

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة الجبالي بونعامة خميس مليانة

Université Djilali Bounaama de Khemis-Miliana

Faculté des Science de la nature et de la vie et des sciences de la terre

Département de : Biologie



Mémoire De Fin D'étude En Vue De L'obtention Du Diplômé De Master

Domaine : En Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Protection des Ecosystèmes

Thème

Contribution à l'évaluation de la performance épuratoire de la station d'épuration des eaux usées de la station d'Ain Defla

Présenté par :

M^{elle} Benahacene Amira

M^{elle} Benzina Hassina

Soutenu le .../07/2018

Devant le Jury

Président: Mme Touhari Fadhila MCB U. Khemis Miliana

Promoteur: Mr. Hammouda Rachid MAA U. Khemis Miliana

Co-promoteur: Mr. Rata Yacine Chef de station ONEDD

Examineurs: Mme Abdelbaki Amina MAA U. Khemis Miliana

Mme BenaOuda Lalahom MAA U. Khemis Miliana

Année universitaire: 2017/2018.

Remerciements

Je remercie Dieu tout puissant de m'avoir accordé la force, le courage et les moyens afin de pouvoir accomplir ce travail.

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à mon encadreur Hammouda Rachid pour ses orientations et ses conseils judicieux. J'adressé également mon respectueux remerciements à mon Co-promoteur Mr Rata Yacine qui m'a fait l'honneur de participer à l'évaluation de mon travail par ces vastes connaissances. Je les remercie pour leurs esprits critique constructif, leurs commentaires et leurs discussions, à fin de mieux comprendre certains problèmes rencontrés au cours de ce travail de recherche

Je remercie également tous les membres du jury d'avoir accepté de venir juger mon travail. Merci mesdames les membres du jury TOUHARI, ABDEL BAKI et BEN OUDA pour le temps consacré à sa lecture et son examinations.

Et sans oublier bien sûr Mr Mehaiguen Madjid Docteurs à l'Université de Khemis Miliana, pour leur disponibilité et leur contribution par les données et les documents nécessaires.

Nous remercions nos chers parents, familles et amis pour leur soutien inconditionnel.

Je remercie La direction de l'ONA et le personnel de la station d'épuration des eaux usées d'Ain Defla pour leur accueil, disponibilité et leur contribution par les données et les documents nécessaires. En fin, que toutes les personnes qu'ils m'ont aidées de près ou de loin pour l'élaboration de ce travail soient vivement remerciées.



DÉDICACE

Je dédie ce travail de fin d'études à ma famille, Ma mère et mon père, pour leur patience, conseils, aident et aussi de m'encourager à la réalisation de ce modeste travaille.

A Mes très chères frères : Rachid, Azzedine et Amine

A Mes très chères sœurs : Fatima Zohra, Nour el houda, Habiba

Mes amis et collègues notamment les amies qui m'encourager :

Hassina, Hafida, Saida, Fatima Zohra, Romaissa, Nadjwa, Houria, merci pour les bons moments qui ont contribué à rendre ces années inoubliables. Bonne chance à tous.

Mon encadreur et Co-encadreur qui mon soutenu au long de mes travaux (je vous remercié).

Mes camarades de promo écologie et l'environnement

Option : protection des écosystèmes

2017/2018

Et tous ceux qui ont connu Benahacene Amira

Amira



DÉDICACE

Je dédie ce travail de fin d'études à ma famille, Ma mère et mon père, pour leur patience, conseils, aident et aussi de m'encourager à la réalisation de ce modeste travaille.

A Mon chère frères : Khalil

A Mes chères sœurs : Djamila, Karima, Houria, Assia, Hanane, Zoula

Mes amis et collègues notamment les étudiants qui m'encourager : Amira, Hafida, Saida, Fatima, Hadjira, Houda, Yakouta, Halla, merci pour les bons moments qui ont contribué à rendre ces années inoubliables. Bonne chance à tous.

Mon encadreur et Co-encadreur qui mon soutenu au long de mes travaux (je vous remercié).

Mes camarades de promo écologie et l'environnement

Option : protection des écosystèmes

2017/2018

Et tous ceux qui ont connu Benzina Hassina

Hassina

Sommaire

Remerciements

Dédicace

Table des matières

Liste des figures et photos

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Résumé

Introduction générale01

Chapitre 1 :

Généralité sur les eaux usées

I.1.Introduction.....03

I.2.Définition de la pollution des eaux.....03

I.2.1.Principaux types de pollutions des eaux..... 03

I.2.1.1. La Pollution physique.....03

I.2.1.1.1 La Pollution thermique.....03

I.2.1.1.2 La Pollution radioactive.....03

I.2.1.2. La Pollution chimique.....04

I.2.1.3. La pollution microbiologique..... 04

I.3.Définition des eaux usées.....05

I.4.Les types des eaux usées.....05

I.4.1. Eaux usées domestiques..... 05

I.4.2. Eaux usées industrielles..... 05

I.4.3. Les eaux usées pluviales.....06

I.4.4. Les eaux usées agricole..... 06

I.5. Caractéristiques des eaux usées.....	07
I.5.1. Les paramètres physico-chimiques.....	07
I.5.1.1. La température.....	07
I.5.1.2. Le potentiel d'Hydrogène (pH)	07
I.5.1.3. Oxygène dissous.....	08
I.5.1.4. Les matières en suspension (MES)	08
I.5.1.5. La conductivité électrique.....	08
I.5.1.6. Demande chimique oxygène(DCO).....	09
I.5.1.7. Demande biologique en oxygène(DBO5).....	09
I.5.1.8. Azote total NT.....	09
I.5.1.9. Phosphore total PT.....	09
I.6. Composition des eaux usées.....	10
I.7. Impacts des eaux usées.....	10
I.8. Normes de rejet.....	12
I.8.1. Normes internationales.....	12
I.8.2. Les normes algériennes de rejets d'effluents.....	12
I.9. Les procédés de traitement des eaux usées.....	14
I.9.1. Les prétraitements.....	14
I.9.1.1. Dégrillage.....	14
I.9.1.2. Dessablage.....	15
I.9.1.3. Déshuilage dégraissage.....	15
I.9.2. La décantation primaire.....	15
I.9.3. Les traitements secondaires.....	16
I.9.4. Le traitement physico-chimique.....	16
I.9.5. Traitements biologiques.....	17
I.9.5.1. Les procédés biologiques intensifs.....	17

I.9.5.2. Les procédés biologiques extensifs.....	17
I.9.6. Le décanteur secondaire.....	18
I.9.7. Le traitement tertiaire.....	18
I.10. Conclusion.....	19

Chapitre II :

Présentation du site d'étude

II.1. Introduction.....	20
II.2.La wilaya d'Ain Defla.....	20
II.2.1.La Situation démographique.....	21
II.3. Présentation de la station d'épuration de la ville d'Ain Defla.....	21
II.3.1. Caractéristiques de la STEP d'Ain Defla.....	22
II.3.2.Description et fonctionnement de la station	23
II.3.2.1. Description de laboratoire.....	24
II.3.3. Débit moyen mensuel à l'entrée et à la sortie (année 2017) de STEP.....	25
II.4. Traitement des eaux usées	26
II.4.1. Prétraitement.....	26
II.4.2. Le traitement primaire.....	28
II.4.3. Les traitements secondaires.....	29
II.4.4. Les traitements biologiques.....	29
II.4.5. Les procédés biologiques intensifs	30
II.5.Etude climatologique.....	31
II.5.1. Précipitation.....	31
II.5.1.1. Précipitations moyenne mensuelles.....	31
II.5.1.2. Précipitations moyenne annuelles.....	31

II.5.2.La température.....	32
II.5.2.1. Les températures moyennes mensuelles et annuelles.....	33
II.6.Réseau hydrographique.....	34
II.7.conclusion.....	34

Chapitre III :

Matériaux et méthodes

III.1. Introduction.....	35
III.2. Méthode de prélèvement des échantillons.....	35
III.3.Transport et conservation au laboratoire.....	37
III.4. Solutions chimiques et réactifs.....	37
III.5. Matériel et appareillages d'analyse.....	38
III.6. Méthode d'analyses	38
III.6.1. Caractéristique organoleptiques et physico-chimiques	38
III.6.1.1. Caractéristiques organoleptiques	38
III.6.1.1.1. Détermination de la couleur (examen visuel).....	38
III.6.1.1.2. Analyses physico-chimiques.....	39
III.6.1.2.1. Mesure de pH	39
III.6.1.2.2. Mesure de la température	39
III.6.1.2.3. Mesure de la conductivité électrique	40
III.6.1.2.4. Mesure de l'oxygène dissous	40
III.6.1.2.5. Mesure MES	40
III.6.1.2.6. Mesure La demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	41
III.6.1.2.7. Mesure La demande chimique en oxygène (DCO).....	42

III.6.1.3. Analyses biochimiques	43
III.6.1.3.1. Dosage de l'azote ammoniacal (NH_4^+).....	43
III.6.1.3.2. Dosage des nitrites (NO_2^-).....	43
III.6.1.3.3. Dosage des Nitrates (NO_3^-).....	43
III.6.1.3.4. Détermination des phosphates (PO_4^{3-}).....	44
III.7. La biodégradabilité (K).....	44
III.8. Matière oxydable.....	44

Chapitre IV :

Résultat et discussion

IV.1. Introduction.....	45
IV.2. Paramètres physico-chimiques.....	45
IV.2.1. Le potentiel d'hydrogène	45
IV.2.2. La température	46
IV.2.3. La conductivité électrique.....	47
IV.2.4. Salinité.....	49
IV.2.5. O ₂ dissous.....	50
IV.2.6. Matières en suspension (MES).....	51
IV.2.7. La demande chimique en oxygène (DCO).....	52
IV.2.8. Demande biologique en oxygène (DBO ₅).....	53
IV.2.9. Azote ammoniacal N-NH ₄ ⁺	54
IV.2.10. Nitrite (NO_2^-).....	55
IV.2.11. Nitrate (NO_3^-).....	56
IV.2.12. Ortho phosphates (PO_4^{3-}).....	57
IV.3. Performance de la STEP, paramètres analysés à l'entrée et à la sortie.....	59

IV.3.1. Evaluation de la pollution organique des eaux usées.....	59
IV.3.1.1. La biodégradabilité (K).....	59
IV.3.1.2. Rapport DBO ₅ /DCO.....	60
IV.3.1.3. Rapport de matières oxydables.....	61
IV.3.2. Rendements épuratoires de la station d'épuration d'Ain defla	62
IV.4. Conclusion.....	64
Conclusion général	65

Référence bibliographiques.

Annexe

Liste des figures

Figure 1 : La nature de produits polluants et leurs origines.....	04
Figure 2 : Les procédés de traitement des eaux usées.....	14
Figure 3 : Schéma de traitement secondaire.....	16
Figure 4 : Localisation de la wilaya d'Ain Defla	20
Figure 5 : Localisation de la station d'épuration d'Ain Defla.....	22
Figure 6 : Variation mensuel du débit à l'entrée et à la sortie de la STEP (année 2017).....	25
Figure 7 : Les procédés de traitement des eaux usées.....	26
Figure 8 : Schéma simplifiés du système d'épuration de la STEP d'Ain Defla.....	26
Figure 9 : Histogramme de précipitation moyenne annuelle (2014-2017).....	32
Figure 10 : Variation de température moyenne mensuelle de région d'Ain Defla (2014-2017).....	33
Figure 11 : Carte du réseau hydrographique de la zone d'étude (L'original).....	34
Figure 12: Variation mensuel du pH à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 2017/2018).....	45
Figure 13: Variation trimestriel de la température à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 2017/2018).....	46
Figure 14: Variation trimestriel de la conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 2017/2018).....	48
Figure 15: Variation trimestriel de la salinité à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 2017/2018).....	49
Figure 16: Variation trimestriel de l'O ₂ à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 2017/2018).....	50
Figure 17 : Variation trimestriel de la concentration des matières en suspension (MES) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période 2017/2018).....	51

Figure 18 : Variation trimestriel de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 2017/2018).....	52
Figure 19 : Variation trimestriel de la demande biologique en oxygène (DBO ₅) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 2017/2018).....	53
Figure 20: Variation trimestriel de NH ₄ ⁺ à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 2017/2018).....	54
Figure 21: Variation trimestriel de (NO ₂ ⁻) à l'enté et à la sortie de la STEP (période du 2017/2018).....	55
Figure 22: Variation trimestriel de NO ₃ ⁻ à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 2017/2018).....	56
Figure 23: Variation trimestriel d'ortho phosphates à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 2017/2018).....	58
Figure 24: La variation de ratio DCO/DBO ₅ dans les trimestres de deux années 2017 et 2018.....	59
Figure 25: La variation de ratio DBO ₅ /DCO dans les trimestres de deux années 2017 et 2018.....	60
Figure 26: La variation des matières oxydables dans les trimestres de deux années 2017 et 2018.....	61
Figure 27: Taux d'abattement de DCO.....	62
Figure 28: Taux d'abattement de DBO ₅	62
Figure 29 : Taux d'abattement de MES.....	62
Figure 30: Rendements d'abattement de NO ₃ ⁻	63
Figure 31: Rendements d'abattement de NO ₂ ⁻	63
Figure 32: Rendements d'abattement de NH ₄ ⁺	63
Figure 33: Rendements d'abattement de Nt.....	63
Figure 34: Rendements d'abattement de PO ₄ ³⁻	63

Figure 35: Rendements d'abattement de Pt.....63

Figure 36: Pourcentage de la dégradation de la matière oxydable (2017-2018).....64

Liste des photos

Photo 01: Laboratoire de STEP d'Ain Defla (17/04/2018).....	24
Photo 02: Dégrillage fin (17/04/2018).....	27
Photo 03: Dessablage dégraissage (17/04/2018).....	28
Photo 04: Bassin d'aération (17/04/2018).....	29
Photo 05: Aérateur de surface (17/04/2018).....	29
Photo 06: Bassin de clarification (17/04/2018).....	30
Photo 07: Lit de séchage (17/04/2018).....	30
Photo 08: Prélèvement des eaux usées brutes à l'entrée (17/04/2018).....	36
Photo 09: Prélèvement des eaux usées traitées à la sortie (17/04/2018).....	36
Photo 10: pH mètre (17/04/2018).....	39
Photo 11: Electrode de pH avec les mesures de température (17/04/2018).....	40
Photo 12: Rampe de filtration (appareil digestif MES) (17/04/2018).....	41
Photo 13: Flacon de DBO5 (17/04/2018).....	42
Photo 14: DBO mètre (OxiTop) (17/04/2018).....	42
Photo 15: Spectrophotomètre (17/04/2018).....	43
Photo 16: Réactifs de DCO (17/04/2018).....	43

Liste des Tableaux

Tableau 1: Composants majeurs typique d'eau usée domestique	10
Tableau 2: Typologie des risques associés à la réutilisation des eaux usées.....	11
Tableau 3: Normes de réutilisation des eaux usées épurées.....	12
Tableau 4: les normes de rejet des eaux usées en vigueur en Algérie.....	13
Tableau 5 : Les principales caractéristiques des stations d'épuration d'Ain Defla.....	23
Tableau 6: précipitation moyenne mensuelle en (mm) période (2014-2017).....	31
Tableau 7: Précipitation moyenne annuelle en (mm) période (2014-2017).....	32
Tableau 8: Température moyenne mensuelles période (2014-2017).....	33
Tableau 9: Les paramètres et leurs réactifs.....	37
Tableau 10: Types d'appareillages utilisés pour les différentes analyses.....	38

LISTE DES ABRIVIATIONS

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

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

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

DO : L'oxygène dissous (mg/l).

EH : Equivalent habitant

EU : Eaux usées

EUT : Eaux usées traitées

FAO: Food and Agricultural Organisation

K : Degré de biodégradabilité de la matière organique

K₂Cr₂O₇ : Dichromate de potassium

MES : Matière En Suspension (mg/l).

NT: Azote total

NH₄⁺: Azote ammoniacal (mg/l).

NH₃: Ammoniac (mg/l).

NO₂: Nitrites (mg/l).

NO₃: Nitrates (mg/l).

MO : Matières oxydables

OMS : Organisation Mondiale de la santé

ONA : Office National d'Assainissement.

O.N.M : Office National de Météorologie

pH : Potentiel Hydrogène.

PO₄⁻³: Ortho phosphates (mg/l).

STEP: Station de traitement des eaux polluées.

TDS : Taux des sels dissous

T°C : La température en Degré Celsius

Résumé

Les eaux usées urbaine contiennent une quantité importante de polluants, c'est pour cela il devrait donc être traité à l'usine de traitement des eaux usées avant d'être réintroduites dans le milieu naturel, d'une part pour limiter les dangers et de grave conséquences vis-à-vis l'environnement d'autre part, a fin de réutiliser cette eaux épurée dans le domaine agricole et industriel.

L'objectif de ce travail consiste à évaluer les performances épuratoires et les rendements de la station d'épuration de la commune de Ain Defla qui fonctionne avec le procédé de traitement par des boues activées envue d'une utilisation pour protéger l'oued Chélif, en ciblant le suivi de l'ensemble des paramètres physico-chimiques sur une série de données de seize mois d'exploitation (2017-2018).

Les résultats présentent des rendements épuratoires satisfaisants de 93% des matières en suspension (MES). Le taux d'abattement de la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biologique en oxygène pendant 5 jours (DBO₅) sont respectivement de 93% et de 96 %. L'élimination du NO₂⁻, NO₃⁻ et PO₄³⁻ est très faible. Notre étude montre que la STEP d'Ain Defla a un bon fonctionnement mais elle rencontre certains problèmes au niveau du Bassin de clarification qui provoque l'augmentation de certaine concentration.

Mot clé : Eaux usées, boues activées, STEP d'Ain Defla, Performance.

Abstract

Urban waste water contains a significant amount of pollutants, so it should be treated at the wastewater treatment plant before being reintroduced in the natural environment, on the one hand, to limit the dangers and serious environmental consequences, on the other hand, to re-use this purified waters in the field of agriculture and industrial. The objective of this work is to evaluate the purification performances and the yields of the purification plant of the commune of Ain Defla, which works with by targeting the treated by an activated sludge process aimed to protect the owed chelif monitoring of all physic-chemical parameters on a sixe teen month data series (2017-2018).

The results present satisfactory outputs purifying 93 % of the suspended matter (MES). The outputs of the chemical oxygen demand (COD) and five-day biological oxygen demand (BOD₅) are respectively 93% and 96 %. The elimination of NO₂⁻, NO₃⁻ and PO₄³⁻ is very weak. Our study shows that the station of purification (STEP) Ain Defla have a well performance, but it face some technical problems in clarification basins that cause some concentration.

Key words: waste water, activated sludge, STEP of Ain Defla, performance.

الملخص :

تحتوي مياه الصرف الصحي في المناطق الحضرية على كميات كبيرة من الملوثات المتسببة في تغيرات المحيط البيئي، لذا يجب أن تُعالج في محطة معالجة مياه الصرف الصحي ، قبل أن تُعيد إلى الوسط البيئي من جهة للمحافظة عليه من المخاطر التلوث و من جهة أخرى، لإعادة استخدام هذه المياه المطهرة في عدة مجالات ومن بينها مجال الزراعة و الصناعة.

الهدف من هذا العمل هو تقييم ودراسة أداء وفعالية العلاج وتطهير لمياه الصرف الصحي لمحطة عين الدفلى التي تعمل بطريقة الحمأة النشطة حيث أن مراقبة سير المحطة يتضمن دراسة التغيرات لمختلف العناصر الفيزيوكيميائية على شكل سلسلة من البيانات لمدة ستة عشر شهر من عمل المحطة (2017-2018) .

أظهرت النتائج عوائد التنقية مرضية من 93% من المواد العالقة ، اما بالنسبة تخفيض لمعدل تخفيض طلب الأكسجين الكيميائي والبيولوجي للأوكسجين خلال 5 أيام هم على التوالي 93 % و 96 %.

و لقد أظهرت دراستنا السير الحسن للمحطة و ذلك رغم وجود بعض المشاكل التقنية في أحواض الترسيب التي تتسبب في ارتفاع بعض التراكمات.

الكلمات المفتاحية: الصرف الصحي، الحمأة النشطة ، محطة تطهير المياه المستعملة بعين الدفلى، فعالية

Introduction générale

L'eau ne peut être considérée comme un simple produit commercial, elle doit être classée comme un patrimoine universel qui doit être protégé, défendu et traité comme tels. En Algérie l'eau se fait sentir de plus en plus rare et de moins en moins renouvelable. Elle fait actuellement l'objet d'une exploitation concurrentielle entre les besoins de la population, ceux de l'agriculture et de l'industrie. (Mozas, et Alexis, 2013).

Aujourd'hui notre pays 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. (MRE., 2006).

Pour tout développement économique, social et même culturel de notre pays, et dans un souci d'une meilleure maîtrise des différents aspects du manque d'eau, et en particulier dans le secteur de l'agriculture qui consomme environ **70%** des eaux mobilisées annuellement, l'Algérie a adopté un programme riche dans le cadre du traitement des eaux usées (Mouhouche B., 2012). Le volume d'eaux usées rejetées à l'échelle nationale est estimé actuellement à près de **750** Millions de m³ et dépassera **1,5** Milliard de m³ à l'horizon **2020**, pour prendre en charge l'épuration de ce potentiel d'eaux usées, le secteur des ressources en eau a engagé un programme ambitieux en matière de réalisation d'installation d'épuration. (Kessira M., 2013)

Les dernières années ont été marquées en Algérie par un effort important et croissant programme 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. (Benelmouaz Ali., 2015).

Durant l'année **2016**, les **136** stations d'épuration actuellement sont en exploitation par l'ONA (**63** stations à boues activées, **70** stations de lagunage et **03** filtres plantés), qui ont assuré le traitement de plus de **207** millions de mètres cubes d'eaux usées. La capacité globale installée de ces **136** stations est de **9 064 753** Equivalent-habitants ; soit un débit nominal moyen de **1 390 295** m³/j. (MREDEM., 2016)

Les procédés d'épuration les plus utilisés dans le monde pour éliminer la pollution organique sont: le lagunage, les lits bactériens et le procédé à boues activées qui est

largement répondu en Algérie (63 stations à boues activées), le cas de la station d'épuration de la wilaya d'Ain Defla qui utilise le procédé biologique qui consiste à utiliser des boues activées sous les deux systèmes aérobies et anaérobies.

L'épuration des eaux usées par le procédé des boues activées repose sur l'activité d'une culture bactérienne aérobie, maintenue en suspension dans un ouvrage spécifique alimenté par l'effluent à traiter et appelé bassin d'aération. L'aération est un élément clé d'une station d'épuration pour fournir l'oxygène aux microorganismes pour dégrader la pollution carbonée. (Benelmouaz Ali., 2015).

Les problèmes biologiques et les problèmes de décantation, encore fréquents, limitent la fiabilité des stations d'épuration à boues activées. Complexes dans leur compréhension, leur maîtrise est parfois délicate pour les opérateurs chargés d'assurer le bon fonctionnement des installations.

L'objectif de ce travail consiste à évaluer les performances épuratoires de la station d'épuration d'Ain Defla qui fonctionne avec le procédé biologique, en analysant des paramètres de pollution de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP ainsi, d'autres au niveau du traitement biologique. Les paramètres ciblés sont : DBO₅, DCO, MES, l'oxygène dissous, les matières azotées, Ortho phosphate, pH, la température, conductivité électrique, la salinité.

Pour arriver à cet objectif, nous avons structuré notre travail comme suit :

- Le premier chapitre traite les généralités sur les eaux usées, a pour objectif de donner une idée sur les origines et la pollution des eaux usées, leurs caractéristiques, ainsi que les différentes techniques et procédés utilisées pour leurs épurations
- Le deuxième chapitre est consacré à la description de la station d'épuration de wilaya d'Ain Defla. Ainsi que nous avons analysé les données nécessaires concernant notre ville du point de vu (démographiques, climatologique, Réseau hydrographique)
- Dans le troisième chapitre, on donnera le matériel et les méthodes d'analyse utilisées dans cette étude qui nous permettront par suite d'évaluer les performances épuratoires de cette STEP.
- Dans le quatrième chapitre, on présentera tous les résultats de traitement obtenus ainsi que leurs interprétations.

En fin de ce travail, une conclusion générale est donnée.

I.1. Introduction

Les eaux résiduaires urbaines (ou eaux usées), sont des eaux chargées de polluants, solubles ou non, provenant essentiellement de l'activité humaine. Une eau usée est généralement un mélange de matières polluantes, dispersées ou dissoutes dans l'eau qui a servi aux besoins domestiques ou industriel (Abibsi N., 2010).

Ce chapitre a pour objectif de donner une idée sur les origines et la pollution des eaux usées, leurs caractéristiques, ainsi que les différentes techniques et procédés utilisées pour leurs épurations (Gaid A., 1984).

I.2. Définition de la pollution des eaux

On appelle pollution de l'eau toute modification chimique, physique ou biologique de la qualité de l'eau qui perturbe l'équilibre de cette eau induit d'importantes nuisances, mauvaise odeur, fermentation, inconfort divers, risque sanitaire (Ladjel F., 2006).

I.2.1. principaux types de pollutions des eaux

I.2.1.1. Pollution physique

C'est une pollution due aux agents physiques (tout élément solide entraîné par l'eau), elle est d'origine domestique, essentiellement industrielle. On peut la répartir en deux classes: thermique et radioactive (A. Mizi., 2006).

1.2.1.1.1. Pollution thermique

Provoquée par l'accroissement excessive de la température de l'eau, par suite de rejets des eaux des circuits de refroidissement des établissements industrielles spécialement les centrales énergétiques (M. Bouhada et S. Zentar., 2006), (Chaouch N., 2014).

1.2.1.1.2. Pollution radioactive

C'est celle occasionnée par une éventuelle radioactivité artificielle des rejets qui trouvent leur source dans l'utilisation de l'énergie nucléaire sous toutes ces formes (installations et centrales d'exploitation de mine d'uranium, traitement des déchets radioactifs). Les éléments radioactifs s'incorporent dans les molécules des organismes vivants. Plus on s'élève dans la chaîne alimentaire plus les organismes sont sensibles aux rayonnements (Achiou D., 2017).

1.2.1.2. Pollution chimique

Elle résulte des rejets chimiques, essentiellement d'origine industrielle. La pollution chimique des eaux est regroupée dans deux catégories : (Rahmani A., 2015)

- Organiques (hydrocarbures, pesticides, détergents, phénols..)
- Minérales (métaux lourds, cyanure, azote, phosphore...)

1.2.1.3. Pollution microbiologique

Un grand nombre de micro-organisme peut proliférer dans l'eau, qui sert d'habitat naturel ou comme un simple moyen de transport pour ces micro-organismes. Les principaux organismes pathogènes qui se multiplient dans l'eau sont : (Thomas O., 1955)

- Les bactéries;
- les virus;
- les parasites;
- les champignons ;

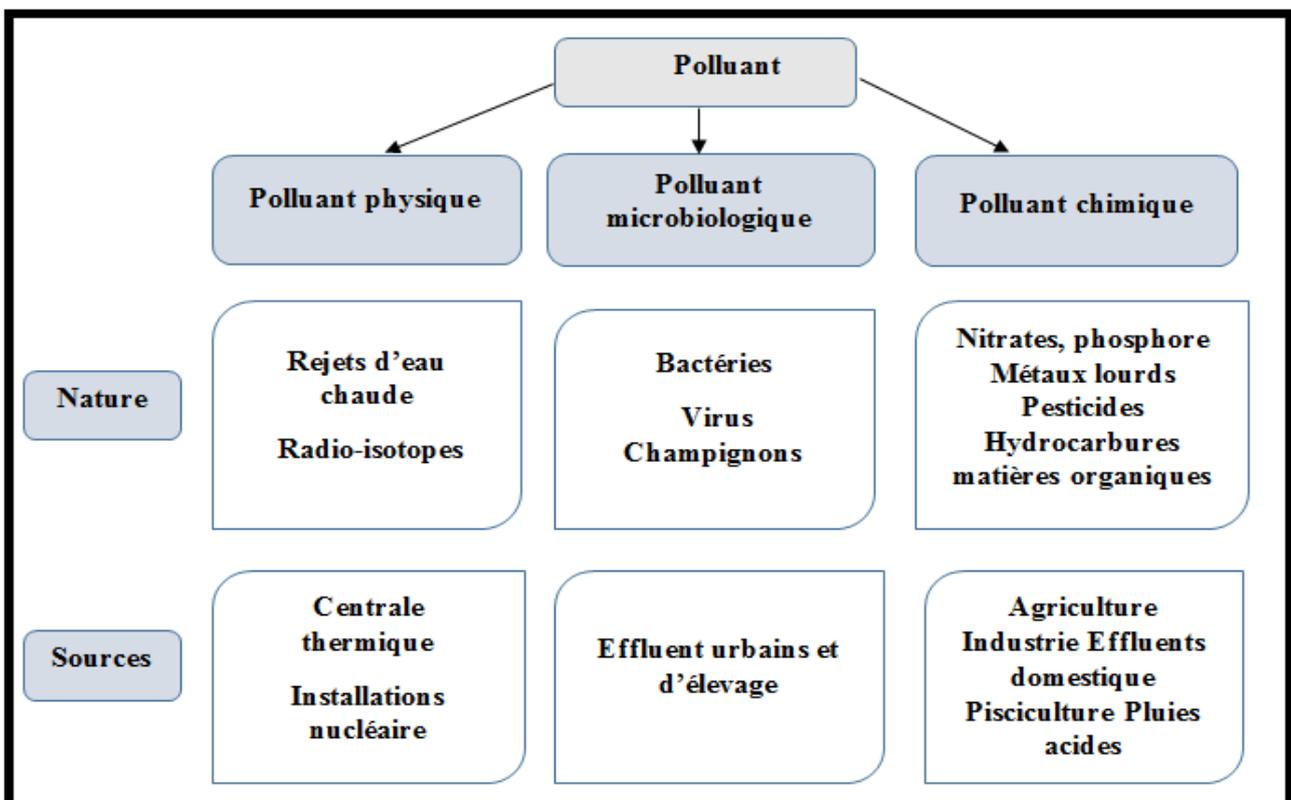


Fig. 01: La nature de produits polluants et leurs origines (Source : Thomas O, 1955).

I.3. Définition des eaux usées

Une eau usée, appelée encore eau résiduaire ou effluent. La pollution des eaux dans son sens le plus large est défini comme « Tout changement défavorable des caractéristiques naturelles (biologiques ou physico-chimiques) dont les causes sont directement ou indirectement en relation avec les activités humaines » (Atab S., 2011).

L'aspect des eaux résiduaires fraîches est celui d'un liquide brun gris avec une odeur typique, mais faible. Durant leur transport, ces eaux se modifient d'autant plus vite que la température est élevée ; elles deviennent noires et dégagent une odeur d'œufs pourris, signe de la présence d'hydrogène sulfureux (H_2S), dangereux pour les égoutiers et corrosifs pour le béton et les aciers des égouts. Environ un tiers des matières contenues est en suspension, le reste est en solution (Atab S., 2011).

I.4. Les types des eaux usées

I.4.1. Eaux usées domestiques

Les eaux usées d'origine domestique sont issues de l'utilisation de l'eau (potable dans la majorité des cas) par les particuliers pour satisfaire tous les usages ménagers. Lorsque les habitations sont en zone d'assainissement collectif, les eaux domestiques se retrouvent dans les égouts. On distingue généralement deux « types » d'eaux usées domestiques qui arrivent au réseau d'assainissement : (Neggacha N., 2017)

- Les eaux-vannes, qui correspondent aux eaux de toilette ;
- Les eaux grises qui correspondent à tous les autres usages : lave-linge, lave-vaisselle, douche /bain, etc.

I.4.2. Eaux usées industrielles

Ces eaux proviennent des différentes usines de fabrication ou de transformation. La qualité de ces eaux varie suivant le type d'industrie, elles peuvent être chargées en matières toxiques difficilement biodégradables qui nécessitent un traitement spécifique (Bouhreira B., 2016).

I.4.3. Eaux usées pluviales

Les eaux pluviales ou les eaux claires, ce sont des eaux de ruissellement qui se forment après une précipitation, elles peuvent être particulièrement polluées, surtout au début de pluie, par deux mécanismes : (Bouhanna A., 2014)

- Le lessivage des sols et des surfaces imperméabilisées, les déchets solides ou liquides déposés sont entraînés dans le réseau d'assainissement par les précipitations qui se produisent ;
- La remise en suspension des dépôts des collecteurs. Par temps sec, l'écoulement des eaux usées dans les collecteurs du réseau est lent, ce qui favorise le dépôt de matières décantables. Lors d'une précipitation, le flux d'eau plus important permet la remise en suspension de ces dépôts.

I.4.4. Eaux usées agricole

Le secteur agricole reste le plus grand consommateur des ressources en eau. (Salem A., 1990). Les pollutions dues aux activités agricoles sont de plusieurs natures : (Richarde C., 1996)

- Apport des eaux de surface de nitrate et de phosphate utilisés comme engrais
- Apport de pesticides chlorés ou phosphorés de désherbants d'insecticides

I.5. Caractéristiques des eaux usées

Les normes de rejet des eaux usées, fixent des indicateurs de qualité physico-chimique et biologique, ce potentiel de pollution généralement exprimés en mg/l, est quantifié et apprécié par une série d'analyse. Certains de ces paramètres sont indicateurs de modifications que cette eau sera susceptible d'apporter aux milieux naturels récepteurs, pour les eaux usées domestiques, industrielles et les effluents naturels, on peut retenir les analyses suivantes: (Mekhalif F., 2009)

I.5.1. Paramètres physico-chimiques

I.5.1.1. Température

La température est un facteur écologique important du milieu. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Certains rejets présentent des écarts de température importants avec le milieu récepteur : ce sont par exemple,

Les eaux de refroidissement des centrales nucléaires thermique induisant ainsi une forte perturbation du milieu (Gaujous D., 1995). Il est important de connaître la température de l'eau avec précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, etc (Rodier J et al. 2005).

I.5.1.2. Potentiel d'Hydrogène (pH)

Ce paramètre mesure la concentration des protons H^+ contenus dans l'eau, et donc l'acidité ou l'alcalinité de l'eau sur une échelle logarithmique de 0 à 14. Il influence la plupart des mécanismes chimiques et biologiques dans les eaux.

Les eaux usées domestiques sont généralement neutres ou basiques, de (6 à 9), donc elle n'influe pas sur le pH de milieu récepteur mais les effluents industriels constituent un facteur très important dans la modification de la valeur de pH (Rodier et al. 1996).

I.5.1.3. Oxygène dissous

L'un des plus importants indicateurs sur le degré de la pollution des eaux, l'oxygène dissous mesure la concentration du dioxygène dissous dans l'eau et il est exprimé en mg/L ou en pourcentage de saturation. Il participe à la majorité des processus chimiques et biologiques en milieu aquatique.

Sa solubilité est fonction de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. La teneur de l'oxygène dans l'eau ne dépasse rarement 10 mg/l. Elle est fonction de l'origine de l'eau ; l'eau usée domestique peut contenir de 2 à 8 mg/l (Ladjel F., 2006).

I.5.1.4. Matières en suspension (MES)

Les matières en suspension (MES) sont des particules minérales et organiques de faibles taille et/ou densité qui se déplacent dans les rivières avec la vitesse de l'écoulement de l'eau, sans contact avec le fond. Leur présence en fortes quantités est à l'origine de la dégradation du milieu aquatique en augmentant la turbidité de l'eau, en perturbant la vie aquatique (ex. colmatage des branchies de poissons) et aussi en véhiculant de nombreux contaminants vers le réseau hydrographique (Hayzoun H., 2014).

I.5.1.5. Conductivité électrique

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle fournit une indication précise sur la teneur en sels dissous (salinité de l'eau). La conductivité s'exprime en micro siemens par centimètre et elle est l'inverse de la résistivité qui s'exprime en ohm par centimètre. La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau Sa mesure est utile car au-delà de la valeur limite de la salinité correspondant à une conductivité de 2500 $\mu\text{Sm}/\text{cm}$, la prolifération de microorganismes peut être réduite d'où une baisse du rendement épuratoire (Metahri M., 2012).

I.5.1.6. Demande chimique en oxygène (DCO)

C'est la quantité d'oxygène nécessaire à l'oxydation de l'ensemble des matières minérales et organiques biodégradables ou non, présentes dans un milieu. Soit donc à la fois les matières oxydables par les processus purement chimique et celles oxydables par les processus biochimique (Bousseboua H., 2005). La DCO est obtenue à l'aide d'un agent oxydant puissant comme le dichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$). La valeur de la DCO est toujours plus élevée que celle de la DBO5. Car de nombreuses substances organiques peuvent être oxydées chimiquement mais ne peuvent s'oxyder biologiquement (Metiche M., 2004). La DCO est également évaluée en mg et même en kg dans les eaux usées industrielles (Pelmont J., 2005).

I.5.1.7. Demande biologique en oxygène (DBO5)

Représente la demande biochimique en oxygène pendant 5 jours à 20 °C. Elle correspond à la quantité de dioxygène nécessaire aux micro-organismes aérobies de l'eau pour oxyder les matières organiques, dissoutes ou en suspension dans l'eau. Elle est exprimée en mg O₂/l (H. Ben Najim et H. Mrabet).

I.5.1.8. Azote total (NT)

Exprimé en mg/l, ce paramètre devient de plus en plus important. C'est la somme d'azote des formes réduites (Organiques et Ammoniacal) est appelé azote de KJELDAL et l'azote des formes oxydées (NO_2^- , NO_3^-) (Lemlikchi W., 2012).

I.5.1.9. Phosphore total (PT)

Les phosphates sont généralement responsables de l'accélération des phénomènes d'eutrophisation, se trouvent sous formes :

- D'ortho phosphate, soluble $PO_4H_2^-$;
- De poly phosphate qui a tendance à s'hydrolyser en ortho phosphate ;
- De phosphore non dissous.

La somme de ces diverses formes constitue le phosphore total, dont chaque forme peut être mesurée indépendamment des autres par spectrométrie (H. Zantou et S. Latbi, 2009).

I.6. Composition des eaux usées

La composition des eaux usées (Tableau 1), est extrêmement variable en fonction de leur origine. Elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux microorganismes. En fonction de leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et du danger sanitaire qu'elles représentent, ces substances peuvent être classées en quatre groupes : les matières en suspension, les micro-organismes, les éléments traces minéraux ou organiques, et les substances nutritives (M. S .Zeghoud, 2014).

Tableau 1 : Composants majeurs typique d'eau usée domestique.

Constituants	Concentration (mg/l)		
	Fort	Moyen	Faible
Solides totaux	1200	700	350
Solides dissous (TDS)	850	500	250
Solides suspendus	350	200	100
Azote (en N)	85	40	20
Phosphore (en P)	20	10	6
Chlore cl	100	50	30
Alcalinité (en CaCO ₃)	200	100	50
Graisses	150	100	50
DBO ₅	300	200	100

(Source : M. S.Zeghoud., 2014)

I.7. Impacts des eaux usées

L'utilisation de l'eau usée traitée et des boues résiduaires, au-delà de leurs effets positifs, peut également avoir des impacts défavorables sur la santé publique et l'environnement, en fonction principalement des caractéristiques de l'eau épurée et des boues, du degré d'épuration, de la méthode et de l'endroit d'utilisation. La pollution du sol et des eaux souterraines et de surface est parmi les inconvénients potentiels les plus importants de l'utilisation d'eau usée traitée (ONAIA., 2003).

Tableau 2: Typologie des risques associés à la réutilisation des eaux usées.

Secteur Impacté	Risques	Aléas	Sensibilité (exposition)
Santé	<ul style="list-style-type: none"> • Risques microbiologiques : choléra, infections, diarrhées, allergies. • Risques chimiques : intoxication, cancers. • Dégradation qualité des produits agroalimentaire. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pathogènes. • Composés toxiques <ul style="list-style-type: none"> • Polluants émergents, perturbateurs endocriniens 	Exposition : public, usagers, consommateurs
Environnement	<ul style="list-style-type: none"> • Eutrophisation, pollution de nappes. <ul style="list-style-type: none"> • Odeurs. • Impacts des coproduits de traitements. (concentrés membranaires, boues). <ul style="list-style-type: none"> • Émissions de CO2 (consommation d'énergie pour le traitement). 	<ul style="list-style-type: none"> • Azote, phosphore, composés toxiques, métaux lourds. 	Profondeur des nappes, sensibilité des milieux (zones côtières).
Sol et plantes	<ul style="list-style-type: none"> • Toxicité des plantes (sels) • Salinisation et dégradation des sols (eau salée) • Accumulation de polluants dans les sols 	<ul style="list-style-type: none"> • Salinité, métaux lourds. 	Sensibilité des cultures, fragilité des sols.
Perception	<ul style="list-style-type: none"> • Impact visuel (stockage). <ul style="list-style-type: none"> • Odeurs. • Rejet social (méconnaissance, peurs). • Tension si expropriation. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gêne 	Niveau de perception, propension au Changement.
Distribution, Equipement	<ul style="list-style-type: none"> • Développement d'algues. <ul style="list-style-type: none"> • Corrosion, biofilm, bouchage. 	<ul style="list-style-type: none"> • Matière organique, azote, phosphore, matières en suspension 	Type de système d'irrigation.

Source : Condom et al. 2012

I.8. Normes de rejet

I.8.1. Normes internationales

La norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser ou une limite inférieure à respecter. Elle est fixée par une loi, une directive ou un décret. Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé respective pour les eaux usées sont indiquées sur le tableau 3. (INSPQ).

Tableau 3 : Normes de réutilisation des eaux usées épurées.

Caractéristiques	Normes utilisées OMS ** (1989) - FAO * (1985)
pH	6,5-8,4 *
CE (dS/m)	<0,7 * Aucune restriction 0,7 – 3,0 * restriction légère à modérée > 3,0 * Forte restriction
DBO₅	<1 0mg/l **
DCO	< 40 mg/l **
MES	<30 mg/l **
NH₄⁺	< 2mg/l **
NO₂⁻	< 1 mg/l **
NO₃⁻	50 mg/l **
P₂O₄⁻³	< 0,94 mg/l **
Température	< 30°C
Couleur	Incolore
Odeur	Inodore

Source : OMS *****(1989) - FAO *****(1985)

I.8.2. Les normes algériennes de rejets d'effluents

La législation en Algérie qui traite la réutilisation des eaux épurées conformément au décret N° 07-149 du 20 mai 2007 fixant les modalités de concession d'utilisation des eaux épurées à des fins agricoles et l'Arrêté interministériel du 02/01/2012 fixant les spécifications des eaux épurées utilisées à des fins d'irrigation. Les textes législatives sont donnés à partir :

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

Les normes de rejets avant ou après traitement sont destinées à la protection du milieu récepteur naturel.

Les valeurs limites maximales des paramètres de rejet sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 4 : les normes de rejet des eaux usées en vigueur en Algérie sont :

Paramètres	Unités	Valeurs limites	Tolérance des valeurs limites des anciennes installations
Température	C°	30	30
pH	-	6,5-8,5	6,5-8,5
MES	Mg/l	30	40
Azote	Mg/l	30	40
Phosphore total	Mg/l	10	15
DCO	Mg/l	90	130
DBO ₅	Mg/l	30	40
Aluminium	Mg/l	3	5
Substance toxique bioaccumulable	Mg/l	0,005	0,01
Cyanures	Mg/l	0,1	0,15
Fluore et composés	Mg/l	15	20
Indice de phénol	Mg/l	0,3	0,5
Hydrocarbures totaux	Mg/l	10	15
Huiles et graisses	Mg/l	20	30
Cadmium	µg/l	0,2	0,25
Cuivre total	µg/l	0,5	1
Mercure total	µg/l	0,01	0,05
Plomb total	µg/l	0,5	0,75
Chrome total	µg/l	0,5	0,75
Manganèse	µg/l	1	1,5
Nickel total	µg/l	0,5	0,75
Zinc total	µg/l	3	5
Fer	µg/l	3	5

Source : journal officiel de la république algérienne (2006)

I.9. Les procédés de traitement des eaux usées

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, respectueuse des équilibres naturels et de ses usages futurs. Dans une STEP, les eaux usées polluées peuvent être traitées par divers procédés, à des degrés d'épuration et à des coûts variables selon le niveau de qualité exigé par les milieux récepteurs et les usagers de l'eau.

Le processus d'épuration peut comprendre plusieurs étapes (H. Zantou et S. Latbi, 2009), (Achiou D., 2017), (Des jardins. R., 1990).

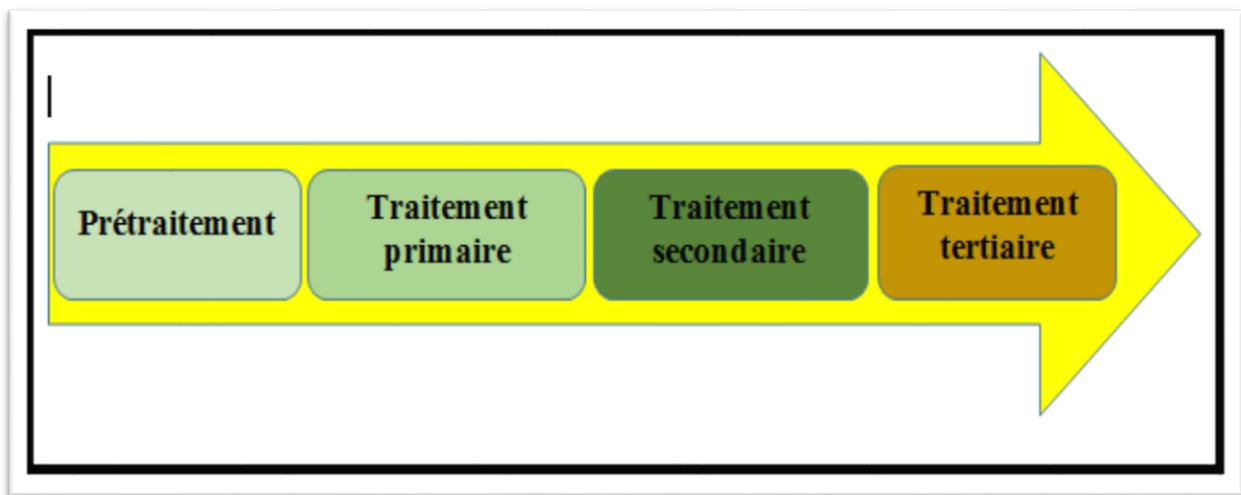


Fig. 02: Les procédés de traitement des eaux usées

I.9.1. Prétraitements

Le prétraitement consiste à extraire de l'eau la plus grande quantité des éléments présents, il comporte l'ensemble d'opérations suivantes : Dégrillage, Dessablage et Dégraissage (Déshuilage) (Mahdjar M., 2016).

I.9.1.1. Dégrillage

L'ensemble de dégrillage comporte 1 dégrilleur automatique fin de type à champ courbe, avec espacement entre barreaux de 20 mm, le dégrillage grossier ayant déjà été assuré à l'entrée de la station. Les refus sont évacués par un convoyeur à vis vers une benne. En cas d'avarie ou d'entretien sur le dégrilleur automatique, il est prévu un canal de by pass équipé d'un dégrilleur de secours à champ droit manuel avec espacement entre les barreaux de 20 mm. Il est isolé par des batardeaux en aluminium à commande manuelle.

Tous les canaux de dégrillage sont isolables par le même dispositif de batardeau en aluminium (Neggacha N., 2017)

I.9.1.2. Dessablage

Le dessablage a pour but d'extraire des eaux brutes les graviers, les sables et les particules minérales plus ou moins fines de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduites, ainsi pour protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion et à éviter de surcharger les stades de traitements ultérieurs en particulier les réacteurs biologiques. L'écoulement de l'eau à une vitesse réduite dans un bassin appelé "dessableur" entraîne leur dépôt au fond de l'ouvrage. Les sables récupérés par aspiration sont ensuite essorés puis lavés avant d'être soit envoyés en décharge, soit réutilisés selon la qualité du lavage. Cette opération concerne les particules minérales de granulométrie supérieure à 100 μm (D.H. W. A., 2010).

I.9.1.3. Dégraissage

Le dégraisseur a pour objet la rétention des graisses par flottation naturelle ou accélérée par injection de fines bulles.

L'opération se fait par flottation grâce à l'introduction d'air comprimé qui fait remonter en surface de l'eau des particules huilières émulsionnées et favorisent leur agglomération, les graisses flottées sont rassemblées dans une zone de tropicalisation ou ils sont raclées (Mahdjar M., 2016).

I.9.2. Décantation primaire

La décantation est une technique de séparation des matières en suspension et des colloïdes rassemblés en floc. Cette technique est très répandue dans les usines d'épuration et de traitement des eaux.

La décantation primaire vise à parfaire la qualité des prétraitements notamment par la capture de MES naturellement décantables et par une élimination poussée des flottants (huiles et graisses). Lors de cette étape, les particules, dont la densité est supérieure à l'eau, vont avoir tendance à s'accumuler au fond du décanteur sous l'effet de la pesanteur. Les particules seront éliminées du fond du bassin périodiquement (Mahdjar M., 2016).

I.9.3. Traitement secondaire

Le traitement secondaire comprend deux phases : le traitement biologique et la clarification qui permettent l'élimination de la matière dissoute dans l'eau (minérale et organique) et le dégazage de l'azote (El Alaoui R et Taoussi I, 2013), (Karafi K., Moustauoui F, 2012).

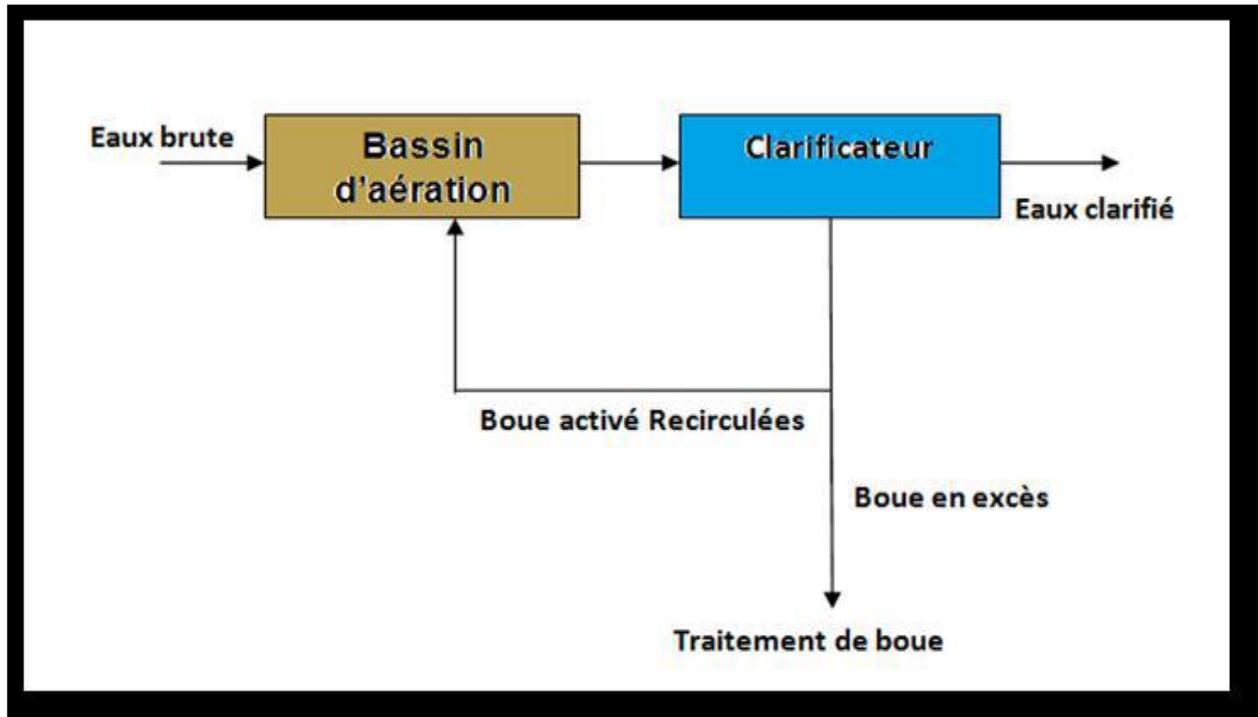


Fig. 03: Schéma de traitement secondaire (Source : Karafi K et al., 2012)

I.9.4. Traitement physico-chimique

Le traitement primaire est un traitement physico-chimique. Il est possible d'ajouter dans l'eau des agents coagulants et flocculant. On peut alors récupérer un grand nombre de particules en suspension par décantation ou flottation (ONA).

I.9.5. Traitements biologiques

Ils constituent le mode classique d'épuration de la pollution organique carbonée et azotée.

I.9.5.1. Les procédés biologiques intensifs

1. Traitement par boues activées

Le principe des boues activées réside dans une intensification des processus d'autoépuration que l'on rencontre dans les milieux naturels. Aucun support n'est présent dans ce système. Les bactéries flottent en flocons dans les eaux usées et le processus de purification a lieu sous aération intense. Les conditions aérobies et anaérobies (pauvres en oxygène) peuvent être modifiées dans l'espace et dans le temps de façon à ce que les nutriments eux aussi (comme l'azote et le phosphore) puissent être éliminés (Rahmani A, 2015).

2. Lit bactérien aérobie

Les bactéries se trouvent également sur un support poreux ou caverneux. L'eau à traiter est dispersée en pluie à la surface du filtre. Le procédé met en œuvre un clarificateur et comporte ensuite, phase d'aération et phase de décantation (Rahmani A, 2015).

3. Les disques biologiques

C'est une technique faisant appel aux cultures fixées est constituée par les disques biologiques tournants où se développent les micro-organismes et forment un film biologique épurateur à la surface des disques. Les disques étant semi immergés, leur rotation permet l'oxygénation de la biomasse fixée (Mekhalif F., 2009).

I.9.5.2. Les procédés biologiques extensifs

1. Lagunage

Le lagunage est un procédé d'épuration des eaux usées qui consiste en un lent écoulement de l'eau dans un ou plusieurs réservoirs peu profonds (de 2-3 mètres), étanches où prolifèrent des bactéries et autres organismes vivants consommant des matières organiques.

Ce mécanisme est de nature biologique et permet l'élimination des matières organiques biodégradables avec production de sels minéraux, ce qui conduit à un phénomène d'eutrophisation, caractérisé par une prolifération d'algues

(Phytoplancton) sous l'effet conjugué de la présence de dérivés azotés et phosphorés dans l'eau et de la photosynthèse due aux radiations solaires (Mahdjar M., 2016).

2. Epandage des eaux usées

L'épandage est le procédé le plus ancien, il consiste à déverser directement sur le sol perméable des eaux usées, où les granulats constituant le sol sont alors un matériau de support de micro-organismes, ces derniers servent à dégrader la matière organique. Ce procédé peut être dangereux dans la mesure où les eaux qui s'infiltrent à travers le sol peuvent contaminer la nappe (Mahdjar M., 2016).

I.9.6. Décanteur secondaire

Dans une station d'épuration, le décanteur secondaires l'ouvrage fondamental qui assure la séparation gravitaire de la boue et de l'eau épurée rejetée dans le milieu récepteur.

Le bon fonctionnement de cet ouvrage implique le respect des règles de conception, une gestion rationnelle de la production de boue ainsi que la maîtrise de sa décantabilité. Les ouvrages cylindriques munis de racleur de fond sont à prescrire pour les boues activées. La hauteur d'eau à la périphérie ne doit pas être inférieure à 2,80 m. Toute sur-profondeur d'un décanteur secondaire est à considérer comme facteur sécurisant au plan hydraulique (Mahdjar M., 2016).

I.9.7. Traitement tertiaire

Le traitement tertiaire vise à éliminer les dernières MES et le phosphore, Plus une désinfection des eaux est impérative pour l'élimination des germes pathogènes présents dans l'eau (Karafi K., Moustoufi F., 2012).

1. Désinfection

Actuellement, il existe de nombreuses techniques de désinfection visant à améliorer la qualité bactériologique des rejets afin de protéger les milieux récepteurs sensibles comme notamment les zones de baignades et conchylicoles (Mahdjar M., 2016).

- La chloration
- L'ozonation
- Le rayonnement ultraviolet

2. Traitement des boues

Le bon fonctionnement de la STEP est conditionné par l'extraction régulière des boues, selon le système adopté, la boue est sous formes liquide, solide ou pâte. D'autre part, les boues provenant du décanteur primaire, et le décanteur secondaire sont admises dans une filière de traitement comprenant : l'épaississement, la déshydrations (Mahdjar M., 2016).

2.1. Epaississement des boues

L'épaississement constitue en fait le premier stade de la réduction du volume des boues, cette opération d'épaississement peut se faire par gravité (épaississement par décantation) ou par flottation (épaississement par flottation) (Mahdjar M., 2016).

2.2. Déshydratation

La déshydratation des boues est réalisée de deux manières : (Mahdjar M., 2016)

- * Déshydratation naturel
- * Déshydratation mécanique (artificielle).

I.10. 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.

II.1. Introduction

Traitement des eaux usées dans les stations d'épuration à boues activées est l'une des techniques les plus appropriées de traitement des eaux usées pour notre pays, réunissant toutes les conditions favorables à son exploitation.

On a choisi, pour évaluer l'efficacité de cette technique, de baser le présent chapitre sur l'étude de station d'épuration d'Ain Defla.

II.2. La wilaya d'Ain Defla

Issu du découpage administratif de 1984 la ville de Ain Defla se présente comme étant une zone relais entre L'Est et L'Ouest, le Nord et le Sud, occupant de ce fait, une position géographique central pouvant lui confier un rôle stratégique lors de l'élaboration du schéma national d'aménagement du territoire, assurant ainsi une parfaite jonction entre le littoral et la région des hautes palataux ainsi qu'une meilleure liaison entre la région Ouest et celle de l'Est du pays (Bokreta O et Ramdani O, 2013).

Au Nord la daïra d'Alamra, à L'Est la daïra de khemis, à L'Ouest la daïra de Rouina, au Sud la daïra de Djélida.



Fig. 04 : Localisation de la wilaya d'Ain Defla (source : Google Map 2018)

II.2.1. Situation démographiques

La population totale de la wilaya est estimée à 885554 habitants en 2017 et 809106 habitants en 2013 et soit une densité de 176 habitants par Km². taux de croissance de la population : 1,5 % population active (2010) : 194150 hab. population occupée (2010) : 173532 hab.

Et pour la ville de Ain Defla la population en 2013 est estimée à : 74293 habitants, soit en densité de 798,4 habitants par km². Taux de croissance de la population : 2,3% (Yousfi B et Kherchaoui A., 2014).

II.3. Présentation de la station d'épuration de la ville d'Ain Defla

La station d'épuration d'Ain Defla est située au nord de la wilaya d'Ain Defla, à 145km au sud-ouest d'Alger elle est implantée dans la commune d'Ain Defla. Elle a été mise en service en avril 2007, le procédé d'épuration utilisé est « Boues activées à faible charge », elle a une capacité de 50000 eq/hab. et un débit nominal de 12900m³/j. Cette STEP a été conçu dans le but de traiter les eaux usées de type domestique de la ville de Ain Defla et de protéger l'Oued Cheliff qui est son Point de rejet final (Kellouche A et Abdelbaki C., 2013).

Le procédé utilisé dans cette unité est le procédé biologique qui consiste à utiliser des boues activées sous les deux systèmes aérobies et anaérobies. L'eau traitée servira pour l'irrigation de quelque espace de terres agricoles, et l'autre volume vers l'oued Chélif.

Les résidus de la station (la boue résiduaire) sont aussi utilisés comme « Engrais » par l'agriculture de la région, mais cette dernière année la station a stocké la boue activée, pour mesurer le taux des métaux lourds avant d'être utilisé dans l'agriculture.

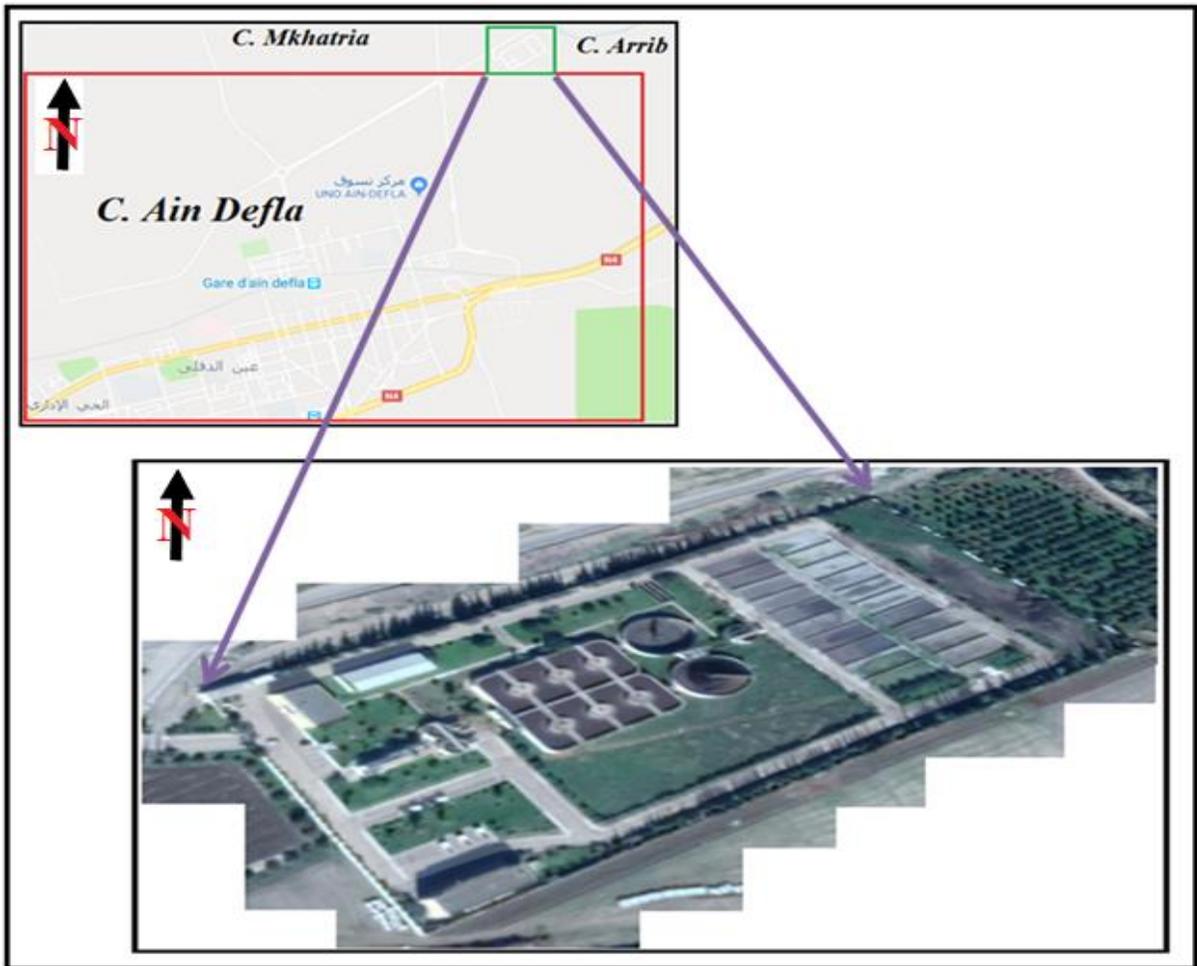


Fig. 05 : Localisation de la station d'épuration d'Ain Defla (Rata. Y, 2018)

II.3.1. Caractéristiques de la STEP d'Ain Defla

Le principal but projeté par l'épuration des eaux usées de la ville d'Ain Defla est l'amélioration de l'environnement par la suppression de rejet en eaux usées de surface et notamment de l'Oued Cheliff (ONA, 2005), prévient l'éventualité de situations esthétiques désagréables. Ainsi que la protection des nappés d'eau souterraines de la contamination par l'eau polluée et la réutilisation des eaux usées traitées par la STEP à des fins agricoles.

La station d'épuration d'Ain Defla est rentrée en exploitation en 2008. Elle est conçue pour épurer une quantité d'eau estimée à 9157 m³/j. Le procès consiste en une épuration biologique par boues activées à faible charge, avec stabilisation aérobie (Mehaiguene M et al, 2018).

Les principales caractéristiques des stations d'épuration d'Ain Defla sont renseignées dans le tableau 05.

Tableau 05 : Les principales caractéristiques de la station d'épuration d'Ain Defla.

Capacité de traitement Eq/hab.	Effluent brut m ³ /j	Effluent épuré m ³ /j	Procédé d'épuration
50000	13680	9157	Boue activée

Source : (ONA 2005)

II.3.2. Description et fonctionnement de la station

La plupart des stations d'épuration fonctionnent selon les mêmes processus de base, mais des différences plus ou moins importantes peuvent exister dans la manière de mettre en place des processus. Le traitement se divise généralement en plusieurs étapes.

La station d'épuration d'Ain Defla est de type boues activées à faible charge, d'une capacité de 50 000 Equivalents – habitants, soit un débit nominal de 12900 m³/présent un bon état de fonctionnement. La charge de pollution à l'entrée de STEP : (MES 398 mg/l, DBO₅ : 300 mg/l, DCO : 700 mg/l) et la sortie de STEP : (MES : 30 mg/l, DBO₅ : 30-40 mg/l, DCO : 90-120 mg/l). Le rendement d'élimination : sur MES 80%, MO 85%.

La filière de traitement compte un dégrilleur grossier, un dégrilleur fin, un dessableur-déshuileur, deux bassins biologiques avec six aérateurs chacun, deux clarificateurs, un épaisseur et 20 lits de séchage pour la déshydratation naturelle (Bokreta O et Ramdani O, 2013).

II.3.2.1. Description de laboratoire

La station d'épuration d'Ain Defla dispose un local pour effectuer toutes les analyses nécessaires à la caractérisation et la quantification de la pollution de l'eau usée. Ce laboratoire est équipé principalement de divers instruments de mesure et des appareils spécialisés, automatisés ainsi des produits et réactifs chimiques.



Photo 01: Laboratoire de STEP d'Ain Defla (17/04/2018)

II.3.3. Débit moyen mensuel à l'entrée et à la sortie (année 2017) de STEP

Les résultats obtenus sont résumés dans la figure qui montre la variation de débit mensuel à l'entrée et à la sortie du l'année 2017.

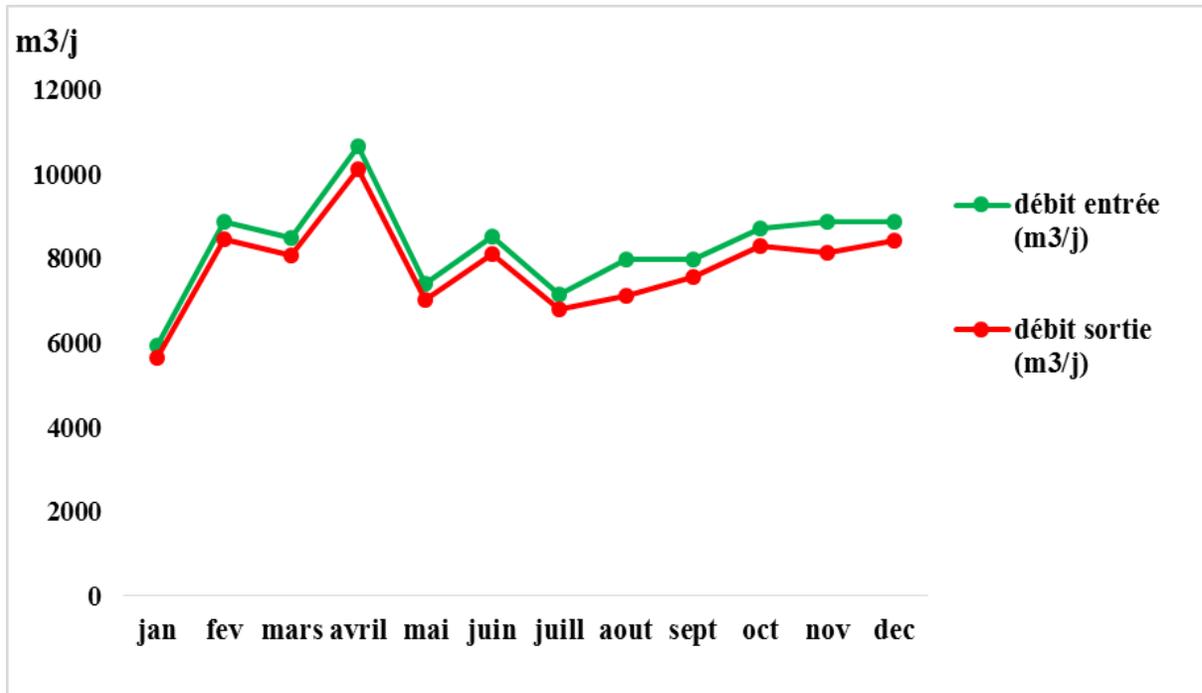


Fig. 06 : Variation mensuel du débit à l'entrée et à la sortie de la STEP (année 2017).

D'après (figure 06), on ne remarque pas vraiment une variation du débit à l'entrée et à la sortie pour l'année 2017, les valeurs sont proches les unes des autres.

Les valeurs mensuelles des eaux brutes varient dans un intervalle qui va d'un minimum de 5936,20 m³/j au mois de Janvier et un maximum de 10649,40 m³/j au mois d'Avril, avec une valeur moyenne de 8286,77 m³/j . A la sortie les valeurs des eaux épurées varient dans un intervalle qui va d'un minimum de 5639,39 m³/j de mois de Janvier et un maximum de 10116,93 m³/j de mois d'Avril, avec une valeur moyenne 7812,02 m³/j . Cette diminution du débit de l'eau traitée à cause des fuites entre les ouvrages de station et l'effet de l'évaporation de l'eau.

II.4. Traitement des eaux usées

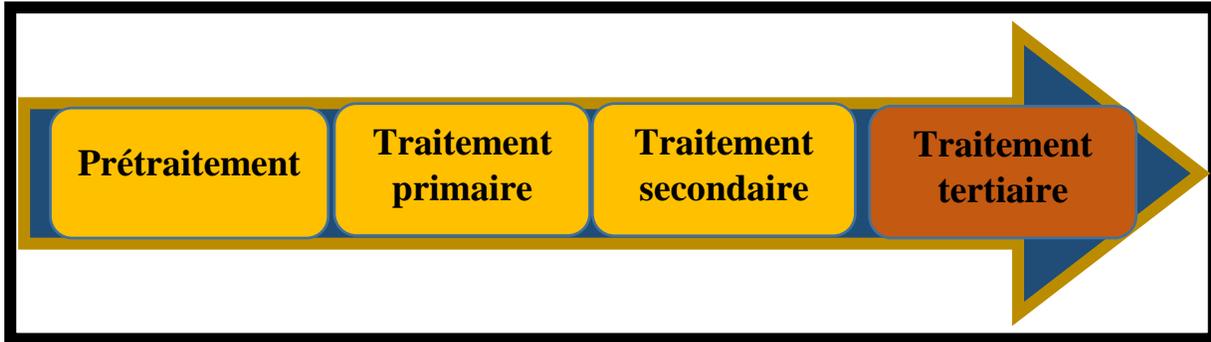


Fig. 07: Les étapes de traitement de STEP Ain Defla

II.4.1. Prétraitement

Les prétraitements ont pour objectif d'éliminer les éléments les plus grossiers, qui sont susceptibles de gêner les traitements ultérieurs et d'endommager les équipements. Il s'agit des déchets volumineux (dégrillage), des sables et graviers (dessablage) et des graisses (dégraissage-déshuilage) (B. Meryeme et N. Sara, 2013).

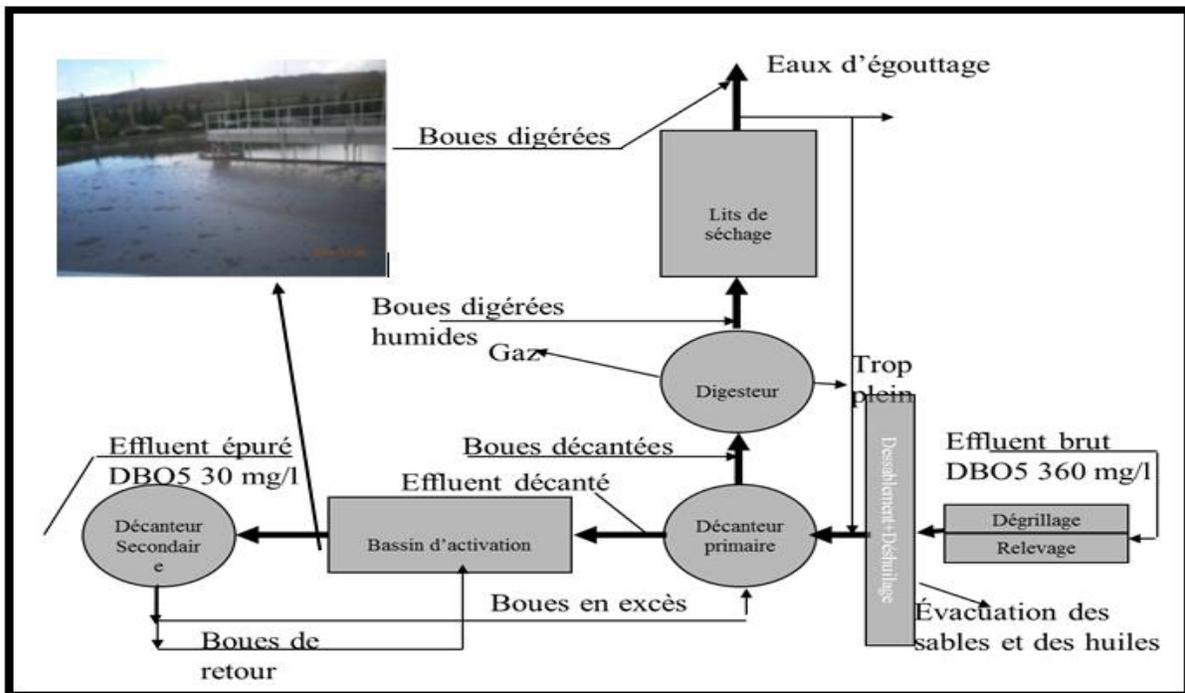


Fig. 08 : Schéma simplifiés du système d'épuration de la STEP d'Ain Defla.

(Source : Mehaiguen M et al, 2018)

Au cours du dégrillage, les eaux usées passent au travers d'une grille dont les barreaux, plus ou moins espacés, retiennent les matières les plus volumineuses charriées par l'eau brute, qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements suivants ou en compliquer leur exécution.

Le dégrillage permet aussi de protéger la station contre l'arrivée intempestive des gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de l'installation. Les éléments retenus sont, ensuite, éliminés avec les odeurs ménagères (Azzouzi N., 2010).



Photo 02: Dégrillage fin (17/04/2018)

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

Le dégraissage vise à éliminer la présence de graisses qui peuvent gêner l'efficacité des traitements biologique qui interviennent ensuite. Le dégraissage s'effectue par flottation (B. Meryeme et N. Sara, 2013).



Photo 03: Dessablage dégraissage (17/04/2018)

II.4.2. Le traitement primaire

Le traitement ‘primaire’ fait appel à des procédés physiques, avec décantation plus ou moins aboutie.

Son objectif est d'éliminer les particules dont la densité est supérieure à celle de l'eau par gravité. La vitesse de décantation est en fonction de la vitesse de chute des particules, qui elle-même est en fonction de divers autres paramètres parmi lesquels : grosseur et densité des particules (Azzouzi N., 2010).

II.4.3. Les traitements secondaires

L'élimination biologique des matières polluantes.

Dans grande majorité des cas, l'élimination des pollutions carbonée et azotée s'appuie sur des procédés de nature biologique. Les procédés membranaires combinent quant à eux des procédés biologiques et physiques.

Certaines installations de dépollutions des eaux usées ont toutefois recours à des filières de traitements physico-chimique, qui peuvent dans différents cas s'avérés plus opportunes (B. Meryeme et N. Sara, 2013).

II.4.4. Les traitements biologiques

Les traitements biologiques reproduisent, artificiellement ou non, les phénomènes de l'autoépuration existant dans la nature. L'autoépuration regroupe l'ensemble des processus par lesquels un milieu aquatique parvient à retrouver sa qualité d'origine après une pollution. Les techniques d'épuration biologiques utilisent l'activité des bactéries présentes dans l'eau, qui dégradent les matières. Ces techniques sont soit anaérobies, c'est-à-dire se déroulant en absence d'oxygène, soit aérobies, c'est-à-dire nécessairement un apport d'oxygène. (Boues activées).

Parmi les traitements biologiques, on distingue les procédés biologiques intensifs (B. Meryeme et N. Sara, 2013).



Photo 04: Bassin d'aération (17/04/2018)



Photo 05: Aérateur de surface (17/04/2018)

II.4.5. Les procédés biologiques intensifs

Ils regroupent toute une série de techniques ayant en commun le recours à des cultures bactériennes qui “ consomment ” les matières polluantes. Il existe deux grandes catégories de procédés biologiques artificiels :

Les installations a “ culture libres”, dans lesquelles la culture bactérienne est maintenue en suspension dans le courant des eaux usées à traiter.

Les installations a culture fixées”, ou bactérienne (appelé aussi biofilm”, “film biologique ou biomasse “) repose sur un rapport (caillou, plastique, milieu granulaire fin).

Après un temps de séjour dans ce bassin d'aération, l'effluent est renvoyé dans un clarificateur, appelé aussi décanteur secondaire. L'eau épurée est ainsi séparée des boues par décantation. Ensuite les bous soit envoyées dans une unité de traitement spécifique, en vue de leur épandage agricole ou de leur élimination, soit réinjectées pour partie dans le bassin d'aération. On qualifié cette opération de “recirculation des boues “. Ce recyclage d'une partie des boues produites par le système d'épuration permet de maintenir la masse de bactéries contenue dans le bassin d'aération à un niveau compatible avec les performances épuratoire attendues.

Les traitements par boues activées éliminent de 85% à 95% de la DBO5, selon les installations (B. Meryeme et N. Sara., 2013).



Photo 06: Bassin de clarification (17/04/2018)



Photo 07: Lit de séchage (17/04/2018)

II.5. Etude climatologique

La wilaya d'Ain Defla présente un climat méditerranéen semi-aride avec un caractère de continentalité très marqué et un écart températures de 20°C entre les températures du mois de Janvier et celle d'Aout. L'été s'étend sur 5 à 6 mois environ avec des masses d'air chaud à partir du mois de Mai. La pluviométrie reste variable et atteint 500 à 600 mm/an. Une série d'étage climatique qui va du Sub-aride au fond de la vallée au Subhumide sur les reliefs (Yousfi B et Kherchaoui A, 2014).

II.5.1. Précipitation

Formes variées sous lesquelles l'eau solide ou liquide contenue dans l'atmosphère se dépose à surface du globe. Les différentes formes de la précipitation sont: la pluie, la neige, brouillard, grêle, rosée, la quantité de la précipitation est mesurée à l'aide d'un pluviomètre (Abibsi N., 2010), (M. S .Zeghoud., 2014).

II.5.1.1. Précipitations moyenne mensuelles

Pour l'étude des précipitations moyennes mensuelles nous avons basé sur les données pluviométriques pour une période d'observation de 4 ans (2014-2017).

Tableau 06 : Précipitation moyenne mensuelle (en mm) période (2014-2017)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dés	Année
P (mm)	111,6	67,8	60,9	27,1	20,3	8,6	0,9	1,9	13,7	29,9	51,3	58,7	452,6

Source :(ONM) Ain Defla (2014-2017)

A partir de ces résultats on peut dire que :

D'après les valeurs de tableau 06 le mois la plus pluvieuse est celle de Janvier avec un Maximum de 111.6 mm, et le mois la plus sèche correspondre à Juillet avec une valeur de 0.9 mm.

II.5.1.2. Précipitations moyenne annuelles

Pour l'étude des précipitations moyennes annuelles nous avons basé sur les données pluviométriques pour une période d'observation de 4 ans (2014-2017)

Tableau 07: Précipitation moyenne annuelle (en mm) période (2014-2017)

Préc annuelle (mm)	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dés
2014	81,6	52	72,4	79	27,9	27,2	0	4,4	8,8	31,7	58,3	110,1
2015	79,2	122,9	58,9	0	11,2	2,7	0	1,7	18	21,2	34,9	0
2016	45,6	91	78,9	27,2	38,2	0,3	3,7	0	13,1	8,5	78,4	82,8
2017	239,8	5,4	33,4	2	3,9	4,1	0	1,4	15	58,2	33,7	41,8

Source : (ONM) Ain Defla (2014-2017)

A partir de ces résultats on peut dire que :

D'après les valeurs de tableau 07 l'année la plus pluvieuse est celle de 2014 avec un Maximum de 553.4 mm, et l'année la plus sèche correspondre à 2015 avec une valeur de 350.7mm.

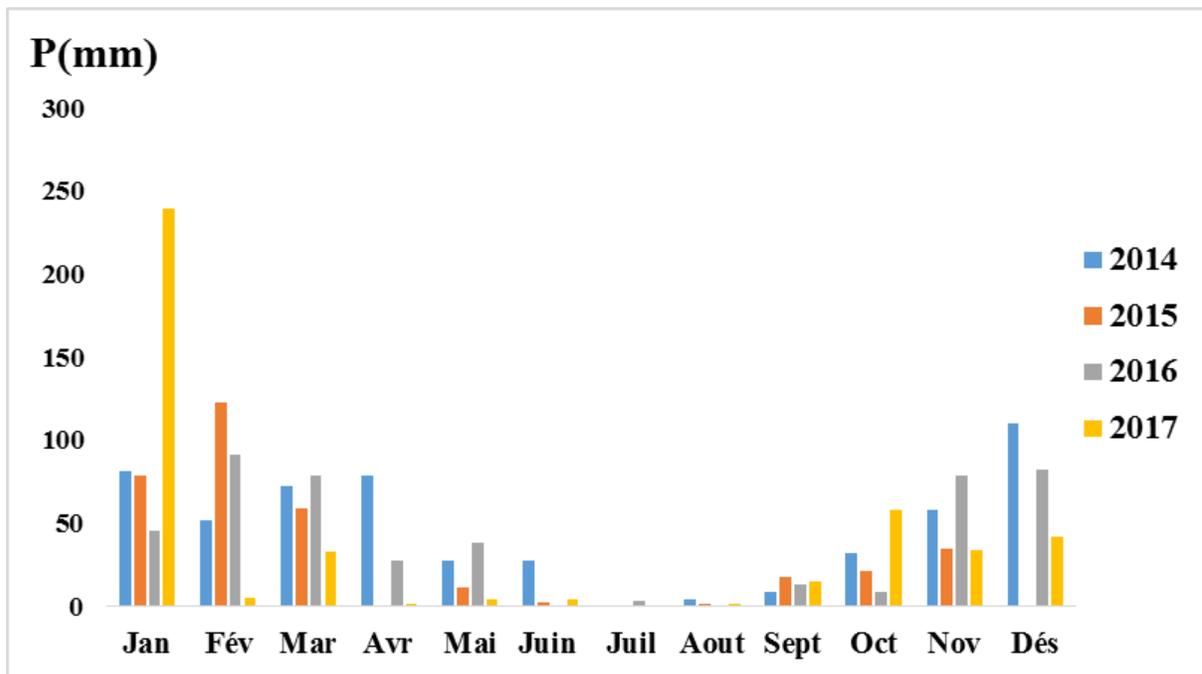


Fig. 09: Histogramme de précipitation moyenne annuelle (2014-2017)

II.5.2. Température

C'est une grandeur physique qui caractérise de façon objective la sensation subjective de chaleur ou de froid, la température est mesurée avec le thermomètre (D. Zitoun et M. Zougari., 2015), (M. S. Zeghoud., 2014).

II.5.2.1. Les températures moyennes mensuelles

Les températures moyennes mensuelles calculées à partir des mesures portant sur la période de 4ans d'observation (2014 - 2017) sont représentées dans le tableau 08.

Tableau 08 : Température moyennes mensuelles période (2014-2017)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dés
T min(C°)	6,1	7,93	7,75	11,62	14,99	19,42	22,85	23,28	19,57	15,45	10,18	6,76
T max(C°)	15,61	17,07	19,72	25,38	30,1	35,01	39,75	38,78	36,31	28,9	20,59	16,45
T moy(C°)	10,36	11,82	13,39	18,02	22,05	26,8	31,02	30,43	25,91	21,61	14,96	11,95

(Source : ONM ,2014-2017)

A partir de ces résultats on peut dire que

- Le mois de Janvier est le mois le plus froid avec des températures moyennes qui varient entre (10 C°- 11 C°)
- Le mois le plus chaud est le mois d'juillet, avec des températures moyennes qui varient autour de 31 C°

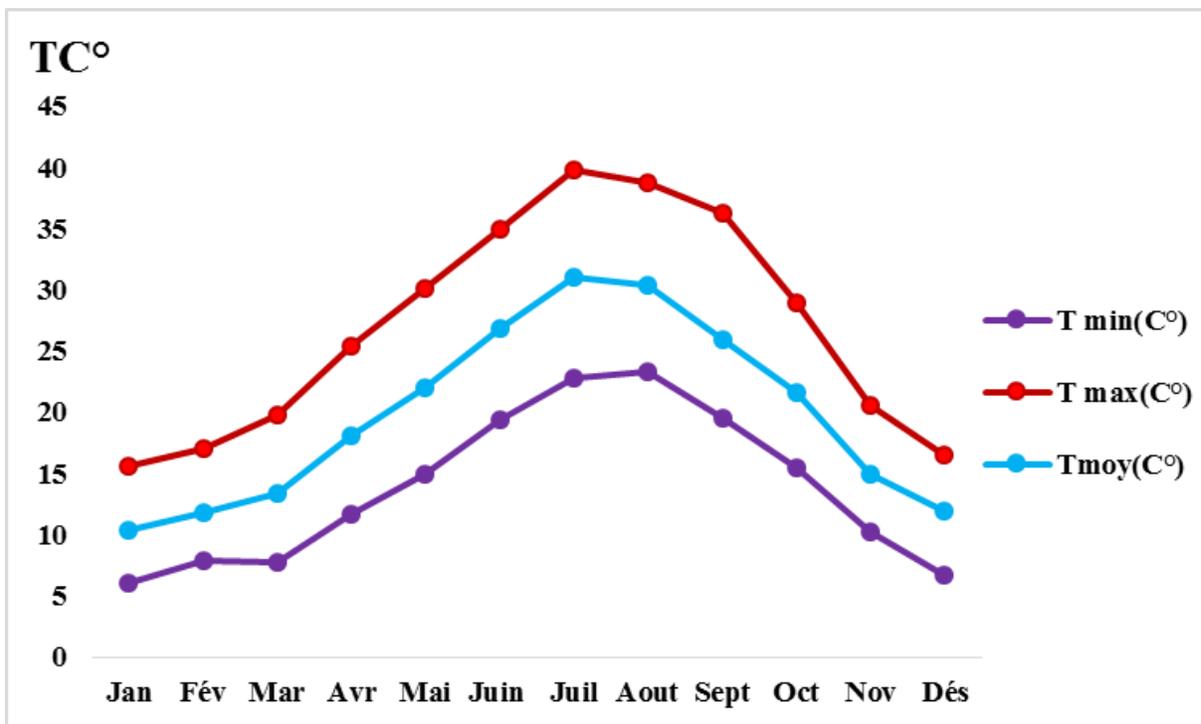


Fig. 10: Variation de température moyenne mensuelle de région d'Ain Defla (2014-2017)

II.6. Réseau hydrographique

Le sous bassin de la zone d'étude est traversé par une cours d'eau principale qui est l'oued Cheliff, il constitue un collecteur d'eaux de ruissellement qui afflue au niveau de la station d'épuration de la wilaya d'Ain Defla.

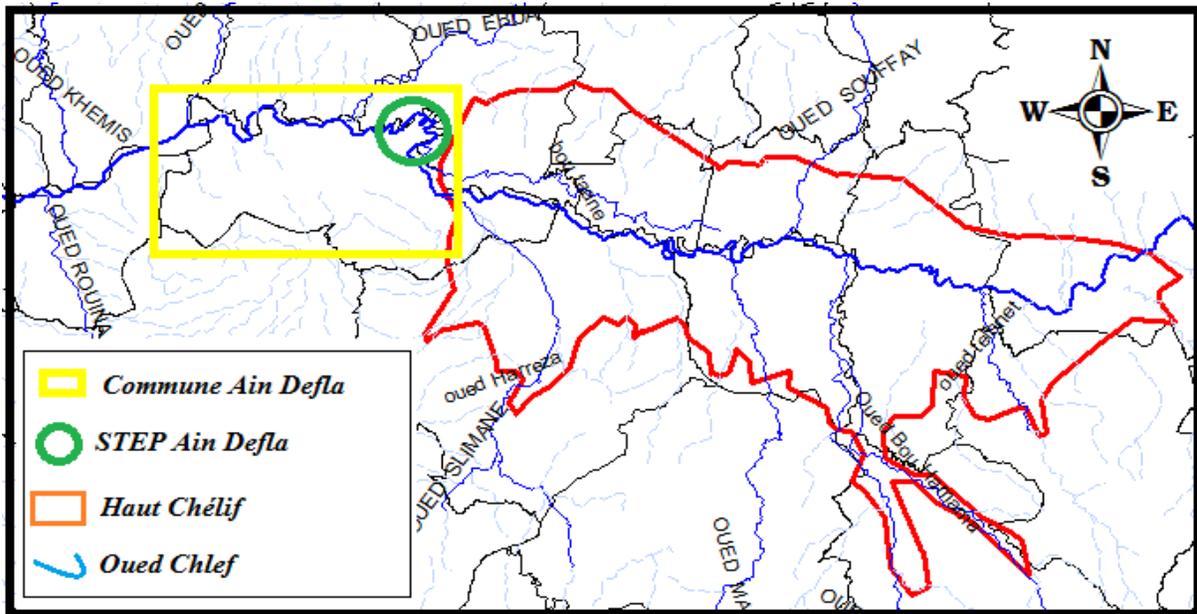


Fig. 11 : Carte du réseau hydrographique de la zone d'étude (L'original)

II.7. Conclusion

Ce chapitre nous permis de donner une présentation de wilaya de Ain Defla ainsi que une présentation et une description détaillé de-là stations d'épuration de la ville de Ain Defla et les conditions de fonctionnement et caractéristiques de Cette dernière.

Ainsi que nous avons analysé la donnée nécessaire concernant notre ville du point de vu (démographiques, climatologique, Réseau hydrographique).

- Le nombre de population actuel (2017) de la ville d'Ain Defla est : 885554 habitants
- Les températures peuvent atteindre la valeur maximale au mois de Juillet et Août (39,75C°) (38, 28C°).
- La période la plus pluvieuse s'étale du mois de Janvier à Février, avec un maximum au mois de Janvier (111.6 mm).

III.1. Introduction

Dans toute station d'épuration des eaux usées, il est nécessaire d'effectuer des analyses de l'eau brute et de l'eau traitée afin de déterminer les différents paramètres physico-chimique permettant d'évaluer le niveau de pollution dans chaque phase de traitement.

Dans ce chapitre on citera chaque étape contribuant aux analyses, d'une part on décrira le laboratoire, d'autre part toutes les procédures ainsi méthodes de mesures qui se font dans la station d'épuration de Ain Defla qui nous permettront par suite d'évaluer les performances épuratoires de cette STEP.

III.2. Méthode de prélèvement des échantillons

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté ; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donné, l'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspension) (Mesarat Yahia., 2017).

Globalement, il est donc nécessaire de mettre en place une organisation structurée, de développer une méthodologie adaptée à chaque cas, de procéder à un choix judicieux des points de prélèvements et d'utiliser le matériel convenable. Quel que soit la méthode adoptée, on doit obéir aux principes de bases suivants :

- Localisation des points de prélèvement : dans notre travail le prélèvement a été effectué à partir d'une conduite des rejets située à 3 m de hauteur d'un bassin de décantation à l'entrée et à la sortie du bassin.
- Définir les quantités à prélever : le volume nécessaire pour une analyse complète est de 2 litres.
- Stabiliser l'échantillon en le conditionnant dans un récipient hermétique approprié.

Les prélèvements seront effectués dans des flacons bien propre en polyéthylène ou en verre borosilicaté, bouchés émeri ou au téflon. Pour une meilleure conservation des échantillons, certains matériels sont à déconseiller comme les bouteilles en plastique ou en caoutchouc, leur réemploi poserait des problèmes de contamination résiduelle. Ainsi que certaines matières sont à proscrire pour éviter toutes contaminations comme la graisse (Mesarat Yahia., 2017).

Dans notre travail on a utilisé des flacons en verre fumé qui sont lavés et séchés de la manière suivante :

- 1-Lavage au détergent avec de l'eau chaude plusieurs fois.
 - 2-La verrerie est ensuite abondamment rincée avec de l'eau distillée, puis séchée à l'étuve à 105°C pendant deux heures.
 - 3-Avant remplissage, rincer les flacons avec l'eau à analyser.
 - 4-Eviter toutes bulles d'air dans les flacons.
- ✓ Les conditions climatiques lors du prélèvement (Pluie, Neige, Température....) ;
 - ✓ Etiqueter l'échantillon en précisant l'origine exacte et la date de prélèvement.

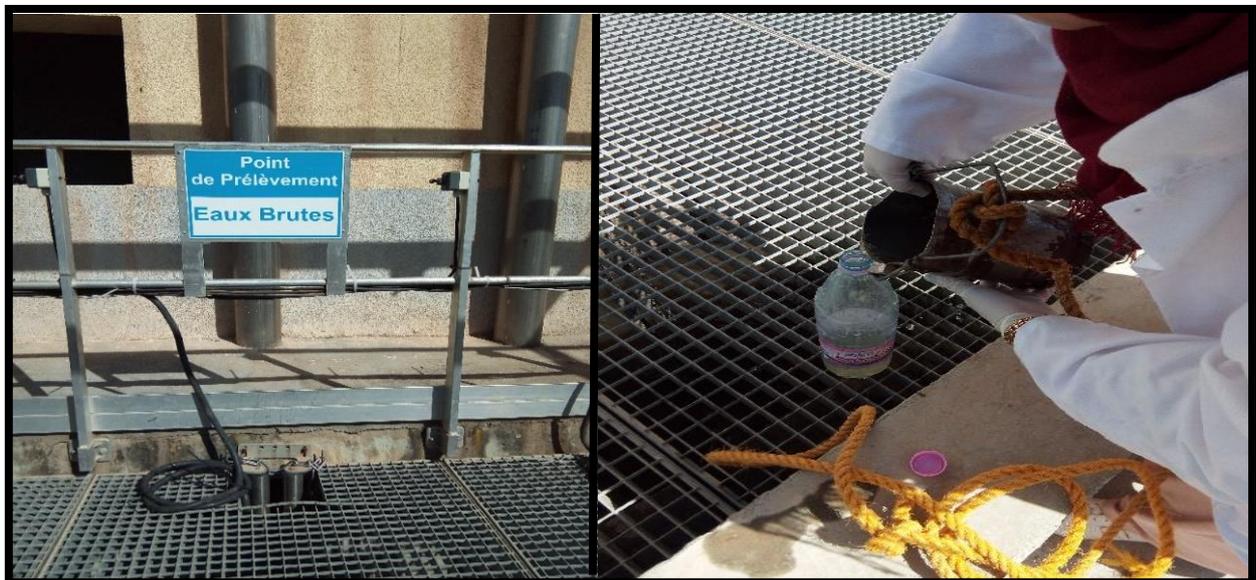


Photo 08: Prélèvement des eaux usées brutes à l'entrée (17/04/2018)



Photo 09 : Prélèvement des eaux usées traitées à la sortie (17/04/2018)

III.3. Transport et conservation au laboratoire

Après prélèvement, les échantillons sont transportés aseptiquement à la température de 4°C dans des isothermes à l'obscurité pour assurer une conservation satisfaisante.

(Larpent J. P., 1997)

III.4. Solutions chimiques et réactifs

Les solutions chimiques et les réactifs utilisés dans les analyses ils sont cités dans le tableau 09 ci-dessous :

Tableau 09 : Les paramètres et leurs réactifs.

Parametres	Reactifs
DBO₅	-Pastille d'hydroxyde de lithium - Sachet tampon de nutriments
DCO	-Réactifs LCK 514 -dichromate de potassium K ₂ Cr ₂ O ₇
Phosphate PO₄³⁻	• LCK 348
Nitrite BG N-NO₂	• LCK 341
Nitrate N-NO₃	• LCK 340
Nitrogène, Ammoniac N-NH₄	• LCK 238
Calibrage Conductivité	• TDS conductivité standard solution 442- 1500
Calibrage pH	Buffer solution pH 4, pH 10.01 et pH 7

III.5. Matériel et appareillages d'analyse

les appareillages consignés dans le tableau 10, ont été utilisés au cours ce travaille

Tableau 10 : types d'appareillages utilisés pour les différentes analyses.

Paramètres mesurés	Types d'appareils
Température°C	Valisette mut paramètre WTW multi 3420 SET-G
pH	
Conductivité (µs/cm)	
Salinité (%)	
Oxygene dissous (mg/l)	
Matières en suspension (MES mg/l)	Apperiel digestif en verre
DCO (mg/l)	Spectrophotometre UV Dr 6000 Lange
DBO ₅ (mg/l)	OxiTop
Phosphate	Spectrophotometre UV Dr 6000 Lange
Ammoniac - Nitrite – Nitrate	

III.6. Méthode d'analyses

La méthode d'analyse dépend du choix des paramètres analytiques représentatifs de la pollution générale comme l'oxygène dissous, les matières en suspension, les germes de pollution fécale, etc., ou d'une pollution particulière liée à des rejets (métaux toxiques, matières organiques, etc.) (Salem A., 1990).

III.6.1. Caractéristique organoleptiques et physico-chimiques

III.6.1.1. Caractéristiques organoleptiques

III.6.1.1.1. Détermination de la couleur (Examen visuel)

Cette méthode rapide donne une première indication sur la coloration apparente de l'eau. C'est la seule qui puisse être utilisée sur le terrain de manière simple. Elle consiste à placer l'échantillon à analyser non filtré dans une bouteille incolore, de préférence en verre, propre d'au moins un litre, d'examiner l'intensité de la couleur et la teinte de l'échantillon sous lumière diffuse sur un fond blanc. Si l'échantillon

contient des matières en suspension, le laisser, si possible décanter avant examen (Figarella J et Leyral G., 2002).

III.6.1.2. Analyses physico-chimiques

III.6.1.2.1. Mesure de pH

Le pH est en relation avec la concentration des ions d'hydrogène présent dans l'eau. La différence de potentiel existant entre une électrode en verre et une électrode de référence plongeant dans la même solution est mesuré par le pH mètre. Ce dernier doit être étalonné avant d'être utilisé (Thomas O., 1955), mode opératoire (voir l'annexe 2).

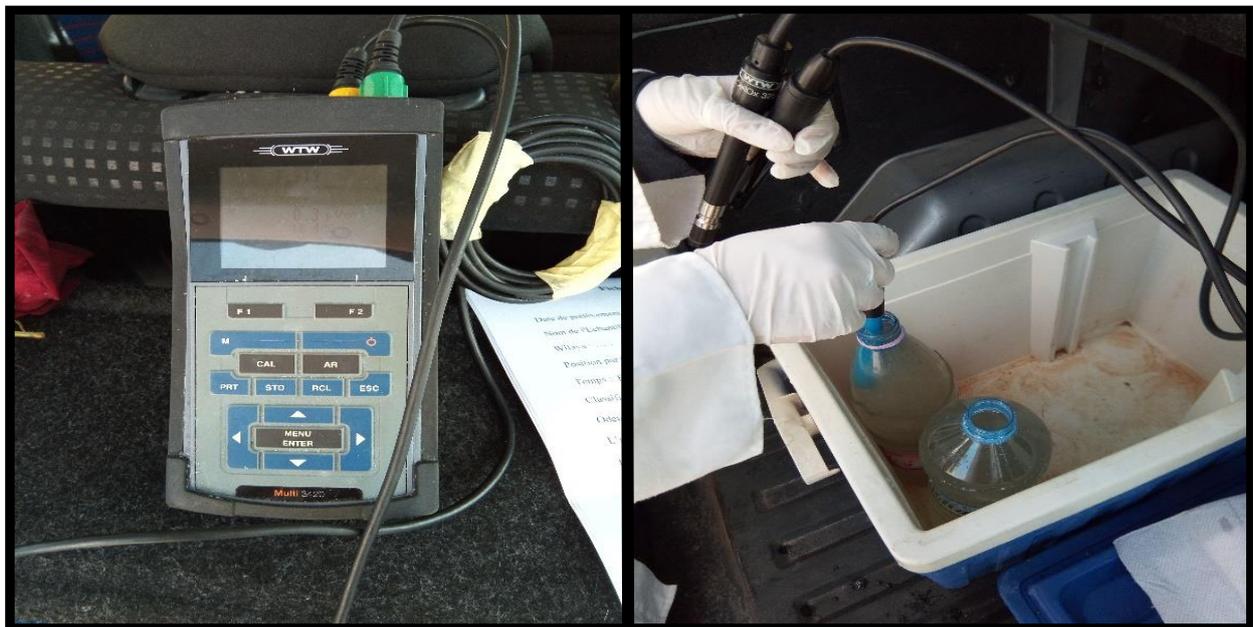


Photo 10 : pH mètre (17/04/2018)

III.6.1.2.2. Mesure de la température

La température de l'eau joue un rôle non négligeable dans l'intensité de la sensation de l'eau. Elle est le facteur le plus apprécié pour une eau destinée à l'irrigation, elle est mesurée par un thermomètre (Thomas O., 1955), mode opératoire (voir l'annexe 2).

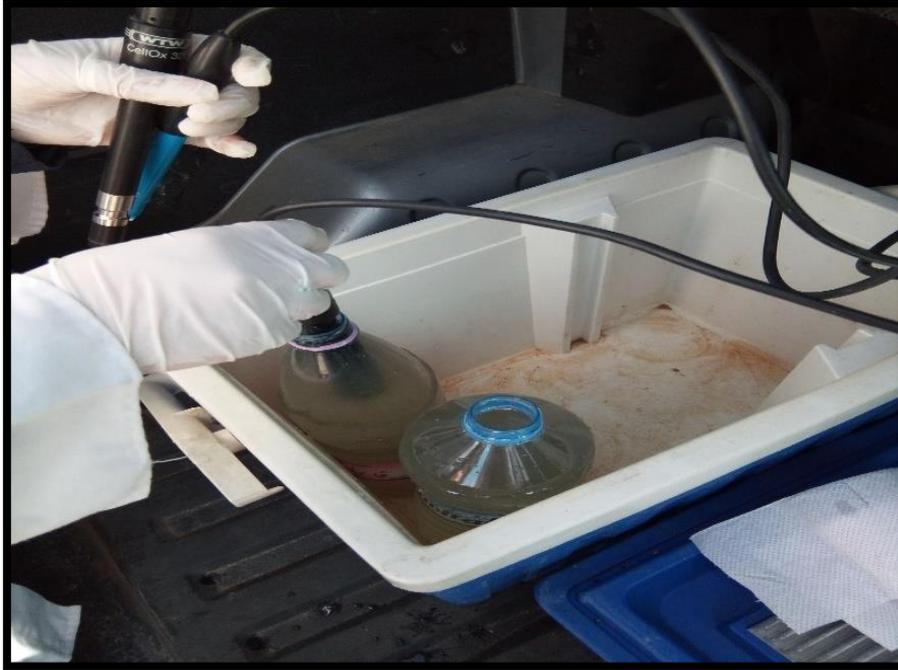


Photo 11: Electrode de pH avec les mesures de température (17/04/2018)

III.6.1.2.3 Mesure de la conductivité électrique

La mesure de la conductivité électrique, le taux de sels (TDS) et la salinité, nous donne une idée détaillée sur la minéralisation totale des eaux. On a utilisé un appareil multi-paramètres pour mesurer les trois paramètres (Thomas O., 1955), mode opératoire (voir l'annexe 2).

III.6.1.2.4. Mesure de l'oxygène dissous

Après avoir étalonné rigoureusement l'électrode de l'oxygène dissous, placer cette électrode dans l'eau de rejet à analyser. La mesure peut s'effectuer en sélectionnant dans le menu "affichage numérique" en attendant que la valeur affichée se stabilise; le résultat est donné en (mg/l) (Mesarat Yahia., 2017), mode opératoire (voir l'annexe 2).

III.6.1.2.5. Mesure MES

La présence de MES dans l'eau provoque sa turbidité. Pour le dosage de MES, nous avons utilisé la méthode par filtration sur disque filtrant de $0.45\mu\text{m}$. Le filtre est séché à 105°C puis pesé après refroidissement (Thomas O., 1955), mode opératoire (voir l'annexe 2).

Le taux de MES exprimé en (mg/l) est donné par l'expression :

$$\text{MES} = (M_0 - M_1)1000/V.$$

Où

V : Le volume en ml d'échantillon utilisé ;

M₀: La masse en mg du disque filtrant avant utilisation ;

M₁ : La masse en mg du disque filtrant après utilisation



Photo 12: Rampe de filtration (appareil digestif MES) (17/04/2018)

III.6.1.2.6. Mesure La demande biochimique en oxygène (DBO₅)

Afin d'estimer la teneur en matière organiques (MO) présente dans une eau usée ou eau de surface, on procède au dosage de la DBO₅. Cette mesure nous renseigne sur la biodégradabilité des MO de ces eaux et par la suite sur l'aptitude de ces eaux à un traitement biologique.

La détermination de la DBO₅ consiste à mesurer la consommation d'oxygène par voie biologique à température constante de 20°C, pendant un temps limité, par convention à 5 jours et à l'obscurité à l'aide d'un système de mesure OxiTop. Ce système est plus pratique, rapide et donne des résultats représentatifs (Salem A., 1990), mode opératoire (voir l'annexe 2).



Photo 13: Flacon de DBO₅ (17/04/2018)



Photo 14: DBO mètre (OxiTop) (17/04/2018)

III.6.1.2.7. Mesure La demande chimique en oxygène (DCO)

Dans des conditions définies, certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées par un excès de dichromate de potassium en milieu acide et en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure.

L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de Fer et d'ammonium mode opératoire (voir l'annexe 2).



Photo 15 : Spectrophotomètre (17/04/2018)



Photo 16 : Réactifs de DCO (17/04/2018)

III.6.1.3. Analyses biochimiques

III.6.1.3.1. Dosage de l'azote ammoniacal (NH_4^+)

La détermination de l'azote ammoniacal (NH_4^+) est obtenue par méthode colorimétrique à environ 655 nm du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium (ISO., 1990), mode opératoire (voir l'annexe 2).

III.6.1.3.2. Dosage des nitrites (NO_2^-)

Les nitrites (NO_2^-) sont dosés suivant la méthode colorimétrique. Les nitrites réagissent avec le Sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui, après copulation avec le N1 Naphtyléthylènediamine dichloride donne une coloration rose mesurée à 543 nm (ISO., 1994), mode opératoire (voir l'annexe 2).

III.6.1.3.3. Dosage des Nitrates (NO_3^-)

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosnylate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique. Le résultat est donné directement en mg/l à une longueur d'onde de 415 nm (ISO., 1994), mode opératoire (voir l'annexe 2).

III.6.1.3.4. Détermination des phosphates (PO_4^{3-})

La détermination des phosphates (PO_4^{3-}) se fait par méthode colorimétrique (Spectrophotomètre UV-visible), après formation en milieu acide d'un complexe avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium, puis réduction par l'acide ascorbique en un complexe coloré en bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption l'une vers 700 nm, l'autre plus importante à 880 nm (ISO., 1994), mode opératoire (voir l'annexe 2).

III.7. La biodégradabilité (K)

L'estimation du coefficient de biodégradabilité K est très important pour la recherche de la qualité de l'effluent qui est le rapport entre la demande chimique d'oxygène et la demande biologique, pour déterminer s'il y a des composants qui influencent la dégradation des matières organiques (Cardot C., 1999).

$$K = \text{DCO} / \text{DBO}_5$$

III.8. Matière oxydable

Les matières oxydables constituent l'essentiel de la partie biodégradable de la pollution organique rejetée. Pour éliminer, les bactéries présentes dans le milieu utilisent l'oxygène dissous dans l'eau. Des déversements importants de matière organique peuvent entraîner des déficits notables en oxygène dissous, perturbant ainsi l'équilibre biologique d'un cours d'eau. (SW1)

La variation des matières oxydables est donnée par l'expression :

$$\text{MO} = (\text{DCO} + (2 * \text{DBO}_5)) / 3$$

IV.1. Introduction

Dans ce chapitre, on présentera la qualité de l'eau brute et celle épurée par la station d'épuration de Ain Defla. On discutera notamment les performances épuratoires de cette station sur la base des analyses physico-chimiques suivantes: pH, température, conductivité, salinité, oxygène dissous, matière en suspension MES, matières azotées, phosphate, demande biochimique en oxygène DBO₅, demande chimique en oxygène DCO, effectuées sur l'eau usée à l'entrée et à la sortie de la STEP durant l'année 2017 et les quatre premières mois 2018. Les résultats sont présentés sous forme de graphique.

Nos résultats ont été comparés aux normes algériennes en vigueur, notamment le décret exécutif 06-141 définissant les valeurs limites des rejets dans un milieu récepteur (JORA., 2006).

IV.2. Résultats d'analyses physico-chimiques

IV.2.1. Potentiel d'hydrogène

Le pH mesure la concentration en ions 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. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau.

La figure suivante représente la variation du pH de l'eau brute et des eaux traitée de la STEP durant l'année 2017 et les quatre premiers mois 2018.

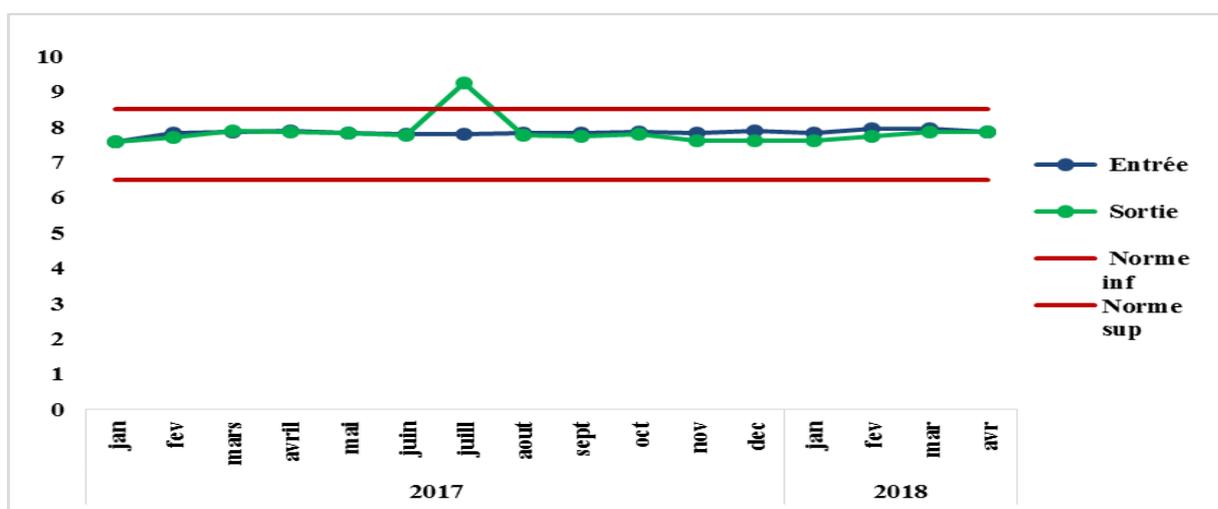


Fig. 12: Variation mensuel du pH à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 2017/2018).

A partir de la figure 12, on remarque que les valeurs mesurées du pH à la station d'épuration et pendant les deux années 2017 et 2018 montrent que pour les eaux brutes les valeurs varient entre 7.59 (Janvier 2017) et 7,95 (Février 2018), avec une valeur moyenne de 7.83. Le pH des eaux traitées, varie entre 7.58 (Janvier 2017) et 9.25 (Juillet 2017) avec une moyenne de 7.84.

Toutes ces valeurs se trouvent dans l'intervalle de la norme Algériens (6.5 à 8.5), sauf le mois de Juillet 2017 pour les eaux usées traitées qui ne répond pas à la norme, avec une forte concentration 9.25, la cause de cette augmentation de la concentration de pH est due probablement à l'utilisation une grande quantité de chlore (détergent) durant cette période estivale.

IV.2.2. Température

Il est primordial de connaître la température d'une eau. En effet elle joue un rôle très important dans la solubilité des sels et surtout des gaz. Elle permet également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (Conductivité notamment).

La figure 13 représente la variation de la température de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

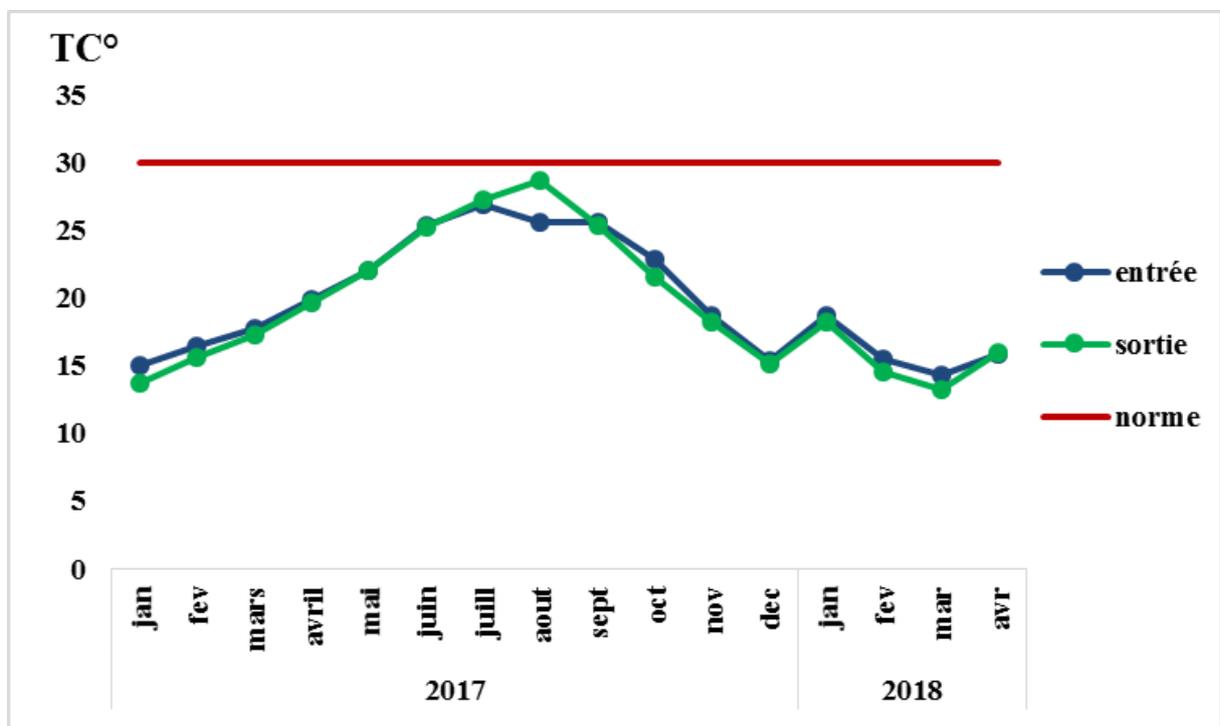


Fig. 13: Variation mensuel de la température à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 2017/2018).

On remarque que les températures à l'entrée et à la sortie de la STEP suivent la même courbe de tendance, qu'est liée principalement à la température ambiante de l'aire. L'évolution de la température pendant les deux années est caractérisée dans l'ensemble par deux phases :

- Pour les eaux brutes, une phase croissante allant du mois janvier de l'année 2017 jusqu'au mois de juillet de la même année avec valeur maximal de 26.91°C, reliée de la saison estival. Une phase décroissante allant du mois Juillet 2017 jusqu'au mois Mars 2018 avec valeur minimal de 14.3°C, pendant laquelle la valeur de température moyen avoisine les 19,73°C.

- Pour les eaux traitées, une phase croissante allant du mois Janvier 2017 jusqu'au mois d'Aout avec valeur maximal de 28,63°C, reliée de la saison estival. Une phase décroissante allant du mois Aout de l'année 2017 jusqu'au mois Mars 2018 avec valeur minimal de 13.3°C, la valeur de température moyenne est de 19,47 °C.

Selon les normes Algériennes et OMS, la température des eaux brute et traitées de la station d'épuration d'Ain Defla ne doit pas dépasser la norme 30°C.

IV.2.3. La conductivité électrique

La conductivité électrique est probablement l'une des plus simples et des plus importantes pour le contrôle de la qualité des eaux usées. Elle traduit le degré de minéralisation globale, elle nous renseigne sur le taux de salinité.

Les résultats obtenus après analyse la conductivité de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP sont présentés sur la **figure 14**

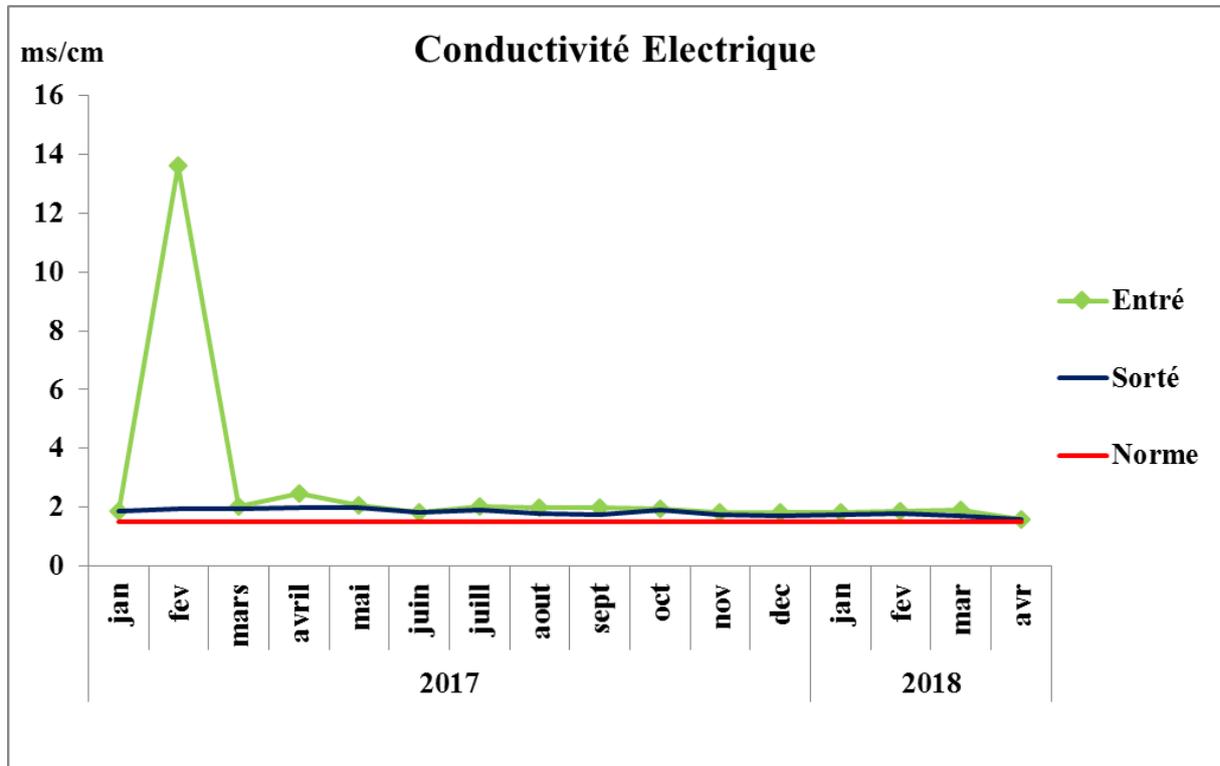


Fig. 14: Variation mensuel de la conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 2017/2018)

D'après la figure 14, on ne remarque pas de variation de la conductivité dans la majorité des prélèvements à l'entrée et à la sortie, toutes les valeurs de la conductivité sont plus proches sauf pour le mois Février 2017 à l'entrée des eaux.

Les valeurs de mesure de conductivité électrique pour l'eau brute varient dans un intervalle qui va d'un minimum de 1.59 mS/cm au mois d'Avril (2018), et à un maximum de 13.62 mS/cm au mois de Février (2017), avec une valeur moyenne de 2.68mS/cm, Cette variation est due au changement de la concentration en sels dissous dans les eaux qui arrivent à la STEP.

A la sortie les valeurs est varié entre valeur minimal 1.6 mS/cm au mois d'Avril (2018) et des valeurs maximales 1.98 mS/cm pour les deux mois d'Avril et Mai (2017), avec une valeur moyenne de 1.83 mS/cm, on constate une stabilisation de la conductivité suite au traitement, la concentration en sels se stabilise plus proche les normes algérienne et OMS avec une augmentation très faible.

IV.2.4. Salinité

La figure 15 représente la variation de la salinité de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

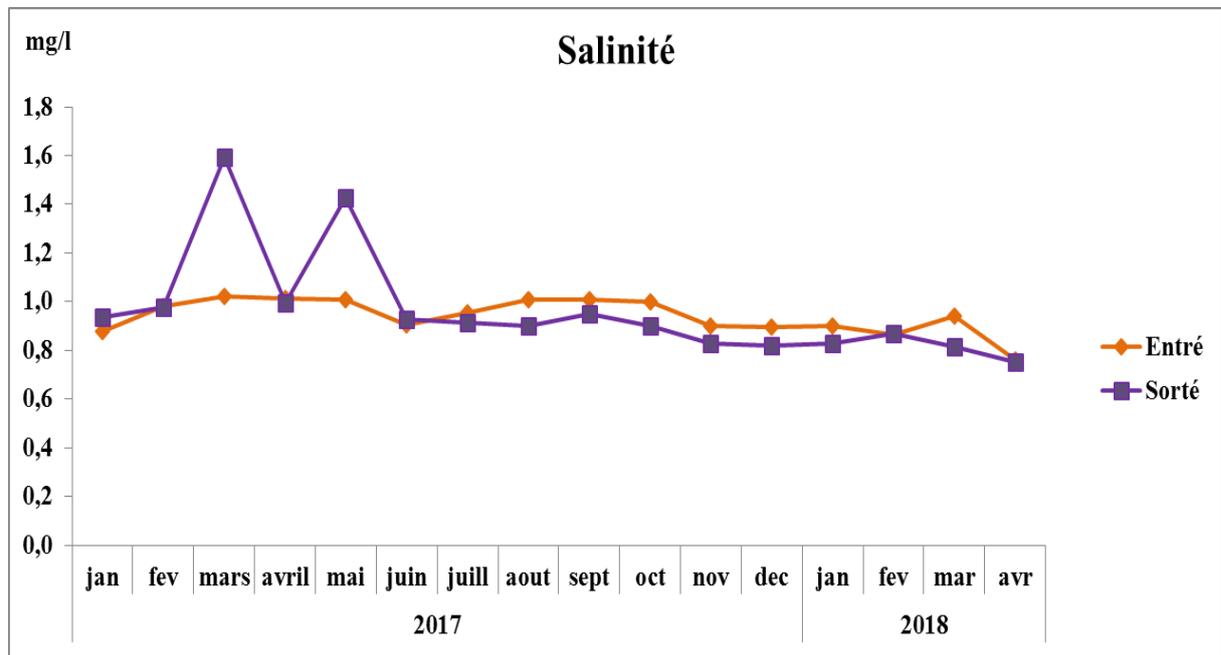


Fig. 15: Variation mensuel de la salinité à l'entrée et à la sortie de la STEP
(Période du 2017/2018)

D'après la figure 15, les valeurs mensuelles des eaux brutes varient dans un intervalle qui va d'un minimum de 0.76 mg/l (Avril 2018), à un maximum de 1.02 mg/l (Mars 2017), avec une valeur moyenne de 0.94 mg/l.

A la sortie on constate une stabilisation de la salinité suite au traitement, la concentration en sels, les valeurs sont comprises entre 0.75 mg/l (Avril 2018), et 1.59 mg/l (Mars 2017), et avec une valeur moyenne de 0.96 mg/l. L'augmentation de la concentration des sels pour les mois de Mars et Mai à cause d'utilisation des désinfections (Détergent).

IV.2.5. L'oxygène dissous

L'oxygène dissous est indispensable à toute forme de vie aquatique. La présence de matière organique réduit la teneur en oxygène dissous dans l'eau par oxydation à travers un procédé microbiologique.

La figure 16 représente la variation d'O₂ de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

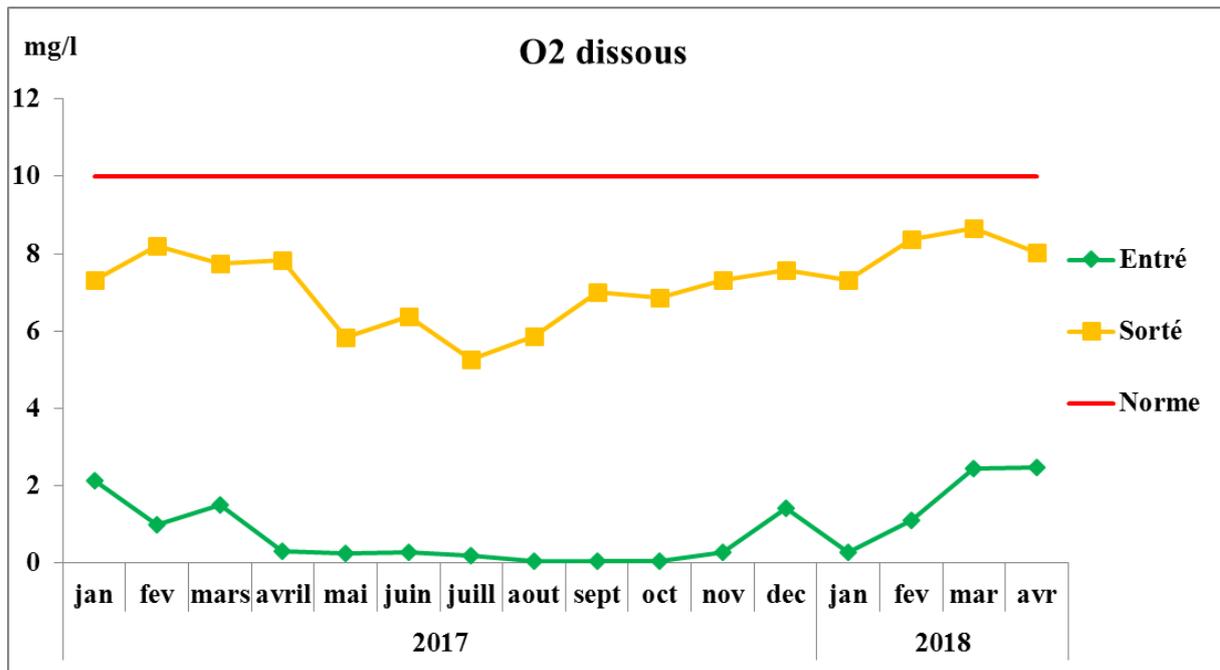


Fig. 16: Variation mensuel d'O₂ à l'entrée et à la sortie de la STEP
(Période du 2017/2018).

D'après la figure 16 on remarque que les teneurs en oxygène dissous varient mensuellement, pour les eaux brutes la concentration minimale de 0.04 mg/l au mois d'Octobre (2017), et la concentration maximale de 2.46 mg/l au mois de Mars (2018) avec concentration moyenne de 0.86 mg/l. Par contre la concentration d'O₂ dans les eaux usées traitées plus élevées par des valeurs varie entre une concentration minimale de 5.26 mg/l au mois de Juillet (2017) et concentration maximale de 8.65 mg/l au mois de Mars (2018), avec une valeur moyenne de 7.32 mg/l. Nous notons en effet, une augmentation dans les valeurs pour les eaux usées traitées par rapport aux eaux usées brutes. Cette augmentation peut être expliquée par la présence de l'aération artificielle dans les bassins décantation et présence d'activité microbiologique.

La diminution des teneurs en oxygène dissous dans l'eau brute indique la présence de grand nombre des micro-organismes (bactéries, champignons ...) que la consommation d'une grande quantité d'oxygène à être exploitée dans le travail et l'activité des

processus d'oxydation, en plus du haut degré de turbidité qui a mené à l'antenne obstruction perméabilité oxygène dans les eaux usées.

IV.2.6. Matières en suspension (MES)

La pollution d'une eau peut être associée à la présence d'objets flottants, de matières grossières et de particules en suspension. Les matières en suspension représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux usées.

La figure 17 montre la variation de la concentration des matières en suspension (MES) de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

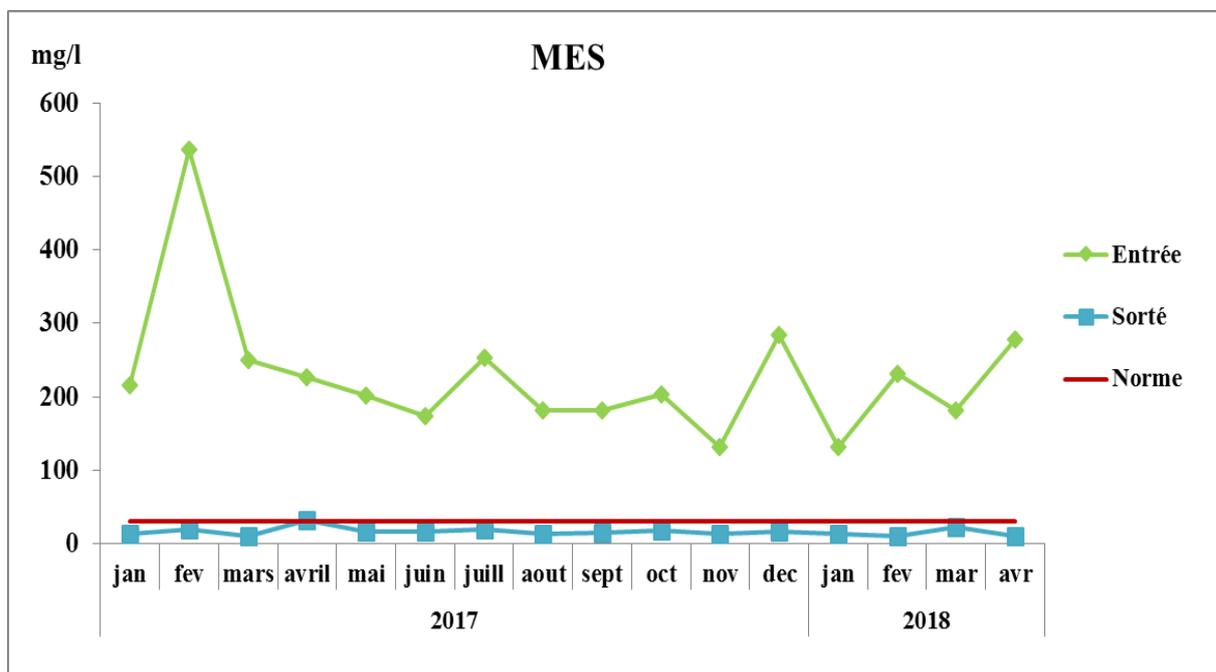


Fig. 17: Variation mensuel de la concentration des matières en suspension (MES) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période 2017/2018).

On remarquant la quantité de la matière en suspension à l'entrée varie entre 131.67 mg/l (Novembre 2017) et Janvier (2018) et 536.25 mg/l au mois de Février (2017), avec une valeur moyenne de 228.84 mg/l, par contre, dans la sortie on observe une très forte diminution dans les valeurs que varie entre une valeur minimale 9.73 mg/l au mois de Février (2018), et une valeur maximale de 32.33 mg/l au mois de Juillet (2017), avec une moyenne de 16.15 mg/l.

Ces teneurs enregistrées des matières en suspension à la sortie de la STEP sont inférieures à la concentration limite de rejet direct, et les eaux destinées à l'irrigation par des normes extrêmes limitées (30 mg/l) et à celle de l'OMS et Décret exécutifs appliquée en l'Algérie (35 mg/l).

IV.2.7. La demande chimique en oxygène (DCO)

La DCO constitue un paramètre important dans la qualité de l'eau et l'analyse rapide de cet élément sert essentiellement à la surveillance des eaux usées et des rejets domestiques et industriels.

La figure suivante représente la variation de la concentration de la DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP.

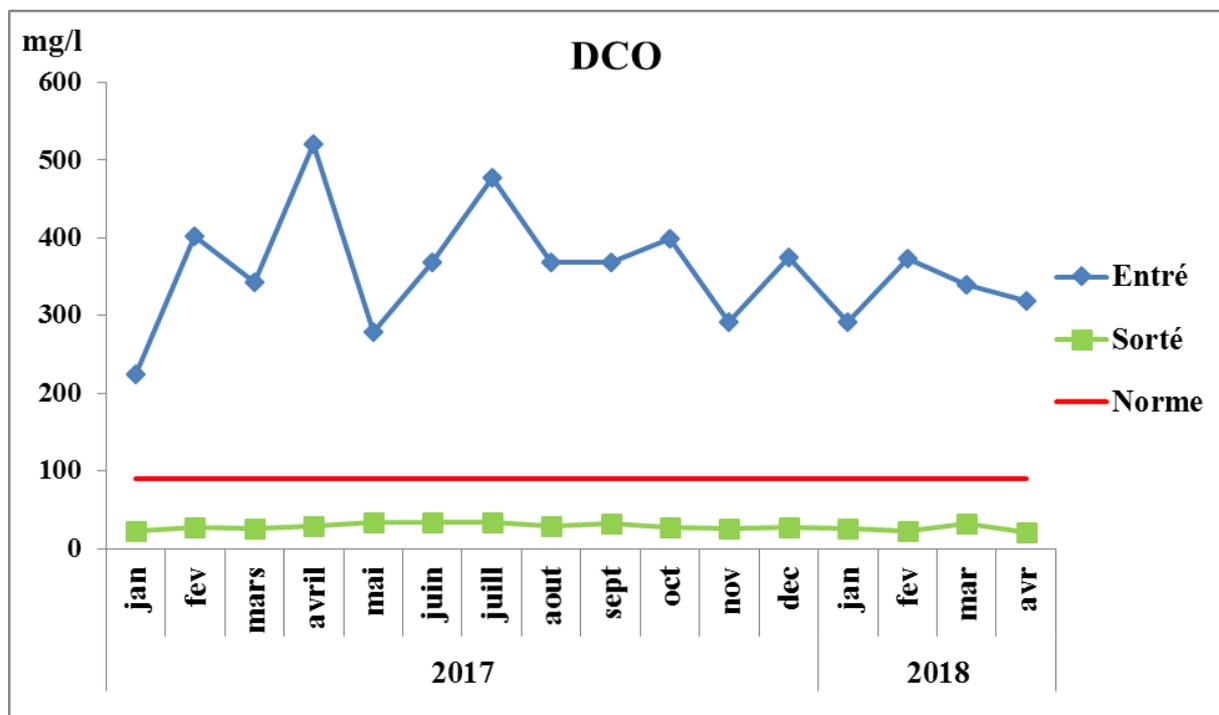


Fig. 18: Variation mensuel de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 2017/2018).

La figure 18, montre l'enregistrement de très grandes valeurs de concentration de la DCO des eaux brutes de la STEP. Elles varient entre un minimum de 223.75 mg/l au mois de janvier 2017 et maximum de 520.67 mg/l au mois d'avril 2017, avec une moyenne de 358.83 mg/l. En revanche, les valeurs des concentrations des eaux traitées varient entre un minimum de 20.67 mg/l au mois d'Avril 2018 et un maximum de 34.50 mg/l au mois de Mai 2017, avec une moyenne de 27.49 mg/l.

Ces valeurs sont conformes à la norme algérienne de rejet liquide (<120 mg/l), donc une grande concentration a été éliminée par ce procédé car il y'a une dégradation importante de la charge polluante.

IV.2.8. Demande biologique en oxygène (DBO5)

La DBO₅ représente plus particulièrement une mesure de la charge polluante d'origine carbonée (Pollution organique biodégradable). Elle fournit donc une des indications importantes permettant de juger de la qualité d'une eau et de son degré de pollution. Par contre, c'est un test connu trop peu précis pour qualifier les eaux naturelles mais très utilisé pour surveiller l'efficacité des stations d'épuration.

Les résultats que nous avons obtenus sont rassemblés dans la figure 19 qui représente la variation de la concentration de la DBO₅ l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

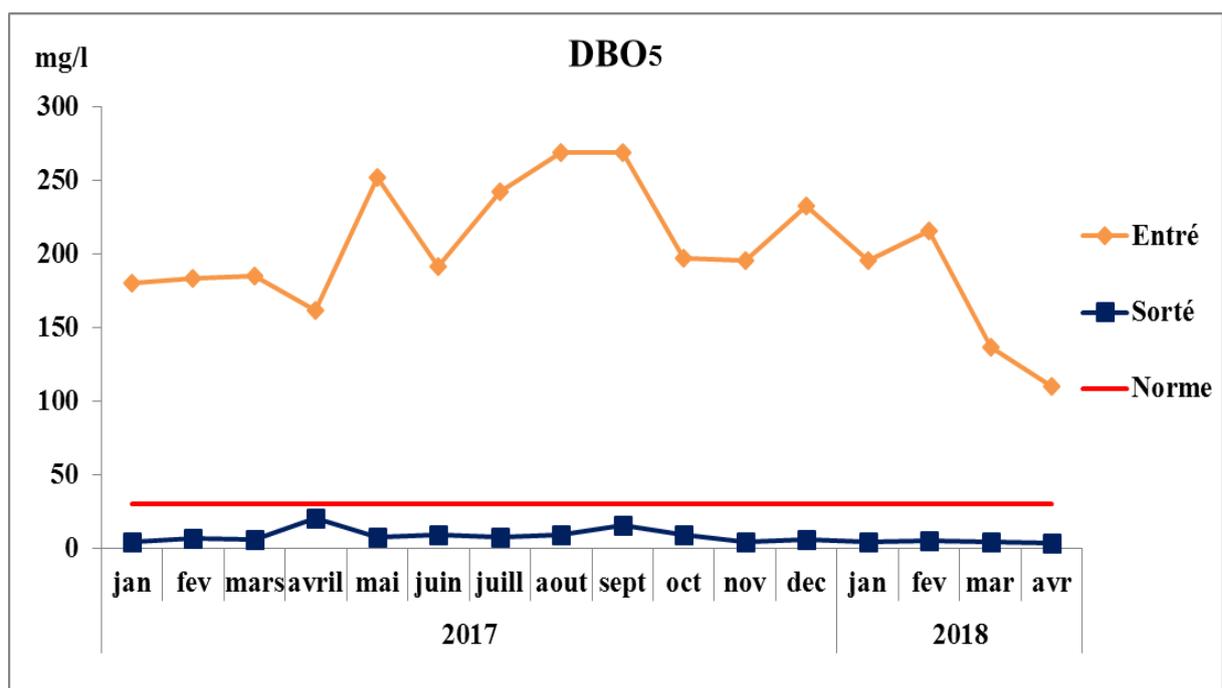


Fig. 19: Variation mensuel de la demande biologique en oxygène (DBO₅) à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 2017/2018).

D'après les résultats obtenus, nous remarquons que l'eau brute de la station présente des valeurs qui varient entre une valeur maximale de 269.25 mg/l au mois d'août et septembre 2017, et des valeurs minimales de 109.67 mg/l au mois d'avril 2018. Avec une valeur

moyenne de 201.10 mg/l. Par contre, pour l'eau traitée, on remarque que la DBO₅ à la sortie de la STEP qui varie par une valeur maximale 20,73 mg/l au mois d'Avril 2017 et une valeur minimale 3.70 mg/l au mois d'Avril 2018 avec une moyenne de 7.27 mg/l.

Ces valeurs restent inférieures à 35 mg/l considérée comme valeur limite des normes algérienne et OMS dans les milieux récepteurs.

IV.2.9. Azote ammoniacal N-NH₄

L'azote ammoniacal est assez souvent rencontré dans les eaux et traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique. Il constitue un maillon du cycle de l'azote. L'azote ammoniacal des eaux superficielles peut avoir pour origine naturelle la décomposition des déchets végétaux et animaux.

La figure suivante représente la variation de NH₄⁺ de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

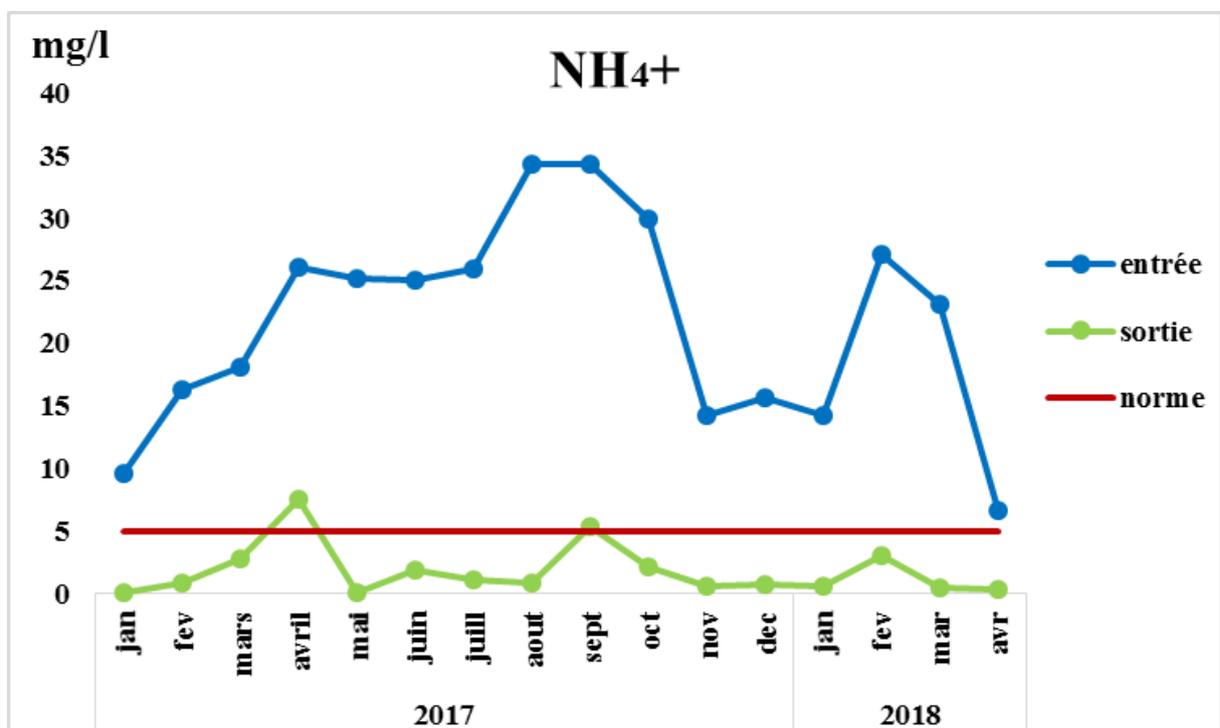


Fig. 20 : Variation mensuel de NH₄⁺ à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 2017/2018).

Selon les résultats présentés sur figure 20, on remarque que la concentration de l'azote ammoniacal entré dans la station a des valeurs comprises entre une valeur maximale 34.30 mg/l au mois d'Aout et Septembre 2017 et une valeur minimale 6.59 mg/l au mois d'Avril 2018, avec une valeur moyenne de 21.60 mg/l, alors qu'à la sortie, la valeur oscille entre une valeur maximale 7.49 mg/l au mois d'Avril 2017 et une valeur minimale 0.03 mg/l au mois de Janvier 2017, avec une moyenne de 1.79 mg/l.

Les résultats de l'ammonium ($N-NH_4$), des eaux brutes montrent que ces valeurs sont caractéristiques des eaux résiduaires urbaines et ceux des eaux traitées montrent que ces valeurs répondent aux normes de rejet Algériennes. Sauf le mois d'Avril 2017 avec une augmentation faible.

IV.2.10. Nitrite (NO_2^-)

Les nitrates sont des sels de l'acide nitrique, leur présence dans l'eau est un indice de pollution d'origine agricole (engrais), urbaine (dysfonctionnement des réseaux d'assainissement) ou industrielle.

La figure suivante représente la variation de Nitrite de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

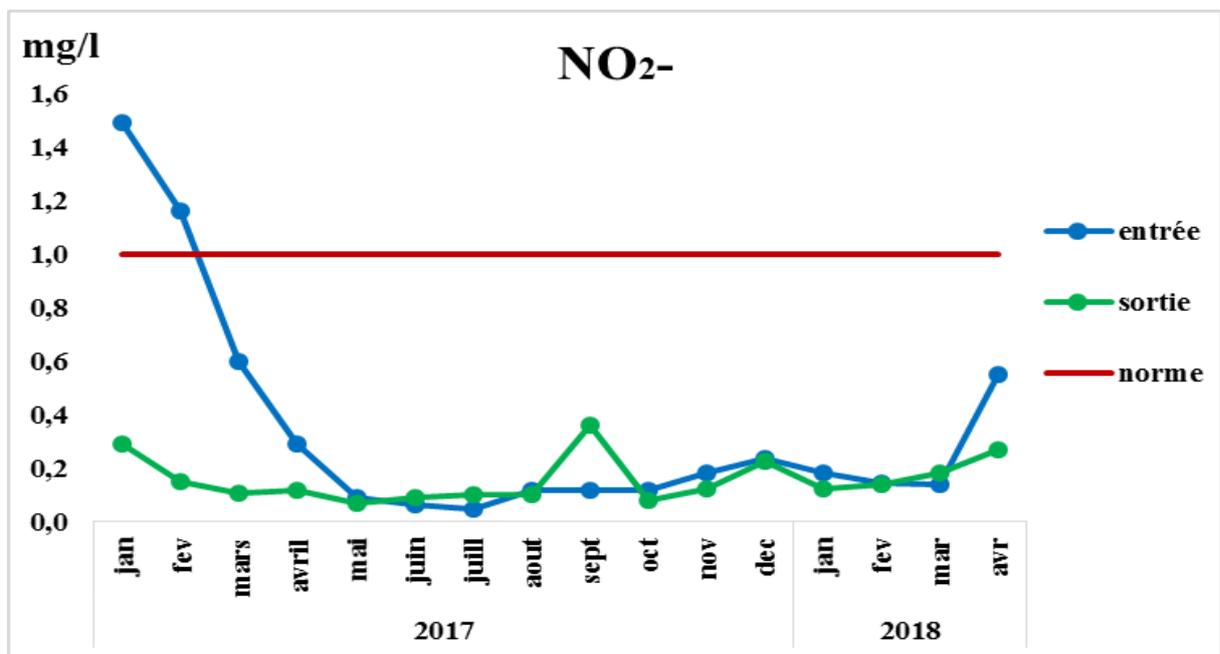


Fig. 21: Variation mensuel de (NO_2^-) à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 2017/2018).

D'après les résultats obtenus (figure 21), on remarque que la teneur en nitrite des eaux usées, à savoir brute et traitées est très faible, sauf les mois janvier et février de 2017 pour l'eau brute est élevée. Ainsi, la différence de ces valeurs entre l'entrée et la sortie nous renseigne sur une légère variation, dont les valeurs se situent entre en valeur maximale 1.49 mg/l au mois de janvier 2017 et une valeur minimale 0.05 mg/l au mois juillet 2017, avec une moyenne de 0.35 mg/l au niveau des eaux brutes. Ceci est fonction de la qualité d'eau usée. Les valeurs signalées après traitement varient d'une valeur maximale 0.36 mg/l au mois de septembre 2017 et une valeur minimale 0.07 mg/l au mois de Mai 2017, avec une valeur moyenne de 0.16 mg/l.

Les valeurs des nitrites (NO_2^-) dans l'eau épurée sont largement inférieures à la limite fixée pour les eaux d'irrigation ($< 1\text{mg/l}$). Les faibles concentrations en Nitrites rencontrées au niveau des eaux usées brutes et épurées de l'effluent étudié, pourraient être expliquées par le fait que cet ion est un composé intermédiaire, instable en présence de l'oxygène, dont la concentration est généralement très inférieure à celle des deux formes qui lui sont liées, les ions nitrates et ammonium (Thomas O. 1995).

IV.2.11. Nitrate (NO_3^-)

Les nitrates sont les principaux responsables de l'eutrophisation des milieux aquatiques.

La figure suivante représente la variation de Nitrate de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

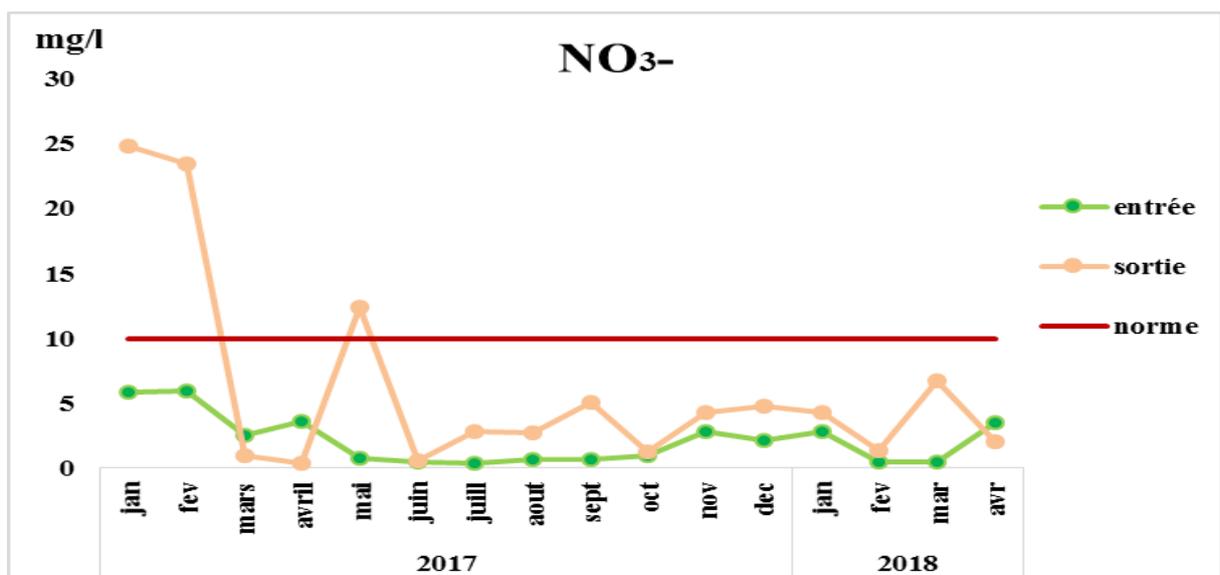


Fig. 22: Variation mensuel de NO_3^- à l'entrée et à la sortie de la STEP (période du 2017/2018).

Dans cette analyse, de faibles teneurs en nitrates sont notées au niveau des eaux brutes. Selon les résultats indiqués sur figure 22, on observe que les valeurs des nitrates obtenues d'après les analyses, varient entre une valeur maximale 5.95 mg/l au mois de Février 2017 et une valeur minimale 0.38 mg/l au mois de Juillet 2017, avec une valeur moyenne de 2.13 mg/l, à l'entrée. La valeur maximale à la sortie est de 24.80 mg/l au mois de Janvier 2017 et la valeur minimale 0.36 mg/l au mois d'Avril 2017, avec une valeur moyenne de 6.12 mg/l.

La comparaison des concentrations enregistrées au niveau de la STEP avec les normes de qualité des eaux usées traitées destinées à l'irrigation ou bien vers un milieu récepteur montre que, ces concentrations sont inférieures à 10 mg/l (journal officiel 2006). Sauf les mois Janvier, Février et Mai (2017) qui dépassent la norme Algérienne, Cette augmentation à cause de dysfonctionnement de bassin biologique.

IV.2.12. Ortho phosphates (PO_4^{-3})

Les composés phosphorés existent dans les eaux naturelles et les eaux usées sous différentes formes à savoir les ortho phosphates solubles, les phosphates hydrosolubles et les dérivés organophosphorés. La présence de phosphates dans la STEP liée à la décomposition des matières organiques et à l'utilisation des détergents.

Les résultats que nous avons obtenus sont rassemblés dans la figure 23 représente la variation d'ortho phosphates (PO_4^{-3}) l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

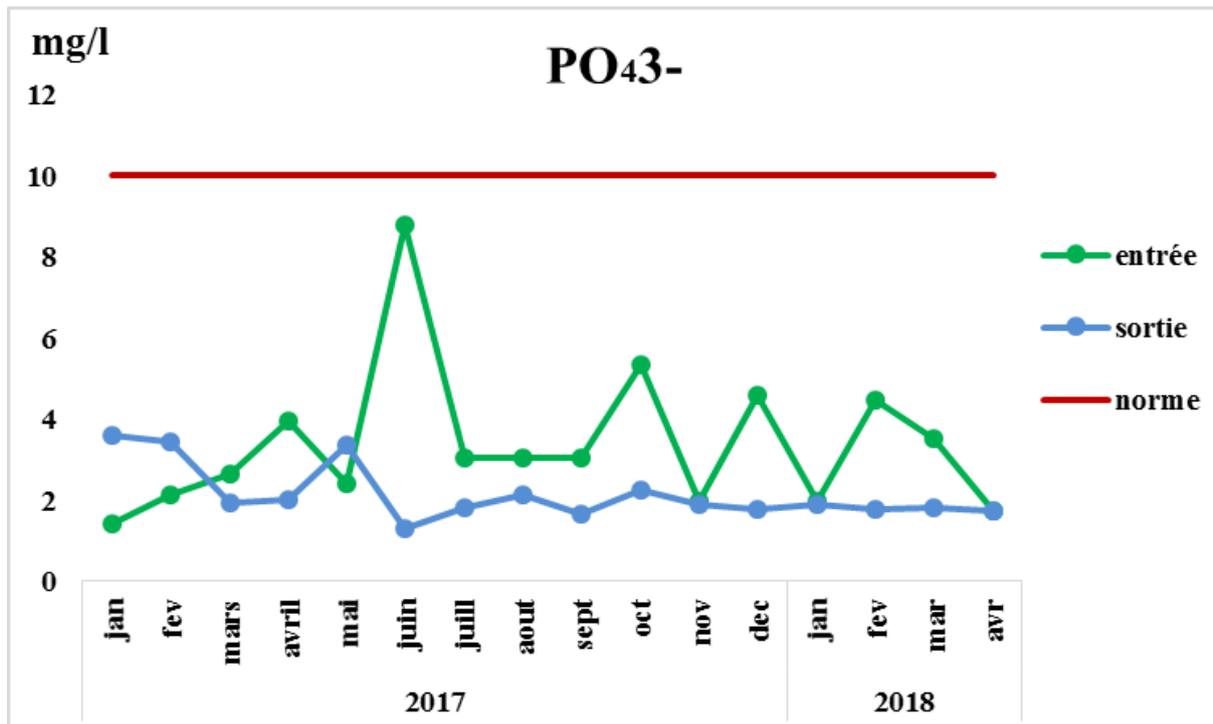


Fig. 23 : Variation mensuel d’ortho phosphates à l’entrée et à la sortie de la STEP (Période du 2017/2018).

La concentration en phosphore à l’entrée de la station révèle des valeurs comprises entre une valeur maximale 8.81 mg/l au mois de Juin 2017 et une valeur minimale 1.41 mg/l au mois de Janvier 2017 avec une valeur moyenne de 3.38 mg/l. Par contre les effluents de la STEP (Sortie) sont caractérisés par des teneurs moyennes maximales au mois de Janvier 2017 et minimales au mois de Juillet 2017 respectives en ortho phosphates de 3.58 mg/l et de 1.30 mg/l avec une valeur moyenne de 2.14 mg/l. La concentration de 10 mg/l en ortho phosphates est une valeur limite acceptable d’un rejet direct dans le milieu récepteur (Journal officiel 2006).

IV.3. Performance de la STEP, paramètres analysés à l'entrée et sortie

IV.3.1. Evaluation de la pollution organique des eaux usées

Pour une meilleure appréciation de l'origine des eaux usées, les calculs des rapports DCO/DBO5, DBO5/DCO et l'estimation de la matière oxydable (MO) présentent des intérêts importants dans l'entrée et à la sortie de la station.

L'utilisation de ces paramètres de caractérisation constitue un bon moyen pour donner une image du degré de pollution des effluents du port et aussi pour optimiser les paramètres physico-chimiques de ces eaux usées afin de proposer un mode de traitement convenable.

IV.3.1.1. La biodégradabilité (K)

La biodégradabilité est la capacité des micro-organismes à dégrader la matière organique. Si $DCO/DBO5 = 3$, ce rapport souligne une charge organique bien biodégradable. Le rapport DBO5/DCO fournit des indications importantes sur l'origine de la pollution des eaux usées et le traitement convenable à réaliser (figure 24).

Les résultats constituent une indication de l'importance des matières polluantes peu ou non biodégradables. (Rodier J., 2005)

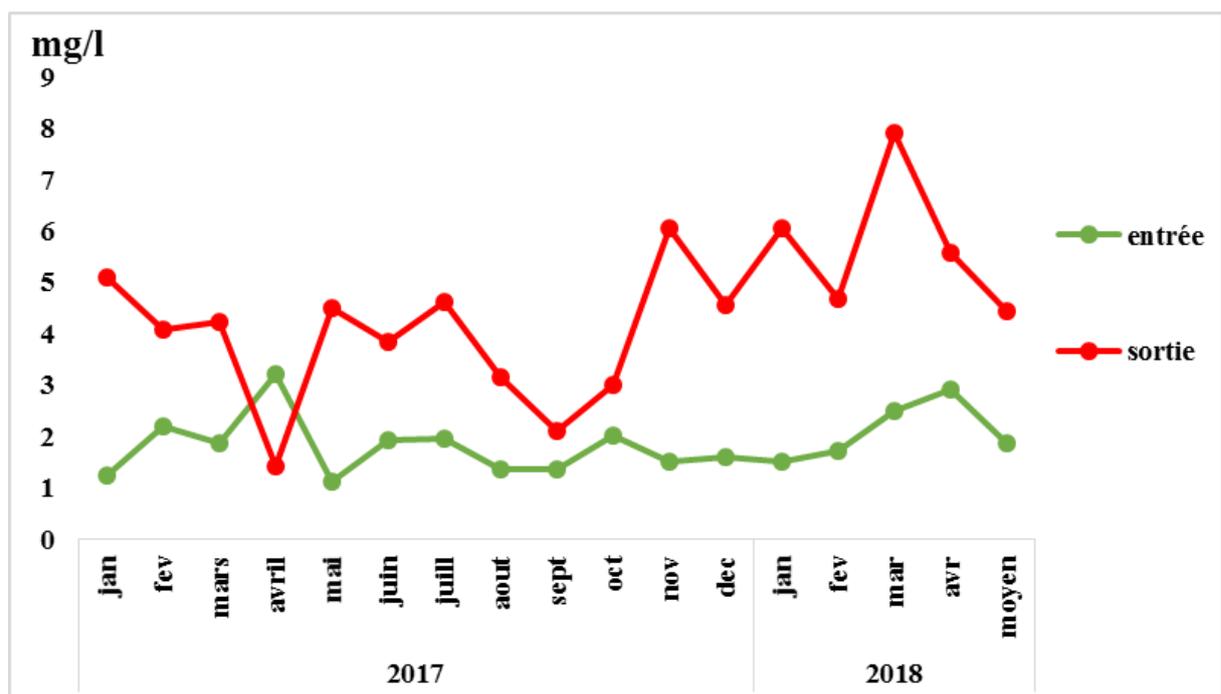


Fig. 24 : La variation de ratio DCO/DBO5 dans les deux années 2017 et 2018.

Les eaux usées présentent un rapport DCO/DBO5 variant entre une valeur minimale 1.11 mg/l au mois de Mai 2017 (EU) et 1.41 mg/l au mois Avril 2017 (EUT), et entre une valeur maximale 3.22 mg/l au mois d’Avril 2017 (EU) et 7.90 mg/l au mois de Mars 2018 (EUT). Donc, on peut conclure que même si les eaux usées de ces rejets présentent une charge organique élevée, elles sont facilement biodégradables.

IV.3.1.2. Rapport DBO5/DCO

Le rapport DBO5/DCO donne des indications très intéressantes sur l'origine d'une pollution des eaux usées et ses possibilités de traitement.

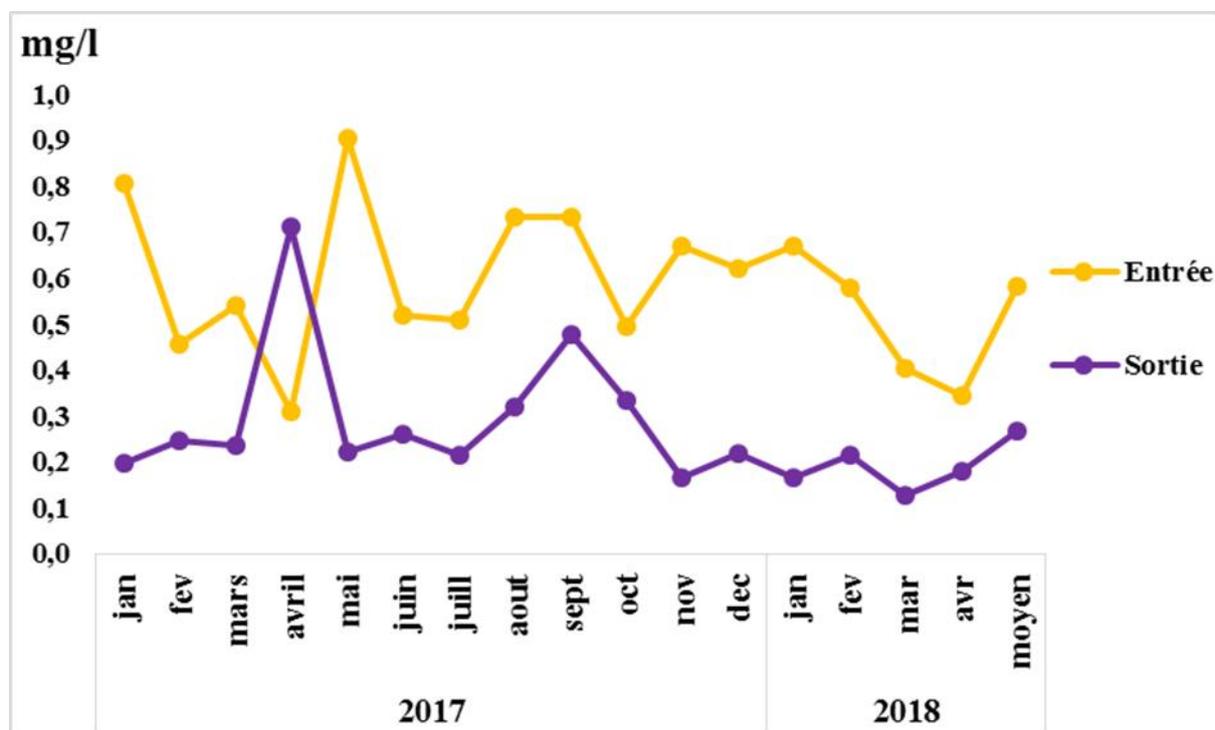


Fig. 25 : La variation de ratio DBO5/DCO dans les deux années 2017 et 2018.

Le rapport de DBO5/DCO (figure 25), variant entre une valeur minimale 0.31 mg/l au mois d’Avril 2017 (EU) et 0.80mg/l au mois Mars 2018 (EUT), et entre une valeur maximale 0.80 mg/l au mois Janvier 2017 (EU) et 0.71mg/l au mois de d’Avril 2017 (EUT). Donc, Cependant à des taux de DBO5/DCO inférieurs à 0,30 les procédés physico-chimiques sont plus efficaces que les procédés biologiques,

IV.3.1.3. Rapport de matières oxydables

Les résultats obtenus sont résumés dans la figure 26 qui montre la variation des matières oxydables à l'entrée et à la sortie entre 2017 et 2018.

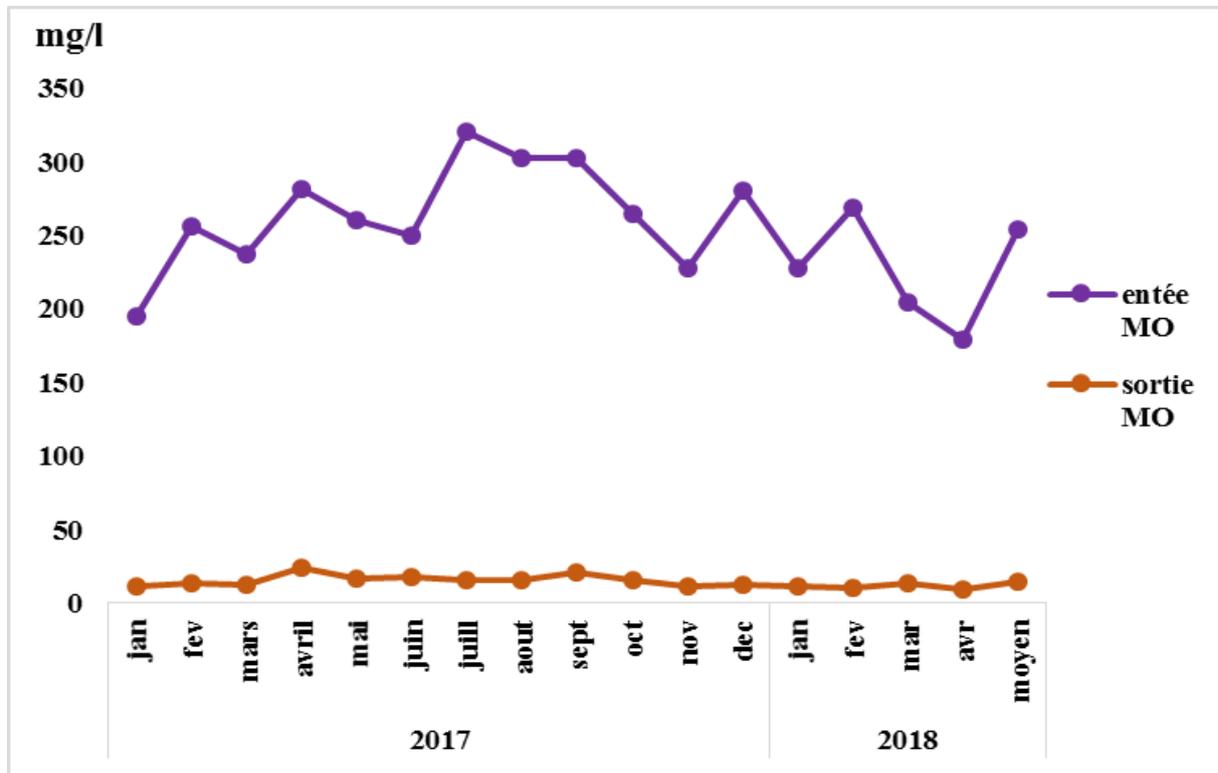


Fig. 26: La variation des matières oxydables dans les deux années 2017 et 2018.

D'après la figure 26 ci-dessus, on remarque que toutes les valeurs de mesure de MO sont variables dans le temps, pour les eaux brutes, les valeurs sont comprises entre une valeur minimale 179.56 mg d'O₂/l au mois d'Avril 2018 et une valeur maximale 320.58 mg d'O₂/l au mois de Juillet 2017, avec une valeur moyenne de 253.67 mg d'O₂/l.

Après traitement, les valeurs sont comprises entre une valeur minimale 9.36 mg d'O₂/l au mois d'Avril 2018 et une valeur maximale 21.28 mg d'O₂/l au mois de Septembre 2017 avec une valeur moyenne de 14.59 mg d'O₂/l, ces valeurs montrent une efficacité du traitement au niveau de la station d'épuration, à travers une diminution de la charge polluante qui a été importante à l'entrée des eaux brutes et un rabattement des valeurs après traitement à la sortie de la station.

IV.3.2. Rendements épuratoires de la station d'épuration d'Ain defla

Les taux de réduction des différents paramètres obtenus au cours de cette étude sont représentés par les figures suivantes. Les rendements moyens d'abattement de la pollution sont de 93 % pour les MES, 93 % pour la DCO et 96 % pour la DBO₅.

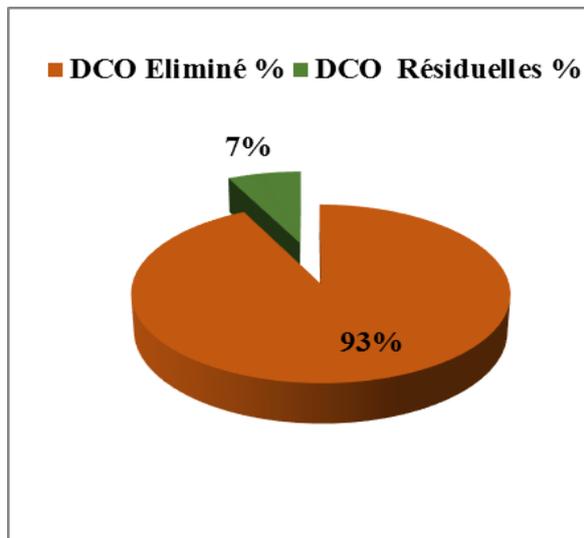


Fig. 27 : Taux d'abattement de DCO

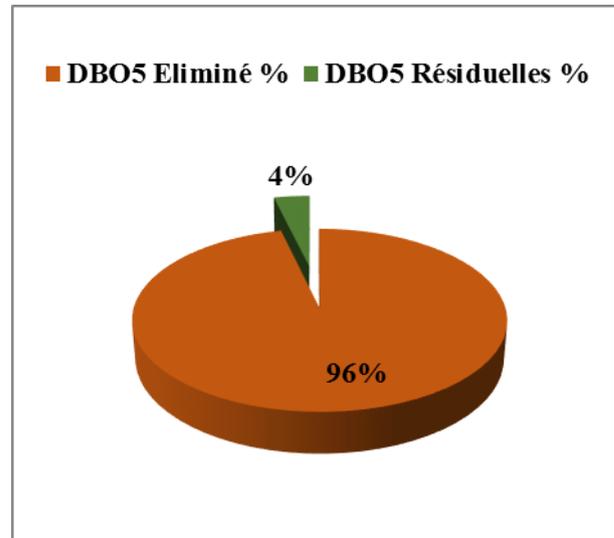


Fig. 28 : Taux d'abattement de DBO₅

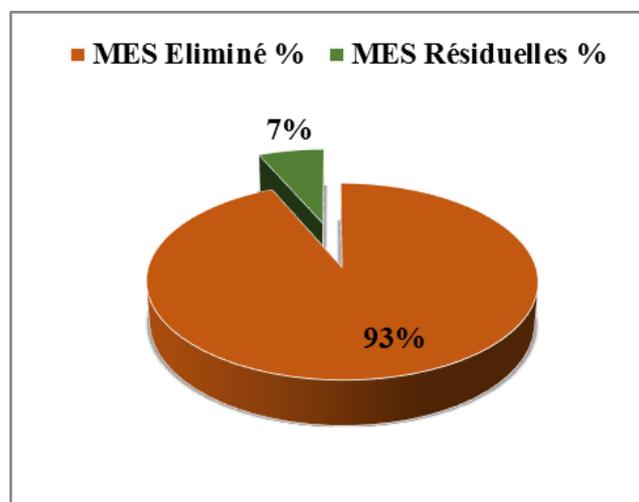


Fig.29 : Taux d'abattement de MES

Ces rendements sont relativement constants durant toute la période d'étude. Ce résultat confirme la performance du système d'épuration des eaux usées dans la STEP de Ain Defla qui peut supporter des variations de charge organique tant que celle-ci reste dans la gamme d'une charge admissible.

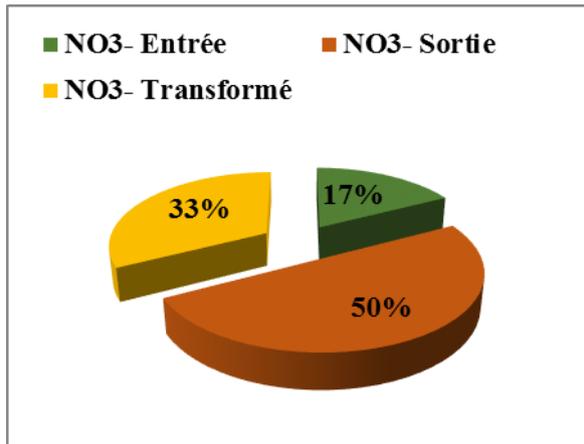


Fig. 30: Rendements d'abattement de NO₃⁻

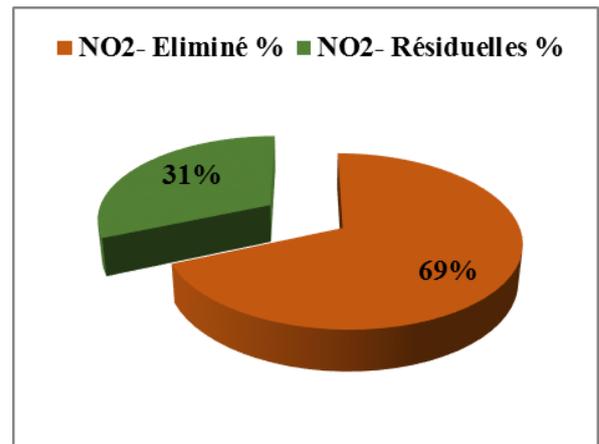


Fig. 31: Rendements d'abattement de NO₂⁻

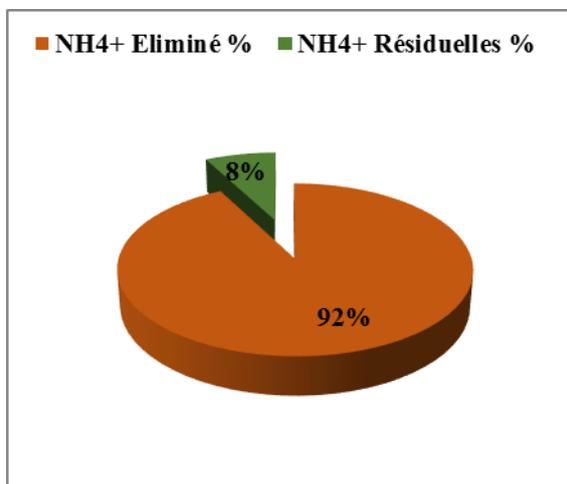


Fig. 32: Rendements d'abattement de NH₄⁺

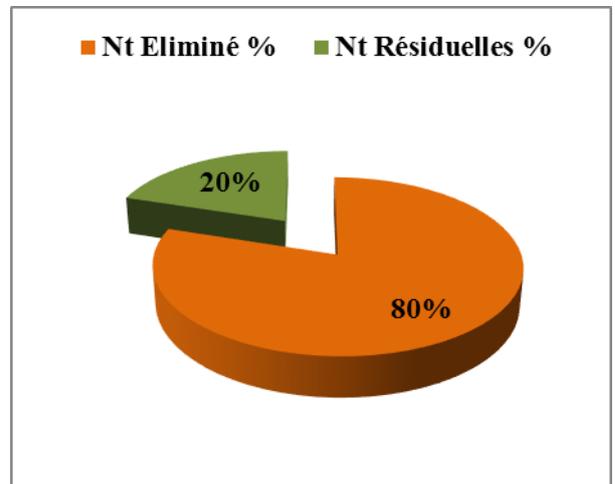


Fig. 33: Rendements d'abattement de Nt

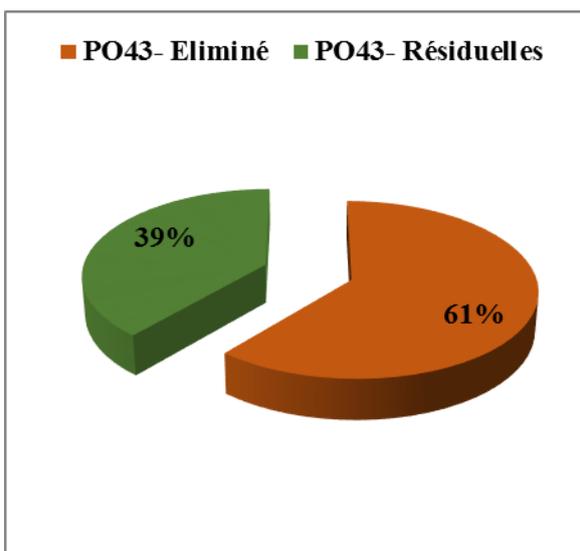


Fig. 34: Rendements d'abattement de PO₄³⁻

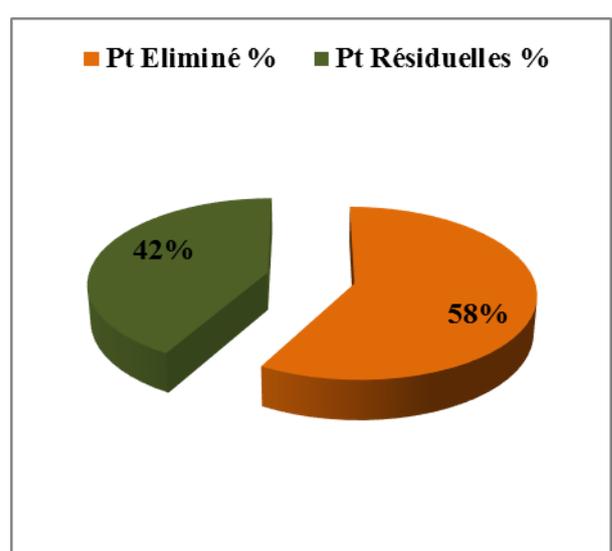


Fig. 35: Rendements d'abattement de Pt

Le rendement en diffères formes d'azote obtenu pour l'ensemble de la filière de traitement est évalué à 92 % pour NH_4^+ et 69 % pour NO_2^- et l'augmentation à 50 % pour NO_3^-) Ce qui représente un abattement très satisfaisant pour Nt 80 %.

Le rendement d'élimination en ortho phosphates est de l'ordre de 61 %. Ce qui représente un abattement très satisfaisant pour Pt 58 %.(figure 35).

La charge en matières oxydables dans l'eau est appréciée par la quantité d'oxygène nécessaire à cette dégradation, soit par voie chimique (DCO), soit par voie biochimique (DBO_5). Le rendement d'élimination de la matière oxydable est de 94% pour l'année 2017 et de 95% pour les quatre mois 2018 (figure 36).

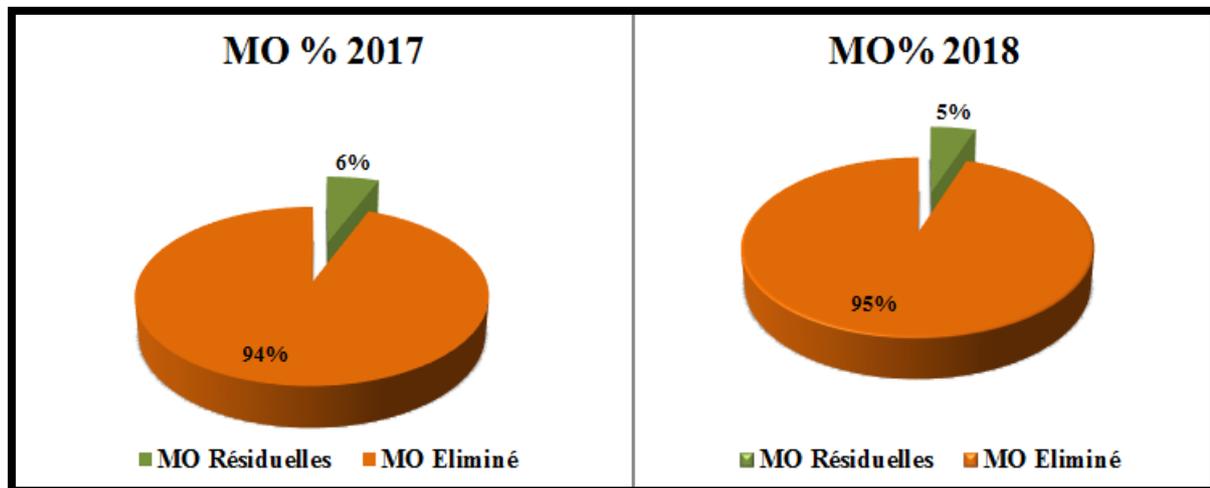


Fig. 36: Pourcentage de la dégradation de la matière oxydable (2017-2018)

IV.4. Conclusion

D'après les graphes obtenus durant un suivi qui a duré du mois de janvier 2017 au mois d'avril 2018 montrent clairement l'efficacité et d'un tel système pour le traitement des eaux usées urbaines d'une moyenne agglomération. L'abattement de la pollution particulaire atteint : **93 %** de la DCO; **96 %** de la DBO_5 ; **93 %** de la MES; **80%** d'Nt et de **58 %** de Pt.

Les résultats que nous avons obtenus on remarque que la STEP de Ain Defla donne dans la plupart des cas de bon résultat qui sont conforme à la norme algérienne et OMS.

Conclusion

La station d'épuration joue un rôle primordial dans la protection de l'environnement en éliminant les mauvaises odeurs, les stagnations des eaux dans les zones urbanisées, la sauvegarde des composantes et richesses naturelles (Rahmani A., 2015).

L'étude réalisée au niveau de la station STEP des eaux usées à boue activée d'Ain Defla a porté sur le suivi de la qualité des eaux brute et traité dans l'essai expérimental à travers l'analyse d'un certain nombre de paramètres (DBO_5 , MES, DCO, NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-}). Les résultats que nous avons obtenus durant une année et demi (suivi de Janvier 2017 à 2018) ont montré une haute performance de traitement au niveau de la STEP de Ain Defla.

Les résultats d'analyse des paramètres de pollution (DBO_5 , MES, DCO, NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-}) montrée que les valeurs trouvées respectent les normes algérienne en vigueur en matière de rejet dans le milieu récepteur, notamment le décret exécutif 06-141 définissant les valeurs limites des rejets dans un milieu récepteur (JODRA, 2006).

Les résultats obtenus durant un suivi montrent clairement l'efficacité et d'un tel système pour le traitement des eaux usées urbaines d'une moyenne agglomération et le bon fonctionnement de la STEP d'Ain Defla :

1. L'abattement de la pollution particulaire de la DBO_5 , DCO, et de MES avec des rendements respectif pour les années 2017 et 2018 de 96 %, 93 %, et 93 %.
2. Le rendement en diffères formes d'azote obtenu pour l'ensemble de la filière de traitement est évalué à 92 % pour NH_4^+ , 69 % pour NO_2^- et l'augmentation à 50 % pour NO_3^- . Ce qui représente un abattement très satisfaisant pour Nt 80 %.
3. Le rendement d'élimination en ortho phosphates est de l'ordre de 61%. Ce qui représente un abattement très satisfaisant pour Pt 58%.
4. Le coefficient de biodégradabilité des effluents montre que les eaux des villes étudiées sont purement domestiques et favorables pour un traitement de type boue active.
5. Le pourcentage des matières oxydables dégradées de la station d'Ain Defla est de 96% pour l'année 2017 donc il reste 4% des matières oxydables

qui ne dégrade pas, pour l'année 2018 Le pourcentage des matières oxydables dégradées est de 95% et 4% des matières oxydables no dégradées donc la STEP a un bon rendement épuratoire.

La station d'Ain Defla donne de moyen rendement épuratoire, mais nous recommandons la prise de certaines dispositions au niveau de l'exploitation (gestion des boues et de l'aération, optimisation des conditions de brassage, réduction du temps de séjour des boues en clarification,...) pour maintenir un moyen fonctionnement et une longévité a la STEP.

Références bibliographiques

A. Mizi., (2006) : Traitement des eaux de rejets d'une raffinerie des corps gras région de BEJAIA et valorisation des déchets oléicoles, Thèse de doctorat, Université de Badji Mokhtar. ANNABA.

Abibsi N., (2010) : Réutilisation des eaux usées épurées par filtres plantes (PHYTOEPURATION) pour l'irrigation des espaces verts, application a un quartier de la vile de Biskra, mémoire de master université Mohamed Khider- Biskra.

Achiou D., (2017) : Contribution à l'étude de la performance de la station d'épuration des eaux usées Danone Akbou – Algérie., mémoire de master, Université A. MIRA – Bejaia.

Atab S., (2011) : Amélioration de la qualité microbiologique des eaux épurées par boues activées de la station d'épuration HAUD BERKAOUI par l'utilisation d'un filtre à sable local, Université Kasdi Merbah Ouargla.p4.

Azzouzi N., (2010) : Traitement et réutilisation des eaux usées épurées dans la ville de Marrakech, Mémoire de Licence et Sciences et Techniques

Benelmouaz Ali., (2015) : Performances épuratoires d'une station d'épuration de Maghnia., Mémoire de Master, Université Abou Bekr Belkaid.Tlemcen.

Bokreta O., Ramdani O., (2013) : évaluation de la qualité d'eau traitée au niveau de la station d'épuration de Ain Defla et son aptitude à l'irrigation, mémoire de d'ingénieur d'état en Agronomie, Université de Khemis Miliana.p43-49.

Bouhanna A., (2014) : Gestion des produits d'épuration des eaux usées de la cuvette d'Ouargla et perspectives de leurs valorisations en agronomie saharienne., Université Kasdi Merbah Ouargla.p5.

BouhreiraB., (2016) : Dimensionnement d'une Station d'épuration pour la ville d'Adrar. , Université Kasdi Merbah Ouargla.p7.

Bousseboua H., (2005) : Elément de microbiologie .2^{ème} édition, campus-club, Constantine, Algérie, 304p

- B. Meryeme., N. Sara.,** (2013): Réutilisation et épuration des eaux usées destinées à l'irrigation à la station de l'Attaouia (Maroc)., Mémoire de licence, Université Cadi Ayyad.p40-41.
- Cardot C.,** (1999): Génie de l'environnement : les traitements de l'eau. Paris : Ellipses.247p.
- Chaouch N.,** (2014): Utilisation des sous-produits du palmier dattier dans le traitement physico-chimique des eaux polluées UNIVERSITE HADJ LAKHDAR – BATNA.
- Condom N., Lefebvre M., Vandome L.,** (2012): La réutilisation des eaux usées traitées en Méditerranée : Retour d'expériences et aide à l'élaboration de projets, Les Cahiers du Plan Bleu 11, Centre d'activités régionales du PNUE/PAM, France, 63 p.
- Centre d'expertise et de référence en santé publique,** institut national de santé publique QUEBEC (INSPQ).
- D.H.W.A** Direction de l'hydraulique wilaya d'Ain Defla, Etude du système d'épuration des eaux usées des villes de Khemis Miliana et Miliana, wilaya d'Ain Defla, 2010.
- D.Zitoun., M.Zougari.,** (2015): Comportement statistique des précipitations annuelles et mensuelles : cas des stations de Miliana et Khemis Miliana, mémoire de master
- Des jardins. R.,** (1990): Le traitement des eaux, 2^{ème} édition revue de l'école polytechnique de Montréal.
- El Alaoui R., Taoussi I.,** (2013): L'impact du Chrome VI sur le traitement des eaux usées dans la station d'épuration de Marrakech., Mémoire de licence, Université Cadi Ayad (Marrakech).p31.
- Figarella J., Leyral G.,** (2002): Analyse des eaux: Aspects réglementaires et techniques. Ed. Scérén CRDP d'Aquitaine, Paris, 360 p.
- Gaid A.,** (1984) : Épuration biologique des eaux usées urbaines tome I, édition OPU, Alger
- Gaujous D.,** (1995): La pollution des milieux aquatique : aide-mémoire. Edition technique et Documentation Lavoisier, P 220.
- H.BenNajim., H. Mrabet :** Conception et développement de l'outil multicritère d'aide à la Décision pour le choix optimal d'un système d'épuration des eaux usées, Projet de fin d'étude.

- H.Zantou., S.Latbi.,** (2009): Processus de traitement des eaux usées dans la laiterie d'Arib, wilaya d'Ain defla., Mémoire de master, Université de khemis Miliana.
- Hayzoun H.,** (2014): Caractérisation et quantification de la charge polluante anthropique et industrielle dans le bassin du Sebou. Thèse de Doctorat d'école doctorale meretsciences- Toulon (FRANCE).
- ISO.,** (1990): Qualité de l'eau. Dosage de l'ammonium. Méthode par distillation et titrimétrie. NA 1848, ISO 5664. Ed. INAPI. Edition et diffusion, Alger, 3 p.
- ISO.,** (1994): Qualité de l'eau. Dosage des nitrites. Méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire. NA 1657, ISO 6777. Ed. INAPI. Edition et diffusion, Alger,
- ISO.,** (1994): Qualité de l'eau. Dosage des nitrates. Méthode spectrométrique avec l'acide Sulfosalicylique. NA 1656, ISO 7890/3, Ed. INAPI. Edition et diffusion, Alger,
- ISO.,** (1994): Qualité de l'eau. Dosage du phosphore. Dosage par méthode spectrométrique à l'aide du molybdate d'ammonium. NA 2364, ISO 6878/1. Ed. INAPI. Edition et diffusion, Alger, 20 p.
- Karafi K., Moustoufi F.,** (2012): Les boues résiduelles de la station d'épuration de Marrakech, caractéristiques et impacts environnementales, Mémoire de licence, Université Cadi Ayyad (Marrakech).p21
- Kellouche A., Abdelbaki C.,** (2013): DIAGNOSTEP: Outil pour le diagnostic des stations d'épuration à boues activées- application à la STEP d'Ain Defla, Algérie.
- Kessira M:** Algérie politiques de soutien et cadre institutionnels Ministre de l'agriculture et de développement rural : valorisation des eaux usées épurées en irrigation ; rapport 2013.
- Ladjel F.,** (2006): Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. Centre de formation au métier de l'assainissement. CFMA-Boumerdès. p80.
- Larpent J. P.,** (1997): Microbiologie alimentaire: Technique de laboratoire. Ed. Technique et documentation-Lavoisier, Paris, 1073 p.
- Lemlikchi W.,** (2012): Élimination de la pollution des eaux industrielles par différentes procédés d'oxydation et de Co-précipitation, thèse de doctorat, université Mouloud MAMMERI Tizi-Ouzou,
- M. Bouhada., S. Zentar.,** (2006) : Contribution à l'étude des caractéristiques physico-chimique des eaux usées industrielles et leurs impacts sur la nappe [4] phréatique d'Oued Mzab. The, Ing, GC, U. KasdiMerbah Ouargla p70.

Mehaiguene M., Touhari F., Rahmouni A., (2018): Réutilisation des eaux usées épurées de la STEP d'Ain Defla à des fins agricoles, SAGREN Systèmes Agricoles et Environnement.40p

Mahdjar M., (2016): Etude des performances de la station d'épuration de la ville d'Ouargla, Mémoire de master, Université KASDI MERBAH Ouargla, p8-9-10-11-13-15-16.

Mekhalif F., (2009): Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement, Université du 20 Août 1955 SKIKDA, p 25

Mesarat Y., (2017): Impact des rejets liquides industriels sur la qualité des eaux d'oued de Cheliff cas de l'unité de SAIDAL (Médéa), Mémoire de master, Université Djilali Bounaama de Khemis-Miliana.

Metahri M., (2012): Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou. Thèse de Doctorat université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou.

Metiche M., (2004): Environnement phénomène de pollution et technique de protection centre universitaire de Bechar ,48p

Ministère des Ressources en Eau : Rapport interne ; 2006.

Ministère des Ressources en Eau et de Direction de l'Exploitation et de la Maintenance- Bilan d'Exploitation de l'Année, l'Environnement ; 2016.

Mouhouche B., (2012) : Maîtrise de la pratique de l'aridoculture comme palliatif au manque d'eau en Algérie Ecole Nationale Supérieure Agronomique (ENSA ex INA), El-Harrach, Alger, Département de Génie Rural, Laboratoire de Maîtrise de l'Eau en Agriculture ; cours

Mounjid J.,Cohen N., Fadlaoui S., Belhouari A., Oubraim S., (2013): Contribution à l'évaluation de la qualité physico-chimique du cours d'eau MERZEG (PERIURBAIN DE CASABLANCA, MAROC).p51

Mozas., Alexis G., (2013): État des lieux du secteur de l'eau en Algérie Morgan Octobre.

M.S.Zeghoud., (2014): Etude de système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel de village de méghibra, mémoire de magistère, université d'el –oued département des sciences et technologie, p 28-37-39.

Neggacha N., (2017): La Réutilisation Des Eaux Usées Epurées De La Station D'épuration De Zemmouri, Université M'Hamed Bougara Boumerdès.

O N A., Office national d'Assainissement de Khemis Miliana.

Pelmont J., (2005). Biodégradation et métabolismes : les bactéries pour les technologies de l'environnement .EDP science Editions, 10,11.

Rahmani A., (2015), Epuration des eaux usées de la région de N'GOUSSA (OUARGLA) par des végétales performances épuratoires, Mémoire de master, université KASDI MERBAH OUARGLA.p16

Richarde C., (1996): les eaux; les bactéries; les hommes et les animaux; Edition Elsevier; Paris, P138.

Rodier et al., (1996)- L'analyse de l'eau (eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer) 8eme Édition, DUNOD. 557-570p et 968-1079p.

Rodier J., Bazin C., Broutin J. P, Chambon P., Champsaur H ET Rolil., (2005) : L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8ème Edit, Dunode, Paris. 1383p.

Salem A., (1990): Rapport national de l'Algérie, stratégie de la gestion des eaux dans le Bassin méditerranéen, bureau d'étude d'ingénierie et de services BEIS

Tfyeche Lyes., (2014): Suivi de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux usées d'Ouargla au cours de leur traitement, Mémoire de master, université KasdiMerbah Ouargla Alger, P11-147.

Thomas O., (1955): Météorologie des eaux résiduaires, Tec et Doc, Ed Lavoisier, Cedeboc, 135-1 p.

Yousfi B., Kherchaoui A., (2014): l'évaluation de l'impact de la réutilisation des eaux usées épurées dans l'irrigation sur certaines propriétés du sol cas STEP AinDefla, mémoire d'ingénieur d'état en agronomie, université Khemis Miliana.p25-26.

Site Web

Www. Glossaire.eaufranc.fr

ANNEXE 1

Fiche d'Analyses In - Situ

Code de l'échantillon

Sortie

Date de prélèvement : 17.04.2018

Heure de prélèvement : 11.00 h

Nom de l'Echantillonneur : Benzina Hassina

Wilaya : Ain Defla

Daïra : Ain Defla

Lieu : STEP

Position par GPS :

/

Spécification du lieu : Rejet Liquide Rejet Solide Autre Classification de l'échantillon : Eau Boue Sédiment Temps : Ensoleillé Nuageux Pluvieux

Odeur : Absent

Couleur : transparent

Température de l'air : 20 °C

Température de l'échantillon : 18.1 °C

pH (Electrode) : 7.7

Conductivité spécifique : 1.839 mS/cm

Salinité: 0.9 ‰

Oxygène dissous: 7.06 mg/l

Saturation en oxygène: 73.1 %

Fiche d'Analyses In - Situ

Code de l'échantillon

Entrée

Date de prélèvement : 17.04.2018

Heure de prélèvement : 10 :50 h

Nom de l'Echantillonneur : Benahacene Amira

Wilaya : Ain Defla

Daira : Ain Defla

Lieu : STEP

Position par GPS :

/

Spécification du lieu : Rejet Liquide

Rejet Solide

Autre

Classification de l'échantillon : Eau

Boue

Sédiment

Temps : Ensoleillé Nuageux

Pluvieux

Odeur : Algues

Couleur : Marant claire

Température de l'air : 20 °C

Température de l'échantillon : 18.6 °C

pH (Electrode) : 7.8

Conductivité spécifique : 2.17 mS/cm

Salinité: 1.1 ‰

Oxygène dissous: 1.14 mg/l

Saturation en oxygène:13.1 %

ANNEXE 2

Tableau 1: Mode opératoire des mesures de pH. (Mesarat Y., 2017)

Paramètre	pH
Appareil de mesure	pH mètre WTW multi 3420 SET-G
Étalonnages de l'appareil	<ol style="list-style-type: none"> 1-Allumer le pH mètre (bouton rouge) 2-Brancher l'électrode de pH. 3-Rincer l'électrode avec de l'eau distillée. 4-Vérifier l'électrode (niveau de la solution de KCl). 5-Afficher la température ambiante. 6-Prendre dans un petit Bêcher, la solution tampon pH=7. 7-Régler l'agitation à faible vitesse. 8-Tremper l'électrode de pH dans la solution tampon pH =7. 9-Laisser stabiliser un moment. 10-Enlever l'électrode et la rincer abondamment avec l'eau distillée. 11-Ré étalonner de la même manière avec les solutions tampon pH =9 et pH =4. 12-Puis rincer abondamment l'électrode avec l'eau distillée.
Dosage de l'échantillon	<ol style="list-style-type: none"> 1-Prendre environ »100ml d'eau à analyser. 2-Mettre un agitateur avec faible agitation. 3-Tremper l'électrode dans le bécher. 4-Laisser stabiliser un moment avec une fiole faible vitesse d'agitation. 5-Puis noter le pH.

Tableau 2: Mode opératoire de mesure la température. (Mesarat Y., 2017)

Paramètre	Température
Appareil de mesure	Thermomètre/Électrode de pH
Méthode d'analyse	<p>1-Prélever un échantillon d'eau dans une bouteille en verre ou en plastique de 125 ml à large ouverture;</p> <p>2-Plonger un thermomètre dans l'échantillon et attendre au moins 3 minutes afin que la température se stabilise;</p> <p>3- lire la température en tenant la bouteille et le thermomètre au niveau des yeux et en laissant l'extrémité du thermomètre immergée dans l'échantillon et/ou sonde de pH</p> <p>4-consigner la température à 0,5 °C (graduation adéquate) près. N'utiliser que des thermomètres étalonnés. La mesure de la température de l'eau peut également s'effectuer directement dans le bassin.</p>

Tableau 3 : Mode opératoire de mesure la conductivité électrique. (Mesarat Y., 2017)

Paramètre	Conductivité électrique, TDS, salinité
Appareille	appareil multi-paramètres (WTW multi 3420 SET-G) Conductimètre
Méthode d'analyse	<p>1- Après avoir étalonné rigoureusement l'électrode de la conductivité, placer cette électrode dans l'eau à analyser.</p> <p>2- La mesure peut s'effectuer en sélectionnant dans le menu "affichage numérique" en attendant que la valeur affichée se stabilise ; le résultat est donné en ($\mu\text{S}/\text{cm}$-mS/cm).</p>

Tableau 4 : Mode opératoire de mesure l'oxygène dissous (Mesarat Y., 2017)

Paramètre	L'oxygéné dissous
Appareil	Oxymètre
Mode opératoire	<p>1- Rincer l'électrode de l'appareil avec l'eau distillée.</p> <p>2- Prendre dans un bécher une quantité de l'eau à analyser</p> <p>3- Tremper l'électrode dans le bêche.</p> <p>4- Laisser stabiliser un moment avec une faible agitation.</p> <p>5- Puis noter le résultat</p>

Tableau 5 : Mode opératoire de mesure matière en suspension (Mesarat Y., 2017)

Paramètre	Matière en suspension
l'appareil	Rampe de filtration
Méthode d'analyse	<p>1-Homogénéiser 500 ml d'échantillon dans un homogénéiser à grande vitesse pendant deux minutes.</p> <p>2-Verser l'échantillon homogénéisé dans un bécher de 60 ml.</p> <p>3-Pipeter immédiatement 25 ml de l'échantillon homogénéisé au centre du bécher dans un flacon colorimétrique.</p> <p>4-Remplir un second flacon colorimétrique (le blanc) avec 25 ml d'eau distillé.</p> <p>5-Entre le numéro de programme mémorisé pour les matières en suspension (630).</p> <p>6-Tourner le bouton de réglage de longueur d'onde jusqu'à ce que l'affichage indique 810 nm.</p> <p>7-Placer le blanc dans le puit de mesure et on fixe le zéro.</p> <p>8-placer l'échantillon préparé dans le puit de mesure et lire le résultat en mg/l.</p>

Tableau 6 : Mode opératoire des mesures de la DBO5 (Mesarat Y., 2017)

Paramètre	DBO5
Appareillages	1- Flacon d'incubation à bouchon rodé. 2- DBO mètre (Oxitop)
Méthode d'analyse	1- Prendre 43 ml de l'échantillon (l'eau usée utilisé). 2- L'échantillon est placé sous agitation dans un flacon incubateur hermétiquement relie à manomètre à mercure lors de la biodégradation des matières organiques. Les micros organismes consomment l'oxygène de l'aire contenu dans le flacon provoquant une diminution de la pression au-dessus de l'échantillon. Cette dépression est transmise au manomètre à mesure et la consommation en oxygène et lue sur l'échelle manométrique.

Tableau 7 : Mode opératoire de mesure la DCO

Paramètre	DCO
Appareillage	1- Spectrophotomètre 2- Réacteur 3- Adaptation de tube DCO sur Spectrophotomètre jaugée 2,00 ml Poire à pipete.
Méthode d'analyse	1- Ajouter 2 ml d'échantillon en tube de réactif DCO. 2- Placer le tube bouché dans le réacteur DCO et chauffer deux heures à 150 °C. 3- Lire la DCO directement avec un colorimètre ou Spectrophotomètre.

Tableau 8 : Mode opératoire des mesures le NH_4^+ . (ISO., 1990)

Paramètre	NH_4^+
Appareillage	1- Spectrophotomètre 2- Réacteur 3- Adaptation de tube NH_4^+ sur Spectrophotomètre jaugée 2,00 ml Poire à pipete.
Méthode d'analyse	1- Ajouter 2 ml d'échantillon en tube de réactif NH_4^+ . 2- Placer le tube bouché dans le réacteur NH_4^+ et chauffer deux heures à 150 °C. 3- Lire le NH_4^+ directement avec un colorimètre ou Spectrophotomètre.

Tableau 9: Mode opératoire des mesures des Nitrites (NO_2^-). (ISO., 1994)

Paramètre	NO_2^-
Appareillage	1- Spectrophotomètre UV-Visible
Méthode d'analyse	- Prendre 50 ml d'eau à analyser - Ajouter 1 ml du réactif mixte. - Attendre 10mn. * L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO_2^- . Effectuer la lecture à $\lambda=543$ nm. Le résultat est donné directement en mg/l

Tableau 10 : Mode opératoire des mesures des Nitrates (NO_3^-). (ISO., 1994)

Paramètre	NO_3^-
Appareillage	1- Spectrophotomètre 2- Réacteur 3- Adaptation de tube NO_3^- sur Spectrophotomètre jaugée 2 ml Poire à pipete.
Méthode d'analyse	1- Ajouter 2 ml d'échantillon en tube de réactif NO_3^- . 2- Placer le tube bouché dans le réacteur DCO et chauffer deux heures à 150 °C. 3- Lire la NO_3^- directement avec un colorimètre ou Spectrophotomètre.

Tableau 11 : Mode opératoire de mesure la phosphate. (ISO., 1994)

Paramètre	phosphates (PO_4^{3-})
L'appareil	Spectrophotomètre UV-visible
Méthode d'analyse	-40 ml d'eau à analyser. -1 ml acide ascorbique -2 ml du réactif mixte. -Attendre 10 nm le développement de la couleur bleue. -Effectuer la lecture à une longueur d'onde de 880 nm. Le résultat est donné directement en mg/l.

ANNEXE 3

Tableau 12: les résultats d'analyses mensuelles de l'année 2017 des paramètres physico-chimiques à l'entrée de STEP

	volume brute (m3/j)	MES (mg/l) eau brute	DBO5 (mg/l) eau brute	DCO (mg/l) eau brute	N-NH4 (mg/l)	N-NO3	N-N02	Po4	T	PH	Cond	O2	Sal
jan	5936,20	215,60	180,00	223,75	9,65	5,88	1,49	1,41	15,03	7,59	1,87	2,14	0,88
fev	8883,68	536,25	183,75	402,50	16,30	5,95	1,16	2,12	16,41	7,82	13,62	0,98	0,98
mars	8490,32	249,25	185,00	342,75	18,10	2,54	0,60	2,64	17,72	7,86	2,02	1,50	1,02
avril	10649,40	227,33	161,67	520,67	26,10	3,62	0,29	3,96	19,85	7,88	2,49	0,29	1,01
mai	7387,32	202,40	251,75	278,48	25,10	0,80	0,09	2,42	22,07	7,84	2,08	0,26	1,01
juin	8530,20	174,00	191,25	368,25	25,00	0,48	0,07	8,81	25,33	7,78	1,83	0,28	0,91
juill	7152,03	252,50	242,25	477,25	25,90	0,38	0,05	3,03	26,91	7,80	2,02	0,20	0,95
aout	7973,13	181,00	269,25	367,75	34,30	0,69	0,12	3,05	25,62	7,82	2,01	0,05	1,01
sept	7973,13	181,00	269,25	367,75	34,30	0,69	0,12	3,05	25,62	7,82	2,01	0,05	1,01
oct	8722,19	202,75	197,50	399,50	29,90	0,94	0,12	5,34	22,80	7,85	1,97	0,04	1,00
nov	8866,03	131,67	195,33	292,33	14,30	2,81	0,18	1,97	18,66	7,83	1,85	0,27	0,90
dec	8877,61	284,75	232,75	374,75	15,60	2,10	0,24	4,60	15,39	7,90	1,82	1,41	0,89

Tableau 13: les résultats d'analyses mensuelles de l'année 2018 des paramètres physico-chimiques à l'entrée de STEP

	MES (mg/l) eau brute	DBO5 (mg/l) eau brute	DCO (mg/l) eau brute	N-NH4	N-N03	N-N02	PO4	T	PH	Cond	O2	Sal
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	C°	-	ms/cm	mg/l	mg/l
jan	131,67	195,33	292,33	14,30	2,81	0,18	1,97	18,66	7,83	1,85	0,27	0,90
fev	230,60	215,80	373,60	27,10	0,43	0,14	4,47	15,45	7,95	1,87	1,09	0,87
mar	182,00	137,00	340,25	23,05	0,47	0,14	3,51	14,34	7,95	1,91	2,45	0,94
avr	278,67	109,67	319,33	6,59	3,48	0,55	1,73	15,87	7,84	1,59	2,46	0,76

Tableau 14 : les résultats d'analyses mensuelles de l'année 2017 des paramètres physico-chimiques à la sortie de STEP

	volume épuré (m3/j)	MES (mg/l) eau épurée	DBO5 (mg/l) eau épurée	DCO (mg/l) eau épurée	N-NH4 (mg/l)	N-NO3	N-NO2	Po4	T	PH	Cond	O2	Sal
jan	5639,39	13,76	4,60	23,40	0,03	24,80	0,29	3,58	13,68	7,58	1,87	7,32	0,94
fev	8439,49	18,75	6,78	27,73	0,83	23,40	0,15	3,43	15,66	7,70	1,96	8,21	0,98
mars	8065,81	10,56	6,08	25,68	2,85	0,96	0,11	1,95	17,32	7,88	1,95	7,76	1,59
avril	10116,93	32,33	20,73	29,20	7,49	0,36	0,12	2,00	19,65	7,85	1,98	7,84	0,99
mai	7017,96	16,30	7,65	34,50	0,11	12,40	0,07	3,35	21,98	7,83	1,98	5,84	1,43
juin	8103,69	16,80	8,95	34,43	1,93	0,53	0,09	1,30	25,27	7,75	1,84	6,37	0,93
juill	6794,43	19,25	7,20	33,30	1,13	2,83	0,10	1,80	27,28	9,25	1,91	5,26	0,91
aout	7121,17	13,32	9,38	29,46	0,93	2,69	0,10	2,12	28,63	7,76	1,78	5,86	0,90
sept	7574,48	15,23	15,60	32,65	5,33	5,07	0,36	1,66	25,32	7,74	1,76	7,01	0,95
oct	8286,08	17,94	9,33	28,08	2,11	1,25	0,08	2,25	21,50	7,80	1,90	6,87	0,90
nov	8151,03	13,37	4,30	26,00	0,65	4,29	0,12	1,88	18,21	7,61	1,74	7,31	0,83
dec	8433,73	15,43	5,88	26,78	0,80	4,80	0,23	1,76	15,15	7,60	1,72	7,58	0,82

Tableau 15 : les résultats d'analyses mensuelles de l'année 2018 des paramètres physico-chimiques à la sortie de STEP

	MES (mg/l) eau épurée	DBO5 (mg/l) eau épurée	DCO (mg/l) eau épurée	N-NH4 (mg/l)	N-NO3	N-NO2	Po4	T	PH	Cond	O2	Sal
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	C°	-	ms/cm	mg/l	mg/l
Jan	13,37	4,30	26,00	0,65	4,29	0,12	1,88	18,21	7,61	1,74	7,31	0,83
fev	9,73	4,84	22,60	3,01	1,39	0,14	1,78	14,48	7,75	1,80	8,38	0,87
mar	21,75	4,18	32,98	0,54	6,76	0,19	1,83	13,28	7,86	1,71	8,65	0,81
avr	10,58	3,70	20,67	0,32	2,06	0,27	1,75	15,92	7,86	1,60	8,04	0,75

Tableau 16 : la variation des matières oxydables à l'entrée et à la sortie dans les deux années 2017 et 2018.

		entrée	Sortie
		MO	MO
2017	Jan	194,58	10,87
	Fev	256,67	13,76
	Mars	237,58	12,61
	Avril	281,33	23,56
	Mai	260,66	16,60
	Juin	250,25	17,44
	Juill	320,58	15,90
	Aout	302,08	16,07
	Sept	302,08	21,28
	Oct	264,83	15,58
	Nov	227,67	11,53
	Dec	280,08	12,84
2018	Jan	227,67	11,53
	Fev	268,40	10,76
	Mar	204,75	13,78
	Avr	179,56	9,36
	Moyen	253,67	14,59
	moyen 2017	264,87	15,67
	moyen 2018	220,09	11,36