3. Tremper l'électrode avec les précautions habituelles dans le bécher.
4. Laisser stabiliser un moment avec une faible agitation puis noter le pH et T° .

- Expression des résultats :

L'appareil donne la valeur de la température exprimée en degré Celsius (C°), ainsi que la valeur du pH correspondante.

*** Conductivité électrique NF EN 27888/IS0 7888 Janvier 1994 (NF T90-031) :**

- Principe :

Détermination directe à l'aide d'un instrument approprié de la conductivité électrique de solutions aqueuses. La conductivité électrique est une mesure du courant conduit par les ions présents dans l'eau. Elle dépend de la concentration des ions, de leur nature, de la température et viscosité de la solution.

- Mode opératoire :

1. Allumer le conductimètre (Figure.IV.20) et rincer l'électrode de modèle (Cellox 325) avec de l'eau distillée.
2. Tremper l'électrode avec les précautions habituelles dans le bécher.
3. Laisser stabiliser un moment, puis noter la valeur de la conductivité affichée.

- Expression des résultats :

Le résultat est donné directement en ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

*** L'oxygène dissous TS-EN-ISO-5814 :**

- Principe :

Mesure la quantité d'oxygène présent en solution dans l'eau à une température donnée, à l'aide d'une sonde électrochimique plongeant dans une solution.

- Mode opératoire :

1. Allumer l'oxymètre de modèle WTW (Figure.IV.20) et rincer la sonde avec de l'eau distillée.
2. Tremper la sonde avec les précautions habituelles dans le bêcher.
3. Laisser stabiliser un moment puis noter le O_2 .

- Expression des résultats :

Le résultat de l' O_2 est donné directement en (mg/l).



Figure IV.20 : pH mètre + Conductivité mètre + Oxymètre (Prise par l'auteur)

*** Matière en suspension EN 872 février 2005 (MES) :**

- Mode opératoire pour l'eaux brute et l'eau traitée :

1. Placer le filtre de $\varnothing 0,45$ pour l'EE et $\varnothing 0,47$ pour l'EB sur le support de filtration ensuite connecter le système de filtration sous vide (pompe à vide). (Figure.IV.21)
2. Verser progressivement 50ml de l'échantillon sur le filtre jusqu'à ce que le dispositif soit vidé.

3. Retirer avec précaution le filtre et placer le filtre sur le support de séchage ensuite sécher le filtre dans l'étuve (Figure.IV.22) à 105°C pendant 30min à 1h.
4. Retirer le filtre de L'étuve et laisser refroidir dans un dessiccateur.
5. Peser le filtre dans un balance a précisé.

- Expression des résultats :

MES est donnée par l'expression :

$$\text{MES}(\text{mg/l}) = \frac{\text{P2} - \text{P1}}{\text{V}} \times 1000$$

Soit :

P1 Poids du filtre sec avant filtration (mg)

P2 Poids du filtre sec après filtration (mg)

V volume de l'échantillon filtré (ml)

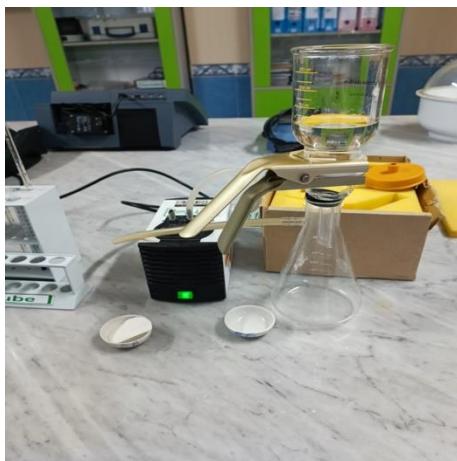


Figure IV.21 : système de filtration sous vide
(Prise par l'auteur)



Figure IV.22 : l'étuve
(Prise par l'auteur)

*** Demande biologique en oxygène (DBO5) NORME NFT 90-103 :**

Pour la détermination de la pollution organique.

- Principe de la méthode manométrique :

Le principe de la méthode manométrique constitue à mesurer l'évolution de la pression de l'air à l'intérieur d'un flacon contenu l'échantillon, l'évolution directement liée à la diminution de la concentration en oxygène de l'atmosphère d'incubation.

En effet, les micro-organismes lors de la biodégradation des molécules organique consomment l'oxygène dissous dans l'eau de l'échantillon et l'oxygène de l'air se dissous pour remplacer l'oxygène consommé. Ceci crée un déficit en gaz dans l'air du flacon qui n'est pas renouvelé, à condition que le CO₂ formé lors de la biodégradation soit absorbé par de la soude (NaOH) présente dans le flacon.

- Mode opératoire :

1. Prélever 432ml de l'eau de lagune, 432ml de l'eau épuré, 164ml de l'eau brute.
2. Verser le volume de chaque échantillon dans le flacon DBO (Oxitop).
3. Ajouter 2 gouttes d'inhibiteur de nitrification et 2 pastilles de NaOH pour absorber le CO₂ formé.
4. Ajouter un barreau magnétique pour assurer l'agitation et insérer le flacon dans un incubateur de DBO à 20°C. (Figure.IV.24)
5. Après cinq jours, lire la valeur qui correspond au cinquième jour

- Expression des résultats :

Les résultats sont exprimés en milligrammes d'oxygène par litre.



Figure IV.23 : OxiTop
(Prise par l'auteur)



Figure IV.24 : Incubateur DBO5
(Prise par l'auteur)

*** Demande chimique en oxygène (DCO)NORME NFT 90-101 :**

Pour déterminer la pollution organique.

- Principe :

On évalue la quantité d'oxygène utilisée par les réactions d'oxydation. L'oxydation s'effectue à chaud, en milieu acide et en présence d'un excès d'oxydant.

- Mode opératoire :

1. Prélever avec une pipette 2ml de l'eau brute et l'eau traité et verser dans chaque tube de réactif spécifique dont le réactif pour l'eau brute 0-1500 mg/l et le réactif pour l'eau traitée 0-150mg/l et Mélanger chaque contenu dans le tube pour avoir une solution homogène avec une petite agitation.
2. Mettre le mélange de chaque contenu dans un DCO mètre chauffer dans le thermostat 2 Heures à 148 °C. (Figure.IV.25)
3. Laisser refroidir à température ambiante dans le support des tubes, bien nettoyer l'extérieur du tube et on le met dans un spectrophotomètre. (Figure.IV.26)
4. Puis on fait la lecture après le choix de la méthode.

- Expression des résultats :

Les résultats sont exprimés en milligrammes d'oxygène par litre.



Figure IV.25 : DCO mètre (thermostat)
(Prise par l'auteur)



Figure IV.26 : spectrophotomètre
(Prise par l'auteur)

*** Détermination la pollution azotée :**

L'azote peut être présent dans l'eau sous quatre formes principales :

- L'azote nitreux N-NO₂
- L'azote nitrique N-NO₃
- L'azote ammoniacal N-NH₃

*** Ammonium NORME NFT 90-015 par la méthode Nessler-Approuvée par L'EPA : - Distillation nécessaire -**

- Principe :

En présence de sodium nitroporussique agissant comme catalyseur et à une valeur du pH d'environ 12.6, les ions ammonium réagissent avec les ions hypochloreux et salicyliques et donnent une coloration bleue indophénol.

- Mode opératoire :

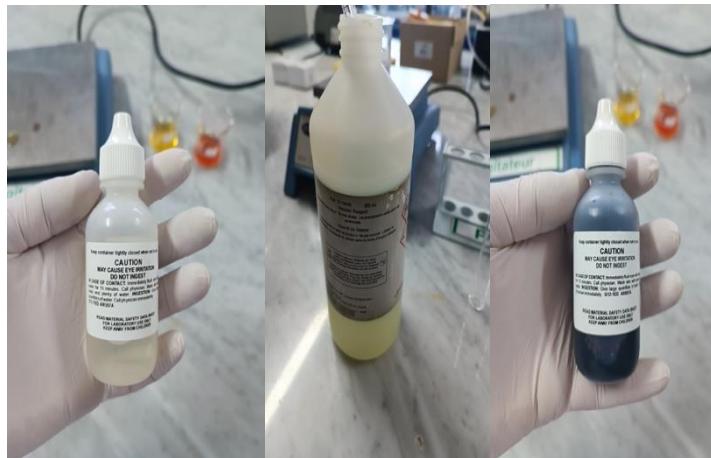
1. Allumer le spectrophotomètre et choisir le programme mémorisé pour l'azote ammoniacal (N-NH₃), et Presser READ/ENTER, l'affichage indique : auto réglage à 425 nm
2. Presser READ/ENTER, l'affichage indique NNH₃ mg/l Ness.
3. Remplir une éprouvette graduée (l'échantillon préparé) jusqu'à au trait 25 ml avec l'échantillon de l'Eau Épurée (1ml de EE + 24ml de l'eau distillé) et une autre éprouvette 25ml pour l'échantillon de l'Eau Brute (1ml de EB + 49ml de l'eau distillé, et puis prendre juste 25 ml)
4. Remplir une autre éprouvette graduée (le blanc) avec 25 ml d'eau dès ionisé (Figure.IV.27)
5. Ajouter 3 gouttes de stabilisant minéral à chaque éprouvette, retourner plusieurs fois pour mélanger puis ajouter 3 gouttes de réactif dispersant-alcool-polyvinyle à chaque éprouvette, et en tenant le compte-gouttes vertical, retourner plusieurs fois pour mélanger. (Figure.IV.28)
6. Pipeter 1,0 ml de réactif de Nessler dans chaque éprouvette, boucher et retourner plusieurs fois pour mélanger.
7. Presser SHIFT TIMER, une période de réaction de 1 minute commence.
8. Verser chaque solution dans un tube colorimétrique (tube de 16mm).
9. Lorsque le minuteur sonne, l'affichage indique NNH₃ mg/l Ness, placer le blanc dans le puits de mesure, fermer le capot, presser ZERO, l'affichage indique ATTENDRE puis 0,00 mg/l NNH₃ Ness
10. Placer le tube d'échantillon d'EE, Presser READ/ENTER et l'affichage indique ATTENDRE puis le résultat en mg/l d'azote ammoniacal (N) s'affiche, et répéter mem les étapes pour le tube d'échantillon d'EB. (Résultat de l'Eau Épurée multiplie X 25, et l'Eau Brute X 50)

- Expression des résultats :

La concentration en ammonium est exprimée en milligrammes par litre.



**Figure IV.27 : L'eau dès ionisé
(Prise par l'auteur)**



**Figure IV.28 : Stabilisateur minéral + Alcool
polyvinyle + réactif Nessler (Prise par l'auteur)**

IV.7.2.2. Analyse des boues :

* Matière en suspension NF T 90-105-2 janvier 1997 :

- Mode opératoire :

1. 50 ml de chaque échantillon de : boue activée de bassin d'aération, de boue recirculée, de boue stabilisée, de boue épaissie, et de boue sèche, est centrifugée à 3000 tr/min pendant 06 min (Figure.IV.29)
2. Le culot de chaque échantillon sera récupéré dans un creuset en porcelaine et mis à sécher dans l'étuve à 105°C pendant 12 heures. (Figure.IV.30)
3. Retirer les creusets de l'étuve, les laisser refroidir dans un dessiccateur.
4. Les creusets sont ensuite pesés dans une balance de précision. (Figure.IV.31)

- Expression des résultats :

La concentration en MES est donnée par l'expression :

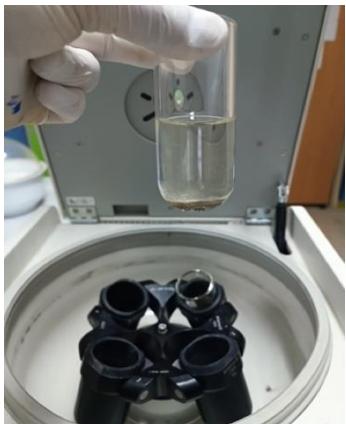
$$\text{MES (mg/l)} = \frac{\text{P2} - \text{P1}}{\text{V}} \times 1000$$

Soit :

P1 Poids du creuset sec avant centrifugation (mg).

P2 Poids du creuset sec après centrifugation (mg).

V Volume de la boue centrifugé (ml).



**Figure IV.29 : Centrifugeuse
(Prise par l'auteur)**



**Figure IV.30 : Étuve Universal
(Prise par l'auteur)**



**Figure IV.31 : Balance de
précision.Prise par l'auteur**

* Mesure les matières minérale (MM) dans les boues sèches :

- Principe :

Le résidu obtenu lors de la détermination des matières sèches est calciné dans un four à mouffle à 550°C le résidu calciné est refroidi au dessiccateur et pesé. La partie brûlée (perte au feu) est assimilée au matériel organique ceci est approximatif car d'une part certains composés organique procurent après calcination un résidu minéral (Na CL, etc.) et d'autre part, certains produits minéraux tels les carbonates, se décomposent et perdent leur gaz carbonique.

- Mode opératoire :

1. Récupérée les creusets de la matière sèche (boue sèche). (Figure.IV.32)
2. Calciné les MS dans un four à mouffle à 550 C° pendant 30-60 min. (Figure.IV.33)
3. Refroidi les creusets au dessiccateur et puis pesé dans une balance a précision.

- Expression des résultats :

Déterminer la quantité des matières en suspension (MES) en (g/l), puis les matières minérales (MM) en (g/l) pour exprimer la concentration des MM en %. Et en déduisons la valeur du MVS.

$$MM (\%) = \frac{MM (g/l)}{MES (g/l)} \times 100$$

$$MM \% + MVS \% = 100 \%$$



Figure IV.32 : creuset de MS



Figure IV.33 : Four à mouffle



Figure IV.34 : creuset de MMS

* Indice de MOHLMAN (IM) :

- Principe :

L'indice de MOHLMAN se définit comme le volume occupé après décantation de 30 minutes d'un échantillon de boues correspondant à 1mg de matières sèche. (Rodier.J et al ; 2005)

- Mode opératoire :

1. Introduire dans un cône d'IMHOFFE (Figure.IV.35) de boues provenant du bassin d'aération, prélevé après 15 à 20 minutes de fonctionnement du système d'aération.
2. Déterminer le volume (en ml) occupé par les boues après décantation d'une demi-heure.
3. Déterminer par ailleurs la teneur en matières sèches d'un litre de boues à analyser.

- Expression des résultats :

L'indice de MOHLMAN est représenté par le rapport : (Rodier.J et al.,2005)

$$IM = \frac{\text{Boues décantées en 30min (ml/l)}}{\text{Masse de la matière sèche (mg/l)}}$$



Figure IV.35 : Cône d'IMHOFFE

IV.7.2.3. Contrôle de la boue :

L'analyse de la biomasse nécessite l'observation d'échantillons dont les temps de conservation devront être le plus court possible surtout si l'on souhaite effectuer un comptage de la microfaune.

L'endroit idéal est souvent la sortie de l'ouvrage, en évitant de prélever la zooglée qui se développe sur les parois. (**Canler.J.P et al ; 1999**)

Pour cela la démarche retenue est détaillée comme suit :

*** Observation macroscopique :**

1. Échantillon brut :

- Couleur :

Une boue prélevée sur une station bien aérée de type boue activée en aération prolongée traitant des effluents domestiques est de couleur marron à grise.

- Odeur :

L'odeur permet de confirmer les points évoqués ci-dessus :

- L'état d'aération d'une manière générale, l'intensité de l'odeur est inversement corrélée avec le degré d'aération de la boue.
- Type d'effluent à traiter.

2. Après décantation :

- Quantité de boue :

Son interprétation s'effectue en première approche par le volume décanté de boue après une décantation de 30 minutes en éprouvette d'un litre.

- Volume décanté inférieur à 100 ml → Quantité de boue insuffisante de l'installation.
- Volume décanté compris entre 250 et 750 ml → Quantité de boue satisfaisante
- Volume décanté supérieur à 750 ml → Soit difficulté de décantation ou bien concentration des boues trop importante

- Présence des corps flottants :

Les corps flottants observés peuvent avoir plusieurs origines :

- Corps gras provenant des industries riches en graisses.
- Remontées des boues liées à : des mousses, de la dénitrification ou de l'anaérobiose.

- Corps grossiers dus à un dégrillage insuffisant.

- Qualité du surnageant :

D'une manière générale, un surnageant limpide est signe d'un bon traitement

- Aspect du floc :

On peut observer soit :

- Grains très petits et dispersés ou gros grains —> Épuration plus au moins satisfaisante
- Flocs 5 à 10 mm de diamètre —> Situation normale.
- Floc duveteux, mal défini —> Dysfonctionnement biologique. (**Cancel.J.P et al ; 1999**)

*** Observation microscopique :**

L'examen microscopique de la microfaune prédatrice est très révélateur de l'état d'une boue activée, il constitue un des moyens pour diagnostiquer le fonctionnement d'un bassin d'aération.

Le tableau suivant montre les groupes les plus présents dans les boues activées.

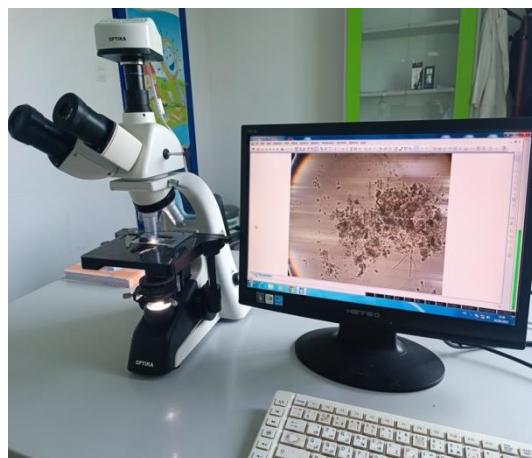
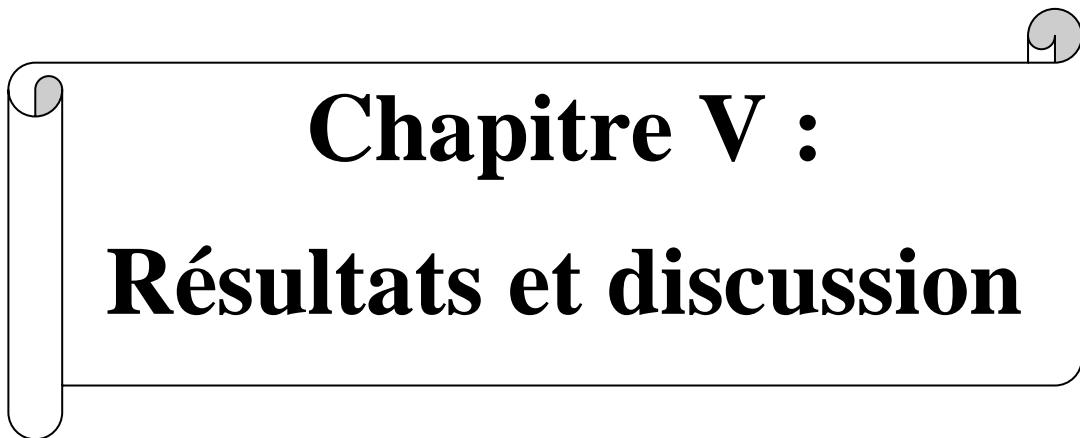


Figure IV.36 : Microscope (Prise par l'auteur)

Tableau 04 : les différentes micro-organismes et leurs indications

	Groupes	Principales indications révélées par leur présence en quantité importante
	Flagellés	Boues jeunes, sous aération qualité d'eau médiocre à mauvaise.
Protozoaires	Rhizopodes : <ul style="list-style-type: none"> - Amibes <ul style="list-style-type: none"> * Petites * Grandes - Holotriches (ex : Paramécie) <ul style="list-style-type: none"> * $> 50 \mu\text{m}$ * $< 50 \mu\text{m}$ - Périthriches (ex : Vorticelles) - Hypothriches (ex : Aspidisca) - Hétérotriches (ex : Stentor) 	<ul style="list-style-type: none"> - Anomalies de fonctionnement -effluents industriels-. - Traitement de bonne qualité. - Instabilité. - Temps de séjour hydraulique faible, ou sous-aération. - Surcharge. - Boues de faible charge. - Bonne stabilité, bonne qualité d'eau surtout si grands organismes $> 100 \mu\text{m}$ - Boues de faible charge avec très bonne qualité d'eau nitrifiée.
Métazoires	<ul style="list-style-type: none"> - Rotifères - Nématodes - Oligochètes - Acariens, Tardigrades 	<ul style="list-style-type: none"> - Bonne stabilité, bonne épuration. - Présence de dépôts ou de biomasse fixés. - Très faible charge et présence de nitrate. - Très faible charge et très bonne qualité d'eau.



Chapitre V :

Résultats et discussion

V. Résultats et discussion :

L'étude de la qualité du rejet du mois de Mars jusqu'au mois de Mai 2023, à raison d'un échantillonnage par semaine. Les résultats obtenus des eaux brutes et les eaux traitées (épurée) à la sortie du décanteur secondaire (Clarificateur) sont consignés dans les tableaux en annexe III pour tous les paramètres.

V.1 Paramètres physico-chimiques :

L'objectif de ces analyses est d'étudier l'évolution des paramètres physico-chimiques de différentes charges polluantes de l'effluent. Un ensemble d'analyses a été effectué afin d'évaluer le rendement épuratoire du traitement par boues activées au niveau de la STEP de Ain Oulmène. Ces résultats sont comparés aux normes du rejet des eaux usées recommandées par l'OMS (2006) (Tableau 10, annexes IV).

V.1.1. Température :

La température est un facteur clé de l'activité biologique des microorganismes tels que leur multiplication dans le bassin d'aération, de la solubilité des sels et des gaz et en particulier sur la concentration de l'oxygène dissous qui a un rôle essentiel dans l'épuration. (**Larpent.J.P et al ; 1997**)

Les valeurs de la température à l'entrée de la station (EB) sont comprises entre 12.6 et 20.8°C ce qui accéléré le processus d'acidification, de fermentation et par la suite la formation d'une biomasse bactérienne importante favorisant le traitement biologique. Cette dernière est inférieure au seuil maximal fixée au nom selon (**AFNOR**) de 30°C. A la sortie (EE), les valeurs enregistrées sont comprises entre 14.4 et 21.2°C, cependant il est à noter que la température élevée freine la vie aquatique et beaucoup d'organismes dépourvus de mécanismes de régulation thermique verront leurs activités vitales ralenties. (**Meinck.F et al ; 1977**)

Ces valeurs sont liées à la température de la saison, elles sont acceptables vu qu'elles restent toujours dans les normes (<30°C).

On observe selon **le graphe 1**, une augmentation de la température de l'eau épurée et pour cela on suppose que l'injection d'air par les machines provoquée dont la température est supérieure à 40°C d'une part, et d'autre part les réactions de biodégradation conduisent aussi à un dégagement de chaleur dans la zone du traitement biologique convergent vers cette augmentation.

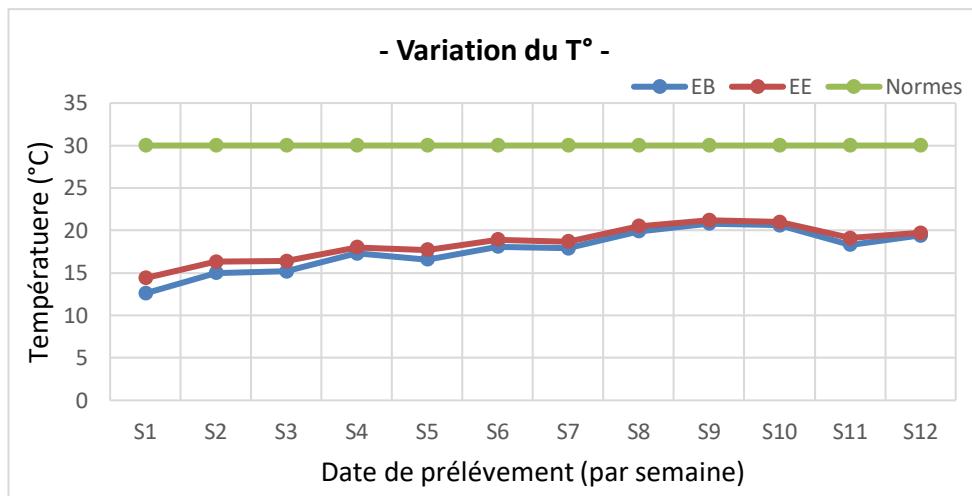


Figure V.1 : Variation de la température avant et après le traitement

V.1.2. pH :

Le pH joue un rôle important dans le processus d'épuration biologique aérobiose car la biomasse a besoin d'un pH proche de la neutralité pour compléter son activité épuratrice. Il est à noter que cette épuration est possible dans une gamme de pH de 5 à 9 avec une zone optimale de 6 à 8 (Gaid.A.E ; 1993). Les résultats du pH de l'eau brute sont compris entre 7.9 et 8.3 , ce qui confirme selon Rejsek.F (2002) que l'effluente est d'origine urbain et qu'il est légèrement alcalin Le pH dont les valeurs sont comprises entre 7.2 et 7.9 (mais qui restent toujours dans les normes) de l'eau traitée rejetée dans le milieu naturel va influencer sur la vie de la faune et de la flore Selon Rodier.J (1996),Pour la plupart des espèces aquatiques, la zone de pH favorable se situe entre 6 et 7.2 toutefois, cette valeur ne doit pas être séparée de celle des autres paramètres (température, oxygène dissous ...).

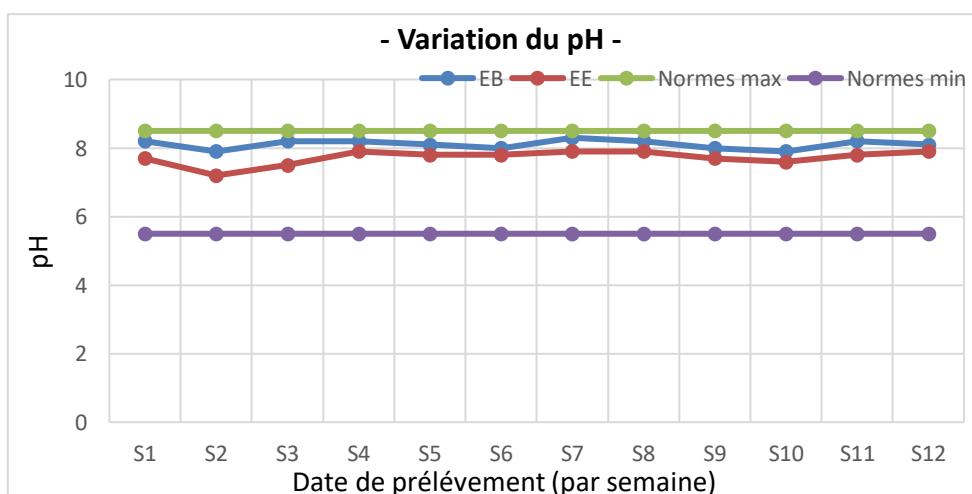


Figure V.2 : Variation de pH avant et après le traitement

V.1.3. Conductivité :

La conductivité électrique (EC) c'est la caractéristique électrique de l'eau ou c'est une expression numérique de la capacité d'une solution de laisser passer un courant électrique. (**Gaujous ; 1995**) et (**De Villers et al ; 2005**). La conductivité est la mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique. Elle varie en fonction de la présence d'ions, de leur concentration, de leur mobilité et de la température de l'échantillon. Elle est liée à la concentration et à la nature des substances dissoutes (**Anonyme,2007**).

Le graphe ci-dessous nous montre que l'eau brute a une gamme de conductivité de 2437 à 2850 $\mu\text{s}/\text{cm}$, par contre pour l'eau épurée la conductivité diminue jusqu'à 2116 à 2240 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Cette diminution peut être expliquée en générale par la sédimentation des sels minéraux dans le clarificateur qui sont concentrés dans les boues. D'après **Chafai.D (1996)**, pour les valeurs enregistrées on constate que dans notre étude, la STEP présente une conductivité électrique élevée due à la charge organique. Cette charge importante favorise la corrosion des matériaux et une modification de la saveur de l'eau. Il faut noter cependant que les traitements physiques ou biologiques n'ont que peu d'incidence sur la conductivité pour cela la réglementation ne prévoit pas de limite sur ce paramètre.

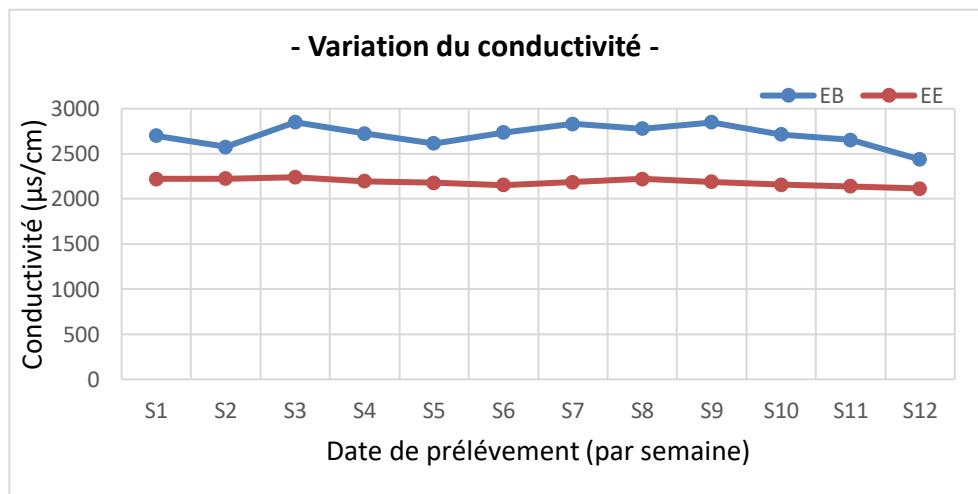


Figure V.3 : Variation de la conductivité avant et après le traitement

V.1.4. Matières en suspension (MES) :

Les matières en suspension comprennent toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau. Elles incluent les argiles, les sables, les limons, les matières organiques et minérales de faible dimension, le plancton et autres micro-organismes de l'eau. (**De Villers et al 2005**)

Sont des matières solides contenues dans les eaux usées qui sont séparables par filtration, décantation ou centrifugation.

Les valeurs de MES à l'entrée de la STEP varient entre 325 et 591 mg/l, et la présence de ces dernières dans les différents rejets peut compromettre de manière sensible le fonctionnement du réseau d'égouts. (**Badia Gondard.F ; 1996**)

Les MES contribuent à déséquilibrer le milieu aquatique en accroissant la turbidité et peuvent avoir un effet néfaste direct (**Gaid.A.E ; 1993**), qui causera une diminution de la clarté de l'eau, limitant la biosynthèse végétale, et l'asphyxie des poissons (**Rejesk.F ; 2002**), dont les valeurs à la sortie sont comprises entre 4,7 et 17,5 mg/l, D'après le graphe 4, on observe une diminution de la teneur de MES, elle est due à l'élimination des particules par le dessableur ainsi que par le phénomène d'adsorption des matières en suspension sur les flocs biologiques et la bonne sédimentation au niveau du clarificateur. Ces mêmes constatations ont été faites par **Rejesk.F en 2002**.

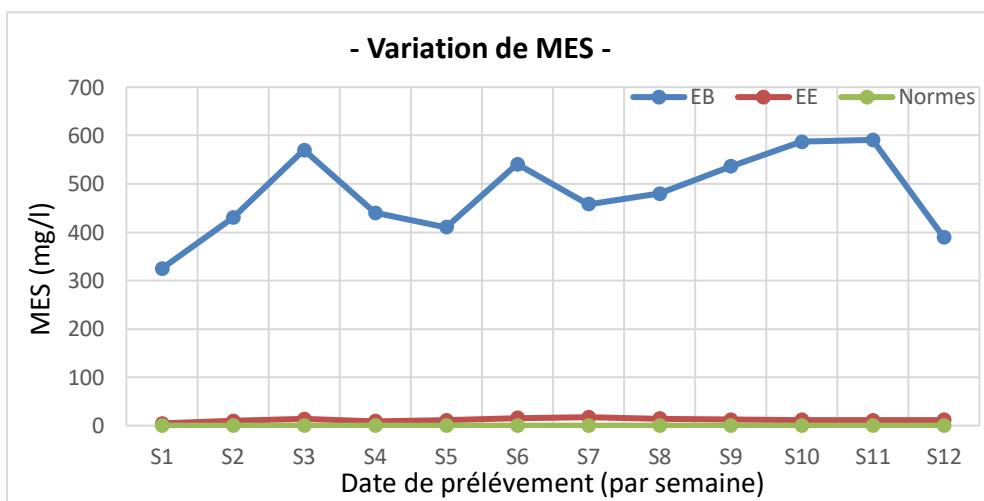


Figure V.4 : Variation de MES avant et après le traitement

V.2. Paramètres de la pollution organique :

V.2.1. Demande biologique en oxygène DBO5 :

La DBO5 est une expression pour indiquer la quantité d'O₂ qui est utilisée pour la destruction des matières organiques biodégradables pendant 5 jours par des processus biologiques.

La détermination de la DBO5 sert à évaluer la concentration des polluants organiques dans l'entrée et la sortie de la STEP il s'agit d'une mesure de la pollution de l'eau par les matières organiques biodégradables (**Ramade ; 2002**).

La détermination de la DBO5 a pour but d'évaluer la nuisance due à la consommation de l'oxygène provoquée par le rejet de matières organiques biodégradables dans le milieu naturel et d'en estimer les effets (**Rejesk.F ; 2002**), donc elle est considérée comme un phénomène évolutif dans la mesure où elle permet d'étudier le comportement d'une charge organique. (**Gaid.E.A.,1993**)

D'après le graphe 5 représentant la variation de la DBO5 de l'eau brute et de l'eau épurée, nous observons que l'eau brute à l'entrée de la station présente une DBO5 qui varie entre 190 et 580 mgd'O2/l, il est à noter que ces valeurs sont élevées par rapport aux eaux usées domestiques donc elles sont classées comme eaux usées de type urbaines fortement polluées (**Cheru ; 1980**).

Par contre pour l'eau traitée, elle présente une stabilité sur l'intervalle [6-12 mgd'O2/l]. On remarque que les valeurs de la DBO5 en sortie sont acceptables par rapport à l'objectif de la station ($\text{DBO5} \leq 40 \text{ mg/l}$). La chute de la DBO5 s'explique par le bon développement des microorganismes favorisé par un temps de séjour suffisant dans le bassin d'aération d'une part, et à un âge de boues satisfaisant d'autre part.

Cette réduction est due selon **Cardot.C (1999)** à l'activité de ces micro-organismes épuratrices qui assurent la dégradation et la transformation de la matière organique en CO_2 , H_2O et NH_3 permettant donc l'élimination de la pollution organique, ainsi que le bon fonctionnement du clarificateur qui assure une décantation efficace favorisant la sédimentation des boues responsables à l'élimination de la quasi-totalité de la DBO5.

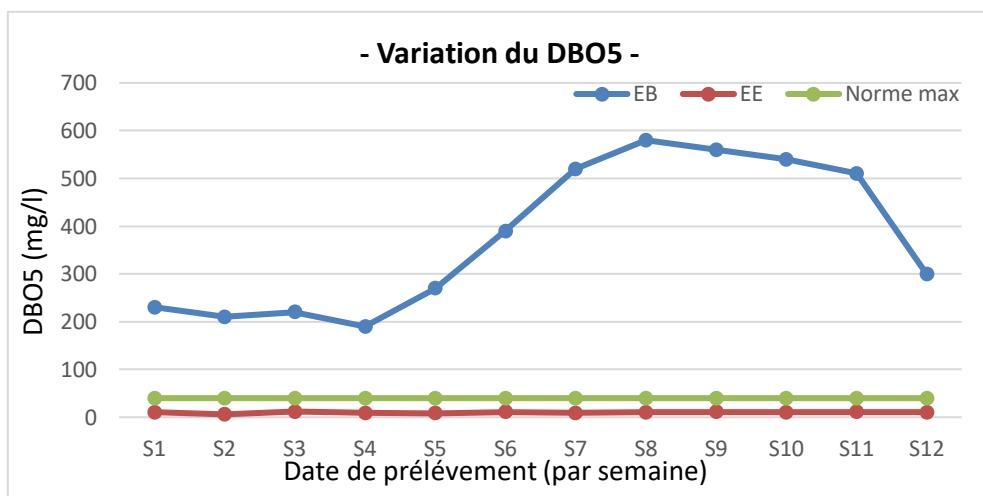


Figure V.5 : Variation du DBO5 avant et après le traitement

V.2.2. Demande chimique en oxygène DCO :

La DCO est un paramètre qui permet d'évaluer d'une manière plus claire la quantité des matières organiques biodégradables et non biodégradables contenue dans les eaux usées.

D'après le graphe 6, on remarque que les résultats à l'entrée varient entre 523 et 1208 mg d'O₂/l, et selon **Rejesk.F (2002)**, ces valeurs sont dans la gamme de 300 à 700 mg d'O₂/l confirmant ainsi l'origine urbain du rejet. Alors qu'à la sortie de la station, les valeurs de la DCO de l'eau traitée sont comprises entre 47 et 79 mg d'O₂/l, on peut confirmer que l'objectif fixé par la station est atteint (DCO≤120 mg/l). Il est à noter qu'on a enregistré les valeurs de la majorité des prélèvements elle est >1000 mg d'O₂/l et d'après **Audie.J.M (1990)** ces valeurs élevées de la DCO s'explique par la présence d'une fraction des matières organiques non biodégradables provenant d'un rejet industriel.

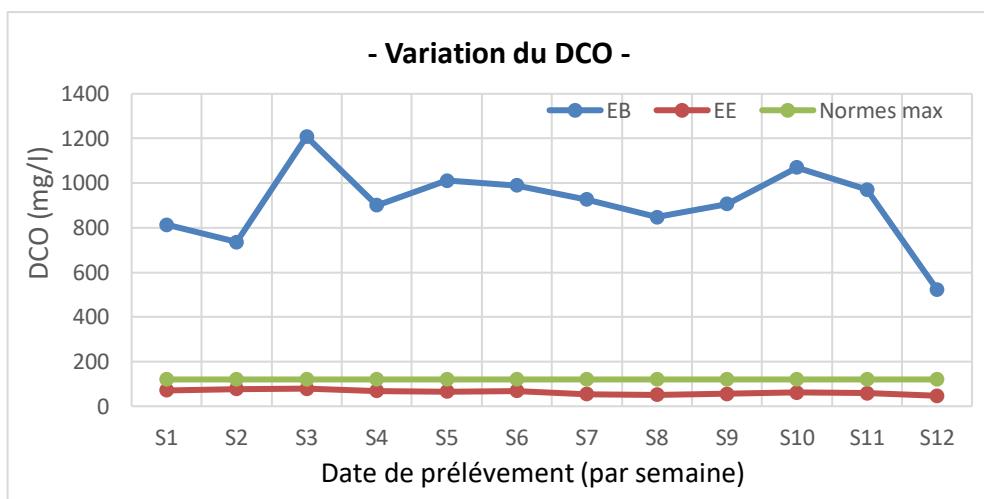


Figure V.6 : Variation de la DCO avant et après le traitement

V.2.3. Rapport DCO/DBO5 :

La biodégradabilité d'un rejet peut être estimée par le rapport DCO/DBO. Il permet d'apprécier la teneur en matières organiques oxydables et leur origine ainsi que l'efficacité du traitement biologique. La dégradation de celles-ci dans le milieu naturel s'accompagne d'une consommation d'oxygène et peut entraîner un abaissement excessif de la concentration d'oxygène dissous (**GAID.A.E ; 1993**).

D'après le graphe 7, les valeurs sont comprises entre 1.5 et 5.5 et qui confère à l'effluent une bonne biodégradabilité (**Cardot.C ; 1999**), avec une valeur maximale de 5.5 enregistrée lors du 3ème prélèvement, cette valeur est supérieure de 2 ce qui indique l'entrée d'un rejet industrielle. Ce rapport augmente dans les eaux épurées par des valeurs qui varient entre 4.7 et 12.8 ce qui signifie l'élimination des matières biodégradables avec une grande efficacité d'épuration.

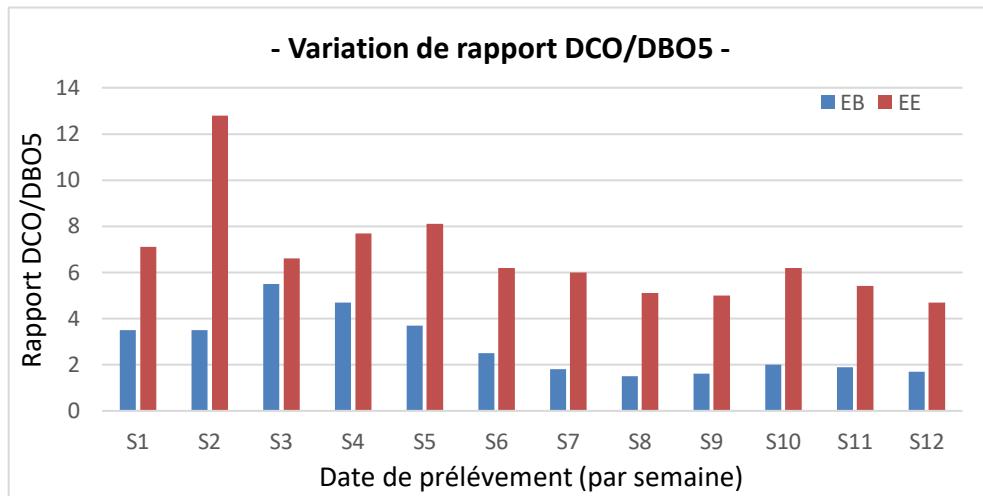


Figure V.7 : Variation de rapport DCO/DBO avant et après le traitement

V.3. Indice de MOHALMAN (IM) :

L'indice de MOHLMAN permet de traduire la bonne disponibilité ou non des boues à la décantation, selon **Rejesk.F (2002)** :

- Pour $SVI < 80 \text{ ml/g}$: la boue décante trop rapidement et risque de former des dépôts dans les ouvrages et les canalisations.
- Pour SVI comprise entre 80 et 150 ml/g : bonnes décantations (boues activées de bonne qualité)
- Pour $SVI > 150 \text{ ml/g}$: les boues activées décantent très lentement, phénomène d'anaérobiose voire même une dénitrification (présence de boues filamentueuse), c'est le cas de nos valeurs qui oscillent entre 119.5 et 300 ml/g d'après le tableau 05 et qui sont presque toutes $> 150 \text{ ml/g}$.

Tableau 05 : Les résultats de l'indice de MOHLMAN

MES (g/l)	2.40	2.29	2.31	2.25	2.21	2.49	2.24	1.81	2.26
Volumes des boues (ml/l)	720	600	600	440	420	440	420	250	270
Indice de MOHALMEN (ml/g)	300	262.0	259.7	195.6	190.0	176.7	187.5	138.1	119.5

V.4. Paramètres de la pollution azotée :

Les eaux d'égout contiennent de l'urée et des composés organiques azotés. Au cours des traitements primaires et secondaires classiques, ces substances sont transformées en ammoniac, et lorsque les conditions sont favorables en nitrites puis en nitrates. Le traitement donne normalement lieu à un certain dégagement d'azote. (OMS ; 1973)

V.4.1. L'ammonium (NH_4^+) :

L'ion ammonium correspond à la forme réduite de l'azote. Ce composé azoté est caractéristique des eaux résiduaires où il est associé à l'azote organique.

Dans des conditions d'oxygénation normale, cet élément est oxydé en nitrite puis en nitrate. (Gaujous.D ; 1995)

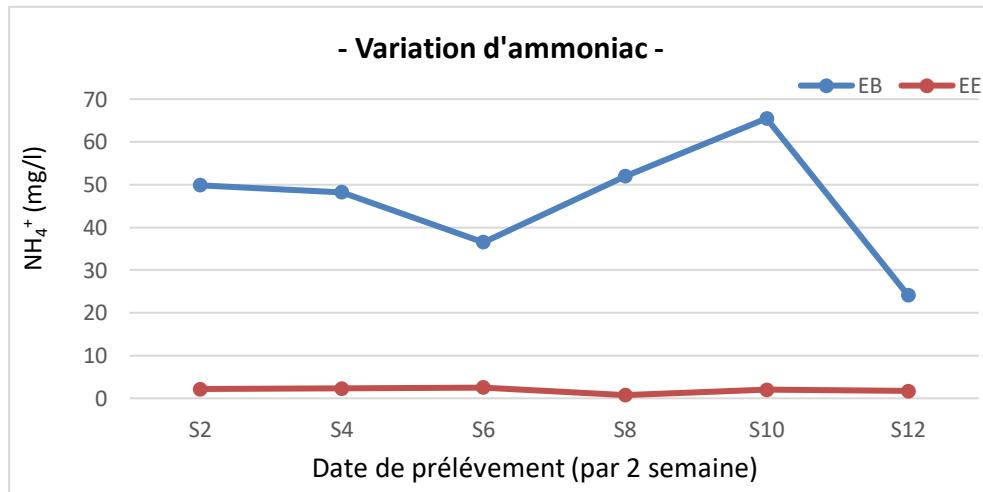


Figure V.8 : Variation de l'ammonium avant et après le traitement

Dans les eaux résiduaires urbaines leur origine est de la décomposition de des déchets azotés (Urée, azote organique) par les bactéries. Il est très toxique pour les poissons surtout en milieu Alcalin se trouve sous forme de gaz qui diffuse facilement à travers les membranes. (Gaujous.D ; 1995)

Ce qui concerne les résultats obtenus la teneur moyenne de l'ammonium dans les eaux brutes est de l'ordre de 46 mg/l, par contre les teneurs en ammonium dans l'eau épurée possèdent la valeur moyenne de 1,8 mg/l (ne sont pas conforme à la norme internationale de rejet 1 mg/l).

V.5. Détermination du rendement d'épuration :

L'estimation des rendements d'épuration permet d'apprécier les performances épuratoires du traitement biologique à boues activées dans la réduction des pollutions organiques (DCO, DBO5, MES) ainsi que la charge microbienne Selon **Coste.C et Loudet.M (1987)**, les rendements d'épuration s'expriment en pourcentage, en considération la concentration en amont du paramètre (DCO, DBO5, MES) et la concentration aval correspondante en mg/l :

$$R = \frac{\text{la concentration en amont} - \text{la concentration en aval}}{\text{la concentration en amont}} \times 100\%$$

V.5.1. Rendement des paramètres physico-chimiques :

Les rendements épuratoires sont calculés sur des valeurs moyennes des paramètres : MES, DCO et DBO5, les résultats des rendements sont portés sur le tableau 9 en annexe III.

V.5.1.1. Rendement de 'élimination de MES :

Le taux d'élimination de la teneur de MES après traitement est représenté par la Figure.V.9 est de l'ordre de 90.04% (annexes III), ce qui est supérieur à celle de **Rejesk.F (2002)** Considérant qu'un rendement épuratoire minimale d'un traitement efficace est de 90%, il est cependant à signaler que la fraction la plus importante étant éliminé essentiellement par la sédimentation dans le clarificateur.

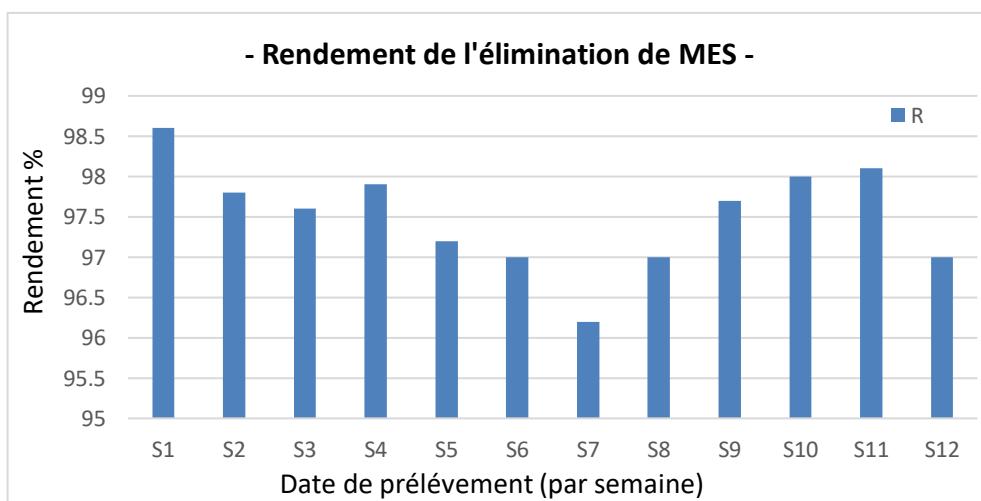


Figure V.9 : Rendement de l'élimination de MES

V.5.1.2 Rendement d'élimination de la DCO et de la DBO5 :

Nous remarquons que les rendements épuratoires de la DCO et de la DBO5 sont très satisfaisants avec des taux de 94.5 à 98.3% pour la DBO5 (Figure.V.10) et de 89.5 à 94.2% pour la DCO (Figure.V.11) (annexe III) qui sont supérieurs à ceux déterminés comme des rendements minimaux par **Rejesk.F (2002)**.

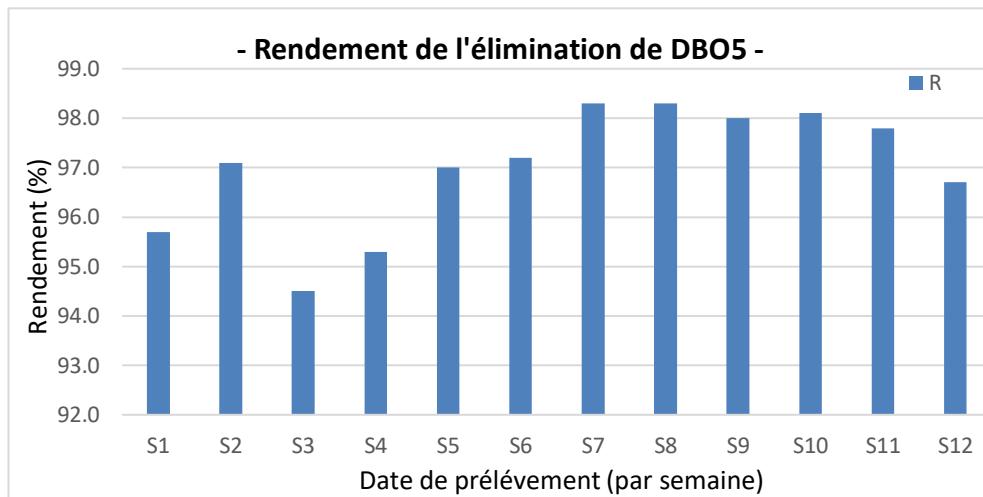


Figure V.10 : Rendement d'élimination de la DBO5

Ces résultats concordent avec les études faites par **Cardot.C (1999)** qui exigent que pour un régime à moyenne charge et après une bonne clarification, le rendement d'épuration de MES est de l'ordre de 96.2 à 98.6%, pour la DCO est de l'ordre de 89.5 à 94.2% et pour la DBO5 est de l'ordre de 94.5 à 98.3% (annexe III). Cet abattement explique donc le bon développement des boues biologiques qui assure la dégradation de la matière organique ainsi que la fiabilité de clarificateur qui permet une décantation satisfaisante des boues activées et un phénomène de la nitrification avancé.

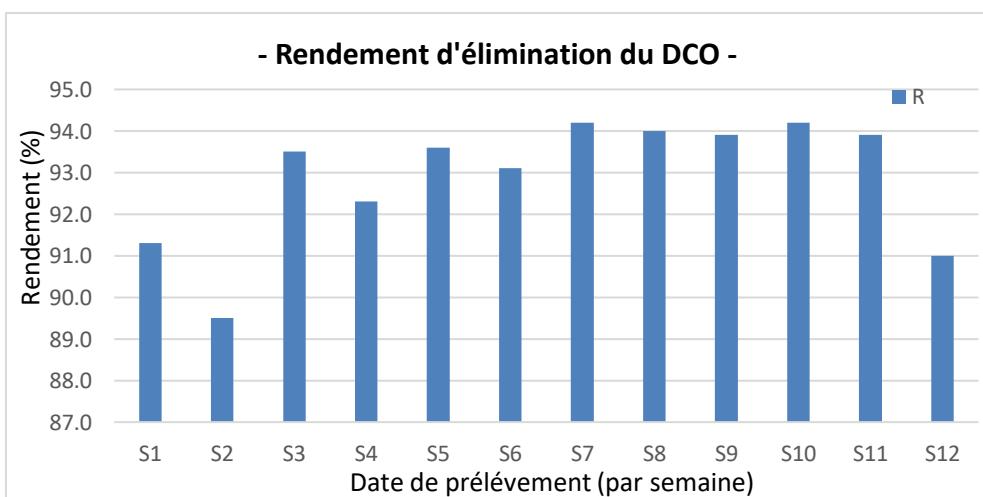


Figure V.11 : Rendement d'élimination de la DCO

V.6. Contrôle de la boue activée :

Cette étape est représentée par une observation macroscopique d'une part et d'autre part par une observation microscopique et les résultats obtenus sont les suivants :

V.6.1 Observation macroscopique :

Ce contrôle appliqué par un test de décantation pour mesurer l'aptitude des boues à la décantation, et d'évaluer la concentration de la boue (activée ou même recirculée), et de faciliter le diagnostic des principales origines de dysfonctionnement du traitement. Ces valeurs sont nécessaires pour les réglages de l'extraction et de la recirculation des boues.

Donc pour pratiquer ce contrôle et vérifier l'état fonctionnelle du bassin d'aération on a pu le réaliser une fois par semaine durant la période de stage et dans tous les résultats obtenus on a observé en général 2 cas sont les suivants :

- 1^{er} cas :

* Échantillon brut :

- Couleur : marron foncé

- Odeur : égout

* Échantillon décanté (sans dilution) :

- Quantité de boue : faible.

- Présence des corps flottants : oui ; Nature : corps gras et des débris végétales.

- Qualité du surnageant : trouble

- Aspect du floc : duveteux et mal défini.

* Commentaire :

D'après l'observation, la couleur marron foncé de la boue signifie une sous- aération, c'est ce qui est confirmé par l'odeur d'égout qui est un signe d'un manque d'oxygène. Quantité de boue satisfaisante. La qualité trouble de surnageant indique une difficulté de flocculation due soit à une boue jeune, ou bien à une charge importante de pollution, la présence des flocs duveteux signale une phase de contraction très limitée et une présence des mousses dans le bassin d'aération, on constate que la STEP montre une phase transitoire dans cette période due à la présence des rejets industrielles

confirmée par la présence des corps gras indicateurs d'un rejet d'industrie riches en graisses et les débris végétales indicateurs d'un rejet d'industries agroalimentaires.

Les mêmes observations ont été faites par **Canler.J.P (1999)**. Cependant, pour qu'une démarche de contrôle soit indispensable à une interprétation définitive d'une boue, il est obligé d'accompagner cette dernière d'une observation macroscopique, un ensemble d'autres renseignements tel que : le comptage des microorganismes présents dans cette boue et leur observation microscopiques, les paramètres spécifiques du bassin d'aération....etc. (**Canler.J.P ; 1999**)

- 2ème cas :

* Échantillon brut :

- Couleur : marron.

- Odeur : légère

* Échantillon décanté (sans dilution) :

- Quantité de boue : moyenne

- Présence des corps flottants : néant ; Nature : néant.

- Qualité du surnageant : limpide

- Aspect du floc : des grains de 5 à 10 mm de diamètre

* Commentaire :

D'après les observations, on peut déduire que la couleur marronne de la boue indique que l'aération de la STEP est satisfaisante, c'est ce qui est confirmé par la légèreté de l'odeur. Quantité de boue satisfaisante.

La qualité limpide de surnageant est un signe d'un bon traitement et la présence des grains du floc de 5 à 10 mm de diamètre signale une situation normale donc on constate que le fonctionnement de la STEP dans cette période est efficace et l'eau épurée est de bonne qualité. Ces mêmes remarques rejoignent celles de **Canler.J.P (1999)**.

En général et selon (**UNEP ; 2016**) l'observation macroscopique de la boue activée peut également fournir des informations utiles sur sa qualité. Voici quelques éléments à prendre en compte lors de l'observation macroscopique :

- Consistance : La boue activée peut présenter différentes consistances, allant d'une consistance liquide à une consistance plus solide. Une boue activée saine devrait avoir une consistance semblable à celle d'un yaourt épais. Si la boue est trop liquide ou trop solide, cela peut indiquer des problèmes tels qu'un excès d'eau, un manque de matières organiques ou une accumulation excessive de matières solides.

- Couleur : La couleur de la boue activée peut varier en fonction de divers facteurs, tels que la présence de matières organiques, de minéraux ou de micro-organismes. Une boue activée saine est généralement de couleur brunâtre ou grisâtre. Des changements importants de couleur, tels qu'une boue activée devenue noire ou verte, peuvent indiquer des conditions anormales ou des problèmes de croissance de micro-organismes indésirables.

- Présence d'agglomérats ou de grumeaux : Une boue activée de qualité devrait être uniforme et sans agglomérats ou grumeaux visibles à l'œil nu. La présence d'agglomérats peut indiquer une mauvaise dispersion des micro-organismes ou une accumulation excessive de matières solides.

- Odeur : L'odeur de la boue activée peut être un indicateur de sa qualité. Normalement, une boue activée saine dégage une odeur terreuse ou légèrement sucrée. Cependant, une odeur forte, désagréable ou nauséabonde peut indiquer des conditions de fonctionnement déficientes, telles qu'une surcharge de matières organiques ou une accumulation de produits métaboliques indésirables.

- Qualité du surnageant : Il peut présenter plusieurs aspects :

. **Trouble** par la présence de petits grains de flocons appelés aussi fines.

Cette difficulté de flocculation peut être due : à une boue jeune, un apport ponctuel important de pollution, ou un pH de l'effluent trop acide entraînant une déflocculation de la boue.

. **Laiteux**, cet aspect est lié à un surnageant très chargé en bactéries libres ou matières organiques colloïdales. Ce point peut avoir plusieurs origines : une épuration par les bactéries insuffisante liée à un manque d'oxygène, ou une surcharge organique entraînant la croissance exponentielle des bactéries et une flocculation insuffisante.

Une faible biodégradabilité de l'effluent.

. **Coloré** : Ce point est fonction de la nature des effluents à traiter, développement d'algues dans les ouvrages. (Coloration verdâtre).

- Les flottants : En fin de test de décantation, voire au-delà de la $\frac{1}{2}$ heure, les flottants observés peuvent avoir plusieurs origines :

- Corps gras provenant d'une activité industrielle riche en graisse, ou d'une inefficacité des prétraitements.
- Remontées de boues liées à : des mousses biologiques en présence de bactéries filamentueuses au microscope, de la dénitrification, de l'anaérobiose.



Figure V.12 : Test de décantation (V_{30})

V.6.2. Observation microscopique :

V.6.2.1. Observation de la microfaune :

Les prélèvements au niveau de bassin d'aération nous ont permis d'identifier certaines espèces ou groupe d'espèces (Voir tableau 6).

Tableau 6 : Résultat des observations microscopiques au niveau du bassin d'aération

Espèce ou groupe d'espèce	Quantité
Vorticelle	++
Rotifère	++
Zoothamnium Pygmaeum (Ciliés-Péritriches)	++
Nématode (Métazoaires-Gastrotriches)	+
Amibes (Sarcodines-Amibiens) (Protozoaires)	++
Aspidisca	++
Paramécie	+
Aelosoma (Oligochètes)	+
Les bactéries filamenteuses	++

V.6.2.2. Les espèces trouvées au niveau du bassin d'aération :

* Les Vorticelles :

Est un genre très fréquent dans les boues activées. Il peut former la microfaune dominante, leur alimentation est basée sur les bactéries libres. Les vorticelles sont groupées en :

- Les vorticelles à long pédoncule (Figure.V.13) : ce sont des indicateurs d'une efficacité épuratrice correcte. Ces espèces sont relativement fragiles à l'apport de toxiques et à un manque d'oxygénation (Canler.J.P et al ; 1999), on les observe sur des installations où l'oxygène présent en permanence.

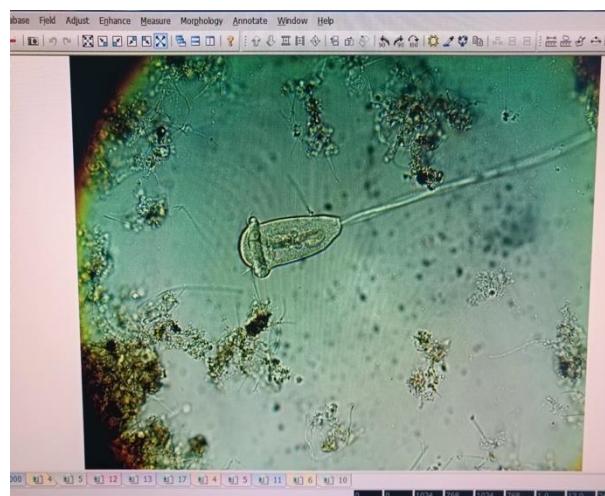


Figure V.13 : Vorticelles à long pédoncule (X40) (Prise par l'auteur)

- Les vorticelles à court pédoncules (Figure.V.14) : présentes dans des eaux interstitielles encore chargée en bactéries libres. Leur présence indique que le niveau de traitement de l'installation est moyen. (**Canler.J.P et al ; 1999**)



Figure V.14 : Vorticelles à court pédoncules (X40) (Prise par l'auteur)

D'une manière générale, la longueur du pédoncule est en relation avec le degré de traitement, plus le pédoncule est long, meilleur est le traitement. (**Canler.J.P et al ; 1999**)

- Tête de vorticelles (Figure V.15) : deux explications sont possibles :

- Détachement du pédoncule sous l'influence de phénomènes mécaniques importants tel qu'un brassage violent, lavage de bios filtres....
- Séparation volontaire du corps pour devenir mobile lors de conditions limitantes du milieu au niveau de l'alimentation (absence de reste de pédoncule). (**Canler.J.P et al ; 1999**)



Figure V.15 : Tête de vorticelle (X100) (Prise par l'auteur)

* **Aspidisca :**

Très fréquemment rencontré et pouvant être la faune dominante, il est présent sur tous les types de boue activées au fonctionnement stable. Son abundance est généralement liée à une forte charge.

C'est un animal relativement résistant à une sous-aération, aux toxiques ou effluents à traiter spéciaux. Sa présence ne donne aucune indication sur la qualité du traitement.

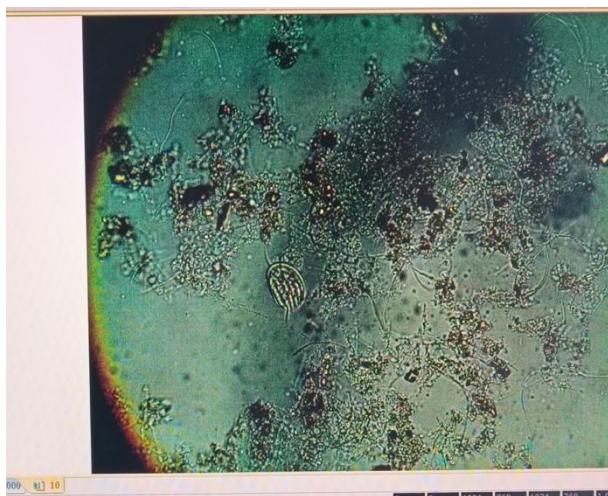


Figure V.16 : Aspidisca costata (X40) (Prise par l'auteur)

* **Les Amibes :**

L'amibe est un protozoaire plus gros qu'un leucocyte se déplaçant au moyen de pseudopodes (mouvement amiboïde) (Suzanne.S et al ; 1994). Deux catégories d'amibes sont présentées à savoir:

- Les petites amibes : rencontrées fréquemment lors d'anomalies de fonctionnement, ses présences souvent liées à des apports d'effluents industriels composés de produits chimiques entraînant des pH différents (industrie de la chimie, tannerie). (Canler.J.P et al ; 1999)

- Les grandes amibes : apparition lors des phases transitoires et plus précisément lors d'une amélioration du fonctionnement de l'installation. Leur présence est souvent corrélée à une bonne oxygénation et presque toujours à un bon traitement de carbone (figure.V.17). (Canler.J.P et al ; 1999)

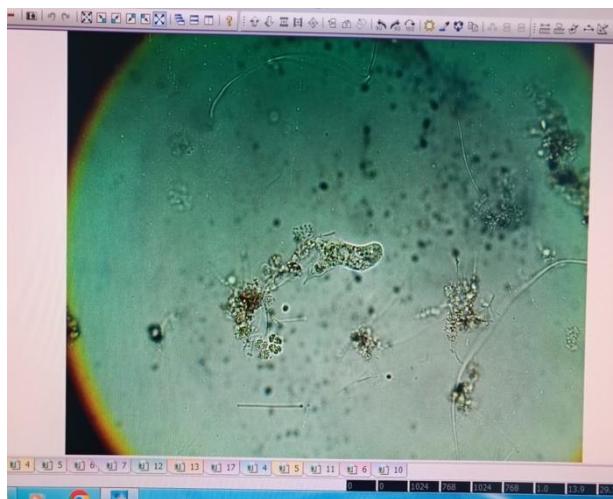


Figure V.17 : Amibe (X40) (Prise par l'auteur)

* Rotifères :

Les rotifères sont des pseudocoelomates non segmentés à symétrie bilatérale qui ne ressemblent en rien aux nématodes, plusieurs caractères suggèrent que leurs ancêtres aient ressemblé aux vers plats, avec lesquels il sont classé parmi les protozoaires spiralés (Peter.H.R et al ; 2001).

Sont très fréquents dans les boues activées, passagèrement dominant sur des installations sous-chargées. Présent dans des boues de faible charge et d'âge élevé (15 jours au minimum), mais quel que soit le degré de traitement de l'installation (Figure.V.18). (Canler.J.P et al ; 1999)

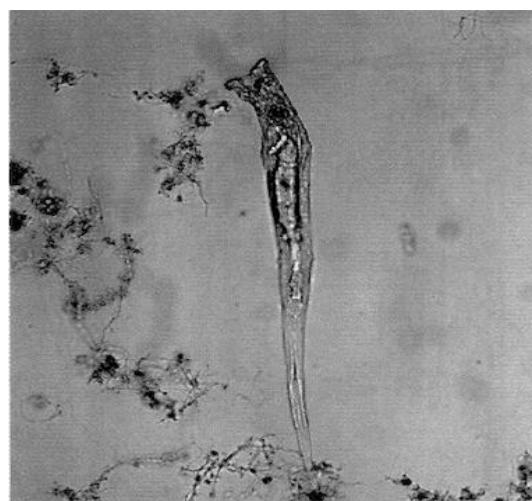


Figure V.18 : Philodina (X100) (Prise par l'auteur)

* Paramécie :

C'est un protiste d'eau douce relativement évolué car possédant des vacuoles chargées d'assurer la digestion (vacuoles digestives). (**Michel.L ; 1995**)

- Leur présence est souvent liée à une phase transitoire.
- Les grandes paraméries sont indicatrices à des périodes d'une eau de bonne voire très bonne qualité. Elles sont résistantes à des périodes d'anoxie ou d'arrêt d'aération. (**Canler.J.P et al ; 1999**)
- Les petites paraméries (Figure.V.19) se rencontrent sur des installations dont la charge massique est plus élevée avec une aération suffisante, a qualité du traitement est plus limitée. (**Canler.J.P et al ; 1999**)



Figure V.19 : Petite Paramécie (X40) (Prise par l'auteur)

* Les bactéries filamentueuses :

Sont des bactéries de tailles souvent supérieure de 10 à de 500 μm et peuvent être pluricellulaire (Figure.V.20) (**Canler.J.P et al ; 1999**), les bactéries filamentueuses sont des bactéries gram négatif, elle sont présentes dans l'environnement aquatique (**Carl Uhland.F et al ; 2000**).

Ce sont des bactéries vertes non sulfureuses, elles sont mobiles. (**Farineau.j et al ; 2011**)

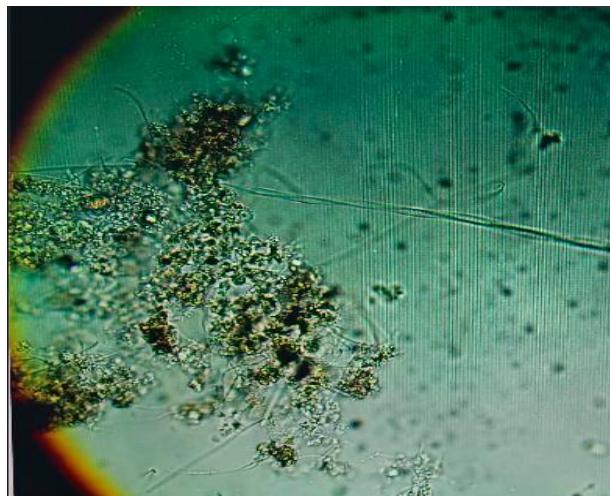


Figure V.20 : Bactérie filamentuse (X40) (Prise par l'auteur)

* Oligochètes : genre *Aelosoma*.

Sont des métazoaires de très grande taille, présent uniquement dans des systèmes d'âge de boues élevées, bien stabilisés et de très faible charge. C'est un indicateur d'une bonne qualité de l'eau de sortie, d'une suroxygénéation et de la présence de nitrates (Figure.V.21). (Canler.J.P et al ; 1999)



Figure V.21 : *Aelosoma* sp (X40) (Prise par l'auteur)

* *Zoothamnium Pygmaeum* :

Est un indicateur de faible charge, de longueur du corps 80µm, plusieurs individus par pédoncule, corps en forme de cloche, ciliature buccale large.

Présent sur des installations aux conditions de fonctionnement stables et d'une bonne capacité épuratrice au niveau de la pollution carbonée. C'est un indicateur d'effluent traité de bonne à très bonne qualité (Figure V.22). (Canler.J.P et al ; 1999)



Figure V.22 : Zoothamnium Pygmaeum (X40) (Prise par l'auteur)

Conclusion

Conclusion

Au terme de notre étude qui consistait à estimer le rôle du STEP d'Ain-Oulmène et la méthode d'élimination de la charge polluante par le procédé biologique à boue activée dans le but d'évaluer l'efficacité de l'épuration des eaux résiduaires urbaines de la STEP de Ain Oulmène, les résultats obtenus nous permettent de conclure comme suit :

- Le traitement par le procédé biologique à boues activées présente une efficacité satisfaisante car il aboutit à une bonne élimination de la DCO, DBO5, et MES avec des rendements respectifs de 92.9%, 97% et 97.5%.
- Les résultats des analyses physico-chimiques des eaux épurées sont conformes aux normes de rejet dans le milieu naturel.
- L'observation microscopique de la boue activée montre que la microfaune prédatrice est constituée essentiellement de protozoaires (cilié, flagellé) et de métazoaire (nématodes et rotifères) qui sont les signes d'une boue normale avec un bon traitement.

A travers ces mesures, nous pouvons déduire que l'épuration des eaux résiduaires urbaines par le procédé biologique à boue activée de la STEP de Ain Oulmène est efficace.

De plus, il serait efficace pour la STEP de prendre en considérations les points suivants :

- De compléter ses analyses physico-chimiques des effluents par d'autre analyse des paramètres physico-chimique (Sodium, chlorures, Sulfate, Bore, Bicarbonate, Azote Kjeldahl) et aussi par des analyses microbiologiques par un suivi de la qualité bactériologique et parasitologiques, ainsi qu'un contrôle de sa boue activée qui indiquera rapidement l'état général de la station et l'efficacité ou non du procès de traitement bien avant l'apparition des dysfonctionnements.
- Le développement et le renforcement d'une législation appropriée pour l'allocation de la filière de traitement de l'eau usée et les établissements industriels doivent traiter leurs déchets avant de les déverser dans le milieu récepteur... etc, par l'installation d'un système de prétraitement local.

Enfin, ce document constitue une étude préliminaire qui peut être enrichie et mis à jour en fonction des remarques et observation qu'auront apportées les exploitants.



Références bibliographiques

1. **ADEME, 1996.** Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, 1996. La valeur azotée des boues résiduaires de station d'épuration urbaines. 336p.
2. **AFNOR, 1997. Association Française de NORmalisation,** Qualité de l'eau. Recueil des Normes Françaises Environnement. 1372 p.
3. **Alexander D, 1979.** « Valorisation des boues, utilisation en agriculture »
4. **Anonyme, 2003.** l'irrigation avec des eaux usées traitées : Organisation de Nation Unies pour l'alimentation et l'agriculture, page4.
5. **Anonyme, 2005.** Développer les compétences pour mieux gérer l'eau. Application d'un prédimensionnement : Office international de l'eau.105p.
6. **Arman C, 2007.** Dictionnaire de l'environnement ; Paris, 277p.
7. **Anonyme,2007. www.oieau.fr** Office International de l'Eau.
8. **Anonyme, 2014.** www.link.springer.com/article/10.1007/s11356-017-8914-1
9. **Apfelbaum. M. M et Romon. M et Dubus. M., 2009.** Diététique et nutrition. 7ème édition. Paris : Elsevier Mason. 516p.
10. **Arouya Khalid, 2011.** Pollution des eaux. Impact des eaux usées sur la qualité des eaux de surface. Ed, Universitaires Européennes.
11. **Audic. J. M, 1990.** Évolution des technologies d'élimination des micro-organismes. Paris : in IFREMER acte de colloque. 148 p.
12. **Badia Gondard. F,1996.** L'assainissement des eaux usées. Ed. La lettre du cadre territorial. Série dossier d'experts. 194 p.
13. **Balvay. G et Druart. J. C., 2007.**Le liman et sa vie microscopique. Paris : QUAE. 220p.
14. **Baumont S, Camard J-P, Lefranc A, Franconi A, 2004.** Réutilisation des eaux usées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220p.
15. **Ben Abdelmoumene.N., 2011.** Contribution à la valorisation des boues de station d'épuration par l'appréciation d'une nouvelle méthodologie de l'essai au bleu méthylène. Thèse de licence génie civile. Oran : Faculté d'architecture et de Génie civile, département de Génie civile, 54 p.
16. **Benarbia N.** l'impact de la pollution d'oued mina sur la potabilité d'eau et ladynamique d'azote dans le sol environnant, 1992.
17. **Bliefert C, Perraud R, 2001.** Chimie de l'environnement : Air, Eau, Sols, Déchets. Ed. de Boeck 477.
18. **Bormans J, 1974.** Analyse des eaux résiduaires industrielles. Edition CEBEDOC, 3 p180.

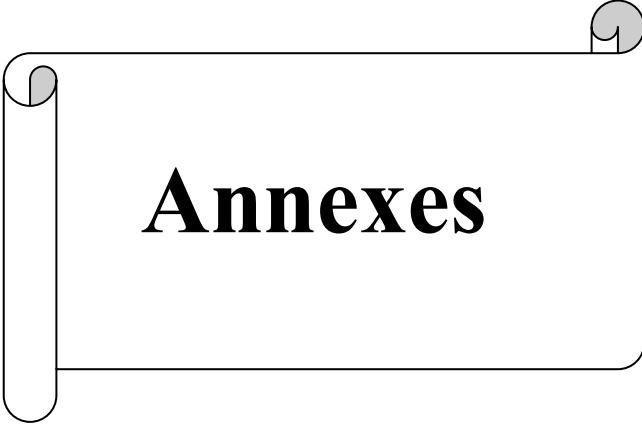
- 19. Boudjelal et Djoudi, 2008.** Pollution de l'oued boussellem par les eaux usées urbaines et industrielle et impact de leur utilisation dans l'irrigation. Thèses ing, tatho des écosystèmes universitaires, Sétif.
- 20. Bourrillon. A et Benoit. G., 2008.** Pédiatrie.4éme édition. Ed. Elsevier, Masson. 416p.
- 21. Branger. A et Richard. M. et Roustel. S., 2007.** Micro biochimie et alimentation. Ed. Educagri. 343p.
- 22. Brigitte.V, 2008.** Le guide de l'eau. Germain : Eyrolles. 123p.
- 23. Burchliard et Vittone. R, 2010.** Bâtir, manuel de la construction. 2éme édition. Suisse : Presser polytechniques et universitaires romandes. 164p.
- 24. Cardot. C,1999.** Génie de l'environnement : les traitements de l'eau. Paris : Ellipses. 247 p.
- 25. Carl Uhland. F et Igor. M et Daniel. M, 2000.** Maladies des poissons d'eau douce du Québec : guide de diagnostic. Canada : Saint-Laurent les presses de l'université de Montréal. 383 p.
- 26. Chafai. D,1996.** Micromycètes des sédiments d'oueds et effluents industriels de l'Est Algérien. Thèse de doctorat d'université Joseph Fourier. Grenoble I.
- 27. Cheru, 1980.** Études et réalisation en urbanisme. Recueil sur la zone industrielle d'El-Hadjar. 42 p.
- 28. Clanler. J et Perret. J-M et Duchène. P et Cotteux. E., 1999.** Aide au diagnostic des stations d'épuration par l'observation microscopique des boues activées. France : Cemagref. 154p.
- 29. Claude. J et Balvay. G., 2007.** Le léman et sa vie microscopique. Paris : QUAE. 220p.
- 30. CMEF, 1999.** Circuits du ministère de l'environnement française du 16 mars 1999
- 31. CNB, 2001.** Le Comité National sur l'épandage des Boues d'épuration urbaines, 2001. Les boues d'épuration municipales et leur utilisation en agriculture. Collection « valorisation agricole des boues d'épuration ». Ed. ADEME, France.
- 32. CNES, 2000.** Conseil National Economique et Social, « L'eau en Algérie : le grand défi de demain». Avant-projet de rapport – XVe session plénière. Alger, 2000.
- 33. Coste.C et Loudet. M, 1987.** L'assainissement en milieu urbain ou rural. Tome 2 : L'épuration et les traitements. 2éme édition. Paris : le moniteur : 271 p.
- 34. CTH, 2008.** Organisation nationale de contrôle technique de la construction hydraulique CTH agence régionale EST-Sétif., 2008
- 35. De Villers. J et Squilbin. M et Yourassowsky. C, 2005.** Analyse physico-chimiques et chimique des eaux -cadre général-. IBGE, observation des donnés de l'environnement. 16p.

- 36. Djeddi.H, 2007.** Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines. Thèse du diplôme de Magistère en écologie et environnement. Constantine : Faculté des sciences de la nature et de la vie département des sciences de la nature et de la vie. 144p.
- 37. Djermakoye MM, 2005.** Les eaux résiduaires des tanneries et des teintureries : caractéristiques physico-chimiques, bactériologiques et impact sur les eaux de surface et les eaux souterraines. Thèse de Pharmacie, Université de Bamako, Mali.
- 38. Djesjardins. R., 1997.** Traitement des eaux. 2ème édition. Canada : Presses internationales polytechniques. 304p.
- 39. Didier. B., 2006.** Physique-chimie. 5ème édition. États-Unis : Bréal, Rosny. 211p.
- 40. Farincau. j et Morot. Gaudry. J-F, 2011.** La photosynthèse : processus physiques, moléculaires et physiologiques. Paris : Quae. 397 p.
- 41. Faurie C. Ferra CH. Medori P, et al, 2012.** Écologie : Approche scientifique et pratique. 6^{ème} édition. LavoIsir. 354p. ISBN : 978-2-7430-13103-3.
- 42. Gaid.A, 1984.** Épuration des eaux usées. Tome I et II. Alger. 261p.
- 43. Gaid. A. E., 1993.** Traitement des eaux usées urbains. Paris : technique de l'ingénieur. 28p.
- 44. Gamarasni M A., 1984.** Utilisation agricole des boues d'origines urbaines. Source. Paris. AFEE, 128p.
- 45. Gaujous. D., 1995.** La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire. France : Lavoisier technique et documentation. 22p.
- 46. Gerin. B et Chauvin. C et Menard. F., 2003.** Cours d'eau et indices biologiques : pollutions, méthodes. IBGN. 2ème édition. Dijon : EDUCAGRI. 328p.
- 47. Gourgand J. Larpeut M et Sanglier j.** Biotechnologie principes et méthodes, p 668, 670. Ed. Rion Paris 1998.
- 48. Grauzilles. C., 2009.** Infectiologie et hygiène gestion des risques et soins infirmières. Paris : Elsevier, Masson. 173p.
- 49. Grègorio.C et Badot. P-M., 2007.** Traitement et épuration des eaux usées industrielles pollués : Procédés membranaires bioadsorption et oxydation chimique. France : Presses universitaire de Franche-Comté. 351p.
- 50. Guillard. J.F et Romana. L. A., 1996.** La mer et les rejets urbains. France : IFREMER. 244p.
- 51. Guillet. F et Bonnefoy. C et Leyal. G., 2002.** Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaires. Paris : Doin. 249p.

- 52. Hade.A., 2002.** Nos lacs : les connaître pour mieux les protéger. Canada : Fides. 359p.
- 53. Henry. C., 2007.** L'eau, un enjeu pour demain. Paris : ellébore-sang de la terre. 347p.
- 54. Hunter. A et Uilenberg. G., 2006.** La santé animale : généralités. Volume 1. Paris : Agricultures tropicales en proche. Liard, CTA, Karthala. 224p.
- 55. Hunter, P.R., Chalmers, R.M., & Syed, Q, 2003.** Household water treatment in developing countries: comparing different intervention types using meta-regression. *Environmental Science & Technology*, 37(23), 5174-5180.
- 56. Jean-Luc Bertrand-Krajewski.** Traitement des eaux usées domestiques et industrielles : conception, dimensionnement et exploitation des ouvrages. Presses des Ponts, 2014.
- 57. Jean Paul Larpent., 2005.** Mémento Techniques de microbiologie : micro-organismes eucaryotes et procaryotes, Structure, Métabolisme. 3éme édition. Paris, Tec.Doc Lavoisier, 1039 p.
- 58. Koop, C.E, 2003.** Emerging and reemerging infectious diseases. *Journal of the American Medical Association*, 289(18), 2381-2382.
- 59. Ladjel. F., 2001.** Exploitation d'une station d'épuration à boues activées. Ed. ONA. 74-75p.
- 60. Larpent.J.P et Larpent Gourgaud.M, 1997.** Mémento Techniques de microbiologie. 3éme édition. Paris : Lavoisier Tech. Doc 1039 p.
- 61. Lavoie. M et Hamilton. B. P. et Campeau .S et Grenier .M et Dillon. P. J., 2008.** Guide d'identification des diatomées des rivières de L'est de Canada. Canada : Québec. 241p.
- 62. Lebres. E et Azizi. D et Hamza. A et Taleb. F et Taouchicht. B., 2002.** Manuel des travaux pratiques. Institut pasteur d'Algérie. 20p.
- 63. Leynaud G, 1968.** Les pollutions thermiques : influence de la température sur la vie aquatique. Paris: Ministère Français de l'agriculture.
- 64. Leviel, Roger, Béchaux, Jacques. Degrémont, 1972.** « Mémento technique de l'eau ».
- 65. Mager. J et Dufresne. C., 2000.** Encyclopédie sécurité et de santé au travail, volume 2. Genève : bureau international du travail. 53-18pp.
- 66. Makhoukh. M. Sba M. Berrahau. A. Van clooster, M.** Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued Moulouya (Maroc oriental). *Larhyss journal*, Décembre 2011.N09, pp 149-169. ISSN 1112-3680.
- 67. Mara, D., Feachem, R., & Cairncross, S, 2007.** Environmental Sanitation. Elsevier
- 68. Martineau. G. P., 1997.** Maladies d'élevage des porcs. 1ère édition. Ed. France agricole. 316p.
- 69. MATE, Juin 2002.** Plan national d'actions pour l'environnement et le développement durable. 41p.

- 70. Meinck. F. Stoof. H et Koulshutter. H, 1977.** Les eaux résiduaires industrielles, 2éme édition. Paris : Masson. 863 p.
- 71. Melquiot. P., 2003.** 1001 mots et abréviation de l'environnement et du développement durable. Lyon: Recyconsult. 190p.
- 72. Mukherjee, A., & Lal, R, 2015.** Reclamation of Water and Soil. Springer.
- 73. Nakib, M., 1986.** " Contribution à l'étude des possibilités d'utilisation des eaux et des boues d'épuration dans l'agriculture : cas des effluents urbains et de laitières". Thèse de magistère
- 74. OIE, 2007.** Office International de l'Eau. Exploitation d'une STEP à boues activées niveau I, 2007.
- 75. Olivier. A et Cécile. L et Raynold. V., Lante., 2006.** Station d'épuration des petites collectivités : Méthodologie et analyse des couts d'investissement et d'exploitation pour unité fonctionnelle. Strasbourg : Cemagref, Girad, Lfremer, Inra. 111p.
- 76. OMS, 1973.** La réutilisation des effluents : méthodes de traitement des eaux usées et mesures de protection sanitaire. Rapport technique N° 517. Genève, Organisation mondiale de la santé. 68 p.
- 77. OPECST, 2001.** O.P.E.C.S.T.2001. Office Parlementaire d'Évaluation des Choix Scientifique et Technologique « les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé »
- 78. Oualil.M-S, 2009.** Cours de procédés unitaires biologiques et traitements des eaux 2éme édition.
- 79. Perez. R., 2009.** Ces algues qui nous entourent : conception actuelle, rôle dans la biosphère, utilisation, culture. France : IFREMER. 359p.
- 80. Peter.H.R et Georges. O et Kenneth. A. M et Jonathan. B. L et Susan. S, 2001.** Biologie Americ: l'université d'Ilowa. 1083 p.
- 81. Peuportier. B., 2008.** Éco-conception des bâtiments et quartiers. Paris : école des Mines. 101p.
- 82. Pierre.M, 2003.** 1001 Mots et Abréviation de l'environnement et du développement durable. France: Recyconsult. 194p.
- 83. Pr.BEZZAR.A, 2019.** Université Abou-Bakr Belkaid,Tlemcen, Génie Civil, l'Assainissement 2019.
- 84. Prescott. L. M et Harley. J. P et Klein. D.A., 2010.** Microbiologie. 3éme édition. Paris : groupe de Boech. 1049p.
- 85. Ramade F, 2002.** Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. 2éme édition. Paris : Dunod, 1075p.
- 86. Raymond. D., 1997.** Le traitement des eaux. 2éme édition. Canada : presses internationales polytechniques. 293p.
- 87. Rejsek F, 2002.** Analyse des eaux aspect réglementaire et technique CRDP aquitaine,1830p.

- 88. Rémy, Gourdon., 2001.** Traitement biologique des déchets.
- 89. Rodier.J, 1996.** L'analyse de l'eau. 8éme édition. Paris : Dunod, 1383p.
- 90. Rodier.J et Legube. B. Merlet. N et Brunet. R, 1978.** L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 6éme édition. Paris : Dunod.1383p.
- 91. Rodier.J et Legube. B. Merlet. N et Brunet. R, 2005.** L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8éme édition. Paris : Dunod.1383p.
- 92. Satin.M et Selmi. B, 1999.** Guide technique de l'assainissement. 2éme éd. Paris : le mortier. 680p.
- 93. Semple, K.T., Reid, B.J., Fermor, T.R., 2001.** Impact of composting strategies on the treatment of soils contaminated with organic pollutants. Environmental Pollution, 112.
- 94. SPDE, 2006.** Syndicat professionnel des entreprises de services d'eau et d'assainissement, 2006. « La valeur azotée des boues résiduaires de station d'épuration urbaines ».
- 95. Suzanne.S et Brenda. B, 1994.** Soins infirmiers en médecine et en chirurgie : BRUNNER SUDDARTH. 3éme édition. Bruxelles : Deboeck université : 2081 p.
- 96. Tchobanoglous G, Burton F., & Stensel, H. D, 2003.** Wastewater Engineering : Treatment and Reuse. McGraw-Hill Education.
- 97. T.I.** Traité de l'environnement, Technique de l'ingénieur, Volume G1210.
- 98. Tranzarella. S et Mamecier. A., 2005.** Perception et communication chez les animaux. Bruxelles : De Boeck et Lorcier. 396p.
- 99. UN 2002.** Sommet mondial du développement durable de Johannesburg. Profile de l'Algérie,2002,79p.
- 100. UNEP, 2016.**United Nations Environment Programme. (2016). Wastewater management : a UN-Water analytical brief.
- 101. Vallée .C et Bilodeau. G et Laraudiere. C. J., 1999.** Les techniques de culture en multi cellules. Canada : Institut Québécois des développements de l'horticulture ornementale. 394p.
- 102. Vilginés. R., 2010.** Eau, environnement et santé publique. 3éme édition. Paris : Lavoisier. 206p.
- 103. Wehner. R et Gelring. W., 1999.** Biologie et physiologie animales : Bases moléculaires, cellulaires, anatomiques et fonctionnelles, orientation comparée et évolutive. 23éme édition. Bruxelles : De Boeck université. 844p.
- 104. Wery. M., 1995.** Protozoologie médicale. Bruxelles : De Boeck université. 276p.
- 105. Wu, B., Wang, H., Zhang, Y., He, Y., Feng, X., & Zhang, J. 2016.** Pollution characteristics of domestic sewage. Journal of Environmental Sciences, 41, 108-118.



Annexes

Annexes I

Historique de fonctionnement :

La mise en service en 28 octobre 2011

Le début d'exploitation de la STEP en 1 juillet 2012 géré par ONA (Office National d'Assainissement)

Mode de gestion : 150000 Eq/hab phase 2025, avec une extension à 210 000 équivalents habitants pour l'horizon 2040.

Débit nominal : dimensionné pour un débit journalier maximal de 18 269 m³/j, avec une pointe de temps sec de 1273 m³/h à l'horizon 2025.

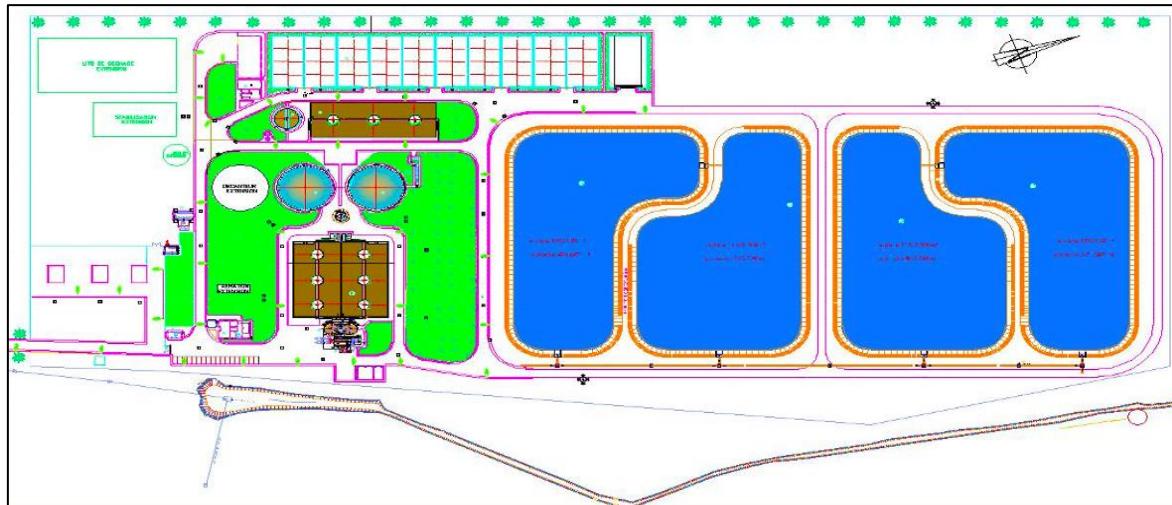


Figure annexe 1 : Plan d'aménagement générale de la STEP d'Ain Oulmène

Annexe II



Les tubes d'essai



Réactif pour DCO
(Bichromate de potassium)



Centrifugeuse



Dessiccateur



Agitateur magnétique



OxiTop



Inhibiteur de Nitrification



les barreaux magnétiques



support de NaOH



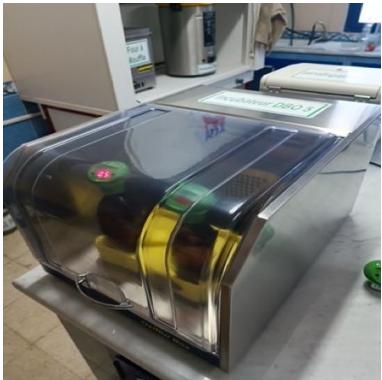
Pastilles de NaOH



La graisse de fermeture



Four à moufle



Incubateur de DBO5



Distillateur



Les creuses + les papiers filtre



Lamel de microscope



Armoire de stockage



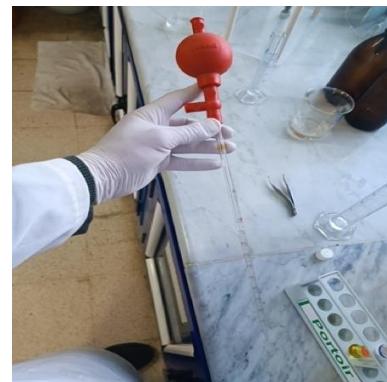
Thermorégulatrice



Hotte chimique



Multi paramètres



Pipette à poire

Annexe III

Tableau 7 : Résultats des analyses physico-chimiques (Chaque jour -moyenne semaine-)

Paramètres		pH	T (°C)	Conductivité (µs/cm)	O ₂ (mg/l)	MES (mg/l)
S 1	EB	8.2	12.6	2701	0.44	325
	EE	7.7	14.4	2222	1.88	4.7
S 2	EB	7.9	15	2575	0.36	430
	EE	7.2	16.3	2224	1.74	9.5
S 3	EB	8.2	15.2	2850	0.29	570
	EE	7.5	16.4	2240	1.59	13,5
S 4	EB	8.2	17.3	2725	0.35	440
	EE	7.9	18.0	2196	1.71	9.3
S 5	EB	8.1	16.6	2615	0.38	410
	EE	7.8	17.7	2178	1.65	11.4
S 6	EB	8.0	18.1	2735	0.28	541
	EE	7.8	18.9	2152	1.51	16
S 7	EB	8.3	17.9	2831	0.33	458
	EE	7.9	18.7	2184	1.44	17.5
S 8	EB	8.2	19.9	2777	0.31	480
	EE	7.9	20.5	2222	1.49	14.6
S 9	EB	8.0	20.8	2848	0.29	536
	EE	7.7	21.2	2190	1.53	12.2
S 10	EB	7.9	20.6	2714	0.26	587
	EE	7.6	21.0	2158	1.55	11.8
S 11	EB	8.2	18.3	2653	0.25	591
	EE	7.8	19.1	2138	1.69	11.1
S 12	EB	8.1	19.4	2437	0.32	389
	EE	7.9	19.7	2116	1.68	11.7

Tableau 8 : Résultats des analyses physico-chimiques (Chaque semaine)

Paramètres		DBO5 (mg/l)	DCO (mg/l)
S 1	EB	230	813
	EE	10	71
S 2	EB	210	735
	EE	6	77
S 3	EB	220	1208
	EE	12	79
S 4	EB	190	901
	EE	9	69
S 5	EB	270	1011
	EE	8	65
S 6	EB	390	989
	EE	11	68
S 7	EB	520	927
	EE	9	54
S 8	EB	580	847
	EE	10	51
S 9	EB	560	906
	EE	11	55
S 10	EB	540	1070
	EE	10	62
S 11	EB	510	971
	EE	11	59
S 12	EB	300	523
	EE	10	47

Tableau 9 : Résultats des analyses physico-chimiques (Chaque semaine)

		S 2	S 4	S 6	S 8	S 10	S 12
Ammoniac (mg/l)	EB	49.9	48.2	36.5	52	65.5	24.1
	EE	2.16	2.28	2.5	0.75	2	1.68

Tableau 10 : Les normes des analyses physico-chimiques en Algérie

Paramètres	Unités	Normes	Normes recommandées par la STEP
Température	°C	30	30
pH	-	6.5 - 8.5	6 - 8
Conductivité	µs/cm	1250	-
DBO5	mg/l	30	40
DCO	mg/l	90	76 (>120)
MES	mg/l	30	30
Phosphates	mg/l	2	-
Nitrates	mg/l	40	-
Nitrites	mg/l	-	-
Azote totale	mg/l	50	-
Hydrocarbure	mg/l	10	-
Détergent	mg/l	1	-
Huiles et graisses	mg/l	20	-

- **Les concentrations moyennes en éléments toxiques sont inférieures aux éléments suivants :**
 - ↳ Cyanures < 0,5 mg/l
 - ↳ Chrome hexavalent < 0,2 mg/l
 - ↳ Somme des métaux lourds : Zn + Pb + Cd + Cr + Ou + Hg + Ni < 10 mg/l
 - ↳ Chacun des métaux Zn, Pb, Cd, Cr, Ou, Ou, Ni < 2 mg/l
 - ↳ Mercure < 0,2 mg/l
 - ↳ Phénols < 5 mg/l
 - ↳ Sulfures (exprimés en S) < 1 mg/l
 - ↳ Sulfites (exprimés en SO₃) < 5 mg/l
 - ↳ Chlorures totaux < 500 mg/l

Annexe IV

- Relations de calcul utilisées pour contrôler le processus d'un STEP :

Débit d'entrée DBO5 (Kg/j)= [Débit d'eau brute (m³/j) * DBO5 d'entrée (mg/l)]/1000

Débit de sortie DBO5 (Kg/j)= [Débit d'eau épuré (m³/j) * DBO5 de sortie (mg/l)]/1000

Flux (charge) (Kg/j)= Débit d'eau brute (m³/j) * Concentration des boues Activées (g/l) * 1000

Charge hydraulique (%)= Débit d'eau brute (m³/j) / Débit nominale (m³/j)

Charge organique (%)= Débit d'entrée DBO5 (Kg/j) / Débit d'entrée DBO5 Nominale (Kg/j)

Rendement épuration (%)= [Débit d'entrée DBO5 (Kg/j) - Débit de sortie DBO5 (Kg/j)] / Débit d'entrée DBO5 (Kg/j)

Charge massique= Débit d'entrée DBO5 (Kg/j) / [Volume BA (m³) * Concentration des boues Activées (g/l) * 0.75]

Charge volumique= Débit d'entrée DBO5 (Kg/j) / Volume BA (m³)

Temps de séjours (h)= Volume BA (m³) / Débit d'eau brute (m³/h)

Age des boues (j)= [Volume BA (m³) * Concentration des boues Activées (g/l)] / [Concentration des boues en excès (g/l) * Débit d'extraction (m³/h)]

Vitesse ascensionnelle (m/h)= Débit d'eau brute (m³/h) / Surface clarificateur (m²)

Charge massique < 0,1
Charge volumique < 0,36

} = Aération prolongée

0,1 < Charge massique < 0,2
0,36 < Charge volumique < 0,7

} = Faible charge

0,2 < Charge massique < 0,5
0,7 < Charge volumique < 1,7

} = Moyenne charge

0,5 < Charge massique < 1
1,7 < Charge volumique < 3

} = Forte charge

Tableau 11 : Les calculs contrôlée du STEP Ain-Oulmène

Volume BA (m3)	5000
Volume clarificateur (m3)	2217
Surface clarificateur (m2)	615,44
Débit nominale (m3/j)	18300
Débit d'entrée DBO5 Nominale (Kg/j)	22875
Débit d'eau brute (m3/j)	4400
Débit d'eau brute (m3/h)	183,3
Débit d'eau épuré (m3/j)	3500
Débit d'entrée DBO5 (Kg/j)	2288,00
Débit de sortie DBO5 (Kg/j)	42,00
Débit d'extraction (m3/h)	35
DBO5 d'entrée (mg/l)	520
DBO5 de sortie (mg/l)	12
Concentration des boues Activées (g/l)	2,35
Concentration des boues en excès (g/l)	10,00
Flux (charge) (Kg/j)	10340000
Charge hydraulique (%)	24,04%
Charge organique (%)	10,00%
Rendement épuration (%)	98,16%
Charge massique	0,26
Charge volumique	0,46
Temps de séjours (h)	27,27
Age des boues (j)	33,57
Vitesse ascensionnelle (m/h)	0,30
Production de boues (Kg MS)	1796,8

Résumé :

Notre étude a pour but d'évaluer l'efficacité d'épuration des eaux usées au niveau de la station d'épuration de AIN OULMÉNE et en même temps le contrôle des paramètres physico-chimiques et microbiologiques d'eau brute et épurée et de la boue activée dans la STEP est estimer le rendement de l'élimination de la charge polluante pour vérifier le système d'épuration par boues activées comme moyen de lutte contre la pollution des eaux, et la protection du milieu environnemental.

A travers les résultats obtenus, on constate que les eaux usées à l'entrée de la station ont une charge polluante élevée, ceci est reflété par des valeurs élevées enregistrées pour certains paramètres comme la DBO5, et la DCO, et en même temps un bon rendement d'élimination du DCO, DBO5 et MES. Et parmi les résultats du contrôle du boue activée et l'observation microscopique, on observe la présence des microfaune prédatrice comme les protozoaires et les métazoaires qui signifient de bon état de fonctionnement de bassin d'aération.

Après le traitement, les eaux épurées deviennent aux normes des rejets imposées par l'ISO, ce qui traduit l'efficacité de l'épuration et le bon fonctionnement de la STEP Ain Oulmène.

Mots clé : STEP (Station de Traitement des Eaux Polluée), paramètres physico-chimique, eau épurée, eau brute, la pollution.

ملخص :

تهدف دراستنا إلى تقييم كفاءة معالجة مياه الصرف الصحي في محطة معالجة مياه المستعملة ببلدية عين ولمان وفي نفس الوقت استغلال التحاليل الفيزيوكيميائية والميكروبيولوجية للمياه الخام والمياه المتنقاة والحمأة المنشطة في المحطة، من أجل تقييم كفاءة التخلص من حمولة الملوثات والتحقق من نظام التصفية بواسطة الحمأة المنشطة كوسيلة لمكافحة تلوث المياه، وحماية البيئة. من خلال النتائج التي تم الحصول عليها، لوحظ أن مياه الصرف الصحي عند مدخل المحطة لديها حمولة ملوثة عالية، وهذا ينعكس من خلال القيم المرتفعة المسجلة لبعض التحاليل مثل DCO, DBO5 و MES, وفي الوقت نفسه كفاءة جيدة للقضاء على هذه المؤشرات و التحاليل. ومن بين نتائج التحكم في الحمأة المنشطة من خلال المراقبة المجهرية، نلاحظ وجود الحيوانات الدقيقة المفترسة مثل protozoaires و métazoaires مما يدل على حالة عمل جيدة لحوض التهوية. بعد المعالجة لمياه الصرف الصحي، المياه النقية تلبي معايير تفريغها في البيئة التي تفرضها ISO، مما يعكس كفاءة تنقية والأداء السليم لمحطة عين ولمان.

الكلمات الرئيسية : مياه الصرف الصحي، محطة معالجة المياه المستعملة، التحاليل الفيزيوكيميائية و الميكروبيولوجية، المياه الخام، المياه المتنقاة، التلوث.

Summary :

Our study aims to evaluate the efficiency of wastewater treatment at the wastewater treatment station in Ain Oulmène and at the same time to exploit the physicochemical and microbiological analyses of raw water, purified water and activated sludge in the plant, in order to estimate the efficiency of disposal of the pollutant load and to verify the filtration system by activated sludge as a means to combat water pollution, and Environmental Protection.

By the results obtained, it was noted that the wastewater at the entrance to the station has a high pollutant load, and this is reflected by the high values recorded for some analyses such as DBO5, DCO and MES and at the same time a good efficiency of eliminating these indicators and analyses. Among the results of the control of activated sludge through microscopic observation, we note the presence of predatory micro-animals such as protozoaires and métazoaires, which indicates a good working condition of the aeration Basin.

After treatment for wastewater, purified water meets the standards of discharged into the environment imposed by ISO, reflecting the purification efficiency and proper functioning of the Ain Oulmène station.

Keywords : wastewater treatment, physicochemical and microbiological analyses, water pollution, wastewater treatment station.