

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd- Tlemcen –

Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme de MASTER**

En : **Hydraulique**

Spécialité : **Hydraulique Urbaine**

Par :

BARKA Mohammed Zakaria

BENALLAL Mohammed El Amine

Sujet

Etude des performances épuratoires de la STEP d'Ain Témouchent et faisabilité de la réutilisation de ces eaux usées épurées en irrigation

Soutenu publiquement, le **10 Septembre 2020**, devant le jury composé de :

Mme BENSOUA Fouzia	Professeur	Univ. Tlemcen	Présidente
Mr BOUCHELKIA Hamid	Professeur	Univ. Tlemcen	Examineur
Mr BOUMEDIENE Maamar	Maître de conférences A	Univ. Tlemcen	Encadreur
Mr CHIBOUB FELLAH Abdelghani	Professeur	Univ. Tlemcen	Co-encadreur

Promotion : 2019 – 2020

Dédicace

*En signe de respect et de reconnaissance, je dédie ce modeste
travail*

À

*Mes parents : ma très chère mère **Fatéma**, mon très cher Père
Noureddine.*

À

*Ma chère sœur **Amel** et son mari **Abdelkader** et sa jolie fille
Amira.*

À

*Mes deux chers frères **Ayoub** et le petit adorable **Abdelillah.***

Mohammed El Amine. B

Dédicace

*Aux êtres les plus chers a mon cœur, mon père **Abdelaziz** et ma mère **Souad**, qui ont consacré leur noble existence à bâtir la mienne. De ma vie je ne saurai assez leur exprimer mon affection, ma reconnaissance et mon amour.*

A mes adorables frères Imad, Aymen et le petit chouchou Akram qui ont été toujours la à mes cotés,

A mes chères sœurs Yousra Zineb et Hadjer , qui font une partie de mon bonheur.

A tous mes amis, et toute personne que je connais, a toute la promotion Master II Hydraulique Urbain 2020.

Mohammed Zakaria. B

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

Nous remercions nos parents qui nous ont soutenus et encouragés dans nos vies.

*Nous exprimons toutes nos reconnaissances et gratitude à nos encadreurs Monsieur **BOUMEDIENE MAAMAR** et Monsieur **CHIBOUB FELLAH ABDELGHANI** pour l'aide compétente qu'ils nous ont apporté, pour leurs patiences et leurs encouragements.*

*Nous remercions nos examinateurs Monsieur **BOUCHELKIA HAMID** et Madame **ADJIM FOUZIA**, aussi tous nos enseignants du département d'Hydraulique et tous les enseignants qui ont participé à notre formation depuis la première année primaire.*

Tous nos remerciements vont également aux cadres et personnels des services ONA et la STEP de la Wilaya d'Ain Témouchent.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches et amis, qui nous ont toujours encouragés au cours de la réalisation de ce mémoire.

Merci à tous et à toutes.

Résumé

L'objectif de ce travail est d'étudier les performances épuratoires de la station d'épuration STEP de la Wilaya d'Ain Temouchent à boues activées et faisabilité de la réutilisation de ces eaux usées épurées en irrigation. Le travail a été fait en discutant la variation de paramètres de pollution de l'eau, à l'entrée (eaux brute) et à la sortie de la STEP (eaux épurées) sur une série de données de trois mois (Janvier, Février et Mars) de l'année 2020.

Les résultats ont montré que le rendement épuratoire des matières en suspension (MES) était satisfaisant (92 %). Les taux d'abattement de la demande chimique en oxygène (DCO), de la demande biologique en oxygène pendant 5 jours (DBO₅) et de l'azote ammoniacal (NH₄⁺) sont respectivement de 91 %, 96 % et de 73,56 %.

Concernant les paramètres de nitrites (NO₂⁻), de l'azote total (NT) et de phosphore total (PT) leurs rendement épuratoire est respectivement de 47,92%, 58,74 % et de 46,28 %.

Pour les paramètres physico-chimiques : pH, température, turbidité et oxygène dissous, les valeurs moyennes enregistrées en rejet sont respectivement de: 8.5, 9 °C, 21 NTU et 8.73 mg/l.

Les résultats des analyses obtenus ont montré que les eaux épurées de la STEP d'Ain Témouchent peuvent être utilisées pour l'irrigation de l'arboriculture.

Mots clé: station d'épuration d'Ain Témouchent, boues activées, performances, irrigation.

Abstract

The objective of this work is to study the purification performance of the Wastewater Treatment Plant in the Wilaya of Ain Temouchent using activated sludge and the feasibility of reusing this purified wastewater for irrigation. The work was done by discussing the variation of water pollution parameters, at the entrance (raw water) and at the exit of the Wastewater Treatment Plant (purified water) on a series of data of three months (January, February and March) of the year 2020.

The results showed that the treatment efficiency of suspended solids (SS) was satisfactory (92%). The reduction rates of chemical oxygen demand (COD), biological oxygen demand for 5 days (BOD5) and ammoniacal nitrogen (NH₄⁺) are respectively 91%, 96% and 73.56%.

Regarding the parameters of nitrites (NO₂⁻), total nitrogen (NT) and total phosphorus (PT), their treatment efficiency is respectively 47.92%, 58.74% and 46.28%.

For the physico-chemical parameters: pH, temperature, turbidity and dissolved oxygen, the average values recorded in discharge are respectively: 8.5, 9 ° C, 21 NTU and 8.73 mg / l.

The results of the analyzes obtained showed that the purified water from the Ain Témouchent WWTP can be used for irrigation of arboriculture.

Keywords : Wastewater Treatment Plant in the Wilaya of Ain Temouchent, activated sludge, performance, irrigation.

ملخص

الهدف من هذا العمل هو دراسة أداء تنقية محطة معالجة مياه الصرف الصحي بولاية عين تموشنت باستخدام الحمأة المنشطة و إمكانية إعادة استخدام هذه المياه المنقاة للري. تم العمل من خلال مناقشة اختلاف معايير تلوث المياه عند المدخل (المياه الملوثة) وعند الخروج من محطة معالجة مياه الصرف الصحي (المياه النقية) على سلسلة من البيانات لمدة ثلاثة أشهر (يناير وفبراير و مارس) لسنة 2020.

أظهرت النتائج أن كفاءة تنقية المواد الصلبة العالقة كانت مرضية (92%). معدلات خفض الطلب على الأكسجين الكيميائي (DCO)، والطلب البيولوجي على الأكسجين لمدة 5 أيام (DBO5) والنيتروجين الأمونيا (+ NH4) على التوالي 91% ، 96% و 73.56% .

فيما يتعلق بالنيتريت (-NO2) والنيتروجين الكلي (NT) والفوسفور الكلي (PT) ، فإن كفاءة تنقيتها هي على التوالي 47.92% و 58.74% و 46.28%.

بالنسبة للخصائص الفيزيائية والكيميائية: الأس الهيدروجيني ودرجة الحرارة والعكارة والأكسجين المذاب ، فإن متوسط القيم المسجلة في التفريغ هي على التوالي: 8.5 ، 9 درجات مئوية ، 21 NTU و 8.73 ملغم / لتر.

أظهرت نتائج التحليلات التي تم الحصول عليها أن المياه النقية من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في عين تموشنت يمكن استخدامها لري الزراعة الشجرية.

الكلمات المفتاحية محطة معالجة مياه الصرف الصحي بولاية عين تموشنت، الحمأة المنشطة، الري

Sommaire

Dédicaces

Remerciements

Résumé

Liste des Tableaux

Liste des Figures

Liste des abréviations

Introduction générale..... 1

Chapitre I: Généralités sur les Eaux Usées..... 3

I .1 Introduction..... 3

I .2. Origine des eaux usées 3

I .2.1 Domestique 3

I .2.2 Pluviale 3

I .2.3 Industrielle..... 3

I .2.4. Agricole..... 3

I .3 Composition des eaux usées 4

I .3.1 Les matières en suspension (MES)..... 4

I .3.2 Microorganismes 4

I .3.3 Métaux lourds et micropolluants 6

I .3.4 Substances nutritifs 7

I .4 Types et paramètres de la pollution de l'eau 8

I .4.1 Type de la pollution 8

I .4.2 Paramètres de la pollution 8

I .4.2.1 Les paramètres physiques..... 8

I .4.2.2 Les paramètres chimiques 9

I .5 Normes de rejet..... 10

I .5.1 Normes de L'OMS 10

I .5.2 Les normes Algériennes 10

I .6. Conclusion 11

Chapitre II: Procédés d'épuration des eaux usées 13

II.1 Introduction..... 13

II.2 Procédés d'épuration des eaux usées 13

II.2.1 Les prétraitements 13

II.2.2 La décantation primaire	15
II.2.3 Les traitements biologiques	16
II.2.3.1 Le traitement par boues activées	16
II.2.3.2 Les lits bactériens	19
II.2.3.3 Le lagunage.....	19
II.3. Les traitements complémentaires	21
II.3.1 La désinfection	21
II.3.2 L'infiltration percolation.....	21
II.4. Traitement des boues	24
II.5 Conclusion	24
Chapitre III: Réutilisation des eaux usées épurées en irrigation.....	26
III.1 Introduction	26
III.2 Possibilités de réutilisation des eaux usées	26
III.2.1 Réutilisation des eaux usées en irrigation	27
III.2.2 Réutilisation des eaux usées dans le secteur industrielle.....	28
III.2.3 Réutilisation des eaux usées dans le secteur urbain et périurbain.....	29
III.2.4 réutilisation des eaux usées pour la Recharge des nappes.....	29
III.3 Typologie de l'utilisation des eaux usées	29
III.3.1 L'utilisation directe des eaux usées non traitées.....	29
III.3.2 L'utilisation indirecte des eaux usées non traitées	30
III.3.3 L'utilisation planifiée de l'eau.....	30
III.3.4 L'utilisation directe des eaux usées traitées	30
III.4 Risques liés à la réutilisation des eaux épurées.....	30
III.4.1 Risques sanitaires	30
III.4.2 Risques agronomiques et environnementaux	31
III.5 Choix de l'irrigation avec les eaux usées épurées	31
III.6 Exemple de la réutilisation des eaux usées épurées (REUE)	32
III.6.1 La réutilisation mondiale	32
III.6.2 La réutilisation dans les pays Proche-Orient.....	32
III.7 Critères de qualité des eaux usées pour l'irrigation	33
III.8 Conclusion.....	35
Chapitre IV: Présentation et description de la STEP d'Ain Temouchent ..	37
IV. 1 Situation géographique.....	37

IV.2 Objectif et base de dimensionnement de la STEP	37
IV.3 Ouvrages extérieurs à la station	39
IV.4 Description des installations de la STEP	40
IV.4.1 Prétraitement	40
IV.4.1.1 Dégrillage	40
IV.4.1.2 Mesure du débit des eaux prétraitées à ultrason	42
IV.4.1.3 Poste de relevage	43
IV.4.1.4 Dessableur - Degraisseur	44
IV.4.2 Traitement biologique des boues activées	46
IV.4.2.1 Dénitrification	46
IV.4.2.2 Nitrification	46
IV.4.3 Décantation secondaire	47
IV.4.4 Traitement tertiaire	48
IV.4.5 Recirculation et purge de boues	50
IV.4.5.1 Recyclage des boues et évacuation des boues en excès	50
IV.4.5.2 Epaississement des boues	51
IV. 4.5.3 Déshydratation des boues	51
Chapitre V: Matériels et méthodes	54
V.1 Introduction	54
V.2. Matériel et méthodes	54
V.2.1 La température	54
V.2.2 Le potentiel hydrogène pH	54
V.2.3 La conductivité	55
V.2.4 La turbidité	55
V.2.5 L'oxygène dissous	55
V.2.6 Les matières en suspension (MES)	56
V.2.7. La demande biochimique en oxygène (DBO5)	58
V.2.8 Les analyses spectrophotométries	58
V.2.8.1 La demande chimique en oxygène (DCO)	58
V.2.8.2 l'azote ammoniacal N-NH ₄	60
V.2.8.3 l'azote total	60
V.2.8.4 Les nitrites (NO ₂ -)	60
V.2.8.5 Les nitrates (N-NO ₃ ⁻)	60

V.2.8.6 Les phosphates	60
V.3 Conclusion	61
Chapitre VI : Résultats et interprétations	62
VI.1 Introduction	62
VI.2 Résultats et discussion	62
VI.2.1. Matières en suspension (MES)	62
VI.2.2. La demande chimique en oxygène (DBO ₅)	63
VI.2.3. La demande chimique en oxygène (DCO)	64
VI.2.5. l'azote total (NT)	66
VI.2.6 Nitrates (NO ₃ ⁻)	67
VI.2.7 Nitrites (NO ₂ ⁻)	68
VI.2.8. Phosphore total (PT)	69
VI.2.9 pH	70
VI.2.10 Température	71
VI.2.11 La turbidité	72
VI.2.12 Oxygène dissous	73
VI.3 Conclusion	73
Conclusion générale	74
Références bibliographiques	
ANNEXES	

Liste des tableaux

Tableau I.1: Paramètres descriptifs d'une eau usée urbaine.....	4
Tableau I.2: Eaux ménagères: charges en métaux lourds.....	7
Tableau I.3 : Normes de rejets internationales	10
Tableau I.4: Normes de rejet des eaux usées dans un milieu récepteur (valeurs limites maximales).....	11
Tableau III.1: Quelques caractéristiques de pays utilisant des eaux usées pour l'irrigation	28
Tableau III.2: Liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées.....	31
Tableau III.3: Pays du Proche Orient utilisant les plus grandes quantités d'eau usée traitée.....	33
Tableau III.4: Critères de qualité des eaux usées pour l'irrigation.....	33
Tableau III.5: spécifications des eaux usées épurées utilisées à des fins d'irrigation.....	34
Tableau IV.1 : Données de base pour le dimensionnement de la station d'épuration d'Ain Temouchent pour l'horizon 2015.....	38
Tableau IV.2 : Valeurs à l'entrée du traitement.....	38
Tableau IV.3 : Valeurs limites de rejet	39
Tableau IV.4 : Concentrations des polluants à l'entrée et à la sortie de la STEP.....	39
Tableau IV.5 : Les débits de design.	44
Tableau IV.6 : Paramètres de design du dessableur-déshuileur.....	45
Tableau IV.7: Dimensions de la décantation secondaire.....	47
Tableau IV.8: Les paramètres de dimensionnement pour la clarification secondaire.....	48
Tableau IV.9 : Caractéristiques Bassin de désinfection.....	50
Tableau IV.10 : Les caractéristiques de ce épaisseur circulaire.....	51

Liste des figures

Figure I.1 : Entérovirus vus au microscope électronique.....	5
Figure I.2 : Escherichia colis vue au microscope électronique.....	5
Figure I.3 : Cryptosporidium parvum vu au microscope électronique.....	6
Figure I.4 : Helminthe vu au microscope électronique.....	6
Figure II.1 : Schéma d'un traitement préliminaire d'une STEP.....	13
Figure II.2 : Dégrileur à grilles manuelles.....	14
Figure II.3: Dégrileur mécanique de la station AIN Houtz Tlemcen.....	14
Figure II.4: Dessableur rectangulaire.....	15
Figure II.5: Bassin de dessablage – dégraissage.....	15
Figure II.6: Procédé a boues activées	17
Figure II.7: Schéma de principe d'une filière de traitement par lit bactérien.....	19
Figure II.8: Schéma de fonctionnement d'épuration par lagunage.....	20
Figure II.9: Bassins de lagunage aéré.....	20
Figure II.10: Principaux constituants d'un filtre à sable.....	22
Figure II.11: Bassins d'Infiltration Percolation de Merle-Leignec.....	23
Figure III.1: Volume moyen journalier des eaux usées recyclées en Europe et quelques pays de la Méditerranée (données pour les années 2000-2003, adaptées de Jiménez et Asano, 2007)	27
Figure III.2: Prélèvements d'eau douce pour l'utilisation agricole en l'an 2000 et pays qui signalent l'utilisation d'eaux usées ou d'eaux polluées pour l'irrigation.....	28
Figure III.3: Répartition par usage et localisation des expériences mondiales les plus importantes en REUT.....	32

Figure IV.1 : Maquette de la station.....	37
Figure IV.2 : Déversoir d'orage.....	40
Figure IV.3 : Grille grossière et manuelle du by-pass.....	41
Figure IV.4 : Piège à sable.....	41
Figure IV.5 : Grille mécanique fine.....	42
Figure IV.6 : Canal Parshall (contrôle du débit)	43
Figure IV.7 : Poste de relevage.....	43
Figure IV.8 : Dessableur-déshuileur.....	45
Figure IV.9 : Suppresseur avec cabine d'insonorisation pour l'aération.....	45
Figure IV.10 : Photo du classificateur des sables.....	46
Figure IV.11 : Bassin d'aération.....	47
Figure IV.12 : Décanteur secondaire.....	48
Figure IV.13 : Clarifloculateur.....	49
Figure IV.14 : Bassin de désinfection.....	50
Figure IV.15 : Epaisseur	51
Figure IV.16 : Lits de séchage.....	52
Figure IV.17 : Bande presseuse.....	52
Figure V.1 : Appareil de mesure de pH et de température.....	54
Figure V.2 : Conductivimètre.	55
Figure V.3 : Oxymétrie portatif (HI 9146).	56
Figure V.4 : Désiccateur.....	56
Figure V.5: Balance analytique.....	57
Figure V.6 : Dispositif d'aspiration	57
Figure V.7 : Flacon à DBO.....	58

Figure V.8 : Incubateur du DBO.....	58
Figure V.9 : Réactif DCO.....	59
Figure V.10 : Bloc chauffant.....	59
Figure V.11 : Spectrophotomètre.....	60
Figure VI.1: Variation journalière de la concentration des matières en suspension (MES) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du janvier, février et Mars 2020)	62
Figure VI.2: Variation journalière de la concentration de la DBO5 à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du janvier, février et Mars 2020)	63
Figure VI.3: Variation journalière de la concentration de la DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du janvier, février et Mars 2020).....	64
Figure VI.4: Variation journalière de la concentration de l'azote ammoniacal (NH ₄ ⁺) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du janvier, février et Mars 2020)	65
Figure VI.5: Variation journalière de la concentration de l'azote total (NT) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du janvier, février et Mars 2020).....	66
Figure VI.6: Variation journalière de la concentration en nitrates (NO ₃ ⁻) dans l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du janvier, février et Mars 2020)	67
Figure VI.7: Variation journalière de la concentration en nitrites NO ₂ ⁻ dans l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du janvier, février et Mars 2020)	68
Figure VI.8: Variation journalière de la concentration du phosphore total (PT) à l'entrée (eau brute) et à la sortie (eau épurée) de la STEP (période du janvier, février et Mars 2020)	69
Figure VI.9: Variation journalière du pH à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du janvier, février et Mars 2020)	70
Figure VI.10: Variation journalière de la température à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du janvier, février et Mars 2020).....	71

Figure VI.11: Variation journalière de la turbidité en unité NTU à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du janvier, février et Mars 2020)72

Figure VI.12: Variation journalière de l'oxygène dissous à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du janvier, février et Mars 2020)73

Liste des abréviations

°C : Degré Celsius.

Cd: Cadmium.

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

Cl₂ : le chlore gazeux.

CO₂: gaz de carbone.

Cr : Chrome.

C.U : coefficient d'uniformité.

Cv : La charge volumique exprimé en (Kg DBO₅/Kg MVS.j).

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

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

D₁₀ : *Diamètres* effectif.

EUT : Eaux usées traitées.

EH : l'équivalent habitant.

Hab : Nombre d'habitant.

Hg : Mercure.

Im : Indice de Mohlman (mg/l).

MES : Matière En Suspension (mg/l).

MMS : matière minérales sèche (mg/l).

MO: matière organique.

MVS : matière volatile en suspension (mg/l).

N₂:L'azote gazeux.

N₂O : L'oxyde nitreux

NaClO : L'hypochlorite de sodium.

NaClO₂ : Chlorite de sodium.

NH₄: L'azote ammoniacal (mg/l).

NH₃ : ammoniac (mg/l).

NO : Oxyde nitrique.

NO₂-: nitrites (mg/l).

NO₃-: nitrates (mg/l).

Norg: Azote organique

NT: Azote Total.

NTU : Unités de turbidité néphélométriques.

O₃ : L'ozone.

OD : l'oxygène dissous.

OMS : L'Organisation Mondiale de la Santé.

ONA : Office National d'Assainissement.

Pb : Plomb.

PH : potentiel Hydrogène.

PIB produit intérieur brut

PO₄₋₃: orthophosphates (mg/l).

PT: Phosphore total.

Q_j : le débit journalier d'eau brute à traiter (m³.j⁻¹).

REUE : Réutilisation des eaux usées épurées.

REUT : Réutilisation des eaux usées traitées.

STEP: Station d'Epuraton.

T : Température.

VBA : volume de bassin d'aération (m³).

Zn : Zinc

Introduction générale

Introduction générale

Dans un monde où la demande en eau douce augmente sans cesse, et où les ressources en eau limitées subissent de plus en plus des contraintes du fait de la surexploitation, de la pollution et des changements climatiques, il est tout simplement impensable de négliger les opportunités qu'offre l'amélioration de la gestion des eaux usées [1]. Cette dernière peuvent également être une source rentable et durable d'énergie, de nutriments, et d'autres sous-produits utiles. Les bénéfices potentiels de l'extraction de ces ressources à partir des eaux usées dépassent de loin la santé humaine et l'environnement, et ont des implications sur la sécurité alimentaire et énergétique ainsi que sur l'atténuation du changement climatique [1].

Dans tous les pays, à l'exception des plus développés, la grande majorité des eaux usées sont directement rejetées dans l'environnement, sans traitement adéquat, ce qui a des effets néfastes sur la santé humaine, la productivité économique, la qualité des ressources d'eau douce environnementales, et les écosystèmes [1].

Pour cela, des scientifique dans des différentes filières de la science essayent d'adapter des procédés d'épuration adéquate pour traiter ces eaux usées qui pollué l'environnement, les procédés les plus utilisés dans le monde sont : procédé à boues activées, le lagunage et les lits bactériens. La phase de traitement biologique par boues activées représente une phase clé de la chaîne globale d'épuration des eaux usées qui est largement répondu en Algérie.

Aujourd'hui notre pays l'Algérie se trouve parmi les pays les plus déficitaires en eau. Cela revient d'une part à son appartenance de la quasi-totalité de son territoire à la zone géographiquement désertique, d'autre part cette pénurie d'eau est due principalement à la baisse régulière du volume des précipitations dans les dernières décennies [2].

L'objectif de cette étude consiste à évaluer les rendements et les performances épuratoires de la station d'épuration de la ville de Ain Temouchent en matière d'élimination de la charge polluante des eaux usées en particulier la pollution carbonée (DCO, DBO₅), la pollution azoté (N-total, N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, N-NO₂⁻) et phosphorée (P-Total), les MES, le pH et la température de l'eau.

Afin de réaliser notre travail, nous avons structuré notre mémoire en six (06) chapitres:

Dans le premier chapitre, nous avons donné des généralités sur les eaux usées urbaines et les normes de rejet.

- Au deuxième chapitre, nous avons présenté les différents procédés d'épuration des Eaux usées (les prétraitements ; les traitements biologiques ; les boues activées ; les lits bactériens ; le lagunage ; le traitement complémentaire ; la désinfection et l'infiltration – percolation.

- Au troisième chapitre, nous avons parlé de la réutilisation des eaux usées épurées en irrigation.

- Le chapitre quatre a été réservé à la présentation de la station d'épuration des eaux usées d'Ain Temouchent.

- Le matériel et les différentes méthodes analytiques utilisées pour faire les analyses au niveau de la STEP sont énumérés dans le cinquième chapitre.

- Le sixième chapitre donne les résultats et interprétations de notre étude.

Au terme de notre mémoire une conclusion générale est donnée.

Chapitre I
Généralités sur les Eaux Usées

Chapitre I: Généralités sur les Eaux Usées

I.1 Introduction

Les eaux usées sont les eaux qui ont été utilisées pour des usages domestiques, industriels, agricoles ou même pluviale, elles contiennent des effluents pollués et elles sont rejetées dans un émissaire d'égout.

Dans la plupart des pays et en particulier dans les milieux urbanisés, ces eaux usées sont collectées et acheminées par un réseau d'assainissement jusqu'à une station de traitement.

I.2. Origine des eaux usées

On peut distinguer quatre origines des eaux usées :

I.2.1 Domestique

Les eaux usées domestique contiennent essentiellement de la pollution organique, qui est la résultante des différents usages domestiques de l'eau. Elles réparties en eaux ménagères des salles de bains et des cuisines.

I.2.2 Pluviale

Les eaux pluviales Sont dues au ruissellement des eaux de pluies qui sont polluées par lessivage des sols, ou bien des surfaces imperméables. On peut trouver dans les eaux pluviales des métaux lourd et les paramétrés toxiques tels que : plomb, zinc, et les hydrocarbures,...etc.

I.2.3 Industrielle

La qualité et la quantité des eaux utilisées dans l'industrie sont très variables, elles proviennent des unités industrielles, commerciales, les eaux de refroidissement de pompes à chaleur, etc. Le rejet de ces eaux vers le réseau public doit répondre aux normes de rejet indirect.

I.2.4. Agricole

Les pressions agricoles sur la qualité de l'eau proviennent des systèmes de culture, l'élevage et d'aquaculture sont riches en éléments fertilisants (azote et phosphore), ils sont issus de terres cultivées chargés d'engrais et des pesticides. Ils peuvent conduire à la contamination des nappes phréatiques.

I.3 Composition des eaux usées

La composition de eaux usées varient selon leur origine (industrielle, domestique,...etc.). Le tableau (I.1) ci-dessous donne les différents composants majeurs d'une eau usée urbaine.

Tableau I.1: Paramètres descriptifs d'une eau usée urbaine [3]

Paramètres	Signification	Valeurs
pH	Potentiel Hydrogène	~ 8
Conductivité	Activité ionique du milieu	1 100 μ S/cm
DCO	Demande Chimique en Oxygène	750 mg/L
DBO ₅	Demande Biochimique en Oxygène à 5 jours	350 mg/L
MES	Matières en suspension	300 mg/L
Lipides	Graisses	100 mg/L
NK	Azote Kjeldahl = azote organique + Azote ammoniacal	80 mg/L
N-NH ₄ ⁺	Azote ammoniacal	60 mg/L
PT	Phosphore Totale = phosphore organique + minéral	20 mg/L
P-PO ₄ ³⁻	phosphore minéral (sous forme d'orthophosphates)	18 mg/L
Coliformes totaux	Microbiologie de l'eau usée	10 ⁹ UFC/ 100 mL
Coliformes fécaux		10 ⁸ UFC/ 100 mL
Kystes et oocystes de protozoaires		10 ⁵ kystes/L
Œufs d'helminthes		10 ⁴ Œufs/ L
Virus		10 ⁵ UEP/L

Ces paramètres interviennent dans l'évaluation de la qualité de l'eau, notamment d'un point de vue des risques sanitaire et écologique. Les traitements devront répondre aux normes en vigueur pour chacun des paramètres [3].

I.3.1 Les matières en suspension (MES)

Les matières en suspension transportent les micro-organismes pathogènes contenus dans les eaux usées. Elles sont de nature biodégradable, et elles donnent également à l'eau une apparence trouble et une mauvaise odeur [4].

I.3.2 Microorganismes

Les microorganismes proviennent de l'environnement et des matières fécales et se retrouvent dans les eaux usées. Ils se repartissent en 4 groupes : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes.

a. Virus

Les virus (figure I.1) sont des parasites intracellulaires de très petite taille (10 à 350 nm) ils peuvent se multiplier dans une cellule hôte. La concentration des virus dans les eaux usées urbaines est comprise entre 10^3 et 10^4 particules par litre [5].



Figure I.1 : Entérovirus vus au microscope électronique [5].

b. Bactéries

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples (figure I.2) et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10 μm . Les eaux usées urbaines contiennent environ 10^7 à 10^8 bactéries/100 mL dont 10^6 entérocoques et entérobactéries, 10^4 à 10^5 streptocoques fécaux et 10^3 à 10^4 de Clostridium [6].



Figure I.2 : Escherichia coli vue au microscope électronique [6].

c. Protozoaires

Les protozoaires sont présents dans les eaux usées à l'état de kystes. La principale forme pathogène pour l'homme est Entamoebahistoltytica, agent responsable de la dysenterie

amibienne [7]. Ils sont des organismes unicellulaires munis d'un noyau, plus complexes et plus gros que les bactéries (taille comprise entre 1 et 200 μm) [5].

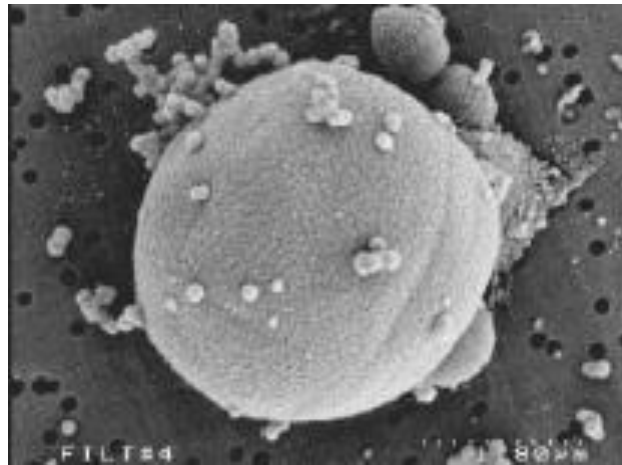


Figure I.3 : *Cryptosporidium parvum* vu au microscope électronique [5].

d. Helminthes

Les eaux usées sont susceptibles de véhiculer un grand nombre d'helminthes parasites d'origine humaine ou animale. La plupart de ces parasites sont excrétés dans le milieu extérieur sous forme d'œufs, éliminés avec les matières fécales, le nombre et la variété des œufs d'helminthes dans les eaux résiduaires sont liés au niveau d'infestation de la population humaine et /ou animal desservies [8].



Figure I.4 : Helminthe vu au microscope électronique [8].

I.3.3 Métaux lourds et micropolluants

Les métaux et composés éléments trace peuvent trouver leur origine dans les canalisations de distribution puis par les usages quotidiens, des eaux ménagères : les éléments manganèse, plomb et zinc sont attribués aux eaux de distribution tandis que le nickel semble

l'élément le plus mis en jeu par les usages domestiques suivis du cadmium, chrome, fer, mercure et sélénium [9].

Le tableau I.2 présente des données issues de la littérature sur la charge des eaux ménagères en quelques métaux lourds.

Tableau I.2: Eaux ménagères: charges en métaux lourds [9].

Paramètre	Gamme de variation		Unité
	Min	Max	
Cd	0,01	0,08	mg/l
Cr	0,20	2,01	
Cu	4,00	8,25	
Hg	0,00	0,02	
Ni	0,24	1,62	
Pb	0,17	3,00	
Zn	4,00	23,26	

I.3.4 Substances nutritifs

L'azote, le phosphore, le potassium, et les oligo-éléments, le zinc, le bore et le soufre, indispensables à la vie des végétaux, se trouvent en quantités appréciables, mais en proportions très variables par rapport aux besoins de la végétation, dans les eaux usées épurées ou non [4].

a. L'azote

L'azote se trouve dans l'eau usée sous forme organique ou ammoniacale dissoute. Il est souvent oxydé pour éviter une consommation d'oxygène (O_2) dans la nature et un risque de toxicité par l'ammoniaque gazeux dissous (NH_3), en équilibre avec l'ion ammoniac (NH_4) [10].

La nitrification est une transformation chimique de l'azote organique par l'intermédiaire de bactéries et passe par les étapes :

- ✓ N organique à NH_4^+ : ammonification
- ✓ NH_4^+ à NO_2^- : nitratisation par Nitrosomonas.
- ✓ NO_2^- à NO_3^- : nitratisation par Nitrobacter [11].

b. Le phosphore

Entre 6 et 15 mg/l (soit 15 à 35 mg/l en P_2O_5) varie leur concentration dans les effluents secondaires.

c. Le potassium

La concentration du potassium dans les effluents secondaires varie entre 10 à 30 mg/l (12 à 36 mg/l de K_2O) et permet donc de répondre partiellement aux besoins.

d. Chlore et sodium

Les chlorures et le sodium peuvent également poser problème, notamment en bord de mer, quand les réseaux d'égout drainent des eaux phréatiques saumâtres. Leur origine est :

- ✓ Humaine (10 à 15 g/l Na Cl dans les urines/j).
- ✓ Naturelle (mer : 36 à 38 g/l Na Cl, et terrains salés).
- ✓ Industrielle (potasse, industrie pétrolière, galvanoplastie, agroalimentaire) [4].

I.4 Types et paramètres de la pollution de l'eau**I.4.1 Type de la pollution**

Il plusieurs types de pollution parmi lesquelles on distingue : la pollution chimique, la pollution organique, la pollution microbienne, la pollution thermique, et la pollution par hydrocarbures [12].

I.4.2 Paramètres de la pollution**I.4.2.1 Les paramètres physiques****a. La température**

La température est un paramètre important dans le fonctionnement des systèmes d'épuration, elle influe sur beaucoup de paramètre et de différentes manières, comme la solubilité des sels et des gaz, et aussi le cas pour l'oxygène dissous qui est indispensable à la vie aquatique [13].

b. La conductivité

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant électrique entre deux électrodes. Les variations de cette dernière peuvent influencer le traitement biologique et la décantation, elle s'exprime en ms/cm [13].

c. Salinité

Comme l'eau est un puissant solvant pour de nombreux minéraux, alors que la salinité c'est la quantité de sels dissous dans un liquide, Il ne faut pas confondre la salinité avec la dureté de l'eau qui est relative à son dosage en calcium et magnésium.

d. Les Matières en suspension (MES)

Les matières en suspension sont les particules fines et insolubles, elles représentent la partie solide de la pollution.

e. Les matières volatiles sèches (MVS)

C'est la fraction organique des matières en suspension, elles constituent environ 70-80 % des matières en suspension [12].

f. La couleur et l'odeur

La couleur des eaux usées brutes est due à la présence de matières organiques dissoutes ou colloïdes et par des composés chimiques solubles qui sont colorés. L'odeur est due à une fermentation des matières organiques [12].

g. La turbidité

La turbidité est la présence de particules en suspension dans l'eau soit d'origine minérale ou organique.

I.4.2.2 Les paramètres chimiques

a. Le pH (potentiel hydrogène)

Le pH (potentiel Hydrogène) mesure la concentration en ion H^+ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14, 7 étant le pH de neutralité [46].

Demande biologique en oxygène en 5 jours (DBO_5)

C'est la quantité d'oxygène nécessaire aux bactéries, à température constante de 20°C, pour dégrader la matière organique. Elle est mesurée après 5 jours

b. Demande chimique en oxygène (DCO)

C'est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder chimiquement les matières organiques contenues dans l'effluent.

c. Relation entre DCO et DBO_5

Le rapport DCO/DBO_5 c'est l'aptitude à être décomposée par les micro-organismes, il nous donne une estimation de la biodégradabilité des eaux usées :

- ✓ Si $DCO / DBO_5 < 2$: Le traitement se fait biologiquement.
- ✓ Si $2 < DCO / DBO_5 < 3$: Traitement biologique avec adaptation de souches.
- ✓ Si $DCO/DBO_5 > 3$: Traitement physico-chimique. L'eau est pratiquement non traitable par voie biologique.

c- Eléments toxiques

Les éléments toxiques sont :

- les métaux lourds (plomb, mercure, ...).
- Les substances toxiques (phénols).

d- Les nutriments (Azote, phosphore)

Sous deux formes :

- Les sels minéraux (ortho et poly phosphates).

- Les matières fécales.

I.5 Normes de rejet

I.5.1 Normes de L'OMS

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) propose des normes sanitaires depuis des décennies et elle les modifie pour les rendre plus sévères et diminuer les risques sanitaires. Ces normes sont destinées à une utilisation internationale, et sont donc adaptées aux pays en voie de développement [12].

Tableau I.3 : Normes de rejets internationales [2].

Caractéristiques	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 ₅ ⁻	< 2 mg/l
Température	< 30°C
Couleur	Incolore
Odeur	Inodore

I.5.2 Les normes Algériennes

L'Algérie, soucieuse de préserver la santé publique et l'environnement a instauré des normes relatives aux rejets des eaux usées. Le décret exécutif paru dans le journal officiel N°46 du juillet 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides. Les normes de rejets sont présentées dans le tableau I.4 ci-après.

Tableau I.4: Normes de rejet des eaux usées dans un milieu récepteur
(valeurs limites maximales) [14].

Paramètres	Unités	Valeurs maximales
Temperature	°C	30
pH	/	5.5 à 8.5
MES		30
DBO ₅	mg/L	40
DCO	mg/L	120
Azote Kjeldahl	mg/L	40
Phosphates	mg/L	2
Cyanures	mg/L	0.1
Aluminium	mg/L	5
Cadmium	mg/L	0.2
Chrome ³⁺	mg/L	3
Chrome ⁶⁺	mg/L	0.1
Fer	mg/L	5
Manganese	mg/L	1
Mercure	mg/L	0.01
Nickel	mg/L	5
Plomb	mg/L	1
Cuivre	mg/L	3
Zinc	mg/L	5
Huiles et graisses	mg/L	20
Phénols	mg/L	0.5
Solvants organiques	mg/L	20
Chlore actif	mg/L	1
Detergents	mg/L	2

I.6. Conclusion

L'eau constitue un aliment fondamental, assez rare dans notre pays, qu'il faut protéger contre toute forme de pollution. Les eaux usées sont des milieux extrêmement complexes, altérées par les activités domestiques, industrielles, artisanales, agricoles ou autres. Elles sont considérées comme polluées et doivent être traitées avant toute réutilisation ou rejet dans les

milieux naturels récepteurs. La dépollution des eaux usées urbaines nécessite une succession d'étapes faisant appel à traitements physique, physico-chimique et biologique. Ces traitements sont susceptibles de résoudre les différents problèmes de pollution des milieux aquatiques récepteurs.

Chapitre II

Procédés d'épuration des eaux usées

Chapitre II: Procédés d'épuration des eaux usées

II.1 Introduction

L'épuration des eaux usées a pour objectif de réduire la charge polluante qu'elles véhiculent, afin de rendre au milieu aquatique qui est le milieu récepteur une eau de qualité sans engendrer de risques sur la santé humaine et sur l'environnement.

II.2 Procédés d'épuration des eaux usées

La dépollution des eaux usées nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physiques, physico-chimiques et biologiques. D'une façon générale, une station d'épuration des eaux usées comprend les étapes suivantes:

- Les prétraitements ;
- La décantation primaire et
- Les traitements biologiques

II.2.1 Les prétraitements

Le prétraitement des eaux usées est nécessaire pour retirer les matières facilement collectable des eaux usées brutes afin de les éliminer, donc le prétraitement a pour objectif l'extraction des matières les plus grossières (brindilles, feuilles, tissus, ...) et des éléments susceptibles de gêner les étapes ultérieures du traitement.

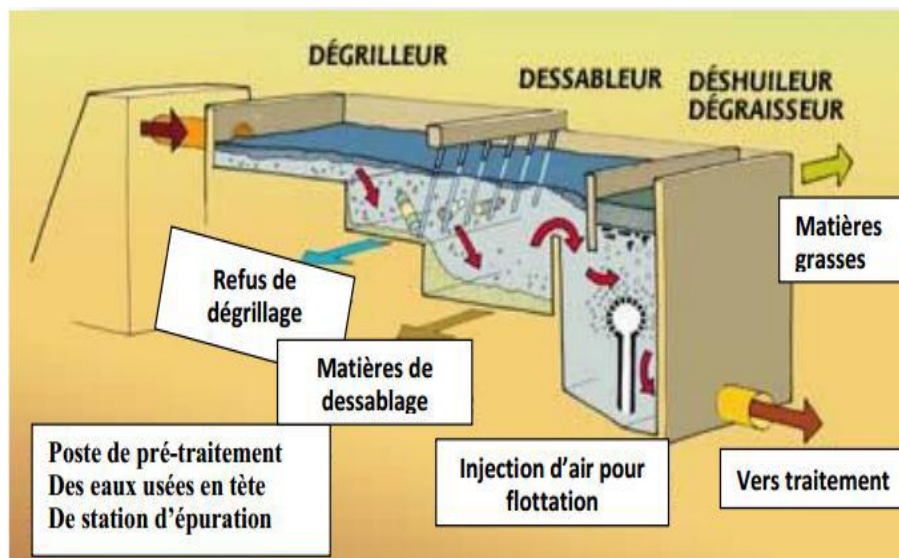


Figure II.1 : Schéma d'un traitement préliminaire d'une STEP [15].

a. Dégriillage

- Les grilles manuelles : Dans ce type de grille, l'enlèvement des refus s'effectue à la main au moyen de râpeaux.



Figure II.2 : Dégriateur à grilles manuelles [16].

- Les grilles mécaniques : L'enlèvement s'effectue avec des peignes entraînés mécaniquement.



Figure II.3: Dégriateur mécanique de la station AIN Houtz (Tlemcen)

b. Dessablage

Après le dégrillage il reste dans l'eau des fragments solide, La technique classique du dessableur consiste à faire circuler l'eau dans une chambre de tranquillisation avec une vitesse d'environ de 0.3m/s qui permet le dépôt d'une grande partie de ces fragments solide. Les sables récupérés, par aspiration, sont ensuite essorés, puis lavés avant d'être soit envoyés en décharge, soit réutilisés selon la qualité du lavage.



Figure II.4: Dessableur rectangulaire [2].

c. Dégraissage déshuilage

C'est un procédé qui permet d'éliminer les matières flottantes (huiles, hydrocarbures, éléments solides flottants) susceptibles de gêner le fonctionnement de station.



Figure II.5: Bassin de dessablage – dégraissage [2]

II.2.2 La décantation primaire

Le traitement primaire consiste en une simple décantation. Elle permet d'alléger les traitements biologiques et physico-chimiques ultérieurs, en éliminant une partie des solides en suspension. L'efficacité du traitement dépend du temps de séjour et de la vitesse ascensionnelle (qui s'oppose à la décantation) [17].

Lorsqu'il s'agit des eaux résiduaires domestiques, la décantation primaire élimine les particules (20 à 200 μm) grenues (limon) et les particules de taille croissante (agrégation par

floculation de la matière organique). Elle se fait en un écoulement lent, avec un temps de séjour hydraulique de pratiquement 1 heure [18].

II.2.3 Les traitements biologiques

Dans le traitement des eaux industrielles ou le traitement des eaux domestiques, on utilise souvent les traitements biologiques afin d'éliminer les éléments organiques comme les graisses, sucres, protéines, etc. La dégradation de ces éléments organiques est assurée par des microorganismes (bactéries) qui consomment les matières organiques en présence d'oxygène (méthode aérobie) ou sans oxygène (méthode anaérobie). Ces traitements conçus à l'origine essentiellement pour l'élimination de la pollution carbonée et des matières en suspension [69].

Plusieurs procédés existent dans les traitements biologiques:

- ✓ Les procédés à culture libre où la biomasse est en suspension dans l'eau à traiter (boues activées par exemple).
- ✓ Les procédés à culture fixée où la biomasse épuratrice est fixée sur des supports (lits bactériens).
- ✓ Les procédés à décantation interne (lagunage, épandage).

II.2.3.1 Le traitement par boues activées

A. Principe

Le procédé à boues activées a été découvert en 1914 à Manchester. Ce procédé consiste à mélanger et à agiter des eaux usées brutes avec des boues activées. Ce traitement a pour but d'éliminer les matières organiques biodégradables (solides, colloïdales ou dissoutes) contenues dans une eau usée par l'action de micro-organismes, essentiellement des bactéries, en présence d'oxygène dissous. De plus il peut transformer l'azote ammoniacal et organique en nitrates (nitrification) [19].

En pratique, le procédé consiste à alimenter un bassin brassé et aéré (bassin d'aération) avec l'eau à épurer (effluent préalablement prétraité voir décanté). Au sein d'un courant continu d'eau usée, les bactéries aérobies sont soumises à l'action prolongée d'une forte oxygénation obtenue par introduction d'air régulièrement répartie dans l'effluent; ces bactéries absorbent la matière organique et forment de gros floccs (bio flocc) qui décantent, lesquels à leur tour, constituent des boues ou des masses flocculeuses dites « boues activées ».

Le mélange eau usée + bio flocc forme une liqueur mixte. Après un temps de contact suffisant, permettant la fixation et l'assimilation des matières organiques. Cette liqueur mixte est renvoyée dans un clarificateur ou décanteur secondaire où s'effectuera la séparation de l'eau épurée des boues. Les boues décantées sont réintroduites en partie dans le bassin

d'aération (recirculation de boues) pour maintenir un équilibre constant entre la quantité pollution à traiter et la masse de bactéries épuratrices. Les boues sont évacuées du système vers le traitement des boues (extraction des boues en excès).

Une installation de type boues activées comprend les étapes suivantes:

- Les prétraitements et, éventuellement, primaires;
- Le bassin d'activation (ou bassin d'aération);
- Le décanteur secondaire avec reprise d'une partie des boues;
- L'évacuation des eaux traitées;
- Les digesteurs des boues en excès provenant des décanteurs [19].

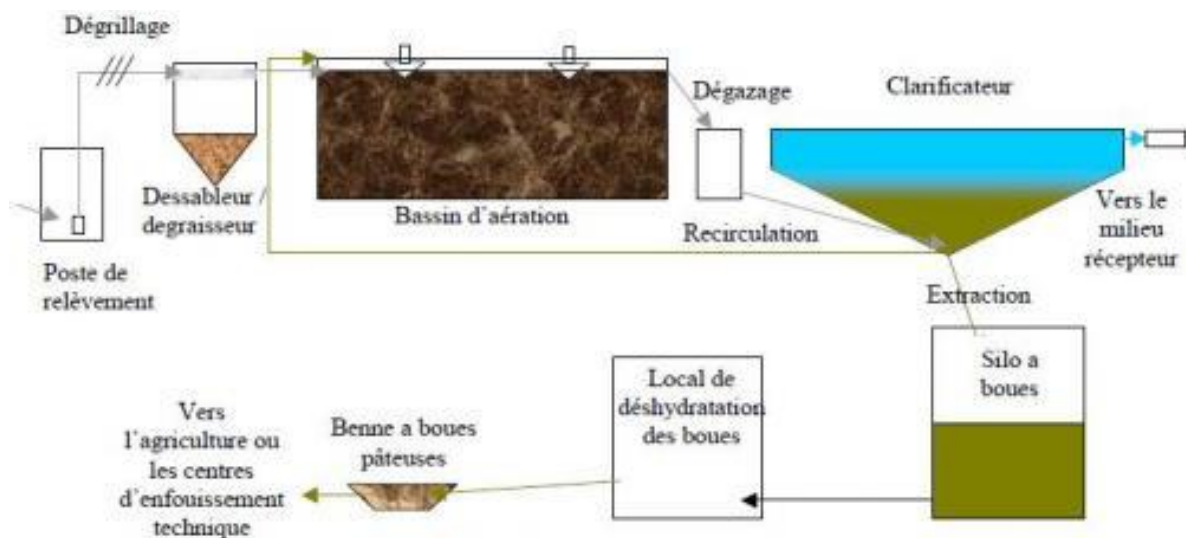


Figure II.6: Procédé à boues activées [20]

B. Paramètres de fonctionnement

Le procédé à boues activées est défini par les paramètres suivants :

a) Charge massique (Cm):

La charge massique s'exprime par le rapport entre la pollution appliquée journalière (en kg DBO₅); et la masse de matière épuratrice (en kg de poids sec des boues) contenues dans le réacteur biologique:

$$C m = \frac{[DBO5] \times Qj}{V B A \times M V S} \dots\dots (1)$$

Avec : Cm : kg DBO₅ / kg Mes T/j.

VBA (m³): volume de bassin d'aération.

MVS (kg/m³): matière volatile en suspension

Q j (m³/j): débit journalier d'eaux résiduaires à épurer.

b) Charge volumique:

Elle correspond à la quantité journalière de DBO₅ (en kg/j) à dégrader dans le volume V (m³) de l'ouvrage. Elle s'exprime en kg DBO₅ / (j · m³) ;

C_v est exprimé en kg DBO₅ / m³ · j.

$$C_v = \frac{[DBO_5] \times Q_j}{V \cdot A} \dots\dots (2)$$

c) Age des boues:

L'âge des boues est la durée d'aération subie par la boue avant son élimination. L'âge des boues est défini comme étant le rapport entre la masse des boues présentes dans le réacteur et la masse journalière de boues en excès [21].

$$\text{Age} = \frac{C_{b.t}}{C_{b.ex}} = \frac{[MESBA \times VBA]}{C_{b.ex}} \dots\dots (3)$$

Avec : Age: âge des boues (h).

C_{b.t} : concentration en solide (ou solide volatil) de la liqueur mixte (mg/l).

C_{b.ex} : concentration en solide (ou solide volatil) des boues (mg/l).

L'âge des boues est inversement proportionnel à la charge massique.

d) Indice de Mohlman:

Il représente la décantabilité de la boue formée par la biofloculation dans le bassin biologique, il représente le volume occupé par une unité de biomasse de boue après 30 min de décantation en éprouvette d'un échantillon d'un litre.

$$I_m = \frac{V_{30}}{M} \dots\dots(4)$$

Avec :

V₃₀: volume de boue obtenu après 30 minutes de décantation d'un litre de boue activée (ml).

M: concentration de MES de la boue activée (g).

Remarques

- Plus l'indice est élevé, moins la boue décante bien.
- Une boue activée de bonne structure a un indice compris entre 50 et 100 ml/g.

e) Besoins en oxygène

Les Besoins en oxygène réclamés par l'élimination de la pollution carbonée et azotée se décomposent en :

- Besoins nécessaires à la synthèse cellulaire des micro-organismes, proportionnelle à la masse de la pollution carbonée assimilée.
- les besoins consommés par l'énergie d'entretien des micro-organismes présents dans le réacteur biologique.
- Les besoins nécessaires pour l'oxydation de l'azote ammoniacal [1].

II.2.3.2 Les lits bactériens

Le système lits bactériens reproduit industriellement l'effet épurateur du sol. Utilisé pour les eaux très chargées, il est constitué d'un bassin rempli de pouzzolane, roche poreuse d'origine volcanique sur laquelle les micro-organismes forment une pellicule appelée zoogée (bio-film). C'est la raison pour laquelle les lits bactériens sont également appelés «réacteurs à biomasse fixée», la biomasse étant la quantité de matières vivante dans un écosystème aquatique par unité de surface ou de volume.

L'effluent est distribué par aspersion en surface et l'oxygénation est apportée par ventilation naturelle de bas en haut. En ruisselant, l'eau à épurer forme un film liquide qui sera traversé par l'oxygénation venant de l'air, et par le CO_2 formé dans la biomasse. Les rendements d'épuration sur lit bactérien peuvent atteindre 85 à 95 %. Par ailleurs, ce procédé génère des boues fermentescibles et des nuisances olfactives [22].

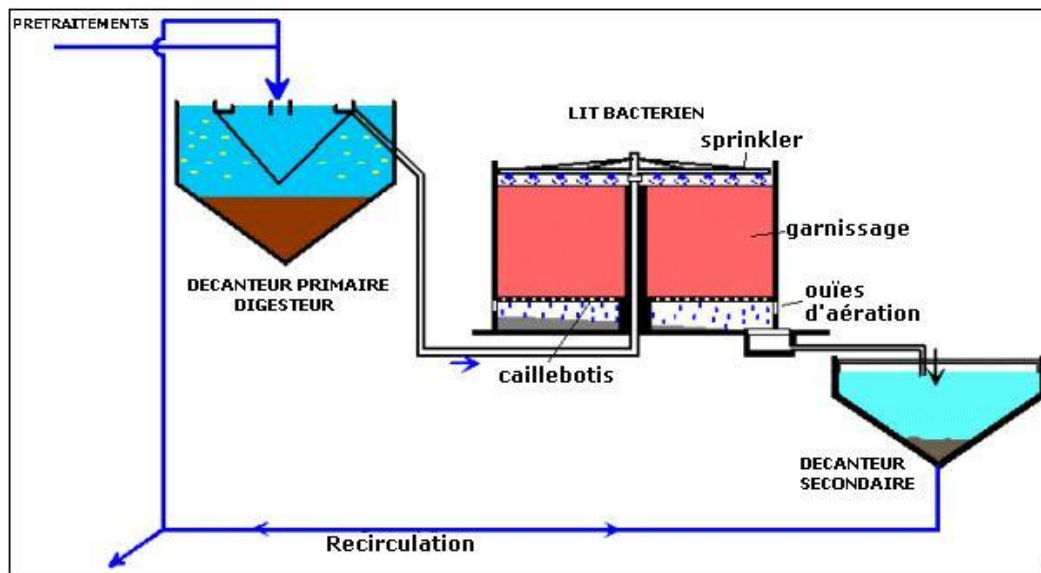


Figure II.7: Schéma de principe d'une filière de traitement par lit bactérien [21].

II.2.3.3 Le lagunage

Le traitement par lagunage est constitué d'une série de bassins artificiels. On distingue le lagunage naturel et le lagunage aéré :

1. Lagunage naturel

Le lagunage est une technique d'épuration des eaux usées par voie naturelle. Dans les bassins de lagunage se développe tout un écosystème : les végétaux aquatiques servent de support et de nourriture à une faune nombreuse (oiseaux, amphibiens, insectes,...) qui contribuent à accroître la biodiversité du secteur. La profondeur des lagunes naturelles est

faible de façon à permettre une pénétration suffisante de la lumière et éviter la croissance des macrophytes [2].

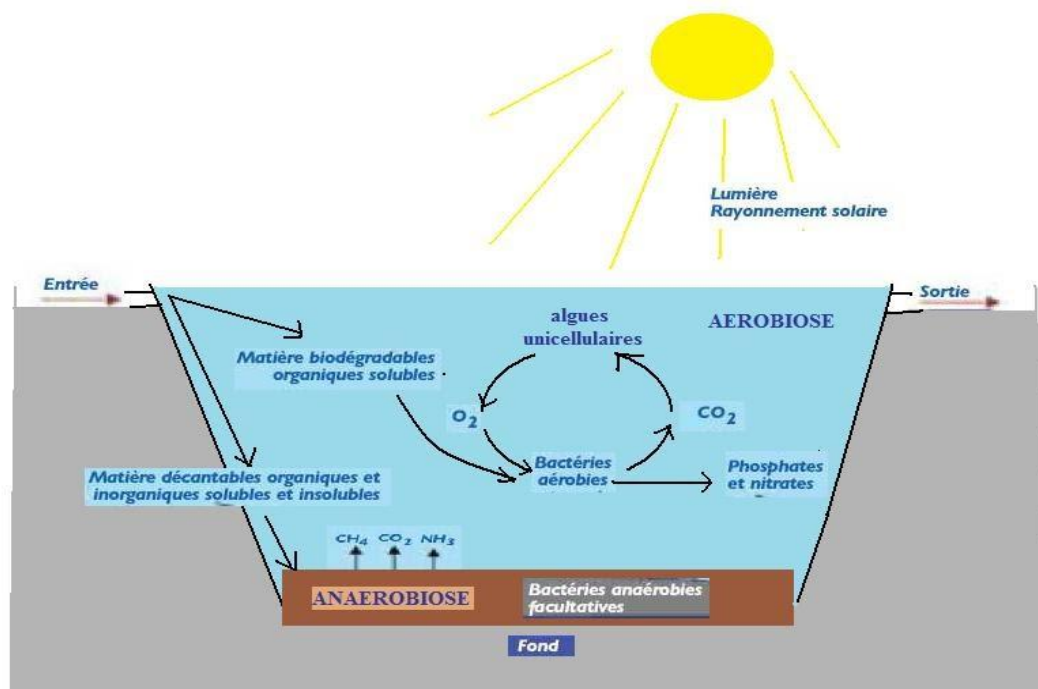


Figure II.8: Schéma de fonctionnement d'épuration par lagunage [23].

2. Lagunage aéré

Le lagunage aéré est composé de plusieurs bassins, dont le premier est équipé de dispositif d'aération artificiel qui fournit la majorité des besoins en Oxygène. Ces lagunes ont des profondeurs qui peuvent atteindre 2,5 à 3 m implantées dans des grandes surfaces, ils comportent un mode d'aération mécanique tel que des turbines flottantes ou fixes, ou des systèmes d'insufflation d'air.



Figure II.9: Bassins de lagunage aéré [24].

II.3. Les traitements complémentaires

II.3.1 La désinfection

La désinfection a pour objectif principal d'améliorer la qualité bactériologique de l'effluent afin de protéger les zones sensibles (zone de baignade, zone conchylicole). Elle se faisait le plus souvent par chloration (la dose à appliquée est de 2 à 10mg/l environ), mais les dérivés du chlore sont maintenant jugés dangereux, c'est pourquoi on utilise de préférence le dioxyde de chlore ou le brome l'usage de l'ozone se répand progressivement, notamment aux Etats-Unis d'Amérique à cause de l'absence d'effets secondaires et d'une meilleure tolérance du milieu naturel. En Algérie, le réactif le plus souvent utilisé est l'eau de Javel qui nécessite pour être efficace; le maintien d'une teneur suffisante (0,1 mg/l) et un temps de contact d'environ 20 minutes [19].

Ce traitement sera réalisé par des traitements de désinfection chimique par :

- **Le chlore:** est un oxydant puissant qui réagit à la fois avec des molécules réduites et organiques, et avec les micro-organismes. Les composés utilisés dans le traitement des eaux usées sont : le chlore gazeux (Cl_2), l'hypochlorite de sodium ($NaClO$) appelé communément "eau de Javel", l'hypochlorite de calcium ($Ca(ClO)_2$), le chlore de chaux ($CaCl_2, OCl_2$) et le chlorite de sodium ($NaClO_2$) [21].

- **L'ozone (O_3):** est un oxydant puissant, la désinfection par l' O_3 est utilisée aux États-Unis, en Afrique du Sud et au Moyen Orient essentiellement. Il permet l'élimination des bactéries, des virus et des protozoaires. C'est le seul procédé vraiment efficace contre les virus. Les tests de toxicité effectués sur des poissons, des crustacés et des algues n'ont pas permis de mettre en évidence une quelconque toxicité [1].

Ou physique par :

- **Les rayons ultraviolets:** qui consistent à utiliser des lampes à mercure disposées parallèlement ou perpendiculairement au flux d'eau. Leur rayonnement s'attaque directement aux microorganismes. Ce traitement est très simple à mettre en oeuvre, car il n'y a ni stockage, ni manipulation de substances chimiques et les caractéristiques chimiques de l'effluent ne sont pas modifiées.

II.3.2 L'infiltration percolation

L'infiltration percolation est un procédé physique qui permet de retenir les matières en suspension et les microorganismes par rétention à l'aide d'un filtre. En effet, l'utilisation de filtres à sable pour traiter les eaux usées domestiques est connue depuis très longtemps. Elle

était déjà pratiquée dans le Massachusetts (Etats-Unis d'Amérique) vers la fin des années 1800 [25].

L'infiltration percolation sur sable permet une oxydation de la matière organique, une nitrification de l'azote ammoniacal, une réduction des germes pathogènes et l'élimination des MES persistant au prétraitement [26].

a) Constitution d'un filtre à sable

Tout filtre utilisé pour infiltration percolation (Figure II.10) est composé de trois parties :

- ✓ Le fond : doit être solide pour supporter le poids de l'eau, du sable et du gravier. Il doit permettre la collecte et l'évacuation de l'eau filtrée.
- ✓ Le gravier support : a pour rôle de retenir le sable et d'améliorer la distribution de l'eau de lavage dans le filtre.
- ✓ Le matériau filtrant : les matériaux utilisés sont des granules libres non adhérents les uns aux autres, insolubles, inattaquables par le liquide filtré ni par les particules solides retenues [25].

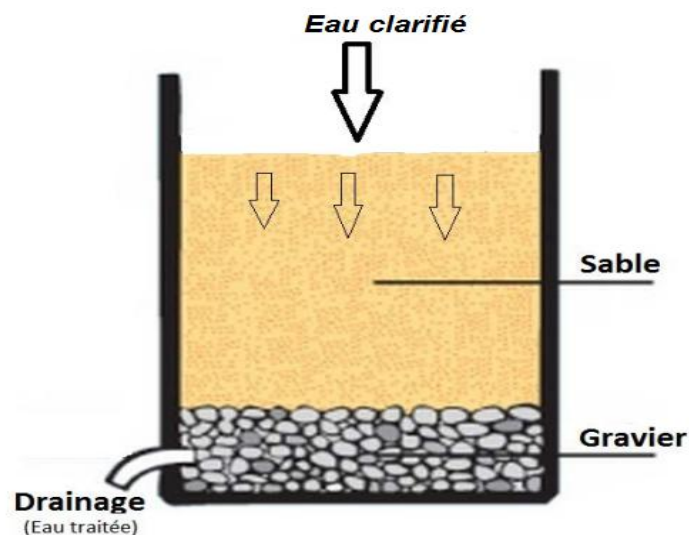


Figure II.10: Principaux constituants d'un filtre à sable [27]

L'élimination des virus, des bactéries et des protozoaires est fonction du milieu poreux, de la vitesse de percolation, de l'épaisseur du massif filtrant et du niveau d'oxydation de l'eau filtrée [21]. L'eau usée est distribuée sur plusieurs massifs épurateurs au moyen de différents procédés de distribution. La lame d'eau infiltrée varie de quelques centimètres à quelques décimètres par jour. L'eau peut alors, soit rejoindre le milieu souterrain, soit être drainée et réutilisée ou rejetée dans le réseau hydraulique superficiel.



Figure II.11: Bassins d'Infiltration Percolation de Merle-Leignec [28]

b) Base de dimensionnement des bassins d'infiltration-percolation

Les bases de dimensionnement de ces unités sont très différentes sur l'ensemble des sites recensés. En effet, ce dimensionnement est fortement conditionné par la qualité de l'effluent issu du traitement en amont. La surface est généralement plus grande si le traitement primaire est fait par une fosse toutes eaux que s'il est réalisé dans un décanteur digesteur [29]. Les principaux paramètres interviennent dans la conception des bassins d'infiltration-percolation:

- La granulométrie du matériau filtrant.
- La hauteur de sable.
- La charge hydraulique.
- **Granulométrie du matériau filtrant** : un sable dépourvu de fines et de type $0.25 \text{ mm} < d_{10} < 0.4 \text{ mm}$ avec un $3 < C.U < 5$ [26] .
- **La hauteur de sable** s'établit en fonction de la décontamination souhaitée. Pour assurer une bonne épuration physico-chimique, la hauteur de sable moyenne mise en place sera d'environ 60-80 cm. L'augmentation de cette hauteur de massif filtrant contribuera à renforcer l'efficacité de l'élimination des germes pathogènes [26] .
- **Charge hydraulique:** une augmentation de la charge hydraulique va diminuer l'efficacité de la désinfection et le rendement épuratoire. Le colmatage superficiel du filtre sera lui aussi accéléré. La circulaire du 17 février 1997 préconise une charge hydraulique moyenne de 10 cm/j soit $1.5 \text{ m}^2/\text{EH}$ [26] .

c) Performances de la filière

Les performances de traitement par infiltration-percolation vont dépendre des charges hydraulique et organique applicables sur le massif filtrant. Pour des valeurs de DCO en entrée d'infiltration supérieures à 120 mg/l, ces performances baissent d'une façon importante.

d) Colmatage des bassins d'infiltration-percolation

Le colmatage du massif filtrant est le point le plus sensible de la filière d'infiltration-percolation. Il est caractérisé par une accumulation d'effluent au sein du massif filtrant pouvant conduire à un affleurement d'effluent à la surface des filtres et une mise en charge des filtres. Ce colmatage est caractérisé par une mise en charge du réseau d'alimentation des filtres consécutive à une obturation des orifices du réseau de distribution et/ou un défaut de nettoyage de ces derniers. Après nettoyage des tuyaux de distribution, la station doit retrouver son fonctionnement normal.

Pour ces contraintes, il est important de signaler que la technique d'infiltration-percolation a connu un regain de popularité au cours des dernières décennies avec la mise en place de petits ouvrages d'assainissement et la recherche de solutions simples d'exploitation. Il en existe une grande quantité d'installations un peu partout dans le monde.

II.4. Traitement des boues

Les boues de la décantation primaire et secondaire sont relativement concentrées, contiennent le plus souvent 95 à 98 % d'eau et chargées de micro-organismes divers. Donc, il est impératif de les traiter avant de les rejeter. Le volume et les caractéristiques de ces boues varient en fonction de la nature des épurations et leur efficacité. Les divers modes de traitement des boues peuvent se résumer comme suit :

- L'épaississement des boues,
- La digestion des boues,
- La déshydratation des boues [18].

II.5 Conclusion

Les eaux usées contiennent de nombreux éléments polluants, provenant de la population, des activités commerciales, industrielles agricoles et des phénomènes naturels. Ces eaux usées se caractérisent par des paramètres physico-chimiques et bactériologiques, qui permettent de déterminer leur éventuelle origine et de connaître l'importance de leurs charges polluantes.

Avant qu'elles ne soient rejetées dans le milieu naturel et ne le dégradent, elles doivent impérativement obéir à des normes établies pour protéger les milieux récepteurs contre tous danger. Pour cela, les eaux usées sont acheminées vers une station d'épuration où elles

subissent plusieurs phases de traitement qui nous permettra au final d'obtenir une eau épurée conformes aux exigences.

Chapitre III

Réutilisation des eaux usée épurées en irrigation

Chapitre III: Réutilisation des eaux usées épurées en irrigation

III.1 Introduction

L'utilisation des eaux usées pour l'irrigation en agriculture peut se traduire par de nombreux avantages pour presque tous les pays, mais elle est particulièrement utile et rentable dans les pays arides et semi-arides à faible revenu. Dans de telles régions, les ressources en eau supplémentaire à faible coût peuvent constituer un gain important pour le bien-être et la santé des humains, tout en augmentant les possibilités de produire des aliments et des emplois destinés aux populations pauvres qui vivent aux abords des villes et villages, comportant une source abondante de cours d'eaux usées. Cependant, dans les régions humides de pays à revenus faible et intermédiaire, les eaux usées qui s'écoulent depuis d'importantes zones urbaines ne sont pas traitées et elles sont chargées de l'éventail complet des pathogènes bactériens, viraux, protozoaires et helminthiques excrétés et endémiques dans la communauté. Ces eaux posent des risques importants pour la santé lorsqu'elles s'intègrent aux sources d'eau utilisées pour l'irrigation [30].

Au cours des 150 dernières années, les opinions ont divergé quant aux avantages et aux risques pour la santé découlant de l'irrigation avec des eaux usées. Tout d'abord, il y'a eu les conversationnistes idéalistes comme Victor Hugo qui, en 1868, faisait une promotion enthousiaste de l'utilisation des eaux usées de Paris: «Tout l'engrais humain et animal que le monde perd, rendu à la terre au lieu d'être jeté à l'eau, suffirait à nourrir le monde.» [31].

III.2 Possibilités de réutilisation des eaux usées

La réutilisation des eaux usées se présente comme un enjeu politique et socioéconomique pour le développement futur des services d'eau potable et d'assainissement. Elle présente l'avantage d'assurer une ressource alternative, de mieux préserver les ressources naturelles et de contribuer à la gestion intégrée de l'eau [5].

Pendant les dix dernières années, la réutilisation des eaux usées a connu un développement très rapide avec une croissance des volumes d'eaux usées réutilisées de l'ordre de 10 à 29 % par an, en Europe, aux États Unis et en Chine, et jusqu'à 41 % en Australie. Le volume journalier actuel des eaux réutilisées atteint le chiffre impressionnant de 1,5-1,7 millions de m³ par jour dans plusieurs pays, comme par exemple en Californie, en Floride, au Mexique et en Chine [32].

La figure 1 nous montre Volume moyen journalier des eaux usées recyclées en Europe et quelques pays de la Méditerranée [32].

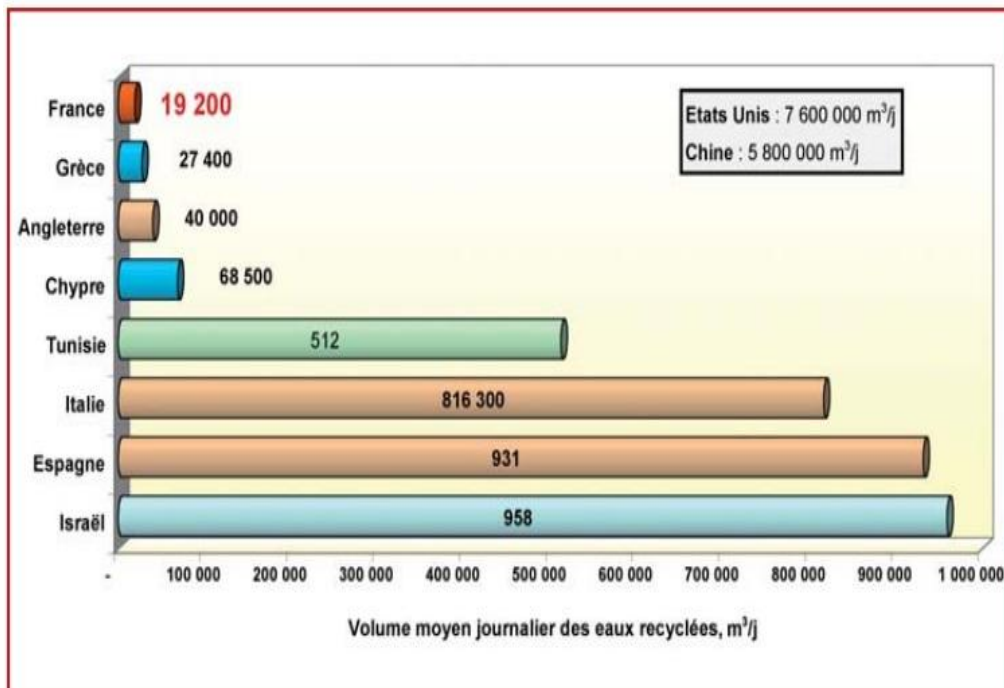


Figure III.1: Volume moyen journalier des eaux usées recyclées en Europe et quelques pays de la Méditerranée [32].

III.2.1 Réutilisation des eaux usées en irrigation

Sur la base des informations provenant de pays qui fournissent des données sur les régions irriguées, on estime que Prus de 4 à 6 millions d'hectares (ha) sont irrigués au moyen d'eaux usées ou d'eau polluée. [33] Une autre estimation indique 20 millions d'hectares à l'échelle mondiale, une région qui équivaut presque à sept pour cent du total des terres irriguées dans le monde [34].

En ce qui concerne le volume d'eaux usées utilisées à différentes fins, la quantité varie considérablement d'un pays à un autre. La majorité de ces eaux usées est utilisée dans les pays en développement, où se trouvent 75 pour cent des terres irriguées du monde [35], dont une petite quantité, même si ce n'est pas prévu, est utilisée dans certains pays développés. Dans un nouvel examen qui intègre les données de [33], 46 pays signalent l'utilisation des eaux polluées à des fins d'irrigation (figure III.2).

Le tableau III.1 montre une nette augmentation du PIB et du pourcentage d'assainissement amélioré dans les pays qui utilisent des eaux usées non traitées à traitées. Les pays avec un revenu moyen sont ceux qui utilisent les deux types d'eaux, ce qui indique une transition entre la réutilisation non planifiée et non contrôlée vers une réutilisation planifiée et contrôlée. Les pays qui utilisent uniquement les eaux traitées pour l'irrigation ont une couverture du réseau d'assainissement d'au moins 87 pour cent [30].

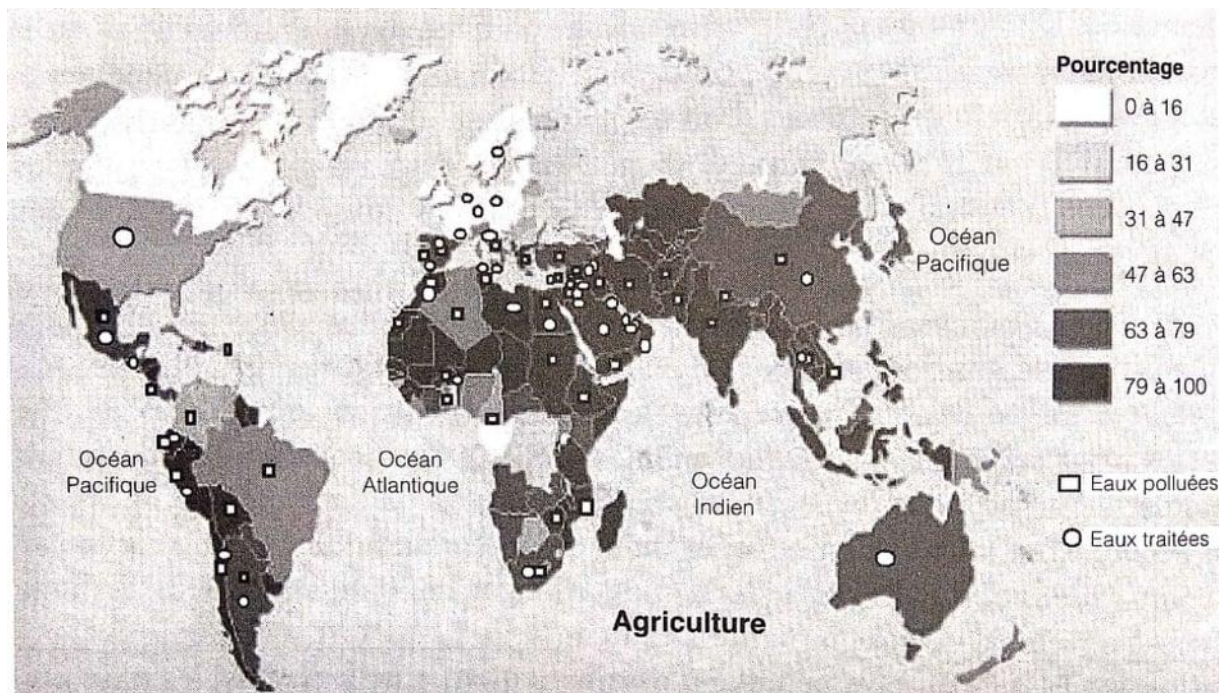


Figure III.2: Prélèvements d'eau douce pour l'utilisation agricole en l'an 2000 et pays qui signalent l'utilisation d'eaux usées ou d'eaux polluées pour l'irrigation [30].

Tableau III.1: Quelques caractéristiques de pays utilisant des eaux usées pour l'irrigation [30].

Utilisation des eaux usées pour l'irrigation	Nombre total de pays	PIB par habitant pour 50% des pays (en \$ US)	Couverture de l'assainissement pour 50% des pays (en %)
Non traitées	23	880 - 4800	15 - 65
Traitées et Non traitées	20	1170 - 7800	41 - 91
Traitées	20	4313 - 19800	87 - 100

III.2.2 Réutilisation des eaux usées dans le secteur industrielle

La réutilisation industrielle des eaux usées et le recyclage interne sont désormais une réalité technique et économique. Pour certains pays et types d'industries, l'eau recyclée fournit 85% des besoins globaux en eau. Les secteurs les plus grands consommateurs en eau sont les centrales thermiques et nucléaires (eau de refroidissement) et les papeteries. La qualité de l'eau réutilisée est réglementée et dépend du type d'application ou de production industrielle. La part des eaux usées urbaines ne dépasse pas 15% du volume des eaux réutilisées en

industrie. Aux Etats-Unis, par exemple, le volume des eaux résiduaires réutilisées en industrie est d'environ 790 000 m³/j, dont 68 % pour le refroidissement [36].

III.2.3 Réutilisation des eaux usées dans le secteur urbain et périurbain

Les usages urbains et périurbains des eaux usées correctement traitées se développent rapidement et deviennent un élément fondamental de la politique de gestion intégrée de l'eau dans les grandes agglomérations [37].

Les bénéfices obtenus sont importants. Il faut noter en premier, la réduction de la demande en eau potable qui peut atteindre 10 - 15 %, voire 40 % dans les zones résidentielles avec beaucoup d'espaces verts [38].

Les usages les plus courants sont l'irrigation d'espaces verts (parcs, golfs, terrains sportifs), l'aménagement paysager (cascades, fontaines, plans d'eau), le lavage des rues ou des véhicules et la protection contre l'incendie. Une autre application importante est le recyclage en immeuble avec, par exemple l'utilisation de l'eau ménagère traitée pour le lavage des sanitaires [39].

III.2.4 réutilisation des eaux usées pour la Recharge des nappes

Ce mode de réutilisation a lieu essentiellement dans des zones arides qui doivent faire face à des problèmes d'assèchement de nappes, ou dans des zones côtières où les nappes sont envahies par l'eau de mer. Il existe deux moyens de recharger une nappe phréatique :

- ✓ par percolation : c'est le cas à Los Angeles, où 160 000 m³ par jour d'effluents traités sont déversés dans des bassins gravitaires.
- ✓ Par recharge directe : c'est le cas dans le comté d'Orange, en Californie. L'eau est injectée dans la nappe par plusieurs puits [6].

III.3 Typologie de l'utilisation des eaux usées

Différents auteurs ont tenté d'offrir des typologies pour le recyclage et l'utilisation des eaux usées (par exemple van der Hoek, 2004), mais aucune n'a été retenue unanimement ou normalisée. Cependant, en décrivant la réutilisation des eaux usées, les termes « directe », « indirecte », « planifiée » et « non planifiée » reviennent souvent. Nous les expliquons ici à l'aide d'exemples: [30]

III.3.1 L'utilisation directe des eaux usées non traitées

Désigne l'utilisation des eaux usées brutes depuis une sortie d'eaux d'égout, évacuées directement sur les terres où elles servent à la production agricole. L'utilisation directe a souvent lieu dans les climats secs où les sources d'eau sont rares. Les eaux usées traitées, non

traitées ou partiellement traitées sont utilisées directement pour l'irrigation sans être mélangées ou diluées.

III.3.2 L'utilisation indirecte des eaux usées non traitées

Désigne le captage d'eaux usées généralement diluées (ou d'eau d'un cours d'eau pollué) pour l'irrigation. Cette situation est courante en aval des centres urbains où les installations de traitement sont limitées. Les agriculteurs sont conscients ou non des défis relatifs à la qualité de l'eau. Cependant, l'utilisation d'eaux usées diluées pour l'irrigation (utilisation indirecte) est beaucoup plus fréquente que l'utilisation directe, et se produit même dans les climats plus humides.

III.3.3 L'utilisation planifiée de l'eau

Désigne l'utilisation consciente et contrôlée des eaux usées, qu'elles soient brutes (utilisation directe) ou diluées (utilisation indirecte). Toutefois, l'utilisation indirecte se fait le plus souvent sans planification, du moins initialement, pour l'utilisation des eaux de mauvaise qualité.

III.3.4 L'utilisation directe des eaux usées traitées

Désigne l'utilisation d'eau recyclée qui a été transportée du point de traitement ou de production au point d'utilisation sans rejet intermédiaire dans les eaux.

III.4 Risques liés à la réutilisation des eaux épurées

Le risque de l'irrigation des cultures par les EUT dépend d'une part, de la qualité des EUT et d'autre part, de la nature de la couverture pédologique et des pratiques culturales (type et rotation des cultures) [40].

III.4.1 Risques sanitaires

Le risque sanitaire est la contamination des eaux épurée par : des microorganismes pathogènes, des virus, des bactéries ou par des protozoaires.

Les mesures principales de contrôle des risques sanitaires pour l'irrigation avec de l'eau recyclée comprennent les quatre groupes suivants de bonnes pratiques :

- traitement des eaux usées et contrôle de la qualité lors de la distribution et de stockage.
- contrôle de l'application des eaux usées par le choix de méthodes d'irrigation appropriées et des pratiques culturales.
- la restriction du type de cultures irriguées et restriction de l'accès publique, notamment pour l'irrigation d'espaces verts.

- d'autres mesures, y compris le contrôle de l'exposition humaine (e.g. mesures de protection des ouvriers agricoles comme gants, masques, etc.), des mesures de récolte, l'éducation du public concerné et la promotion de bonnes pratiques d'hygiène [41].

III.4.2 Risques agronomiques et environnementaux

En règle générale, les risques environnementaux sont surtout des risques chimiques agronomiques liés à la présence potentielle dans l'eau recyclée des éléments traces, de métaux lourds et des micropolluants organiques. Les mesures préventives pour la protection des risques sanitaires sont plus que suffisantes pour protéger les sols, les eaux de surface et les eaux souterraines [41].

III.5 Choix de l'irrigation avec les eaux usées épurées

Les agriculteurs choisissent d'irrigation avec les eaux usées épurées pour plusieurs raisons. 64% des exploitants ont choisi les eaux épurées par nécessité, car ils manquent de moyens pour la réalisation des forages ou des puits. Le reste des exploitants ont choisi volontairement l'utilisation de ces eaux [42].

L'irrigation, avec des eaux usées épurées des cultures maraîchères dont les produits sont consommés crus est interdite. Les parcelles destinées à être irriguées avec des eaux usées épurées ne doivent porter aucune culture, autre que celles figurant sur le tableau ci dessus. Les parcelles irriguées, au moyen des eaux usées épurées, doivent être éloignées de plus de 100 mètres des routes, des habitations, des puits de surface et autres ouvrages destinés à l'alimentation en eau potable. Tout raccordement avec une canalisation transportant de l'eau potable est interdit [43].

Tableau III.2: Liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées [43]

Groupes de cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées	Liste des cultures
Arbres fruitiers	Dattiers, vigne, pomme, pêche, poire, abricot nêfle, cerise, prune, nectarine, grenade, figue rhubarbe, arachides, noix, olive.
Agrumes	Pamplemousse, citron, orange, mandarine, tangerine, lime, clémentine.
Cultures fourragères	Bersim, maïs, sorgho, fourragers, et luzerne.
Cultures industrielles	Tomate, industrielle, abricot à rames, petit pois à rames, betterave sucrière, coton, tabac, lin.
Cultures céréalières	Blé, orge, triticale et avoine.
Cultures de production de semences	Pomme de terre, abricot et petit pois.
Arbustes fourragers	Acacia et a triplex.
Plantes florales à sécher ou à usage industriel	Rosier, iris, jasmin, marjolaine et romarin.

III.6 Exemple de la réutilisation des eaux usées épurées (REUE)

III.6.1 La réutilisation mondiale

La figure III.3 nous présente la répartition mondiale de la réutilisation par usages des eaux usées traitées, alors on observe que les pays du bassin méditerranéen ou encore le Sud des Etats-Unis par exemple sont les pays qui donnent plus d'importances à la réutilisation pour l'irrigation. Cela est dû à une carence des ressources hydriques.

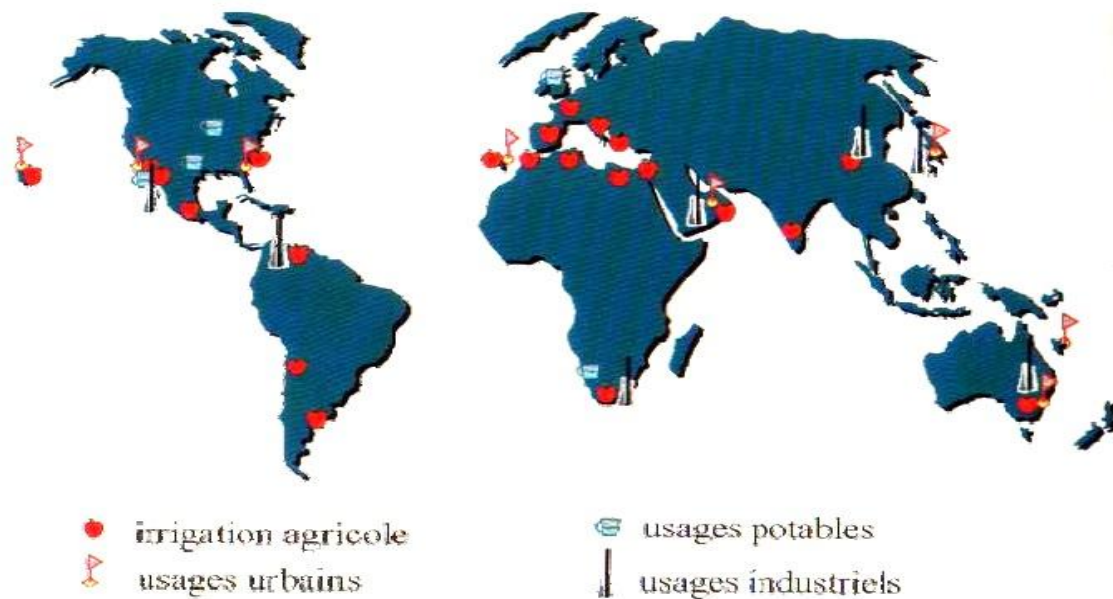


Figure III.3: Répartition par usage et localisation des expériences mondiales les plus importantes en REUT [39]

On remarque aussi qu'il y a des projets de réutilisation dans les régions de l'Ouest et de l'Est des Etats-Unis, l'espace méditerranéen, l'Australie, l'Afrique du Sud et dans les zones semi-arides de l'Amérique du Sud et de l'Asie du Sud.

III.6.2 La réutilisation dans les pays Proche-Orient

L'utilisation de l'eau usée en irrigation a été pratiquée, bien que sans contrôle, dans beaucoup de pays de la région. En 1997, on estimait à 1 200 millions de m³ /an la quantité d'eau usée traitée, utilisée pour l'irrigation dans des pays du Proche-Orient (tableau III.3). Ceci aidera à résoudre partiellement le problème de la pénurie de l'eau et à faire face au problème environnemental impérieux du rejet des eaux usées. Cependant, la protection de la santé publique et de l'environnement sont des préoccupations associées à la réutilisation, qui n'ont pas été sérieusement considérées dans un certain nombre de pays. La santé et les risques globaux devraient se situer dans des limites acceptables afin de sauvegarder la santé publique et protéger l'environnement [44].

Tableau III.3: Pays du Proche Orient utilisant les plus grandes quantités d'eau usée traitée [44]

Pays	Eau usée traitée (10 ⁶ m ³ /an)	En % du total	En % de l'eau prélevé dans le pays
Egypte	200	16.7	0.36
Koweït	52	4.3	9.67
Arabie Saoudite	217	18.1	1.28
Syrie	370	30.8	2.57
Emirats Arabes Unis	108	9.0	5.12
Autres 24 pays	253	21.1	0.06
Total Proche Orient	1 200	100.0	0.23

III.7 Critères de qualité des eaux usées pour l'irrigation

Les caractéristiques de qualité chimique et physique sont identiques pour n'importe quelle eau d'irrigation. À cet égard, les directives générales présentées dans le tableau III.4 peuvent être employées pour évaluer l'eau usée traitée, utilisée à des fins d'irrigation, en termes de constituants chimiques tels que les sels dissous, le contenu en sodium et les ions toxiques.

Tableau III.4: Critères de qualité des eaux usées pour l'irrigation [45]

Types de problèmes	Sévérité du Problème		
	Aucune	Légère	Elevée
Salinité			
-Conductivité (mS/cm)	< 0.75	0.75 – 3.0	> 3
-Matières dissoutes totales	< 700	700 – 2000	> 2000
SAR (Sodium absorption Radio)	< 3	3 – 9	> 9
Alcalinité ou dureté	80 – 120		> 200
pH (risque de colmatage)	< 7	7 – 8	> 8
Fe mg/l (risque de colmatage)	< 0.2	0.2 - 1.5	> 1.5
Mn Fe mg/l (risque de colmatage)	< 0.1	0.1 - 1.5	> 1.5

En Algérie, la présence de normes spécifiques à la réutilisation des eaux usées en agriculture constitue une promotion de projets de réutilisation des eaux usées épurées. En effet, l'arrêté interministériel du 8 Safar 1433 correspondant au 2 janvier 2012 fixe les spécifications des eaux usées épurées utilisées à des fins d'irrigation.

Tableau III.5: spécifications des eaux usées épurées utilisées à des fins d'irrigation [46].

1. PARAMETRES MICROBIOLOGIQUES

GROUPES DE CULTURES	PARAMETRES MICROBIOLOGIQUES	
	Coliformes fécaux (CFU/100ml) (moyenne géométrique)	Nématodes intestinaux (œufs/l) (moyenne arithmétique)
Irrigation non restrictive. Culture de produits pouvant être consommés crus.	<100	Absence
Légumes qui ne sont consommés que cuits. Légumes destinés à la conserverie ou à la transformation non alimentaire.	<250	<0,1
Arbres fruitiers (1). Cultures et arbustes fourragers (2). Cultures céréalières. Cultures industrielles (3). Arbres forestiers. Plantes florales et ornementales (4).	Seuil recommandé <1000	<1
Cultures du groupe précédent (CFU/100ml) utilisant l'irrigation localisée (5) (6).	pas de norme recommandée	pas de norme recommandée

	PARAMETRES	UNITÉ	CONCENTRATION MAXIMALE ADMISSIBLE
Physiques	pH	—	$6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$
	MES	mg/l	30
	CE	ds/m	3
	Infiltration le SAR = 0 - 3 CE		0.2
	3 - 6		0.3
	6 - 12	ds/m	0.5
	12 - 20		1.3
	20 - 40		3
Chimiques	DBO5	mg/l	30
	DCO	mg/l	90
	CHLORURE (Cl)	meq/l	10
	AZOTE (NO ₃ - N)	mg/l	30
	Bicarbonate (HCO ₃)	meq/l	8.5
Eléments toxiques (*)	Aluminium	mg/l	20.0
	Arsenic	mg/l	2.0
	Béryllium	mg/l	0.5
	Bore	mg/l	2.0
	Cadmium	mg/l	0.05
	Chrome	mg/l	1.0
	Cobalt	mg/l	5.0
	Cuivre	mg/l	5.0
	Cyanures	mg/l	0.5
	Fluor	mg/l	15.0
	Fer	mg/l	20.0
	Phénols	mg/l	0.002
	Plomb	mg/l	10.0
	Lithium	mg/l	2.5
	Manganèse	mg/l	10.0
	Mercure	mg/l	0.01
	Molybdène	mg/l	0.05
	Nickel	mg/l	2.0
	Sélénium	mg/l	0.02
	Vanadium	mg/l	1.0
Zinc	mg/l	10.0	

III.8 Conclusion

L'irrigation avec des eaux usées est un phénomène répandu et grandissant qui pose différents degrés de risque. Qu'elle soit pratiquée de manière spontanée dans l'agriculture urbaine et périurbaine, ou qu'elle soit planifiée comme partie intégrante de programmes de réutilisation des eaux, la production alimentaire et fourragère à l'aide d'eaux usées non traitées ou d'effluents traités peut avoir de graves conséquences sur la santé des agriculteurs et des consommateurs, tout en dégradant l'environnement de façon irréversible. Dans les pays à

faible revenu, la pollution de l'eau est souvent le résultat d'une collecte et d'un traitement inadéquats des eaux usées et de leur évacuation non planifiée dans des cours d'eau. Pour rendre l'irrigation avec des eaux usées plus sécuritaire, il faut une combinaison de diverses barrières pour lutter contre les pathogènes, y compris, là où c'est possible, un traitement approprié des eaux usées.

Chapitre IV

Présentation et description de la STEP

d'Ain Témouchent

Chapitre IV: Présentation et description de la STEP d'Ain Témouchent

IV.1 Situation géographique

La station d'épuration de Ain-Temouchent est située sur le coté 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. La réalisation de la STEP a été faite par le groupement HYDRO-TRAITEMENT/COMSA [47]. Mise en service en 2013, elle est gérée et exploitée actuellement par l'Office Nationale de l'Assainissement (ONA) [15].



Figure IV.1 : Maquette de la station

IV.2 Objectif et base de dimensionnement de la STEP

La station d'épuration d'Ain Témouchent traite toutes les eaux usées en provenance de la ville d'Ain-Témouchent. La solution retenue pour le traitement des effluents est de type biologique à boues activées à faible charge avec traitement tertiaire pour l'élimination du phosphore. La base de dimensionnement de cette STEP a été fixée pour l'horizon 2015. Une

extension est prévue pour 2030. Les principaux objectifs de projet sont 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 [15].

Le dimensionnement de la station d'épuration pour les horizons 2015 et 2030 (prévue pour l'extension) est fait sur la base des données dans les tableaux ci-après :

Tableau IV.1 : Données de base pour le dimensionnement de la station d'épuration d'Ain Temouchent pour l'horizon 2015 [47]

Nombre d'habitants	72800
Débit moyen à traiter (Qm)	10920 m ³ /h
Débit pointe temps pluie	3 x Qm = 1365 m ³ /h

Tableau IV.2 : Valeurs à l'entrée du traitement [47]

Parametres	UNITES	2015	2030
Nature du réseau		Unitaire	Unitaire
Nombre d'habitant	Hab	72.800	90.000
Nombre d'équivalents habitants	E.H	82.000	119.000
Débit moyen des eaux usées	m ³ /j	10.920	13.500
Débit moyen horaire	m ³ /h	455	562,5
Débit de pointe de temps pluvieux	m ³ /h	1.365	1.687,5
Coefficient de Pointe	/	3	3
Pollution en DBO ₅	g/EH/j	50	50
DBO ₅ journalière	kg/j	3.640	4.500
Dotation D.CO	g/EH/j	90	90
D.C.O journalière	kg/j	6.552	8.100
Dotation	g/EH/j	12	12
M.E.S journalière	kg/j	873	1080
Dotation Phosphore	g/EH/j	6	6
Phosphore journalière	kg/j	436	540

Les valeurs limites de rejet à respecter sont consignées dans les tableaux IV.3 et IV.4

Tableau IV.3 : Valeurs limites de rejet [47]

Paramètre	Unités	Valeur
Matières en suspension	mg/l	30
DBO ₅	mg/l	30
DCO	mg/l	90
NTK	mg/l	10
Phosphore	mg/l	2

Tableau IV.4 : Concentrations des polluants à l'entrée et à la sortie de la STEP [15]

Désignation	Concentration à l'entrée (mg/l)	Concentration à la sortie (mg/l)
Matières en suspension	400	30
DBO ₅	333	30
DCO	600	90
NTK	80	10
Phosphore	40	2

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.

Tous les équipes sont munies d'au moins une unité de réserve opérationnelle, avec démarrage automatique du matériel en cas de défaillance totale, soit pour pallier un manque accidentel dans les paramètres (pression, débit,...etc.) [15].

IV.3 Ouvrages extérieurs à la station

Les eaux usées et pluviales provenant de la ville de Ain-Témouchent sont véhiculées actuellement par un collecteur de diamètre 1250 mm jusqu'au regard existant qui sera remplacée par un déversoir d'orage. De ce déversoir les eaux usées diluées seront véhiculées gravitairement vers la STEP (puits de réception) par une conduite de diamètre 800 mm en béton sur une longueur de 250 mètres. Les eaux excédentaires au débit pointe temps pluie, seront déviées latéralement vers l'oued par le biais d'un canal. La longueur du déversoir sera de 6 mètres.



Figure IV.2 : Déversoir d'orage

IV.4 Description des installations de la STEP

La dépollution des eaux usées nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physiques, physico-chimiques et biologiques.

IV.4.1 Prétraitement

Le prétraitement des eaux usées est nécessaire pour retirer les matières facilement collectable des eaux usées brutes afin de les éliminer, donc le prétraitement a pour objectif l'extraction des matières les plus grossières.

IV.4.1.1 Dégrillage

Il existe deux types de dégrilleur au niveau de la station :

➤ Grille verticale mobile de secours

Avant la grille grossière, on a prévu une barrière à translation verticale à utiliser uniquement pendant la période d'entretien de la grille mécanisée. Les manœuvres d'abaissement et relevage de la barrière de secours sont assurées par un treuil manuel. La grille verticale de secours est réalisée en acier inoxydable (largeur utile 850 mm, hauteur 1000 mm, épaisseur des barreaux 15 mm, espacement des barreaux 50 mm).

➤ Grille mécanique grossière

La grille mécanique grossière motorisée pour le prétraitement est du type vertical, elle fonctionne automatiquement suivant l'augmentation du niveau amont de la lame d'eau (largeur 1000 mm, espacement entre barreaux 35 mm, épaisseur des barreaux 30 x 12 mm).



Figure IV.3 : Une grille grossière et manuelle du by-pass

➤ **Piège à sable**

Pendant la période de pluie, par effet du ruissellement superficiel, d'importantes quantités des éléments inertes et sable sont charriés dans la station; le piège prévu a pour but de récupérer à travers une série d'ouvertures tous les éléments qui par l'effet de leur poids et dimensions se déplacent dans le fond du canal. Par gravité les corps retenus sont récupérés dans une trémie située au-dessous du canal et évacués par une pompe vers le laveur de sable.



Figure IV.4 : Piège à sable

➤ **Grilles mécaniques fines**

Au nombre de deux avec possibilité d'exclure l'une ou l'autre par des vannes à glissière qui seront placées en amont et en aval. L'utilisation d'une ou de deux grilles dépend du débit. Ces deux unités ont pour but d'éliminer tous les solides ayant les dimensions supérieures à 3 mm [47].

Les deux grilles fines sub-verticales sont installées, dont l'inclinaison est de 85°, la largeur est de 1000 mm, l'espacement entre les barreaux est de 3 mm, la hauteur de déchargement par rapport au fond du canal est de 4,5 mm [15].



Figure IV.5 : Grille mécanisée fine

IV.4.1.2 Mesure du débit des eaux prétraitées à ultrason

En amont de la station de relevage, ils ont prévu un débitmètre qui a la fonction de mesurer les débits maximaux et minimaux, il sera placé dans un compartiment adjacent au bloc de la station.



Figure IV.6 : Canal Parshall (mesure du débit)

IV.4.1.3 Poste de relevage

Le poste de relevage est constitué par 4 pompes submergées dont 3 en service et 1 en réserve. Leur prestation est apte à satisfaire le maximum du débit pointe en temps de pluie, ayant chacune un débit de 500 m³/h et un rendement égale à 70 %. Pour la période 2030 ils ont prévoir l'installation de deux nouvelles pompes (dont 1 de réserve) ayant une capacité chacune de 270 m³/h. L'ouvrage sera prévu au départ pour recevoir la totalité des pompes.



Figure IV.7 : Poste de relevage Les caractéristiques hydrauliques des pompes d'élévation sont consignées dans le tableau IV.5.

Tableau IV.5 : Les débits de design [47].

Débit journalier	10920 m ³ /j
Débit moyen	455 m ³ /h
Débit pointe	1365 m ³ /h
N° de pompes	3 + 1

IV.4.1.4 Dessableur - Degraisseur

Les eaux usées relevées par les pompes submersibles sont déversées dans l'ouvrage répartiteur pour l'alimentation par gravité des deux dessableurs déshuileurs. A l'entrée des dessableurs-déshuileurs et dans le même ouvrage, est prévue une zone de répartition de débit avec le but de partager le 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.

Deux vannes murales ayant une section rectangulaire 1000 x 1400 mm (une vanne pour chaque ligne) sont mise en place pour pouvoir exclure une ligne dans le cas de curage ou de faible débit.

Les éléments flottants et les huiles, sont évacués au moyen d'un pont racleur dans deux bassins de stockage ayant une capacité de 20 m³ (2 x 2 x 5 mètres) chacun, incorporés dans le coté aval des dessableurs.

Le sable décanté dans le fond du bassin est déplacé par raclage dans la fosse située à l'entrée de dessableurs. Une pompe récupère par intermittence les sables en les refoulant dans un dispositif de lavage identique à celui prévu pour le piège à sable. Le temps de rétention prévu pour un débit moyen étant de 25 minutes, avec un tel temps de séjour on obtient un rendement de séparation de 98,5 % pour des granulométries comprises entre 0,12 et 0,16 mm. Les deux compresseurs « air lift » sont situés dans un local incorporé à la partie inférieure des dessableurs vers l'entrée des eaux.

Tableau IV.6 : Paramètres de design du dessableur-déshuileur[47].

Temps de rétention minimale	6 min
Vitesse transversale	0,15 m/s
Charge hydraulique max	20 m ³ /m ² h
Relation longueur / Largeur	de 1 :1 à 5 :1
Profondeur	de 2 à 5 m
Puissance d'aération	25 - 30 W/m ³

**Figure IV.8** : Dessableur-déshuileur**Figure IV.9** : Suppresseur avec cabine d'insonorisation pour l'aération du dessableur-degraisseur



Figure IV.10 : Classificateur des sables

IV.4.2 Traitement biologique des boues activées

Les eaux provenant du répartiteur et qui ont été mélangées avec les boues de recyclage, sont réunies dans le canal de distribution avec la liqueur aérée avant de pénétrer dans le bassin de dénitrification.

IV.4.2.1 Dénitrification

La dénitrification biologique peut être définie comme un processus à travers lequel les microorganismes réduisent les ions du nitrate et de l'azote gazeux (N_2), celui de l'oxyde nitreux (N_2O) en oxyde nitrique (NO). La dénitrification biologique est le système le plus largement utilisé pour l'élimination de l'azote dans les installations de traitement des eaux urbaines,

Les couches bactériennes capables d'élaborer la dénitrification biologique sont appelées hétérotrophes, parce qu'elles peuvent métaboliser le substrat organique complexe en utilisant pour l'oxydation de ses différentes composées l'oxygène moléculaire (lorsque disponible) ou l'oxygène présent dans le nitrate. Dans les conditions d'anoxie (absence d'oxygène moléculaire libre) les bactéries spécifiques réduisent les nitrates selon un mécanisme dans lequel le nitrate et les nitrites dissous dans l'eau remplacent l'oxygène pour la respiration cellulaire.

IV.4.2.2 Nitrification

L'objectif de la nitrification c'est la transformation par oxydation biologique des formes ammoniacale de l'azote présent dans les eaux usées, en origine environ le 60 % de la totalité

sous forme de nitrates. Le processus de fermentation et transformés en azote ammoniacal et les différentes réactions sont présente dans la figure ci dessous :



Figure IV.11 : Bassin d'aération

IV.4.3 Décantation secondaire

Pour chaque ligne il est prévu un clarificateur circulaire à traction périphérique ayant un diamètre de 25 mètres et une hauteur totale de 2,3 mètres. Les décanteurs sont équipés d'un racleur de fond, d'un déflecteur central de distribution radiale, d'une lame superficielle pour l'évacuation des écumes vers la boîte à écumes reliées 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 (environ 98- 99 %), c'est pour cela que les eaux à la sortie des clarificateurs sont dirigées vers un puits répartiteur pour être soumises à un traitement de précipitations du phosphore par dosage du chlorure ferrique.

Tableau IV.7: Dimensions de la décantation secondaire [47].

Nombre	2
Surface unitaire	490,87 m ²
Diamètre	25 m
Hauteur d'eau partie cylindrique	2,3 m
Pente de fond	10 %
Volume utile total	2189 m ³
Longueur périmétrale	78 m

Tableau IV.8: Les paramètres de dimensionnement pour la clarification secondaire[47].

	Débit moyen	Débit de pointe
Charges hydrauliques	227,5 m ³ /h	682,5 m ³ /h
Vitesse ascensionnelle m ³ /m ² h	0,46	1,39
Charge MLSS Kg MLSS/m ² h	1,85	5,56
Temps séjour	9,7 h	3,2 h
Charge sur déversoir m ³ /ml h	2,9	8,75

**Figure IV.12 :** Décanteur secondaire

IV.4.4 Traitement tertiaire

- **Le problème du phosphore**

Le phosphore et l'azote se présentent en deux formes organiques et minérales. Le phosphore organique est la fraction la plus importante présente dans les eaux usées et comprend différentes formes, telle que l'orthophosphate ainsi que les polyphosphates (ou phosphates condensât).

Le principal inconvénient du phosphore est de favoriser l'eutrophisation des cours d'eau, des lacs et des milieux marins, ce qui se traduit par un développement excessif d'algues planctoniques et généralement une élévation du pH.

L'eutrophisation se caractérise par les effets suivants, dont la plupart sont gênant :

-Effets directs dus à la présence physique de végétation excédentaire (colmatage de filtres ou prises d'eau, turbidité de l'eau, etc.)

-Effets indirects liés au métabolisme (vie-mort) de cette végétation.

- **Le clarifloculateur**

Deux clarifloculateurs circulaires 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. Un traitement direct à la sortie des bassins d'oxydation aurait par conséquent les effets suivants :

-La re-circulation des boues très acide dans les bassins de dénitrification aura pour conséquence l'arrêt du processus de nitrification ;

-Pour éviter ce phénomène il est nécessaire de ramener la valeur du pH en phase neutre en utilisant importantes quantités de chaux. En adoptant tel principe, la quantité des boues augmentera proportionnellement au dosage du chlorure ferrique et de chaux.



Figure IV.13 : Clarifloculateur

- **Bassin de désinfection**

La désinfection de l'effluent se réalisera à l'aide d'hypochlorite de sodium, la dose de chlore actif à débit moyenne sera 4 ppm. En tenant en compte une richesse de l'hypochlorite de sodium (NaClO) en chlore actif de 150 gr/l, les dosages d'hypochlorite nécessaires sont :

$$\frac{10.920 \frac{\text{m}^3}{\text{j}} \times 6 \frac{\text{gr}}{\text{m}^3}}{150 \frac{\text{gr}}{\text{l}}} = 437 \frac{\text{l}}{\text{j}} \quad \dots\dots\dots(5)$$

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 maximums.

Tableau IV.9 : Caractéristiques Bassin de désinfection [47].

Débit d'entre moyen	563 m ³ /h
Débit d'entre pointe	1.688 m ³ /h
Hauteur d'eau	2,84 m
Longueur	23 m
Largeur	5 m
Volume total	326,6 m ³



Figure IV.14 : Bassin de désinfection

IV.4.5 Recirculation et purge de boues

IV.4.5.1 Recyclage des boues et évacuation des boues en excès

Les boues activées ont été soustraies du fond du clari-floculateur et ils ont été renvoyés en tête du 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 par deux pompes submergées dont une de réserve, placées dans un puit, ayant chacune les caractéristiques suivantes :

- Débit unitaire : 455 m³/h.
- Hauteur manométrique : 5,00 m.

IV.4.5.2 Epaissement des boues

Les boues en excès sont dirigées vers un épaisseur circulaire ayant un diamètre de 16 m, et une hauteur utile totale de 4,5 mètres. Les caractéristiques de cet épaisseur sont résumées dans le tableau IV.10.

Tableau IV.10 : Les caractéristiques de ce épaisseur circulaire [47].

Concentration des boues à la sortie	30 g/l
Diamètre	16 m
Surface	201 m ²
Hauteur eau	4,30 m
Volume total	864,57 m ³



Figure IV.15 : Epaisseur

IV. 4.5.3 Déshydratation des boues

La déshydratation constitue la seconde étape de la réduction du volume des boues au cours de laquelle on réalise sur les boues concentrées, stabilisées ou non, une élimination plus ou moins poussées de leur humidité résiduelle de façon à les amener à l'état solide qui soit manipulé à la pelle.

La STEP traite la déshydrations des boues par lits de séchage et par bande presseuse.

➤ **La déshydratation par 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 [15].



Figure IV.16 : Lits de séchage

➤ **Bande presseuse**

La déshydratation des boues est conduite sur filtres à bandes presseuses classiques.



Figure IV.17 : Bande presseuse

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 KgMST/h mètre de largeur, pendant une période de fonctionnement de 8 heures par jours , en travaillant 5 jours par semaine [15]

Chapitre V
Matériels et méthode

Chapitre V: Matériels et méthodes

V.1 Introduction

Pour connaître la qualité de l'eau à la sortie de la station d'épuration d'Ain Témouchent et d'évaluer le niveau de pollution en amont et en aval de la station, des analyses sont fréquemment effectuées à l'entrée (eaux brutes) et à la sortie (eaux épurées) de la STEP. Les principaux paramètres, indicateurs de pollution, souvent mesurés sont: la température, le pH, la conductivité, la turbidité, les matières en suspension (MES), la demande biologique en oxygène (DBO_5), la demande chimique en oxygène (DCO), l'azote total et l'azote ammoniacal, les nitrates ($N-NO_3^-$), les nitrites ($N-NO_2^-$) et les phosphates.

V.2. Matériel et méthodes

V.2.1 La température

La température est un paramètre physique de l'eau, elle joue un grand rôle dans la solubilité des gaz dans l'eau et sur la vitesse des réactions chimiques et biochimiques. La température est mesurée par l'utilisation d'une sonde thermométrique qui est plongée soigneusement dans la prise d'essai.

V.2.2 Le potentiel hydrogène pH

Le pH de l'eau constitue une mesure de la concentration en ions hydrogène. C'est un paramètre important car il influe sur le goût de l'eau (l'état de l'eau : acide, base ou neutre) et les réactions chimiques. La mesure de ce paramètre est basée sur l'utilisation d'un pH-mètre.

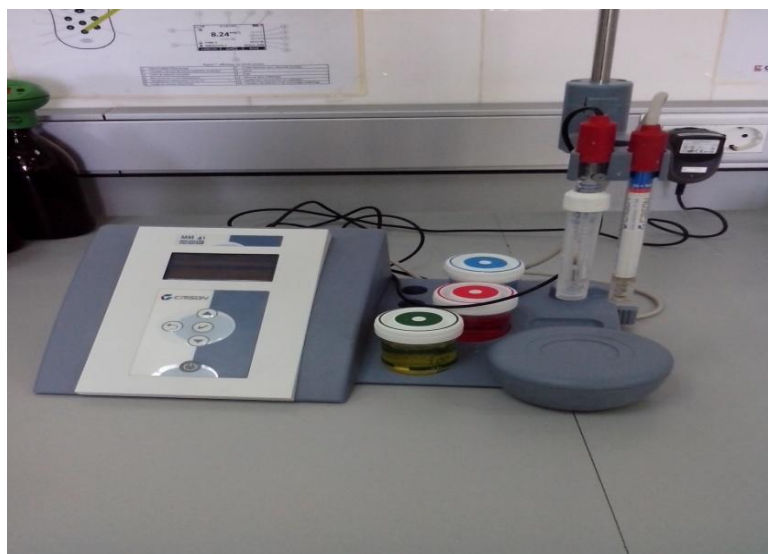


Figure V.1 : appareil de mesure de pH et de température

V.2.3 La conductivité

La conductivité est la mesure de la capacité d'une eau à conduire un courant électrique, exprimée en $\mu\text{s}/\text{cm}$, et à la température de 20 °C.



Figure V.2 : Photo du conductivimètre.

V.2.4 La turbidité

Le turbidimètre qu'on a utilisé dans ce travail permet de mesurer la quantité de lumière diffusée à angle droit par un faisceau lumineux traversant l'échantillon. Les unités de mesure sont les UTN (unités de turbidité néphélométriques).

V.2.5 L'oxygène dissous

Le système de mesure courant pour l'oxygène dissous consiste en un instrument de mesure et d'une sonde. La sonde constitue la pièce la plus importante et délicate du système. Cette sonde comprend une anode d'argent (Ag) enveloppée d'un fil de platine (Pt) qui agit comme cathode, ceux-ci sont insérés dans une cartouche remplie d'une solution électrolytique de chlorure de potassium (KCl). L'extrémité de la cartouche comporte une membrane en téflon, matériau perméable au gaz, qui permet uniquement le passage de l'oxygène présent dans la solution.

Par l'application de potentiel de 790 mV, l'oxygène présent dans la cellule est réduit en ion d'hydroxyde (OH^-) dans la cathode, et le chlorure d'argent (AgCl) est déposé sur l'anode. Cette réaction provoque un flux de courant dont l'intensité est proportionnelle à la quantité d'oxygène, convertit le courant en concentration correspondante à l'oxygène dissous [21].



Figure V.3 : Photo d'un Oxymétrie portatif (HI 9146).

V.2.6 Les matières en suspension (MES)

Les matières en suspension sont les matières qui ne sont ni à l'état soluble, ni colloïdale, elles comportent les matières organiques et les matières minérales contenues dans l'eau usée. Elles sont à l'origine de la turbidité de l'eau.

Matériels et réactifs nécessaires

- Pompes de vide.
- Unité de filtration. (Kitasato, pinces, embut filtration).
- Filtres de micro fibre de verre.
- Poêle.
- Dessiccateur.
- Balance analytique.
- Pince [1]



Figure V.4 : Photo de dessiccateur

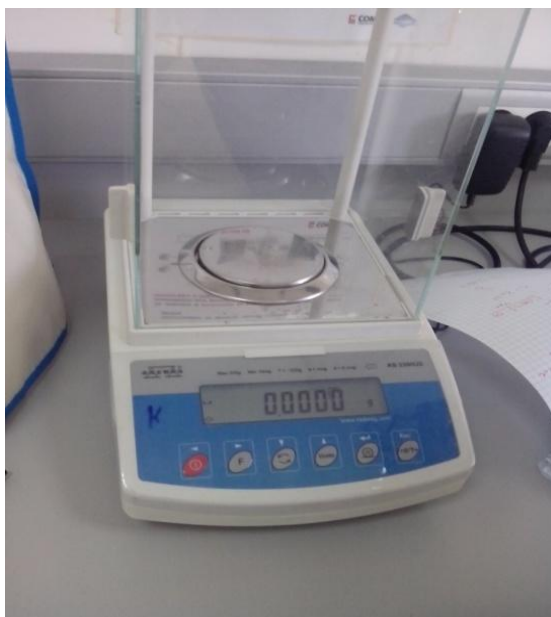


Figure V.5: Photo de la balance analytique

Procédure expérimentale

- ✓ Laver le filtre dans l'unité de filtration au vide en passant de l'eau distillée, puis colloquer ce filtre dans la poêle à une température de 103° - 105°C pendant 2 heures, le conserver dans un dessiccateur et le peser.
- ✓ Placer le filtre dans l'entonnoir du dispositif de filtration et connecter à un dispositif d'aspiration sous vide.
- ✓ Choisir un volume d'échantillon puis en le filtre en moins d'une minute.
- ✓ Retirer avec précaution le filtre de l'entonnoir à l'aide de pinces à extrémités plates, puis le peser à l'aide de la balance analytique.
- ✓ Laisser essorer et sécher le filtre (105 ± 5 °C), laisser refroidir puis peser pour obtenir les matières qui étaient en suspension avant séchage [1].



Figure V.6 : photo de dispositif d'aspiration

Expression des résultats

La concentration des MES est calculée avec l'expression suivante :

$$\text{MES} \left(\frac{\text{g}}{\text{l}} \right) = \frac{1000 * (\text{PF} - \text{P0})}{\text{V} \left(\frac{\text{ml}}{\text{l}} \right)} \dots \dots \dots (6)$$

Avec :

MES : matière en suspension (mg/l).

Pf : masse du filtre après séchage (mg).

P0 : masse du filtre vide, avant filtration (mg).

V : volume d'échantillon filtré (ml) [1]

V.2.7. La demande biochimique en oxygène (DBO5)

Elle représente la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes pour oxyder ou dégrader l'ensemble de la matière organique d'un échantillon d'eau maintenu à 20°C, pendant 5 jours. La DBO5 a été mesurée à l'aide d'un DBO mètre.



Figure V.7 : Flacons à DBO



Figure V.8 : Incubateur du DBO

V.2.8 Les analyses spectrophotométriques

V.2.8.1 La demande chimique en oxygène (DCO)

Elle représente la quantité d'oxydant spécifique qui réagit avec un échantillon dans des conditions définies. La quantité d'oxygène consommée est exprimée en termes de son équivalent en oxygène (mg/l de l'O₂).

- Mode opératoire

- ✓ Introduire deux (02) ml d'échantillon dans un tube Hach de réactif à DCO de la gamme 0-1500 mg/L pour l'effluent d'entrée et de la gamme 0-150 mg/L pour l'effluent de sortie;
- ✓ Chauffer des deux tubes hermétiquement fermés à 150°C pendant 2 heures;
- ✓ Refroidir les tubes à l'air libre;
- ✓ Pour l'échantillon d'entrée : régler le code de programme à 435, la longueur d'onde à 620 nm et poser le blanc dans le spectrophotomètre pour l'étalonner à zéro et après l'étalonnage, mettre le tube de l'effluent d'entrée ;
- ✓ Mesurer de l'absorbance au spectrophotomètre ;
- ✓ Pour l'échantillon de sortie : régler le code de programme à 430, la longueur d'onde à 420 nm et poser le blanc dans le spectrophotomètre pour l'étalonner à zéro et après l'étalonnage, mettre le tube de l'effluent de sortie ;
- ✓ Mesurer de l'absorbance au spectrophotomètre ;
- ✓ Les résultats affichés sont exprimés en mg d'oxygène par litre [21]

**Figure V.9 : Réactif DCO****Figure V.10 : Photo du bloc chauffant**



Figure V.11 : Photo du spectrophotomètre

V.2.8.2 l'azote ammoniacal N-NH₄

En présence de sodium agissant comme catalyseur et à une valeur du pH d'environ 12,6, les ions ammonium réagissent avec les ions hypochloreux et salicyliques et donnent une coloration bleue.

V.2.8.3 l'azote total

L'azote de composition organique et inorganique s'oxyde en présence de peroxydisulfate et se transforme donc en nitrates. Les ions nitrates se réagissent dans une solution d'acides sulfurique et phosphorique avec un diméthylphénol, en formant du nétrophénol.

V.2.8.4 Les nitrites (NO₂-)

Les nitrites sont souvent en quantité très faible car ils ont une forme chimique très instable.

V.2.8.5 Les nitrates (N-NO₃⁻)

Les nitrates appelés aussi l'azote nitrique ont une forme chimique stable.

V.2.8.6 Les phosphates

Les ions phosphates réagissent en solution acide avec les ions molybdate pour donner un complexe de phosphore molybdate d'antimoine. Celui ci est réduit par l'acide ascorbique en bleu de phosphoremolbdéne.

V.3 Conclusion

A la suite de ces analyses réalisés au niveau du laboratoire de la STEP, on peut juger les performances épuratoires de notre station objet d'étude, évaluer les rendements dans chaque étape d'épuration et avoir une idée globale sur la qualité des eaux épurées rejetées dans le milieu naturel mais encore leur faisabilité de les utiliser dans le domaine agricole.

Chapitre VI
Résultats et interprétations

Chapitre VI : Résultats et interprétations

VI.1 Introduction

Afin d'évaluer les performances épuratoires de la station d'épuration d'Ain Témouchent et faisabilité de la réutilisation de ses eaux épurées en irrigation, on va présenter dans ce chapitre, des résultats d'analyses de paramètres de pollution de l'eau qui ont été faites à l'entrée et à la sortie de la STEP, durant les mois de janvier, février, mars de l'année 2020.

Cette présentation nous permet d'évaluer la qualité de l'eau brute et celle épurée sur la période d'étude en vue de leur rejet dans l'environnement ou leur faisabilité à la réutilisation agricole. Les paramètres suivis et discutés sont: les matières en suspension (MES), la demande biochimique en oxygène (DBO_5), la demande chimique en oxygène (DCO), l'azote total (NT), l'azote ammoniacal (NH_4^+), les nitrates (NO_3^-), les nitrites (NO_2^-), le phosphore total (PT), le pH et la température. En parallèle, on a parlé sur la variation de la turbidité et de l'oxygène dissous (OD) dans l'eau brute (entrée STEP) et dans l'eau épurée (sortie STEP).

VI.2 Résultats et discussion

Les résultats expérimentaux trouvés sont présentés comme suit:

VI.2.1. Matières en suspension (MES)

La figure VI.1 présente la variation de la concentration des matières en suspension (MES) de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

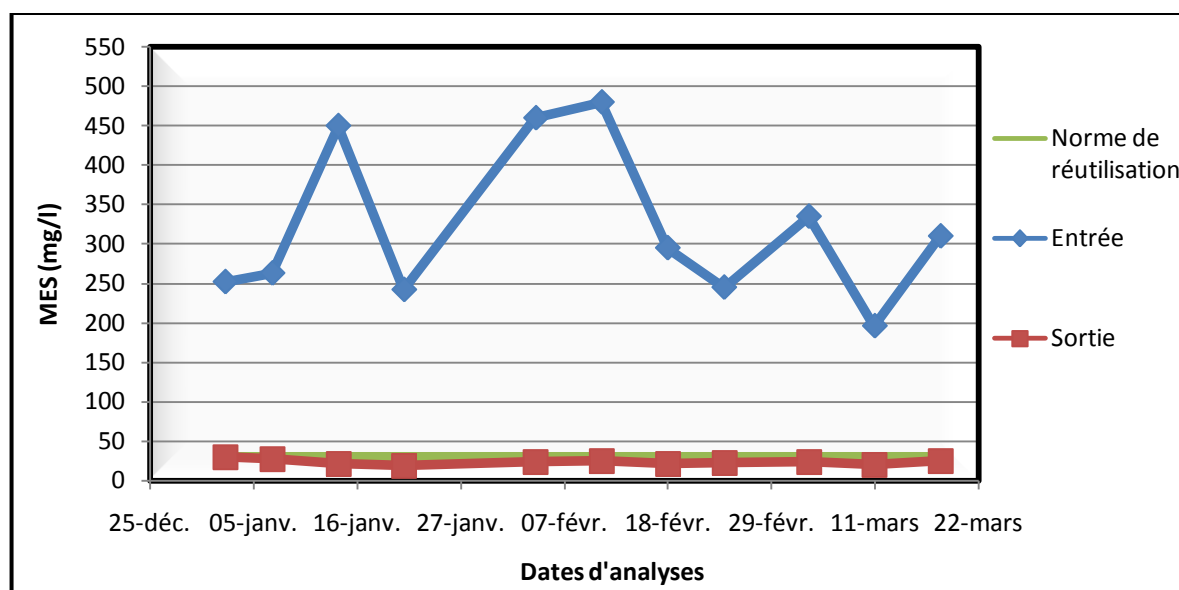


Figure VI.1: Variation journalière de la concentration des matières en suspension (MES) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du janvier, février et Mars 2020)

En examinant les résultats enregistrés au cours de notre période, on remarque que les valeurs des MES à l'entrée de la STEP varient de 196 mg/l à 480 mg/l avec une moyenne de 321 mg/l. Cette instabilité des valeurs est due à la variation de la qualité de l'eau brute à l'entrée de la station. Durant les périodes 18-22 janvier et 11-18 mars on a observé une diminution des MES, cela peut être expliqué par les précipitations tombées dans les mêmes périodes dans la ville d'Ain temouchent (Voir Annexe III précipitations tombées dans la ville Aïn temouchent, 'météoblu'). Du fait que le réseau d'assainissement est unitaire, les eaux usées domestiques sont mélangées avec les eaux pluviales qui finissent par les diluer en diminuant ainsi leur charge en pollution. En ce qui concerne les eaux épurées à la sortie, les résultats varient entre 19 mg/l et 30 mg/l avec une moyenne de 24 mg/l, résultats qui sont largement inférieurs à la norme Algérienne de réutilisation 30 mg/l. Ceci est dû à la bonne décantation des matières en suspension au niveau du clarificateur.

VI.2.2. La demande chimique en oxygène (DBO₅)

La figure VI.2 montre la variation de la concentration de la DBO₅ dans l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

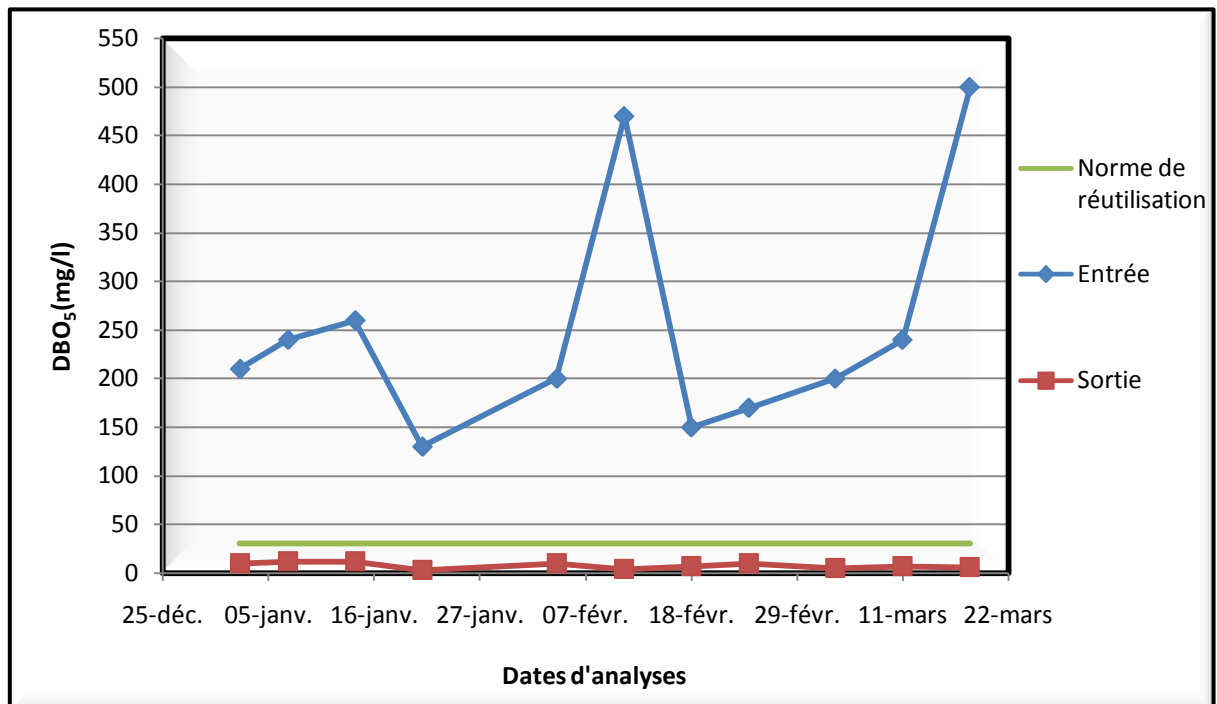


Figure VI.2: Variation journalière de la concentration de la DBO₅ à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du janvier, février et Mars 2020)

D'après les résultats, on remarque que les valeurs de la DBO₅ à l'entrée de la STEP varient entre 130 mg/l et 500 mg/l avec une moyenne de 252 mg/l. Il est constaté une

diminution de la DBO_5 dans la période 18-22 janvier jusqu'à la valeur minimale 130 mg/l, cela revient à la précipitation tombée dans cette période (38 mm) (voir Annexe III précipitations tombées dans la ville Ain Temouchent 'source : météo bleu'). Du fait que le réseau d'assainissement est unitaire, les eaux pluviales sont mélangées avec les eaux usées domestiques et finissent par les diluées en diminuant ainsi leur charge organique en DBO_5 .

Les concentrations de la DBO_5 à la sortie de la STEP varient de 3 mg/l à 12 mg/l avec une moyenne de 8 mg/l. elles sont pratiquement constantes et au dessous de la norme de réutilisation des effluents liquides (30 mg/l). On constate que le maximum de la pollution organique biodégradable est éliminé par la biomasse, cela signifie qu'il y'a un bon fonctionnement au niveau des réacteurs biologiques.

VI.2.3. La demande chimique en oxygène (DCO)

La figure VI.3 présente la variation de la concentration de la DCO dans l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

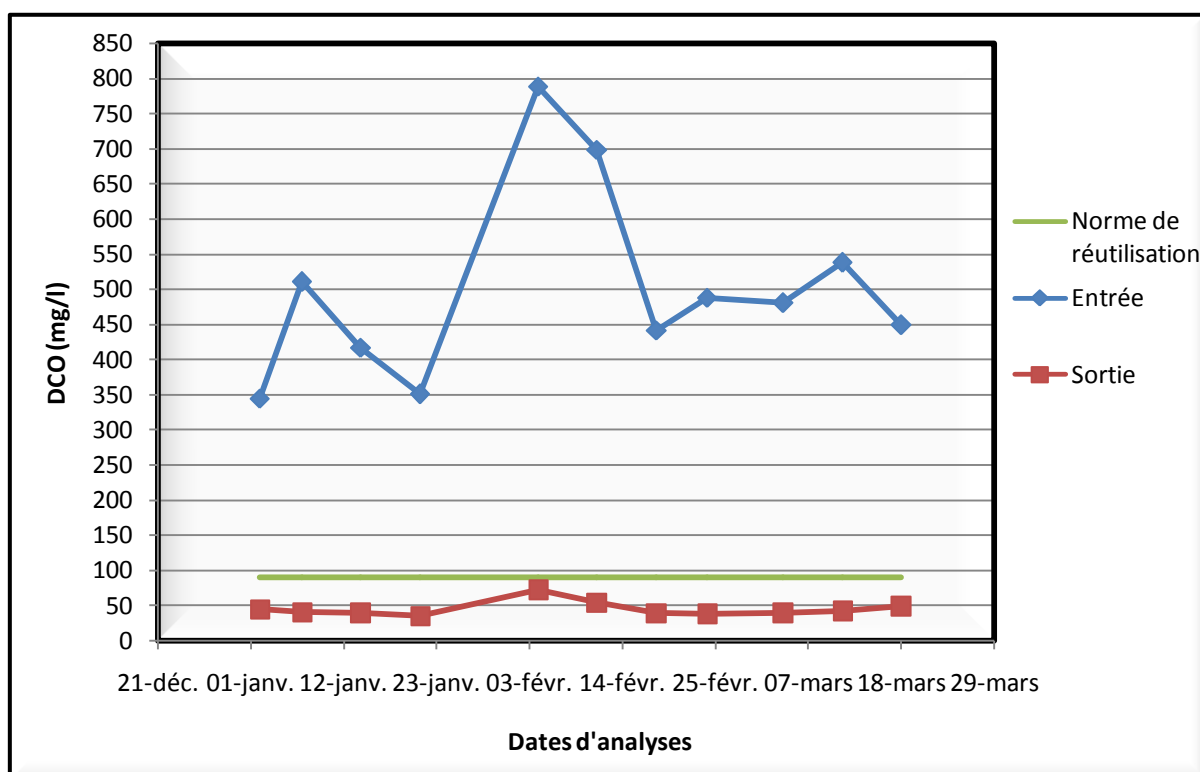


Figure VI.3: Variation journalière de la concentration de la DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du janvier, février et Mars 2020)

Les résultats obtenus montrent qu'à l'entrée de la STEP, les valeurs de la DCO varient entre 345 mg/l à 789 mg/l avec des valeurs au dessous de la moyenne (soit 501 mg/l) enregistrées après des jours de pluie (21 janvier et 18 mars). En revanche, à la sortie de la

STEP, les valeurs de la DCO sont variable de 36 à 72 mg/l et restent au dessous de la norme de réutilisation (90 mg/l).

VI.2.4. l'azote ammoniacal (NH_4^+)

La figure VI.4 donne la variation de la concentration de l'azote ammoniacal (NH_4^+) à l'entrée et à la sortie de la STEP.

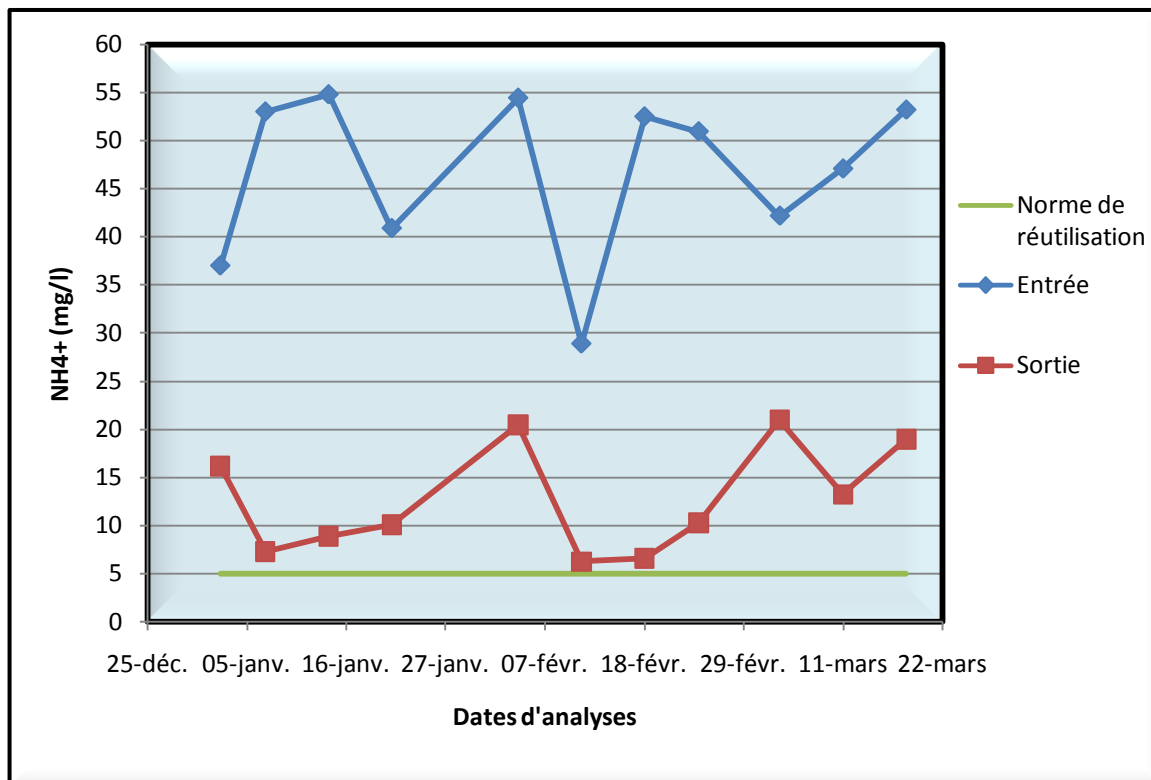


Figure VI.4: Variation journalière de la concentration de l'azote ammoniacal (NH_4^+) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du janvier, février et Mars 2020)

Selon les résultats indiqués sur la figure VI.4, on observe que la concentration de l'azote ammoniacal (NH_4^+) à l'entrée de la STEP est instable et varie entre 29 mg/l et 55 mg/l avec une moyenne de 47 mg/l. cela peut être expliqué probablement par les rejets industriels branchés avec le réseau d'assainissement relié à la station. A la sortie de la station, on enregistre des valeurs entre 6,32 et 20,50 dépassant la norme de la réutilisation (5 mg/l). Cette élévation des teneurs en azote ammoniacal (NH_4^+) dans l'eau épurée est due au dépassement des capacités épuratoires de la station qui est destinée au début pour recevoir que les eaux usées domestiques.

VI.2.5. l'azote total (NT)

La figure ci dessous (figure VI.5), présente la variation de la concentration de l'azote total (NT) dans l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

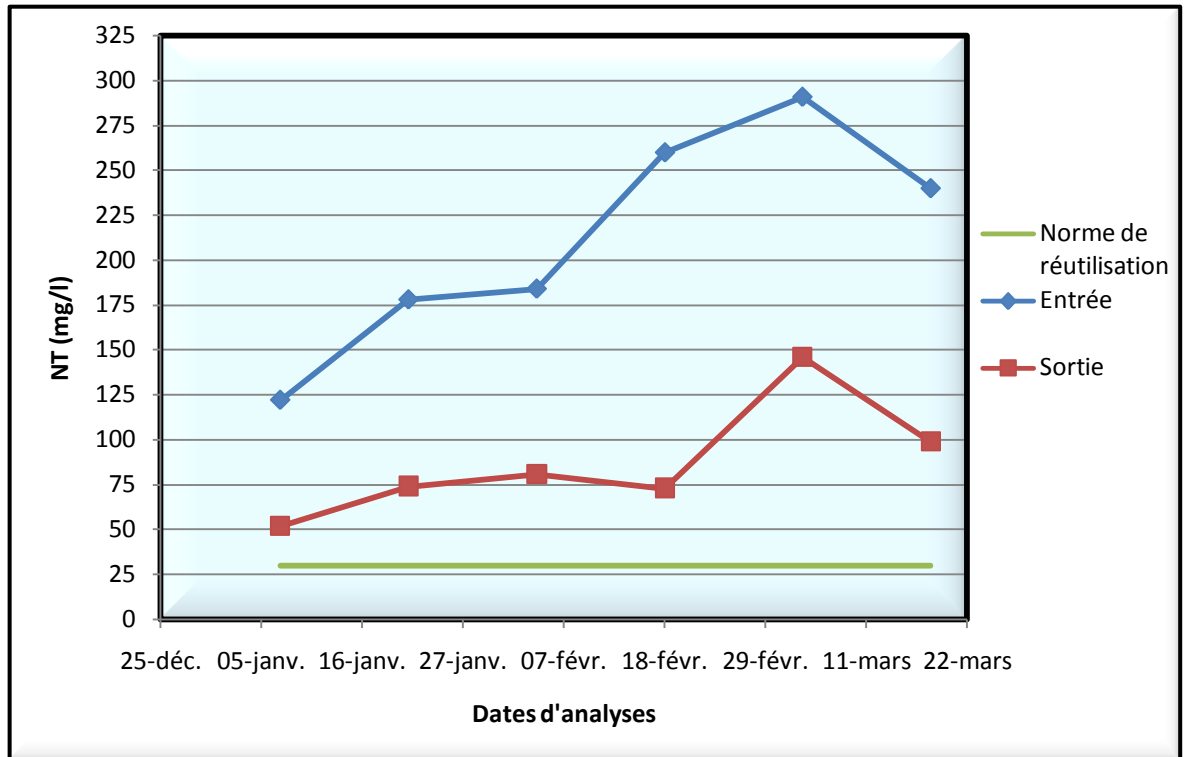


Figure VI.5: Variation journalière de la concentration de l'azote total (NT) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du janvier, février et Mars 2020)

Les résultats obtenus montrent qu'il y'a une augmentation de 122 mg/l jusqu'à 291 mg/l de la concentration d'azote total (NT) à l'entrée de la station dans la période [7 janvier au 4 Mars 2020] cette augmentation est du peut être aux rejets industriel. Après passage à la chaîne d'épuration, les concentrations de l'azote total NT diminuent mais elles restent toujours très supérieures à la norme de réutilisation (30mg/l). A partir de ces résultats obtenus, il est clair qu'il n'y a pas un traitement fiable de l'azote total (NT) au niveau de la STEP.

VI.2.6 Nitrates (NO_3^-)

La figure VI.6 montre la variation de la concentration en nitrates dans l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

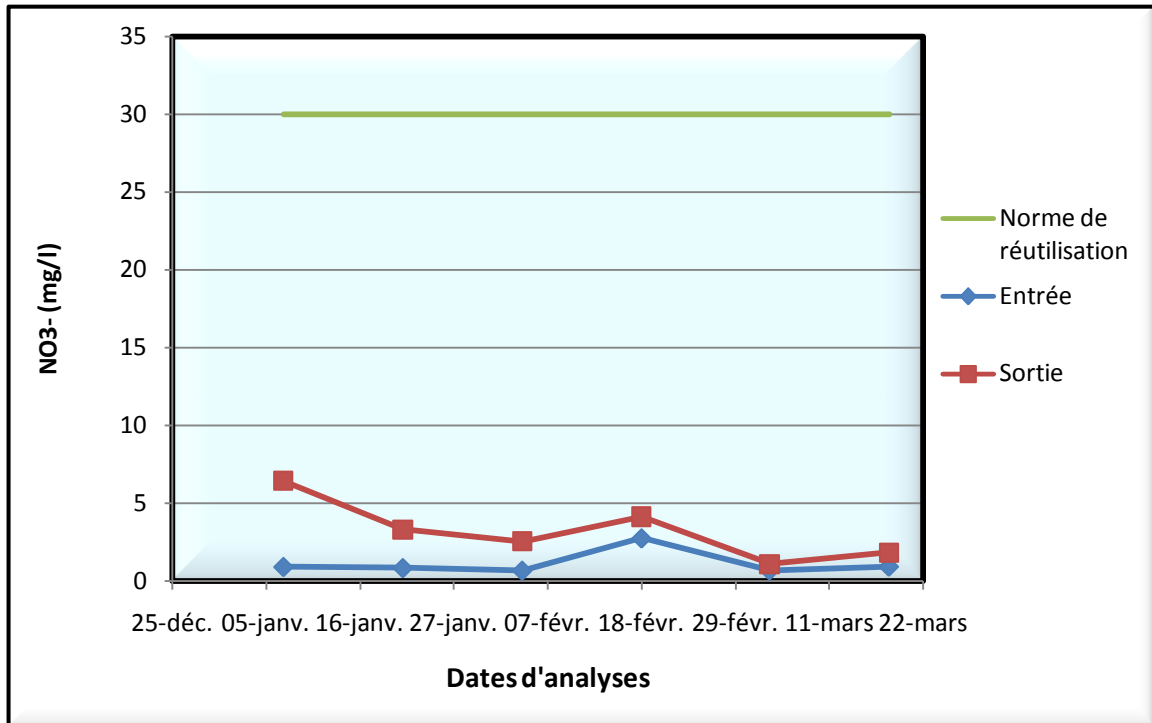


Figure VI.6: Variation journalière de la concentration en nitrates (NO_3^-) dans l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du janvier, février et Mars 2020)

Selon les résultats indiqués sur la figure VI.6, on remarque que les valeurs des nitrates NO_3^- à l'entrée de la STEP varie dans un intervalle qui va d'un minimum de 0,674 mg/l à un maximum de 2,76 mg/l pour les eaux brutes (soit une moyenne de 1,136 mg/l). Pour les eaux épurées, les valeurs sont comprises entre 0,044 mg/l et 3,4 mg/l. Ces valeurs sont au dessus de la concentration en nitrates à l'entrée de la STEP et cela implique qu'il y'a une mauvaise dénitrification dans le bassin biologique. Néanmoins les résultats sont largement inférieurs à la norme de réutilisation (30mg/l).

VI.2.7 Nitrites (NO_2^-)

Les résultats des concentrations en nitrites (NO_2^-) dans l'eau usée à l'entrée et à la sortie de la STEP sont indiqués sur la figure V.7.

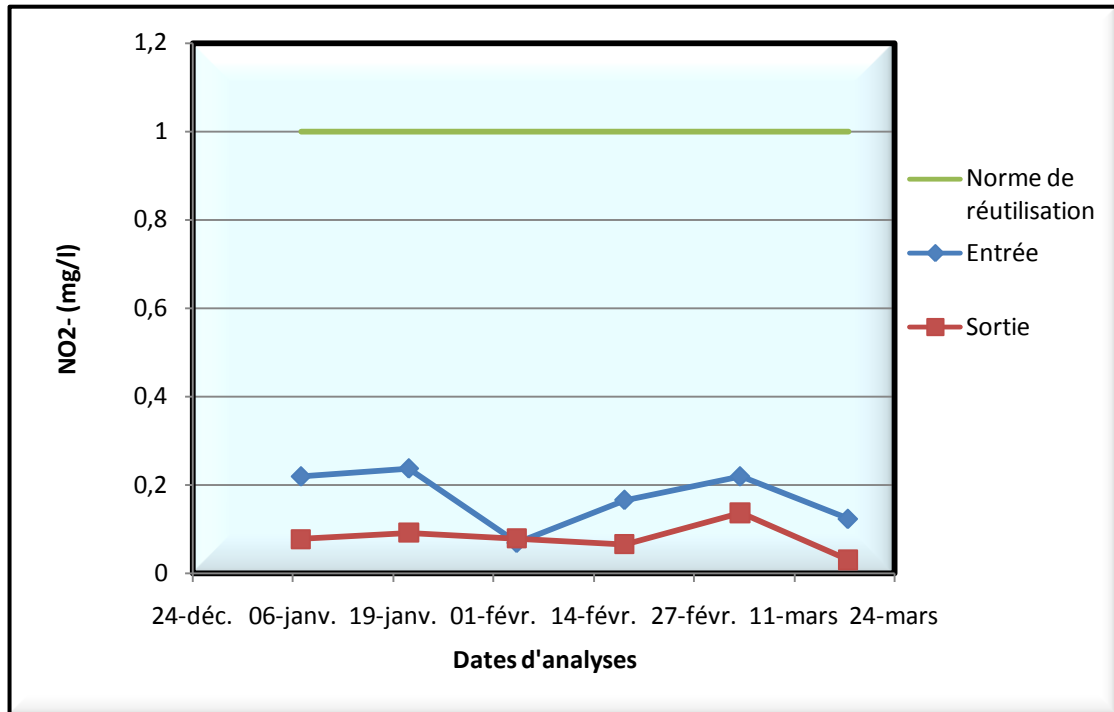


Figure VI.7: Variation journalière de la concentration en nitrites NO_2^- dans l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du janvier, février et Mars 2020)

D'après les résultats obtenus (figure VI.7), on remarque que la teneur en nitrite des eaux usées brute est variable de 0,070 à 0,238 mg/l. Pour les eaux traitées à la sortie de la STEP, on constate qu'elle oscille entre 0,030 mg/l et 0,137 mg/l et demeure inférieure à la norme algérienne (< 1 mg/l).

VI.2.8. Phosphore total (PT)

La figure VI.8 ci dessous, donne la variation de la concentration du phosphore total (PT) dans l'eau à l'entrée (eau brute) et à la sortie de la STEP (eau épurée).

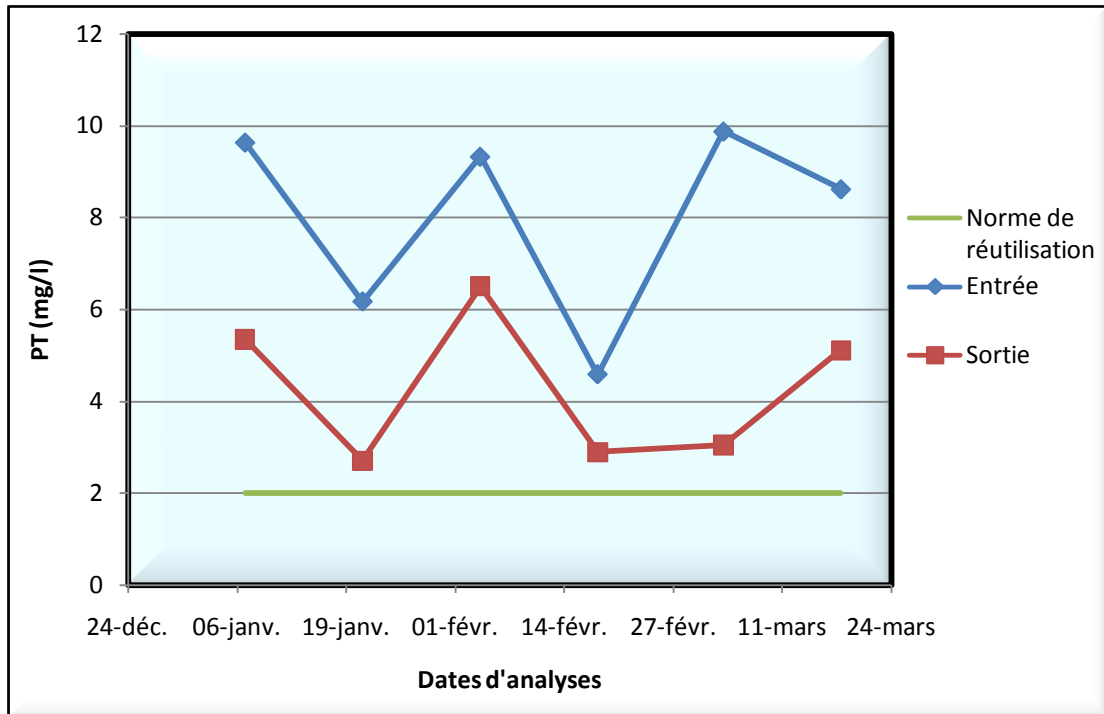


Figure VI.8: Variation journalière de la concentration du phosphore total (PT) à l'entrée (eau brute) et à la sortie (eau épurée) de la STEP (période du janvier, février et Mars 2020)

L'examen de la figure IV.8 montre que la concentration du phosphore total dans l'eau brute (entrée STEP) varie de 4,58 jusqu'à 9,88 (soit une moyenne de 8 mg/l). Les eaux usées à l'entrée de la station sont riches en phosphore total (PT). Concernant les eaux à la sortie de la STEP, les concentrations oscillent entre 2.71 mg/l et 6.50 mg/l avec une moyenne de 4 mg/l. Ces valeurs sont largement supérieures aux normes aux normes de la réutilisation des eaux usées épurées en irrigation (2 mg/l). On constate un léger abattement du phosphore sous l'action de la déphosphoration biologique actionnée par les bactéries.

VI.2.9 pH

La figure VI.9 représente la variation du pH de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

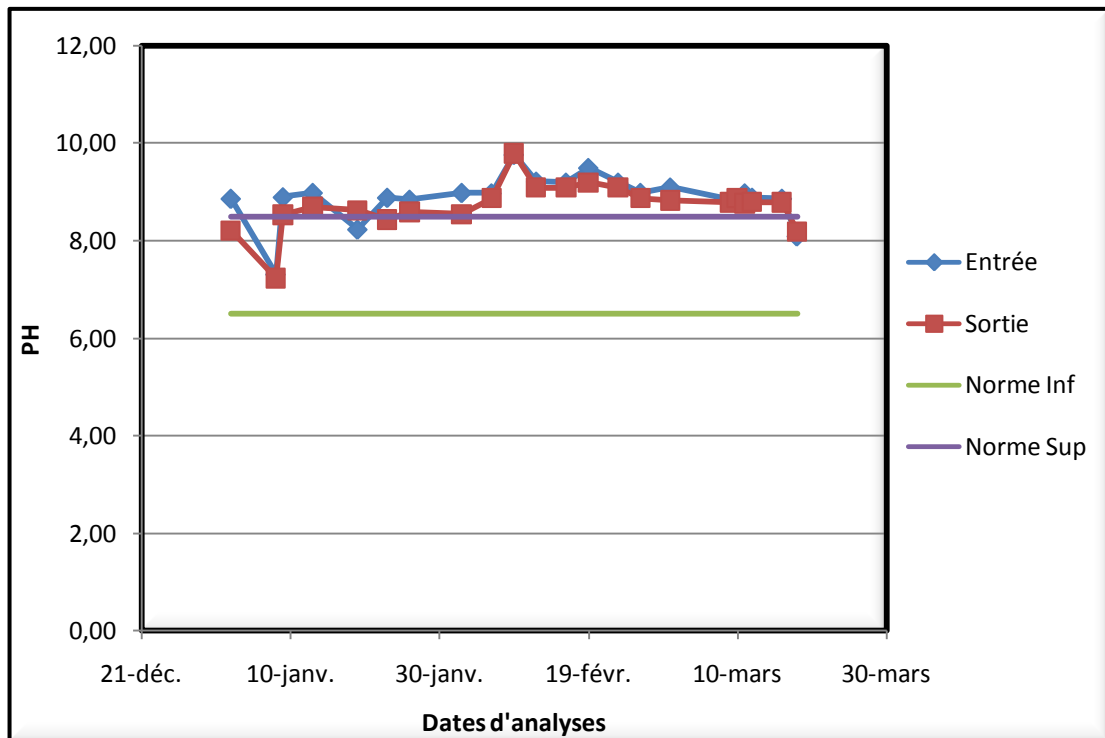


Figure VI.9: Variation journalière du pH à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du janvier, février et Mars 2020)

Selon la figure VI.9, on observe que les valeurs du pH des eaux brutes sont légèrement alcalines et varient de 8,20 à 9,80, et celles des eaux épurées de 8,10 à 9,99, et restent en majorité au-dessus de la norme de rejet et celle de la réutilisation $6,5 \leq \text{pH} \leq 8,5$ mg/l. Cette élévation du pH de l'eau par rapport à la neutralité peut être à l'origine des rejets industriels qui ont acheminés, avec les eaux domestiques à la station, et finissent par conséquent à augmenter le pH.

VI.2.10 Température

La figure VI.10 montre la variation de la température de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

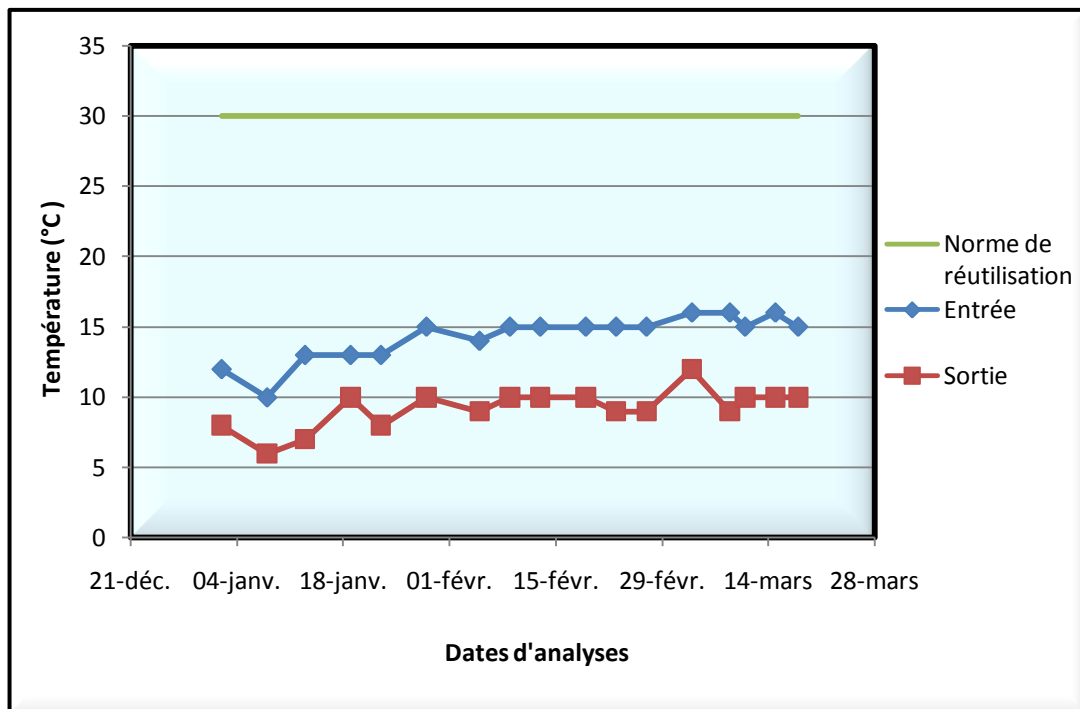


Figure VI.10: Variation journalière de la température à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du janvier, février et Mars 2020)

D'après la figure VI.10, on voit que les valeurs de la température à l'entrée de la STEP oscillent entre 10 °C et 16 °C (soit une moyenne de 14°C). A la sortie de la station ces valeurs varient entre 6°C et 12°C. Cette diminution est due conditions climatiques qui règnent sur le site. Au niveau de la STEP, l'eau change de température initiale et prend celle ambiante. Les valeurs de la température des eaux épurées (sortie STEP) et inférieures à 30°C.

VI.2.11 La turbidité

Les résultats de la turbidité à l'entrée et à la sortie de la STEP sont indiqués sur la figure VI.11.

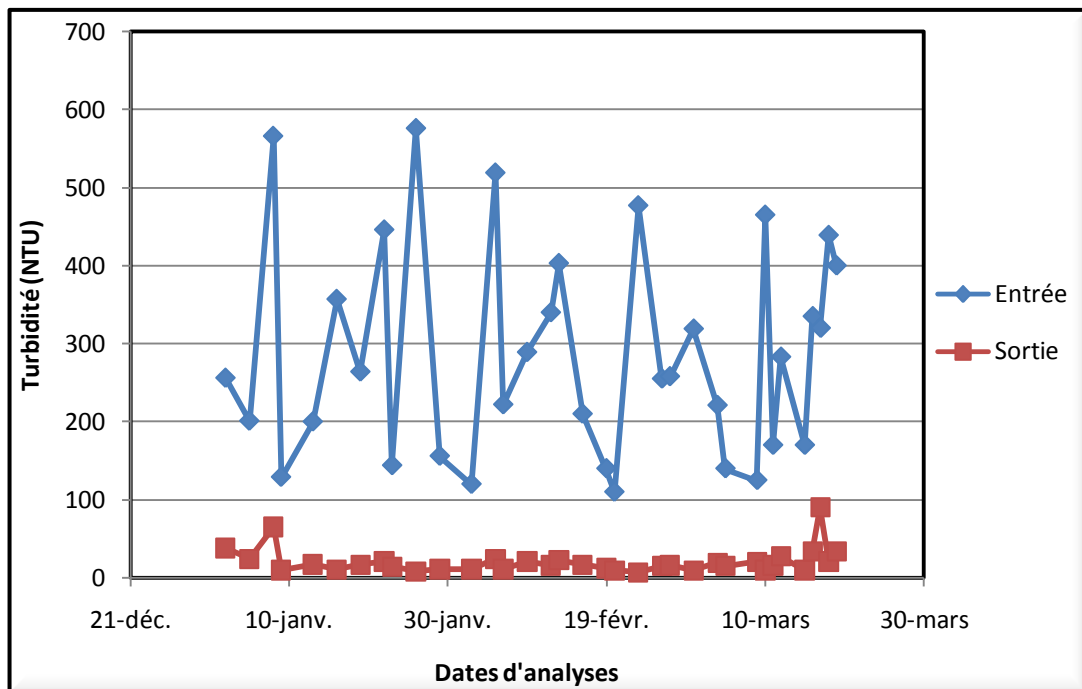


Figure VI.11: Variation journalière de la turbidité en unité NTU à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du janvier, février et Mars 2020)

Selon les résultats indiqués sur la figure VI.11, on observe que les valeurs de la turbidité à l'entrée de la STEP varient de 125 NTU à 566 NTU pour les eaux brutes. Des valeurs minimales ont été enregistrées pendant les jours pluvieux (144 NTU, 140 NTU et 170 NTU enregistrés le 23 janvier, 19 février et 15 Mars respectivement). Pour les eaux épurées, les valeurs sont comprises entre 7 NTU et 65 NTU (soit une moyenne de 21 NTU). Une grande diminution de la turbidité a été constatée et cela revient à la bonne décantation des particules et des boues au niveau du clarificateur.

VI.2.12 Oxygène dissous

La figure VI.12 suivante représente la variation de l'oxygène dissous de l'eau brute (entrée STEP) et l'eau épurée (sortie STEP).

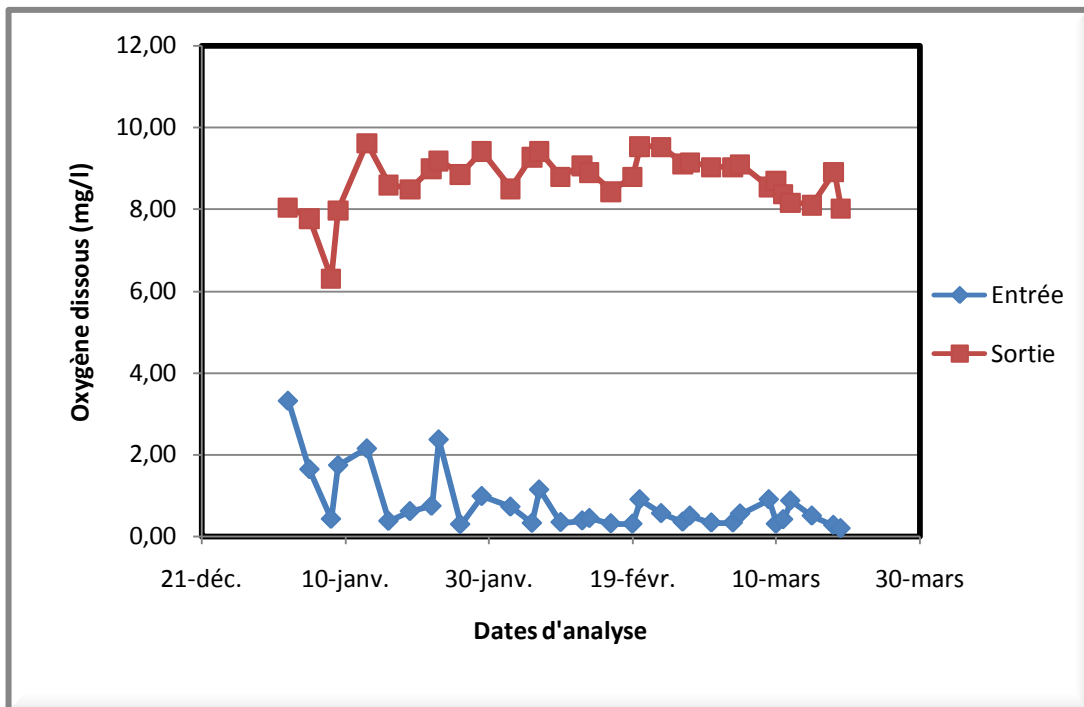


Figure VI.12: Variation journalière de l'oxygène dissous à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du janvier, février et Mars 2020)

Les valeurs de l'oxygène dissous dans les eaux brutes varient entre 0,27 et 3,32 mg/l (moyenne de 0,87 mg/l). Pour les eaux traitées, les teneurs en oxygène dissous varient de 6 à 9,61 mg/l avec une valeur moyenne de 8,73 mg/l. Une augmentation des valeurs des concentrations en oxygène des eaux traitées par rapport aux eaux brutes est constatée. Cette augmentation est due à l'aération artificielle des eaux brutes dans le bassin biologique.

VI.3 Conclusion

Les résultats obtenus montrent que la majorité des paramètres de pollution discutés sont conformes aux normes Algérienne de réutilisation et celle de rejet. Cependant, quelques paramètres nécessitent des corrections et des extensions au niveau de la station pour une meilleure épuration.

Conclusion générale

Conclusion générale

Les dernières années ont été marquées en Algérie par un effort important et croissant consacré à la lutte contre la pollution, surtout dans le domaine de la protection et de la valorisation des ressources en eau. Cet effort s'est matérialisé par un large développement d'installation des stations d'épuration des eaux usées et par un suivi plus efficace de leurs performances.

Notre étude a été axée sur le suivi, sur une période de trois mois : janvier, février et mars de l'année 2020, de l'élimination de certains paramètres de pollution de l'eau en l'occurrence: les matières en suspension (MES), la demande biologique en oxygène (DBO₅), la demande chimique en oxygène (DCO), l'azote total (NT), l'azote ammoniacal (NH₄⁺), les nitrates (NO₃⁻), les nitrites (NO₂⁻), le phosphore total (PT), le pH, la température, la turbidité et de l'oxygène dissous (OD), afin d'évaluer les performances de fonctionnement de la nouvelle station d'épuration d'Ain Témouchent.

Il a été constaté que l'abattement de la DBO₅, DCO, et des MES était très satisfaisant avec des rendements de 96 %, 91 % et 92 % respectivement. Concernant les paramètres azotés en l'occurrence : les nitrates (NO₃⁻) et les nitrites (NO₂⁻) enregistrées à la sortie de la STEP ont une moyenne respectivement de 0.39 mg/l, et 0.08 mg/l et sont tous conformes aux normes de rejets et aux normes de la réutilisation.

Pour les paramètres physico-chimiques : pH, température, sont conformes aux normes de rejets et réutilisation avec des valeurs moyennes enregistrées en rejet de : 8.5 et 9°C. La turbidité a été diminuée à la sortie de la STEP avec un rendement de 92,07 %. Pour l'oxygène dissous on a observé une augmentation de la concentration (soit une moyenne de 8.73 mg/l).

Par contre les résultats trouvés pour l'azote ammoniacal (NH₄⁺), l'azote total (NT) et le phosphore total (PT), sont au dessus de la norme Algérienne de la réutilisation des eaux épurées en irrigation et au dessus également à celle de rejet des effluents liquides dans l'environnement à cause probablement d'un manque d'efficacité dans les traitements complémentaires.

Selon les résultats des analyses obtenus, on remarque que les paramètres mesurées sur l'eau usée épurée présentent en grande partie des valeurs au dessous des normes fixées pour la réutilisation de l'eau en irrigation.

Ces résultats sont encourageants, néanmoins comme perspectives, on recommande de travailler avec une longue série de données de mesure pour avoir s'il ya une faisabilité de la réutilisation de ces eaux usées épurées en irrigation ainsi que l'impact de ces eaux sur la qualité sanitaire du produit végétal à consommer et la texture du sol.

Références bibliographiques

- [1] **Organisation des Nations Unies pour l'éducation, 2017** : « Les eaux usées une ressource inexploitée, Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2017.
- [2] **Bensabri Sarra, 2017** : « Etude expérimentale sur la station d'épuration des eaux usées de Ain Tolba – wilaya de Ain Temouchent », mémoire de master, Université de Tlemcen, Département d'hydraulique.
- [3] **Benoit J, 2011** : « Valorisation des eaux usées épurées pour l'irrigation », Synthèse technique de l'office international de l'eau l'OIEau, p12 p13
- [4] **Faby J.A et Brissaud F, (1997)** : « L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation », Office International de l'Eau, Livre p 9, 10.
- [5] **Boutin C, Héduit A et Helmer J.M, 2008** : « Technologies d'épuration en vue d'une réutilisation des eaux usées traitées (REUT) », Rapport final, Convention de partenariat ONEMA-Cemagref, p16, 18
- [6] **l'ORS Ile-de-France, 2004** : « Réutilisation des eaux usées épurées: risques sanitaires et faisabilité », étude réaliser, p19 20
- [7] **Bouhoum K, Amahmid O, Habbari Kh et Schwartzbrod J, 1997** : « Devenir des œufs d'helminthes et des kystes de protozoaires dans un canal a ciel ouvert alimenté par les eaux usées de Marrakech », Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science, 10 (2), p 221.
- [8] **LMAGHARI MOUBARRAD, 2005** : « caractérisation parasitologique des eaux usées d'el Jadida, leur impact sur le littoral et sur la population infantile la zone de rejet », Article.
- [9] **Eme C et Boutin C, 2015**: « Composition des eaux usées domestiques par source d'émission à l'échelle de l'habitation », Rapport final, p 48,49
- [10] **Martin G, 1979** : « Le problème de l'azote dans les eaux », Ed technique et documentation, Paris, Thèse p 279.
- [11] **Chellé F, Dellale M, Dewachter M, Mapakou F et Vermeij L, 2005** : « L'épuration des eaux : pourquoi et comment épurer », Office international de l'eau, Livre p15.

[12] **Dengou L, 2018** : « Etude d'épuration des eaux usées par l'infiltration -percolation sur le sable des dunes dans la région d'Oued Souf (SE Algérien) », Mémoire de master Université Echahid Hamma Lakhdar - el Oued, Département d'hydraulique et Génie Civil .

[13] **Site web** : <https://q-eau-mali.net/a-propos-de/liste-des-parametres/>

Consulté :19/02/2020,14 :58.

[14] **Journal officiel de la république Algérienne N 46 juillet 1993.**

[15] **Kesbi Rafika, 2016** : « Etude des performances épuratoires d'une STEP de l'ouest Algérien Cas de la nouvelle STEP d'Ain Témouchent», mémoire de master, Université de Tlemcen, Département d'hydraulique.

[16] **Site web** : <https://estruagua.com/fr/produits/grille-manuelle-handrake/>

Consulté le:27/05/2010, 15 :25

[17] **Draa el guendoul Nawel et Lounis nadjima, 2017** : « Etude d'amélioration des performances de la station d'épuration de Zemmouri», Mémoire de Master en en Génie des procédés Option : Procédés organiques et macromoléculaires, Université UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA - BOUMERDES, Faculté de des sciences de l'ingénieur Département de Génie des procédées.

[18] **Dr.Bessedik Madani,2015** : « cours traitement et épuration de l'eau », 3ème années licence, Département d'hydraulique Université Abu Bekr Belkaid.

[19] **Mr Bechlaghem Aissa, 2013** : « Etude de la faisabilité de réutilisation des eaux usées issus de la STEP de Chlef à des fin agricoles », mémoire de master, Université de Tlemcen, Département d'hydraulique.

[20] **Site web**: <http://hmf.enseeiht.fr/travaux/bei/beiere/book/export/html/1094>

Consulté le : 1/6/2020 à 18.12

[21] **Site web**: http://hmf.enseeiht.fr/travaux/CD0506/bei/bei_ere/5/html/b2/proj/proc_bio.htm

Consulté le : 1/6/2020 à 18.50

[22] **Rekrak, Anwar Zakarya, 2013** : « station d'épuration, eaux usées, Chlef, boues activées, performances », mémoire de master, Université de Tlemcen, Département d'hydraulique.

[23] **Site web:** <https://sites.google.com/site/tpesurlaphytoremediationgroupe/la-depollution-desnitrates?tmpl=%2Fsystem%2Fapp%2Ftemplates%2Fprint%2F&showPrintDalog=1>

Consulté le : 1/6/2020 à 18.55

[24] **Site web:** <https://www.isma.fr/produits/lagunage-aere/>

Consulté le : 1/6/2020 à 18.55

[25] **ATTAB S, 2011 :** « Amélioration de la qualité microbiologique des eaux épurées par boues activées de la station d'épuration Haoud Berkaoui par l'utilisation d'un filtre à sable local », mémoire de magister, Université kasdi Merbah-Ouargla, Département des sciences de la nature et de la vie.

[26] **Body, 2007 :** « 4.Les bassins d'infiltration percolation éléments de diagnostic », Le conseil générale de la Loire, MAGE 42, Mission départementale d'Assistance à la gestion de l'eau.

[27] **SAID ET-TALEB, 2015:** « Suivi et étude du phénomène de colmatage dans le procédé d'infiltration-percolation et adsorption d'un colorant synthétique sur différents types de sables », Mémoire de Doctorat national, Spécialité : Chimie physique Minérale, université de IBN ZOHR centre des études doctorales, Faculté des sciences.

[28] **Bois J et Groupe de travail EPNAC, 2012 :** « État des lieux des systèmes de traitement des eaux usées de type cultures fixées sur supports fins en assainissement collectif : filtres enterrés (sable ou zéolite) et bassins d'infiltration-percolation », Expériences de leur réhabilitation, rapport final, Atelier thématique du Groupe de travail EPNAC, (Evaluation des Procédés d'Assainissement des petites et moyennes Collectivités), Mars 2012 Partenariat 2011, Domaine : Ecotechnologie et pollutions Action 25 – Volet 3.

[29] **Kassouk Z, Mars 2002 :** « Bilan en France des opérations d'infiltration-percolation des eaux usées traitées » synthèse technique office international de l'eau service national d'information et de documentation sur l'eau (snide).

[30] **Drechsel P et Scott C et Raschid-Sally L et Redwood M et Bahri A , 2001 :** « L'irrigation avec des eaux usées et la santé : Evaluer et atténuer les risques dans les pays à faible revenu », centre de recherches pour le développement international, (préface).

[31] **Hugo, V. (1862)** : «La Terre appauvrie par la mer», dans Les Misérables, partie 5, livre 2, chapitre 1.

[32] **Lazarova V Et Brissaud F, 2007** : Intérêt, bénéfices et contraintes de la réutilisation des eaux usées en France, L'eau, l'industrie, les nuisances N° 299, pages 43, 44

[33] **Jiménez, Asano, Keraita et coll , 2008** : « L'irrigation avec des eaux usées et la santé », livre.

[34] **OMS, 2006**: « Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater », Volume 2: Waste- water Use in Agriculture, Genève, Organisation mondiale de la santé.

[35] **Organisation des Nations Unies, 2003** : « Rapport mondial sur la mise en valeur de l'eau dans le monde: L'eau pour les hommes, l'eau pour la vie, Paris, New York et Oxford, UNESCO et Berghahn Books ».

[36] **Lazarova V et al, mai 1998** : « La réutilisation des eaux usées : un enjeu de l'an 2000 » ; « L'eau, l'industrie, les nuisances », (CIRSEE - Lyonnaise des Eaux) n°212, Livre pp.39-46.

[37] **Renaud P et al, sept 1997**: « Wastewater reuse » ; « International Report - 21st World Congress », Rapport Madrid , Espagne.

[38] **Miller K, nov 1990**: « US Water Reuse : current status and future trends », Wat. Env. Technology, Document 18501.

[39] **ECOSSE D 2001** : « Techniques alternatives en vue de subvenir à la pénurie d'eau dans le monde » ; Mémoire. D.E.S.S. « Qualité et Gestion de l'Eau », Fac. Sciences, Amiens.

[40] **Nebil Blaid ,2010** : « Evaluation des impacts de l'irrigation par les eaux usées traitées sur les plantes et les sols du périmètre irrigué d'El Hajeb-Sfax : salinisation, accumulation et phytoabsorption des éléments métalliques », Thèse de doctorat en Sciences pour l'environnement. Eau Sol Environnement Chimie et Microbiologie de l'Eau.

[41] **Site web**: <https://www.suezwaterhandbook.fr/>

Consulté le 06/03/2020, 12 :15.

[42] **Bouhanna Amal, Daddi Bouhoun Mustapha Et Saker Mohamed Lakhdar, Décembre 2015** : « situation de la réutilisation des eaux épurée en agriculture saharienne »,

Université de Ouargla, Laboratoire de protection des écosystèmes en zones arides et semi arides, Article universitaire.

[43] **Hannachi A, Gharzouli R, Djellouli Tabet Y, Septembre 2014** : « Gestion Et Valorisation Des Eaux Usees En Algerie », Livre p. 51-62

[44] **FAO, 2003** : « L'irrigation Avec Des Eaux Usees Traitees », Manuel D'utilisation, P3.

[45] **Tebessi Alima, Bahloul Meriem, juin 2014** : « caractérisation des eaux usées épurés de la vile de Guelma et leur aptitude à l'irrigation », Université 8 mai 1945 Guelma faculté des sciences de la nature et de la vie et sciences de la terre et de l'univers, département de biologie.

[46] **Bouakkaz Abdellatif, 2013** : « Contribution de la filtration sur sable dans l'amélioration de la qualité des eaux issues des stations d'épuration à boues activées: Application sur les eaux épurées de la STEP d'Ain El Houtz », mémoire de master, Université de tlemcen, Département d'Hydraulique.

[47] **Mémoire de procédé, 2013** : « construction de la station d'épuration de la ville de Ain Témouchent », descriptif de la station recommandations pour un meilleur fonctionnement de la STEP.

[48] **Achak M, Ouazzani N et Mandi L, 2009** : « Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science, vol. 22, N° 3, 2009 », p. 421-433.

[49] **Mater J, 2014** : « Environ. Sci. 5 (S2) (2014). ISSN :2385-2390.CODEN: JMESCN », Article p. 2028-2508.

[50] **Mater J, 2016** : « Environ.Sci.7 (1) (2016). Issn : 2028-2508 Coden:Jmescn », Article p.59,66.

[51] **Forquet N, Dubois V et Bertrand C, Décembre 2015** : « Caractérisation hydrodynamique des sables à utiliser en filtre à sable », rapport final

[52] **Rahaingomanana N, Octobre 1993** : « Etude d'un système d'infiltration-percolation pour la réutilisation agricole des eaux usées », rapport de stage de fin de Maîtrise de Sciences et Techniques Génie Sanitaire et Environnement Université de Paris XII - Val de Marne.

[53] **Achak M, Ouazzani N et Mandi L., 2011** : « Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science, vol. 24, n° 1, 2011, » ,p. 35-51.

[54] **Kone M, Bonou L, Koulidiati J, Joly P Sodre S et Bouvet Y, (2012)**: « Traitement d'eaux usées urbaines par infiltration-percolation sur sable et sur substrat de coco après un bassin anaérobie de lagune sous climat tropical », revue des sciences de l'eau /Journal of Water Science, 25 (2), p.139–151.

[55] **Bassi C, 2002** : « Eléments d'évaluation du risque sanitaire lié à l'infiltration des eaux usées dans les nappes », Mémoire de l'ingénieur du génie sanitaire l'école Nationale de la Santé Publique Lieu ENSP, Département Egeries.

[56] **Boutin C, 2008** : « Les cultures fixées sur support fin adaptées aux petites collectivités », Cemagref Lyon, IFORE, Février 2008.

[57] **Liénard A, Guellaf et H Boutin C** : « choix de sable pour les lits d'infiltration percolation », ingénieries p 59à66 N spécial Assainissement - Traitement des eaux.

[58] **Djeddi H, 2007** : « Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines », Mémoire de Magistère en Ecologie et Environnement, Université Mentouri Constantine, Département des Sciences de la Nature et de la Vie.

[59] **Bourserie S et Son groupe, 2000** : « Epuration des eaux usées domestiques par filtration sur sable », prescriptions et recommandations pour la conception et la réalisation, Recherche.

[60] **Site web** : <https://www.1h2o3.com/apprendre/parametres-des-eaux-usees/normes-de-rejet-des-effluents/>

Consulté le : 21 02 2020, 19:38

[61] **Burgeap, 1992** : « Influence de la granulométrie du matériau filtrant en épuration par infiltration-percolation / document réalisé sous la direction des agences de l'eau et du ministère de l'environnement, 1992 »

[62] **Catherine Boutin, Philippe Duchène Et Alain Liénard, 1997**: « Filières d'épuration adaptées aux petites collectivités/ FNDAE n°22, Document technique, 1997 »

- [63] **Office national de l'eau, 2007-2008:** « Bilan de fonctionnement des procédés de traitement des eaux usées pour les stations d'épuration de petite capacité du bassin Loire-Bretagne/ rapport final et Etudes de cas, 2007-2008 »
- [64] **Ir. R. Grela (FUSAG), Prof. D. Xanthoulis (FUSAG), Prof. J.M. Marcoen (FUSAG), Ir. M. Lemineur (INASEP) et Ir. M. Wauthélet (Epuvaleur), 2004:** « L'infiltration des eaux usées épurées », Guide pratique.
- [65] **Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture Bureau Régional pour le Proche-orient et Bureau sous-régional pour l'Afrique du Nord, 2003:** « l'irrigation avec des eaux usées traitées » manuel d'utilisation.
- [66] **Mr Hamza Cherif Mohammed Soufyane Mr Ramdani Choukri 2016 :** « Efficacité du traitement de l'azote dans les stations d'épuration à boues activées: cas de la STEP de Ain El Houtz », Mémoire de Master en Hydraulique Option : Eau, Sol et Aménagement, Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen, Faculté de Technologie département d'Hydraulique.
- [67] **Gérald Lacombe (Chargé de Projet Etiage Guyane) Stéphanie REY, 2012:** « évaluation des dispositifs d'assainissement non collectif des eaux usées en site isolés, touristiques et Peri-Urbains/ Poursuivre le développement de l'assainissement »
- [68] **KONE Diallo Martine, 2007 :** « Infiltration-Percolation sur sable et sur fibre de coco, filtres plantes et épuration d'eaux usées domestiques a dominance agroalimentaire sous climat tropical sec cas des eaux résiduaires urbaine de Ouagadougou, Burkina Faso », mémoire de doctorat en ingénierie de l'eau et environnement, université Ouagadougou.
- [69] **Conseil Générale de la Loire, 2007 :** «le bassin d'infiltration-percolation, Mission Départementale D'assistance à la gestion de l'eau », Octobre 2007, Tome 4.
- [70] **Conseil Générale de la Loire, 2007 :** «les lagunages suivis d'infiltration-percolation, Mission Départementale D'assistance à la gestion de l'eau », Octobre 2007, Tome 5.
- [71] **Body., 2007 :** « 4.Les bassins d'infiltration percolation éléments de diagnostic », Le conseil générale de la Loire, Mage 42, Mission départementale d'Assistance à la gestion de l'eau, octobre 2007.

[72] **Programme d'Action Européen pour l'Environnement 2001-2010** : « procédés extensifs d'épuration des eaux usées, adaptés aux petites et moyennes collectivités (500-5000 eq-hab.)», Office des publications officielles des Communautés européennes.

[73] **Pierre Corsin et Patricia Le Strat**, « Les effluents des stations d'épuration: comment les rendre aptes à une seconde vie», Réutilisation des eaux usées, article.

[74] **Draa el guendoul Nawel et Lounis nadjima,2017** : « Etude d'amélioration des performances de la station d'épuration de Zemmouri», Mémoire de Master en en Génie des procédés Option : Procédés organiques et macromoléculaires, Université m'hamed bougara - boumerdes, Faculté de des sciences de l'ingénieur Département de Génie des procédés.

[75] **Site web**: <https://www.actu-environnement.com/ae/dossiers/traitement-des-boues/traitement-boues-station-epuration.php4>

Consulté le 23/02/2020, 21 :26.

[76] **Benabdeli K, 2005** : « 50 connaissances pour préserver l'environnement », Organisation de recherche sur les Milieux et l'Environnement, livre p 51.

[77]**Site web**, <https://ona-dz.org/REUE.html>,

Consulté le 06/03/2020, 12 :34.

[78] **Direction des agences de l'eau et Ministère de l'Environnement, 1991** : « Epuration par bassin d'infiltration : Suivi des performances de la station de Fontette (AUBE) », Recherche .

[79] **Direction des agences de l'eau et Ministère de l'Environnement, 1991** : « Etudes préliminaires à l'implantation des dispositifs d'épuration par infiltration-percolation », Article.

[80] **Melle Bouchenak khelladi racha medjda, 2015** : Comparaison qualitative entre filtration sur sable et filtration sur charbon actif «application aux eaux usées épurées de la step de Ain el houtz», mémoire de master, Université de Tlemcen, Département d'hydraulique.

ANNEXES

ANNEXE I

Arrêté interministériel du 8 Safar 1433 correspondant au 2 janvier 2012 fixant les spécifications des eaux usées épurées utilisées à des fins d'irrigation

20 JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 41		25 Chaâbane 1433 15 juillet 2012	
2. PARAMETRES PHYSICO - CHIMIQUES			
PARAMETRES		UNITÉ	CONCENTRATION MAXIMALE ADMISSIBLE
Physiques	pH	—	$6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$
	MES	mg/l	30
	CE	ds/m	3
	Infiltration le SAR = o - 3 CE		0.2
	3 - 6		0.3
	6 - 12	ds/m	0.5
	12 - 20		1.3
	20 - 40		3
Chimiques	DBO5	mg/l	30
	DCO	mg/l	90
	CHLORURE (Cl)	meq/l	10
	AZOTE (NO3 - N)	mg/l	30
	Bicarbonate (HCO3)	meq/l	8.5
Eléments toxiques (*)	Aluminium	mg/l	20.0
	Arsenic	mg/l	2.0
	Béryllium	mg/l	0.5
	Bore	mg/l	2.0
	Cadmium	mg/l	0.05
	Chrome	mg/l	1.0
	Cobalt	mg/l	5.0
	Cuivre	mg/l	5.0
	Cyanures	mg/l	0.5
	Fluor	mg/l	15.0
	Fer	mg/l	20.0
	Phénols	mg/l	0.002
	Plomb	mg/l	10.0
	Lithium	mg/l	2.5
	Manganèse	mg/l	10.0
	Mercuré	mg/l	0.01
	Molybdène	mg/l	0.05
	Nickel	mg/l	2.0
	Sélénium	mg/l	0.02
	Vanadium	mg/l	1.0
Zinc	mg/l	10.0	

(*) : Pour type de sols à texture fine, neutre ou alcalin.

ANNEXE II

OFFICE NATIONAL DE L'ASSAINISSEMENT

STEP de : AIN TEMOUCHENT

FR 4.5.1/ 13: TABLEAU MENSUEL DES RESULTATS D'ANALYSES

(Eau brute/ Eau épurée)

Mois: Janvier 2020

Date	EAU BRUTE											
	MES mg/l	DBO mg/l	DCO mg/l	NH ₄ ⁺ mg/l	NO ₂ ⁻ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	NT mg/l	PT mg/l	PH	T °C	Turb FTU	O ₂ mg/l
1	—	—	—	—	—	—	—	—				
2	252	210	345	37	—	—	—	—	8,87	12	256	3,32
3												
4	—	—	—	—	—	—	—	—				
5	—	—	—	—	—	—	—	—	8,20	11	201	1,64
6	—	—	—	—	—	—	—	—	8,95	12	562	0,38
7	263	240	511	53	0,220	0,914	122	9,64	8,87	13	259,00	1,31
8	—	—	—	—	—	—	—	—	7	10	566	0,42
9	—	—	—	—	—	—	—	—	8,90	12	129	1,74
10												
11	—	—	—	—	—	—	—	—				
12	—	—	—	—	—	—	—	—				
13	—	—	—	—	—	—	—	—	8,99	13	200,00	2,15
14	450	260	417	55	—	—	—	—	7,98	12	458	0,23
15	—	—	—	—	—	—	—	—	8,78	12	179	0,89
16	—	—	—	—	—	—	—	—	8,99	12	357	0,37
17												
18	—	—	—	—	—	—	—	—				
19	—	—	—	—	—	—	—	—	8,24	13	264	0,61
20	—	—	—	—	—	—	—	—	8,77	13	420	0,48
21	242	130	351	40,89	0,238	0,841	178	6,17	8,22	12	240	2,38
22	—	—	—	—	—	—	—	—	8,50	13	446	0,74
23	—	—	—	—	—	—	—	—	9	13	144	2,37
24												
25	—	—	—	—	—	—	—	—				
26	—	—	—	—	—	—	—	—	9	14	576	0,29
27	—	—	—	—	—	—	—	—	8,85	13	159	1,55
28	—	—	—	—	—	—	—	—	8,86	13	220,00	1,99
29	—	—	—	—	—	—	—	—	8,89	15	156,0	0,98
30	—	—	—	—	—	—	—	—	8,99	15	120,0	0,72
31												
Moy	302	210	406	46,4	0,2	0,88	150	7,9	8,61	12,4	313	1,27

Date	EAU EPUREE											
	MES mg/l	DBO mg/l	DCO mg/l	NH ₄ ⁺ mg/l	NO ₂ ⁻ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	NT mg/l	PT mg/l	PH	T °C	Turb FTU	O ₂ mg/l
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	30,00	10,00	45,00	16,20	—	—	—	—	8,22	8	38	8,04
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—	8,86	7	24	7,77
6	—	—	—	—	—	—	—	—	8,03	6	14	9,15
7	28,00	12	41	7,35	0,077	6,44	52	5	8	9	25	8
8	—	—	—	—	—	—	—	—	7	6	65	6
9	—	—	—	—	—	—	—	—	8,54	10	10	7,97
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	—	—	—	—	—	—	—	—	8,70	7,00	17,00	9,61
14	22	12	39	9	—	—	—	—	8,17	9	28	8
15	—	—	—	—	—	—	—	—	8,23	7	15,1	8,38
16	—	—	—	—	—	—	—	—	8,70	9	10,2	8,59
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	—	—	—	—	—	—	—	—	8,63	10	16,69	8,49
20	—	—	—	—	—	—	—	—	8,51	7,00	19	8,62
21	19	3	36	10,14	0,092	3,32	74	2,71	8,01	9	16	8,82
22	—	—	—	—	—	—	—	—	8,78	8	21	8,99
23	—	—	—	—	—	—	—	—	8,4	8	14,0	9,2
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26	—	—	—	—	—	—	—	—	8,6	8	8,2	8,9
27	—	—	—	—	—	—	—	—	8,00	8,35	15,00	8,50
28	—	—	—	—	—	—	—	—	8,45	9,00	16,00	7,89
29	—	—	—	—	—	—	—	—	8,80	10	11,0	9,41
30	—	—	—	—	—	—	—	—	8,55	10	11,0	8,50
31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Moy	25	9	40	10,65	0,08	4,9	63	4,03	8,4	8	19,7	8

OFFICE NATIONAL DE L'ASSAINISSEMENT

STEP de :AIN TEMOUCHENT

FR 4.5.1/ 13: TABLEAU MENSUEL DES RESULTATS D'ANALYSES (Eau brute/
Eau épurée)

Mois: Février 2020

Date	EAU BRUTE											
	MES mg/l	DBO mg/l	DCO mg/l	NH ₄ ⁺ mg/l	NO ₂ ⁻ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	NT mg/l	PT mg/l	PH	T °C	Turb FTU	O ₂ mg/l
1	—	—	—	—	—	—	—	—				
2	—	—	—						8,99	15	120	0,72
3									8,98	15	340	0,31
4	460	200	789	54	0,070	0,674	184	9,33	9,45	15	319	0,94
5	—	—	—						8,87	14	519	0,32
6	—	—	—						8,98	14	222	1,14
7												
8	—	—	—	—	—	—	—	—				
9	—	—	—	—	—	—	—	—	9,77	15	289	0,34
10									9,40	14	199	0,56
11	480	470	699	29	—	—	—	—	9,55	15,00	426	0,29
12	—	—	—	—	—	—	—	—	9,22	15	340	0
13	—	—	—	—	—	—	—	—	9,99	15	403,00	0,44
14												
15	—	—	—	—	—	—	—	—				
16	—	—	—	—	—	—	—	—	9,20	15	210	0,31
17									9,57	14	420	0,27
18	295	150	442	52,50	0,17	2,76	260	4,58	9,97	14,00	240	0,47
19	—	—	—	—	—	—	—	—	9,50	15	140	0,30
20	—	—	—	—	—	—	—	—	9,54	15	110	0,90
21												
22	—	—	—	—	—	—	—	—				
23	—	—	—	—	—	—	—	—	9,20	15	477	0,56
24	245	170	488	50,95	—	—	—	—	9,57	15,0	200,0	0,4
25	—	—	—	—	—	—	—	—	9,6	15,0	150,0	0,51
26	—	—	—	—	—	—	—	—	9	15	255	0,35
27	—	—	—	—	—	—	—	—	9,10	15	258	0,50
28	—	—	—	—	—	—	—	—				
29	—	—	—	—	—	—	—	—				
Moy	370	248	605	46,7	0,1	1,72	222	7,0	9,37	14,8	282	0,50

EAU EPUREE												
Date	MES mg/l	DBO mg/l	DC O mg/ l	NH ₄ ⁺ mg/l	NO ₂ ⁻ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	NT mg/l	PT mg/l	PH	T °C	Turb FTU	O2 mg/l
1	–	–	–	–	–	–	–	–				
2	–	–	–	–	–	–	–	–	8,55	10	11	8,50
3									8,90	8	9	9,27
4	24,00	10,00	72	20,50	0,079	2,55	80,70	6,50	8,95	10,00	22	8,99
5	–	–	–	–	–	–	–	–	8,88	9	24	9,27
6	–	–	–	–	–	–	–	–	8,88	10,00	11	9,41
7												
8												
9	–	–	–	–	–	–	–	–	9,80	10	21	8,79
10					–	–	–	–	9,34	8	14,0 0	9,39
11	25	4	55	6,32	–	–	–	–	9,10	9	21,0 0	9,22
12	–	–	–	–	–	–	–	–	9,10	8,00	16,0 0	9,06
13	–	–	–	–	–	–	–	–	9,80	10	22,4 1	8,90
14												
15												
16	–	–	–	–	–	–	–	–	9,10	9	16,4	8,43
17									9,20	10	29,0 0	9
18	21	7	40	6,65	0,066	4,14	73	2,89	9,85	9,00	17,0 0	9,50
19	–	–	–	–	–	–	–	–	9,20	10	12,0 0	8,79
20	–	–	–	–	–	–	–	–	9,30	9,00	9	9,53
21												
22												
23	–	–	–	–	–	–	–	–	9,1	9	7,0	9,52
24	23	10	38	10,32	–	–	–	–	9,4	9	19,0 0	9,27
25	–	–	–	–	–	–	–	–	9,8	9	14	9,5
26	–	–	–	–	–	–	–	–	8,9	9	15,0	9,1
27	–	–	–	–	–	–	–	–	9,09	9,00	16,0 0	9,15
28												
29												
30												
31												
Moy	23	8	51	10,95	0,07	3,3	77	4,70	9,2	9	16,3	9

OFFICE NATIONAL DE L'ASSAINISSEMENT

STEP de :AIN TEMOUCHENT

FR 4.5.1/ 13: TABLEAU MENSUEL DES RESULTATS D'ANALYSES
(Eau brute/ Eau épurée)

Mois: Mars 2020

Date	EAU BRUTE											
	MES mg/l	DBO mg/l	DCO mg/l	NH ₄ ⁺ mg/l	NO ₂ ⁻ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	NT mg/l	PT mg/l	PH	T °C	Turb FTU	O ₂ mg/l
1	–	–	–	–	–	–	–	–	9	15	319	0,33
2	–	–	–	–	–	–	–	–	8,90	14	250	0,55
3	–	–	–	–	–	–	–	–	9,57	15	129	0,43
4	335	200	481	42,18	0,220	0,689	291	9,88	9,83	16	221	0,33
5	–	–	–	–	–	–	–	–	9,99	15	140	0,55
6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
9	–	–	–	–	–	–	–	–	8,84	16	125	0,90
10	–	–	–	–	–	–	–	–	8,87	15	465	0,30
11	196	240	538	47	–	–	–	–	8,98	15,00	170	0,41
12	–	–	–	–	–	–	–	–	8,89	16	283	1
13	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15	–	–	–	–	–	–	–	–	8,77	16	170	0,50
16	–	–	–	–	–	–	–	–	8,87	15	335	–
17	–	–	–	–	–	–	–	–	8,02	15	320	–
18	310	500	449	53,20	0,12	0,94	240	8,62	8,10	15,00	439	0,27
19	–	–	–	–	–	–	–	–	8,30	15	400	0,19
20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
22	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
23	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
24	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
25	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
26	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
27	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
28	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
29	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
31	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Moy	280	313	489	47,5	0,2	0,81	266	9,3	8,93	15,2	269	0,47

EAU EPUREE												
Date	MES mg/l	DBO mg/l	DCO mg/l	NH ₄ ⁺ mg/l	NO ₂ ⁻ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	NT mg/l	PT mg/l	PH	T °C	Turb FTU	O ₂ mg/l
1	—	—	—	—	—	—	—	—	8,83	10	9	9
2	—	—	—	—	—	—	—	—	8,99	9	12	7,25
3	—	—	—	—	—	—	—	—	9,71	9	6	9,06
4	24	5	39	21	0,137	1,10	146	3,05	9,80	12	19	9,02
5	—	—	—	—	—	—	—	—	9,89	10	15	9,10
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—	—	8,79	9	21	8,54
10	—	—	—	—	—	—	—	—	8,88	10	9,76	8,70
11	20	7	42	13,28	—	—	—	—	8,77	10	15,66	8,36
12	—	—	—	—	—	—	—	—	8,80	10,00	27,34	8,15
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	8,90	10	10,0	8,10
16	—	—	—	—	—	—	—	—	8,79	9	34,0	—
17	—	—	—	—	—	—	—	—	8,77	8	90,00	—
18	25	6	49	19,00	0,030	1,83	99	5,11	8,20	10,00	21,00	8,91
19	—	—	—	—	—	—	—	—	8,60	9	34,00	8,01
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Moy	23	6	43	17,76	0,08	1,5	123	4,08	9,0	10	23,1	9

ANNEXE III

Précipitations tombées dans la ville d'Ain Témouchent selon le site:

www.meteoblu.com

e.com/fr/meteo/historyclimate/weatherarchive/aïn-temouchent_algérie_2507901?fcstlength=1m&year=2020&month=1

Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec

Aïn Temouchent

35.30°N / 1.14°W 217m snm
(12 x 12 km)

2020-01-01 - 2020-01-31

31 jours

meteoblu

