

UNIVERSITE ABDEL-HAMID IBN BADIS DE MOSTAGANEM

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Agronomiques

LMD-SNV Parcours Science du Sol et Environnement

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du diplôme de

(MASTER EN AGRONOMIE)

**Spécialité : Gestion conservatoire des eaux, des sols et de
L'environnement**

**Thème: Impact environnemental de la station d'épuration des eaux usées urbaines de Salamandre-
Mostaganem**

Présenté par :

KHOUIDMI FATIMA

DEVANT LA COMPOSITION DU JURY

Encadreur : M. SACI BELGAT

Président : M. BOUALEM ABDELKADER

Examineur : M.REGUIEG YSSAAD LARBI

Résumé

Le rendement d'une station d'épuration, est le facteur principal pour l'évaluation de la qualité des eaux rejetées dans les milieux naturels.

Ce travail s'articule sur l'estimation du rendement de la station d'épuration de la ville de Mostaganem et repose sur la connaissance de la pollution organique présentée par les paramètres DCO, DBO5, N-NH4 et MES à l'entrée et à la sortie de station.

Pour le traitement des données, on a étudié l'évolution mensuelle des paramètres analysés, aussi un calcul de plusieurs coefficients a été fait : le coefficient de biodégradation à l'entrée de station pour estimer l'aptitude à la dégradation de la pollution des eaux, et le coefficient de contamination à la sortie de station pour définir à quelle point les eaux sont-elles nettoyées .

Mots clés : eaux usées , Impact environnemental, station.

ملخص

يعتبر أداء محطة المعالجة هو العامل الرئيسي لتقييم جودة المياه التي يتم تصريفها في البيئات الطبيعية.

يعتمد هذا العمل على تقدير كفاءة محطة معالجة مياه الصرف الصحي في مدينة مستغانم ويستند إلى معرفة التلوث عند المدخل وعند المدخل خروج المحطة. MES و N-NH4 و BOD5 و COD العضوي الذي قدمته المعلمات

لمعالجة البيانات ، قمنا بدراسة التطور الشهري للمعلمات التي تم تحليلها ، كما تم إجراء حساب لعدة معاملات: معامل التحلل الحيوي عند مدخل المحطة لتقدير القدرة على تدهور تلوث المياه ومعامل التلوث عند خروج المحطة لتحديد النقطة التي يتم فيها تنظيف المياه.

أخيرًا ، من أجل تقييم سنوات الدراسة من حيث تفضيل العائد ، نحسب العائد لكل سنة في المحطة مع النتائج التي تم الحصول عليها بالطرق المذكورة أعلاه ، لوحظ أن جميع السنوات لديها أداء جيد

الكلمات المفتاحية : مياه الصرف الصحي ، الأثر البيئي ، المحطة.

Abstract

The performance of a treatment plant is the main factor for evaluating the quality of water discharged into natural environments.

This work is based on the estimation of the efficiency of the sewage treatment plant in the city of Mostaganem and is based on knowledge of the organic pollution presented by the parameters COD, BOD5, N-NH4 and MES at the inlet and at the station exit.

For the data processing, we studied the monthly evolution of the analyzed parameters, also a calculation of several coefficients was made: the biodegradation coefficient at the entry of the station to estimate the aptitude for degradation of water pollution , and the contamination coefficient at the exit of the station to define at what point the water is cleaned.

Keywords : Wastewater, environmental impact, station.

Remerciements

Avant tout, je remercie ALLAH tout puissant, de m'avoir accordé la force, le courage et les moyens pour la réalisation de ce travail.

J'exprime mon profond remerciement à Mr. Belgat Saci d'avoir accepté de m'encadrer sur ce thème, de m'avoir conseillé, orienté, encouragé et de m'apporter son attention tout au long de ce travail.

Je tiens à remercier Mr.Reguiegue Chef de département d'agronomie .

Je tiens également à remercier Mme Souria et Mr Ben Tounes et tous le personnel de la station d'épuration des eaux usées de Salamandre pour leur accueil, disponibilité et leur contribution par les données et les documents nécessaires.

Mes vifs remerciements vont à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'achèvement de ce travail particulièrement à ma famille.

Dédicaces

Avec un grand plaisir, je dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents que j'adore et que j'estime

Beaucoup et que je remercie pour leurs

Encouragement et sacrifices que Dieu les gardes pour moi.

Mes sœurs adorables Sara et Bouchera

Mes chers frères Abdo et Abderrahim

Tous mes amis Et surtout Hounaida, Sara, et Hind

A mes chères cousines « Houria , Fatima , khadidja »

A mon cher cousin Bicho Okba

A tous les membres de ma famille Khoudmi et Benadda

Mes collègues d'étude master 2 Gestion conservatoire des sols, des eaux et de l'environnement promo 2019/2020

A tous mes enseignants, qui m'ont suivie dès mes premières années d'école jusqu'ici et en particulier, le professeur Lahoum a un grand mérite spécial.

Sommaire

Résumé	1
La liste des tableaux	4
La liste des figures.....	4
Liste des abréviations	5
Introduction Générale :.....	1
Chapitre I : Les Propriétés Physico-Chimiques Des Eaux Usées Urbaines.	3
1. Définition des eaux usées :.....	3
.2 Les différents types d'eaux usées :	3
3. Composition des eaux usées :.....	5
.4 Caractéristiques des eaux usées urbaines :.....	8
5. Comment mesure-t-on les matières polluantes contenues dans les eaux usées ?.....	11
Chapitre II : Généralités sur l'épuration des eaux usées et son impact environnemental.	12
INTRODUCTION :.....	12
.1 Définition de l'opération d'épuration des eaux usées.	12
2. La Station d'épuration des eaux usées.	12
3. Le rôle principal de station d'épuration des eaux usées.	12
4. La Réutilisation des eaux usées traitées en Algérie.	12
5. Les principes du traitement des eaux usées.....	13
.6 Le procédé de l'épuration des eaux usées.....	14
7. Les avantages de l'épuration des eaux usées.	17
8. Les différents impacts de la station d'épuration des eaux usées.....	17
Chapitre III : Étude du cas (station d'épuration de Salamandre-Mostaganem).	20
.1 Présentation de la commune de Mostaganem.	20
2. Les systèmes épuratoires à Mostaganem.	20
.3 Présentation du site d'étude : STEP de Mostaganem	24
Chapitre IV : Résultats Et Discussions	33
.1 La Mesure des paramètres physico-chimiques :	34
Conclusion :.....	42

La liste des tableaux

Tableau 1. Composants majeurs typiques d'eau usée domestique. (Dekhil Soror. 2012).....	5
Tableau 2. Les données climatiques de Mostaganem.	20
Tableau 3. Le volume global des eaux usées de la wilaya de Mostaganem.....	23
Tableau 4. Données Techniques de la STEP de Salamandre wilaya de Mostaganem.....	24
Tableau 5. Qualité des eaux traitées (STEP Salamandre)	25
Tableau 6. Charge hydraulique entre STEP Mostaganem(STEP Salamandre)	25
Tableau 7. Charge de pollution prise en compte -horizon 2030 (STEP Salamandre).....	25
Tableau 8. Liste des verreries et appareillage de laboratoire de la STEP	34
Tableau 9. Les dates d'échantillonnage dans la station d'épuration de Salamandre pendant la période d'étude.	35

La liste des figures

Figure 1. Les étapes de l'opération d'épuration des eaux usées	13
Figure 2. Vues sur les stations d'épuration STEP de Mostaganem	21
Figure 3. Stations d'épuration de wilaya de Mostaganem.	22
Figure 4. Schéma global de la station d'épuration (STEP) Mostaganem	24
Figure 5. Dégrillage grossier (photo prise à la station)	26
Figure 6. Primaire (photo prise à la station).....	27
Figure 7. Décantation secondaire (photo prise à la station)	28
Figure 8. Désinfection (photo prise à la station)	29
Figure 9. Bassin de stabilisation (photo prise à la station).....	30
Figure 10. Épaississement (photo prise à la station)	31
Figure 11. Le procédé filtre bande (photo prise à la station)	32
Figure 12. Variation temporelle des températures des eaux de la station d'épuration entre l'entrée et la sortie pendant la période de suivi.	36
Figure 13. Variation temporelle des Potentiels d'hydrogènes (pH) des eaux de la station d'épuration entre l'entrée et la sortie pendant la période de suivi.....	36
Figure 14. Variation des teneurs de la conductivité électrique des eaux d'entrée et de la sortie de la station d'épuration d'Ain El Beida exprimé en (μ /Cm) pendant la période d'étude.....	37
Figure 15. Variation des teneurs d'ammonium (NH_4^+) des eaux d'entrée et de la sortie de la station d'épuration (STEP) de SALAMENDRE pendant la période d'étude.	37
Figure 16. Variation des teneurs de l'azote total (Nt) des eaux de l'entrée et de la sortie de la station d'épuration (STEP) de SALAMANDRE pendant la période d'étude.....	38
Figure 17. Variation des teneurs des Nitrites (NO_2^-) des eaux de l'entrée et de la sortie de la station d'épuration (STEP) de SALAMANDRE pendant la période d'étude.....	38
Figure 18. Variation des teneurs des Nitrates (NO_3^-) des eaux de l'entrée et de la sortie de la station d'épuration (STEP) de SALAMANDRE pendant la période d'étude.....	39
Figure 19. Variation temporelle des Ortho Phosphates (PO_4^{3-}) des eaux de la station d'épuration entre l'entrée et la sortie pendant la période de suivi.....	40
Figure 20. Variation temporelle de la demande biochimique en oxygène (DBO5) des eaux de la station d'épuration entre l'entrée et la sortie pendant la période de suivi.	40
Figure 21. Variation temporelle de la demande chimique en oxygène (DCO) des eaux de la station d'épuration entre l'entrée et la sortie pendant la période de suivi.....	41

Liste des abréviations

ATH : Allyle Thio urée

CE : conductivité électrique

COT :Carbone organique total.

DBO5 : Demande biochimique en oxygène à cinq jours

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

EH : l'équivalent habitant.

ERU :eaux résiduaires urbaines .

STEP : Station d'épuration

MES : Matières en suspension

MVS : Matières volatile sèche

MO : Matière organique

MS : Matière Sèche³

NH₄⁺: Ammonium

NO₂⁻: Nitrites

NO₃⁻: nitrates

NTU : Nephelometric Turbidity Unit.

P : Phosphore

P₂O₅ : Poly Phosphate

PH : Potentiel d'Hydrogène

PO₄³⁻: Ortho Phosphate

PT : Phosphore total.

PTD : Phosphore total Dissout.

SO₄⁺: Les Sulfates

Tc° : Température

ONA : Office National d'Assainissement.

Introduction Générale :

Depuis ces dernières décennies. L'humanité est de plus en plus consciente du Danger menaçant la planète suite à la grande croissance démographique et aux énormes progrès technologiques qui engendrent l'insalubrité de l'environnement.

L'eau ou autrement dite l'or bleu constitue dans nos jours un grand problème touchant la globalité de la terre pour ça il faut alors la préserver par tous les moyens possibles : diminution du gaspillage ; réutilisation des eaux usées et introduction de ces dernières dans des techniques spéciales de recyclage (Ghettas. 2009)

Les eaux usées regroupent les eaux résiduaires domestiques (les eaux vannes et les eaux Ménagères) les eaux de ruissellement et les effluents industriels (eaux usées des usines). Ils constituent donc un effluent pollué et qui sont rejetées dans un émissaire d'égout vers le milieu naturel (Zeghoud. 2014)

En Algérie ce domaine n'est pas très développé. et le dispositif mis en place ne permet pas d'atteindre les perspectives voulues pour faire face aux problèmes émanant des eaux usées. (Ghettas. 2009)

L'épuration des eaux usées Collectées par le réseau d'assainissement d'une agglomération les eaux usées urbaines contiennent de nombreux éléments polluants provenant de la population (eaux ménagères rejets des toilettes-eau « vannes » ...et des activités commerciales et industrielles. Elles sont acheminées vers une station d'épuration où elles subissent plusieurs phases de traitement (Guergour. 2014)

Dans ce travail ayant pour objectif de contribuer à l'étude du fonctionnement de la station d'épuration (STEP) de la Salamandre (Mostaganem) et son impact sur l'environnement. Nous essayerons d'interpréter les impacts des caractères physico-chimiques des eaux usées avant et après le traitement de la STEP sur l'environnement

Les analyses effectuées au laboratoire de la station ont le but de contrôler la qualité des eaux à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration. Certains paramètres ont été mesurés pour déterminer la qualité physico-chimique et biologique de ces eaux notamment La DBO5. la DCO. MES. pH. Conductivité (CE). Nitrites (NO₂-). Nitrates (NO₃-). Phosphore total (PT). Température (T C°).

Les principaux objectifs sont comme suivants :

- ✓ Suivi de la qualité physicochimique des eaux usées (polluées) dans la station d'épuration de la Salamandre.
- ✓ Faire un bilan général de la qualité des eaux usées de la STEP et sa fluctuation durant la période d'étude qui s'étale du ... à ... 2020
- ✓ L'évaluation de l'efficacité de la STEP à travers les analyses physicochimiques des eaux usées avant le traitement à l'entrée et après le traitement à la sortie de la station.
- ✓ Mettre en évidence un Bilan de la qualité des eaux avant/ et après épuration pour estimer l'impact sur l'environnement

Le manuscrit est structuré en trois parties (chapitre)

- **Chapitre I :** Les propriétés physico-chimiques des eaux usées urbaines.

Introduction générale

- **Chapitre II** : Généralités sur l'épuration des eaux usées et son impact environnemental.
- **Chapitre III** : Étude d'un cas (station d'épuration de la Salamandre-Mostaganem).

Ainsi le document s'achève avec une conclusion générale et les perspectives.

Chapitre I : Les Propriétés Physico-Chimiques Des Eaux Usées Urbaines.

1. Définition des eaux usées :

Une eau usée est une eau chargée de substances minérales ou biologiques issues de l'activité humaine provoquant sous une concentration anormale. Une dégradation de la qualité de l'eau naturelle du milieu récepteur. (Ghettas. 2009)

2. Les différents types d'eaux usées :

D'après RODIER et al (2005). On peut classer comme eaux usées. Les eaux d'origine urbaines constituées par des eaux ménagères (lavage corporel et du linge. lavage des locaux eaux de cuisine) et les eaux vannes chargées de fèces et d'urines ; toute cette masse d'effluents est plus ou moins diluée par les eaux de lavage de la voirie et les eaux pluviales. Peuvent s'y ajouter suivant les cas les eaux d'origine industrielle et agricole.

L'eau ainsi collectée dans un réseau d'égout apparaît comme un liquide trouble généralement grisâtre contenant des matières en suspension d'origine minérale et organique à des teneurs extrêmement variables.

En plus des eaux de pluies les eaux résiduaires urbaines sont principalement d'origine domestique mais peuvent contenir des eaux résiduaires d'origine industrielle d'extrême diversité donc les eaux résiduaires urbaines (ERU) sont constituées par :

- Des eaux résiduaires ou eaux usées d'origine domestique industrielle et/ou agricole
- Des eaux pluviales ou de ruissellement urbain.

▪ Origine industrielle :

Les déchets et les effluents industriels définissent largement la qualité et le taux de pollution de ces eaux usées. Les établissements industriels utilisent une quantité importante d'eau qui tout en restant nécessaire à leur bonne marche n'est réellement consommée qu'en très faible partie le reste est rejeté. On peut néanmoins faire un classement des principaux rejets industriels suivant la nature des inconvénients qu'ils déversent :

- Pollution due aux matières en suspension minérales (Lavage de charbon carrière tamisage du sable et gravier industries productrices d'engrais phosphatés...);
- Pollution due aux matières en solution minérales (usine de décapage galvanisation...);
- Pollution due aux matières organiques et graisses (industries agroalimentaires équarrissages pâte à papier...);
- Pollution due aux rejets hydrocarbonés et chimiques divers (raffineries de pétrole porcherie produits pharmaceutiques...);
- Pollution due aux rejets toxiques (déchets radioactifs non traités effluents radioactifs des industries nucléaires...).

Les eaux résiduaires d'origine industrielle ont généralement une composition plus spécifique et directement liée au type d'industrie considérée. Indépendamment de la charge de la pollution organique ou minérale de leur caractère putrescible ou non elles peuvent présenter

des caractéristiques de toxicité propres liées aux produits chimiques transportés. (RODIER. 2005).

- En ce qui concerne La STEP de Mostaganem. il est à préciser qu'elle en reçoit très peu d'eau d'origine industrielle du fait du faible industriel de Mostaganem.
- Ceci a très peu d'impact environnemental des eaux réceptionnées et traitées par la STEP.

▪ **Origine domestique :**

Les effluents domestiques sont un mélange d'eaux contenant des déjections humaines : urines fèces (eaux vannes) et eaux de toilette et de nettoyage des sols et des aliments (eaux ménagères).

Ces eaux sont généralement constituées de matières organiques dégradables et de matières minérales ces substances sont sous forme dissoute ou en suspension. Elles se composent essentiellement par des eaux de vanne d'évacuation de toilette. Et des eaux ménagères d'évacuation des cuisines salles de bains.

Elles proviennent essentiellement :

- Des eaux de cuisine qui contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes. des substances alimentaires à base de matières organiques (glucides lipides protéides) et des produits détergents utilisés pour le lavage de la vaisselle et ayant pour effet la solubilisation des graisses ;
- Des eaux de buanderie contenant principalement des détergents ;
- Des eaux de salle de bain chargées en produits utilisés pour l'hygiène corporelle généralement des matières grasses hydrocarbonées ;
- Des eaux de vannes qui proviennent des sanitaires (w.c). très chargées en matières organiques hydrocarbonées en composés azotés phosphatés et microorganisme. (REJSEK. 2002).

▪ **Origine agricole :**

Ce sont des eaux qui ont été polluées par des substances utilisées dans le domaine agricole. Dans le contexte d'une agriculture performante et intensive l'agriculteur est conduit à utiliser divers produits d'origine industrielle ou agricole dont certains présentent ou peuvent présenter des risques pour l'environnement et plus particulièrement pour la qualité des eaux. Il s'agit principalement :

- Des fertilisants (engrais minéraux du commerce ou déjections animales produites ou non sur l'exploitation) ;
- Des produits phytosanitaires (herbicides fongicides insecticides...). (GROSCLAUDE. 1999).
- Donc ces eaux sont l'issus :
- Des apports directs dus aux traitements des milieux aquatiques et semi-aquatiques tels que le désherbage des plans d'eau des zones inondables (faucardage chimique) et des fossés ainsi que la démolition des plans d'eau et des zones inondables (étangs et marais).

- Des apports indirects dus en particulier à l'entraînement par ruissellement. aux eaux de rinçage des appareils de traitement aux résidus présents dans des emballages non correctement rincés ou détruits aux eaux résiduaires des usines de fabrication et de conditionnement. (GROSCLAUDE ;1999).
- Aussi nous précisons qu'en Algérie et peut être spécifiquement à Mostaganem toutes les eaux résiduelles sont collectées dans les mêmes collecteurs urbains. Il n'est procédé en amont à aucune séparation des eaux ce qui diminue de l'efficacité de la STEP.

3. Composition des eaux usées :

La composition des eaux usées (Tableau1) 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 (Baumont et al. 2004).

Tableau 1. Composants majeurs typiques d'eau usée domestique. (Dekhil Soror. 2012)

Composition	Concentrations (mg/l)		
	Forte	Moyenne	Faible
Solides totaux	1200	700	350
Solides dissous	850	250	50
Solides suspendus	350	200	100
Azote (en N)	85	40	20
Phosphore (en P)	20	10	6
Chlore	100	50	30
Alcalinité (CaCo3)	200	100	50
Graisse	150	100	50
DBO5	300	200	100

Le DBO5 est la demande biochimique en oxygène à 20°C pendant 5 jours c'est une mesure de la matière organique biodégradable dans les eaux usées. Selon Faby (1997).

▪ Les matières en suspension :

Les matières en suspension sont en majeure partie de nature biodégradable. La plus grande part des microorganismes pathogènes contenus dans les eaux usées est transportée par les MES (matières en suspension). Elles donnent également à l'eau une apparence trouble. un mauvais goût et une mauvaise odeur.

▪ Les micropolluants organiques et non organiques :

Les micropolluants sont des éléments présents en quantité infinitésimale dans les eaux usées. La voie de contamination principale dans le cas d'une réutilisation des eaux usées épurées est l'ingestion.

C'est la contamination par voie indirecte qui est généralement préoccupante ainsi certains micropolluants comme les métaux lourds ou les pesticides peuvent s'accumuler dans les tissus des êtres vivants et notamment dans les plantes cultivées. Il peut donc y avoir une contamination de la chaîne alimentaire et une concentration de ces polluants dans les organismes. (Baumont et al. 2004).

1. Éléments trace :

Les métaux lourds que l'on trouve dans les eaux usées urbaines sont extrêmement nombreux ; les plus abondants (de l'ordre de quelques $\mu\text{g/l}$) sont le fer, le zinc, le cuivre et le plomb. Les autres métaux (manganèse, aluminium, chrome, arsenic, sélénium, mercure, cadmium, molybdène, nickel, etc.) sont présents à l'état de traces. (Cauchi, 1996).

Certains éléments traces, peu nombreux, sont reconnus nécessaires, en très faibles quantités, au développement des végétaux : le bore, le fer, le manganèse, le zinc, le cuivre et le molybdène.

L'irrigation, à partir d'eaux usées épurées, va apporter ces éléments si elle est utilisée avec précaution (Faby, 1997).

Compte tenu du faible taux d'intensification de l'agriculture de la région de Mostaganem, en dehors du littoral de la Stidia dont les eaux de ruissellement et d'irrigation s'en vont directement dans le rivage, de l'inexistence de l'industrie papetière et de la peinture reconnues comme principales sources de pollution en métaux lourds, on peut dire que les eaux résiduelles réceptionnées par la STEP en contiennent peu d'éléments traces.

2. Les micropolluants organiques :

Les micropolluants d'origine organique sont extrêmement nombreux et variés, ce qui rend difficile l'appréciation de leur dangerosité.

Ils proviennent de l'utilisation domestique de détergents, pesticides, solvants, et également des eaux pluviales : eaux de ruissellement sur les terres agricoles, sur le réseau routier, etc.

Ils peuvent aussi provenir de rejets industriels quand ceux-ci sont déversés dans les égouts ou même des traitements de désinfections des effluents par le chlore (Xanthoulis, 1993).

Les principales familles de la chimie organique de synthèse sont représentées : Hydrocarbures polycycliques aromatiques, chlorophénols, phtalates, avec une concentration de l'ordre de 1 à $10\mu\text{g/l}$ dans les effluents. Dans le sol, ces micropolluants restent liés à la matière organique ou adsorbés sur les particules du sol. Cependant, quelques composés ioniques (pesticides organochlorés, solvants chlorés) peuvent être entraînés en profondeur. En raison de la faible solubilité de ces éléments organiques, on les retrouvera concentrés dans les boues et c'est surtout lors de l'épandage de ces dernières que leurs teneurs devront être contrôlées (Faby, 1997).

Les pesticides sont les éléments traces les plus surveillés, et une étude d'impact et de métabolisme est obligatoire avant leur mise sur le marché. Par contre, le danger représenté par tous les autres polluants organiques est encore mal apprécié actuellement. Les contrôles de routine ne permettent pas de repérer toutes les toxines (Baumont et al. 2004).

3. Les substances nutritives :

L'azote, le phosphore, le potassium, et les oligo-éléments, le zinc, le bore et le soufre, indispensables à la vie des végétaux, se trouvent en quantités appréciables, mais en proportions très variables par rapport aux besoins de la végétation, dans les eaux usées épurées ou non. D'une façon générale, une lame d'eau résiduaire de 100 mm peut apporter à l'hectare :

- 16 à 62 kg d'azote.
- 2 à 69 kg de potassium.
- 4 à 24 kg de phosphore.
- 18 à 208 kg de calcium.
- 9 à 100 kg de magnésium.
- 27 à 182 kg de sodium (Faby, 1997).

a) L'azote :

L'azote se trouve dans l'eau usée sous forme organique ou ammoniacale dissoute. Il est souvent oxydé pour éviter une consommation d'oxygène (O₂) dans la nature et un risque de toxicité par l'ammoniaque gazeux dissous (NH₃), en équilibre avec l'ion ammoniac (NH₄⁺) (Martin, 1979).

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

- N organique à NH₄⁺ : ammonification
- NH₄⁺ NO₂⁻ : nitrification par Nitrosomonas
- NO₂⁻ NO₃⁻ : nitrification par Nitrobacter (Chellé et al. 2005).

b) Le phosphore :

La concentration en phosphore dans les effluents secondaires varie de 6 à 15 mg/l (soit 15 à 35 mg/l en P₂O₅). Cette quantité est en général trop faible pour modifier le rendement (FAO, 2003). Mais s'il y a excès, il est pour l'essentiel retenu dans le sol par des réactions d'adsorption et de précipitation.

Cette rétention est d'autant plus effective que le sol contient des oxydes de fer, d'aluminium ou du calcium en quantités importantes. On ne rencontre pas en général de problèmes liés à un excès de phosphore (Asano, 1998).

c) Le potassium (K⁺) :

Le potassium est présent dans les effluents secondaires à hauteur de 10 à 30 mg/l (12 à 36 mg/l de K₂O) et permet donc de répondre partiellement aux besoins des cultures (Faby, 1997).

d) Chlore et sodium :

Leur origine est :

- Naturelle (mer : 27g/l Na Cl, et terrains salés)
- Humaine (10 à 15g/l Na Cl dans les urines/j).
- Industrielle (potasse, industrie pétrolière, galvanoplastie, agroalimentaire) (Gaujous, 1995).

Les chlorures et le sodium peuvent également poser problème, notamment en bord de mer, quand les réseaux d'égout drainent des eaux phréatiques saumâtres (Faby, 1997)

4. Caractéristiques des eaux usées urbaines :

1. Caractéristiques physiques.

a) Température :

La température est un facteur écologique important du milieu. Elle permet de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment). Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. en effet celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz. dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique. dans la détermination du pH. pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels. Elle agit aussi comme un facteur physiologique agissant sur le métabolisme de croissance des micro-organismes vivant dans l'eau (Rodier et al. 1996).

b) Conductivité :

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau.

c) La turbidité :

Représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoutes. Elle est causée. dans les eaux. par la présence des matières en suspension (MES) fines. comme les argiles. les grains de silice et les micro-organismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence des matières colloïdales d'origine organiques ou minérale (Rejsek.. 2005).

d) Matières en suspension (MES) :

Les MES représentent les matières qui ne sont ni à l'état dissous ni à l'état colloïdales. donc filtrable. Elles sont organiques et/ou minérales et permettent une bonne évaluation du degré de pollution d'une eau.

e) Matières décantables :

De nombreuses particules peuvent constituer des impuretés d'une eau. Les techniques analytiques nécessaires à leurs déterminations dépendent des dimensions de ces particules. Les impuretés présentes dans l'eau ont pour origine soit des substances minérales végétales ou animales.

Les matières décantables sont les matières des grandes tailles entre 40 micromètres et 5 millimètres et qui se déposent sans traitement physique et chimique.

2. Caractéristiques Organoleptiques.

a) La Turbidité :

Selon REJSEK (2002). la turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée. dans les eaux. par la présence de matières en suspension (MES) fines. comme les argiles. les limons. les grains de silice et les microorganismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale. Les unités utilisées pour exprimer la turbidité proviennent de la normalisation ASTM

(American Society for Testing Material) qui considère que les trois unités suivantes sont comparables :

Unité JTU (Jackson Turbidity Unit) = unité FTU (Formazine Turbidity Unit) = unité NTU (Nephelometric Turbidity Unit).

b) La couleur :

Une eau pure observée sous une lumière transmise sur une profondeur de plusieurs mètres émet une couleur bleu clair car les longueurs d'ondes courtes sont peu absorbées alors que les grandes longueurs d'onde (rouge) sont absorbées très rapidement. (REJESK. 2002). La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. (RODIER et Al. 2005).

3. Caractéristiques chimiques.

a) PH :

Le pH est un paramètre qui permet de mesurer l'acidité, l'alcalinité ou la basicité d'une eau.

b) Oxygène dissous :

La concentration en oxygène dissous est un paramètre essentiel dans le maintien de la vie, et donc dans les phénomènes de dégradation de la matière organique et de la photosynthèse.

Une eau très aérée est généralement sursaturée en oxygène (torrent), alors qu'une eau chargée en matières organiques dégradables par des micro-organismes est sous-saturée. En effet, la forte présence de matière organique, dans un plan d'eau par exemple, permet aux microorganismes de se développer tout en consommant de l'oxygène.

c) Demande biologique en oxygène (DBO5) :

Exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques présentes dans les eaux usées par les microorganismes du milieu. Mesurée par la consommation d'oxygène à 20°C à l'obscurité pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablement ensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique des matières organiques carbonées (Xanthoulis., 1993).

d) Demande chimique en oxygène (DCO) :

C'est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire qui correspond à la quantité des matières oxydables par oxygène renfermé dans un effluent. Elles représentent la plus part des composés organiques (détergents matières fécales).

e) Carbone organique total (COT) :

Le carbone organique est constitué d'une grande diversité de composés organiques à plusieurs états d'oxydation dont certains sont susceptibles d'être oxydés par des procédés chimiques ou biologiques.

Ces fractions sont caractérisées par la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biologique en oxygène (DBO).

Certaines matières organiques échappent à ces mesures ; dans ce cas, le dosage du COT est mieux adapté. Il est indépendant de l'état d'oxydation de la matière organique et ne mesure

pas les éléments inorganiques tels que l'azote et l'hydrogène qui peuvent être pris en compte par la DCO et la DBO.

La détermination porte sur les composés organiques fixés ou volatils naturels ou synthétiques présents dans les eaux résiduaires (celluloses, sucres, huiles, etc.). Suivant que l'eau a été préalablement filtrée ou non, on obtiendra le carbone dissous (DCO) ou le carbone organique total (COT).

Cette mesure permet de faciliter l'estimation de la demande en oxygène liée aux rejets, et d'établir éventuellement une corrélation avec la DBO et la DCO. (Tarmoul, 2007).

f) Azote :

Dans les eaux usées domestiques l'azote est sous forme organique et ammoniacale. on le dose par mesure du N-NTK (Azote Totale Kjeldahl) et la mesure du N-NH₄. Azote Kjeldahl = Azote ammoniacal + Azote organique (Gaujous, 1995). L'azote organique.

Composant majeur des protéines est recyclé en continu par les plantes et les animaux. L'azote ammoniacal est présent sous deux formes en solution l'ammoniac NH₃ et l'ammonium NH₄⁺ dont les proportions relatives dépendent du pH et de la température l'ammonium est souvent dominant ; c'est pourquoi ce terme est employé pour désigner l'azote ammoniacal ; en milieu oxydant l'ammonium se transforme en nitrites puis en nitrates ; ce qui induit une consommation d'oxygène (Tarmoul, 2007).

g) Nitrites (NO₂⁻) :

Les ions nitrites (NO₂⁻) sont un stade intermédiaire entre l'ammonium (NH₄⁺) et les ions nitrates (NO₃⁻). Les bactéries nitrifiantes (nitrosomonas) transforment l'ammonium en nitrites.

Cette opération, qui nécessite une forte consommation d'oxygène, est la nitratisation.

Les nitrites proviennent de la réduction bactérienne des nitrates, appelée dénitrification. Les nitrites constituent un poison dangereux pour les organismes aquatiques, même à de très faibles concentrations. La toxicité augmente avec la température (Rodier, 2009).

h) Nitrates (NO₃⁻) :

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique dans l'eau. Les bactéries nitratâtes (nitrobacters) transforment les nitrites en nitrates.

Les nitrates ne sont pas toxiques, mais des teneurs élevées en nitrates provoquent une prolifération algale qui contribue à l'eutrophisation du milieu. Leur potentiel danger reste néanmoins relatif à leur réduction en nitrates (Rodier, 2009).

4. Caractéristiques microbiologiques.

La détermination de la flore aérobie mésophile totale, des coliformes totaux, coliformes fécaux, staphylocoque, streptocoque, salmonelles et les shigelles, ainsi que certains pathogènes peuvent donner une indication sur les risques liés à l'utilisation de certains types d'eaux (Baumont et al. 2004).

5. Comment mesure-t-on les matières polluantes contenues dans les eaux usées ?

Trois principaux paramètres mesurent les matières polluantes des eaux usées domestiques

Les matières en suspension (MES) exprimées en mg par litre. Ce sont les matières non dissoutes de diamètre supérieur à 1µm contenues dans l'eau. Elles comportent à la fois des éléments minéraux et organiques et décantent spontanément.

La demande biochimique en oxygène (DBO), exprimée en mg d'oxygène par litre. Elle exprime la quantité de matières organiques biodégradables présentes dans l'eau. Plus précisément, ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie. Pour mesurer ce paramètre, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommé au bout de cinq jours. C'est la DBO5, demande biochimique en oxygène sur cinq jours.

La demande chimique en oxygène (DCO), exprimée en mg d'oxygène par litre. Elle représente la teneur totale de l'eau en matières oxydables. Ce paramètre correspond à la quantité d'oxygène qu'il faut fournir pour oxyder par voie chimique ces matières.

Les teneurs en azote et en phosphore sont également des paramètres très importants, à cause des problèmes d'eutrophisation expliqués plus haut. Cette fragilité du milieu naturel a été prise en compte par la réglementation avec la notion de "zones sensibles".

Pour évaluer la traitabilité d'une eau usée par voie biologique on prend en compte :

Le ratio DCO/DBO5 qui ne doit pas excéder 3. Au delà la fraction représentée par la DCO « dure » (non biodégradable) est trop importante par rapport à la fraction de la DCO biodégradable (mesurée par la DBO5).

Le ratio C/N/P qui idéalement devrait être 100/5/1 pour une digestion optimale de la pollution par les biomasses épuratrices.

Les eaux usées urbaines contenant aussi des contaminants microbiologiques, bactéries, virus pathogènes et parasites, le rejet des eaux usées à proximité de lieux de baignade ou de zone d'élevage de coquillages fait courir un risque pour la santé. Il doit faire l'objet de précautions particulières.

Pour quantifier globalement les matières polluantes contenues dans les eaux usées domestiques (et assimilées), on utilise comme unité de mesure l' "équivalent-habitant" : EH. La notion d'équivalent-habitant est utilisée pour quantifier la pollution émise par une agglomération à partir de la population qui y réside et des autres activités non domestiques. Selon la définition de la directive européenne du 21 mai 1991 "relative au traitement des eaux urbaines résiduaires", un équivalent-habitant représente une DBO5 de 60 g d'oxygène par jour.

A titre d'exemple, la quantité de matières polluantes produite par Paris représente 13.4 millions d'équivalents-habitants par jour. Cette notion sert aussi à déterminer la capacité de traitement d'une station d'épuration urbaine¹.

¹ Extrait Y.Libes ; Les eaux usées et leur épuration P04.

Chapitre II : Généralités sur l'épuration des eaux usées et son impact environnemental.

INTRODUCTION :

Face à l'accroissement de la population mondiale combinée à une urbanisation croissante. L'accès à l'eau potable et à l'assainissement représente encore aujourd'hui un enjeu vital pour beaucoup de villes. Notamment dans les pays en développement. L'assainissement désigne l'ensemble des techniques de collecte, de transport et de traitement des eaux usées avant rejet dans le milieu naturel. Il peut se concevoir à l'échelle d'une agglomération (assainissement collectif) ou d'habitations non raccordées à un réseau d'égout collectif (assainissement autonome). Les stations d'épuration du futur tendent à devenir de véritables usines de valorisation des eaux usées afin de produire de l'énergie verte, des matières fertilisantes et des métaux précieux et afin de réutiliser les eaux usées traitées.

1. Définition de l'opération d'épuration des eaux usées.

Le rejet direct des eaux usées dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique en transformant le milieu accepteur en égouts. Cette pollution peut aller jusqu'à la disparition de toute vie. Pour cela, il faut épurer et retirer des eaux usées un maximum de déchets, avant de rejeter dans l'environnement, en tant que milieu naturel aquatique, soit la plus faible possible pour que leur incidence sur la qualité de l'eau.

L'épuration consiste à éliminer les plus gros débris organiques ou minéraux, retirer les MES de densité différente de l'eau tels que les grains de sables et les particules minérales, et aussi à éliminer les pollutions résiduelles qui pourraient être gênantes en aval (germes pathogènes, azote, phosphore...). (Saadi, 2013)

2. La Station d'épuration des eaux usées.

Une station d'épuration est une usine qui traite les eaux usées des particuliers et des industriels ainsi que les eaux pluviales. Elle est installée généralement à l'extrémité d'un réseau de collecte, juste en aval de la sortie des eaux vers le milieu naturel pour les assainir (Assainissement des eaux usées). (Chaouch, 2013)

3. Le rôle principal de station d'épuration des eaux usées.

Les stations d'épuration jouent un rôle principal pour la protection de l'environnement et la conservation de la santé humaine et évite le Problème de contamination de la nappe phréatique. Les stations d'épuration permettent également une économie d'eau grâce à la réutilisation de celle-ci. Cependant ce procédé n'est que très peu pratiqué en raison d'un fort coût à la mise en place. (Mahdjar, 2016)

4. La Réutilisation des eaux usées traitées en Algérie.

Actuellement l'Algérie se penche vers cette technique et sa réutilisation en agriculture. Ceci nécessite dans un premier temps d'identifier et de quantifier les volumes d'eaux usées rejetés par les agglomérations à travers le pays. Le volume d'eaux usées rejetées annuellement par les agglomérations dépassant 20.000 habitants est estimé à 58 300 m³ par an.

La réutilisation des eaux usées pour l'irrigation concerne en priorité les zones déficitaires en eau naturelle qui devient de plus en plus rare.

5. Les principes du traitement des eaux usées.

L'épuration des eaux usées consiste en un traitement biologique et comporte quatre étapes : le pré-traitement, le traitement biologique par boues activées, la clarification et le traitement des boues. En règle générale, pour les stations collectant plus de 10.000 équivalents-habitants, l'épuration des eaux usées arrivant à l'usine, est effectuée par un traitement biologique et suit les étapes suivantes :

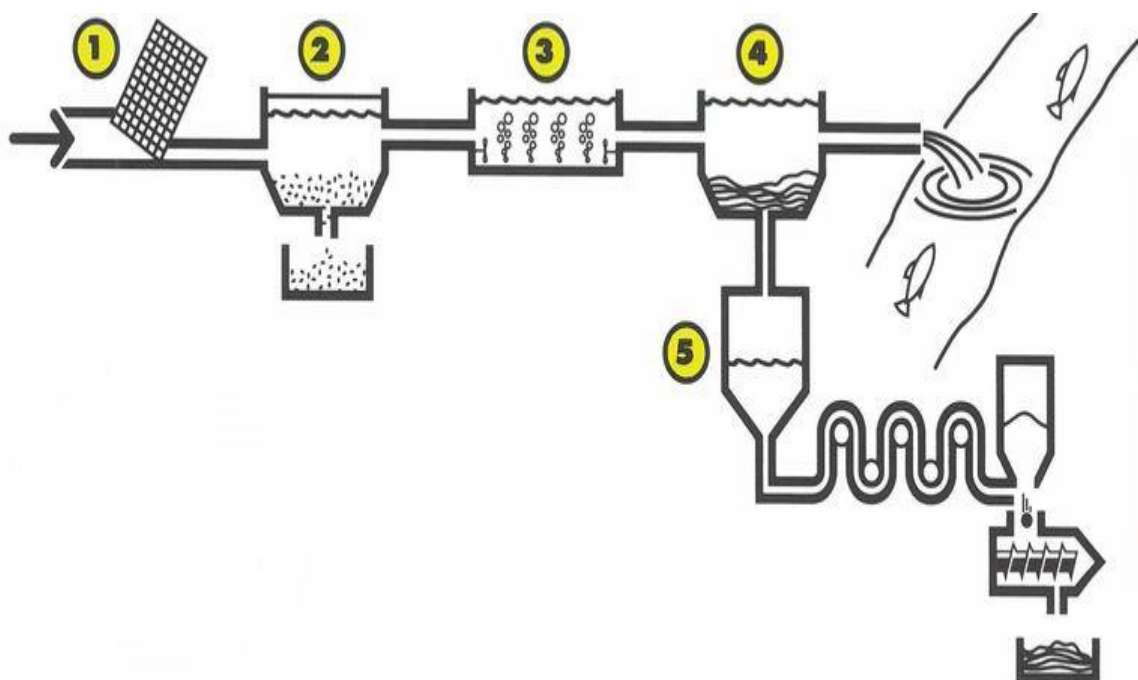


Figure 1. Les étapes de l'opération d'épuration des eaux usées

1. **le pré-traitement commence par le dégrillage** : séparation des déchets solides les plus gros, retenu par un système de tamis ou de grilles
2. **Le pré-traitement se poursuit par le dessablage - dégraissage** :_élimination des graisses par flottaison et des matières lourdes par décantation
3. **Le traitement biologique par boues activées** : les micro-organismes (bactéries) transforment la pollution dissoute en boues biologiques par une alternance de phase d'aération et de repos dans des bassins. Le traitement biologique est la transformation de la pollution par des bactéries en gaz carbonique, eau traitée et boues
4. **La clarification** sépare les boues de l'eau qui, dépolluée à plus de 90 %, est ensuite rejetée dans le milieu naturel.
5. **Le traitement des boues** consiste à concentrer la matière organique en filtrant les boues liquides pour obtenir des boues solides plus facilement transportable et stockable².

²<https://www.meusegrandsud.fr/vivre/au-quotidien/l-assainissement-et-vous/l-assainissement-collectif/les-principes-du-traitement-des-eaux-usees.html>

6. Le procédé de l'épuration des eaux usées.

1. Traitement préliminaire

Enlèvement des solides grossiers et d'autres grands fragments de l'eau usée brute (FAO. 2003). En tête d'une station d'épuration. ces procédés permettent de retenir les matières volumineuses grâce à des grilles (dégrillage). les sables (dessablage). les matières flottantes grossières (écumage) et les liquides moins denses que l'eau (désuilage). Les déchets solides peuvent être déchiquetés (dilacération) par des « pompes dilacératrices ». cette opération facilitant leur dispersion (Desjardins. 1997).

a) Dégrillage

Le dégrillage et le tamisage permettent de retirer de l'eau les déchets insolubles tels que les branches. les plastiques serviettes hygiéniques. etc. En effet. ces déchets ne pouvant pas être éliminés par un traitement biologique ou physico-chimique. il faut donc les éliminer mécaniquement. Pour ce faire. l'eau usée passe à travers une ou plusieurs grilles dont les mailles sont de plus en plus serrées.

Celles-ci sont en général équipées de systèmes automatiques de nettoyage pour éviter leur colmatage. et aussi pour éviter le dysfonctionnement de la pompe (dans les cas où il y aurait un système de pompage).

- **Un dégrillage grossier**

L'eau brute passe à travers une première grille qui permet l'élimination des matières de diamètre supérieur à 50mm.

- **Un dégrillage fin**

Après le relevage il passe par deux grilles à câble composées de barreaux placés verticalement ou inclinés de 60 à 80° sur l'horizontale. L'espacement des barreaux est de 20mm. la vitesse moyenne de passage entre les barreaux est comprise entre 0.6 et 1 m/s (Legube.. 1996).

b) Dessablage

Le dessablage a pour but d'extraire les graviers. sables et autre particules minérales de diamètres supérieures à 0.2 mm contenus dans les eaux usées. de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduits. à protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion. L'écoulement de l'eau à une vitesse réduite dans un bassin appelé « dessableur » entraîne leur dépôt au fond de l'ouvrage.

Ces particules sont ensuite aspirées par une pompe. Les sables extraits peuvent être lavés avant d'être mis en décharge. afin de limiter le pourcentage de matières organiques. sa dégradation provoquant des odeurs et une instabilité mécanique du matériau (Degrément.. 1972).

c) Désuilage

C'est généralement le principe de la flottation qui est utilisé pour l'élimination des huiles. Son principe est basé sur l'injection de fines bulles d'air dans le bassin de désuilage. permettant de faire remonter rapidement les graisses en surface (les graisses sont hydrophobes). Leur élimination se fait ensuite par raclage de la surface. Il est important de limiter au maximum la

quantité de graisse dans les ouvrages en aval pour éviter par exemple un encrassement des ouvrages. notamment des canalisations (Bonnin.. 1977).

2. Traitement primaire

Enlèvement des solides organiques et inorganiques sédimentables ainsi que les matériaux flottants (FAO. 2003).

La décantabilité des matières dans un bassin est déterminée par l'indice de Mohlman. Cet indice est déterminé chaque jour dans les stations d'épuration importantes afin de vérifier le bon fonctionnement du système. À la fin de ce traitement. la décantation de l'eau a permis de supprimer environ 60 % des matières en suspension. environ 30 % de la demande biologique en oxygène (DBO) et 30% de la demande chimique en oxygène (DCO).

Cette part de DBO5 supprimée était induite par les matières en suspension. La charge organique restant à traiter est allégée d'autant. Les matières supprimées forment au fond du décanteur un lit de boues appelé boues primaires (Bontaux.. 1994).

3. Traitement secondaire (traitement biologique)

Enlèvement des matières organiques solubles et des matières en suspension des eaux usées traitées primaires (FAO. 2003). Les procédés d'épuration secondaire (ou biologique) comprennent des procédés biologiques. naturels ou artificiels. faisant intervenir des microorganismes aérobies pour décomposer les matières organiques dissoutes ou finement dispersées (Desjardins. 1997). La dégradation peut se réaliser par voie aérobie (en présence d'oxygène) ou anaérobie (en l'absence d'oxygène).

- **La voie anaérobie**

Si les réactions s'effectuent à l'abri de l'air. en milieu réducteur. Le carbone organique. après dégradation. se retrouve sous forme de CO₂. méthane et biomasse. Ce type de traitement appelé « digestion anaérobie » n'est utilisé que pour des effluents très concentré en pollution carbonées. de type industriel (basserie. sucrerie. conserverie ...)

- **La voie aérobie**

Si l'oxygène est associé aux réactions. Cette voie est celle qui s'instaure spontanément dans les eaux suffisamment aérées. Le carbone organique se retrouve sous forme de CO₂ et de biomasse (Degrémont.. 1972).

L'épuration biologique des eaux usées peut être mise en œuvre dans les microorganismes se développent en suspension dans l'eau (boues activées). ou encore dans réacteurs à biomasse fixée dans lesquelles les micro-organismes se développent sur un support grossier ou sur garnissage plastique (lit bactériens). sur de disque (disques biologiques).

a) Boues activées

Les traitements réalisés en station d'épuration consistent à dégrader et séparer les polluants de l'eau (particules. substances dissoutes. microorganismes) par des procédés physiques. chimiques et biologiques pour ne restituer au milieu aquatique qu'une eau de qualité suffisante au regard du milieu récepteur.

Le résultat de ces opérations est la production de boues qui est le principal sous-produit du cycle de traitement de l'eau. Donc les boues d'épuration urbaines résultent du traitement des eaux usées domestiques qui proviennent de l'activité des particuliers et éventuellement des

rejets industriels dans les réseaux des collectivités après avoir suivi un prétraitement obligatoire (Céline PERNIN 2003).

Une station de traitement par boues activées comprend dans tous les cas :

- Un bassin dit d'aération dans lequel l'eau à épurer est mise en contact avec la masse bactérienne épuratrice.
- Un clarificateur dans lequel s'effectue la séparation de l'eau épurée et de la culture bactérienne.
- Un dispositif de recirculation assurant le retour vers le bassin d'aération de la boue biologique récupérée dans le clarificateur.

Cela permet de maintenir dans ce bassin la quantité (ou concentration) de micro-organismes nécessaires pour assurer le niveau d'épuration recherché :

- Un dispositif d'extraction et d'évacuation des boues en excès. C'est-à-dire du surplus de culture bactérienne synthétisée en permanence à partir du substrat.
- Un dispositif de fourniture d'oxygène à la masse bactérienne présente dans le bassin d'aération.
- Un dispositif de brassage de ce même bassin. Afin d'assurer au mieux le contact entre les cellules bactériennes et la nourriture. (degrément. 1972).

b) Lit bactérien

Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien consiste à faire ruisseler les eaux usées, préalablement décantées sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux micro-organismes (bactéries) épurateurs. Une aération est pratiquée soit par tirage naturel soit par ventilation forcée. Il s'agit d'apporter l'oxygène nécessaire au maintien des bactéries aérobies en bon état de fonctionnement. Les matières polluantes contenues dans l'eau et l'oxygène de l'air diffusent, à contre-courant, à travers le film biologique jusqu'aux micro-organismes assimilateurs. Le film biologique comporte des bactéries aérobies à la surface et des bactéries anaérobies près du fond. Les sous-produits et le gaz carbonique produits par l'épuration s'évacuent dans les fluides liquides et gazeux. Le rendement maximum de cette technique est de 80 % d'élimination de la DBO5 (Rodart et al. 1989).

c) Lagunage

Parmi les divers procédés d'épuration des eaux usées, dont l'application dépend des caractéristiques des eaux à traiter et du degré de dépollution souhaité, figure le lagunage naturel.

Moyen rustique d'épuration des eaux usées, il se distingue des autres techniques de traitement réputées intensives par de nombreux avantages. Ce procédé écologique, simple et peu onéreux se base sur les phénomènes responsables de l'autoépuration des cours d'eau.

Ce procédé appelé aussi lagunage et traitement par phyto-épuration est un procédé rustique efficace, peu onéreux convenant pour nos pays à faibles revenus et pour des agglomérations dont la population ne dépasse pas l'équivalent 10.000 Habitants.

4. Traitement tertiaire

À l'issue des procédés décrits précédemment, les eaux sont normalement rejetées dans le milieu naturel. Les eaux sont rendues sauvages, elles se ré-oxygènent, se débarrassent des microorganismes nuisibles et réalimentent les nappes phréatiques.

Dans le cadre d'une réutilisation immédiate des eaux usées épurées (REUE), les eaux usées nécessitent des traitements supplémentaires, essentiellement pour éliminer les microorganismes qui pourraient poser des problèmes sanitaires.

7. Les avantages de l'épuration des eaux usées.

Les investissements en faveur du traitement des eaux usées urbaines se justifient non seulement au regard des avantages sanitaires et environnementaux qu'ils présentent, mais aussi en raison de leurs incidences positives sur le développement socio-économique. Ainsi, au Chili, par exemple, le développement du traitement des eaux usées a produit les avantages suivants :

- De l'eau propre pour des milliers d'hectares de terres irriguées et la production de cultures à forte valeur ajoutée ;
- La mise en valeur du secteur du tourisme et des loisirs nautiques ;
- La réduction du risque lié à la diminution de la valeur des exportations de produits agricoles en raison de possibles réclamations concernant l'irrigation avec des eaux usées ;
- Une compétitivité accrue des produits nationaux non polluants et de qualité sur les marchés extérieurs ;
- une augmentation du nombre d'emplois liés aux exportations et au secteur du tourisme ;
- L'amélioration de la qualité des plans d'eau utilisés en tant que sources de l'approvisionnement en eau (siss, 2003).
- En outre, Le développement du traitement des eaux usées urbaines a également permis :
- La récupération et l'utilisation du méthane pour la production d'énergie et l'approvisionnement en gaz domestique. Et donc la réduction des émissions de gaz ;
- Et l'utilisation des eaux usées. Non seulement à des fins d'irrigation. Mais aussi à des fins industrielles entre autres.

8. Les différents impacts de la station d'épuration des eaux usées³.

1. Modification du paysage

L'aménagement du site n'entraînera pas une grande modification du paysage, d'autant que la topologie initiale permet de conserver le paysage.

2. Bruit

Le bruit, durant l'exploitation, produira un impact ponctuel dans les zones où les infrastructures se trouvent le plus près des logements.

Le projet devra respecter les seuils sonores admis en limite du périmètre des chantiers, et procédera à une réduction des nuisances à la source (de préférence, le niveau de bruit au niveau des chantiers ne devra pas dépasser les 75 dB)

³ (Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2017 . Page 111)

3. Rejets atmosphériques

L'état zéro est marqué par la présence d'un poste d'enrobé. unité industrielle potentiellement polluante.

La STEP est source des odeurs nauséabondes. des mesures d'atténuation sont obligatoire pour la réduction de cette nuisance.

Les autres émissions sur ce type de zone sont estimées modérées. ne justifiant pas la mise en marche de mesures de réduction. La remarque précédente sur la mixité de la zone s'applique également à ce niveau.

Impact d'un dysfonctionnement des installations et risques de pollution accidentelle

Un arrêt de la station de pompage ou le dysfonctionnement de la station d'épuration peuvent être à l'origine d'une pollution accidentelle.

4. Dysfonctionnement du réseau de transfert :

Le risque essentiel pour les réseaux de transfert proviendrait de la rupture des conduites de transfert. et des arrêts de fonctionnements des équipements électromécaniques des stations de pompes pouvant survenir soit à cause de pannes. soit à cause de coupures de courant électrique. En cas d'arrêt prolongé. il y a la formation de dépôts de matières en suspension dans les conduites.

5. Arrêt de la station de pompage :

En cas de panne de la station de pompage. ou coupure de courant électrique. il y aura un débordement des eaux usées stockées dans le bassin. et un impact sur le sol. les eaux souterraines et la population.

6. Rejets solides / Production de déchets

Des déchets d'exploitation seront produits en volume significatif indiquant la nécessité d'appliquer et de développer un système de gestion spécifique.

7. Rejets liquides

L'exploitation du site entrainera des rejets d'eaux usées propres au fonctionnement du site. De plus. l'augmentation du trafic et la croissance de la population proche du projet auront des répercussions sur la qualité des eaux. La mise en place d'un réseau de collecte et d'une station d'épuration permettra de réduire cet impact.

8. La présence de l'émissaire en mer

La présence de l'émissaire peut causer des impacts environnementaux. sociaux et économiques dans la zone d'influence du projet.

En effet. malgré la dilution importante des rejets lors de leur arrivée en mer. le fonctionnement de l'émissaire causera un impact environnemental certain dû notamment aux modifications du régime rhéologique des masses d'eau au niveau du point de rejet.

En effet. les rejets d'eau douce modifient. tout au moins à proximité du point de rejet. La salinité du milieu. et par conséquent affectent le milieu. Par ailleurs. les déversements de substances diverses (nutriments. détergents. produits persistants...) sont une menace pour le milieu marin. Enfin. l'enrichissement en matière organique peut par ailleurs constituer une menace réelle pour le milieu marin.

Chapitre II : Généralités sur l'épuration des eaux usées et son impact environnemental.

Par ailleurs si l'émissaire en mer n'est pas enterré dans son parcours sur les étages médio et infra littoral il aura un impact certain sur la courantologie, la sédimentologie et l'érosion de la bande littorale de la zone d'influence du projet. Actuellement il n'y a pas d'utilisateurs qui seront impactés par l'installation de l'émissaire en mer. L'absence des utilisateurs est due aux choix du tracé de l'émissaire dans une zone non fréquentée par les pêcheurs et les touristes.

Chapitre III : Étude du cas (station d'épuration de Salamandre-Mostaganem).

1. Présentation de la commune de Mostaganem.

1. Situation géographique de la commune de Mostaganem.

Mostaganem est la 27ème wilaya dans l'administration territoriale Algérienne. Elle se trouve au Nord-Ouest de l'Algérie sur le littoral méditerranéen. à 350 Km à l'Ouest d'Alger et à 80 Km à l'Est d'Oran.

La wilaya de Mostaganem compte plus de 877 450 habitants (statistiques de 2018) et se compose de 32 communes. réparties sur 10 Daïras.

Les wilayas limitrophes de Mostaganem (Figure 1) à l'Est la Wilaya de Chleff. au Sud-Est la Wilaya de Relizane. à l'Ouest la Wilaya d'Oran. au Sud-Ouest la Wilaya de Mascara.

Le territoire de la commune de Mostaganem est situé à l'ouest de sa wilaya. à 363 km à l'ouest d'Alger. à 79 km à l'est d'Oran. à 48 km d'Arzew et à 81 km au nord de Mascara¹.

2. Cadre climatique :

Le climat de Mostaganem se caractérise par une température douce. la faiblesse des écarts thermiques et l'alternance quasi quotidienne des brises de mer et de terre. [44]

Tableau 2. Les données climatiques de Mostaganem.

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet
Température (°C)	11	12	14	17	19	24	24
Précipitations (mm)	92	72	60	40	35	9	2
Mois	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre		Année
Température (°C)	25	23	20	16	13		17

2. Les systèmes épuratoires à Mostaganem.

La Wilaya de Mostaganem dispose actuellement de neuf stations d'épuration (STEP). dont quatre réceptionnées : Mostaganem. Sidi Ali. Sidi Lakhdar et Khadra. Les autres stations sont celles de Mesra. Ben Yahi. Hadjadj. Bouguirat et Fornaka sont en finitions (Figure 17).

Les eaux épurées de la STEP de Mostaganem devraient en théorie servir à l'irrigation d'environ 2 000 ha. ce qui n'est pas encore le cas.

¹ (<https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Mostaganem>)

Chapitre III : Étude d'un cas (station d'épuration de Salamandre-Mostaganem).

Le rendement d'épuration des eaux usées est passé de 25 % en 2017 à 75 % en fin 2018, soit 126.000 M3/j, dont 71.700 M3/j sont déversés directement en mer. actuellement le taux de dépollution du littoral est estimé à 95% par l'ONA. (Figure)



Figure 2. Vues sur les stations d'épuration STEP de Mostaganem

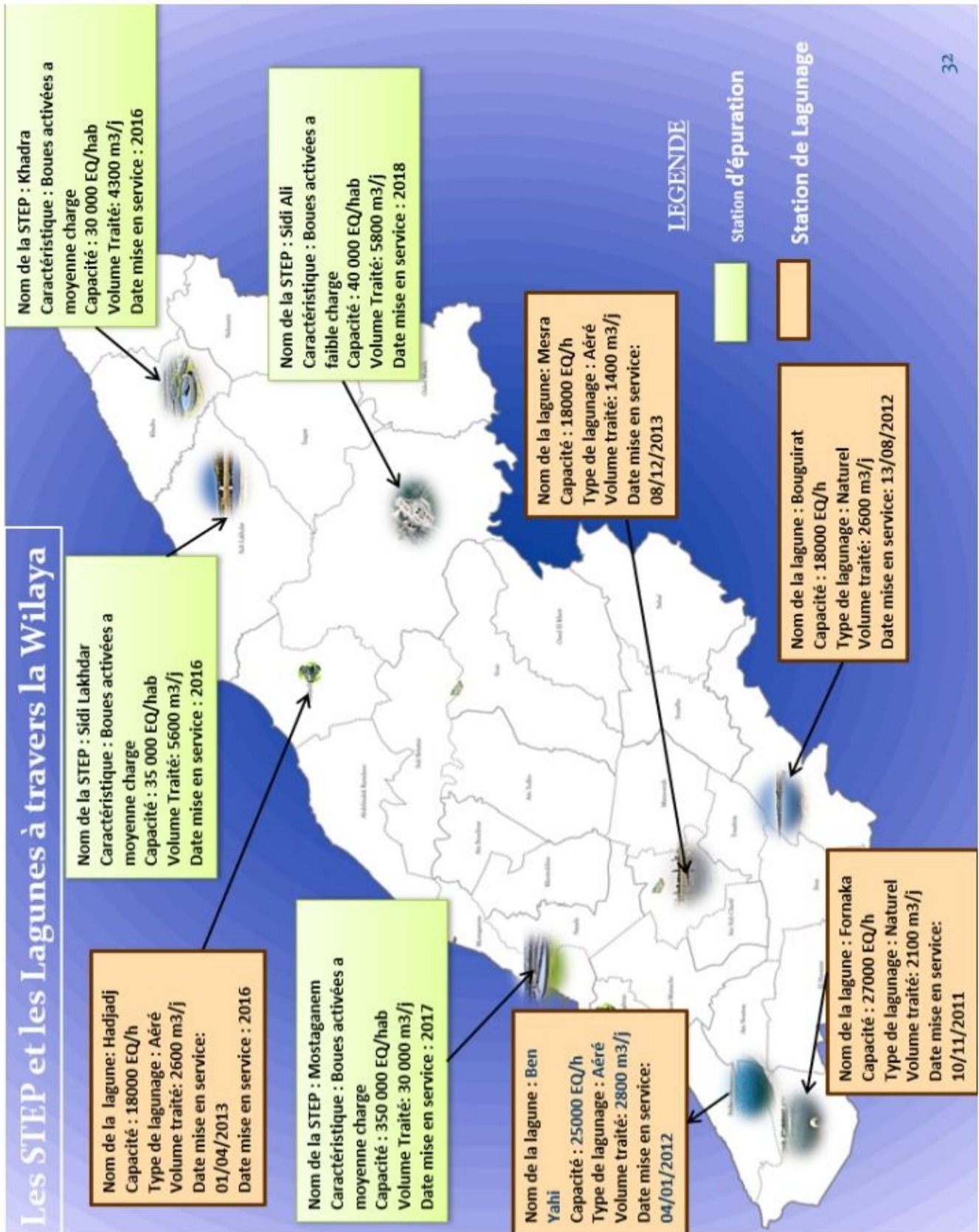


Figure 3. Stations d'épuration de wilaya de Mostaganem.

Chapitre III : Étude d'un cas (station d'épuration de Salamandre-Mostaganem).

Le détail du rendement de fonctionnement de chacune des STEP en exploitation dans la wilaya de Mostaganem est présenté dans le tableau suivant :

Tableau 3. Le volume global des eaux usées de la wilaya de Mostaganem

Volume global des eaux usées de la wilaya est de 110 000 m3/j				
Stations	Capacité EH*	Volume épuré m3/j	Superficie irriguée ha	Bénéficiaire
Sidi Lakhdar	35 000	35 000	220	220 ha irrigué au profit des fellahs. en exploitation depuis le 23/01/2017
Khadra	30 000	4 300	150	150 ha irrigué au profit des fellah. en exploitation depuis le 22/01/2017
Mostaganem	350 000	50 000	2000	Projet en cours d'étude
Hadjadj	40 000	6 000	300	Traitement des dossiers des demandes des fellah en cours
Stations d'épuration en exploitation				
Ain nouissy et Beni Yahi	36 000	5 200	100	L'irrigation de plus de 300 ha en projet
Fornaka et Kedadra	27 000	4 000	120	
Bouguirat	18 000	2 600	120	220 ha irrigué au profit des fellah. en exploitation depuis 09/10/2016
Mesra	18 000	2 600	120	Travaux de raccordement des drains sont en cours dans le cadre d'un programme FNE
Hadjadj	18 000	2 600	100	100 ha irrigué au profit des fellahs. en exploitation depuis le 07/11/2016

* EH = Équivalent Habitant : unité de mesure permettant d'évaluer la capacité d'une station d'épuration. Cette unité de mesure se base sur la quantité de pollution émise par personne et par jour. 1 EH = 60 g de DBO5/jour en entrée station soit 21.6 kg de DBO5/an.

Une fois les neuf stations en exploitation et en finition raccordées au réseau d'irrigation la superficie irriguée sera de 3330 ha soit 8.15% de la superficie agricole irriguée de la wilaya de Mostaganem.

L'efficacité aussi bien environnementale qu'économique est évidente. et elle n'est plus à démontrer.

3. Présentation du site d'étude : STEP de Mostaganem

La station d'épuration de la ville de Mostaganem est destinée à traiter les eaux usées domestiques avant leur rejet dans la mer. La station d'épuration des eaux usées de la ville de Mostaganem est une station à boue activée a moyen charge d'une capacité de 350.000 EQ/H pour un débit de 65.000 m³/j [1]. Cette station d'épuration (sise à salamandre) a mis fin à la pollution du littoral où les eaux usées se déversaient librement depuis des années. Cette installation, d'un montant de 3.5 milliards de dinars, permettra la dépollution des eaux usées urbaines domestique des régions Ouest et Sud de Mostaganem, dont les localités sont reportées dans le tableau N°1.



Figure 4. Schéma global de la station d'épuration (STEP) Mostaganem

1. Situation géographique :

La station d'épuration de la ville de Mostaganem s'étend sur une superficie de 12 hectares [1]. Situé du côté de salamandre et délimité au Nord par la mer, à l'Est par SOACHLORE et CELPAP, à l'Ouest par la station de pompage (SEOR) et au Sud par des terrains vagues (photo N°1).

2. Les données techniques de la STEP.

La station d'épuration de Salamandre a été dimensionnée sur les bases de données suivantes. (Fig.)

Tableau 4. Données Techniques de la STEP de Salamandre wilaya de Mostaganem

Nom de la station d'épuration	Salamandre
Commune	Mazgran
Wilaya	Mostaganem
Localités raccordées	Mostaganem - Mazagran – Aizeb –Amarna-Sayada-Sidi Othmane – Vallée des jardins -Hai el Wiam – Hassi Mamech – Douar Djedid –Sidi Mejdoub-Douar Bleidia-Ouriah- Sablette- Stidia- Kheireddine –Douar OuladLarbi – Ain Boudinar

La capacité de la STEP	350 000 E.H = 56 000 m ³ /j
Le procédé de traitement	Boues Activées
Le milieu récepteur	La mer
Impact de la STEP	La protection du littoral
Le périmètre concerné par la réutilisation	Projet en cours d'étude

3. Le principe de fonctionnement de la STEP :

La station est conçue pour répondre aux exigences de Salamandre. avec une capacité de : 350 000 E.H = 56 000 m³/j . la station d'épuration de Salamandre est de type Boues activées à moyen charge. Dans le traitement biologique des effluents. on fait généralement appel aux processus aérobies par lesquels les bactéries provoquent une oxydation directe des matières organiques des eaux usées à partir de l'oxygène dissous dans l'eau.

La dégradation est un phénomène complexe générateur de l'énergie nécessaire à la vie des micro-organismes et ses manifestations. reproduction. croissance. déplacements. etc. De nombreux micro-organismes permettent la dégradation des matières organiques ainsi que leur stabilisation.

4. Les Caractéristiques techniques des ouvrages de la station

Les bases retenues pour le dimensionnement de la station d'épuration des eaux usées de Salamandre sont conformes au cahier de charge de l'appel d'offre et sont récapitulées dans le tableau suivants :

Tableau 5. Qualité des eaux traitées (STEP Salamandre)

Paramètre	Unité	concentration	rendement minimum d'élimination en %
DCO	mg/l	≤ 90	≥ 80
DBO5	mg/l	≤ 30	≥ 90
MES	mg/l	≤ 30	≥ 90

Tableau 6. Charge hydraulique entre STEP Mostaganem (STEP Salamandre)

Débit	Unité	Total 2030
Équivalent habitant	E.H	350 000
Volume journalier	m ³ /j	56 000
Débit moyen en temps sec	m ³ /h	2 334
Débit de pointe temps sec	m ³ /h	3 735
Débit max. admis en temps de pluie	m ³ /h	5 600

Tableau 7. Charge de pollution prise en compte -horizon 2030 (STEP Salamandre)

Paramétré	Unité	Horizon 2030
Charge journalière en DCO	Kg/J	47 250
Charge journalière en DBO5	Kg/J	19 600
Charge journalière en MES	Kg/J	24 500
Charge en NTK	Kg/J	3 500
Charge en Phosphore total (Pt)	Kg/J	880

5. La Présentation de la filière de traitement de la station

La station d'épuration des eaux usées de la ville de Mostaganem est prévue pour traiter un débit journalier moyen de 56.000 m³/j. La chaîne de traitement est composée de deux lignes : une ligne d'eau et une ligne de boues.

a) Prétraitements

Les prétraitements sont constitués par une série d'opérations physiques ou mécaniques qui ont pour but d'éliminer les matières les plus grossières (brindilles, feuilles, tissus, ...) susceptibles d'endommager les organes mécaniques ou de perturber l'efficacité des étapes ultérieures d'épuration

Les principales opérations de prétraitements sont :

- Le dégrillage
- Le dessablage
- Le déshuilage et dégraissage

i. Dégrillage/ Déshuilage :

Le dégrillage et le tamisage permettent de retirer de l'eau les déchets insolubles tels que les branches, les plastiques, les canettes, etc. En effet, ces déchets ne pouvant pas être éliminés par un traitement biologique ou physico-chimique, il faut donc les éliminer mécaniquement. Pour ce faire, l'eau usée passe à travers une ou plusieurs grilles dont les mailles sont de plus en plus serrées. Celles-ci sont en général équipées de systèmes automatiques de nettoyage pour éviter leur colmatage et pour protéger les pompes.

❖ Un dégrillage grossier

L'eau brute passe à travers une première grille qui permet l'élimination des matières de diamètre supérieur à 50mm. (Figure 23)



Figure 5. Dégrillage grossier (photo prise à la station)

❖ Un dégrillage fin

Après le relevage de l'eau par quatre pompes en marche et 2 de secours (1400m³/ h pour chacune). il passe par deux grilles à câble composées de barreaux placés verticalement ou inclinés de 60 à 80° sur l'horizontale. L'espacement des barreaux est de 20mm. la vitesse moyenne de passage entre les barreaux est comprise entre 0.6 et 1 m/s. l'élimination des matières de diamètre supérieur à 20mm (Figure 24)

ii. Déshuilage

C'est généralement le principe de la flottation qui est utilisé pour l'élimination des huiles. Son principe est basé sur l'injection de fines bulles d'air dans le bassin de déshuilage. permettant de faire remonter rapidement les graisses en surface (les graisses sont hydrophobes). Leur élimination se fait ensuite par raclage de la surface.

b) Décantation primaire

La station est dotée de deux bassins de décantation. La décantation primaire élimine 30 à 33 % de la DBO et 70 à 75 % des MES décantables [1]. Le décanteur fonctionne en surverse. La vitesse du pont racleur est faible de façon à éviter la perturbation de la suspension; La présence des conditions de la lumière et du Nutriments favorise le développement des algues d'où la présence débrousses (photo N°5) sur le pont pour éliminer ces derniers.



Figure 6. Primaire (photo prise à la station)

c) Traitement biologique

Enlèvement des matières organiques solubles et des matières en suspension des eaux usées traitées primaires. Les procédés d'épuration secondaire (ou biologique) comprennent des procédés biologiques. naturels ou artificiels. faisant intervenir des microorganismes aérobies pour décomposer les matières organiques dissoutes ou finement dispersées.

La dégradation peut se réaliser par voie aérobie (en présence d'oxygène) ou anaérobie (en l'absence d'oxygène).

Chapitre III : Étude d'un cas (station d'épuration de Salamandre-Mostaganem).

- a. la voie anaérobie : si les réactions s'effectuent à l'abri de l'air. en milieu réducteur. Le carbone organique. après dégradation. se retrouve sous forme de CO₂. méthane et biomasse. Ce type de traitement appelé « digestion anaérobie » n'est utilisé que pour des effluents très concentré en pollution carbonées. de type industriel (basserie. sucrerie. conserverie ...)
- b. la voie aérobie : si l'oxygène est associé aux réactions. Cette voie est celle qui s'instaure spontanément dans les eaux suffisamment aérées. Le carbone organique se retrouve sous forme de CO₂ et de biomasse. (Figure 26)

Nt : la station de STEP Mostaganem elle appliqué la voie aérobie (figer26)

d) Clarification :

La décantation secondaire (photo N°7) sert à éliminer la majorité de boue. un taux sera recerclé dans les bassins d'aération et l'autre acheminé vers l'épaississeur¹.



Figure 7. Décantation secondaire (photo prise à la station)

e) Désinfection

A ce stade de traitement. l'eau est épurée. l'injection du chlore (eau de javel 12°)² pour assurer l'élimination des germes pathogènes des eaux avant leurs rejets dans le milieu récepteur 'la mer' (photo N°8). Le temps de séjour dans cet ouvrage est de 30 min.

¹ BUTEC 2014

² BUTEC 2014



Figure 8. Désinfection (photo prise à la station)

f) Traitement des boues

i. Filières boues

Le procédé d'épuration des eaux usées urbaines ou industrielles, qu'il soit biologique ou physico-chimique, conduit à la concentration des polluants sous la forme d'un résidu secondaire: les boues. En sortie de décanteur, ce résidu se présente sous forme liquide (95% à 99% d'eau en moyenne) avec une forte charge en matières organiques hautement fermentescibles, des matières minérales, ainsi que des éléments métalliques¹

Les procédés de traitement des boues peuvent varier suivant la nature et la taille de la station d'épuration. Deux grands types de traitements sont à distinguer :

- ❖ Des traitements de stabilisation, dont l'objectif est de réduire le pouvoir fermentescible des boues afin de limiter les nuisances olfactives;
- ❖ Des traitements de réduction de la teneur en eau des boues, visant à diminuer le volume de boues à stocker ou à épandre.

Les boues issues de l'épuration des eaux usées subissent d'importantes opérations avant leur valorisation agricole.

¹ Céline PERNIN, 2003

ii. Stabilisation des boues.

La stabilisation aérée des boues a pour but de réduire le maximum des matières organiques qui ne sont pas dégradées par l'apport de l'oxygène par des aérateurs fixés sur des Ponts en biton fonctionnent en alternances 50 minutes en marche 10 minutes d'arrêt (photo N°9). Les boues peuvent rester dans le bassin jusqu'à 14 jours¹. La couleur marron chocolaté est un indice d'une bonne stabilisation. Les paramètres mesurables sont : Le taux d'oxygène. les matières sèches le pH la température et la vue microbiologique



Figure 9. Bassin de stabilisation (photo prise à la station)

iii. Épaississement des boues.

Les procédés d'épaississements permettent de réduire le volume des boues grâce à l'extraction de leur eau. Ils sont très simples ils peuvent être utilisés pour les stations des petites collectivités car ils n'entraînent pas de dépense d'énergie de fonctionnement. L'épaississement vise donc à augmenter la siccité des boues soit leur teneur en matière sèche sans modifier le caractère liquide des boues².

- Deux procédés sont utilisés :
 - ❖ Épaississement par décantation gravitaire : décantation sous la seule action de la pesanteur. La dénomination usuelle de cette technique est l'épaississement statique ;
 - ❖ Épaississement dynamique : concentration mettant en œuvre des énergies mécaniques. Il s'agit principalement de :
- La flottation ;
- L'égouttage.
- La centrifugation

¹ BUTEC 2014

² DUCHEN P 1990

iv. Egouttage

Il s'agit d'égoutter les boues en les mettant sur un support filtrant. cela provoque un épaissement rapide de la boue. Ce système table d'égouttage (photo N°10) permet d'augmenter la charge massique ou la concentration de 10 g à 100 g/l et la siccité finale de l'ordre de 8 %. Les boues doivent être préalablement floculées. On ajoute souvent un polymère afin de constituer les floccs. La simplicité de ce procédé d'épaississement assure aussi sa durabilité pour une maintenance réduite¹.



Figure 10. Épaississement (photo prise à la station)

v.. Déshydratation.

La déshydratation qui correspond à une augmentation forte de siccité. modifie l'état physique des boues. celles-ci passant de l'état liquide à l'état pâteux ou solide. Ces procédés permettent de séparer une partie de l'eau de façon à obtenir des boues plus épaisses dans d'un volume plus faible (photo N°11). La boue est déversée entre deux toiles filtrantes mises en rotation et progressivement rapprochées afin d'augmenter la pression de contact permettant d'éliminer l'eau au travers des toiles. et d'atteindre en sortie une siccité allant de 15% à 20².

¹ OLIVER J. 2003

² PASSAVANT, 1994



Figure 11. Le procédé filtre bande (photo prise à la station)

Chapitre IV : Résultats Et Discussions

1. La Mesure des paramètres physico-chimiques :

1. Matériels et méthodes

Les paramètres physico chimiques sont mesurés au niveau du laboratoire de la station d'épuration de Salamandre selon des méthodes normalisées. Les échantillons d'eau sont prélevés et analysés pour déterminer les paramètres physiques de milieu : pH, la température (TC°), Conductivité électronique (CE), d'une part et des paramètres chimiques de milieu à partir des teneurs des nutriments clés : (NT), (NH₄⁺), Nitrate (NO₃⁻), Nitrite(NO₂⁻), Phosphate (PO₄⁺), (DCO), (DBO₅) qui contribue dans le fonctionnement.

Le prélèvement d'eau, qu'elle était analysée au laboratoire, doit être indicatif de l'état réel du plan d'eau au moment et à l'endroit échantillonné.

Pour faire ce type de prélèvement, il faut utiliser différents matériels sur laboratoire.

2. L'Appareillage

Tableau 8. Liste des verreries et appareillage de laboratoire de la STEP

Les verreries	Appareillage de laboratoire utilisé pour les analyses physicochimiques de la STEP
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bêchers ▪ Spatules ▪ Eprouvettes ▪ Fioles gaugés ▪ Verre de montre ▪ Burettes ▪ Entonnoir ▪ Des micropipettes ▪ Des pipettes ▪ Flacons ▪ Dessiccateur ▪ La coupelle 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Centrifugeuse ▪ Multi-paramètre ▪ Spectrophotomètre ▪ La haute ▪ Le Distillateur ▪ Four à moufle ▪ Balance analytique de précision ▪ Etuve ▪ Dessiccateur ▪ Incubateur ▪ Spectrophotomètre ▪ DBO mètre

3. L'échantillonnage

a) L'échantillonnage des eaux

Le prélèvement d'un échantillon d'eau conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. A cet effet l'échantillon doit être homogène représentatif et obtenu sans que ses caractéristiques soient altérées.

Localisation des points de prélèvement : les points de prélèvements choisis dans cette étude.

b) Le Mode de prélèvement

Le prélèvement des échantillons est facilité par l'emploi d'un échantillonneur automatique qui fournit un prélèvement de 200 ml par heure.

Après 24 heures l'ensemble des flacons fermés et étiquetés sont transportés au laboratoire pour former un échantillon représentatif par mélange.

4. Résultats et Discussions :

Les Résultats de la STEP de Salamandre :

Dans cette partie nous présentons les résultats des analyses physico-chimiques mesurées au niveau de la STEP de Salamandre. Ces résultats sont pour la comparaison seulement à la norme de chaque paramètre si elle existe et pour évaluer les rendements et l'efficacité d'épuration de la STEP.

Tableau 9. Les dates d'échantillonnage dans la station d'épuration de Salamandre pendant la période d'étude.

Les Sorties	Date D'échantillonnage
Sortie 01	23/02/2020
Sortie 02	24/02/2020
Sortie 03	25/02/2020
Sortie 04	26/02/2020
Sortie 05	27/02/2020
Sortie 06	01/03/2020
Sortie 07	02/03/2020
Sortie 08	03/02/2020
Sortie 09	04/03/2020
Sortie 10	05/03/2020

Les valeurs des températures présentées dans la Fig. n° 12 montrent que la température maximale des eaux usées d'entrées est 15.80 C° et la valeur minimale est 8.40

Les valeurs des températures présentées dans la Fig. n° 12 montrent que la température maximale des eaux usées de la sortie varie entre 18.30 C° et la valeur minimale est 8.10 C°.

Ces valeurs sont inférieures aux normes algériennes des rejets liquides urbains 30°C.

Cette variation provoque le développement de la population bactériennes qui est de type mésophile. et favorise la dégradation de la pollution organique en conséquence par phénomène d'oxydation et minéralisation.

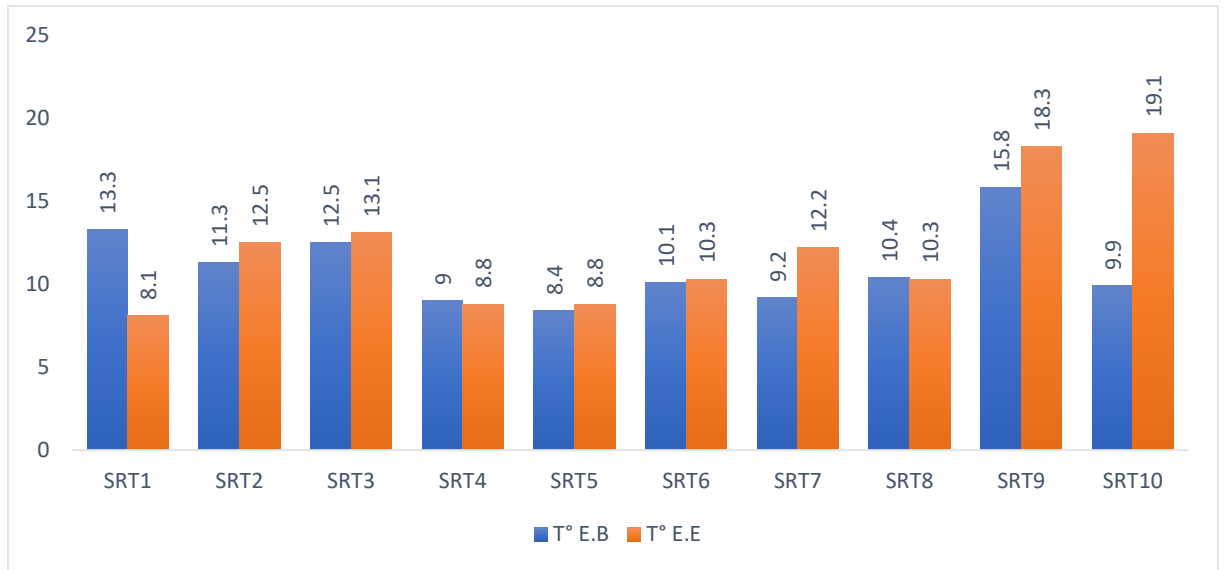


Figure 12. Variation temporelle des températures des eaux de la station d'épuration entre l'entrée et la sortie pendant la période de suivi.

D'après La Fig. n° 13 . la valeur maximale de pH des eaux d'entrées est 7.78 et la valeur minimale est 7.30 . et la valeur maximale de pH des eaux de la sortie est 7.84 et la valeur minimal est 7.59.

Les valeurs de pH des eaux usées (à l'entrée et à la sortie) sont presque neutres (reste dans les normes de rejet algériennes ($6.5 < \text{pH} < 8.5$)).

Les bactéries des boues de la station favorisent la croissance dans ce milieu légèrement basique.

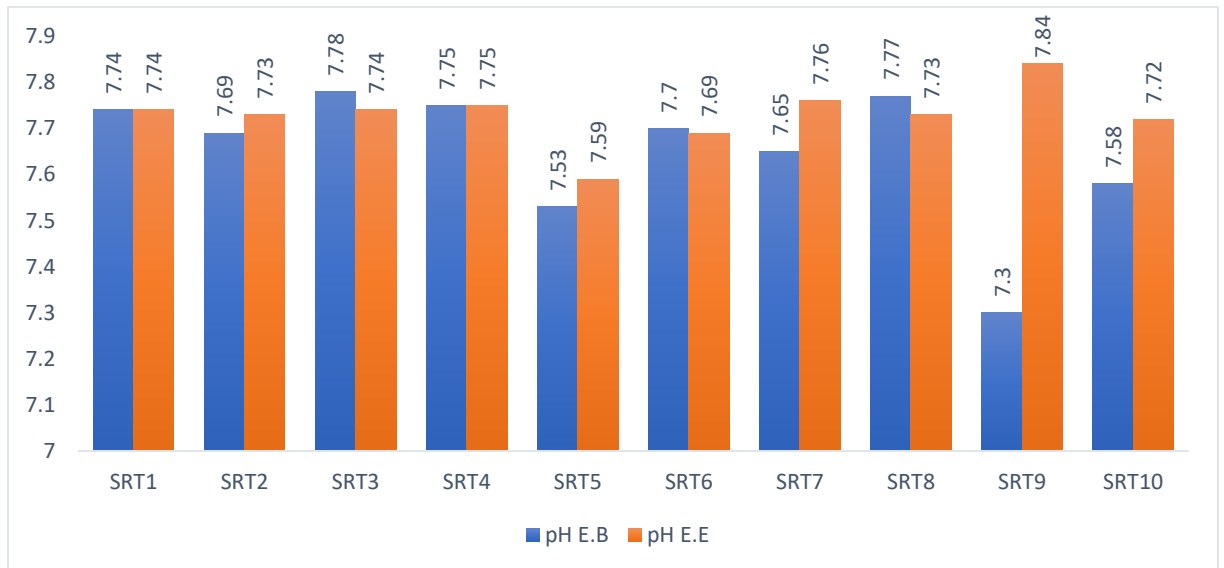


Figure 13. Variation temporelle des Potentiels d'hydrogènes (pH) des eaux de la station d'épuration entre l'entrée et la sortie pendant la période de suivi.

D'après la Fig. n° 14 la valeur maximale de la conductivité électrique des eaux d'entrées est 1.94 Ms /Cm dans la sortie 07 est la valeur minimale est 1.41 Ms /Cm dans la sortie 04.

Chapitre IV : Résultats Et Discussions

La valeur maximale de la conductivité électrique des eaux de sortie est 2.15 Ms /Cm dans la sortie 09.

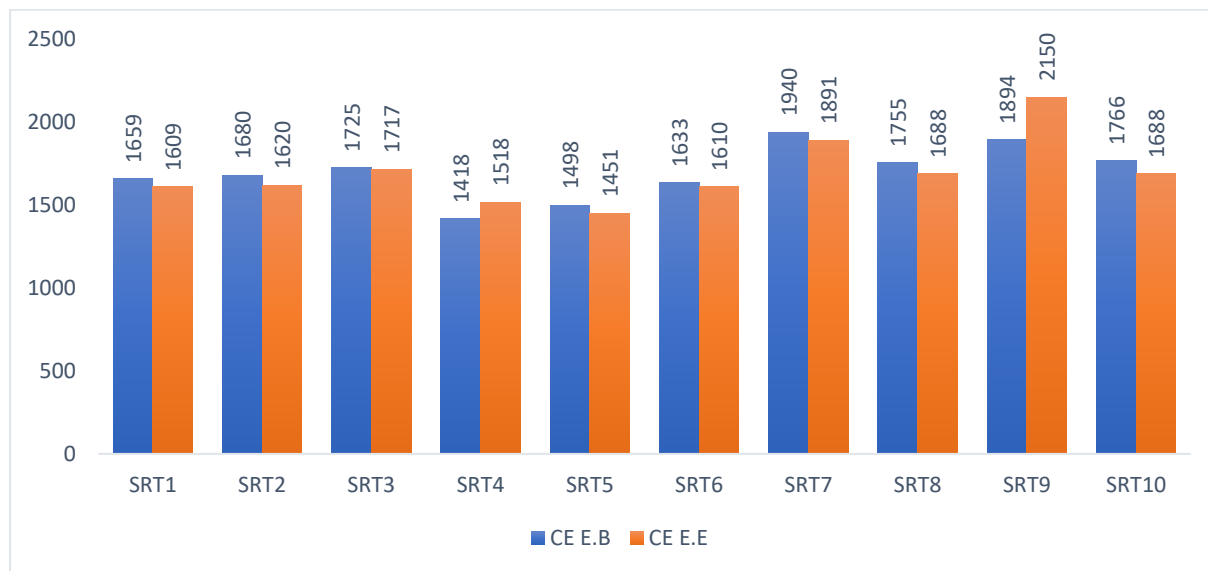


Figure 14. Variation des teneurs de la conductivité électrique des eaux d'entrée et de la sortie de la station d'épuration d'Ain El Beida exprimé en (μ/Cm) pendant la période d'étude.

D'après la Fig. n° 15 la valeur maximale d'ammonium des eaux d'entrées est 35.6 mg. L-1 dans la sortie et la valeur minimale est 29.2 mg. L-1 dans la sortie.

La valeur maximale d'ammonium des eaux de sortie est 35.2 dans la sortie et la valeur minimale est 24.8 dans la sortie.

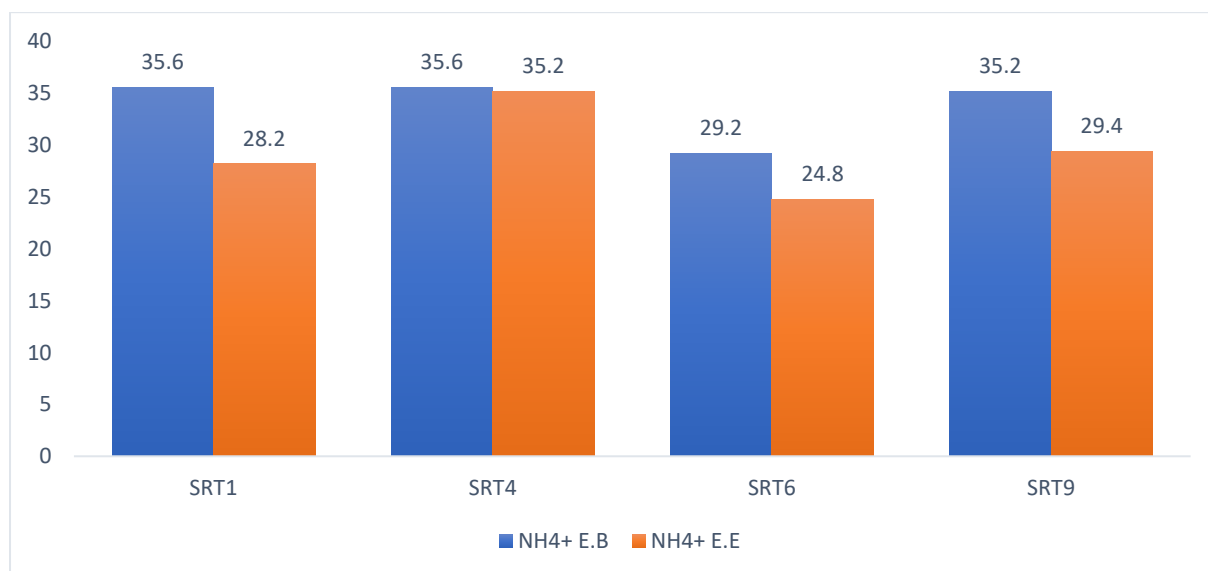


Figure 15. Variation des teneurs d'ammonium (NH_4^+) des eaux d'entrée et de la sortie de la station d'épuration (STEP) de SALAMENDRE pendant la période d'étude.

Chapitre IV : Résultats Et Discussions

Dans la Fig.n° 16 La valeur maximale de l'azote total (Nt) enregistrée au niveau des effluents de la STEP des eaux d'entrées est de 49 mg. l-1 dans la sortie et la valeur minimal est de 29 mg.l-1 dans la sortie. La valeur maximale de l'azote total (Nt) des eaux de sortie enregistrées au niveau des effluents de la STEP est 42 mg.L-1 dans la sortie et la valeur minimale est 28 mg.L-1 dans la sortie . Ces valeurs sont inferieur a la norme qui est de l'ordre de 50 mg.l-. On conclut que la STEP diminue la pollution azotique par la nitrification et la dénitrification.

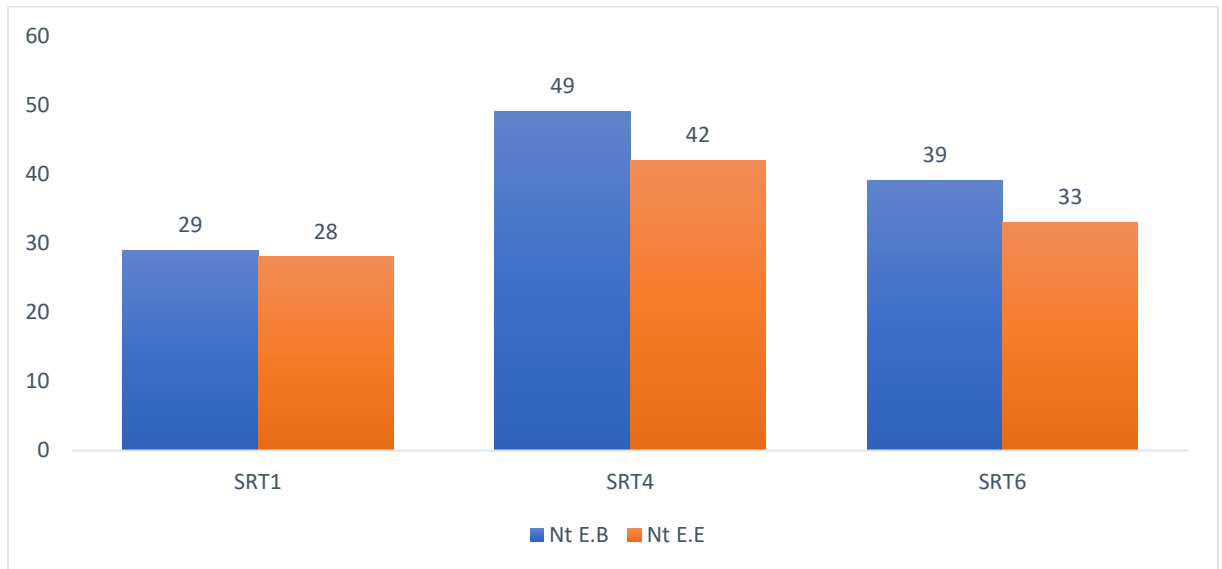


Figure 16. Variation des teneurs de l'azote total (Nt) des eaux de l'entré et de la sortie de la station d'épuration (STEP) de SALAMANDRE pendant la période d'étude.

Nous remarquons que les concentrations maximales dans la Fig. n° 17 de NO₂-de l'eau d'entrées est 0.172 mg. l-1 dans la sortie 10 et la valeur minimale 1.634 mg.l-1 dans la sortie. Et dans l'eau traitée la valeur maximale est 0.211 mg. l-1 dans la sortie et la valeur minimale est 0.159 mg.l-1 dans la sortie.



Figure 17. Variation des teneurs des Nitrites (NO₂-) des eaux de l'entré et de la sortie de la station d'épuration (STEP) de SALAMANDRE pendant la période d'étude.

Chapitre IV : Résultats Et Discussions

Nous remarquons que les concentrations maximales dans la Fig.n 18° de NO₃⁻ de l'eau d'entrées est 0.711 mg. l-1 dans la sortie et les concentrations minimale est 0.509 mg.l-1 dans la sortie .

Les concentrations maximales de NO₃-de l'eau de sortie est 9.77 mg.L-1 dans la sortie et les concentrations minimale est 6.15 mg.L-1 dans la sortie .

Ces résultats ne sont pas dans les normes de l'ordre de 15 mg. L-1.

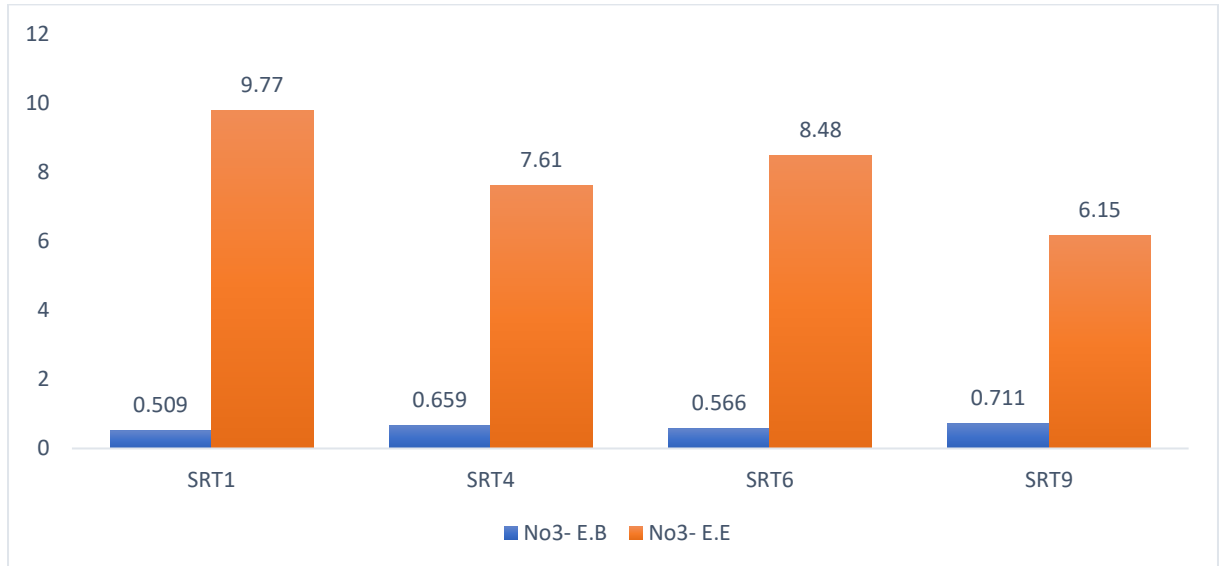


Figure 18. Variation des teneurs des Nitrates (NO₃⁻) des eaux de l'entré et de la sortie de la station d'épuration (STEP) de SALAMANDRE pendant la période d'étude.

D'après La Figure 19 la valeur maximale des Ortho Phosphates (PO₄³⁻) des eaux d'entrées est 6.14 mg.L-1 dans la Sortie et la valeur minimale est 4.5 mg.L-1 dans la Sortie. et à la sortie des eaux traitée la valeur maximale des Ortho Phosphates (PO₄³⁻) est 8.28 mg.L-1 dans la Sortie et la valeur minimale est 3.86 mg.L-1 dans la Sortie. ce qui prouvent que le phosphate est utilisé pour protéger leur forme de corps par l'adsorption au cours de traitement biologique.

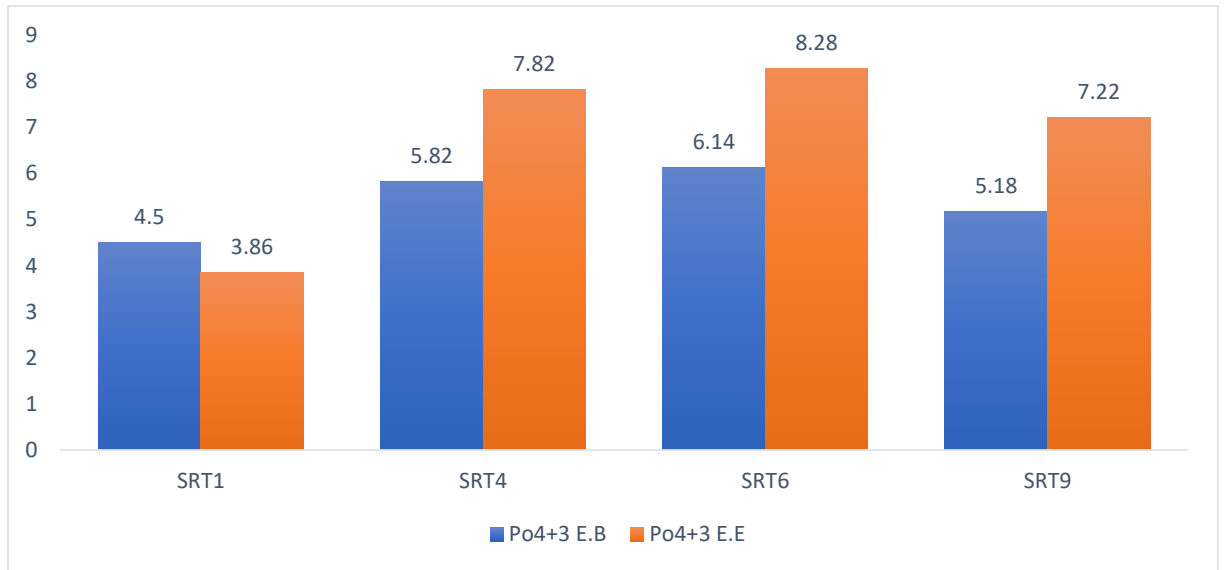


Figure 19. Variation temporelle des Ortho Phosphates (PO_4^{3-}) des eaux de la station d'épuration entre l'entrée et la sortie pendant la période de suivi.

D'après La Figure 20 la valeur maximale de la demande biochimique en oxygène (DBO5) des eaux d'entrées est 300 dans la Sortie et la valeur minimale est 230 mg. L-1 dans la Sortie.

Les valeurs de sortie de la DBO5 dans la sortie. est 18 mg. L-1. elle est inférieure aux normes algériennes 30 mg. L-1.

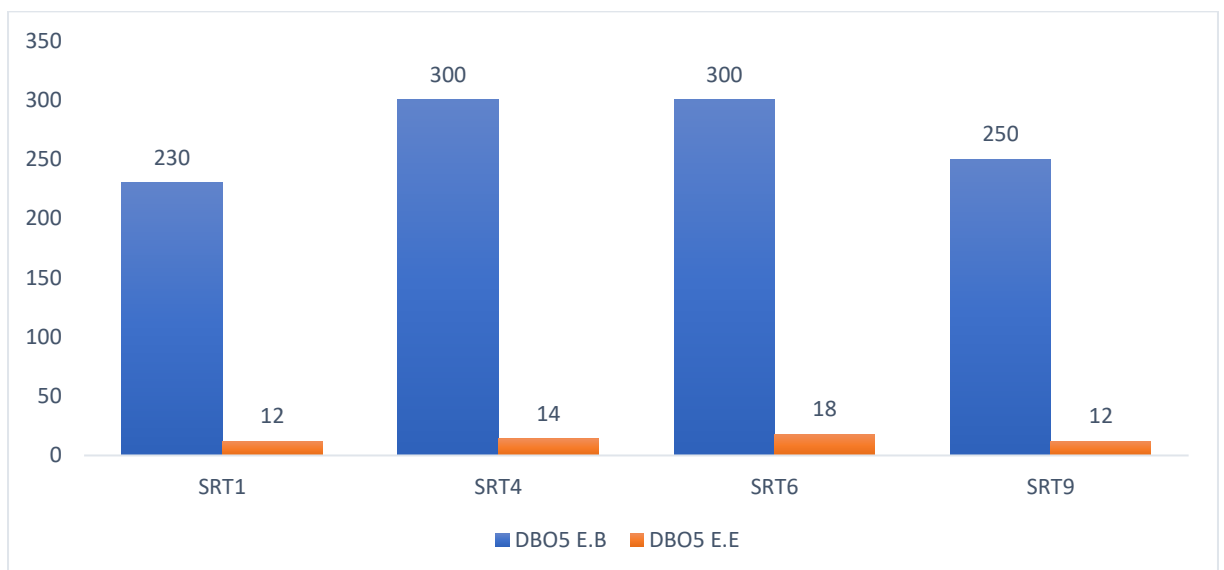


Figure 20. Variation temporelle de la demande biochimique en oxygène (DBO5) des eaux de la station d'épuration entre l'entrée et la sortie pendant la période de suivi.

Chapitre IV : Résultats Et Discussions

D'après la figure 21, la valeur maximale de la Demande chimique en oxygène (DCO) des eaux usées d'entrée est 644,96 mg.L-1 et la valeur minimal est 16,40 mg.L-1 dans la sortie.

Ces valeurs sont conformes aux normes algériennes de rejet (120 mg/l), ainsi que celles de l'OMS (< 90 mg/l)

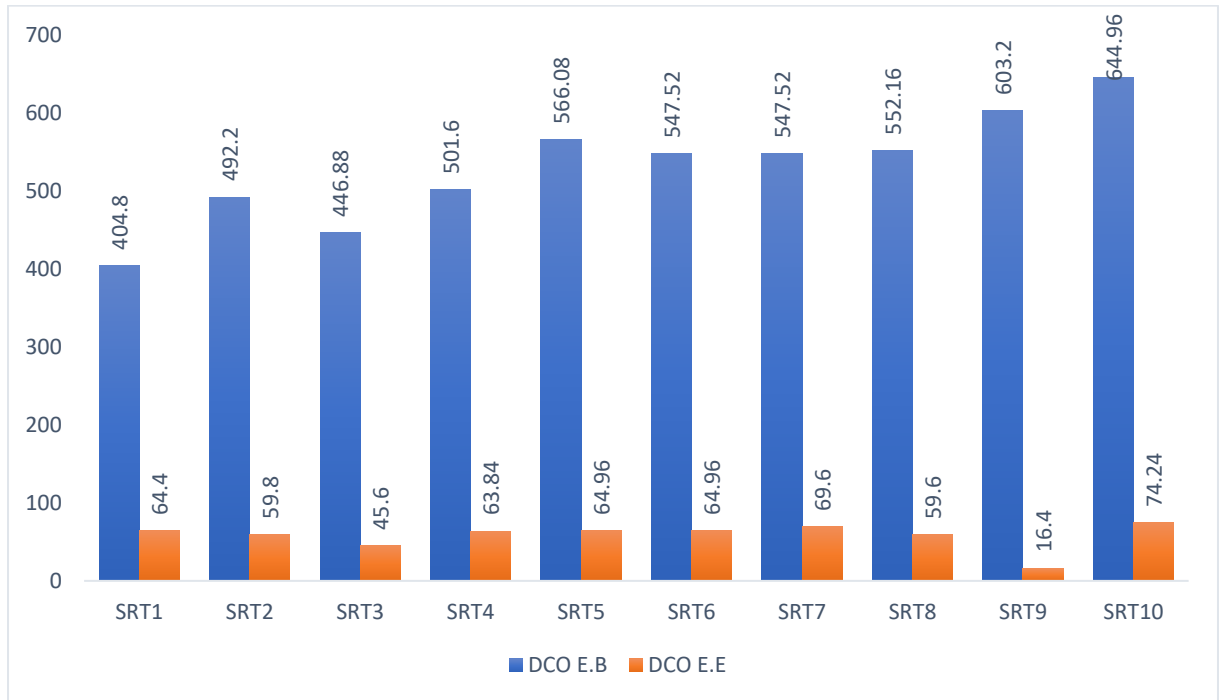


Figure 21. Variation temporelle de la demande chimique en oxygène (DCO) des eaux de la station d'épuration entre l'entrée et la sortie pendant la période de suivi.

Conclusion :

L'objectif visé par cette étude est d'éclairer l'importance de l'opération d'épuration des eaux usées. Il s'agit d'une pratique qui a des influences sur l'environnement l'économie du pays et la santé humaine.

Dans l'optique de préserver l'environnement et de protéger la santé publique les eaux usées de la ville de Salamandre sont épurées dans une station à boues activées fonctionnant à faible charge.

On constate que les équipements de traitement des eaux usées du la STEP de Salamandre. nécessitent une prise en charge sérieuse pour assurer leur fonctionnement correct. Les mesures de la pollution avant et après traitement ne nous sont pas faites régulièrement.

A partir de cette étude réalisée on peut conclure les résultats capitalisés suivants :

- Le système d'épuration des eaux usées de la ville de Salamandre (boues activées) donne un rendement de traitement très encourageant
- Les paramètres physiques Température (TC°), pH, conductivité électrique (CE) répondent aux normes algériennes des rejets liquides urbains.
- Une bonne élimination des paramètres chimique : NH₄⁺, NO₂⁻, Nt et PO₄³⁻
- Les paramètres non éliminés sont : (NO₃⁻, PT, Si, COP).
- Les analyses physico-chimiques des eaux traitées sont conformes aux normes de rejets dans les milieux naturels.
- Le traitement biologique des formes azotées par la technique de boues activées générée en termes de perspective une élimination totale de la forme ammoniacale caractérisant des eaux usées

En termes de perspective et suggestions il est recommandé de :

- Réhabiliter système d'assainissement par la séparation des eaux usées et les eaux pluviales ;
- Raccorder toutes les agglomérations par un système d'assainissement orienté vers la station ;
- Observer et contrôler tous les rejets liquides urbains et industriels et appliquer la loi de pollueur payeur ;
- Encourager les agriculteurs d'utiliser les boues comme engrais naturels pour l'activité l'arboriculture ;
- On peut ajouter que la sensibilisation et prévention et la participation des populations et les collectivités locales : ces actions primordiales pour préserver notre environnement.