



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة وهران 2 محمد بن أحمد
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

معهد الصيانة و الأمن الصناعي
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Département : Sécurité Industrielle et Environnement

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Hygiène et sécurité industrielle
Spécialité : Sécurité prévention et intervention

Thème

**Efficacité des traitements des eaux usées sur l'élimination
des risques chimiques et sanitaires sur la population
(STEP d'Ain Temouchent)**

Présenté par :

KEDDAR Mimoun et MANKOURI Mohamed

Devant le jury composé de :

| Nom et Prénom | Grade | Etablissement | Qualité |
|----------------------|--------------|---------------------------|------------------|
| Dr. Chahmana S. | MCB | IMSI, Université d'Oran 2 | Président |
| Dr. Moulessehoul A. | MAB | IMSI, Université d'Oran 2 | Encadreur |
| Dr. Aoumeur N. | MAB | IMSI, Université d'Oran 2 | Examineur |

Année 2020/2021

DÉDICACE

On dédie ce modeste travail :

À nos très chers parents sources inépuisables d'amour, d'affection et de sacrifices. Que ce travail soit pour eux un témoignage de l'affection qu'on porte à leur égard et de notre reconnaissance pour leur inéluctable patience et leur dévouement.

Et on tient à dédier ce travail à tous nos amis qui nous ont aidés de près ou de loin pour la réalisation de ce travail.

REMERCIEMENTS

A l'issue de ce travail de recherche, on tient tout particulièrement à remercier en premier M^{me} Moulessehoul Atika, Maître assistant (B) à l'Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed, qui nous a encadré pour ce mémoire et qui nous a aidé par son savoir-faire.

On exprime nos profonds remerciements au personnel de la station d'épuration d'Ain Temouchent, pour leur aide précieuse en nous permettant d'assister et de suivre toutes les étapes des analyses physico chimiques avec eux, ainsi que pour leurs précieux conseils.

L'occasion est du jour pour remercier également tous ceux qui ont accepté d'associer leurs compétences et leurs savoirs afin de juger ce travail :

A M^{me} Chahmana Safia, Maître de Conférences (B) à l'Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed, qui nous a fait l'honneur de présider le jury de cette soutenance. On lui adresse nos respectueux remerciements.

A M^{me} Aoumeur Nabila, Maître assistant (B) à l'Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed, pour nous avoir fait l'honneur de juger ce travail.

Enfin, on exprime nos sincères remerciements à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Sommaire

Chapitre I: Généralités sur eaux usées

| | |
|--|---|
| Introduction..... | 1 |
| 1.1.Composition et structure..... | 1 |
| 1.2.Composition chimique..... | 1 |
| 1.3.Structure de la molécule d'eau..... | 1 |
| 2. Etats physiques..... | 2 |
| 2.1 L'état vapeur..... | 2 |
| 2.2 L'état solide..... | 2 |
| 2.3 L'état liquide..... | 2 |
| 3. Définition des eaux usées..... | 2 |
| 4.1 Origine des eaux usées | 2 |
| 4.2 Les eaux industrielles | 3 |
| 4.3 Les eaux agricoles | 3 |
| 4.4 Les eaux pluviales | 4 |
| 5. Définition de la pollution | 4 |
| 6. Les différents types de pollution | 4 |
| 6.1 La pollution physique | 4 |
| 6.2 La pollution chimique | 5 |
| 6.3 La pollution biologique | 5 |
| 7. Origine de la pollution | 5 |
| a. La pollution domestique | 5 |

Sommaire

| | |
|--|---|
| b. La pollution par matière en suspension | 5 |
| c. La pollution par les substances chimiques | 6 |
| d. La pollution urbaine | 6 |
| e. La pollution agricole | 6 |
| f. La pollution industrielle | 6 |
| 8. Pollution des eaux résiduaires urbaines (ERU) | 7 |
| 8.1 Matières en suspension (MES) | 7 |
| 8.2 Matière organique | 7 |
| 8.2.1 Demande chimique en oxygène (DCO) | 7 |
| 8.2.2 Demande biochimique en oxygène (DBO5) | 7 |
| 8.2.3 Carbone organique total (COT) | 7 |
| 8.3 Matières azotée | 8 |
| 8.4 Matières phosphorée | 8 |
| 8.5 Microorganismes | 8 |
| 9. Normes de rejets des eaux usées | 9 |
| a. Normes internationales | 9 |
| b. Normes de rejet appliquées en Algérie | 9 |

Sommaire

Chapitre II: Procédés d'épuration des eaux usées

| | |
|--|----|
| Introduction | 12 |
| 1. Les étapes de traitement des eaux usées | 12 |
| 1.1 Les prétraitements | 12 |
| 1.1.1 Le dégrillage | 12 |
| 1.1.2 Le dessablage | 12 |
| 1.1.3 Le dégraissage – déshuilage..... | 13 |
| 1.2 Le traitement primaire | 14 |
| 1.2.1 La Coagulation floculation..... | 14 |
| 1.2.2 La décantation..... | 15 |
| 1.2.3 La filtration..... | 15 |
| 1.3 Le traitement secondaire (biologique) | 16 |
| 1.3.1 Le Traitement anaérobies | 16 |
| 1.3.2 Traitement aérobie | 17 |
| 1.3.2.1 Les lits bactériens | 17 |
| 1.3.2.2 Les boues activées | 18 |
| 1.3.3 Le lagunage | 19 |
| 1.3.3.1 Lagunage naturel | 20 |
| 1.3.3.2 Lagunage aéré | 21 |
| 1.3.3.3 Lagunage à microphytes..... | 20 |

Sommaire

| | |
|--|----|
| 1.4 Les traitements tertiaires..... | 23 |
| 1.4.1 L'élimination de l'azote | 24 |
| 1.4.2 L'élimination du phosphore | 24 |
| 1.4.3 La désinfection..... | 25 |

Chapitre III: Description de la STEP d'Ain Temouchent

| | |
|--|----|
| 1. Présentation de la STEP d'Ain T'émouchant | 26 |
| 1.1. Fiche technique de la STEP | 26 |
| 2. Situation géographique | 27 |
| 3. Les installations de la STEP d'Ain Temouchent | 29 |
| 3.1. Description du fonctionnement de la STEP | 30 |
| 3.2. Déversoir d'orage | 31 |
| 3.2.1. Prétraitement | 31 |
| A- Dégrillage | 31 |
| A.1. Grille verticale mobile de secours | 32 |
| A.2- Grille mécanisée grossière | 32 |
| B- Piège à sable | 32 |
| B.1- Grilles fines motorisées | 33 |
| C- Contrôle de débit à ultrason | 34 |
| D- Poste de relevage | 34 |
| E- Répartiteur de débit à l'entrée des dessableurs | 35 |

Sommaire

| | |
|---|----|
| F- Dessableurs –déshuileurs | 35 |
| 3.2.2. Traitement biologique | 36 |
| A- Bassins d’aération | 36 |
| A.1- Décanteur secondaire (02 unités) | 37 |
| 3.2.3. Traitement tertiaire | 38 |
| A- Le clarifloculateur | 38 |
| B- Bassin de désinfection | 39 |
| 3.2.4. Description des ouvrages de traitement de la filière boues | 39 |
| A. Recyclage et évacuation des boues en excès | 39 |
| B- Déshydratation des boues..... | 40 |
| B.1 - Lits de séchage | 40 |
| B.2 - Bande presseuse (2 unités) | 41 |
| Conclusion | 41 |

Chapitre IV: Suivi du traitement des eaux usées de la STEP

| | |
|--|----|
| Introduction..... | 42 |
| 1. L’analyse des paramètres physiques chimiques de la STEP d’Ain Temouchent..... | 43 |
| 1.1. Les Résultats des analyses des eaux usées suivent le laboratoire de la STEP d’Ain Temouchent Dans les 4 semaines : 04/01/2021 – 13/01/2021- 19/01/2021-26/01-2021..... | 43 |
| 1.2. Les Résultats des analyses des eaux suivent le laboratoire de la STEP d’Ain Temouchent Dans les 4 semaines : 02/02/2021 – 09/02/2021- 15/02/2021-22/02/2021 | 44 |

Sommaire

| | |
|---|----|
| 1.3. Les Résultats des analyses des eaux usées suivent le laboratoire de la STEP d'Ain Temouchent Dans les 4 semaines : 02/03/2021 – 09/03/2021- 16/03/2021- 23/03/2021..... | 45 |
| 1.4. Les Résultats des analyses des eaux usées suivent le laboratoire de la STEP d'Ain Temouchent Dans les 4 semaines : 29/03/2021 – 05/04/2021- 12/04/2021-20/04/2021..... | 46 |
| 1.5. Les Résultats des analyses des eaux usées suivent le laboratoire de la STEP d'Ain Temouchent Dans les 4 semaines : 03/05/2021 – 10/05/2021- 17/05/2021- 24/05/2021..... | 47 |
| 2. Performance de la STEP de l'année 2021..... | 48 |
| 2.1. Matières en suspension (MES) | 48 |
| 2.2. La demande biochimique en oxygène (DBO ₅) | 49 |
| 2.3. La demande chimique en oxygène (DCO) | 50 |
| 2.4. l'azote de l'ion ammoniacal (N-NH ₄ ⁺) | 52 |
| 2.5. Oxygène (O ₂) | 53 |
| 2.6 : les nitrites (N- NO ₂) ⁻ | 54 |
| 2.7. L'azote ammoniacal (N- NO ₃) ⁻ | 56 |
| 2.8. Phosphore Total (PT) | 57 |
| 2.9. Phosphate (PO ₄) ³⁻ | 58 |
| 2.10. La température (T°C) | 59 |
| 2.11. Le pH | 60 |
| 3. Discussion générale | 61 |
| Conclusion générale | 62 |

Liste des figures

Partie Bibliographique

| | |
|--|----|
| Figure II.1 : Photo d'un dégrilleur | 13 |
| Figure II.2 : Photo d'un dessableur | 13 |
| Figure II.3 : Photo d'un dégraisseur-déshuileur | 14 |
| Figure II.4 : Système de la filtration..... | 16 |
| Figure II.5 : Types de station d'épuration par voie anaérobie | 17 |
| Figure II.6 : Schéma de principe d'une station d'épuration par lit bactérien | 18 |
| Figure II.7 : Schéma de principe d'une station d'épuration à boues activées | 19 |
| Figure II.8 : Schéma de principe d'une station d'épuration par lagunage naturel constituée de trois bassins..... | 20 |
| Figure II.9 : Photo d'une lagune aérée | 22 |
| Figure II.10 : Lagunage macrophytes..... | 23 |
| Figure II.11 : Principe d'Elimination de l'azote | 24 |
| Figure II.12 : Principe d'Elimination de phosphore au moyen de chlorure ferrique dans une station d'épuration biologique..... | 25 |

Partie Expérimentale

| | |
|---|----|
| Figure III.1 : Localisation de la STEP de d’Ain Témouchent..... | 27 |
| Figure III.2 : Plan d’ensemble de la station d’épuration d’Ain Temouchent..... | 29 |
| Figure III.3 : Déversoir d’orage..... | 31 |
| Figure III.4 : Grille verticale manuelle..... | 32 |
| Figure III.5 : Grille mécanisée grossière..... | 32 |
| Figure III.6 : Piège à sable..... | 33 |
| Figure III.7 : Evacuation des sables..... | 33 |
| Figure III.8 : Grille fine | 34 |
| Figure III.9 : Débit mètre à ultrason | 34 |
| Figure III.10 : Poste de relevage | 35 |
| Figure III.11 : Dessableur –déshuileur | 36 |
| Figure III.12 : Bassin d’aération | 36 |
| Figure III.13 : Décanteur secondaire | 38 |
| Figure III.14 : Clarifloculateur | 38 |
| Figure III.15 : Bassin de désinfection | 39 |
| Figure III.16 : Epaisseur | 40 |
| Figure III.17 : Lits de séchage | 40 |

| | |
|---|----|
| Figure III.18 : Bande presseuse | 41 |
| Figure IV.1 : Variation moyenne de la concentration des matières en suspension (MES) à l'entrée et à la sortie de la STEP | 48 |
| Figure IV.2: Variation moyenne de la demande biologique en oxygène (DBO₅) à l'entrée et à la sortie de la STEP | 50 |
| Figure IV.3: Variation moyenne de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et à la sortie de la STEP. | 51 |
| Figure IV.4 : variation moyenne de l'azote ammoniacal (N-NH₄⁺) à l'entrée et à la sortie de la STEP | 52 |
| Figure IV.5 : variation moyenne d'Oxygène O₂ à l'entrée et à la sortie de la STEP | 54 |
| Figure IV.6 : variation moyenne des nitrites (N-NO₂) à l'entrée et à la sortie de la STEP. | 55 |
| Figure IV.7 : variation moyenne de L'azote ammoniacal (N- NO₃) à l'entrée et à la sortie de la STEP. | 56 |
| Figure IV.8: Variation moyenne de phosphate total (PT) à l'entrée et à la sortie de la STEP. .. | 57 |
| Figure IV.9: Variation moyenne de Phosphate (PO₄) à l'entrée et à la sortie de la STEP. | 58 |
| Figure IV.10: Variation moyenne de la température T °C à l'entrée et à la sortie de la STEP. ... | 59 |
| Figure IV.11 : Variation moyenne du pH de l'eau brute et de l'eau traitée | 60 |

Liste des tableaux

Partie Bibliographique

| | |
|--|----|
| Tableau I.1 : Normes des rejets internationale | 9 |
| Tableau I.2 : Valeurs limites des paramètres de rejet dans un milieu récepteur..... | 11 |
| Tableau II.1: Avantages et les inconvénients de boues activées..... | 19 |
| Tableau II.2: Avantages et les inconvénients de lagunage naturel..... | 21 |

Partie Expérimentale

| | |
|--|----|
| Tableau III.1 : Estimation de la population et des débits | 28 |
| Tableau III.2 : Débit des eaux usées sur les deux horizons de projets | 28 |
| Tableau III.3: Charges polluantes | 28 |
| Tableau III.4: Concentrations des polluants à l'entrée et à la sortie de la STEP | 29 |
| Tableaux IV.1 : Résultats de l'auto-surveillance ENTREE – SORTIE (moyenne) Janvier 2021 | 43 |
| Tableaux IV.2 : Résultats de l'auto-surveillance ENTREE – SORTIE (moyenne) Février 2021 | 44 |
| Tableaux IV.3 : Résultats de l'auto-surveillance ENTREE – SORTIE (moyenne) Mars 2021 | 45 |
| Tableaux IV.4 : Résultats de l'auto-surveillance ENTREE – SORTIE (moyenne) Avril 2021 | 46 |
| Tableaux IV.5 : Résultats de l'auto-surveillance ENTREE – SORTIE (moyenne) Mai 2021 | 47 |

| | | |
|--|---|----|
| Tableaux IV.6 : Résultats de l’auto-surveillance | ENTREE – SORTIE (MES mg/l) Année | |
| 2021 | | 48 |
| Tableaux IV.7 : Résultats de l’auto-surveillance | ENTREE – SORTIE (DBO ₅ mg/l) Année | |
| 2021 | | 49 |
| Tableaux IV.8 : Résultats de l’auto-surveillance | ENTREE – SORTIE (DCO mg/l) Année | |
| 2021 | | 51 |
| Tableaux IV.9 : Résultats de l’auto-surveillance | ENTREE – SORTIE (N-NH ₄ mg/l) | |
| Année 2021 | | 52 |
| Tableaux IV.10 : Résultats de l’auto-surveillance | ENTREE – SORTIE (O ₂ mg / l) Année | |
| 2021 | | 53 |
| Tableaux IV.11 : Résultats de l’auto-surveillance | ENTREE – SORTIE (N-NO ₂ mg/l) | |
| Année 2021 | | 55 |
| Tableaux IV.12 : Résultats de l’auto-surveillance | ENTREE – SORTIE (N-NO ₃ mg/l) | |
| Année 2021 | | 56 |
| Tableaux IV.13 : Résultats de l’auto-surveillance | ENTREE – SORTIE (PT mg/l) Année | |
| 2021 | | 57 |
| Tableaux IV.14 : Résultats de l’auto-surveillance | ENTREE – SORTIE (PO ₄ mg/l) Année | |
| 2021 | | 58 |
| Tableaux IV.15 : Résultats de l’auto-surveillance | ENTREE – SORTIE (T °C mg/l) Année | |
| 2021 | | 59 |
| Tableaux IV.16 : Résultats de l’auto-surveillance | ENTREE – SORTIE (PH mg/l) Année | |
| 2021 | | 60 |

Liste des abréviations

°C : Degré Celsius.

CE : Conductivité Electrique ($\mu\text{s}/\text{cm}$).

Cv : La charge volumique exprimé en ($\text{Kg DBO}_5/\text{Kg MVS.j}$).

DBO₅ : Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours (mg/l).

DCO : Demande Chimique en Oxygène (mg/l).

MES : Matière En Suspension (mg/l).

MMS : matière minérales sèche (mg/l

N: Azote organique.

NH₄⁺: l'azote ammoniacal (mg/l).

NH₃: ammoniac (mg/l).

NO₂⁻: nitrites (mg/l).

NO₃⁻: nitrates (mg/l).

NT: Azote Total.

ONA : Office National d'Assainissement.

pH : potentiel Hydrogène.

PO₄⁻³: ortho phosphates (mg/l).

O₂ : Oxygène

PT : Phosphore Total

T°C : la température

Résumé

Résumé :

Les rejets incontrôlés d'eaux usées engendrées par nos activités dans les milieux naturels sont chargés en polluants et constituent un risque pour les milieux aquatiques et les écosystèmes ainsi que des risques sanitaires liés à une réutilisation des eaux usées non épurées. De ce fait il est important d'avoir recours à l'épuration des eaux qui consiste en l'utilisation d'ensembles de techniques servant à purifier l'eau soit pour réutiliser ou recycler les eaux usées dans le milieu naturel. Dans ce contexte le travail de ce mémoire a eu pour objectif l'étude et le suivi de la performance de la station d'épuration de la wilaya d'Ain Témouchent.

Le contrôle de la STEP s'est fait par le suivi des variations de l'ensemble des paramètres physico- chimiques et du process sur une série d'exploitations de données mensuelles et annuelles, l'étude de comparaison de l'élimination de la charge polluante s'est faite en comparant les teneurs de ces dernières à l'entrée puis à la sortie de la STEP. Nous avons conclu de par nos résultats que les eaux épurées correspondaient aux normes de rejets et ne constituaient donc aucun risque sanitaire pour la population.

Mots clés : Eaux usées – risque sanitaire – épuration- charges polluantes- réutilisation.

Abstract :

The uncontrolled discharges of wastewater generated by our activities into natural environments are loaded with pollutants and constitute a risk for aquatic environments and ecosystems, as well as health risks linked to the reuse of untreated wastewater. Therefore it is important to resort to water purification which consists of the use of sets of techniques used to purify water either to reuse or recycle wastewater in the natural environment. In this context, the work of this thesis aimed to study and monitor the performance of the wastewater treatment plant in the wilaya of Ain Témouchent.

The station was checked by monitoring the variations of all the physicochemical parameters over a series of monthly and annual data operations, the comparison study of the elimination of the charge polluting was done by comparing the contents of the latter at the entrance then at the exit of the station. We concluded from our results that the purified water corresponded to discharge standards and therefore did not constitute any health risk for the population.

Keywords: Wastewater - health risk - purification - polluting loads - reuse.

Introduction générale

Introduction générale

Introduction :

La qualité de l'eau constitue un enjeu environnemental essentiel et très important et de nos jours les activités anthropiques génèrent des volumes très importants d'eaux usées et effluents industriels qui, sans traitement adéquat, contaminent les milieux récepteurs. Les polluants contenus dans les eaux usées sont de diverses d'origines, telles que les industries, l'agriculture, les ménages, les transports et l'urbanisation, de ce fait les eaux usées peuvent commodément être regroupées en eaux usées domestiques, agricoles ou industrielles.

Le rejet de ces eaux dans le milieu naturel est la principale source de pollution qui affecte les cours d'eau et plus généralement tout le milieu naturel avec de nombreux polluants. La charge de ces matières polluantes dans une eau est évaluée par des paramètres (les matières en suspension, le pH...ect) et afin de remédier à cette problématique et d'éliminer (ou réduire) les substances polluantes on doit avoir recours à un analyse de ces dernières qui est fait lors d'un traitement dans une station d'épuration. Dans ce travail de mémoire nous nous somme proposé de faire un suivi de la qualité des eaux usées et épurées de la station d'épuration de la wilaya d'Aïn Témouchent, ensuite de les comparer aux normes de réutilisation des eaux usées à des fins d'irrigation.

Le présent mémoire sera articulé comme suit :

Chapitre I : Nous aborderons dans le premier chapitre, un état de connaissance sur les eaux, la pollution des eaux, son origine et ses conséquences dans l'environnement.

Chapitre II : Nous présenterons une description des étapes utilisées dans les traitements des stations d'épuration des eaux usées. Ces notions sont fondamentales pour comprendre le fonctionnement de la station d'épuration que nous aurons choisis par la suite.

Chapitre III : Dans cette partie, nous tenterons de présenter la station d'épuration des eaux d'Ain Temouchent, ainsi que les procédés et les différentes techniques de dépollution que la station utilise.

Chapitre VI : Dans le cadre de discussion des résultats, nous synthétiserons dans ce chapitre les résultats obtenus du suivi des eaux usées à l'entrée de la station et des eaux épurée à sa sortie, en comparant ces derniers entre les deux volets et avec les normes de rejets.

Enfin, pour conclure, les résultats seront discutés et les conclusions orientées en faveur du rendement des procédés utilisés dans la station d'épuration.

Première partie

– *Etude*

Bibliographique

Chapitre I

Généralité sur les eaux usées

Introduction :

Les eaux de surface constituent un écosystème où règne une communauté d'être vivant qui établissent des relations et interactions entre eux et leur milieu. Dans ce fragile équilibre, un seul facteur de l'écosystème est modifié, et c'est l'équilibre qui est perturbé.

C'est ainsi que la présence ou la surabondance d'un élément dans un écosystème dont il est normalement absent constitue une pollution. Les eaux usées contiennent de nombreux éléments polluants. Ces polluants s'ils se retrouvent directement dans les milieux naturels perturbent les écosystèmes (**Boubakeur, 2014**).

Les eaux usées nécessitent d'être traitées avant leur évacuation dans le milieu récepteur, la protection de l'environnement en dépend (**Boubakeur, 2014**).

1. Composition et structure :

1.1 Composition chimique :

L'eau est un corps composé, constitué des éléments oxygène et hydrogène. Ces deux éléments existent chacun sous trois formes isotopiques :

^1_1H (Hydrogène), ^2_1H (deutérium), ^3_1H (tritium) une part et $^{16}_8\text{O}$, $^{17}_8\text{O}$, $^{18}_8\text{O}$ d'autre part.

Les proportions relatives des isotopes ^1_1H , $^{17}_8\text{O}$ et $^{18}_8\text{O}$ sont très faibles. L'eau est donc un mélange de trois molécules, H_2O , D_2O et HDO , H_2O constituant la fraction la plus importante du mélange (> 99,99%). La proportion d'eau lourde D_2O est de l'ordre de 1/5500 (**Shwedt, 1993**).

1.2 Structure de la molécule d'eau :

La composition chimique et la masse molaire de l'eau ne peuvent pas expliquer ses propriétés spécifiques.

- **Caractéristiques géométriques**

- La molécule H-O-H est coudée.

- Angle de valence de 105° ,

- Distance internucléaire H-O = $0,958\text{Å}$

- La différence d'électronégativité entre l'oxygène et l'hydrogène confère à la molécule d'eau un moment dipolaire $\mu = 1,86\text{ D}$ (gaz) et $\mu = 2,01\text{ à }3,0\text{ D}$ (liquide) (**Shwedt, 1993**).

2. Etats physiques :

L'eau peut se présenter sous trois états physiques ou phases : solide (glace) liquide (eau proprement dite) et gaz (vapeur d'eau) (**Rodier et al., 2009**).

2.1 L'état vapeur :

Il est obtenu à partir de 100°C à la pression atmosphérique ; Les molécules sont relativement dépendantes les unes des autres et correspondent au modèle angulaire (**Rodier, 1980**).

2.2 L'état solide :

Il est obtenu en dessous de 0°C sous la pression atmosphérique ; Les molécules sont disposées suivant un tétraèdre avec une molécule d'eau centrale et quatre autres disposées suivant les quatre sommets un tétraèdre régulier. Le réseau cristallin qui en résulte est hexagonal. Les molécules sont assemblées par des liaisons hydrogène, chaque atome d'hydrogène d'une molécule d'eau étant lié à l'atome d'oxygène de la molécule voisine (**Rodier, 1980**).

2.3 L'état liquide :

Au cours de la fusion de la glace, les liaisons hydrogène se rompent, le cristal s'effondre et les molécules se rapprochent les unes des autres, la masse volumique augmente jusqu'à une valeur maximale correspondant à une température de 4°C sous 1 atmosphère (**Rodier et al., 2009**).

3. Définition des eaux usées

Les eaux usées sont toutes les eaux qui parviennent dans les canalisations d'eaux usées et dont les propriétés naturelles ont été 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, 2004**).

4. Origine et composition des eaux usées :

Les eaux usées résultent de la pollution tant physico-chimique que bactériologique des eaux de consommation de bonne qualité, du fait des activités humaines, qu'elles soient domestiques, industrielles ou agricoles (**Rodier et al., 1996**). Ces eaux proviennent de quatre sources principales

:

- Les eaux usées domestiques.
- Les eaux industrielles.
- Les eaux agricoles.

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées

- Les eaux pluviales.

4.1 Les eaux usées domestiques:

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en eaux ménagères, qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines, et sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques, etc. et en eaux vannes ; il s'agit des rejets des toilettes chargés de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux (**Gomella et Guerree, 1978**).

La pollution journalière produite par une personne utilisant de 150 à 200 litres d'eau est évaluée à :

- de 70 à 90 grammes de matières en suspension.
- de 60 à 70 grammes de matières organiques.
- de 15 à 17 grammes de matières azotées.
- 4 grammes de phosphore.

4.2 Les eaux industrielles:

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées.

Dans certains cas, avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte, les eaux industrielles doivent faire l'objet d'un prétraitement de la part des industriels. Elles ne sont mêlées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des usines de dépollution (**Gaujous, 1995**).

4.3 Les eaux agricoles:

L'agriculture est une source de pollution des eaux qui n'est pas du tout négligeable car elle apporte les engrais et les pesticides. Elle est la cause essentielle des pollutions diffuses (**Bontoux, 1993**). Les épandages d'engrais nitrates et phosphatés, sous une forme ou en quantité, telle qu'ils ne seraient pas finalement retenus par le sol et assimilés par les plantes, conduisent à un enrichissement en matières azotées ou phosphatées des nappes les plus superficielles et des eaux des cours d'eau ou des retenues. Parmi les polluants d'origine agricole, il faut tenir compte aussi des détergents se dispersant lors des applications de traitement des cultures (**Gomella et Guerree, 1978**).

4.4 Les eaux pluviales :

Elles peuvent, elles aussi, constituer une source de pollution importante des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles), puis, en ruisselant, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus et métaux lourds...) (**Bontoux, 1993**).

5. Définition de la pollution des eaux :

La pollution est une dégradation d'un milieu naturel par des substances chimiques et des déchets industriels (**Bulletin Officiel, 1995**). Une eau polluée est une eau qui a subi, du fait de l'activité humaine, directement ou indirectement ou sous l'action d'un effet biologique ou géologique, une modification de son état ou de sa composition qui a pour conséquence de la rendre impropre à l'utilisation à laquelle elle est destinée (**Yahiatene et Tahirim, 2010**).

La pollution est une modification défavorable du milieu naturel qui apparaît en totalité ou en partie comme le sous-produit de l'action humaine, au travers d'effets directs ou indirects altérant les modalités de répartition des flux d'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes (**Yahiatene et Tahirim, 2010**). Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou au travers des ressources en produits agricoles, en eau, et autres produits biologiques. Elles peuvent aussi l'affecter en altérant les objets physiques qu'il détient, les possibilités récréatives du milieu ou encore en enlaidissant la nature (**Yahiatene et Tahirim, 2010**).

La pollution de l'eau est due essentiellement aux activités humaines ainsi qu'aux phénomènes naturels. Elle a des effets multiples qui touchent aussi bien la santé publique que les organismes aquatiques (**Comité scientifique de l'environnement, 1965**).

6. Les différents types de pollution :

a. La pollution physique:

On parle de ce type de pollution quand le milieu pollué est modifié dans sa structure physique par divers facteurs. Elle regroupe la pollution mécanique (effluents solides), la pollution thermique (réchauffement de l'eau par des usines) et la pollution atomique (retombées de radioéléments issus des explosions d'armes nucléaires, résidus des usines atomiques et accidents nucléaires) (**Yahiatene et Tahirim, 2010**).

b. La pollution chimique:

Elle est due au déversement des rejets industriels apportant de grandes quantités de substances chimiques dont certaines sont non dégradables (Yahiatene et Tahirim, 2010).

c. La pollution biologique :

Il s'agit de la pollution par les micro-organismes (bactéries, virus, parasites, champignons, efflorescences planctoniques, etc.) (Yahiatene et Tahirim, 2010).

7. Origine de la pollution

Selon l'origine de la pollution, on distingue quatre catégories: pollution urbaine, domestique, agricole et pollution industrielle (Yahiatene et Tahirim, 2010).

a. La pollution domestique:

Les matières organiques que nous rejetons dans les eaux usées proviennent principalement de nos excréations (urines et matières fécales) évacués par les eaux de vannes (eaux des toilettes). Elles contiennent de nombreux micro-organismes, plus ou moins pathogènes. Les pollutions qu'elles engendrent sont doublement problématiques : en raison de leur impact en matière de santé publique et parce qu'elles perturbent les écosystèmes (Yahiatene et Tahirim, 2010).

Cette pollution présente un danger pour les écosystèmes aquatiques. Dans l'eau, en présence d'oxygène, les micro-organismes dits aérobies dégradent la matière organique en composés minéraux, en consommant au passage cet oxygène, par le processus d'oxydation. Ainsi, lorsqu'une eau usée, très riche en matières organiques, est rejetée sans traitement préalable dans les eaux de surface, les micro-organismes aérobies utilisent alors une grande partie de l'oxygène dissous dans l'eau, provoquant la diminution de la quantité d'oxygène disponible pour les autres organismes aquatiques. Or, la vie aquatique dépend de la teneur en O₂ dissous dans l'eau (Yahiatene et Tahirim, 2010).

b. La pollution par matière en suspension :

L'ensemble des particules minérales et organiques en suspension dans l'eau constitue les MES. L'augmentation des MES dans les eaux superficielles provoque l'obscurcissement du milieu : la lumière y pénètre moins bien, et cette perte de luminosité entraîne une diminution de l'activité de photosynthèse. De plus, les MES contiennent des matières organiques qui favorisent, comme on l'a vu, l'activité des micro-organismes aérobies (Yahiatene et Tahirim, 2010).

c. La pollution par les substances chimiques :

On trouve aussi dans les eaux usées domestiques diverses substances chimiques plus ou moins nocives. Ces substances proviennent des différents produits que nous utilisons (**Yahiatene et Tahirim, 2010**). La pollution chimique constitue une réelle menace pour la santé et la survie des espèces. Les techniques d'épuration pour ces produits impliquent des coûts prohibitifs (**Benyagoub, 2011**).

d. La pollution urbaine :

Ce sont les eaux usées des habitations et des commerces entraînent la pollution urbaine de l'eau. Les polluants urbains sont représentés par les rejets domestiques, les eaux de lavage collectif et de tous les produits dont se débarrassent les habitants d'une agglomération notamment des rejets industriels rejetés par de petites entreprises. Le flux déversé est très variable en fonction de l'importance de l'agglomération et de son activité (**Yahiatene et Tahirim, 2010**).

e. La pollution agricole :

L'agriculture, l'élevage, l'aquaculture et l'aviculture sont responsables du rejet de nombreux polluants organiques et inorganiques dans les eaux de surface et souterraines (**Yahiatene et Tahirim, 2010**).

Ces contaminants comprennent à la fois des sédiments provenant de l'érosion des terres agricoles, des composés phosphorés ou azotés issus des déchets animaux et des engrais commerciaux, notamment des nitrates (**Yahiatene et Tahirim, 2010**).

f. La pollution industrielle :

Les rejets liquides industriels véhiculent une importante pollution organique et toxique. Il s'agit de différents déchets provenant des industries diverses qui sont principalement installées au niveau du rivage à la fois pour se débarrasser des déchets directement et pour faire refroidir leurs machines (**Yahiatene et Tahirim, 2010**). Ce type de pollution peut avoir un effet toxique sur les organismes vivants et nuire au pouvoir d'autoépuration de l'eau, ou causer l'accumulation de certains éléments dans la chaîne alimentaire (**Yahiatene et Tahirim, 2010**).

L'impact des rejets industriels sur la qualité de l'eau est fonction de leur affinité avec l'oxygène, de la quantité de solides en suspension, et de leurs teneurs en substances organiques et inorganiques. Dans le meilleur des cas, une première étape d'épuration se fait sur le site même

de production, le reste des eaux usées étant ensuite dirigé vers les systèmes de traitement municipaux. Malheureusement, pour de nombreuses unités de production, les eaux usées retournent dans un cours d'eau sans traitement préalable, ou insuffisamment assainies (**Yahiatene et Tahirim, 2010**).

8. Pollution des eaux résiduaires urbaines (ERU) :

Les activités domestiques, industrielles, agricoles ou médicales entraînent le rejet dans les eaux usées de nombreuses substances chimiques vers les stations d'épuration. Ces substances sont rejetées pour la plupart à de faibles concentrations (**Sahnoun, 2019**).

8.1 Matières en suspension (MES) :

Des particules peuvent être d'origine minérale ou organique. Les particules minérales sont généralement inertes du point de vue chimique. Elles augmentent la turbidité de l'eau et font donc obstacle au phénomène réoxygénation par photosynthèse dans le milieu naturel (**Sahnoun, 2019**).

8.2 Matière organique :

Les eaux usées contiennent des milliers de différentes matières organiques. La mesure de chaque matière est impossible, si la matière organique est oxydée la consommation de l'oxygène est traduite par la DBO5 et la DCO (**Henze, 1997 ; Sahnoun, 2019**).

8.2.1 Demande chimique en oxygène (DCO) :

La demande chimique en oxygène représente la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder dans un certain contexte réactionnel toutes les matières biologiques et minérales pouvant l'être (**Joseph, 2008 ; Sahnoun, 2019**).

8.2.2 Demande biochimique en oxygène (DBO5) :

La demande est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder toutes les matières biologiques biodégradables pendant 5 jours à 20 °C. C'est de tous moyens d'évaluer une pollution, le plus ancien, le plus utilisé mais aussi le plus ambigu et par conséquent le plus controversé (**Sahnoun, 2019**).

8.2.3 Carbone organique total (COT) :

Dans ce test le carbone organique est mesuré directement, avec des instruments de mesure, par contre les méthodes indirectes comme la mesure de la DBO5 et la DCO. Ce test mesure la teneur réelle du carbone organique (**Sahnoun, 2019**).

8.3 Matières azotée :

Comme la matière organique, l'azote dans les eaux usées est divisé en plusieurs fractions, les fractions d'azotes sont déterminés par des différents analyses (Azote de Kjeldahl, nitrite, nitrate, ammonium) (**Henze, 1997**).

L'azote est un nutriment essentiel pour les microorganismes responsables du traitement les eaux usées. Dans les stations d'épuration, l'ammonium peut subir des transformations. Dans le procédé de nitrification l'ammonium est oxydé en nitrite et le Nitrite en Nitrate. Dans le procédé de dénitrification les Nitrates sont réduits en gaz d'azote (**Sahnoun, 2019**).

8.4 Matières phosphorée :

Le phosphore total dans les eaux usées domestique est présent sous forme de phosphates selon la distribution suivante :

- Inorganique : polyphosphates et orthophosphates, la source majeure est les détergents et le ménage.
- Organique : lié aux composés organiques des origines physiologique.

Le phosphore peut être sous forme solide :

- Phosphore soluble (inorganique) : principalement polyphosphates et orthophosphate ;
- Phosphore particulaire : lié à la matière organique particulaire dans les eaux usées.

L'importance du phosphore peut être récapitulé dans :

- Le phosphore est essentiel pour la croissance des microorganismes responsable de la stabilisation de la matière organique
- Le phosphore est un nutriment essentiel pour les algues (**Sahnoun, 2019**).

8.5 Microorganismes :

Certains microorganismes ont des noms communs et ils sont classés en utilisant les caractéristiques structurales : *Micro-organismes épurateurs, les bactéries, les algues, les protozoaires*.

Les mécanismes fondamentaux impliqués dans le traitement des eaux usées se basent sur la présence des micro-organismes, essentiellement les bactéries, qui dégradent les matières minérales et organiques pour leur métabolisme ou développement. On distingue principalement deux mécanismes métaboliques (**Matouq et al., 2015**) :

Catabolisme : c'est la phase au cours de laquelle les substances nutritives grosses ou sous forme colloïdales sont dégradées en pyruvate (composés plus petits et plus simples). Elle représente l'ensemble des réactions de dégradation enzymatique et d'oxydation. De l'énergie est libérée au cours de cette phase.

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées

L'anabolisme : Contrairement au catabolisme, l'anabolisme est une activité endothermique qui utilise l'énergie libérée par le processus de catabolisme. Il correspond à l'ensemble des réactions d'oxydation et de dégradation enzymatique (**Sahnoun, 2019**).

9. Normes de rejets des eaux usées :

a. Normes internationales :

La norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépassée ou une limite inférieure à respecter. Un critère donné est rempli lorsque la norme est respectée pour un paramètre donné Une norme est fixée par une loi, une directive, un décret loi. Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé respective pour les eaux usées (**Yahiatene et Tahirim, 2010**).

Tableau I.1: Normes des rejets internationales (**Yahiatene et Tahirim, 2010**).

| Caractéristique | Normes utilisées (OMS) |
|---|------------------------|
| PH | 6.5-8.5 |
| DBO ₅ | < 30 mg/l |
| DCO | < 90 mg/l |
| MES | < 20 mg/l |
| NH ₄ ⁺ | < 0.5 mg/l |
| NO ₂ ⁻ | 1 mg/l |
| NO ₃ ⁻ | < 1 mg/l |
| P ₂ O ₄ ³⁻ | < 2 mg/l |
| Température T | < 30 °C |
| Odeur | Incolore |
| Couleur | Incolore |

b. Normes de rejet appliquées en Algérie :

Les eaux usées collectées, dans les réseaux urbains ou les eaux usées directement émises par les industries, ne doivent être rejetées dans un milieu récepteur naturel (rivière, lac, littoral marin, ou terrain d'épandage) que lorsqu'elles correspondent à des normes fixées par voie réglementaire (**Yahiatene et Tahirim, 2010**). . Le Décret exécutif n° 93-160 du 10 Juillet 1993, du Journal Officiel de la République Algérienne réglementant les rejets d'effluents liquides, définit un rejet

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées

comme tout déversement, écoulement, jets, dépôts directs ou indirects d'effluents liquides dans le milieu naturel (**Journal officiel, 2006**). Ces mêmes valeurs viennent d'être renforcées par un nouveau texte réglementaire ; le Décret Exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 Avril 2006.

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées

Tableau I.2: Valeurs limites des paramètres de rejet dans un milieu récepteur (**Journal officiel, 2006**)

| Paramètres | Unités | Valeurs limites |
|-----------------------------|---------------|------------------------|
| Température | °C | 30 |
| pH | - | 6,5 à 8,5 |
| MES | mg/l | 35 |
| DBO ₅ | mg/l | 35 |
| DCO | mg/l | 120 |
| Azote Kjeldahl | mg/l | 30 |
| Phosphates | mg/l | 02 |
| Phosphore total | mg/l | 10 |
| Cyanures | mg/l | 0,1 |
| Aluminium | mg/l | 03 |
| Cadmium | mg/l | 0,2 |
| Fer | mg/l | 03 |
| Manganèse | mg/l | 01 |
| Mercuré total | mg/l | 0,01 |
| Nickel total | mg/l | 0,5 |
| Plomb total | mg/l | 0,5 |
| Cuivre total | mg/l | 0,5 |
| Zinc total | mg/l | 03 |
| Huiles et Graisses | mg/l | 20 |
| Hydrocarbures totaux | mg/l | 10 |
| Indice Phénols | mg/l | 0,3 |
| Composés organiques chlorés | mg/l | 05 |
| Chrome total | mg/l | 0,5 |
| (*) Chrome III + | mg/l | 03 |
| (*) Chrome VI + | mg/l | 0,1 |
| (*) Solvants organiques | mg/l | 20 |
| (*) Chlore actif | mg/l | 1,0 |
| (*) Détergents | mg/l | 2 |
| (*) Tensioactifs anioniques | mg/l | 10 |

(*) Valeurs fixées par le Décret exécutif n° 93-160 du 10 Juillet 1993.

Chapitre II

Procédé d'épuration des eaux usées

Introduction :

La dépollution des eaux usées est une technique qui nécessite une l'alternation de plusieurs étapes de traitements physiques, physico-chimiques et biologiques. L'épuration des eaux usées doit permettre d'éliminer non seulement les déchets présents dans ces derniers mais aussi toutes les matières et les paramètres polluants comme la pollution carbonée et phosphatée, donc pour résumé une station d'épuration doit rassembler des procédés différents qui permettent de purifier l'eau usée.

1. Les étapes de traitement des eaux usées :

La dépollution des eaux usées nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physiques, physico-chimiques et biologiques. En dehors des plus gros déchets présents dans les eaux usées, l'épuration doit permettre, au minimum, d'éliminer la majeure partie de la pollution carbonée (**Tarmoul, 2017**).

Selon le degré d'élimination de la pollution et les procédés mis en œuvre, plusieurs niveaux de traitements sont définis : les prétraitements, le traitement primaire et le traitement secondaire. Dans certains cas, des traitements tertiaires sont nécessaires, notamment lorsque l'eau épurée doit être rejetée en milieu particulièrement sensible (**Tarmoul, 2017**).

1.1 Les prétraitements :

Les eaux brutes doivent généralement subir, avant leur traitement proprement dit, un prétraitement qui comporte un certain nombre d'opérations, uniquement physiques ou mécaniques. Il est destiné à extraire de l'eau brute, la plus grande quantité possible d'éléments dont la nature ou la dimension constitueront une gêne pour les traitements ultérieurs. Il s'agit principalement des déchets volumineux (dégrillage), des sables et graviers (dessablage) et des graisses (dégraissage-déshuilage) (**Degremont, 1978**).

1.1.1 Le dégrillage:

Au cours du dégrillage, les eaux usées passent au travers d'une grille dont les barreaux, plus ou moins espacés, retiennent les matières les plus volumineuses charriées par l'eau brute, qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements suivants ou en compliquer leur exécution. Le dégrillage permet aussi de protéger la station contre l'arrivée intempestive des gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de l'installation. Les éléments retenus sont, ensuite, éliminés avec les odeurs ménagères (**Degremont, 1978**).



Figure II.1: Photo d'un dégreilleur (Degremont, 1978).

1.1.2 Le dessablage:

Le dessablage a pour but d'extraire des eaux brutes les graviers, les sables et les particules minérales plus ou moins fines, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduites, à protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion et à éviter de surcharger les stades de traitements suivants. L'écoulement de l'eau, à une vitesse réduite, dans un bassin appelé "dessableur" entraîne leur dépôt au fond de l'ouvrage. Les sables récupérés, par aspiration, sont ensuite essorés, puis lavés avant d'être soit envoyés en décharge, soit réutilisés selon la qualité du lavage (Degremont, 1978).

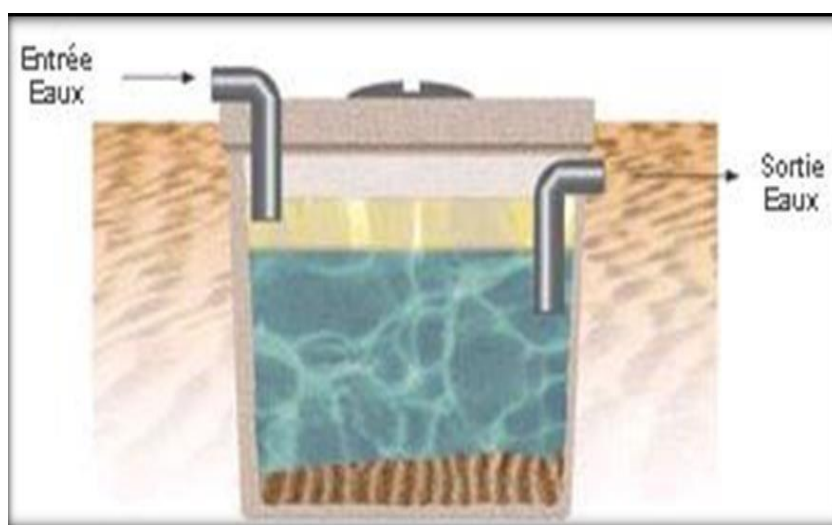


Figure II.2: Photo d'un dessableur (Web 1)

1.1.3 Le dégraissage - déshuilage:

Le déshuilage est une opération de séparation liquide- liquide, alors que le dégraissage est une opération de séparation solide-liquide (à la condition que la température de l'eau soit suffisamment basse, pour permettre le figeage des graisses). Ces deux procédés visent à éliminer la présence des corps gras dans les eaux usées, qui peuvent gêner l'efficacité du traitement biologique qui intervient ensuite (**Degremont, 1978**).



Figure II.3: Photo d'un dégraisseur-déshuileur (**Web 2**).

1.2 Le traitement primaire :

Le traitement "primaire" fait appel à des procédés physiques, avec filtration et décantation plus ou moins aboutie, éventuellement assortie de procédés physicochimiques, tels que la coagulation- floculation :

1.2.1 La Coagulation floculation:

La turbidité et la couleur d'une eau sont principalement causées par des particules très petites, dites particules colloïdales. Ces particules, qui peuvent rester en suspension dans l'eau durant de très longues périodes, peuvent même traverser un filtre très fin. Par ailleurs, puisque leur concentration est très stable, ces dernières n'ont pas tendance à s'accrocher les unes aux autres. Pour les éliminer, on a recours aux procédés de coagulation et de floculation.

- La coagulation a pour but principale de déstabiliser les particules en suspension, c'est-à-dire de faciliter leur agglomération. En pratique, ce procédé est caractérisé par l'injection et la dispersion rapide de produits chimiques : sels minéraux cationiques.

Chapitre II : Procédés d'épuration des eaux usées

- La floculation a pour objectif de favoriser, à l'aide d'un mélange lent, les contacts entre les particules déstabilisées. Ces particules s'agglutinent pour former un floc qu'on peut facilement éliminer par les procédés de décantation et de filtration (Bliefert et Perraud, 2008).

1.2.2 La décantation:

La décantation est un procédé qu'on utilise dans, pratiquement, toutes les usines d'épuration et de traitement des eaux. Son objectif est d'éliminer les particules dont la densité est supérieure à celle de l'eau par gravité. La vitesse de décantation est en fonction de la vitesse de chute des particules, qui elle-même est en fonction de divers autres paramètres parmi lesquels : grosseur et densité des particules.

Les matières solides se déposent au fond d'un ouvrage appelé "décanteur" pour former les boues "primaires". Ces dernières sont récupérées au moyen de systèmes de raclage. L'utilisation d'un décanteur lamellaire permet d'accroître le rendement de la décantation. Ce type d'ouvrage comporte des lamelles parallèles inclinées, ce qui multiplie la surface de décantation et accélère donc le processus de dépôt des particules. La décantation est encore plus performante lorsqu'elle s'accompagne d'une floculation préalable (Degremont, 1978).

1.2.3 La filtration:

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 en suspension, ainsi retenus par le milieu poreux, s'y accumulent ; il faut donc nettoyer ce milieu de façon continue ou de façon intermittente.

La filtration, habituellement précédée des traitements de coagulation-floculation et de décantation, permet d'obtenir une bonne élimination des bactéries, de la couleur, de la turbidité et, indirectement, de certains goûts et odeurs (Bliefert et Perraud, 2008).

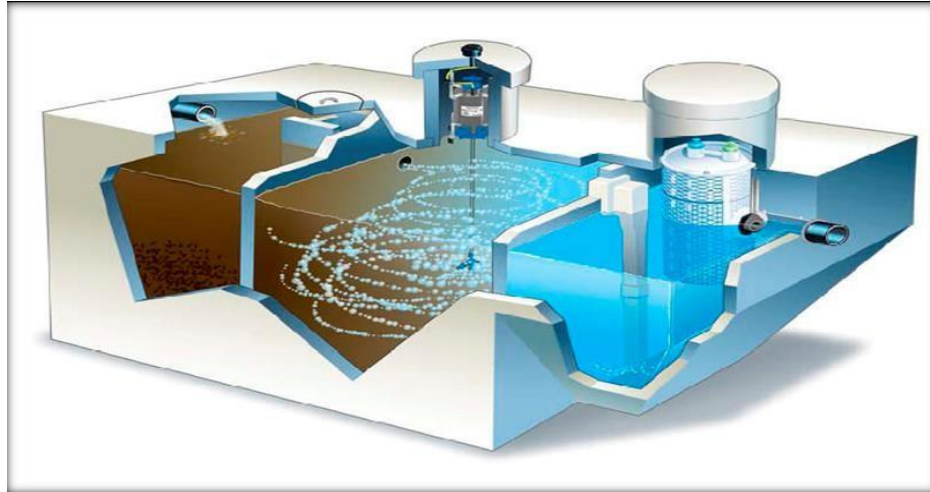


Figure II.4: Système de la filtration (Web 3).

1.3 Le traitement secondaire (biologique) :

Dans la grande majorité des cas, l'élimination des pollutions carbonées et azotées s'appuie sur des procédés de nature biologique, basés sur la croissance de micro-organismes aux dépens des matières organiques "biodégradables" qui constituent pour eux des aliments (**Hatem, 2008**). Les micro-organismes, les plus actifs, sont les bactéries qui conditionnent en fonction de leur modalité propre de développement, deux types de traitements (**Hatem, 2008**).

1.3.1 Le Traitement anaérobies:

Les traitements anaérobies font appel à des bactéries n'utilisant pas de l'oxygène, en particulier, aux bactéries méthanogènes qui conduisent, comme leur nom l'indique, à la formation du méthane à partir de la matière organique, et à un degré moindre de CO₂ (**Bliefert et Perraud, 2008**). Ce type de fermentation est appelé digestion en hydrologie. C'est une opération délicate qui demande une surveillance importante. En effet, la température doit être maintenue à un niveau très stable et suffisamment élevé. Il faut aussi éviter les écarts brutaux de pH et les substances inhibitrices du développement bactérien, à titre d'exemple : les cyanures, les sels de métaux lourds et les phénols (**Bliefert et Perraud, 2008**).

Ce système est davantage utilisé pour le traitement des effluents urbains, que pour le traitement des effluents industriels généralement toxiques pour les bactéries (**Bliefert et Perraud, 2008**). Cette technologie engendre de nombreux bénéfices pour l'environnement et pour la réduction des coûts notamment:

Chapitre II : Procédés d'épuration des eaux usées

- Économie substantielle d'énergie;
- Réduction de la masse des boues à disposer;
- Utilisation potentielle des boues pour la valorisation [19].

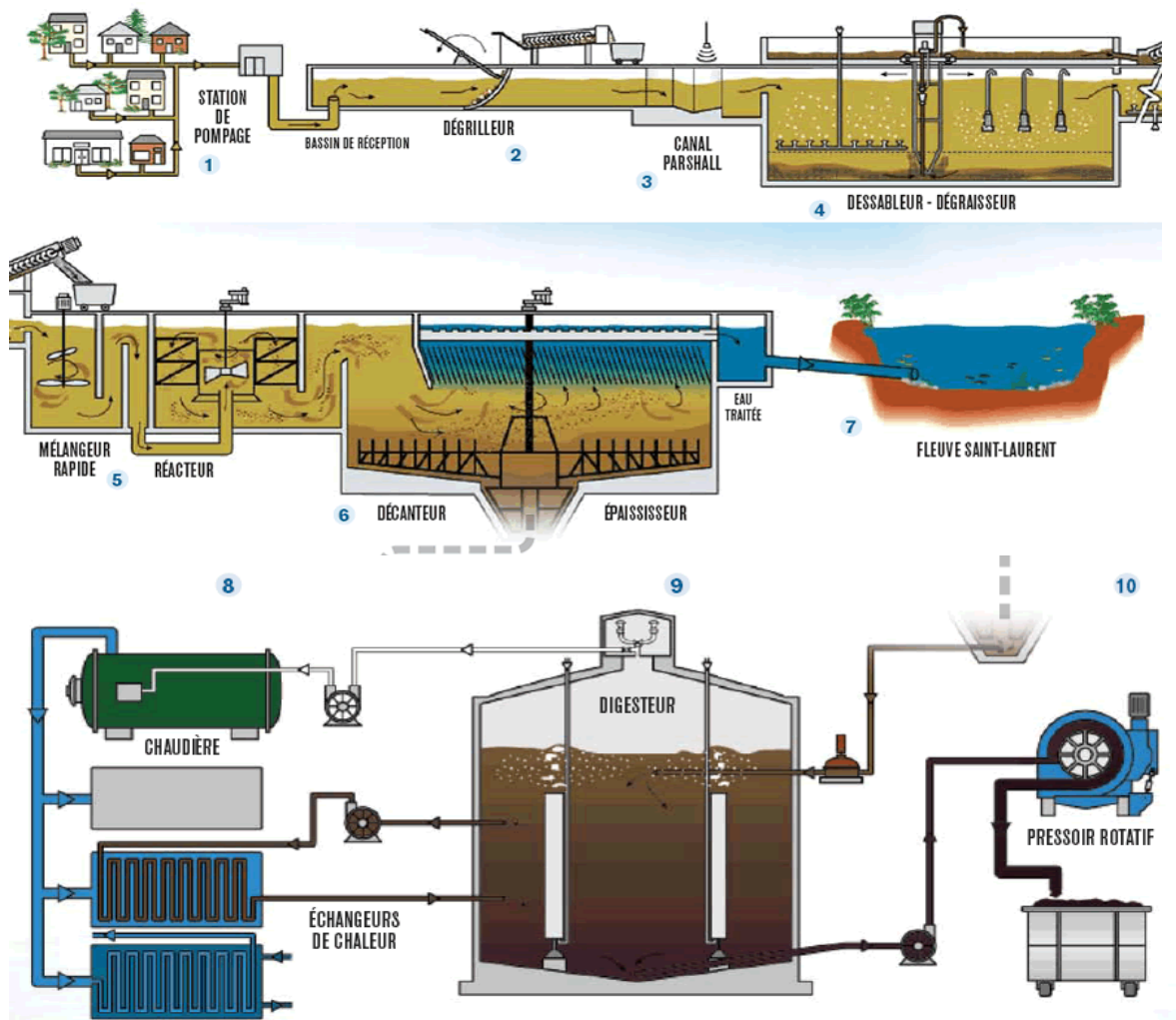


Figure II.5: Types de station d'épuration par voie anaérobie (Web 4)

1.3.2 Traitement aérobie:

Les bactéries utilisées exigent un apport permanent d'oxygène. On distingue trois méthodes essentielles (Hatem, 2008).

1.3.2.1 Les lits bactériens :

Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien, quelques fois appelé filtre bactérien ou filtre percolateur, consiste à faire ruisseler l'eau à traiter, préalablement décantée, sur une masse de matériau de grande surface spécifique servant de support aux microorganismes épurateurs, qui y forment un feutrage ou un film plus ou moins épais, sous lequel une couche anaérobie peut se développer sous la couche aérobie, si son épaisseur est importante

(Degremont, 1978).

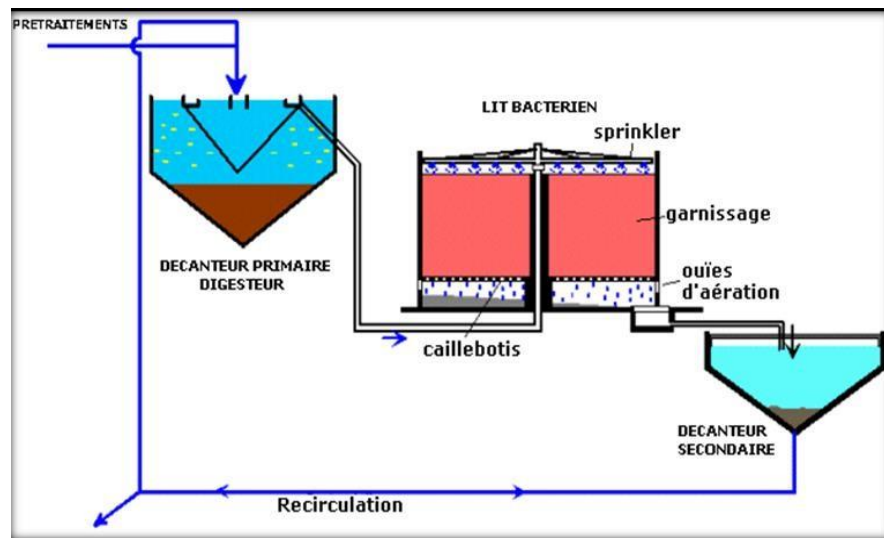


Figure II.6: Schéma de principe d'une station d'épuration par lit bactérien (Document DHW).

1.3.2.2 Les boues activées :

Les boues activées constituent le traitement biologique aérobie le plus répandu. Le procédé consiste à provoquer le développement d'une culture bactérienne dispersée sous forme de flocons (boues activées), dans un bassin brassé et aéré (bassin d'aération) et alimenté en eau à épurer. Dans ce bassin, le brassage a pour but d'éviter les dépôts et d'homogénéiser le mélange des flocons bactériens et de l'eau usée (liqueur mixte) ; l'aération peut se faire à partir de l'oxygène de l'eau, du gaz enrichi en oxygène, voire même d'oxygène pur, a pour but de dissoudre ce gaz dans la liqueur mixte, afin de répondre aux besoins des bactéries épuratrices aérobies (PNUE / OMS, 1979).

Après un temps de contact suffisant, la liqueur mixte est envoyée dans un clarificateur appelé parfois décanteur secondaire, destiné à séparer l'eau épurée des boues. Ces dernières sont recyclées dans le bassin d'aération pour y maintenir une concentration suffisante en bactéries épuratrices (PNUE / OMS, 1979).

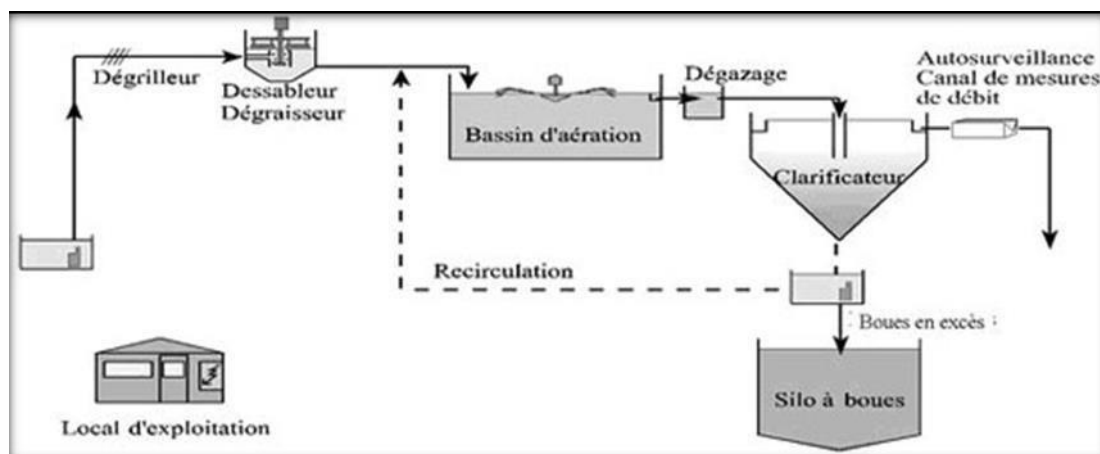


Figure II.7: Schéma de principe d'une station d'épuration à boues activées (Web 5).

➤ **Avantages et inconvénient des boues activées:**

Les avantages et les inconvénients des boues activées sont résumés dans le tableau suivant (Grosclaude, 1999) :

Tableau II.1: Avantages et les inconvénients de boues activées (Grosclaude, 1999).

| Filière | Avantages | Inconvénients |
|--------------|---|--|
| Boue activée | <ul style="list-style-type: none"> - Adaptée pour toute taille de collectivité (sauf les très petites); - Bonne élimination de l'ensemble des paramètres de pollution (MES, DCO, DBO₅, N par nitrification et dénitrification) ; - Adapté pour la protection de milieux récepteurs sensibles ; - Boues légèrement stabilisées ; - Facilité de mise en œuvre d'une déphosphatation simultanée. | <ul style="list-style-type: none"> - Coûts d'investissement assez importants ; - Consommation énergétique importante ; - Nécessité de personnel qualifié et d'une surveillance régulière ; - Sensibilité aux surcharges hydrauliques ; - Décantabilité des boues pas toujours aisée à maîtriser ; - Forte production de boues qu'il faut concentrer. |

1.3.3 Le lagunage :

Le lagunage est un système biologique d'épuration, qui consiste à déverser les eaux usées dans plusieurs bassins successifs de faible profondeur, où des phénomènes naturels de dégradation font intervenir la biomasse qui transforme la matière organique. La matière polluante, soustraite aux eaux usées, se retrouve en grande partie dans la végétation et les sédiments accumulés, et en faible partie dans l'atmosphère sous forme de méthane et d'azote gazeux (F.T sur l'assainissement). Il existe plusieurs types de lagunage:

Chapitre II : Procédés d'épuration des eaux usées

1.3.3.1 Lagunage naturel :

Le lagunage naturel est le procédé se rapprochant le plus du procédé d'autoépuration naturelle présent dans les rivières. Après prétraitements, les eaux usées transitent par une succession de 3 bassins peu profonds.

En surface, l'oxygène de l'air permet le développement des microorganismes aérobies (vivant en présence d'oxygène) et la lumière favorise le développement des algues qui enrichissent également le milieu en oxygène grâce au phénomène de photosynthèse. Les matières solides les plus lourdes décantent dans le fond des bassins et sont transformées par des microorganismes anaérobies (vivant en absence d'oxygène). La microfaune et la flore qui se développent, contribuent à la dégradation de la pollution organique en favorisant la formation de boues minéralisées piégées dans le fond des ouvrages, ce qui nécessite un curage des bassins au bout d'une dizaine d'années environ.

La qualité des rejets est conditionnée dans nos régions par les saisons puisque l'ensoleillement impacte le développement des algues et contribue à la destruction des bactéries pathogènes (**Agences de bassins, 1979**).

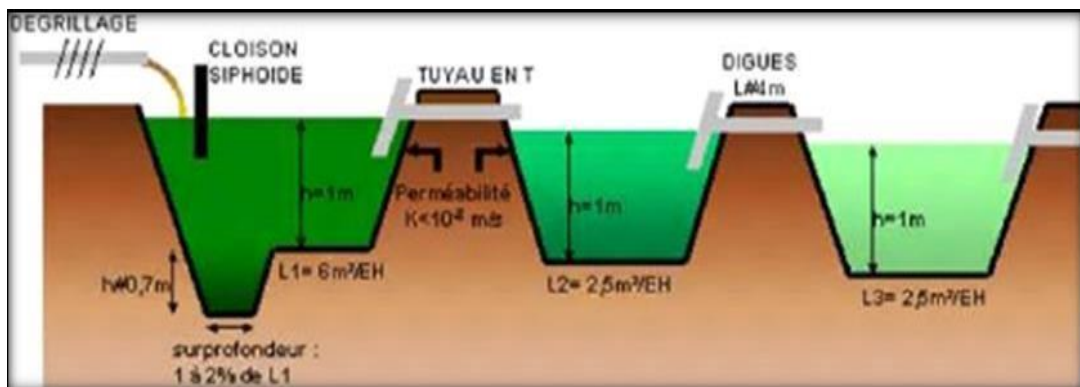


Figure II.8: Schéma de principe d'une station d'épuration par lagunage naturel constituée de trois bassins (**Bliefert et Perraud, 2008**).

Le tableau II.2 présente les avantages et les inconvénients du lagunage naturel

Chapitre II : Procédés d'épuration des eaux usées

Tableau II.2: Avantages et les inconvénients de lagunage naturel (Tilley, 2008).

| Filière | Avantages | Inconvénients |
|-------------------|---|---|
| La grunge naturel | <ul style="list-style-type: none"> - Un apport d'énergie n'est pas nécessaire si le dénivelé est favorable - L'exploitation reste légère mais, si le curage global n'est pas réalisé à temps, les performances de la lagune chutent très sensiblement ; - Elimine une grande partie des nutriments : phosphore et azote. - Faibles rejets et bonne élimination des germes pathogènes en été ; - S'adapte bien aux fortes variations de charge hydraulique ; - Pas de construction "en dur", génie civil simple ; - Bonne intégration paysagère ; - Bon outil pour l'initiation à la nature ; - Absence de nuisance sonore ; - Les boues de curage sont bien stabilisée sauf celles présentes en tête du premier bassin. | <ul style="list-style-type: none"> - Forte emprise au sol (10 à 15 m²/EH) ; - Coût d'investissement très dépendant de la nature du sous-sol. Dans un terrain sableux ou instable, il est préférable de ne pas se tourner vers ce type de lagune ; - Performances moindres que les procédés intensifs sur la matière organique. Cependant, le rejet de matière organique s'effectue sous forme d'algues, ce qui est moins néfaste qu'une matière organique dissoute pour l'oxygénation du milieu en aval ; - Qualité du rejet variable selon les saisons ; - La maîtrise de l'équilibre biologique et des processus épuratoires reste limitée. |

1.3.3.2 Lagunage aéré :

Le lagunage aéré est un grand réacteur, extérieur, aérobie et mélangé. Les aérateurs mécaniques fournissent l'oxygène et maintiennent les organismes aérobies suspendus et mélangées avec l'eau usée pour atteindre un taux élevé de dégradation de la matière organique et d'élimination des nutriments (Bliefert et Perraud, 2008).

Le mélange et l'aération accrues des unités mécaniques signifient que les bassins peuvent être plus profonds et tolérer des charges organiques beaucoup plus élevées qu'un lagunage simple. L'aération accrue favorise une meilleure dégradation organique et élimination des

Chapitre II : Procédés d'épuration des eaux usées

microbes pathogènes. Aussi, parce que l'oxygène est apporté par les unités mécaniques et non pas par la photosynthèse, les bassins peuvent fonctionner dans les climats plus nordiques. Les eaux à traiter devraient être contrôlées et prétraitées pour enlever les ordures et les particules grossières pouvant endommager les aérateurs (**Bliefert et Perraud, 2008**).

Puisque les unités d'aération mélangent le bassin, un bassin de décantation est exigé pour séparer l'effluent des solides. Le faible besoin en surface (comparée à une lagune de maturation) signifie qu'il est approprié pour le milieu rural et péri-urbain. Le bassin devrait être construit avec une profondeur de 2 à 5 m, et devrait avoir un temps de rétention de 3 à 20 jours (**Bliefert et Perraud, 2008**).

Pour empêcher l'infiltration dans le sol, le bassin devrait avoir un revêtement qui peut être de l'argile, de l'asphalte, de la terre compactée ou tout autre matériel imperméable. On peut utiliser le déblai pour construire une digue de protection du bassin contre les ruissellements et l'érosion (**Web 6**).

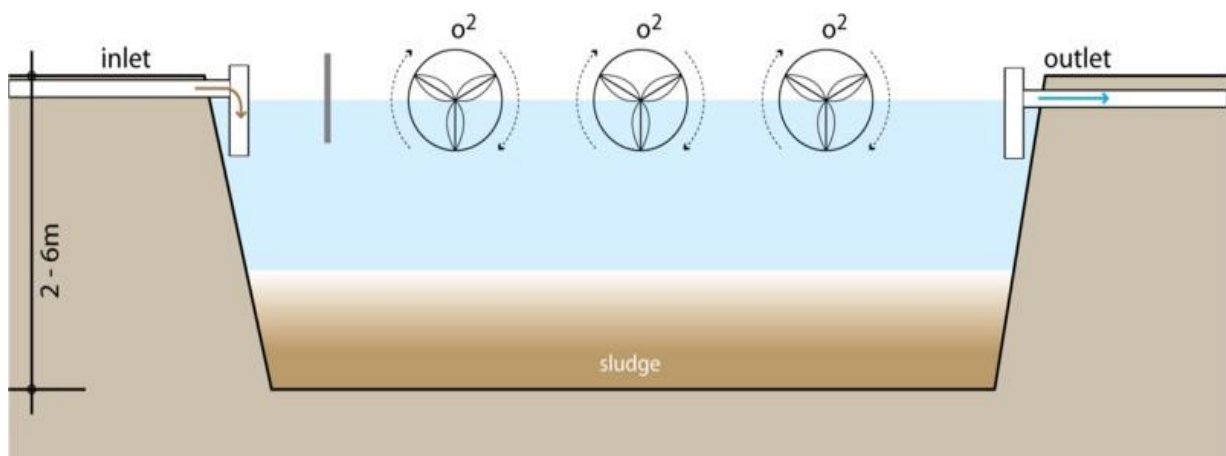


Figure II.9: Photo d'une lagune aérée (**Web 6**).

1.3.3.3 Lagunage à microphytes :

C'est le plus couramment utilisé et le plus simple à mettre en œuvre. En effet il suffit de créer un bassin de faible profondeur où l'eau va stagner pendant une période plus ou moins longue permettant aux microphytes (les algues planctoniques) de se développer en consommant la pollution azotée et phosphatée. Dans la plupart des cas un certains nombres d'espèces de végétaux aquatiques parviennent à se développer sur les berges permettant ainsi une épuration plus poussée. Toutefois un nombre incalculable de bactéries se développent dans ce bassin et la minéralisation de la matière organique est favorisée. Les

Chapitre II : Procédés d'épuration des eaux usées

UV du soleil leur servent de source d'énergie et elles se développent ainsi. Des bactéries capables de faire la photosynthèse sont appelées cyanobactéries. Elles sont toxiques pour l'homme. Le lagunage à microphytes est souvent le premier bassin d'une station de lagunage car ce traitement est insuffisant et nécessite un lagunage à macrophyte (**Bechac et al., 1987**).

Ce type de lagunage est un bassin de faible profondeur également de 30 à 50 cm. Il est planté de macrophytes comme des roseaux ou autres et en général on y dispose des épis rocheux permettant à l'eau de faire un circuit sinusoïdal avant de retourner au milieu récepteur par une surverse. Toute espèce vit dans ce lagunage: bactéries, algues filamenteuse, gourmandes en nutriments (phosphore et azote), elles deviennent d'ailleurs de très bon engrais naturel par la suite, algues microscopiques, invertébrés, etc. (**Bechac et al., 1987**).

Dans les deux cas il faut que le temps de rétention soit assez long, environ une vingtaine de jours, c'est pourquoi les bassins sont dimensionnés à raison de 10 m²/EH (**Bechac et al., 1987**).

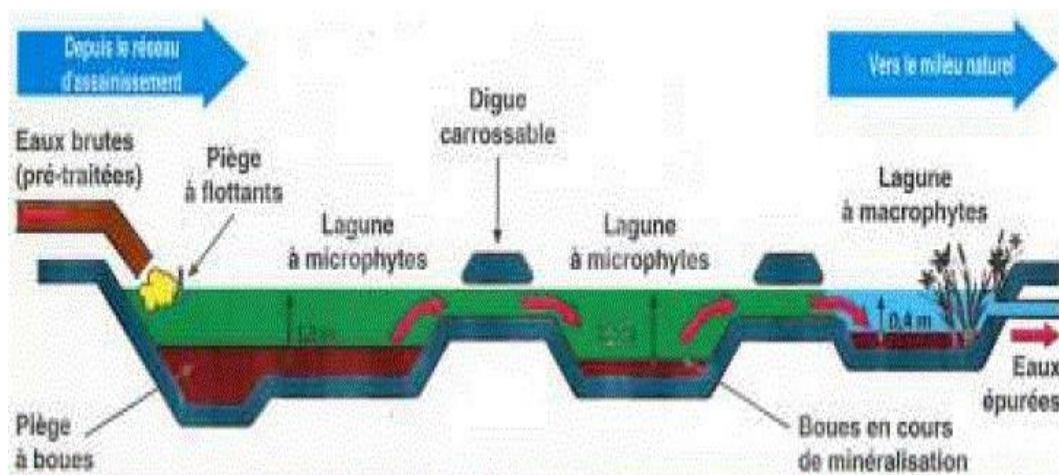


Figure II.10: Lagunage macrophytes (**Bechac et al., 1987**).

1.4 Les traitements tertiaires :

Les traitements tertiaires regroupent tous les traitements complémentaires visant à affiner la qualité de l'effluent ayant subi les traitements physiques, physico-chimiques et biologiques (**Degremont, 1978**).

Les traitements tertiaires englobent, principalement, l'élimination de l'azote, l'élimination du phosphore et la désinfection, mais aussi le traitement des odeurs (**Degremont, 1978**).

1.4.1 L'élimination de l'azote :

Les stations d'épuration classiques, prévues pour éliminer les matières carbonées, n'éliminent que des quantités réduites d'azote présent dans les eaux usées. Pour satisfaire aux normes de rejet en zones sensibles, des traitements complémentaires doivent être mis en place (**Satin, 1999**). L'élimination de l'azote est, le plus souvent, obtenue grâce à des traitements biologiques, de "nitrification-dénitrification" (**Satin, 1999**).

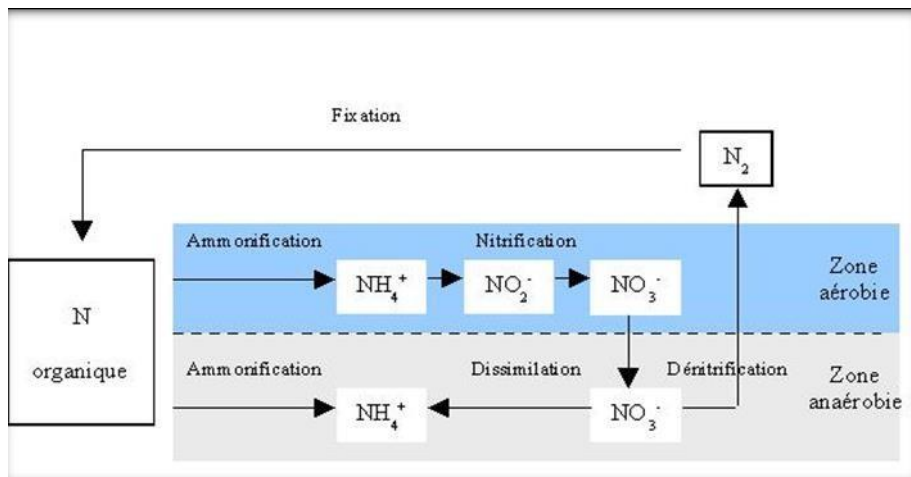


Figure II.11: Principe d'Élimination de l'azote (**Satin, 1999**).

Les procédés physiques et physico-chimiques d'élimination de l'azote (électrodialyse, résines échangeuses d'ions, "strippage" de l'ammoniaque) ne sont pas utilisés dans le traitement des eaux résiduaires urbaines, pour des raisons de rendement et de coût (**Satin, 1999**).

1.4.2 L'élimination du phosphore :

L'élimination du phosphore, ou "déphosphatation", peut être réalisée par des voies physico-chimiques ou biologiques. En ce qui concerne les traitements physico-chimiques, l'adjonction de réactifs, comme des sels de fer ou d'aluminium, permet d'obtenir une précipitation de phosphates insolubles et leur élimination par décantation. Ces techniques engendrent une importante production de boues (**Web 8**).

La déphosphatation biologique consiste à provoquer l'accumulation du phosphore dans les cultures bactériennes des boues. Les mécanismes de la déphosphatation biologique sont relativement complexes, et leur rendement variable (en fonction notamment de la pollution carbonée et des nitrates présents dans les eaux usées). Dans les grosses installations d'épuration, ce procédé est souvent couplé à une dé-phosphatation physico-chimique, pour

Chapitre II : Procédés d'épuration des eaux usées

atteindre les niveaux de rejets requis (Bechac et al., 1987).

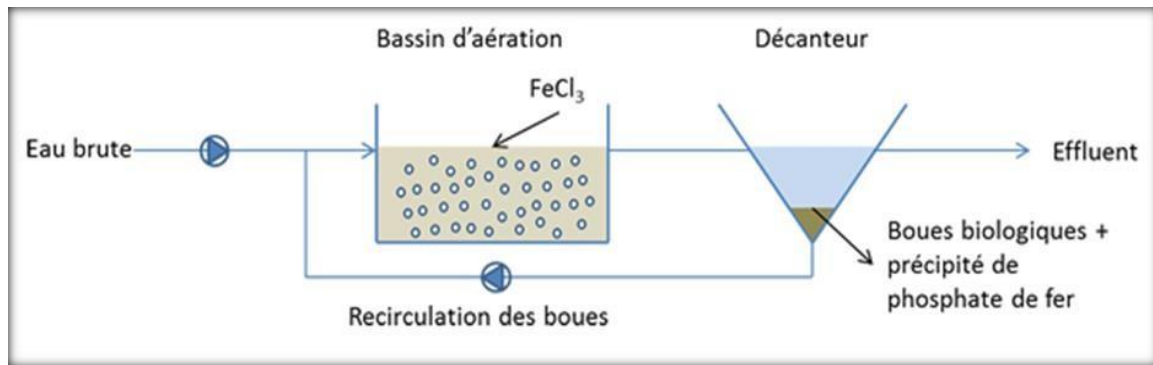


Figure II.12: Principe d'Élimination de phosphore au moyen de chlorure ferrique dans une station d'épuration biologique (Bechac et al., 1987).

1.4.3 La désinfection :

Les traitements primaires et secondaires ne détruisent pas complètement les germes présents dans les rejets domestiques. C'est pourquoi, la désinfection de l'eau s'impose (Bliefert et Perraud, 2008).

La désinfection est un traitement qui permet de détruire ou d'éliminer les micro-organismes 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 (Bliefert et Perraud, 2008).

- 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 (Cl_2), le dioxyde de chlore (ClO_2), l'ozone (O_3), le brome (Br_2), l'iode (I_2) et le permanganate de potassium ($KMnO_4$) (Bliefert et Perraud, 2008).
- On peut également désinfecter l'eau grâce à des moyens physiques : ébullition, ultrasons, ultraviolets (UV) ou rayon gamma (Bliefert et Perraud, 2008).
- Les ultraviolets sont de plus en plus utilisés, car ils présentent l'avantage de ne pas entraîner l'apparition de sous-produits de désinfection. Cependant, ils nécessitent un investissement important (Bliefert et Perraud, 2008).

Deuxième
partie – Etude
Expérimentale

Chapitre III

Présentation générale de la station d'épuration / (STEP d'Ain Temouchent)

Chapitre III : Description de la STEP d'Ain Temouchent

1. Présentation de la STEP d'Ain T'émouchant :

La station hydro- traitement situé à la sortie de la ville d'Ain T'émouchant et implanté sur la route de TERGA.

Le dimensionnement pour la construction de la station d'épuration des eaux usées de la ville de Ain T'émouchant a été réalisé pour l'horizon de l'année 2015 pour pouvoir traiter un débit de 10.920 m³/j qui correspond à 72800 habitants , soit pour la construction de génie civil , soit pour la fourniture et montage des équipements électromécaniques , avec possibilité d'extension à l'horizon de 2030 pour pouvoir traiter un débit de 13500m³/j à 90000 habitants .

1.1. Fiche technique de la STEP :

| Station d'épuration des eaux usées de la ville d'Ain Témouchent | | |
|--|--|-----------------------|
| Procédé d'épuration | Boues Activées | |
| Capacité installée Eq /Hab. | 72800 (horizon 2015) | 90 000 (horizon 2030) |
| Débit nominal m ³ /jour | 10 920 | 13 500 |
| Lieu de rejet | Oued Senan | |
| Impact | <ul style="list-style-type: none">- Protection du milieu naturel récepteur- Protection littoral- Protection des eaux sous terraines- Réutilisation des eaux épurées dans l'irrigation agricole. | |
| Entreprise de réalisation | Groupement Hydrotraitement / COMSA | |
| Date de mise en service | Janvier 2014 | |
| Date du transfert vers ONA | Avril 2016 | |

2. Situation géographique :

La station d'épuration d'Ain Témouchent est située sur le côté nord de la ville ,à proximité de la route nationale RN01 vers Terga, elle est limitée à l'est par le poste police de la ville, au sud par la route nationale RN02 (vers Oran), au nord par l'oued Sarrane, à l'ouest par des habitations ,mise en service en 2013. Actuellement elle est gérée et exploitée par l'office national de l'assainissement.

La station traite les eaux usées de la ville d'Ain Témouchent. Le dispositif d'assainissement est du type unitaire. Elle peut par sa capacité traiter un débit de 10920 m³/j qui correspond à 72800 habitants desservis (soit 82000 équivalents habitants) à l'horizon 2015 avec possibilité d'extension à 90000 habitants desservis (soit 119000 équivalents habitants)à l'horizon 2030.

Elle a pour principale objectif d'intercepter et d'épurer les eaux d'origine domestiques principalement afin de contribuer à l'assainissement des eaux et cela, dans l'esprit de préservation des ressources et de valorisation des résidus.

La STEP est entièrement automatisée de façon à fonctionner 24 heures/24 et 7 jours /7, avec une présence d'une équipe complète 8 heures /jours pendant 5 jours /semaine. Toutes les équipes sont munies d'au moins une unité de réserve opérationnelle, avec démarrage automatique de la réserve, soit en cas de défaillance totale, soit pour pallier un manque accidentel dans les paramètres (pression, débit, etc. ...).

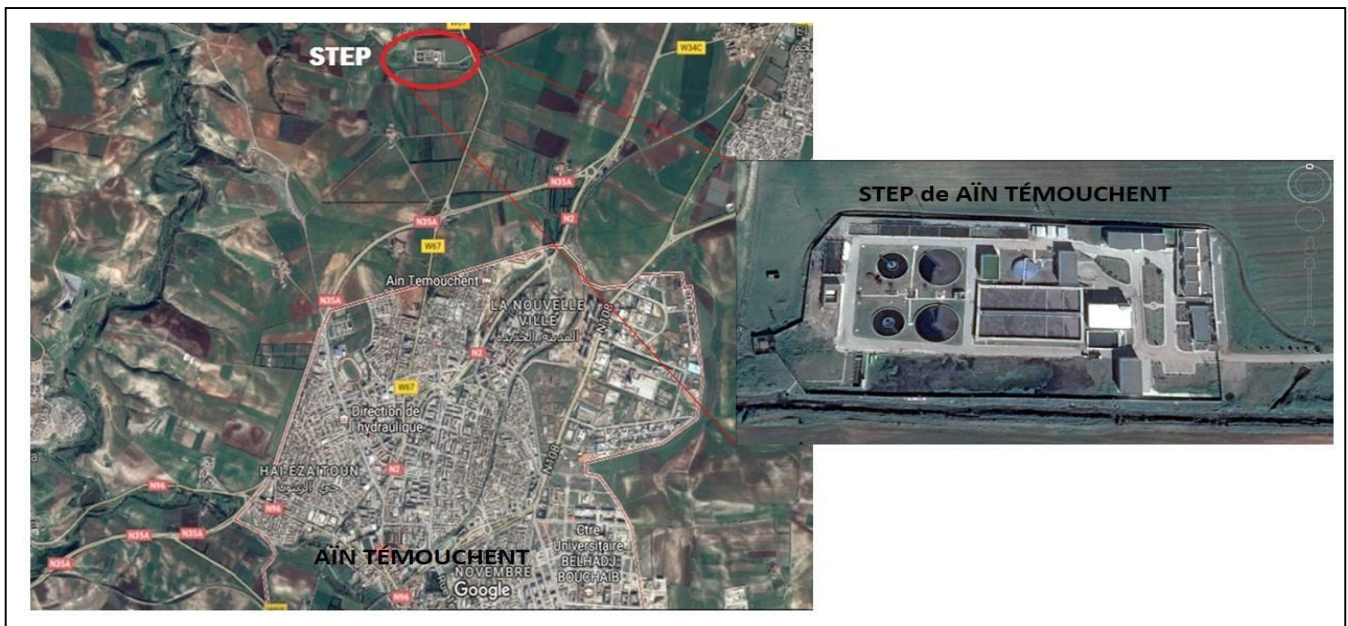


Figure III.1 : Localisation de la STEP de d'Ain Témouchent.

Chapitre III : Description de la STEP d'Ain Temouchent

2.1. Les données de base sur lesquelles la station a été dimensionnée sont indiquées sur les tableaux suivants :

Tableau III.1: Estimation de la population et des débits.

| Horizon Désignation | 2002 | 2008 | 2015 | 2025 | 2030 |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Habitants | 60500 | 65900 | 72800 | 83900 | 90000 |
| Dotation (l/hab/j) | 170 | 180 | 200 | 200 | 200 |
| Consommation (m ³ /j) | 10285 | 11862 | 14560 | 16780 | 18000 |
| Rejet (0,75) (m ³ /j) | 7714 | 8897 | 10920 | 12585 | 13500 |

Tableau III .2 : Débit des eaux usées sur les deux horizons de projets

| Horizon Désignation | 2015 | 2030 | Description |
|--------------------------------------|-------|--------|--|
| Q _{IN} (m ³ /j) | 10920 | 13500 | Volume journalier à traiter physiquement et biologiquement |
| Q ₂₄ (m ³ /j) | 455 | 562,5 | Débit moyen à traiter |
| 3Q ₂₄ (m ³ /h) | 1365 | 1687,5 | Débit à traiter en temps de pluie |

Tableau III.3 : Charges polluantes.

| Désignation | Production spécifique | Horizon 2015 (Kg/j) | Horizon 2030(Kg/j) |
|------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|
| MES decantables | 60 g/j/hab | 4365 | 5400 |
| DBO ₅ | 50 g/j/hab | 3640 | 4500 |
| DCO | 90g/j/hab | 6552 | 8100 |
| NTK | 12g/j/hab | 873 | 1089 |
| P | 6g/j/hab | 436 | 540 |

Chapitre III : Description de la STEP d'Ain Temouchent

Tableau III.4 : Concentrations des polluants à l'entrée et à la sortie de la STEP.

| Désignation | Concentration à l'entrée | Concentration à la sortie |
|------------------|--------------------------|---------------------------|
| MES decantables | 400 (mg/l) | 30 (mg/l) |
| DBO ₅ | 333 (mg/l) | 30 (mg/l) |
| DCO | 600 (mg/l) | 90 (mg/l) |
| NTK | 80 (mg/l) | 10 (mg/l) |
| P | 40 (mg/l) | 2 (mg/l) |

Les eaux usées et pluviales provenant de la ville d'Ain Témouchent sont véhiculées actuellement par un collecteur de diamètre de 1250 mm jusqu'au regard existant qui sera remplacé par un déversoir d'orage.

3. Les installations de la STEP d'Ain Temouchent :

La nouvelle STEP d'Ain Temouchent est équipée par deux filières : une pour les eaux usées et l'autre pour les boues (**Notice de l'exploitation de la STEP, 2013**).

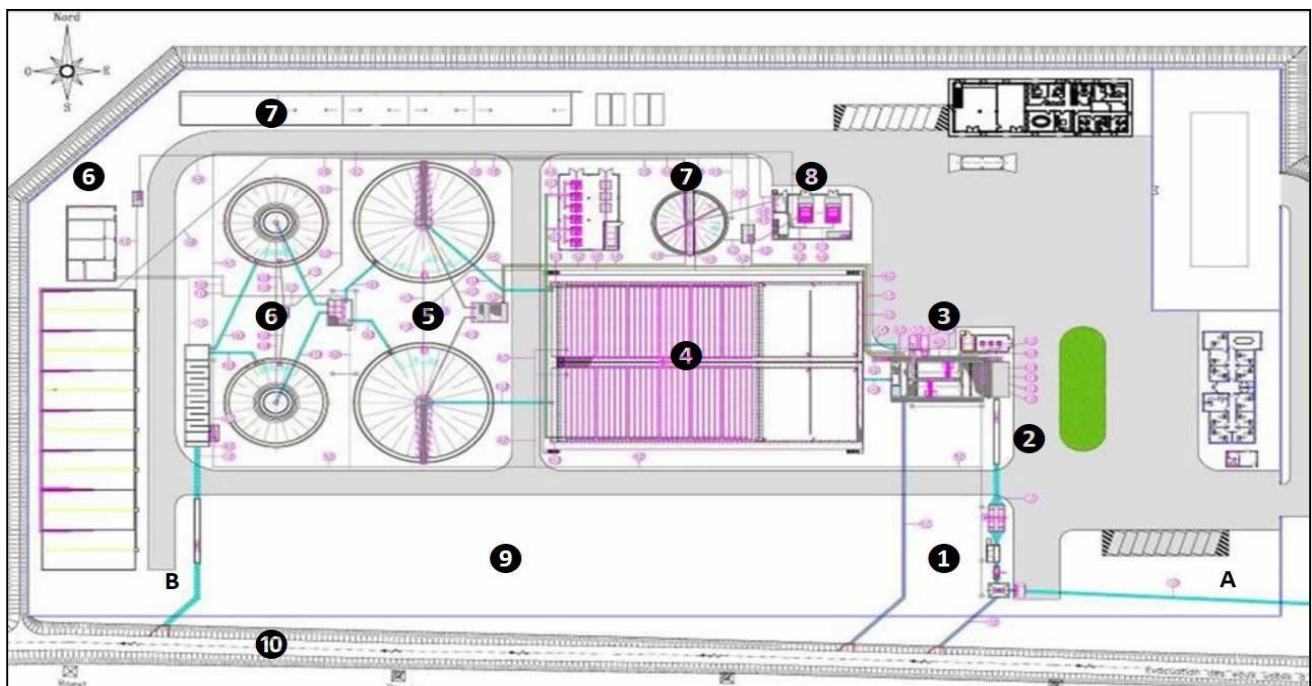


Figure III.2 : Plan d'ensemble de la station d'épuration d'Ain Temouchent.

3.1. Description du fonctionnement de la STEP :

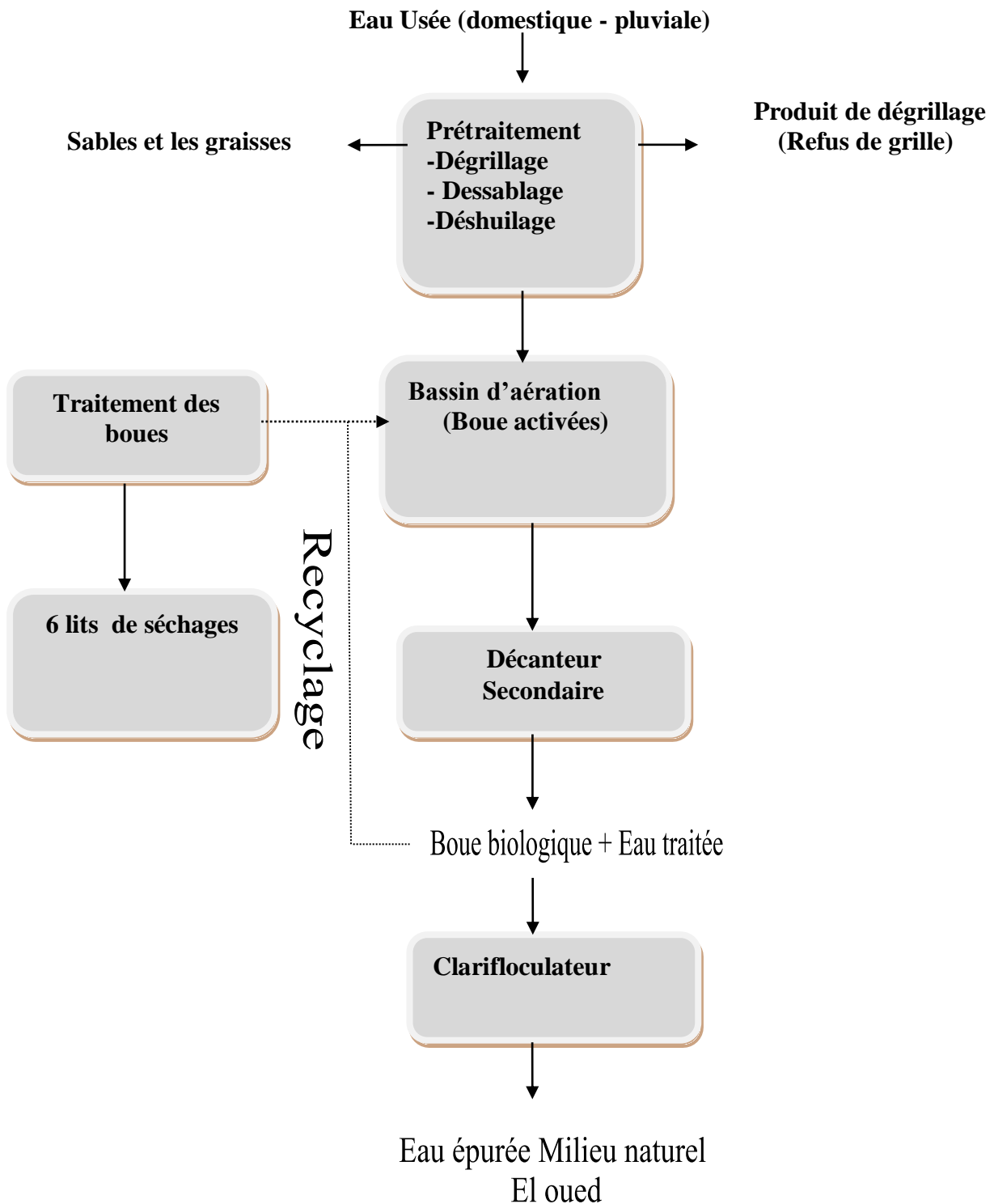


Schéma de fonctionnement d'un traitement dans la station d'épuration de TERGA par Boues activées

3.2. Déversoir d'orage :

Le déversoir d'orage installé à l'amont de la STEP a une longueur de 6 mètres comme on peut voir dans la figure III.1. Les eaux usées diluées seront véhiculées à partir du déversoir avec une certaine gravité vers la STEP (puits de réception) par une conduite de diamètre 800 mm en béton et sur une longueur de 250 mètres. Les eaux excédantes au 3Q24, seront déviées latéralement vers l'oued par le biais d'un canal.



Figure III.3 : Déversoir d'orage (Keddar et Mankouri, 2021).

3.2.1. Prétraitement :

Le prétraitement comporte les procédés suivants :

a- Dégrillage :

-Grille verticale mobile de secours :

Avant la grille grossière, il existe une barrière de translation verticale à utiliser uniquement en période d'entretien de la grille mécanisée. Les manœuvres d'abaissement et relevage de la barrière de secours sont assurés par un treuil manuel. La grille verticale de secours est réalisée en acier galvanisé (largeur utile 850 mm, hauteur 1000 mm, épaisseur des barreaux 15 mm, espacement des barreaux 35 mm) (Notice de l'exploitation de la STEP, 2013).



Figure III.4 : Grille verticale manuelle (Keddar et Mankouri, 2021).

- Grille mécanisée grossière :

La grille mécanique grossière motorisée pour le prétraitement est du type vertical, elle est réalisée en AISI 304 et fonctionne automatiquement suivant l'augmentation de niveau amont (largeur 1000mm, espacement des barreaux 35 mm, épaisseur des barreaux 15 mm).



Figure III.5 : Grille mécanisée grossière (Keddar et Mankouri, 2021).

b- Piège à sable :

A travers une série d'ouvertures les éléments qui par l'effet de leur poids et dimensions se déplacent dans fond du canal, sont récupérés par le piège à sable (figure III.4). Par gravité les corps retenus sont récupérés dans une trémie située au-dessous du canal et évacués par une pompe vers le laveur de sables.

Le volume de piège à sable est de $7,86 \text{ m}^3$, avec 7 trous rectangulaires de 8 mm de largeur et 900 mm de longueur positionnées d'une manière orthogonale au flux des eaux. Il est équipé de deux pompes pour l'extraction et l'évacuation des sables comme on peut voir dans la figure III.5 avec un

ascenseur pour détecter le niveau des sables décantés (**Notice de l'exploitation de la STEP (2013)**).



Figure III.6 : piège à sable (Keddar et Mankouri, 2021).



Figure III.7 : évacuation des sables (Keddar et Mankouri ,2021).

- Grilles fines motorisées :

Les deux grilles fines sub-verticales sont installées et utilisées avec une inclinaison de 85° et une largeur est de 1000 mm, l'espacement entre les barreaux est de 3 m, la hauteur de déchargement par rapport au fond du canal est de 4,5 mm (figure III.6), avec la possibilité de fonctionner simultanément ensemble dans le cas du débit égal à $3Q_{24}$ (**Notice de l'exploitation de la STEP, 2013**).



Figure III.8: Grille fine (2 unités) (Keddar et Mankouri, 2021).

c- Contrôle de débit à ultrason :

En amont de la station de relevage, est installé un débitmètre qui a la fonction de contrôler les débits maximaux et minimaux qui sera placé dans un compartiment adjacent au bloc de la station comme on peut voir dans la figure 7. Cet appareil peut aussi exclure ou insérer une ligne biologique en fonction de débit entrant à la station (Notice de l'exploitation de la STEP, 2013).



Figure III.9: Débitmètre à ultrason (Keddar et Mankouri, 2021).

d- Poste de relevage :

Le poste de relevage est constitué par 4 pompes submergées dont trois en service et une en réserve, leur prestation est apte à satisfaire le maximum du débit 3Q₂₄ ayant chacune un débit de 500 m³/h et un rendement égal à 70% (Notice de l'exploitation de la STEP, 2013).



Figure III.10: Poste de relevage (Keddar et Mankouri, 2021).

e- Répartiteur de débit à l'entrée des dessableurs :

A l'entrée de dessableurs - dégraisseurs et dans le même ouvrage, on trouve une zone de répartition de débit entre les deux lignes de dessablage. Les dimensions de ce compartiment de répartition sont les suivantes : longueur 8,9 m, largeur 2,5 m et une hauteur de 1,8 m (**Notice de l'exploitation de la STEP, 2013**).

f- Dessableurs –déshuileurs :

Les deux dessableurs - déshuileurs installés sont aptes à satisfaire le rejet jusqu'au 2030 avec un volume de 120 m³ chacun, une largeur de 5,7 m, une hauteur de 5 m, une superficie utile de 10 m² et une longueur de 12 mètres.

Les sables et les graisses sont récupérés au moyen d'un pont mobile motorisé équipé d'un racleur de fond pour les sables. Les éléments flottants de même que les huiles sont évacués au moyen d'un pont racleur dans deux bassins de stockage ayant une capacité de 20 m³ (2×2×5 mètres) chacun, incorporés dans le côté aval des dessableurs. Le sable décanté dans le fond du bassin est déplacé par raclage dans la fosse située à l'entrée des dessableurs.

Les sables en les refoulant dans un dispositif de lavage sont récupérés par une pompe pneumatique récupère par intermittence. Le temps de rétention prévu pour un débit moyen étant de 25 minutes, et un rendement de 98,5 % pour des granulométries comprises entre 0,12 et 0,16 mm, les deux compresseurs pour le fonctionnement du système « air lift » sont situés dans un local incorporé dans la partie inférieure des dessableurs vers l'entrée des eaux (**Notice de l'exploitation de la STEP, 2013**).



Figure III.11 : Dessableur –déshuileur (Keddar et Mankouri, 2021).

3.2.2. Traitement biologique :

Les eaux provenant de dessableur _ degraisieur, sont réunies dans le canal de distribution avec la liqueur aérée avant de pénétrer dans le bassin de dénitrification.

a- Bassins d'aération :

La dénitrification biologique peut être définie comme un processus à travers lequel les microorganismes réduisent les ions du nitrate et de l'azote gazeux. Ce phénomène étant présent avec le processus principal de l'élimination du DBO₅, dans les installations de traitement biologique à boues activées.

Dans la nouvelle STEP d'Ain Témouchent, il existe deux bassins de dénitrification (Figure III.10), dont les dimensions sont : hauteur utile 4,75 m, largeur 20 m, et une longueur de 22 mètres.



Figure III.12 : Bassin d'aération (Keddar et Mankouri, 2021).

Chapitre III : Description de la STEP d'Ain Temouchent

Le processus de dissimilation des nitrates survient à travers une série de réactions complexes de catalyse des enzymes en deux étapes :

Dans la première, les nitrates sont réduits en nitrites, dans la deuxième les nitrites sont réduits en azote gazeux (N₂). Au cours de cette section les eaux usées sont soumises à une forte agitation à l'aide d'une série de mélangeurs agissant en contre-courant. Ce type d'appareil dérive par sa conception des pompes submersibles, il présente des caractéristiques de mélange optimal.

Les eaux sortant du bassin de dénitrification débordent le mur de séparation qui fait la fonction de déversoir pour obtenir un déplacement uniforme sur toute la largeur du bassin. Sur le fond de bassin est prévu un réseau des diffuseurs d'air de type à membrane ayant une porosité de 60 µ avec utilisation du système poreux à base de matière élastique (EPDM).

Pour chaque bassin il existe un compresseur d'alimentation d'air à vitesse fixe (débit d'air 4700 m³/h), et un deuxième à débit d'air variable de 2350 à 4500 m³/h équipé d'un convertisseur de fréquence asservi à l'instrument de la mesure de l'oxygène dissous.

- Décanteur secondaire (02 unités) :

La nouvelle STEP d'Ain Témouchent dispose de deux décanteurs secondaires circulaires à traction périphérique ayant pour chacun un diamètre de 25 mètres et une hauteur totale de 4,4 mètres. Le décanteur est équipé :

- D'un racleur de fond.
- D'un déflecteur central de distribution radiale.
- D'une lame superficielle pour l'évacuation des écumes vers la boive à écumes reliée à un puits.
- Une pompe mobile assura l'évacuation de ces écumes avec les huiles et les graisses.

Les eaux clarifiées contenant une masse en suspension de 30 mg/l environ, par contre la plus grande partie de phosphore reste présente dans les eaux clarifiées, c'est pour cela que les eaux à la sortie des clarificateurs doivent subir un traitement tertiaire (**Notice de l'exploitation de la STEP, 2013**).



Figure III.13: Décanteur secondaire (Keddar et Mankouri, 2021).

3.2.3. Traitement tertiaire :

Les eaux venant des clarificateurs sont dirigées vers un puits répartiteur et sont mélangées avec le chlorure ferrique par l'intermédiaire d'un agitateur rapide, puis elles seront séparées et dirigées chacune vers le clarifloculateur pour la précipitation du phosphore sous forme des boues chimiques.

a- Le clarifloculateur :

La nouvelle station d'Ain Témouchent comporte deux clarifloculateurs circulaires (figure III.12) à traction périphérique avec un agitateur du type lent, qui ont pour chacun un diamètre de 22 mètres et une hauteur totale égale à 4 mètres (Notice de l'exploitation de la STEP, 2013).



Figure III.14: clarifloculateur (Keddar et Mankouri, 2021).

Au moyen du puits des boues chimiques, ces dernières sont évacuées dans l'épaisseur.

b- Bassin de désinfection :

L'installation de la station contient un bassin de désinfection dont les dimensions sont : une hauteur de 2,75 m, une largeur de 5 m, et une longueur de 23 mètres, on utilise comme réactif pour la désinfection l'hypochlorite de sodium (NaClO).

La solution de l'hypochlorite de sodium est un produit instable, mais sa décomposition peut être contrôlée en augmentant la valeur du pH jusqu'au 11, en évitant la présence des ions métalliques qui ont l'effet de catalyseur de la décomposition. Même pour un local isolé thermiquement et à l'abri de la lumière, le temps de stockage doit être limité à 60 jours maximum.



Figure III.15 : Bassin de désinfection (Keddar et Mankouri, 2021)

3.2.4- Description des ouvrages de traitement de la filière boues :

a. Recyclage et évacuation des boues en excès :

Les boues sont soustraites et activées du fond de clarifloculateur ensuite renvoyées en tête de traitement biologique, afin de régénérer celui-ci et d'y maintenir une concentration sensiblement constante en micro-organismes épurateurs.

L'opération de recyclage est assurée pour chaque ligne par une pompe submergée et une deuxième pompe de réserve, placées dans un puits, les caractéristiques de ces pompes sont les suivantes : débit unitaire 466 m³/h, hauteur manométrique 6,5 m.

Dans chaque ligne de recyclage est placé un débitmètre à induction électromagnétique accouplé à une vanne motorisée pour permettre la possibilité d'adapter le débit de recyclage en fonction de celui à l'entrée de la STEP (**Notice de l'exploitation de la STEP, 2013**).



Figure III.16: Epaisseur (Keddar et Mankouri, 2021).

b- Déshydratation des boues :

La déshydratation constitue la deuxième étape de réduction de volume des boues au cours de laquelle on réalise sur les boues concentrées, stabilisées ou non une élimination plus au moins poussée de leurs humidité résiduelle.

Au niveau de la STEP, la déshydrations des boues est raitée par lits de séchage et par bande presseuse (Notice de l'exploitation de la STEP, 2013).

- Lits de séchage :

La station comporte 6 lits de séchage, dont les dimensions de chaque lit sont les suivantes : une longueur de 20 mètres, et une largeur de 5 mètres. La surface de séchage est dimensionnée pour une capacité de production de 0,2 à 0,6 Kg MS/m² jour, la durée de séchage est d'environ 4 à 6 semaines, mais elle peut atteindre 3 à 4 mois dans des conditions météorologiques défavorables.



Figure III.17 : Lits de séchage (Keddar et Mankouri, 2021).

Chapitre III : Description de la STEP d'Ain Temouchent

- Bande presseuse (2 unités) :

La déshydratation des boues est conduite sur filtres à bandes presseuses classiques. Il existe deux bandes presseuses dans un local de déshydratation approprié, chaque bande a une largeur de toiles de 2500 mm ,et une capacité de séchage des boues de 240 Kg MST/h mètre de largeur, pendant une période de fonctionnement de 8 heures par jours , en travaillant 5 jours par semaine (**Notice de l'exploitation de la STEP, 2013**).



Figure III.18: Bande presseuse (**Keddar et Mankouri, 2021**).

Conclusion :

Dans ce chapitre, on a donné une description détaillée de la nouvelle station d'épuration d'Ain Témouchent, des conditions de fonctionnement de cette dernière ainsi que des différents procédés de traitement des eaux usées:

- les prétraitements.
- traitement biologique et décantation.
- les traitements des boues.
- l'épaississeur.
- les bandes presseuses et les lits de séchage.

Chapitre IV

*Suivi du traitement
des usées usées dans
la station d'épuration
(STEP d'Ain
Temouchent)*

Chapitre IV : Suivi du traitement des eaux usées dans la STEP

Introduction :

Le suivi du traitement des eaux usées dans la STEP d'Ain Temouchent a été fait pour évaluer la qualité des eaux traitées et contrôler leur efficacité, un ensemble d'analyses physicochimique a été fait à l'entrée et à la sortie de la STEP durant toute l'année 2021.

Les analyses effectuées représentent toutes celles qui sont faites pour le diagnostic d'une station d'épuration, elles sont portées sur :

- Les matières en suspension (**MES**).
- La demande biochimique en oxygène (**DBO₅**).
- La demande chimique en oxygène (**DCO**).
- l'azote de l'ion ammoniacal N- **NH₄⁺**.
- Oxygène **O₂**
- les nitrites N- **NO₂⁻**.
- l'azote ammoniacal N- **NO₃⁻** .
- Phosphore Total **PT**.
- phosphate **PO₄³⁻** .
- la température **T°C**.
- le **pH**.

Chapitre IV : Suivi du traitement des eaux usées dans la STEP

1. L'analyse des paramètres physiques chimiques de la STEP d'Ain Temouchent :

1.1 Les Résultats des analyses des eaux usées suivis au laboratoire de la STEP d'Ain Temouchent Dans les 4 semaines : 04/01/2021 – 13/01/2021- 19/01/2021-26/01-2021.

Tableaux IV.1 : Résultats de l'auto-surveillance ENTREE – SORTIE (moyenne) Janvier 2021 (Keddar et Mankouri, 2021)

| Désignation | Volume | | ENTREE STEP | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------|------|------|-------|------|-------|-------|------|------|----|------|
| | E | S | MES | DB05 | DCO | N-NH4 | O2 | N-NO2 | N-NO3 | PT | PO4 | T | PH |
| | M ³ /J | M ³ /J | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | °C | - |
| Valeur moyenne mensuelle | 11556 | 10936 | 237 | 147 | 531 | 41.1 | 0.82 | 0.37 | 0.57 | 8.9 | 7.05 | 13 | 7.58 |

| SORTIE STEP | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|--------|------|-------|-------|------|------|----|------|
| MES | DB05 | DCO | N-NH4 | O2 | N-NO2 | N-NO3 | PT | PO4 | T | PH |
| mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | °C | - |
| 27 | 09 | 51 | 22 ,41 | 8.76 | 0.34 | 2.53 | 5.61 | 3.45 | 9 | 7.49 |

Chapitre IV : Suivi du traitement des eaux usées dans la STEP

1.2 Les Résultats des analyses des eaux suivent le laboratoire de la STEP d'Ain Temouchent Dans les 4 semaines : 02/02/2021 – 09/02/2021-15/02/2021-22/02/2021.

Tableaux IV.2 : Résultats de l'auto-surveillance ENTREE – SORTIE (moyenne) Février 2021 (Keddar et Mankouri, 2021)

| Désignation | Volume | | ENTREE STEP | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------|------|------|-------|------|-------|-------|------|------|----|------|
| | E | S | MES | DB05 | DCO | N-NH4 | O2 | N-NO2 | N-NO3 | PT | PO4 | T | PH |
| | M ³ /J | M ³ /J | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | °C | - |
| Valeur moyenne mensuelle | 7293 | 6535 | 209 | 135 | 402 | 45.56 | 0.66 | 0.208 | 0.53 | 7.3 | 6.18 | 13 | 7.42 |

| SORTIE STEP | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|-------|------|-------|-------|------|------|-----|------|
| MES | DB05 | DCO | N-NH4 | O2 | N-NO2 | N-NO3 | PT | PO4 | T | PH |
| mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | °C | - |
| 24 | 11 | 51.5 | 12.35 | 8.07 | 0.140 | 0.69 | 4.98 | 4.1 | 0.9 | 7.39 |

Chapitre IV : Suivi du traitement des eaux usées dans la STEP

1.3 Les Résultats des analyses des eaux usées suivent le laboratoire de la STEP d'Ain Temouchent Dans les 4 semaines : 02/03/2021 – 09/03/2021- 16/03/2021- 23/03/2021.

Tableaux IV. 3 : Résultats de l'auto-surveillance ENTREE – SORTIE (moyenne) Mars 2021 (Keddar et Mankouri, 2021).

| Désignation | Volume | | ENTREE STEP | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------|------|-------|-------|------|-------|-------|------|------|----|------|
| | E | S | MES | DB05 | DCO | N-NH4 | O2 | N-NO2 | N-NO3 | PT | PO4 | T | PH |
| | M ³ /J | M ³ /J | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | °C | - |
| Valeur moyenne mensuelle | 7165 | 6150 | 230 | 165 | 460.5 | 51.66 | 1.18 | 0.215 | 3.95 | 5.12 | 5.15 | 15 | 8.08 |

| SORTIE STEP | | | | | | | | | | |
|-------------|------|-------|-------|------|-------|-------|------|------|----|------|
| MES | DB05 | DCO | N-NH4 | O2 | N-NO2 | N-NO3 | PT | PO4 | T | PH |
| mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | °C | - |
| 19.25 | 9 | 35.75 | 3.24 | 8.72 | 0.082 | 5.45 | 7.65 | 6.2 | 12 | 7.57 |

Chapitre IV : Suivi du traitement des eaux usées dans la STEP

1.4 Les Résultats des analyses des eaux usées suivent le laboratoire de la STEP d'Ain Temouchent Dans les 4 semaines : 29/03/2021 – 05/04/2021- 12/04/2021-20/04/2021.

Tableaux IV.4 : Résultats de l'auto-surveillance ENTREE – SORTIE (moyenne) Avril 2021 (Keddar et Mankouri, 2021).

| Désignation | Volume | | ENTREE STEP | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|--------------------|--------------------|-------------|------|------|-------|------|-------|-------|------|------|----|------|
| | E | S | MES | DB05 | DCO | N-NH4 | O2 | N-NO2 | N-NO3 | PT | PO4 | T | PH |
| | M ³ / J | M ³ / J | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | °C | - |
| Valeur moyenne mensuelle | 9874 | 8540 | 144 | 120 | 368 | 41.08 | 0.77 | 0.207 | 5.2 | 4.26 | 8.8 | 18 | 8.32 |

| SORTIE STEP | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|-------|------|-------|-------|------|------|----|------|
| MES | DB05 | DCO | N-NH4 | O2 | N-NO2 | N-NO3 | PT | PO4 | T | PH |
| mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | °C | - |
| 18 | 12 | 36 | 5.10 | 8.32 | 0.08 | 1.24 | 4.5 | 7.3 | 15 | 7.71 |

Chapitre IV : Suivi du traitement des eaux usées dans la STEP

1.5 Les Résultats des analyses des eaux usées suivent le laboratoire de la STEP d'Ain Temouchent Dans les 4 semaines : 03/05/2021 – 10/05/2021- 17/05/2021- 24/05/2021.

Tableaux IV.5 : Résultats de l'auto-surveillance ENTREE – SORTIE (moyenne) Mai 2021 (Keddar et Mankouri, 2021).

| Désignation | Volume | | ENTREE STEP | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|--------------------|--------------------|-------------|------|------|-------|------|-------|-------|------|------|----|------|
| | E | S | MES | DB05 | DCO | N-NH4 | O2 | N-NO2 | N-NO3 | PT | PO4 | T | PH |
| | M ³ / J | M ³ / J | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | °C | - |
| Valeur moyenne mensuelle | 15493 | 13149 | 336 | 210 | 764 | 87.13 | 0.35 | 0.3 | 7.48 | 4.30 | 8.65 | 20 | 8.73 |

| SORTIE STEP | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|-------|------|-------|-------|------|------|----|------|
| MES | DB05 | DCO | N-NH4 | O2 | N-NO2 | N-NO3 | PT | PO4 | T | PH |
| mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | °C | - |
| 29 | 18 | 74 | 42.49 | 6 | 0.248 | 2.47 | 4.3 | 5.45 | 14 | 8.45 |

Chapitre IV : Suivi du traitement des eaux usées dans la STEP

Les résultats expérimentaux trouvés sont présentés comme suit :

2. Performance de la STEP de l'année 2021 :

2.1. Matières en suspension (MES) :

Tableaux IV.6 : Résultats de l'auto-surveillance ENTREE – SORTIE (MES mg/l) Année 2021

| Année 2021 | | Mois Janvier 2021 | Mois Février 2021 | Mois Mars 2021 | Mois Avril 2021 | Mois Mai 2021 |
|------------|--------|-------------------|-------------------|----------------|-----------------|---------------|
| MES mg/l | Entrée | 237 | 209 | 230 | 144 | 336 |
| | Sortie | 27 | 24 | 19.25 | 18 | 29 |

Norme de rejet (MES mg/l) (< 35 mg/l),

La figure ci-dessous (figure IV.1) nous montre la variation moyenne de la concentration des matières en suspension (MES) de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

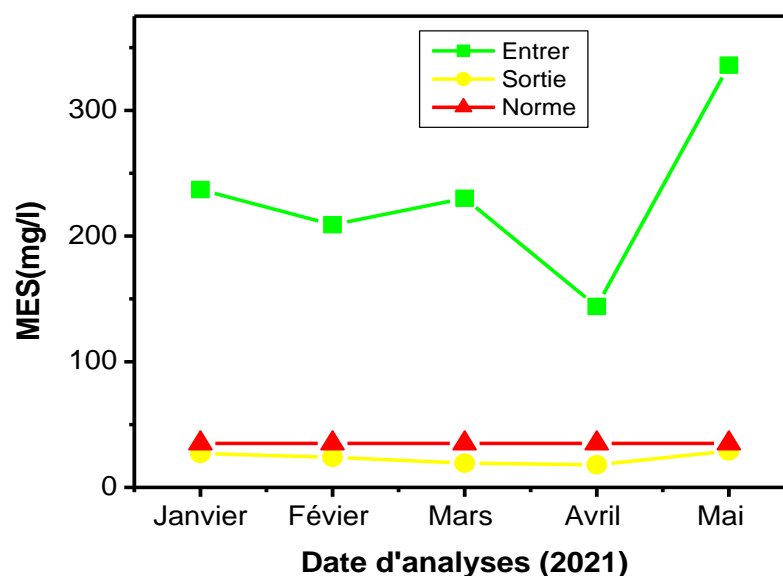


Figure IV.1 : Variation moyenne de la concentration des matières en suspension (MES) l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier - Mai 2021).

Chapitre IV : Suivi du traitement des eaux usées dans la STEP

Les résultats présentés dans le tableau IV.6 ainsi que la figure IV.1, montrent de part les valeurs enregistrées une diminution importante des MES entre l'entrée et la sortie de la STEP, Des valeurs importantes entre 273 et 336 mg/l sont enregistrées à l'entrée de la STEP, l'explication de ces valeurs sont probablement à un dépôt d'eau chargée en matière minérale.

Par contre à la sortie de la STEP, les valeurs des concentrations des MES varient entre 27 et 29 mg/l et ces dernières sont inférieures aux normes de rejet qui est de < 35 mg/l. Ces résultats confirment l'efficacité d'élimination des matières en suspension.

2.2 La demande biochimique en oxygène (DBO₅) :

Tableaux IV.7 : Résultats de l'auto-surveillance ENTREE – SORTIE (DBO₅ mg/l) Année 2021

| Entrée - Sortie STEP | | Année 2021 | | | | |
|--------------------------|--------|----------------------|----------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| | | Mois Janvier 2021 | Mois Février 2021 | Mois Mars 2021 | Mois Avril 2021 | Mois Mai 2021 |
| DBO ₅ mg/l | Entrée | 147 | 135 | 165 | 120 | 210 |
| | Sortie | 10 | 11 | 10 | 12 | 18 |

Norme de rejet des effluents liquides (DBO₅) (< 35 mg/l).

La figure IV.2 représente la variation moyenne de la concentration de la DBO₅ dans les eaux usées non traitées et les eaux épurées.

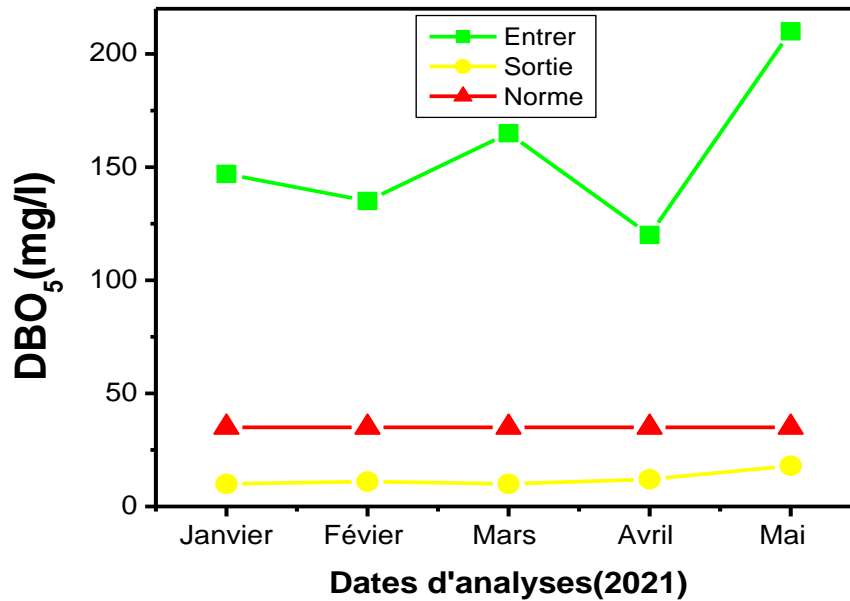


Figure IV.2: Variation moyenne de la demande biologique en oxygène (DBO₅) à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier - Mai 2021).

Les valeurs de DBO₅ sont très élevées à l'entrée de la STEP. Elles sont comprises entre 147 mg/l et 210 mg/l, ces variations s'expliquent par la nature des eaux résiduaires entrant à la STEP. Ces résultats déterminés par les analyse de la station montrent que les eaux usées de la ville sont fortement polluées par la matière organique et dépassent de beaucoup les teneurs et concentrations autorisées en normes et qui sont de 35mg/l.

Evidemment si les eaux sont déversées directement sans aucun traitement ils pourraient être néfastes pour les cours d'eau et l'écosystème. Ce qui nous mène à voir une différence importante après épuration puisque les valeurs diminuent vraiment et varient entre 10 et 18 mg/l. Les concentrations en DBO₅ enregistrées après épuration sont conformes à la norme de rejet direct des eaux usées du sont inférieures à la limite inférieure de l'intervalle des valeurs préconisées par l'OMS (110-400 mg O₂/L) pour leur réutilisation à des fins d'irrigation.

2.3 La demande chimique en oxygène (DCO) :

Chapitre IV : Suivi du traitement des eaux usées dans la STEP

Tableaux IV.8 : Résultats de l'auto-surveillance ENTREE – SORTIE (DCO mg/l) Année 2021

| 2021 Entrée - Sortie STEP | | Année | | | | |
|---------------------------------|--------|----------------------|----------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| | | Mois Janvier 2021 | Mois Février 2021 | Mois Mars 2021 | Mois Avril 2021 | Mois Mai 2021 |
| DCO mg/l | Entrée | 531 | 402 | 460.5 | 368 | 764 |
| | Sortie | 51 | 51.5 | 35.75 | 36 | 74 |

Normes de rejet (DCO) (< 120 mg/l),

Les valeurs de la variation moyenne de la concentration de la DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP sont représentées dans la figure IV.3.

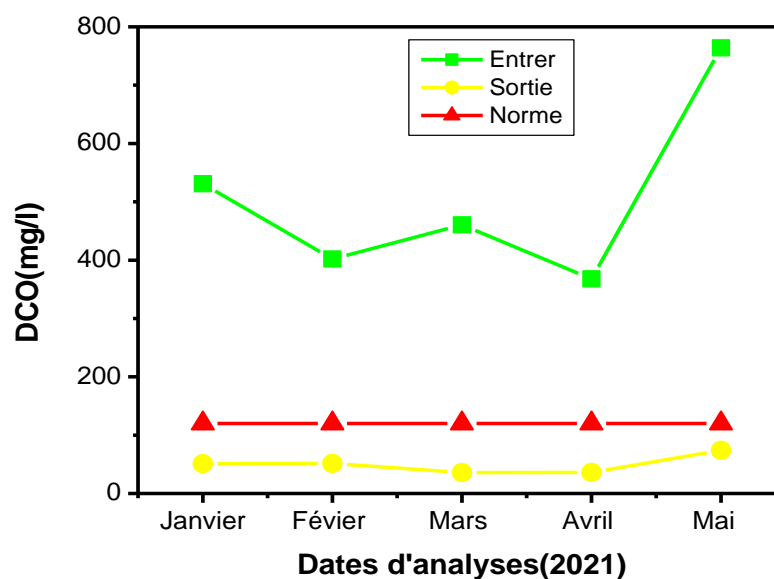


Figure IV.3: Variation moyenne de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier – Mai 2021).

On remarque d'après les résultats obtenues que les valeurs de la concentration de la DCO à l'entrée de la STEP sont très variables entre 531 mg/l et 764 mg/l. Ces teneurs élevées, en général, peuvent avoir des effets néfastes sur la qualité de l'eau à cause de la chute de la teneur en oxygène.

Chapitre IV : Suivi du traitement des eaux usées dans la STEP

Comme dans le cas de la DBO5, après épuration les teneurs des eaux en DCO diminuent fortement (**Figure IV.3**) pour atteindre des valeurs comprises entre 51 et 74 mg d'O₂/L. Donc on déduit qu'une grande concentration a été éliminée car il y'a une dégradation importante de la charge polluante.

2.4 L'azote de l'ion ammoniacal (N-NH₄⁺) :

Tableaux IV.9 : Résultats de l'auto-surveillance ENTREE – SORTIE (N-NH₄ mg/l) Année **2021**

| Année | | Mois | Mois | Mois | Mois | Mois |
|---------------------------------|--------|--------------|--------------|-----------|------------|----------|
| | | Janvier 2021 | Février 2021 | Mars 2021 | Avril 2021 | Mai 2021 |
| 2021 Entrée - Sortie STEP | Entrée | 41.5 | 45.56 | 51.66 | 41.08 | 87.13 |
| | Sortie | 22.41 | 12.35 | 3.24 | 7 | 4.49 |

Norme de rejet (N-NH₄⁺) (5mg/l),

La figure IV.4 ci-dessous montrent les variations des teneurs en eaux en N-NH₄⁺ à l'entrée et sortie de la station

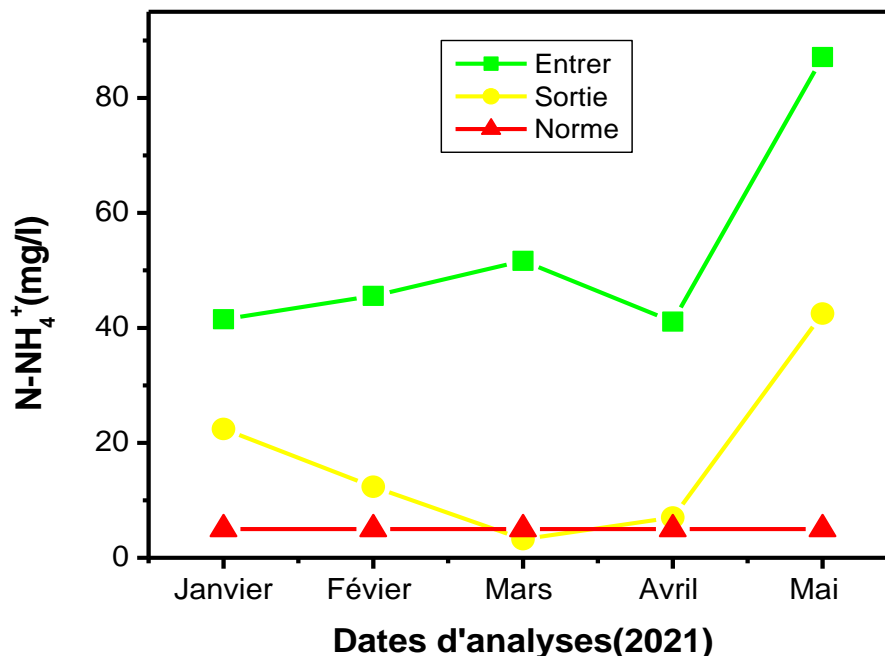


Figure IV.4 : variation moyenne de l'azote ammoniacal (N-NH₄⁺) à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier – Mai 2021).

Chapitre IV : Suivi du traitement des eaux usées dans la STEP

Les teneurs en ammonium dans les eaux brutes de la ville d'Aïn Témouchent à l'entrée de la STEP (Tableau IV.9 et Figure IV.4) varient de 42 à 87 mg/L, alors qu'à la sortie, ces valeurs oscillent entre 3.34 mg/l et 22.41 mg/l.

On remarque des pics au mois (Janvier, Février et Avril), dépassant la norme (**5mg/l**), ceci se traduit habituellement par un processus de dégradation incomplet de la matière organique, cela explique l'élévation des teneurs en NH_4^+ de l'eau usée avant le traitement, et la teneur en oxygène est insuffisante pour assurer sa transformation. Ça n'empêche en rien qu'en déduction une grande élimination a été réalisée.

2.5 Oxygène (O_2) :

Tableaux IV.10 : Résultats de l'auto-surveillance ENTREE – SORTIE (O_2 mg / l) Année 2021

| Année 2021 Entrée - Sortie STEP | | Mois Janvier 2021 | Mois Février 2021 | Mois Mars 2021 | Mois Avril 2021 | Mois Mai 2021 |
|--|--------|----------------------|----------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| | | Entrée | 0.82 | 0.66 | 1.18 | 0.77 |
| O_2 mg/l | Sortie | 8.76 | 8.07 | 8.72 | 8.32 | 6 |

Normes de rejet (O_2) 30 °C

La figure IV.5 montre les résultats des teneurs en oxygène dissout à l'entrée et à la sortie de la STEP.

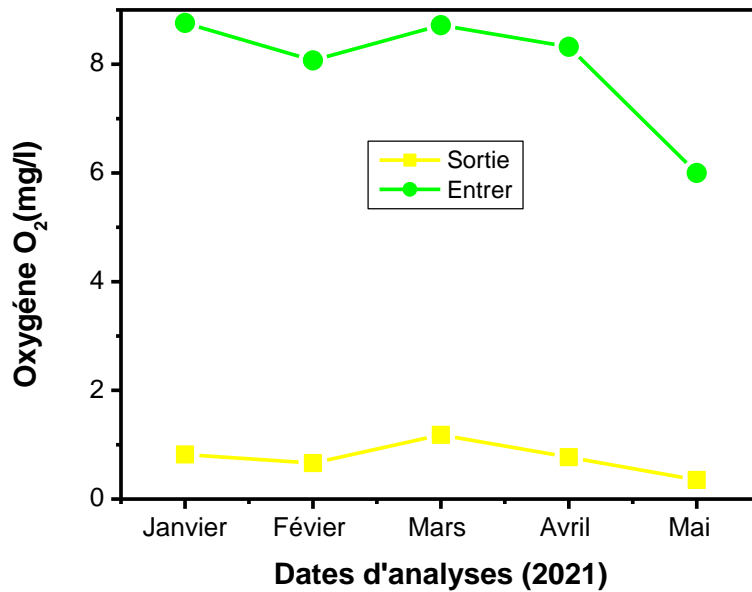


Figure IV.5 : variation moyenne de Oxygène O₂ à l'entrée et à la sortie de laSTEP (Janvier – Mai 2021).

Les résultats présentés dans la figure IV.5, nous illustrent que les teneurs en oxygène dissous à l'entrée de la STEP, oscillent entre 0,82 mg/l et 1,18 mg/l, soit une moyenne de 0,85 mg/l, par contre à la sortie de la STEP ils varient entre 6 et 8mg/l. On remarque donc que les valeurs moyennes mensuelle des concentrations en oxygène dissous des eaux traitées sont nettement supérieures par rapport aux eaux brutes, ceci est dû à une bonne aération des eaux au niveau du bassin d'aération, ce qui est très important le développement des microorganismes aérobies assurant l'oxydation des matières organiques.

2.6 : les nitrites N-NO₂- :

Tableaux IV.11 : Résultats de l'auto-surveillance ENTREE – SORTIE (N-NO₂ mg/l) Année 2021

Chapitre IV : Suivi du traitement des eaux usées dans la STEP

| 2021 Entrée - Sortie STEP | | Année | | | | |
|---------------------------------|--------|----------------------|----------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| | | Mois Janvier 2021 | Mois Février 2021 | Mois Mars 2021 | Mois Avril 2021 | Mois Mai 2021 |
| N- NO ₂ mg/l | Entrée | 0.37 | 0.208 | 0.215 | 0.207 | 0.3 |
| | Sortie | 0.34 | 0.140 | 0.082 | 0.08 | 0.248 |

Normes de rejet 1 mg / l

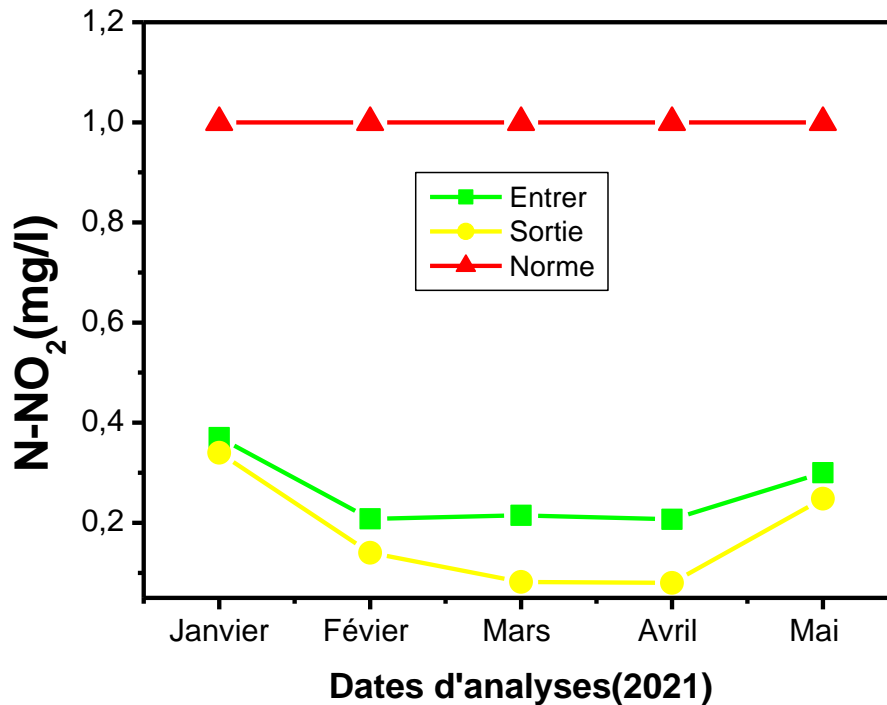


Figure IV.6 : variation moyenne de les nitrites N-NO₂ à l'entrée et à la sortie de laSTEP (Janvier – Mai 2021).

Le suivi de la variation des nitrites dans les eaux usées brutes de la STEP de la ville (**Tableau IV 11 et Figure IV.6**) montre que leurs teneurs en NO₃⁻ varient entre 0.2 et 0.3 mg/l et diminuent de peu allant de 0.08 à 0.34 mg/l.

Les faibles concentrations en nitrites rencontrées au niveau des eaux usées étudiées, pourraient être

Chapitre IV : Suivi du traitement des eaux usées dans la STEP

expliquées par le fait que l'ion nitrite (NO_2^-) est un composé intermédiaire, instable en présence de l'oxygène, dont la concentration est généralement très inférieure à celle des deux formes qui lui sont liées, les ions nitrates et ammonium.

2.7 L'azote ammoniacal N-NO_3^- :

Tableaux IV.12 : Résultats de l'auto-surveillance ENTREE – SORTIE (N-NO_3 mg/l) Année 2021

| Année 2021 Entrée - Sortie STEP | | Mois Janvier 2021 | Mois Février 2021 | Mois Mars 2021 | Mois Avril 2021 | Mois Mai 2021 |
|---------------------------------------|------|-----------------------------|----------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| | | N- NO_3 mg/l | 0.57 | 0.54 | 3.95 | 5.2 |
| Entrée | 2.53 | 0.69 | 5.45 | 1.24 | 2.47 | |
| Sortie | | | | | | |

Normes de rejet (N-NO_3) <1mg/l

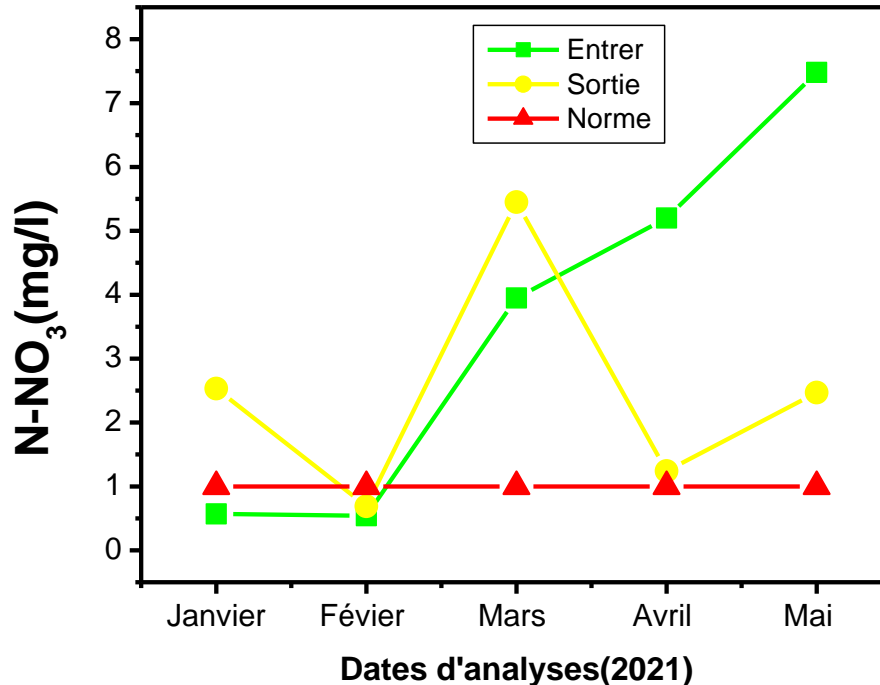


Figure IV.7 : variation moyenne de L'azote ammoniacal N-NO_3 à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier – Mai 2021).

Chapitre IV : Suivi du traitement des eaux usées dans la STEP

Le suivi de la variation des nitrates dans les eaux usées brutes de la STEP (Tableau IV 12 et Figure IV.7) montrent que leurs teneurs en NO_3^- varient entre 0.57 et 7.48 mg/l, à la sortie ils varient entre 0.69 et 2.47 mg/l.

Lorsqu'on vient à comparer les concentrations en nitrates des eaux usées analysées avec la norme de qualité des eaux destinées à l'irrigation on en déduit que celles-ci sont conformes aux normes et présentent une restriction légère à modérée pour les eaux d'irrigation.

2.8 Phosphore Total PT :

Tableaux IV.13 : Résultats de l'auto-surveillance ENTREE – SORTIE (PT mg/l) Année 2021

| Entrée - Sortie STEP | | Année 2021 | | | | |
|-------------------------|--------|----------------------|----------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| | | Mois Janvier 2021 | Mois Février 2021 | Mois Mars 2021 | Mois Avril 2021 | Mois Mai 2021 |
| PT mg/l | Entrée | 8.9 | 7.3 | 5.12 | 4.26 | - |
| | Sortie | 5.61 | 4.98 | 7.25 | 4.5 | - |

Normes de rejet (PT mg/l) (< 2 mg/l).

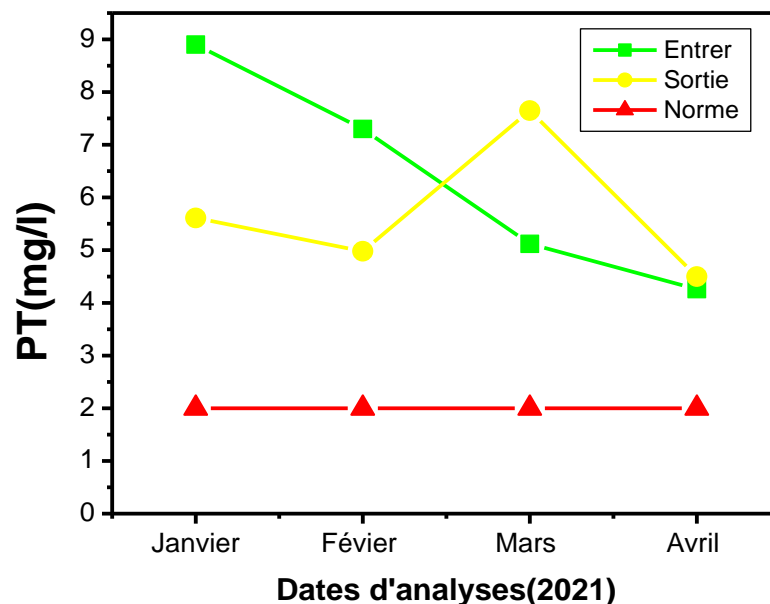


Figure IV.8: Variation moyenne de phosphate total (PT) à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier – Mai 2021).

Chapitre IV : Suivi du traitement des eaux usées dans la STEP

Le phosphore total est l'ensemble du phosphore présent dans un échantillon sous forme de phosphates ou de composé organophosphorés. La figure IV.8 représente la variation moyenne de la concentration en phosphore total dans les eaux usées brute ainsi que dans les eaux traitées à la sortie de la STEP.

Les teneurs en phosphore total sont comprises entre 4.26 et 8.9 mg/l. Après épuration les valeurs de PT dans les eaux épurées diminuent pour enregistrer des teneurs variant entre 4.5 et 7.25 mg/l.

Cette valeur dépasse celle de la norme de rejets (2 mg/l) , ce dépassement peut être due à un processus de déphosphoration incomplet.

2.9 Phosphate PO_4^{3-} :

Tableaux IV.14 : Résultats de l'auto-surveillance ENTREE – SORTIE (PO_4 mg/l) Année 2021

| Entrée - Sortie STEP | | Année 2021 | | | | |
|-------------------------|--------|----------------------|----------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| | | Mois Janvier 2021 | Mois Février 2021 | Mois Mars 2021 | Mois Avril 2021 | Mois Mai 2021 |
| PO_4 mg/l | Entrée | 7.04 | 6.18 | 5.12 | 8.8 | 8.65 |
| | Sortie | 3.45 | 4.98 | 6.2 | 7.3 | 5.45 |

Normes de rejet PO_4 (2 mg / l)

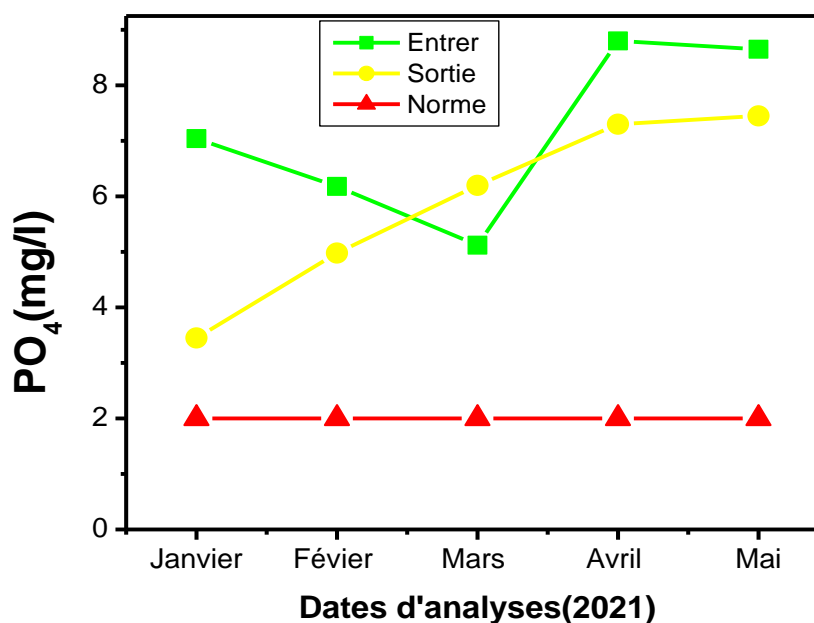


Figure IV.9: Variation moyenne de Phosphate PO_4 à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier – Mai 2021)

Chapitre IV : Suivi du traitement des eaux usées dans la STEP

Les teneurs enregistrées en phosphates enregistrent des valeurs qui varient entre 5.12 et 8.65 mg/L, ces valeurs importantes sont dû à la présence d'eaux domestiques, des rejets de produits de peintures, détergents ou autres dans les eaux de la ville d'Ain Temouchent. On remarque cependant que ces teneurs en ortho-phosphates diminuent après épuration atteignant des valeurs allant de 3.45 à 7.3 mg/L.

2.10 La température T° :

Tableaux IV.15 : Résultats de l'auto-surveillance ENTREE – SORTIE (T °C mg/l) Année 2021

| Entrée - Sortie STEP | | Année 2021 | | | | |
|-------------------------|--------|----------------------|----------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| | | Mois Janvier 2021 | Mois Février 2021 | Mois Mars 2021 | Mois Avril 2021 | Mois Mai 2021 |
| T°C mg/l | Entrée | 13 | 13 | 15 | 18 | 20 |
| | Sortie | 09 | 09 | 12 | 15 | 14 |

Normes de rejet T °C (30 °C)

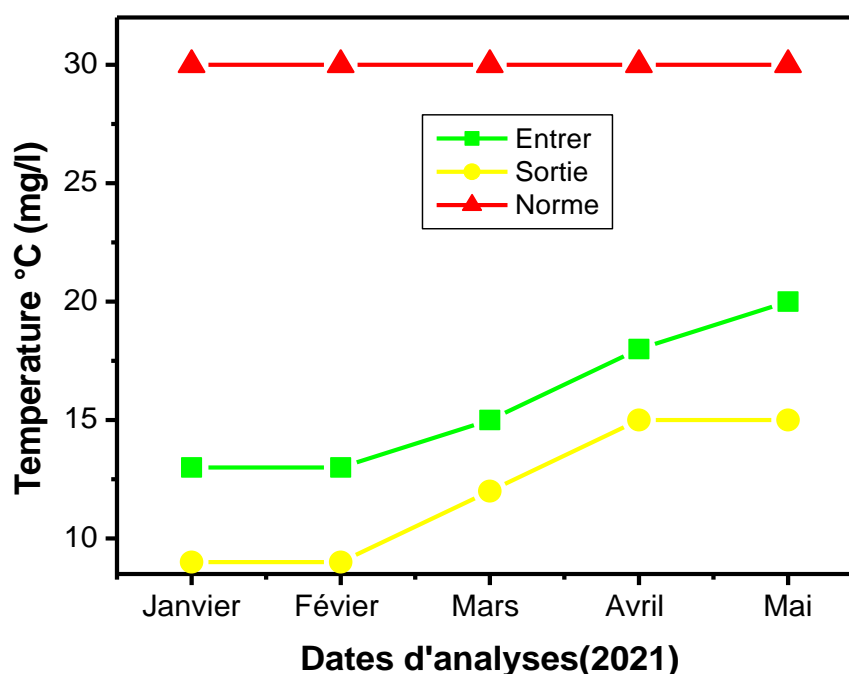


Figure IV.10 : Variation moyenne de la température T °C à l'entrée et à la sortie de la STEP (Janvier -Mai 2021)

Chapitre IV : Suivi du traitement des eaux usées dans la STEP

D'après les résultats présentés dans la figure IV.10, on constate que les valeurs de la température à l'entrée et celles de la sortie de la STEP sont très proches.

Elles varient de 13 à 20°C à l'entrée et de 9°C à 14°C à la sortie de la STEP, Ces valeurs restent inférieures aux normes de rejets qui sont de 30°C.

2.11 Le pH :

Tableaux IV.16 : Résultats de l'auto-surveillance ENTREE – SORTIE (PH mg/l) Année 2021

| Entrée - Sortie STEP | | Année 2021 | | | | |
|-------------------------|--------|----------------------|----------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| | | Mois Janvier 2021 | Mois Février 2021 | Mois Mars 2021 | Mois Avril 2021 | Mois Mai 2021 |
| pH mg/l | Entrée | 7.58 | 7.42 | 8.08 | 8.32 | 8.73 |
| | Sortie | 7.49 | 7.39 | 7.57 | 7.71 | 8.45 |

Norme de rejet PH : 6.5-8.5 mg / l

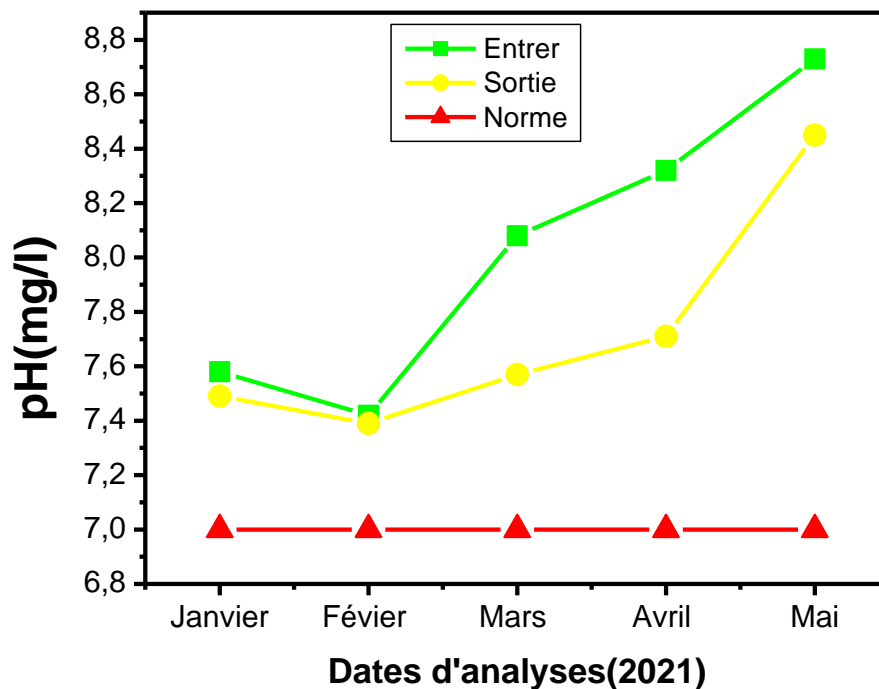


Figure IV.11 : Variation moyenne du pH de l'eau brute et de l'eau traitée (janvier – Mai 2021)

Chapitre IV : Suivi du traitement des eaux usées dans la STEP

Les résultats obtenus dans la figure IV.11, les valeurs de pH des eaux usées avant le traitement sont comprises entre 7.58 et 8.73. Le pH des eaux traitées oscille entre 7,49 et 8.45, les valeurs ne changent pas vraiment entre les eaux brutes et celles traitées mais respectent tout de même la norme de rejet délimitée entre 6,5 et 8,5.

3. Discussion générale :

En vue des résultats obtenus pour le suivi de la station d'épuration et en analysant tous les paramètres ainsi que les charges polluantes qui proviennent des eaux rejetées dans la ville d'Ain Temouchent, aussi en comparant chaque matière polluante à l'entrée et à la sortie de la STEP c'est-à-dire dans les eaux brutes ainsi que dans les eaux épurées par la suite. On a pu constater que pour presque tous les charges et paramètres les valeurs avaient diminuées soit de façon considérables soit de peu sauf pour les teneurs en ammonium qui avaient dépassé les normes, ceci a été expliqué par le processus de dégradation incomplet de la matière organique, ce qui explique l'élévation des teneurs en NH_4^+ de l'eau usée avant le traitement. Pour le phosphore total on a constaté également que ses valeurs dépassaient celle de la norme de rejets (2 mg/l), ce dépassement est sûrement dû à un processus de déphosphoration incomplet.

En dehors de ces deux valeurs, toutes les autres mesures ont témoigné d'une dégradation importante de la charge polluante dans les eaux traitées et épurées. On conclue que la STEP présente de bons résultats qui sont conforme à la norme algérienne.

Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion:

La présente étude sur la caractérisation et le suivi des eaux usées et épurées de la STEP d'Aïn Témouchent nous confirme l'efficacité sur la diminution et l'élimination des charges polluantes et du risque sanitaire issus des traitements dans stations d'épuration. Ces eaux sont épurées par le procédé à boues activées avant d'être rejetées dans le milieu naturel ou utilisées à des fins d'irrigation.

Les analyses ont révélé des teneurs importantes pour plusieurs paramètres polluant qui se sont ensuite vu diminuer voir éliminer pour certains après traitement. En conclusion on remarque que la station d'épuration d'Ain Témouchent fonctionne en aération prolongée, malgré qu'elle fût conçue pour fonctionner à faible charge, cela est dû aux faibles débits entrant à la STEP.

La Station présente des très bons résultats qui sont conforme à la norme algérienne.

Références Bibliographiques

A

Agences de bassins, 1979- Lagunage naturel et lagunage aéré : procédés d'épuration des petites collectivités, CTGREF d'Aix en Provence.

B

Bechac J.P., Boutin P., Mercier B., Nuer P., 1987- Traitement des eaux usées. Edition Eyrolles, 281 p.

Benyagoub M., 2011- Etude d'un système d'épuration par lagunage aéré à Ras Ek Ma. Mémoire de master. Université de Tlemcen, Département d'hydraulique

Bliefert C., Perraud R., 2008- Chimie de l'environnement : Air, Eau, Sols, Déchets. Edition de boeck, 477 p.

Bontoux J., 1993- Introduction à l'étude des eaux douces: eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 166 p.

Bulletin Officiel, 1995- n° 4325 du 24 Rabii II 1416/20, septembre 1995.

D

Degremont M., 1978- Mémento technique de l'eau : 8^{ème} édition. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 1200p.

F

Fiche technique sur l'assainissement collectif n°6 le lagunage naturel" 3P.

G

Gaujous D., 1995- La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 220 p.

Références Bibliographiques

Gomella C., Guerree H., 1978- Le traitement des eaux publiques, industrielles et privées, Ed. Eyrolles, Paris, 262 p

Grosclaude G., 1999- L'eau : usage et polluants. Edition INRA, 210 p.

H

Hatem Dhaoudi, 2008- Traitement des eaux usées urbaines, les procédés biologiques d'épuration. Université virtuelle de Tunis.

Henze H., 1997- Wastewater treatment : biological and chemical process.

J

Joseph h hulse., 2008- Développement durable : un avenir incertain, centre de recherche pour le développement international.

Journal officiel de la république, 2006.

L

Le comité scientifique officiel de la maison blanche, 1965- Protection de l'environnement.

M

Matouq, M., Jildeh, N., Qtaishat, M., Hindiyeh, M., Al Syouf, M.Q., 2015- The adsorption kinetics and modeling for heavy metals removal from wastewater by Moringa pods. Journal of Environmental Chemical Engineering, vol. 3, 775–784.

N

Notice de l'exploitation de la STEP, 2013- Description de l'exploitation de la station d'Ain Temouchent. Mise à jour en 2013.

Références Bibliographiques

P

PNUE / OMS., 1979- Recommandation pour la surveillance sanitaire des zones côtières à usage récréatif et des zones conchylicoles. Bureau régional de l'OMS pour l'Europe, Copenhague, 168p.

R

Rahou Kada Boubakeur, 2014- Evaluation des performances des aérateurs de surface de la STEP d'El-kerma ORAN, Mémoire de master, Département de génie chimie, Université d'Oran.

Rodier J., 1980- l'analyse de l'eau.

Rodier J., Bazin C., Chambon P., Broutin J.-P., Champsaud H., Rodi L., 1996- Analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 8^{ème} édition. Edition DUNOD, Paris. 1983p.

Rodier J., Bemard L., Merlet N., et coll , 2009- L'analyse de l'eau. Dunod , paris , 9e édition..

S

Sahnoun A. I., 2019- Contribution à la valorisation des boues des stations d'épuration des eaux usées, Thèse de doctorat, Département d'hydrauliques, Université d'Oran.

Satin M., Selmi B., 1999- Guide technique de l'assainissement, 2^{ème} édition. Edition LE MONITEUR, Paris, 680p.

Schwedt G., 1993- Atlas de poche des méthodes d'analyse. Médecine-science/ Flammarion. Les technoscopes de Biofutur. Paris.

T

Références Bibliographiques

Tarmoul F., 2007- Détermination de la pollution résiduelle d'une station d'épuration par lagunage naturel "cas de la lagune de béni-messous DEUA Institut des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral, 53P.

Technique d'assainissement STEP/LAGUNAGE", document DHW de Sidi Bel Abbès, 54P.

Tilley E., 2008- "Compendium des Systèmes et Technologies d'Assainissement", édition Sandec, the Department of Water and Sanitation in Developing Countries of Eawag,.

y

Yahiatene Sofiane Et Tahirim El Tiadj, 2010- "Réflexion sur la caractérisation physico-chimique des effluents liquides rejetés dans la grande sebkha d'Oran", Mémoire de Licence, Université d'Oran, 51 P.

Références Bibliographiques

Site web :

Site web 1 : <http://www.hellopro.fr/dessablage-2007363-fr-1-feuille.html> consulté le 04/03/2013.

Site web 2 : <http://www.siacourance.com/popups/popup3.html> consulté le 04/03/2013.

Site web 3 : <http://www.archiexpo.fr/prod/norweco/micro-stations-d-epuration-59372-139048.html> consulté le 04/03/2013.

Site web 4 : <http://ville.repentigny.qc.ca/Vie-Citoyenne/Eau/Eaux-usees.aspx> Le 04/03/2013 à 21:28.

Site web 5 :

<http://www.google.fr/search?num=10&hl=fr&tbo=d&biw=1198&bih=633&site=imghp&tbm=isch&spell=1&q=station+d%27%C3%A9puration+par+boue+activ%C3%A9&sa=X&ei> consulté le 23/12/2012.

Site web 6 : <http://www.recycleau.fr/fr/lagunage> consulté le 11/06/2013.

Site web 7 : <http://www.eco-sapiens.com/dossier-72-Epurez-vous-meme-vos-eaux-usees-grâce-aux-plantes.html> consulté le 11/06/2013.

Site web 8 : http://www.trevi-env.com/fr/technique_elimination_P.php Le 04/03/2013

Annexe

ANNEXE

Matériel du Laboratoire de la STEP d'Ain Témouchent (Keddar et Mankouri, 2021)



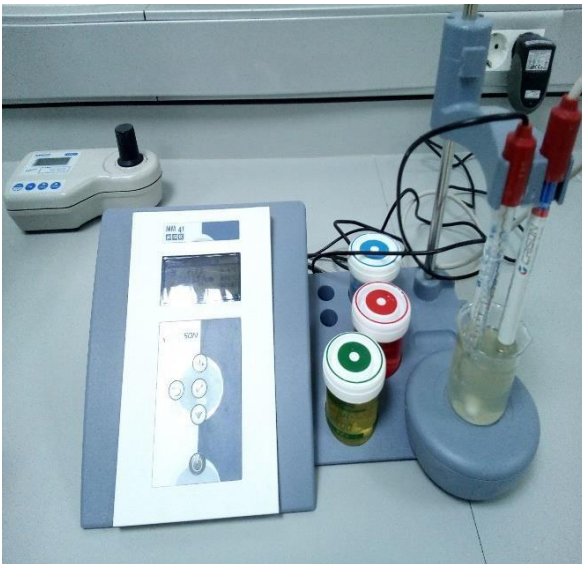
ANNEXE



**I1. Préleveur d'échantillons automatique
RPS20**



I2. Échantillonneur multi-flacons fixes



I3. Multimètre MM41



I4. Mesureur O2 portable



I5. Spectrophotomètre UV-VIS



I6. DCO mètre

ANNEXE



I7. Oxytop



I8. Appareil filtration + Pompe à vide



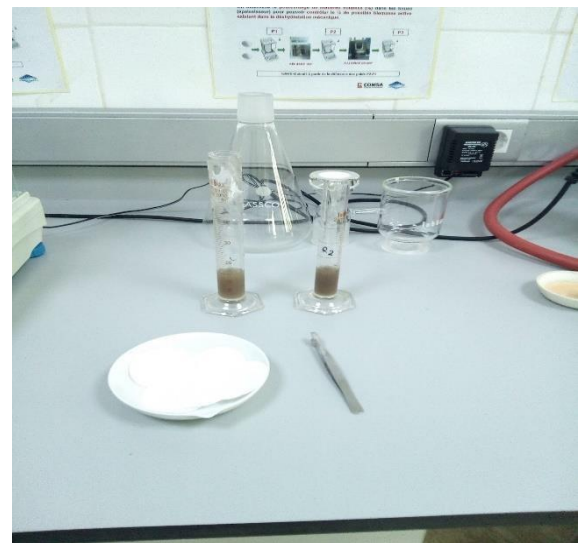
I9. Turbidimètre Mi 415



I10. Cône Imhof



I11. Balance analytique



I12. Papiers filtre + Capsule

ANNEXE



I13. Déssecheur en verre



I14. Etuve DO-40



I15. Éprouvettes graduées de 1 litre



I16. Armoire thermostatique



I17. Thermostat

ANNEXE



I 18 : Oxytop