



République Algérienne Démocratique et Populaire



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE ABBES LAGHROUR KHENCHELA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DES ECOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER ACADEMIQUE

Filière : Ecologie et Environnement

Option : Protection des Ecosystèmes

Thème

**Etude des paramètres physicochimiques et biologiques des
eaux usées avant et après traitement de la station d'épuration
de Ain El Beida
(W. Oum El Bouaghi)**

Présenté par : BOUZIDI Manel, BOUZEKRI Amira

Soutenu le / / 2024

Mémoire de Master académique soutenu devant le jury composé de :

Présidente	Mme Berkani Cherifa (MCA)	Université Abbes Laghrou Khenchela
Examineur	Mr Goubi Moustapha (MAA)	Université Abbes Laghrou Khenchela
Encadreur	Mr Salhi Zine El Abidine (MAA)	Université Abbes Laghrou Khenchela

Année universitaire 2023/ 2024

Remerciements

Je remercie Dieu le Tout-Puissant de m'avoir donné la santé et la volonté d'entamer puis terminer ce modeste travail.

J'adresse mes remerciements à toutes les personnes qui m'ont aidé dans la réalisation de ce mémoire.

Je me ferai un agréable devoir de remercier mon encadreur **Dr. SALHI Zine El Abidine (Maître Assistant « A »)** pour avoir dirigé ce travail de recherche et m'avoir fait bénéficier de son expérience et de ses précieux conseils. Tout au long de ce mémoire, ses conseils pertinents avec écoute, amabilité et patience ont permis à mon travail d'aboutir et de voir le jour.

Je tiens également à remercier **Dr. BERKANI Cherifa (Maître de Conférences « A »)** d'avoir accepté de présider le jury de soutenance. Je suis particulièrement heureuse que monsieur **Dr. GOUBI Moustapha (Maître Assistant «A»)** me fasse l'honneur de faire partie du jury de ce travail. Qu'il trouve ici l'expression de mes sentiments les plus distingués.

Je tiens à remercier messieurs **Hamza (Ingénieur responsable du laboratoire des analyses de l'eau)** et **Rafik (Ingénieur coordinateur d'exploitation de maintenance)** de la station d'épurations des eaux usées de la ville d'Ain Beida (W. Oum el bouaghi) pour leur accueil, leur disponibilité et leur contribution par les données et la documentation. Ils étaient très serviables et c'était un honneur pour moi de faire mon étude dans leur station.

Toutes les expressions de ma reconnaissance s'adressent aux enseignants du Département Écologie et Environnement.

Dédicace

Avec tous mes sentiments de respect. Avec l'expérience de ma reconnaissance, je dédie ma remise de diplôme et ma joie

À ma chère mère, Il est difficile de trouver les mots pour exprimer toute ma gratitude et mon amour pour toi. Tout au long de ce parcours, tu as été ma source inépuisable de soutien, d'inspiration et de motivation. Sans toi, je n'aurais jamais pu arriver là où je suis aujourd'hui.

Merci pour tes sacrifices, ton amour inconditionnel et tes encouragements constants. Chaque étape franchie est le reflet de ton dévouement et de ta foi en moi. Ce diplôme, c'est autant le tien que le mien.

Avec tout mon amour et ma reconnaissance Éternel

À mon père bien-aimé, Papa, tu as toujours été mon pilier, mon modèle et ma plus grande source de force.

Ton soutien indéfectible et tes conseils sages m'ont guidé tout au long de ce voyage académique. Tes sacrifices et ta détermination m'ont inspiré à donner le meilleur de moi-même chaque jour.

Merci pour ta présence constante, ton amour et ta foi en moi. Ce diplôme représente non seulement mon travail acharné, mais aussi ton dévouement et ta confiance. Il est autant à toi qu'à moi.

Avec tout mon amour et ma profonde gratitude Et ma grand-mère qui m'a toujours soutenu

*A ma sœur **MANEL** merci d'être toujours là quand j'ai besoin. Je trouve en toi tous l'amour, le réconfort et le soutien possible, grâce à toi j'ai trouvé le courage et la force de continuer*

*A mes petits anges **Mosaab et djouri***

*À mes merveilleux frères **Alaa Eddie, Mohamed, Ahmed djihad** Chacun de vos sourires à illuminé mon chemin*

Chaque mot d'encouragement a nourri mes rêves Merci d'avoir été mes anges gardiens, cette réussite et aussi la votre

*À mes chers amis **NADJET, ITHAR, LAMIS , SISSA***

Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées. Vous êtes pour moi mes sœurs sur qui je peux compter. En témoignage de l'amitié qui n'unit et des souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble. Je vous souhaite une vie Plaine de santé et de bonheur

*À mon cher binôme **Manel** Pour son entente et sa sympathie*

À tous mes collègues de promotion de master 2 protection des écosystèmes

Bouzekri Amira

Dédicace

Avec l'aide de dieu le tout puissant qui ma éclairé les chemins du savoir j'ai pu réaliser ce modeste travail que je dédie a :

*A mon paradis a la source de ma joie et mon bonheur ma lune et le fil d'espoir qui allumer mon chemin , ma moitié **maman** .*

*Celui qui m'a fait une femme ma source de vie d'Amour et d'affection a mon support qui était toujours a mes côtés pour me soutenir et m'encourager, a mon **père**.*

*A ma grande sœur **Nassima** qui n'ont pas cessée de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études , et a ses enfants **Aridj** , **Mouaiz** et le prince **Taha***

*A mon frère **mouhamed** pour L'amour qu' il me réserve .*

*A mes belle cousines **Mouna** et **Assma***

*A mes chères copines (**fatima** , **kahina**, **chaima** ,**selma**, **mayssa** ,**soulayma**),*

A toutes les rires partagés, les moment de doute surmontés et les souvenirs créés ensemble .

*Sans oublier mon binôme **Amira** pour son soutien.*

A tout mes collègues de promotion de 2ème année master protection des écosystèmes.

A tout ce qui ont participé a ma réussite et a tous qui m'aiment

BOUZIDI Manel

Résumé

Aujourd'hui les changements climatiques sont considérés comme une menace sérieuse pour la disponibilité, la quantité et qualité des eaux de surface et des nappes souterraines. Les pays arides et semi-arides doivent planifier pour faire face aux pénuries de l'eau en exploitant durablement et efficacement les ressources hydriques. La réutilisation des eaux usées correctement traitées dans l'irrigation est une stratégie prometteuse. Au cours de leur traitement, les eaux usées sont exposées aux différents événements météorologiques qui peuvent altérer ses caractéristiques. Cette étude a évalué l'efficacité de traitement des eaux municipales par la station d'épuration des eaux usées de la ville d'Aïn Beida (W. Oum el bouaghi) en se basant sur les données Physicochimiques et biologiques de la période 2023-2024. En exploitant les paramètres Physicochimiques mesurés, traitée a été calculées puis l'eau traitée est classée selon sa qualité et comparée avec les normes nationale et internationale. Les effets des événements météorologiques extrêmes, précipitations, indicateurs de pluie sur l'indice de qualité des eaux traitées ont été testés. et faire des comparaison entre l'eau usées brutes et l'eau usées traitées . La majorité des paramètres étudiés étaient compatibles avec les normes nationales et internationales. Avec des rendements épuratoires élevés, jusqu'à 100% pour MES, DCO, DBO₅ les performances de la STEP sont parmi les meilleures au niveau national par rapport aux autres stations. Les valeurs d'IQE révèlent que 96% sont de qualité excellente. Les paramètres météorologiques extrêmes n'ont pas des effets significatifs sur la variation de la qualité, sauf pour les précipitations qui améliorent les eaux d'entrée par la dilution des polluants.

Mots-clés : traitement des eaux usées ; climat extrême ; efficacité épuratoire ; IQE ; qualité de l'eau, usées brutes l'eau usées traite.

Abstract

Today, climate change is considered a serious threat to the availability, quantity, and quality of surface water and groundwater. Countries in arid and semi-arid regions must plan to address water shortages by sustainably and efficiently exploiting water resources. The reuse of properly treated wastewater for irrigation is a promising strategy. During their treatment, wastewater is exposed to various weather events that can alter its characteristics. This study evaluated the treatment efficiency of municipal wastewater by the wastewater treatment plant of the city of Ain Beida (W. Oum el bouaghi) based on Physicochemical and biological data from the period 2023-2024. By utilizing the measured Physicochemical parameters, the treated water was classified according to its quality and compared with national and international standards. The effects of extreme weather events, precipitation, and rain indicators on the water quality index of treated water were tested, and comparisons were made between raw wastewater and treated water. The majority of the studied parameters were compatible with national and international standards. With high purification efficiencies, up to 100% for TSS, COD, and BOD₅, the performance of the wastewater treatment plant is among the best at the national level compared to other stations. The WQI values reveal that 96% are of excellent quality. Extreme weather parameters do not have significant effects on quality variation, except for precipitation, which improves the incoming water by diluting pollutants.

Keywords: wastewater treatment; extreme climate; purification efficiency; WQI; water quality, raw wastewater waste water treatment.

ملخص

اليوم، تُعتبر التغيرات المناخية تهديداً خطيراً لتوفر كمية ونوعية المياه السطحية والمياه الجوفية. يجب على الدول المناطق القاحلة وشبه القاحلة التخطيط لمواجهة نقص المياه من خلال استغلال الموارد المائية بشكل مستدام وفعال. إن إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة بشكل صحيح في الري هي استراتيجية واعدة. خلال معالجتها، تتعرض مياه الصرف الصحي لأحداث مناخية مختلفة يمكن أن تغير من خصائصها. قامت هذه الدراسة بتقييم كفاءة معالجة المياه البلدية بواسطة محطة معالجة مياه الصرف الصحي في مدينة عين البيضاء (ولاية أم البواقي) استناداً إلى البيانات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للفترة 2023-2024. من خلال استغلال المعايير الفيزيائية والكيميائية المقاسة، تم تصنيف المياه المعالجة وفقاً لجودتها ومقارنتها بالمعايير الوطنية والدولية. تم اختبار تأثيرات الأحداث المناخية القصوى والهطول ومؤشرات الأمطار على مؤشر جودة المياه المعالجة، وتم إجراء مقارنات بين مياه الصرف الخام والمياه المعالجة. كانت غالبية المعايير المدروسة متوافقة مع المعايير الوطنية والدولية. مع كفاءات تنقية عالية تصل إلى 100% للمواد الصلبة العالقة والطلب الكيميائي على الأكسجين والطلب البيولوجي على الأكسجين لمدة 5 أيام، فإن أداء محطة معالجة مياه الصرف الصحي يعد من بين الأفضل على المستوى الوطني مقارنة بمحطات أخرى. تكشف قيم مؤشر جودة المياه أن 96% من المياه ذات جودة ممتازة. الأحداث المناخية القصوى ليس لها تأثيرات كبيرة على تغير الجودة، باستثناء الهطول الذي يحسن المياه الداخلة من خلال تخفيف الملوثات.

الكلمات المفتاحية: معالجة مياه الصرف الصحي؛ المناخ الشديد؛ كفاءة التطهير؛ مؤشر جودة المياه، مياه الصرف الصحي الخام، معالجة مياه الصرف الصحي

Tables de matières

Tables de matières

Remerciements	
Dédicace	
Résumé .Abstract. ملخص	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction	1
CHAPITRE1 : LES EAUX USEES	
1.Définition.....	4
2.Cadre règlementaire.....	4
2.1.Dans le monde :	4
2.2.En Algérie :	5
3.Historique	5
4.Impact sanitaire des eaux usées :	6
4.1.Impact sur la sante	6
4.1.1.Maladies transmission à hydrique (MTH).....	6
4.1.2.Maladies d'origine hydrique :	6
4.1.3.Composés perturbateurs du système endocrinien :	6
4.1.4.Effets à long terme sur la santé.....	7
4.1.5.Maladies transmises par les eaux usées :	7
4.2.Impact des eaux usées sur l'environnement	7
4.3.Les risques sur l'environnement.....	7
5.Les eaux conventionnelles et les eaux non conventuelles	9
5.1.Les eaux conventionnelles	9
5.1.1.Eaux superficielles :	9
5.1.2.Eaux souterraines :	9
5.2.Eaux non conventionnelles :	9
5.2.1.Les eaux usées industrielles.....	10
5.2.2.Les eaux usées domestiques	10
5.2.3.Les eaux salines	10
5.2.4.Les eaux de pluie :	10
5.2.5.Les eaux usées agricoles	11
CHAPITRE 2 : STATION D'EPURATION	
1.Définition d'une station d'épuration (STEP)	13

Tables de matières

2. Historique de STEP	13
3. Traitement des eaux usées dans les STEP	14
3.1 Les Prés traitements	14
3.1.1. Dégrillage	14
3.1.2. Dessablage	15
3.1.3. Déshuilage et dégraissage	15
3.2. Traitement primaire	16
3.2.1. La décantation Physique (naturelle) :	16
3.2.2. Traitement Physico-chimique :	16
3.2.3. La flottation :	17
3.3. Traitement secondaire	17
3.4. Les traitements tertiaires	17
4. Boues activées	18
4.1. Types de boues	18
4.1.1. Boues primaires	18
4.1.2. Les boues secondaires ou boues activées	19
4.1.3. Boues mixtes	19
4.1.4. Boues Physico-chimiques	19
4.1.5. Les boues d'aération prolongée	19
5. Lagunage	19
5.1. Lagunage naturel :	20
5.2. Lagunage aéré	20
6. Procédés biologiques intensifs	21
6.1. Disques biologiques (cultures fixées)	21
6.2. Lits bactériens (cultures fixées) :	22

CHAPITRE 03 : PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE

1. Présentation de l'Office National de l'Assainissement :	25
2. Missions	25
3. Situation géographique de la ville d'Ain Beida :	26
4. La géologie :	26
5. Urbanisme de la ville d'Ain El Beida	27
6. Hydrographie de la ville d'Ain Beida	28
7. Étude climatique de la région d'Ain Beida (2015-2021)	28
7.1. Caractéristiques climatiques d'Ain Beida	28
7.2. La température	28
7.3. Précipitations	29

Tables de matières

7.3.1.Précipitations moyennes mensuelle.....	29
7.4.Précipitations moyennes saisonnière	29
7.5.Climagramme d'Emberger.....	30
8.Réseau d'assainissement :	31
9.L'impact final de la station d'épuration :.....	32
10.Station d'épuration des eaux usées :.....	32
11.Données techniques de la STEP :	32
12.Description de traitement	32
13.Les caractéristiques de la STEP d'AIN EL BEIDA :.....	33
13.1.La capacité de la STEP :.....	33
13.2.La charge hydraulique admissible de la STEP :.....	33
13.3.La charge de pollution prise en compte par le STEP d'Ain El Beida :.....	33
13.4.La qualité des eaux traitées :.....	34
14.Organigramme de la STEP :.....	34
15.Salle de commande :.....	35
16.Laboratoire :	35
17.Les équipements des analyses :	35

CHAPITRE 4: Matériels et méthodes

1.Matériels	37
2.Méthodes	37
2.1.Détermination électrométrique du PH et du conductivité :.....	37
2.2.Détermination des matières en suspension :.....	38
2.2.1.Par filtration accélérer :	38
2.2.2.Par centrifugation :	39
2.3.Détermination des matières volatile en suspension (MVS) :.....	40
2.4.Détermination de la demande biologique en oxygène (DBO ₅) :.....	41
2.5.Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO).....	42
2.5.1.Domaine D'application :	42
2.5.2.REACTIFS :	42
2.5.3.Appareillages :.....	42
2.5.4.MODE OPERATOIRE :	43

CHAPITRE 5: RESULTATS ET DISCUSSION

1.Présentation des résultats du 01/11/2023 A 30/11/2023 de eaux usées et eaux épurées ..	45
1.1.Le PH.....	45
1.2.Conductivité électrique (CE)	45
1.3.Température (T°)	45

Tables de matières

1.4.Matière en Suspension (MES).....	46
1.5.Demande chimique en oxygène (DCO).....	46
1.6.Demande biologique d'oxygène (DBO ₅).....	47
1.7.Le mesure de l'ammonium (NH ₄).....	47
1.8.Le nitrites (NO ₂).....	48
1.L'Azote totale.....	48
2.Présentation des résultats du 01/12/2023 A 31/12/2023 de eaux usées et eaux épurées ..	49
2.1.Le PH.....	49
2.2.La conductivité électrique (CE).....	49
2.3.La Température (T°).....	50
2.4.La Matière en Suspension (MES).....	51
2.5.La Demande chimique en oxygène (DCO).....	51
2.6.La Demande biologique d'oxygène (DBO ₅).....	51
2.7.La mesure de l'ammonium (NH ₄).....	52
2.8.Le nitrites (NO ₂).....	52
2.9.L'Azote totale.....	53
3.Présentation des résultats du 01/01/2024 A 31/01/2024 de eaux usées et eaux épurées ..	53
3.1.Le PH.....	53
3.2.Le Conductivité électrique (CE).....	54
3.3.La Température (T°).....	55
3.4.Matière en Suspension (MES).....	55
3.5.Demande chimique en oxygène (DCO).....	56
3.6.Demande biologique d'oxygène (DBO ₅).....	56
3.7.La mesure de l'ammonium (NH ₄).....	56
3.8.Le nitrites (NO ₂).....	57
3.9.L'Azote totale.....	57
4.Présentation des résultats du 01/02/2024 A 27/02/2024 de eaux usées et eaux épurées ..	58
4.1.Le PH.....	58
4.2.La Conductivité électrique (CE).....	58
4.3.Température (T°).....	59
4.4.Matière en Suspension (MES).....	59
4.5.Demande chimique en oxygène (DCO).....	60
4.6.Demande biologique d'oxygène (DBO ₅).....	60
4.7.La mesure de l'ammonium (NH ₄).....	61
4.8.Le nitrites (NO ₂).....	61
4.9.L'Azote totale.....	62

Tables de matières

4.10. Le nitrate (NO ₃)	62
5.Les Ortho Phosphate (P-PO ₄) :	63
6.Discussion.....	63
6.1.Résultats de T° à partir 01/11/2023 A 30/02/2024 des eaux usées brutes et eaux traitées : 64	
6.2.Le PH.....	64
6.3.La Conductivité électrique (CE).....	65
6.4.L Matière en Suspension (MES)	65
6.5.La Demande chimique en oxygène (DCO)	66
6.6.La Demande biologique d'oxygène (DBO ₅)	66
6.7.La mesure de l'ammonium (NH ₄)	67
6.8.La nitrites (NO ₂)	67
6.9.Le nitrate (NO ₃)	68
6.10.Les Ortho phosphate (P-PO ₄) :	68
7.Etudes Statistiques	68
7.1.Le test de Student ou distribution T (test T) :	68
7.2.Les résultats de test T	68
7.2.1.Le PH.....	68
7.2.2.La Conductivité électrique (CE).....	69
7.2.3.La Matière en Suspension (MES).....	69
7.2.4.La Demande chimique en oxygène (DCO)	69
7.2.5.La Demande biologique d'oxygène (DBO ₅)	69
7.2.6.La mesure de l'ammonium (NH ₄)	69
7.2.7.La nitrites (NO ₂)	70
Conclusions	72
Références bibliographiques	74
Annexes	83

Liste des figures

Liste des figures

Figure 1. Les eaux usées domestiques	4
Figure 2. Couverture végétale d'une mare eutrophisée Image prise dans le parc du Marquenterre en baie de Somme (Site Planet-vie,2014).....	7
Figure 3. Bioaccumulation et bioamplification et leur effet sur la vie naturel (Julie,2013).9	
Figure 4 . Schéma du cycle de traitement des eaux usées (MSG ,2018)	10
Figure 5. Dégrilleur à nettoyage manuel et dégrilleur à nettoyage automatique en entrée de station d'épuration (wikhydro,2023).....	15
Figure 6. Schéma représente opération de dessablage/déshuilage (Anonyme,2022).	16
Figure 7. Schéma simplifié d'un système à boues activées Source : (Pasquini, 2013)	18
Figure 8. Les boues d'épuration (Canler et al., 2014).....	19
Figure 9. Le lagunage naturel (ADA, 1996).....	21
Figure 10. Le lagunage aéré (ISMA.FR)	21
Figure 11. Schéma simplifié du procédé à disques biologiques	22
Figure 12. Schéma simplifié du système à lit bactérien (.....)	23
Figure 13 . Carte administrative de la ville Ain el Beida (.....)	26
Figure 14. Les variations de la température moyenne mensuelle d'Ain Beida (2015-2021)	29
Figure 15. Les variations des précipitations mensuelles d'Ain Beida (2015-2021).....	29
Figure 16. Les Précipitations saisonnière de la ville d'Ain Beida (2015-2021).....	30
Figure 17. Climagramme d'Emberger de la région d'Ain Beida déterminé pour la période 2015-2021	31
Figure 18. Situation géographique de la station	32
Figure 19. Comparaison entre PH des eaux usées brutes et les eaux usées traitées	45
Figure 20. Comparaison entre CE des eaux usées brutes et les eaux usées traitées	45
Figure 21. Comparaison entre T des eaux Usées brutes et les eaux Usées traitées	46
Figure 22 . Comparaison entre MES des eaux usées brutes et les eaux usées traitées	46
Figure 23. Comparaison entre DCO des eaux usées brutes et les eaux usées traitées.....	47
Figure 24. Comparaison entre DBO ₅ des eaux usées brutes et les eaux usées traitées.....	47
Figure 25. Comparaison entre NH ₄ des eaux usées brutes et les eaux usées traitées	48
Figure 26. Comparaison entre NO ₂ des eaux usées brutes et les eaux usées traitées	48
Figure 27. Comparaison entre Nt des eaux usées brutes et les eaux usées traitées	49

Liste des figures

Figure 28 . Comparaison entre PH des eaux usées brutes et les eaux usées traitées	49
Figure 29 . Comparaison entre CE des eaux usées brutes et les eaux usées traitées	50
Figure 30 .Comparaison entre T des eaux usées brutes et les eaux usées traitées	50
Figure 31 . Comparaison entre MES des eaux usées brutes et les eaux usées traitées	51
Figure 32 . Comparaison entre DCO des eaux usées brutes et les eaux usées traitées.....	51
Figure 33 . Comparaison entre DBO ₅ des eaux usées brutes et les eaux usées traitées.....	52
Figure 34 . Comparaison entre NH ₄ des eaux usées brutes et les eaux usées traitées	52
Figure 35 . Comparaison entre NO ₂ des eaux usées brutes et les eaux usées traitées	53
Figure 36 . Comparaison entre Nt des eaux usées brutes et les eaux usées traitées	53
Figure 37 . Figure comparative entre PH des eaux usées brutes et les eaux usées traitées .	54
Figure 38 . Comparaison entre CE des eaux usées brutes et les eaux usées traitées	54
Figure 39 . Comparaison entre T des eaux usées brutes et les eaux usées traitées	55
Figure 40 . Comparaison entre MES des eaux usées brutes et les eaux usées traitées	55
Figure 41 . Comparaison entre DCO des eaux usées brutes et les eaux usées traitées.....	56
Figure 42 . Comparaison entre DBO ₅ des eaux usées brutes et les eaux usées traitées.....	56
Figure 43 . Comparaison entre NH ₄ des eaux usées brutes et les eaux usées traitées	57
Figure 44 . Comparaison entre NO ₂ des eaux usées brutes et les eaux usées traitées	57
Figure 45 . Comparaison entre Nt des eaux usées brutes et les eaux usées traitées	58
Figure 46 . Comparaison entre PH des eaux usées brutes et les eaux usées traitées	58
Figure 47 . Comparaison entre CE des eaux usées brutes et les eaux usées traitées	59
Figure 48 . Comparaison entre T des eaux usées brutes et les eaux usées traitées	59
Figure 49 . Comparaison entre MES des eaux usées brutes et les eaux usées traitées	60
Figure 50 . Comparaison entre DCO des eaux usées brutes et les eaux usées traitées.....	60
Figure 51 . Comparaison entre DBO ₅ des eaux usées brutes et les eaux usées traitées.....	61
Figure 52 . Comparaison entre NH ₄ des eaux usées brutes et les eaux usées traitées	61
Figure 53 . Comparaison entre NO ₂ des eaux usées brutes et les eaux usées traitées	62
Figure 54 .Comparaison entre Nt des eaux usées brutes et les eaux usées traitées	62
Figure 55 .Variation spatio-temporelle de la NO ₃ -de l'eau de sortie	63
Figure 56 .Variation spatio-temporelles de P-PO ₄ de l'eau sortie	63

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau 1. La croissance de la population d'Ain El Beida (1987-2018).	27
Tableau 2. La température moyenne annuelle d'Ain El Beida période (2015-2021)	28
Tableau 3. Description de traitement.....	32
Tableau 4. Caractéristiques eaux usées, actuelle 2015	34
Tableau 5. Caractéristiques eaux usées, horizon 2033	34
Tableau 6. La qualité des eaux usées épurées.	34

Liste des abréviations

Liste des abréviations

CE : Conductivité électrique

CIEAU : Centre D'information Sur L'eau

CIMI : Catalina Island Marine Institute

DBO₅ : Demande biologique d'oxygène pendant 5 jours

DCO : Demande chimique d'oxygène

DNS : Department of Natural Science

EH : Équivalents-Habitants

EPA : Environmental Protection Agency

EU : eaux usées

IQE : Indice de qualité de l'eau, usées

JFI : Jc france industrie

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

MES : Matière en suspension

MO : Matière organique

MVS : Matières volatiles en suspensions

NH₄: Ammonium

NO₂: Nitrite

NO₃: Nitrates

NRC : National Research Council

Nt : Azote total

OCDE : Organisation de coopération et de développement économiques

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ONA : Office National de l'Assainissement

P : Précipitations

PH : Potentiel d'hydrogène

P-PO₄: ortho-Phosphate

Q2 : Quotient pluviométrique

STEP : Station d'épuration des eaux usées

T°: Température

Introduction

Introduction

Introduction

L'impact des changements climatiques sur le climat est devenu une préoccupation majeure à l'échelle mondiale. Les variations dans les schémas de précipitations ont conduit à des Phénomènes météorologiques extrêmes, tels que des sécheresses prolongées dans certaines régions et des inondations dévastatrices dans d'autres. Ce changement climatique a exacerbé le manque de pluviométrie à l'échelle mondiale, menaçant les ressources en eau douce et mettant en péril la sécurité alimentaire et hydrique de nombreuses populations. **(Huet, 2015)**

Au niveau national, l'Algérie n'échappe pas à ces défis. Le pays a été confronté à un déficit pluviométrique persistant au cours des dernières années, ce qui a entraîné une diminution des précipitations et une pression accrue sur les ressources hydriques. Face à cette réalité, l'Algérie a développé une stratégie nationale robuste en matière de gestion de l'eau, visant à optimiser l'utilisation des ressources hydriques disponibles et à garantir un approvisionnement en eau adéquat pour tous les secteurs socio-économiques. **(Bouadou et Djilali ., 2021)**

Dans ce contexte, l'utilisation des eaux non conventionnelles, telles que les eaux usées traitées des stations d'épuration, est devenue une priorité nationale. Cette approche offre une solution innovante pour répondre aux besoins croissants en eau, en offrant une source d'eau supplémentaire pour l'irrigation agricole, l'approvisionnement industriel et même l'eau potable, tout en contribuant à la préservation des ressources en eau douce et à la durabilité environnementale.

Ainsi, mettra en évidence l'urgence d'adopter des stratégies intégrées de gestion de l'eau, notamment l'utilisation des eaux usées traitées, pour faire face aux défis du changement climatique et assurer la sécurité hydrique et alimentaire de la nation.

Notre recherche sur Étude des paramètres Physicochimiques et biologiques des eaux usées avant et après traitement de la station d'épuration de Khenchela.

Dans la wilaya de Khenchela, les stations de traitement des eaux usées sont hors service pour des raisons techniques, le laboratoire de la station d'épuration de kais et El-

Introduction

Mahmel sont à l'arrêt la première à cause de l'absence des réactifs, et la deuxième pour ces raisons d'une plainte des habitants selon l'ingénieur de site. Nous avons donc été contraints de changer de site d'étude dans la wilaya voisine, Oum el bouaghi, à la station de Ain Beida.

Notre étude s'intéresse aux paramètres Physicochimiques et biologiques et leur variation au cours de la période d'étude allons le novembre 2023 jusqu'à mois de février 2024 et les intégrer avec les évènements météorologiques extrêmes déterminés pour conclure l'influence de ces derniers sur les paramètres Physicochimiques déterminant la qualité de l'eau acheminer vers l'oued.

Cette étude vise à répondre à ces principaux objectifs suivants :

1. La surveillance de la qualité Physicochimique et biologique des eaux et l'efficacité du traitement en relation avec les paramètres climatiques et météorologique.
2. Faire des comparaisons entre l'eaux usées brutes l'eaux usées traitée.
3. D'évaluer la qualité de l'eau et l'efficacité des différents processus de traitement sur l'élimination des polluants et l'amélioration de la qualité de l'eau.

Ce travail comporte cinq chapitres, Le premier chapitre consiste une synthèse bibliographique sur les eaux usées et les eaux épurées. Le deuxième chapitre consiste les stations d'épuration. Le troisième chapitre consacré présentation de la zone d'étude. Le quatrième chapitre est porte sur matériels et méthode. Le cinquième chapitre consacré résultats et discussions.

CHAPITRE1 :

LES EAUX USEES

1. Définition

Les eaux usées désignent l'eau résiduelle d'une industrie ou d'une collectivité qui doit être rejetée après utilisation. Ce sont des eaux qui ont perdu leur pureté initiale par l'utilisation industrielle ou domestique, les rendant impropres à d'autres utilisations de haute qualité (Thomas, 1955). Les eaux usées, polluantes par leur utilisation, ne doivent pas être rejetées dans le milieu naturel sans être traitées pour éliminer les polluants indésirables en passant par une usine de traitement. (Hartani, 2004) (Rabah,2012).



Figure 1. Les eaux usées domestiques

2. Cadre réglementaire

Les différentes réglementations dans le monde :

Les réglementations sur les eaux usées varient d'un pays à l'autre et sont généralement élaborées pour protéger l'environnement et la santé publique en contrôlant la pollution de l'eau.

2.1. Dans le monde :

De nombreux pays ont des lois et des réglementations strictes concernant le traitement et le rejet des eaux usées. Ces réglementations sont souvent élaborées par les agences gouvernementales chargées de la protection de l'environnement.

Les réglementations peuvent inclure des normes sur la qualité de l'eau, les procédures de traitement des eaux usées, les permis de déversement, les inspections régulières des installations de traitement, et les amendes pour non-conformité.

Les accords internationaux, tels que la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (Mbengue, 2001), et la Convention de Barcelone pour la protection

de la mer Méditerranée contre la pollution, peuvent également influencer les réglementations nationales sur les eaux usées. (**Tavoso,1997**).

2.2. En Algérie :

L'Algérie a mis en place plusieurs lois et réglementations pour régir la gestion des eaux usées. Parmi celles-ci, on peut citer la loi n°05-12 du 04 Dhou El Kaâda 1426 correspondant au 5 décembre 2005 relative à la gestion des déchets, qui couvre également la gestion des eaux usées. La présente loi (183 articles) fixe les principes et les règles applicables pour l'utilisation, la gestion et le développement durable des ressources en eau en tant que bien de la collectivité nationale. (**Jora,2005**)

L'Algérie dispose également de normes nationales de qualité de l'eau, établies par le Ministère de l'Environnement et des Énergies Renouvelables, qui fixent des limites pour divers polluants dans les eaux usées.

En Algérie, les autorités locales sont responsables de l'application des réglementations sur les eaux usées, tandis que le ministère de l'Environnement supervise et élabore les politiques environnementales générales.

3. Historique

Depuis longtemps, les cours d'eau, les lacs et les eaux côtières ont été employés comme lieu de stockage et de dispersion des déchets domestiques. La contamination de l'eau causées par les rejets d'eaux usées remonte probablement à l'établissement des premières villes il y a 7 000 ans, le long des cours d'eau Tigre, EuPHrate et Indus. Cette méthode n'a été un enjeu majeur qu'au cours de la révolution industrielle, lorsque les déchets provenant des procédés industriels et des eaux usées domestiques d'une population urbaine en expansion étaient abandonnés sans traitement dans les plans d'eau les plus proches. (**Chambers et al.,1997**)

Les eaux usées domestiques ont été utilisées comme des exemples traditionnels de pollution de l'eau à long terme, tels que la Tamise en Angleterre (**Gameson et Wheeler, 1977**), ainsi que le port de Boston et la baie Chesapeake aux États-Unis (**NRC, 1993**).

Même si les pays développés ont fait de nombreux efforts depuis les années 1970 pour améliorer le traitement des eaux usées, le problème du rejet d'eaux usées non traitées ou insuffisamment traitées reste une préoccupation majeure dans de nombreuses régions du monde, notamment dans les pays en développement ou ceux dont l'économie est en transition

(comme la Russie et l'Europe centrale dans ce cas). Selon le **World Resources Institute (1996)**, dans les pays en développement, plus de 90 % des eaux usées urbaines sont directement rejetées dans les eaux de surface sans être traitées.

Cependant, même dans de nombreux pays développés, seulement une faible proportion des eaux usées municipales est traitée de manière traditionnelle. Par conséquent, à la fin des années 1980, seulement 60 % des pays membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques disposaient d'un réseau de collecte des eaux usées qui était traité pour les eaux usées domestiques (**OCDE, 1995**).

4. Impact sanitaire des eaux usées :

4.1. Impact sur la sante

4.1.1. Maladies transmission à hydrique (MTH)

Les eaux usées non traitées ou mal traitées peuvent avoir un impact important sur la santé lorsqu'elles sont rejetées dans l'environnement.

L'impact des eaux usées sur la santé peut être important, en particulier lorsque des eaux usées non traitées ou insuffisamment traitées sont rejetées dans l'environnement. Voici quelques points clés tirés du fichier PDF fourni et des références supplémentaires :

4.1.2. Maladies d'origine hydrique :

Les eaux usées peuvent contenir divers agents pathogènes et polluants qui présentent un risque pour la santé humaine. L'exposition à l'eau contaminée peut entraîner des maladies d'origine hydrique comme la gastro-entérite, l'irritation de la peau et des lésions hépatiques (**Kris, 2007**).

Substances toxiques : Les eaux usées industrielles peuvent contenir des substances toxiques, des métaux lourds et des polluants organiques qui peuvent avoir des effets néfastes sur la santé humaine. L'exposition chronique à ces polluants peut entraîner de graves problèmes de santé. (**Holeton et al., 2011**).

4.1.3. Composés perturbateurs du système endocrinien :

Les effluents d'eaux usées peuvent également contenir des composés anthropiques ayant des propriétés perturbatrices du système endocrinien. Ces composés peuvent interférer avec les systèmes hormonaux chez les humains et les animaux sauvages, entraînant divers problèmes de santé. (**Okereke et al., 2016**).

4.1.4. Effets à long terme sur la santé

Des études ont montré que l'exposition à long terme aux effluents des usines de traitement des eaux usées peut avoir des effets sur la santé des poissons, ce qui indique les risques potentiels associés à une exposition continue aux sources d'eau contaminée. (Akpor et Moochie, 2011).

4.1.5. Maladies transmises par les eaux usées :

Un traitement inadéquat des eaux usées peut être une source de bactéries coliformes dans les plans d'eau de surface, contribuant à la propagation des maladies dans les collectivités.

4.2. Impact des eaux usées sur l'environnement

4.3. Les risques sur l'environnement

L'impact environnemental des eaux usées peut être important et préjudiciable aux écosystèmes.

Eutrophisation : Les effluents des eaux usées, en particulier ceux riches en nutriments comme l'azote et le Phosphore (DS ,2006), peuvent entraîner l'eutrophisation des plans d'eau. Cet apport excessif de nutriments stimule la croissance des algues et autres plantes aquatiques, perturbant l'équilibre de l'écosystème. (Ganczarzyk, 1983) (McCasland *et al.*, 2008) (van Beusekom, 2018).



Figure 2. Couverture végétale d'une mare eutrophisée Image prise dans le parc du Marquenterre en baie de Somme (Site Planet-vie, 2014)

Substances toxiques : Les eaux usées peuvent contenir des substances toxiques, des métaux lourds et des polluants organiques qui peuvent nuire à la vie aquatique et contaminer l'environnement. Ces polluants peuvent s'accumuler dans les organismes par des processus comme la bioaccumulation et la bioamplification, ce qui pose des risques pour la faune et la santé humaine. (Okereke *et al.*,2016) (Cai *et al.*,2017) (EPA,2023)

Diminution des niveaux d'oxygène : Les effluents d'eaux usées mal traités peuvent réduire les niveaux d'oxygène dissous dans les plans d'eau, entraînant une hypoxie ou même une anoxie. Cela peut avoir de graves conséquences pour les organismes aquatiques qui dépendent de l'oxygène pour leur survie (Okereke *et al.*,2016)

Changements PHysiques : Les rejets d'eaux usées peuvent entraîner des changements PHysiques dans les plans d'eau récepteurs, comme une augmentation de la température de l'eau en raison de l'amélioration thermique des effluents. Cela peut perturber l'habitat naturel et le comportement des espèces aquatiques. (Larsdotter,2006) (Owhonka *et al.*, 2021).

Charges en éléments nutritifs : Les effluents des eaux usées contribuent à l'augmentation des charges en éléments nutritifs dans les plans d'eau, ce qui peut exacerber l'eutrophisation et entraîner des déséquilibres dans l'écosystème. (Borchardt et Statzner,1990).

Bioaccumulation et bioamplification : Les polluants dans les eaux usées peuvent se bioaccumuler dans les organismes et s'amplifier à travers la chaîne alimentaire. (Okereke *et al.*,2016), ce qui entraîne des concentrations plus élevées de polluants dans les prédateurs supérieurs. Cela peut avoir des effets en cascade sur l'ensemble de l'écosystème (CIMI, 2020).

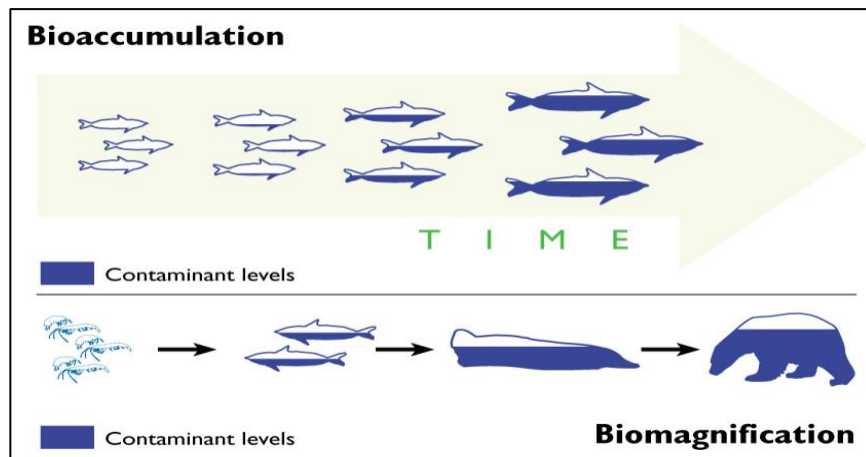


Figure 3. Bioaccumulation et bioamplification et leur effet sur la vie naturel (Julie,2013).

5. Les eaux conventionnelles et les eaux non conventionnelles

5.1. Les eaux conventionnelles

Les eaux conventionnelles désignent les sources d'eau douce traditionnellement utilisées pour répondre aux besoins humains, à savoir :

5.1.1.Eaux superficielles :

- **Eaux de surface** : Issues des précipitations, elles se collectent dans les rivières, les lacs, les fleuves et les glaciers.
- **Eaux de ruissellement** : S'écoulent sur la surface du sol après les précipitations et peuvent être collectées avant de rejoindre les cours d'eau. (CIE,2018).

5.1.2.Eaux souterraines :

- **Nappes Phréatiques** : Situées à faible profondeur, alimentées par les précipitations qui s'infiltrent dans le sol.
- **Nappes profondes** : Stockées dans des formations géologiques imperméables à des profondeurs plus importantes. (Eaufrance ,2018)

5.2. Eaux non conventionnelles :

Les eaux non conventionnelles font référence à des sources d'eau alternatives ou à des techniques d'extraction qui ne sont pas aussi couramment utilisées ou qui nécessitent des méthodes de traitement plus avancées pour être rendues potables ou utilisables. Les exemples d'eaux non conventionnelles comprennent :

5.2.1. Les eaux usées industrielles

Les rejets industriels sont tous les rejets constants provenant d'une destination d'eau tierce qui est arrêtée. Les rejets des usines sont inclus dans cette trame, tout comme les rejets d'activités artisanales ou commerciales. Ces ondes présentent de nombreuses nuances et peuvent être toxiques pour la vie aquatique, ainsi que pour les animaux et l'environnement en général. Selon **Edline (1979)**, les ondes industrielles ou résiduaire transportent régulièrement des substances chimiques toxiques.

5.2.2. Les eaux usées domestiques

Selon la **Directive Européenne de 1991**, les eaux usées sont principalement issues des établissements et services résidentiels et renferment des substances minérales (chlorures, Phosphates, sulfates, etc.) ainsi que des substances organiques telles que les sucres et les graisses (constitués de carbone, d'oxygène et d'hydrogène, ainsi que d'azote et, dans certaines situations, d'autres corps tels que le soufre, le Phosphore, le fer, etc.) (**Vaillant, 1974**).

Les eaux usées domestiques peuvent provenir de trois origines :

- Les eaux de cuisine : contiennent essentiellement des restes d'aliments, des graisses et des détergents.
- Les eaux de lavage : sont souillées par les saletés, des savons et des détergents.
- Les eaux provenant des toilettes : contiennent beaucoup de matières organiques.

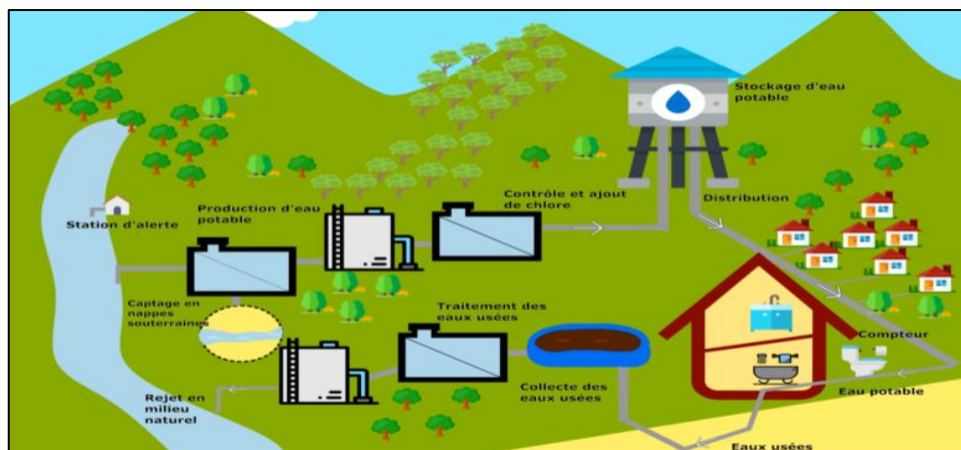


Figure 4 . Schéma du cycle de traitement des eaux usées (MSG ,2018)

5.2.3. Les eaux salines

L'eau de mer ou les eaux saumâtres peuvent être dessalées pour enlever le sel et les minéraux et produire de l'eau douce utilisable.

5.2.4. Les eaux de pluie :

La collecte et le stockage des eaux de pluie peuvent être utilisés comme source alternative d'approvisionnement en eau, en particulier dans les régions pluviales urbaines et rurales (**Floret et Barraque., 1994**) où les précipitations sont abondantes mais irrégulières. (**Boucher, 2010**).

5.2.5. Les eaux usées agricoles

Les eaux usées provenant des établissements où des animaux sont gardés ou élevés, entraînant une charge polluante globale inférieure à un seuil maximal établi par le gouvernement, et qui ne sont ni des jardins zoologiques ni des ménageries permanentes, sont considérées comme des eaux usées agricoles (**Idea, 2012**).

L'agriculture joue un rôle essentiel dans la pollution des eaux en fournissant les engrais et les pesticides. Elle joue un rôle crucial dans la pollution généralisée. Les nappes les plus superficielles et les cours d'eau ou les retenues sont enrichies en matières azotées ou Phosphatées par le ruissellement des eaux agricoles provenant de terres cultivées qui contiennent des engrais nitrates et Phosphatés, sous une forme ionique ou en quantité telle qu'ils ne seraient pas finalement retenus par le sol et assimilés par les plantes (**Metahri, 2012**).

- **Les eaux usées agricoles** Regroupent les eaux provenant de drainage ou d'animaux élevés entraînant une charge polluante. Parmi ces eaux, il faut distinguer :
- **Les eaux brunes** : eaux issues des aires non couvertes de parcours ou d'attente des animaux, souillées régulièrement par ces animaux.
- **Les eaux de cours** : eaux issues des aires en dur, souillées occasionnellement par les animaux lors de leur passage et par les engins agricoles lors de leur manœuvre, à l'exclusion de toute aire de stockage proprement dite.
- **Les eaux vertes** : eaux de lavage des sols de salles de traitement.
- **Les eaux blanches** : eaux usées issues de lavage des installations de traitement.

Chapitre 2 :

Station d'épuration

1. Définition d'une station d'épuration (STEP)

Une station d'épuration est une installation qui a pour objectif d'assainir les eaux usées domestiques, les eaux industrielles et les eaux pluviales avant de les rejeter dans le milieu naturel, généralement un cours d'eau. Afin d'éviter la pollution de l'environnement naturel, les eaux usées sont purifiées de leurs multiples impuretés : substances solides, excréments, huiles et toutes les substances dissoutes. Il serait impossible de les rejeter directement dans l'environnement naturel sans causer une pollution considérable. (Oryxeleven,2022)

2. Historique de STEP

Le traitement des eaux usées a une longue histoire, remontant à l'Antiquité, bien que les méthodes et les objectifs aient considérablement évolué au fil du temps.

La pratique de réutilisation des eaux usées remonte à l'Antiquité, et a connu une expansion urbaine au fil du temps en raison de l'importance de son utilisation en raison d'une pénurie de ressources en eau et de la pollution qui en découle lors de sa distribution dans le milieu récepteur. Pour préserver les ressources en eau destinées à la consommation humaine et à la fertilisation des terres agricoles, les eaux usées étaient rejetées dans les terres agricoles avant l'introduction de la technologie de traitement (Shuval, 2011).

Selon les recherches archéologiques menées par **Lofrano et Brown (2010)**, il est clair que les techniques de gestion de l'eau modernes ont leur origine dans la Grèce antique, qui a été la première à mettre en place des systèmes d'assainissement modernes.

Les anciens Grecs (300 avant JC-500 après JC) avaient des latrines qui se vidaient dans des tuyaux qui transportaient les eaux usées et les eaux de pluie vers des bassins de collecte situés à l'extérieur de la ville. Dans les champs agricoles, les eaux usées étaient transportées par des canalisations recouvertes de briques, où elles étaient utilisées pour l'irrigation et la fertilisation des cultures et des vergers (**Lofrano et Brown, 2010**). Pendant des siècles, l'agriculture chinoise a utilisé le fumier humain et animal comme engrais (**Cisneros et al., 2011**).

Les eaux usées étaient réutilisées dans les marcites de Milan et les potagers de Valence aux XIVe et XVe siècles, selon **Angelakis et al. (2020)**.

Depuis des décennies, les eaux usées sont utilisées comme alimentation des cultures dans des pays en développement tels que la Chine, le Mexique, le Pérou, l'Égypte, le Liban, le Maroc, l'Inde et le Vietnam (**Cisneros et al., 2011**).

Ainsi, l'emploi d'eaux usées non traitées est associé à la propagation et à la fabrication. En raison de l'amélioration des techniques de manipulation et de la prise de conscience accrue des problèmes environnementaux et sanitaires, elle a perdu de sa popularité au fil des siècles dans les pays développés (**Drechsel et al., 2011**).

Selon **Brown et Weinstock (1980)**, les pays développés ont consacré de nombreuses années à l'élaboration de réglementations. Parmi eux, les États-Unis d'Amérique, notamment la Californie, ont mis en place les premières réglementations sur la réutilisation agricole en 1917. La Californie dispose d'un cadre réglementaire strict et complet.

En outre, l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis a mis en place des réglementations et des critères pour la réutilisation de l'eau, qui sont utilisés comme point de repère dans de nombreux pays à travers le monde (**Javaid ,2015**)

3. Traitement des eaux usées dans les STEP

3.1. Les Prés traitements

Chaque traitement ou dépollution doit inclure ce qu'on appelle communément un « prétraitement », qui implique plusieurs opérations mécaniques ou Physiques visant à éliminer le plus d'éléments dont la nature et la dimension pourraient causer des problèmes ultérieurement. Selon **Gaid (1993)**, le prétraitement repose sur deux critères Physiques qui sont la granulométrie (dégrillage) et la densité (dessablage, dégraissage).

3.1.1. Dégrillage

Lors du processus de **dégrillage**, les eaux usées traversent des grilles plus ou moins espacées, retenant de grandes quantités de matières flottantes transportées par l'eau brutes, ce qui peut compromettre l'efficacité du traitement ultérieur ou compliquer son exécution. Le blindage permet également de protéger la station de l'arrivée prématurée d'objets volumineux qui pourraient provoquer des blocages dans les différentes unités installées. Les éléments retenus sont ensuite éliminés avec les ordures ménagères. (**Metahri,2012**)

Plusieurs niveaux de dégrillage sont créés par l'écartement spécifique entre les barreaux de la grille.

- Le pré dégrillage quand la grille a un écartement supérieur à 40 mm,
- Le dégrillage moyen quand la grille a un espacement strictement situé entre 40 mm et 10 mm,
- Le dégrillage fin quand l'écartement de la grille se situe strictement entre 10 mm et 6 mm,
- Le dégrillage ultra fin ou tamisage lorsque l'écartement des grilles du dégrilleur est strictement compris entre 0,5 mm et 6 mm (JFI,2022).



Figure 5. Dégrilleur à nettoyage manuel et dégrilleur à nettoyage automatique en entrée de station d'épuration (wikydro,2023)

3.1.2. Dessablage

Un procédé de décantation permet de récupérer les sables, ce qui préserve les ouvrages en aval d'un ensablement et les pompes d'une usure rapide. On évacue également les sables en CET. Cependant, des systèmes contemporains offrent la possibilité de les recycler en les lavant et en les classant (Renou, 2006).

3.1.3. Déshuilage et dégraissage

Le but du processus de déshuilage-dégraissage est de conserver les graisses et les huiles (particules de densité inférieure à celle de l'eau) pour préserver l'environnement naturel. Effectivement, ces composants peuvent créer une fine couche (souvent irisée) en surface dans des zones calmes, ce qui diminue les échanges de gaz entre l'eau et l'atmosphère. Selon Adler (2005), il est également crucial de procéder à cette opération de

séparation afin de préserver les installations sensibles situées à l'aval (dans les stations d'épuration, les corps gras peuvent créer des émulsions perturbant les écoulements).

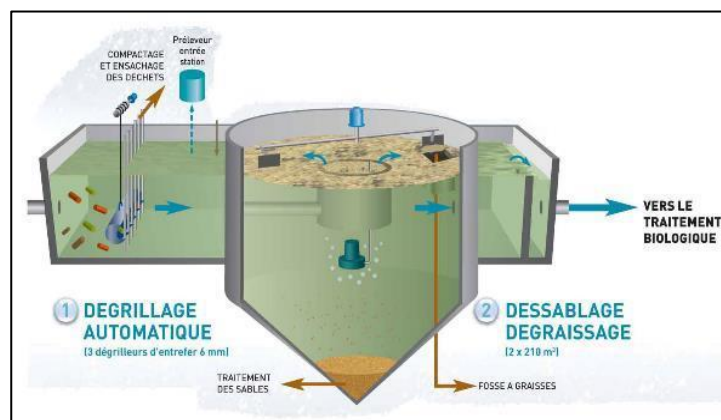


Figure 6. Schéma représente opération de dessablage/déshuilage (Anonyme,2022).

3.2. Traitement primaire

Le premier traitement implique une simple décantation. En éliminant une partie des solides en suspension, elle permet de réduire les traitements biologiques et Physico-chimiques ultérieurs. Le traitement est efficace en fonction du temps de séjour et de la vitesse de progression (qui s'oppose à la décantation).

En utilisant une vitesse ascensionnelle de 1,2m/h, la décantation primaire permet d'éliminer 40 à 60% de MES, c'est-à-dire 40% de MO, 10 à 30 % de virus, 50 à 90% des helminthes et moins de 50% des kystes de protozoaires, tout en éliminant une partie des micropolluants. (Mouchet,2000 ; Faby,1997)

3.2.1.La décantation Physique (naturelle) :

Les matières en suspension qui ont souvent une teneur en matière organique importante (de 70 à 90%) et une densité légèrement supérieure à celle de l'eau vont se décanter naturellement dans un décanteur primaire en 1 à 2 heures (Medjdoub, 2014).

3.2.2.Traitement Physico-chimique :

Les performances de la décantation peuvent être ainsi améliorées, en utilisant les propriétés des coagulants et des flocculants, par l'ajout des produits chimiques (sulfate d'alumine, chlorure ferrique...), rendant l'épuration des eaux très efficaces (Ernest, 1985).

3.2.3. La flottation :

La flottation est un procédé de séparation solide-liquide ou liquide-liquide qui s'applique à des particules dont la masse volumique est inférieure à celle du liquide qui les contient (**Vilaginès , 2000**), Pour l'extraction des particules en suspension, on fait appel à des techniques de clarification et d'épaississement par insufflation d'air.

Les bulles d'air s'accrochent aux particules fines à éliminer en les ramenant à la surface de l'eau (**Satin, 2010**) Ce traitement élimine 50 à 55 % des matières en suspensions et réduit d'environ 30% de la DBO₅ et de la DCO (**Vilaginès, 2000**)

3.3. Traitement secondaire

La pollution est transformée par le traitement biologique en gaz carbonique, eau traitée et boues grâce à un cycle aérobie et anaérobie (**Lipczynska-Kochany, 2018**).

Le traitement biologique des eaux usées consiste à décomposer les substances organiques polluantes par des micro-organismes présents dans des boues biologiques, qui sont généralement composées de bactéries, de protozoaires, de champignons, d'algues et parfois de nématodes (**Wagner, 2000**).

Selon **Dhaouadi et Marrot (2010)**, ce processus se produit naturellement dans les environnements naturels tels que les eaux superficielles qui sont suffisamment ventilées. La désinfection chimique est fréquemment employée en tant que traitement tertiaire.

3.4. Les traitements tertiaires

Les traitements supplémentaires, également connus sous le nom de traitements complémentaires, ont pour objectif de supprimer la pollution azotée et Phosphatée (**Franck, 2002**), ainsi que la pollution biologique des eaux usées domestiques, qui ont déjà été soumises à des traitements primaires et secondaires qui n'ont pas réussi à éliminer ces polluants (**OUALI, 2001**).

Ainsi, les traitements tertiaires sont indispensables et deviennent indispensables pour assurer une meilleure préservation des environnements naturels qui les reçoivent. (**Metahri, 2012**).

4. Boues activées

Dans les stations d'épuration, les traitements visent à décomposer et à séparer les polluants de l'eau (particules, substances dissoutes, microorganismes) en utilisant des méthodes Physiques, chimiques et biologiques afin de ne restituer qu'une eau de qualité adéquate pour le milieu aquatique. La production de boues, qui est le principal sous-produit du processus de traitement de l'eau, est le résultat de ces opérations. Selon **Céline (2003)**, les boues d'épuration urbaines sont produites par le traitement des eaux usées domestiques provenant de l'activité des particuliers et éventuellement des rejets industriels dans les réseaux des collectivités, après avoir été préalablement traitées d'une manière obligatoire.

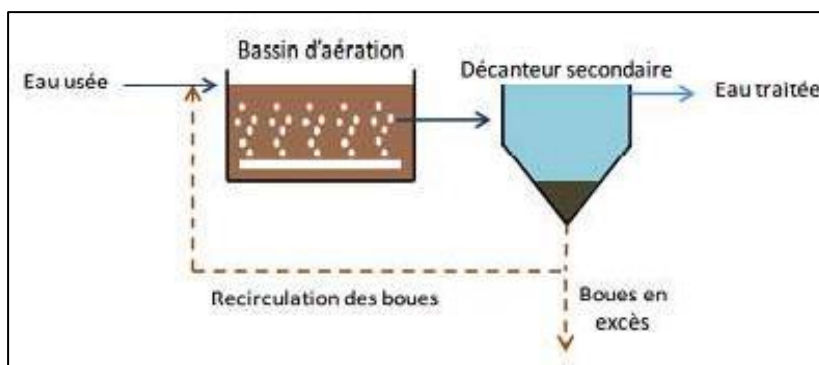


Figure 7. Schéma simplifié d'un système à boues activées **Source : (Pasquini, 2013)**

4.1. Types de boues

Il existe quatre types de boues, à savoir des boues primaires, des boues secondaires (boues biologiques, boues activées), des boues Physico-chimiques et des boues mixtes, issues de différents procédés de traitement des EU.

4.1.1. Boues primaires

Ces boues de traitement initial, également connues sous le nom de boues fraîches, proviennent du décanteur initial en décantant les MES présents dans les eaux usées (**Addou, 2009**).

Obtenues en décantant simplement un résidu insoluble. Ces boues font référence à la pollution particulaire qui peut être directement décantée. Les déchets fibreux sont générés

par les industries de la cellulose, de la transformation des métaux, des minerais et de l'agroalimentaire (Ademe, 1999).

4.1.2. Les boues secondaires ou boues activées

Ces substances proviennent d'un bassin aéré ou d'une cuve anaérobie ; des industries chimiques et Pharmaceutiques, agroalimentaires (laiteries, boissons...), textiles et, plus largement, de toute industrie qui élimine la pollution organique biodégradable. Il s'agit principalement de bactéries qui sont très organiques et peu concentrées (Murillo, 2004).

4.1.3. Boues mixtes

C'est un mélange de boues biologiques et de boues primaires généralement réalisé avant la stabilisation des boues (Addou, 2009).

4.1.4. Boues Physico-chimiques

Elles ont l'apparence des boues primaires. Toutefois, pendant le processus de traitement, on ajoute des réactifs tels que le sel de fer, l'aluminium et d'autres agents de floculation afin d'améliorer la dégradation des particules fines. (Canler *et al.*, 2014).



Figure 8. Les boues d'épuration (Canler *et al.*, 2014).

4.1.5. Les boues d'aération prolongée

Contrairement aux boues biologiques qui suivent un processus de décantation primaire, les boues d'aération prolongée ne subissent pas de décantation mais proviennent directement de polluants ayant subi une aération intense. La concentration des boues aérées en continu est faible et la teneur en matière organique est inférieure à celle des boues biologiques. Cela réduit la probabilité qu'ils développent des odeurs. (CIEAU, 2018)

5. Lagunage

La lagune est un système d'épuration biologique extensif qui implique le rejet des eaux usées dans plusieurs bassins peu profonds consécutifs, où les Phénomènes de dégradation naturelle impliquent la conversion de la matière organique en biomasse. Les polluants extraits des eaux usées se trouvent principalement dans la végétation et les sédiments, avec de petites quantités dans l'atmosphère sous forme de méthane et d'azote gazeux (Metahri , 2012). Elle existe deux types de lagunage :

5.1. Lagunage naturel :

Le processus d'épuration se produit naturellement en passant l'eau dans une série de trois bassins, habituellement contenant des algues, des bactéries et des microorganismes. On trouve une aération naturelle. En général, la profondeur de ces bassins varie de 1 m à 1,8 m. Les dimensions de ces dispositifs garantissent que l'eau reste à l'intérieur pendant environ 40 jours (dans le cas d'un climat méditerranéen) (GAID, 1984).

La partie supérieure de l'eau du bassin est exposée à la lumière, ce qui permet aux algues d'exister, produisant l'oxygène nécessaire à la croissance des bactéries aérobies. Ces bactéries sont responsables de la dégradation de la matière organique. Le gaz carbonique formé par les bactéries et les sels minéraux présents dans les eaux usées permettent aux algues de se multiplier au fond du bassin, là où la lumière ne peut pénétrer ; ce sont des bactéries anaérobies qui peuvent dégrader les sédiments produits par la précipitation de matières organiques (Rejasse, 2009).

5.2. Lagunage aéré

En utilisant des aérateurs mécaniques ou des diffuseurs d'air, il est possible de réduire de moitié la taille des lagunes en oxygénant le premier bassin. En plus de l'investissement plus élevé dans l'exploitation de ce type de lagune (consommation d'énergie, entretien électromécanique), il est essentiel d'adopter une approche plus rigoureuse dans la construction. Il est indispensable de préserver les digues en utilisant du béton maigre, des pierres ou des feuilles de plastique afin d'éviter l'érosion et la rupture des digues causées par les aérateurs (GAID, 1984).



Figure 9. Le lagunage naturel (ADA, 1996)



Figure 10. Le lagunage aéré (ISMA.FR)

6. Procédés biologiques intensifs

6.1. Disques biologiques (cultures fixées)

Le dispositif en question utilise des disques en polystyrène expansé comme support solide pour la croissance d'un film bactérien. Ces disques sont fixés sur un axe et pivotent autour de celui-ci. Une partie du système est immergée dans un bassin alimenté par des eaux usées déjà traitées, garantissant ainsi le mélange et l'aération nécessaires. Les bactéries présentes dans le biofilm dégradent la matière organique en utilisant l'oxygène de l'atmosphère (Boumalek,2020).

Une fois que le biofilm atteint une certaine épaisseur, il se détache des disques et est dirigé vers un décanteur supplémentaire. Malgré sa simplicité apparente, cette méthode a rencontré des problèmes mécaniques et a été abandonnée en France à partir de 1975.

Selon **Pasquini (2013)**, d'autres systèmes à biofilm ont été élaborés pour surmonter ces difficultés.

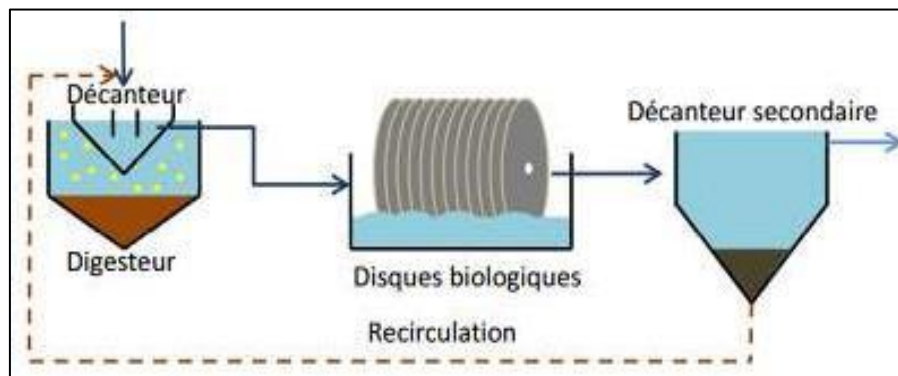


Figure 11. Schéma simplifié du procédé à disques biologiques **Source : (Pasquini, 2013)**

6.2. Lits bactériens (cultures fixées) :

En utilisant des lits bactériens, les eaux usées pré-décantées sont déversées sur une substance poreuse ou spongieuse qui constitue un support pour les micro-organismes épurateurs (bactéries). On peut procéder à l'aération en utilisant la ventilation naturelle ou la ventilation forcée (**Gaid ,1984**).

L'objectif est de fournir l'oxygène indispensable pour maintenir le bon fonctionnement des bactéries aérobies. Les substances nuisibles présentes dans l'eau et l'air se propagent à contre-courant et traversent le biofilm afin d'atteindre les micro-organismes qui les assimilent (**Degrémont, 2005**).

À la surface du biofilm, on retrouve des bactéries aérobies et des bactéries anaérobies près du fond. L'épuration entraîne l'évacuation des sous-produits et du dioxyde de carbone vers des fluides liquides et gazeux. La technologie a une efficacité maximale en éliminant 80 % de la DBO₅. (**Gaid ,1984**)

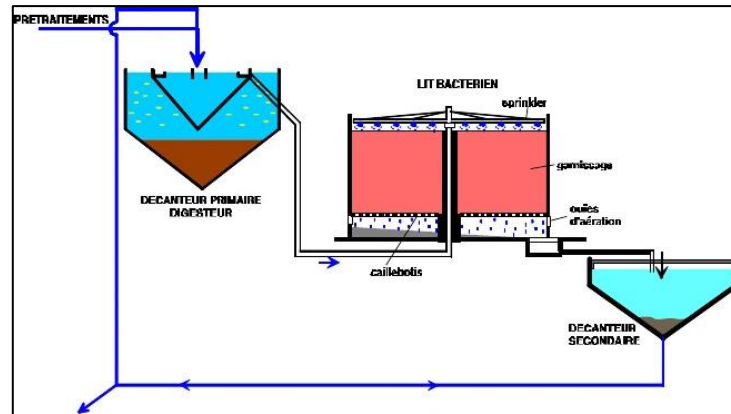


Figure 12. Schéma simplifié du système à lit bactérien (Karima, 2009)

Chapitre 03 :

Présentation de la

région d'étude

1. Présentation de l'Office National de l'Assainissement :

L'ONA est un établissement public dont la raison d'être est d'éliminer la pollution des effluents liquides urbains afin de protéger le milieu récepteur. Il s'est donc inscrit dans une démarche de performance et d'efficacité environnementales en tenant compte de la dimension « protection de l'environnement » dans toutes les activités de façon coordonnée.

- Placé sous la tutelle du ministère des ressources en eau (MRE), l'Office National de l'Assainissement (ONA) est un établissement public national à caractère industriel et commercial (E.P.I.C), créé par décret exécutif n°01-102 du 21 Avril 2001.
- L'ONA se substitue à l'ensemble des établissements et organismes publics, nationaux, régionaux et locaux en charge du service public de l'assainissement.

2. Missions

L'Office est chargé de la gestion, l'exploitation de la maintenance des ouvrages et infrastructures d'assainissement, assurant notamment les missions de :

- Protection et de sauve garde des ressources et de l'environnement hydrique.
- Lutte contre les sources de pollution hydrique.
- Préservation de la santé publique.
- Proposer au ministère de tutelle les mesures d'encouragement de l'état ou les incitations caractère technique ou financier dans le domaine de l'assainissement.
- Entre prendre toutes actions de sensibilisation, d'éducation, de formation ou d'étude et de recherche dans le domaine de la lutte contre la pollution hydrique.
- Prendre en charge, éventuellement, les installations d'évacuation des eaux pluviales dans ses zones d'intervention pour le compte des collectivités locales.
- Réaliser des projets nouveaux financés par l'état ou les collectivités locales.
- Etablir le cadastre des infrastructures de l'assainissement et en assurer sa mise à jour.
- Elaborer les schémas directeurs de développement des infrastructures d'assainissement relevant de son domaine d'activité.
- Elaborer et mettre en œuvre la politique de promotion des sous-produits de l'assainissement.

L'Office étudie et propose à l'autorité de tutelle la politique de tarification et de redevances dans le domaine de l'assainissement et veille à son application.

L'ONA assure également pour le compte de l'état, la maîtrise d'ouvrage et d'œuvre délégué concernant les projets d'études, de réalisation, de réhabilitation, de diagnostics de

L'épuration des eaux résiduaires par le procédé des boues activées est principalement basée sur l'activité métabolique de cultures bactériennes maintenues le Bassin d'aération alimenté par l'eau à épurer.

L'objectif du projet est de construire une station d'épuration communale pour la ville d'Ain EL Beida d'une capacité de 140 000 EH, avec la possibilité d'une extension jusqu'à 210000 EH.

L'implantation de la STEP de la ville d'Ain Beida se situe au sud-ouest de la ville à gauche de la route nationale n°5 en allant vers Oum Bouaghi.

La ville de Ain Beida est située au nord-est de l'Algérie entre les altitudes (35.48° nord-7.8°sud) ; à 110 km au l'Ouest par la ville d'Oum el bouaghi sur les hauts plateaux des Sebkas (1000m d'altitudes).

La ville de Ain Beida est localisée sur une dépression qui s'allonge vers l'Est, du point de vue stratigraphique les formations existantes vont de crétacés jusqu'au quaternaire. Les sols se composent essentiellement par une terre végétale. Recouvrant un substratum (la nature marneuse du substratum conduit à exclure toute présence de nappe Phréatique **(Bouni,1990)**).

5. Urbanisme de la ville d'Ain El Beida

La ville d'Ain Beida est une ville historique ancienne qui a vécu le passage des diverses civilisations (Romaine, Française...etc.) qui a contribué à la construction de son patrimoine architectural urbain **(Mazouz, 2018)**.

Avec la grande évolution d'agglomération des populations de la ville d'Ain Beida (Tableau 1) qui est considéré comme la ville la plus peuplée de la wilaya d'Oum elbouaghi ; parallèlement avec le développement sociologique, économique et urbain, la ville est devenue un pôle socio-économique par excellence **(Mazouz, 2018)**.

Tableau 1. La croissance de la population d'Ain El Beida **(1987-2018)**.

Période	Nombre de population de la commune d'Ain Beida	Taux de croissance
1987	67282	92.53
1998	99019	95.71

2012	129766	97.15
2018	148276	97.16

(Source : Guerram, 2020).

6. Hydrographie de la ville d'Ain Beida

Le réseau hydrographique d'Ain Beida est représenté par oued « El Hassi », au nord-ouest et oued « Yesfer » au sud-est (Benchaabane, 2019). L'alimentation en eau potable de la ville d'Ain Beida se fait à partir : i) des eaux souterraines, ii) eaux du barrage d'Ain Dalia (Wilaya de Souk Ahras) (Mazouz, 2018).

7. Étude climatique de la région d'Ain Beida (2015-2021)

7.1. Caractéristiques climatiques d'Ain Beida

La ville d'Ain Beida se situe dans les hautes plaines telliennes, elle subit les influences d'une zone sub-saharienne. Elle connaît des hivers froids rigoureux et des étés chauds et secs.

7.2. La température

D'après la figure (14), nous constatons que l'année se divise en deux périodes distinctes : une période froide de novembre à avril et une période chaude de mai à octobre. Le mois le plus froid est le mois de janvier avec une valeur moyenne de 7.5 °C. Le mois de juillet est le mois le plus chaud avec une valeur de 29.9 °C (Fig. 14). Les variations des températures moyennes annuelle de la région étudiée étalées sur sept ans (2015-2021), sont représentées sur le Tableau (2) qui montre que la température moyenne annuelle la plus élevée durant cette période est constatée en 2021, alors que la plus basse est constatée en 2015 et 2018.

Tableau 2. La température moyenne annuelle d'Ain Beida période (2015-2021) (Station météorologique Oum elbouaghi)

Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Température moyenne annuelle (°C)	17.2	18.1	17.8	17.2	17.4	18	18.5

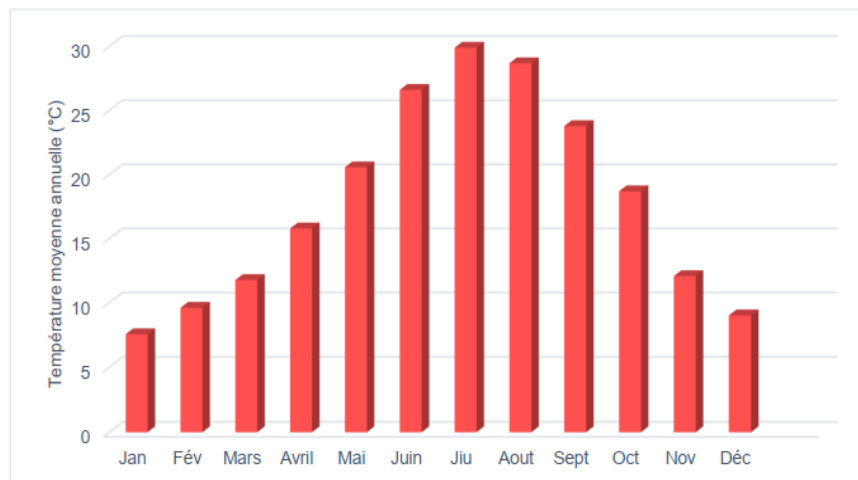


Figure 14. Les variations de la température moyenne mensuelle d'Ain Beida (2015-2021) (Station météorologique Oum el bouaghi)

7.3. Précipitations

7.3.1. Précipitations moyennes mensuelle

La période la plus pluvieuse s'étale du mois de mars jusqu'au mois de mai et de septembre à octobre. La période la moins pluvieuse s'étale du mois de juin jusqu'au mois d'août. Le mois le plus pluvieux est le mois de mai avec une moyenne de précipitations de 40.38 mm et le plus sec est le mois de juin avec une moyenne de 6.20 mm.

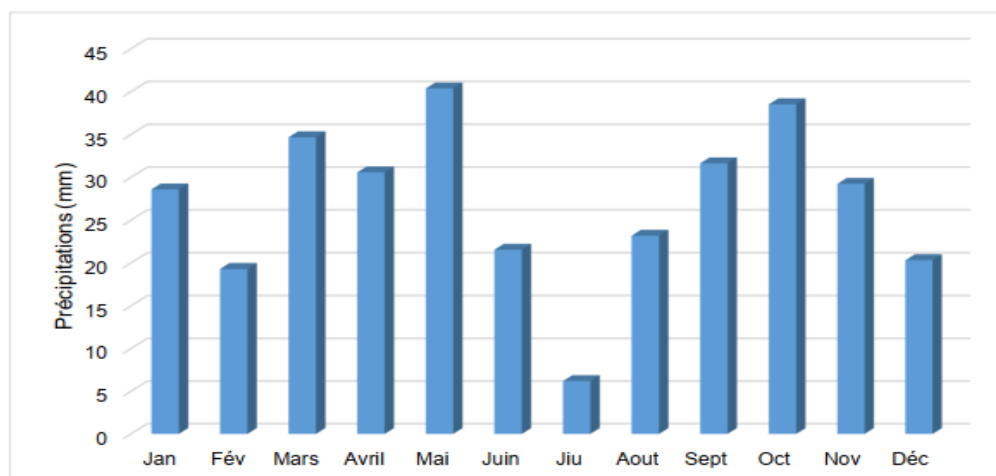


Figure 15. Les variations des précipitations mensuelles d'Ain Beida (2015-2021) (Station météorologique Oum el bouaghi)

7.4. Précipitations moyennes saisonnière

Le printemps est la saison la plus arrosée avec 105.66 mm, suivi par l'automne avec 99.43 mm, l'hiver avec 68.24 mm et en fin l'été avec seulement 50.94 mm.

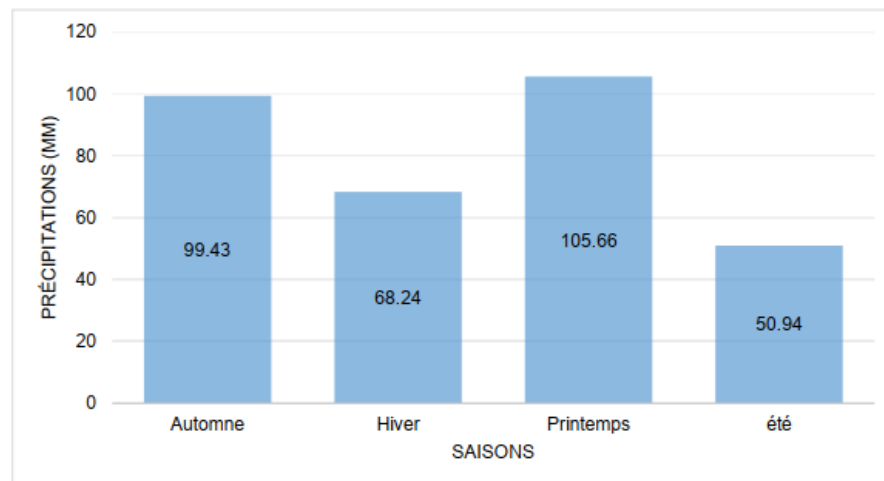


Figure 16. Les Précipitations saisonnière de la ville d'Ain Beida (2015-2021) (Station météorologique Oum el bouaghi)

7.5. Climagramme d'Emberger

Le climagramme d'Emberger permet de déterminer le type du climat de la zone d'étude, dans cinq étages bioclimatiques (Defaut, 1990), qui sont : humide, subhumide, aride, semi- aride, et saharien. Emberger a mis en évidence le quotient pluviométrique (Q2) (Kherroubi, 2008), qui est calculé par la formule suivante (Dajoz, 1982) :

$$Q2 = 3.43 \times PP / (TMTm)$$

Avec : Q2 : quotient pluviométrique d'Emberger, PP : la somme des précipitations annuelles exprimées en mm, TM : la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en °C, et Tm : la moyenne des températures minimales du mois le plus froid en °C.

2. La valeur de quotient Q2 de la région d'étude calculée à partir des données climatiques obtenues durant une période de 7 ans (2015-2022) est $Q2 = 67.05$.
3. Les températures moyennes des minimas des mois les plus froids, calculées pour la même période est $m=2.6$ °C. En rapportant ces valeurs sur le climagramme d'EMBERGER (Fig. 17), l'emplacement de cet indice sur le climagramme d'Emberger, nous a permis de situer la région d'Ain El Beida dans l'étage bioclimatique semi-aride à hivers frais.
4. Les précipitations annuelles exprimée en mm : $PP = 361.45$ mm.

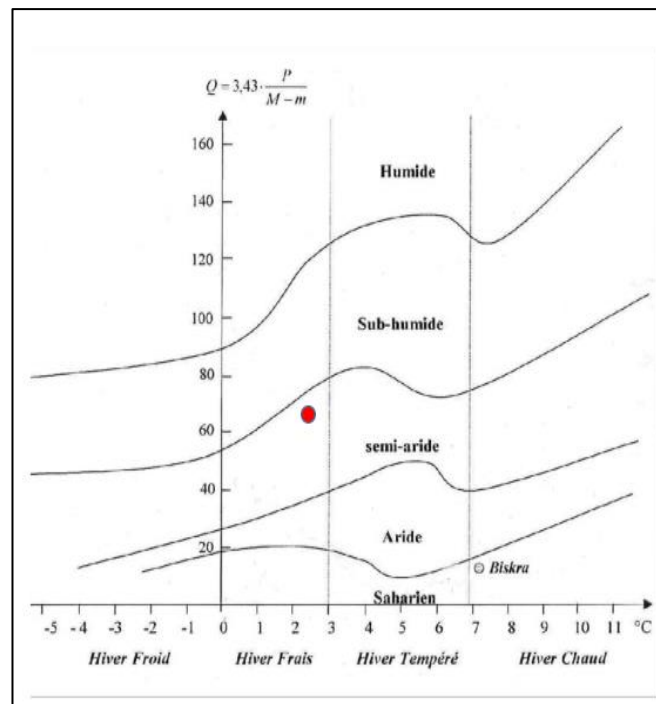


Figure 17. Climagramme d'Emberger de la région d'Ain Beida déterminé pour la période 2015-2021 (Defaut, 1990)

8. Réseau d'assainissement :

D'après les informations recueillies auprès de la subdivision d'hydraulique, la ville dispose d'un réseau d'assainissement très récent du type unitaire, et dont la structure est apte à répondre aux besoins de la population même à long terme. On dénombre actuellement sept rejets situés comme suit :

- Rejets n°1 : Rejet nord.
- Rejets n°2 : Qui va être relié au rejet n°3.
- Rejets n°3 : Collecteur principale.
- Rejets n°4 : Rejet industriel principal.
- Rejets n°5 : Rejet industriel secondaire.



Figure 18.Situation géographique de la station (Google maps)

9. L'impact final de la station d'épuration :

- Protection de la nappe Phréatique.
- Protéger le milieu récepteur (Oued el Azzabi).
- Préserver la santé de la population contre les maladies à transmission hydriques.
- Réutiliser les eaux épurées pour l'irrigation.
- Réutiliser les boues issues de l'épuration à des fins agricoles.

10. Station d'épuration des eaux usées :

La station d'épuration des eaux usées de la ville d'Ain Beida rassemble une succession de dispositifs. Chaque un est conçu pour extraire au fur et à mesure les différents polluants contenus dans les eaux usées.

11. Données techniques de la STEP :

- Nom de la station : station d'épuration d'AIN BEIDA.
- Commune : Ain Beida.
- Wilaya : Oum elbouaghi.
- Le milieu récepteur : Oued-El Azzabi.
- Superficie de l'assiette : 10 Hectares.
- Date de mise en service : 01/01/2015.
- Date de transfert à l'ONA : 01/07/2015.

12. Description de traitement

Tableau 3.Description de traitement

Filière eaux	Filière boues
--------------	---------------

Entrée des eaux brutes et prétraitement.	L'Épauviseur Primaire.
Traitement biologique	Le Digesteur Aérobie.
Décanteurs.	L'Épauviseur Secondaire.
Chloration.	Les Lits de Séchages.

13. Les caractéristiques de la STEP d'AIN EL BEIDA :

13.1. La capacité de la STEP :

La capacité de la station en équivalent habitant est :

- 140 000 équivalents habitants à l'horizon 2015.
- Débit unitaire : 120 L/E.H. /j. par temps sec, soit 16 840 m³/j.
- 210 500 E.H. habitants à l'horizon 2033.
- Débit unitaire : 120 L/E.H. /j. par temps sec, soit 25 320 m³/j.

13.2. La charge hydraulique admissible de la STEP :

Débits de dimensionnement de la STEP :

Dans 2015 :

- Moyen par temps sec = $Q_{24} = 702 \text{ m}^3/\text{h}$ (= 195 L/s).
- Maximal par temps sec = $1,68 \times Q_{24} = 1\,179 \text{ m}^3/\text{h}$ (= 327 L/s).
- Pointe par temps de pluie = $2,5 \times 1,68 \times Q_{24} = 2\,947 \text{ m}^3/\text{h}$ (= 818 L/s)

Dans 2033 :

- Moyen par temps sec = $Q_{24} = 1\,055 \text{ m}^3/\text{h}$ (= 292 L/s).
- Maximal par temps sec = $1,65 \times Q_{24} = 1\,741 \text{ m}^3/\text{h}$ (= 482 l/s).
- Pointe par temps de pluie = $2,5 \times 1,65 \times Q_{24} = 4\,352 \text{ m}^3/\text{h}$ (= 1 206 L/s).

13.3. La charge de pollution prise en compte par le STEP d'Ain El Beida :

Tableau 4.Caractéristiques eaux usées, actuelle 2015

Paramètre	Charge par personne g/E.H. /j.	Charge (temps sec) kg/jou	Concentration (temps sec) mg/l
DBO₅	54	7560	449
MES	70	9800	582
DCO	102	14263	847
N total	9,7	1364	81
P total	1,8	253	15

Tableau 5.Caractéristiques eaux usées, horizon 2033

Paramètre	Charge par personne g/E.H. /j.	Charge (temps sec) kg/jour	Concentration (temps sec) mg/l
DBO₅	54	11340	449
MES	70	14700	582
DCO	102	21378	847
N total	9,4	2046	81
P total	1,8	379	15

13.4.La qualité des eaux traitées :

Les eaux usées épurées auront les concentrations :

Tableau 6. La qualité des eaux épurées.

Paramètre	Concentration mg/l
MES	30
DBO ₅	30
DCO	80
NT	40
NH ₄	3
N-NO ₃	15
P-PO ₄	5
PH	6,5≤PH≤8,5
Conductivité	2,5

14. Organigramme de la STEP :

Voir annexe 02**15. Salle de commande :**

C'est une salle chargée avec des micros pour contrôler et assuré le bon fonctionnement de la STEP. **(Voir annexe 03)**

16. Laboratoire :

Au sein du laboratoire de la station d'épuration de la ville de Ain Beida, une batterie d'analyses est effectuée quotidiennement par exemple : PH, Température, Conductivité, et la DCO ; la DBO₅ ; les MES est effectuées trois fois par semaine, et aussi le Nt ; Pt ; PO₄ ; NH₄ ; NO₃ une fois par semaine. Ainsi que des analyses des boues (concentration des boues) et d'autres mensuels comme la siccité.

17. Les équipements des analyses :

Les équipements des analyses dans le laboratoire sont mentionnés dans le tableau suivant **(Annexes 04)**

CHAPITRE 4
Matériels et méthodes

1. Matériels

Voir L'annexes (4)

2. Méthodes

2.1. Détermination électrométrique du PH et du conductivité :

a) Réactifs :

- Solution de calibration pour le PH mètre (**PH = 4, PH = 7, PH = 10**)
- Solution de calibration pour le conductimètre (**147 μ s/cm, 1413 μ s/cm, 12.88ms/cm**)

b) Appareillage :

- Multi paramètre portable (PH, Cond, T°C)
- Electrodes de verre multi paramètre.

c) Mode opératoire :

Remarque : Pour la Première utilisation placer la sonde dans l'éthanol pendant **15 sec** puis Rincer à l'eau déminéralisée, brancher et ne tourner pas ou tordez pas le connecteur de la sonde.

Calibrage de la sonde :

- Allumer le PH mètre
- Rincer l'électrode avec l'eau distillée
- Immergée la sonde dans le tube de la solution tampon PH= 7(évitée la formation des bulles d'air)
- Laisser stabiliser un moment jusqu'à affichage du standard.
- Enlever l'électrode et la rincer abondamment avec l'eau distillée
- Ré calibrée de la même manière avec les solutions tampon PH= 4 et PH = 10.
- De la même manière pour les solutions de calibration de la conductivité.

d) Méthode de mesure :

- Prendre environ 100 ml d'eau à analyser.
- Mettre un agitateur avec une faible agitation.
- Tremper l'électrode dans le bécher.
- Laisser stabiliser un moment avec une faible agitation, puis noter le PH (**Laboratoire de la STEP de Ain El Beida**).

e) Maintenance et stockage :

- Nettoyer la sonde avec une solution de nettoyage.
- Rincer à l'eau déminéralisée.
- Trempée la sonde dans une solution d'HCL diluée pendant plusieurs heures.
- Placée la sonde dans une solution de protection de conductivité standard 1413 μ s/cm
(Laboratoire de la STEP de Ain El Beida).

2.2. Détermination des matières en suspension :**2.2.1. Par filtration accélérer :****a) Appareillages :**

- Balance analytique (trois chiffres après la virgule).
- Filtre sous vide (icone de BUCHNER).
- Papier filtre de 0.45 μ m (en fibre de verre)
- Etuve (MEMMERT).
- Pompe à vide.
- Dessiccateur.

b) Mode opératoire :

- Laisser les échantillons s'équilibrer à la température ambiante.
- Prend un papier filtre de 0.45 μ m dans l'étuve pendant 01h :30min ou 02h à 105°C +/-02.
- Laisser le filtre s'équilibrer à la température ambiante dans un dessiccateur pendant 15 à 20min à proximité de la balance puis peser le filtre et noté le poids (a) en gr.
- Placer le filtre dans l'entonnoir du dispositif de filtration et connecter à un dispositif d'aspiration sous vide (pompe à vide).
- Agiter vigoureusement le flacon et transférer immédiatement et d'un seul trait un volume (V) en ml convenable d'échantillon dans une éprouvette graduée.
- Filtrer l'échantillon, puis rincer l'éprouvette graduée avec environ 20 ml d'eau distillée,
- Placer le filtre sur un support de séchage et le sécher dans L'étuve à 105°C +/- 2 pendant 02h à 03h.
- Retirer le filtre et laisser s'équilibrer à la température ambiante dans un dessiccateur

pendant 15 à 20min à proximité de la balance puis peser comme précédemment et noté

le poids b en gr. (**Laboratoire de la STEP de Ain El Beida**)

c) Expression des résultats :

$$\text{MES} = [(b-a) / V] * 10^6$$

- **MES** : matière en suspension, en mg/l.
- **b** : poids du filtre après la filtration et séchage en g.
- **a** : poids du filtre avant la filtration en g.

V : volume d'échantillon filtré en ml.

[NF EN 872 (JUIN 2005)]

2.2.2. Par centrifugation :

a) Appareillages :

- Balance analytique (trois chiffres après la virgule).
- Centrifugeuse (NF800)
- Tube de centrifuge de 50ml
- Etuve (MEMMERT)
- Dessiccateur

b) Mode opératoire :

- Laisser les échantillons s'équilibrer à la température ambiante.
- Agiter vigoureusement le flacon et transférer immédiatement et d'un seul trait un volume
- (V=50 ml) d'échantillon dans une éprouvette graduée.
- Introduire l'échantillon de l'éprouvette dans le pot de la centrifugeuse et centrifuger durant 20min à 2500tr/min.
- Eliminer l'eau surnageant et recueillir le culot déposé au fond du pot dans une capsule préalablement séchée à 105°C pendant 02h, refroidie l'en dessiccateur et pesée jusqu'à masse constante (M1 en gr)
- Rincer le pot de centrifugeuse deux fois, avec chaque fois environ 20 ml d'eau distillée et recueillir les eaux d'entraînement dans la capsule.

- Sécher en suite la capsule et son contenu à 105°C +/- 2°C pendant 02h à 03h puis laisser refroidir dans un dessiccateur pendant 15 à 20min à proximité de la balance puis peser comme précédemment et noté le poids (M₂ en gr).
- Recommencer les opérations de séchage, de refroidissement et de pesée jusqu'à ce que la différence entre deux pesées successives n'excède pas 0.5mg. (**Laboratoire de la STEP de Ain El Beida**)

c) **Expression des résultats :**

$$MES = (M_2 - M_1) * 1000 / V$$

- **MES** : matière en suspension, en gr/l.
- **M₁** : masse de la capsule vide en gr.
- **M₂** : masse de la capsule et son contenu après le séchage à 105°C en gr.
- **V** : volume de l'échantillon, en (50ml). *[NF EN 872 (JUN 2005)]*

2.3. **Détermination des matières volatile en suspension (MVS) :**

a) **Appareillages :**

- Four à moufle.
- Dessiccateur.

b) **Mode opératoire :**

Cette analyse peut être effectuée après la détermination de **MES**, **MS** ou de la siccité d'une boue à la fin de chacune de ces analyses, Déterminer **M₂** en gr (correspondant au poids de la capsule en porcelaine et des matières sèches qu'elle contient).

- Placer ensuite la capsule en porcelaine dans un four à 550°C pendant 02 heures.
- Après refroidissement dans un dessiccateur, la capsule contient sauf les cendres, et à nouveau pesée M₃ en gr
- Renouveler ces opérations jusqu'à l'obtention d'un poids constant (la différence entre 02 pesés consécutive ne diffère pas plus de 0,5mg. (**Laboratoire de la STEP de Ain El Beida**))

c) **Expression des résultats :**

$$MES = MMS + MVS$$

$$MVS = [(M_2 - M_3) * 1000] / V$$

- **MVS** : matières volatiles en suspension exprimée en g/l.
- **M₂** : masse de la capsule et son contenu après le séchage à 105°C en gr.
- **M₃** : masse de la capsule et son contenu après le séchage à 550°C en gr.
- **MMS** : matières minérales en suspension exprimée en g/l.

La teneur en matière organique est habituellement ramenée à la masse initiale en MES est donc exprimé en % de MES

$$\text{Taux de MVS en \%} = [\text{MVS} / \text{MES}] * 100$$

[NF T 90-105-2 (JANVIER 1997)]

2.4. Détermination de la demande biologique en oxygène (DBO₅) :

a) Prise d'essai :

Elle dépend de la charge de l'échantillon, celle-ci dépend de l'origine de l'échantillon industrielle ou urbain, de la couleur, de l'odeur, et de la charge en matière en suspension...etc.

b) Choix du volume d'échantillon :

Le volume à utiliser dépend de l'évaluation préalable de la valeur **DBO** de l'échantillon.

La plage de mesure **DBO (sans dilution l'échantillon)** est de **0 à 4000 mg/l**.

Plage de mesure DBO (mg /l)	Volume de l'échantillon (ml)	Dosage ATH
0-40	428	10 gouttes
0-80	360	10 gouttes
0-200	244	05 gouttes
0-400	157	05 gouttes
0-800	94	03 gouttes
0-2000	56	03 gouttes
0-4000	21.7	01 gouttes

Mode opératoire :

- Rincer les flacons avec l'échantillon (eau brutes, eau épurée).
- Mettre le barreau magnétique dans chaque flacon.

- Mesurer avec des éprouvettes graduées le volume souhaité de l'échantillon (Homogénéiser avec précaution)
- Ajouter l'inhibiteur de nitrification **ATH** selon le volume mesurée.
- Insérer le godet de caoutchouc dans le goulot de chaque flacon.
- Mettre **03** à **04** gouttes de **KOH (12N)** comme absorbant de dégagement des gaz (**CO, CO2**) par l'échantillon.
- Visser les sondes sur les flacons d'échantillon (de manière étanche).
- Placé les flacons sur une plaque d'agitation dans une armoire thermostatique à **20°C** pendant **05** jours, Après la mise en marche, appuyer sur la touche correspondant au poste de mesure choisi puis sur la touche **START** et puis sur la touche **ENTREE**. L'écran supérieur affiche le volume utilisée, l'écran inférieur la gamme de mesure faite une confirmation des données par la touche entrée.
- Après cinq jours et après la mise en marche faite une mesure en appuyant sur la touche entrée. (**Laboratoire de la STEP de Ain El Beida**)

2.5. Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO)

2.5.1. Domaine D'application :

- Dans le laboratoire de la STEP d'Ain Beida la méthode appliquée pour la détermination de la DCO est une méthode par kits (kits : c'est des tubes contient des réactifs préparer pour ce paramètre a des défèrent gammes de type LCK).

2.5.2. REACTIFS :

- LCK514 (de 100 à 2000mg/l) pour l'eau usées brutes.
- LCK214 (de 15 à 150mg/l) pour l'eau usées épurée.

Chaque tube contient :

- Sulfate de mercure (HgSO_4)
- Acide sulfurique (H_2SO_4)
- Bichromate de potassium (**Laboratoire de la STEP de Ain El Beida**)

2.5.3. Appareillages :

- Réacteur pour assurer une température de 148°C.

- Spectrophotomètre UV (DR3900).
- Pipette graduée de 10ml.
- Pro pipette.

2.5.4.MODE OPERATOIRE :

Avant le prélèvement de la prise d'essai, l'échantillon doit être homogénéisé par agitation du flacon.

- Agité les tubes de réactif LCK514 et LCK214.
- Introduire 02ml d'échantillon (eau usées brutes, eau usées épurée).
- Agiter les tubes soigneusement.
- Mettre les tubes dans le réacteur à 148⁰C pendant 2h.
- Après 02h de minéralisation prend les tubes avec précaution et lisser refroidir à la température ambiante puis faire la lecture (code à barre) de la concentration du DCO par le spectrophotomètre (DR3900).
- Il convient que les rejets des Kits de la DCO soient stockés dans leurs boîtes pour une élimination approprié. ISO 6060-1989. **(Laboratoire de la STEP de Ain EL Beida)**

CHAPITRE 5

Résultats et Discussion

1. Présentation des résultats du 01/11/2023 A 30/11/2023 de eaux usées et eaux épurées

1.1. Le PH

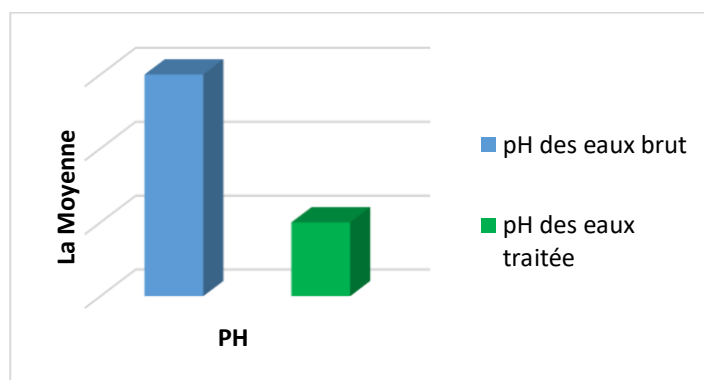


Figure 19. Comparaison entre PH des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation :

Les valeurs PH présente dans la figure 19, montrent que la PH des eaux usées brutes variant entre (7.8- 8.9) avec une moyenne (8.3) est plus élevée que les eaux Usées traitées variant entrent (7.9-8.2) avec une moyenne 8.2

1.2. Conductivité électrique (CE)

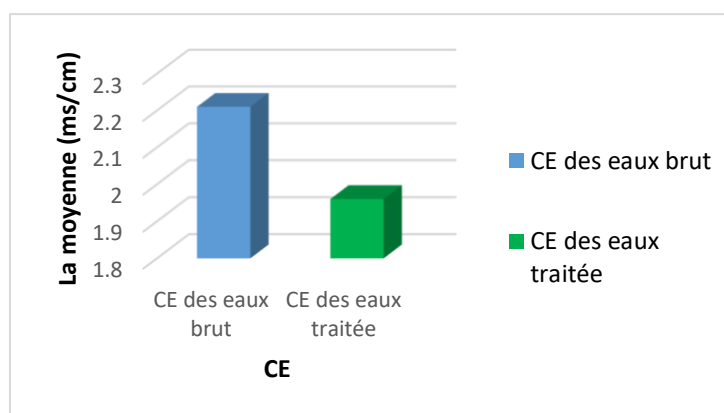


Figure 20. Comparaison entre CE des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation :

Les valeurs de conductivité présentent dans la figure 20, montrent que la conductivité des eaux usées brutes variant entre (1.89-2.60ms/cm) avec une moyenne (2.21ms/cm) est plus élevée que les eaux usées traitées variant entrent (1.52-2.17 ms/cm) avec une moyenne 1.96 ms/cm.

1.3. Température (T°)

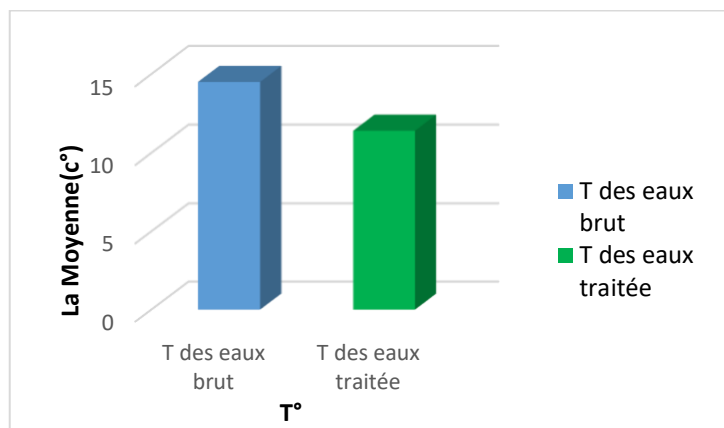


Figure 21. Comparaison entre T des eaux Usées brutes et les eaux Usées traitées

Interprétation :

Les valeurs des températures présentent dans la figure 21, montrent que la température des eaux Usées brutes variant entre (10.2- 18.1c°) avec une moyenne (14.5c°) est plus élevée que les eaux Usées traitées variant entrent (8.4-13.9c°) avec une moyenne 11.4c°

1.4. Matière en Suspension (MES)

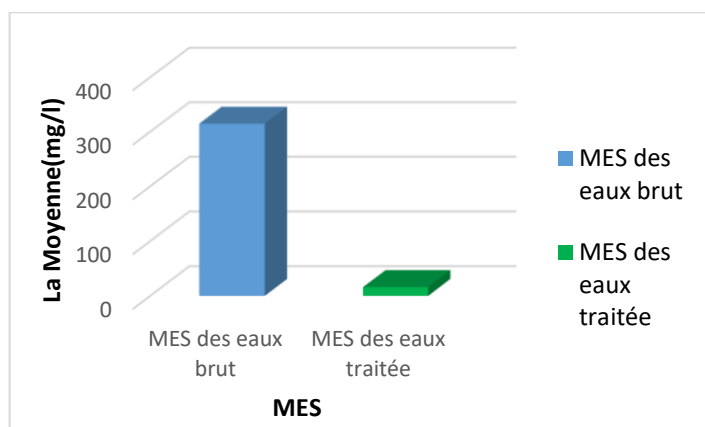


Figure 22 .Comparaison entre MES des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation :

Les valeurs de MES présente dans la figure 22, montrent que la MES des eaux usées brutes variant entre (120- 560 mg/l) avec une moyenne (315mg/l) est plus élevée que les eaux usées traitée variant entre (10 -26mg/l) avec une moyenne 16mg/l.

1.5. Demande chimique en oxygène (DCO)

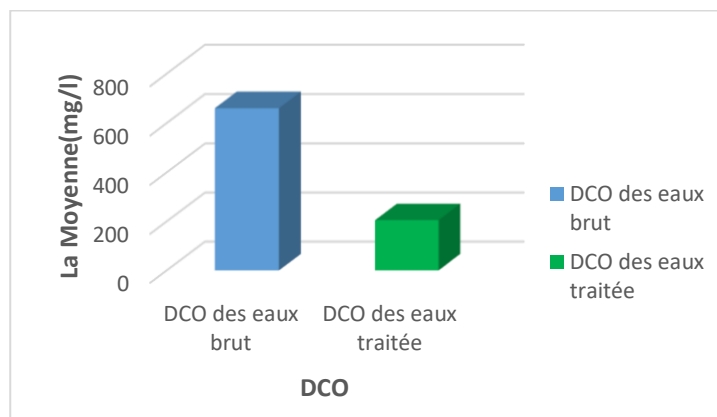


Figure 23. Comparaison entre DCO des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation :

Les valeurs de DCO présente dans le figure 23, montrent que la DCO des eaux usées brutes variant entre (577- 864 mg/l) avec une moyenne (660mg/l) est plus élevée que les eaux usées traitée variant entre (44 -60mg/l) avec une moyenne 205mg/l.

1.6. Demande biologique d'oxygène (DBO₅)

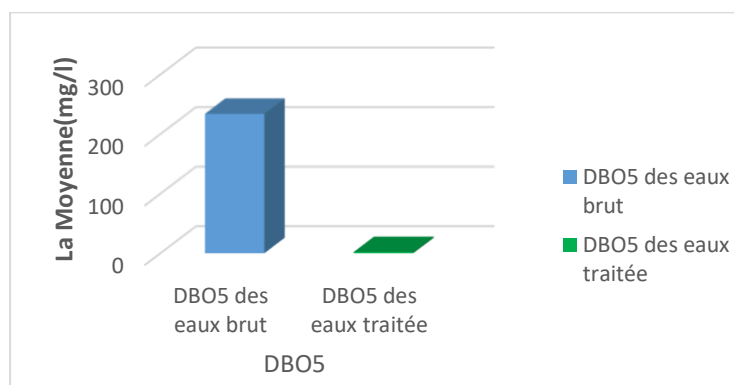


Figure 24. Comparaison entre DBO₅ des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation :

Les valeurs des DBO₅ présente dans la figure 24, montrent que la DBO₅ des eaux usées brutes variant entre (128- 322 mg/l) avec une moyenne (234mg/l) est plus élevée que les eaux usées traitée variant entre (1 -2mg/l) avec une moyenne 2 mg/l.

1.7. La mesure de l'ammonium (NH₄)

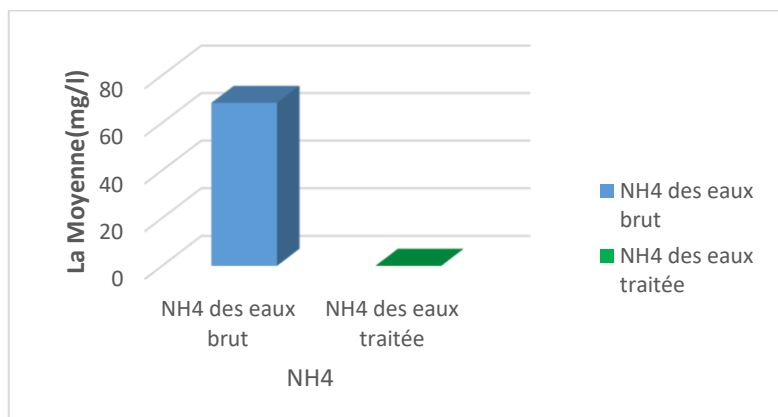


Figure 25. Comparaison entre NH₄ des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation :

Les valeurs de NH₄ présente dans la figure 25, montrent que le NH₄ des eaux usées brutes variant entre 68.4 mg/l est plus élevée que les eaux usées traitée variant entre 0.04mg/l.

1.8. Le nitrites (NO₂)

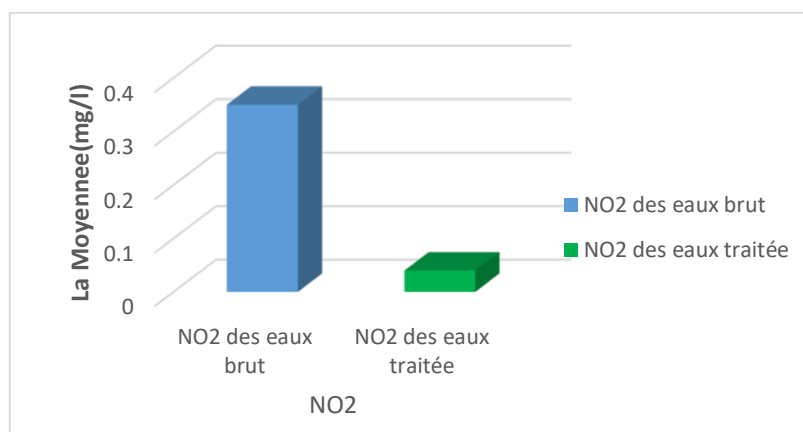


Figure 26. Comparaison entre NO₂ des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation :

Les valeurs de NO₂ présente dans la figure 26, montrent que le NO₂ des eaux usées brutes variant entre (0,35 mg/l) est plus élevée que les eaux usées traitée variant entre (0,0mg/l).

1.9. L'Azote totale

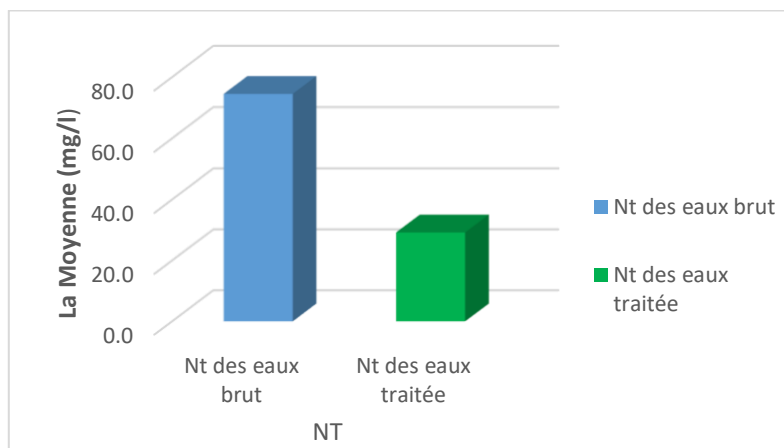


Figure 27. Comparaison entre Nt des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation : valeurs de NT présente dans le figure 27, montrent que le NT des eaux usées brutes variant entre (74.5mg/l) est plus élevée que les eaux usées traitées variant entrent (29.2mg/l)

2. Présentation des résultats du 01/12/2023 A 31/12/2023 de eaux usées et eaux épurées

2.1. Le PH

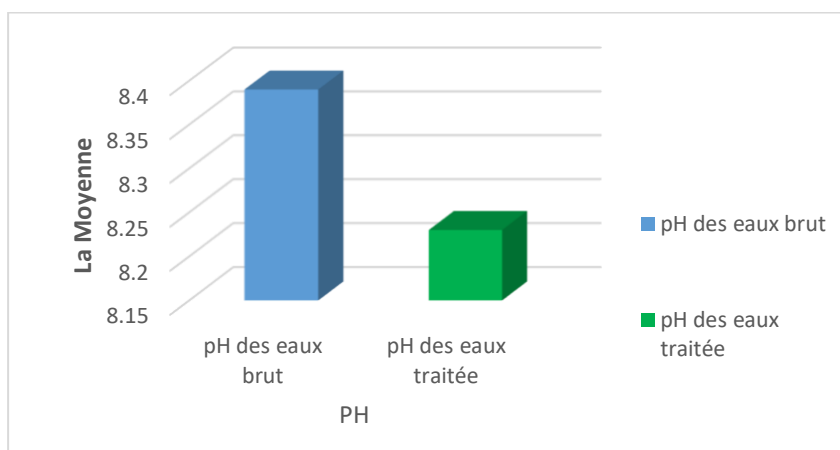


Figure 28 . Comparaison entre PH des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation :

Les valeurs PH présente dans la figure 28, montrent que la PH des eaux usées brutes usées variant entre (8- 8.54) avec une moyenne (8.39) est plus élevée que les eaux traitées variant entrent (7.77-8.50) avec une moyenne 8.23.

2.2. La conductivité électrique (CE)

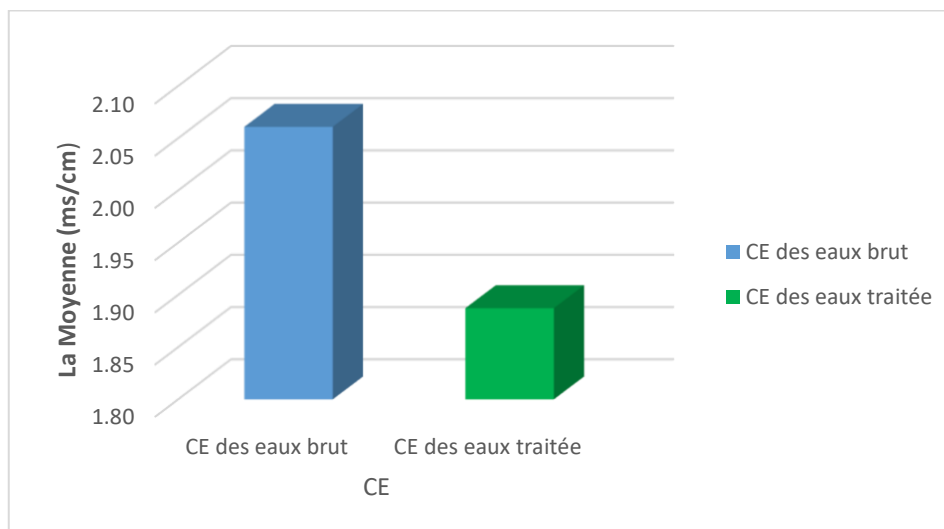


Figure 29. Comparaison entre CE des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation :

Les valeurs de conductivité présentées dans la figure 29, montrent que la conductivité des eaux usées brutes varie entre (1.67-2.64ms/cm) avec une moyenne (2.06ms/cm) est plus élevée que les eaux usées traitées qui varient entre (1.60-2.05 ms/cm) avec une moyenne 1.89ms/cm

2.3. La Température (T°)

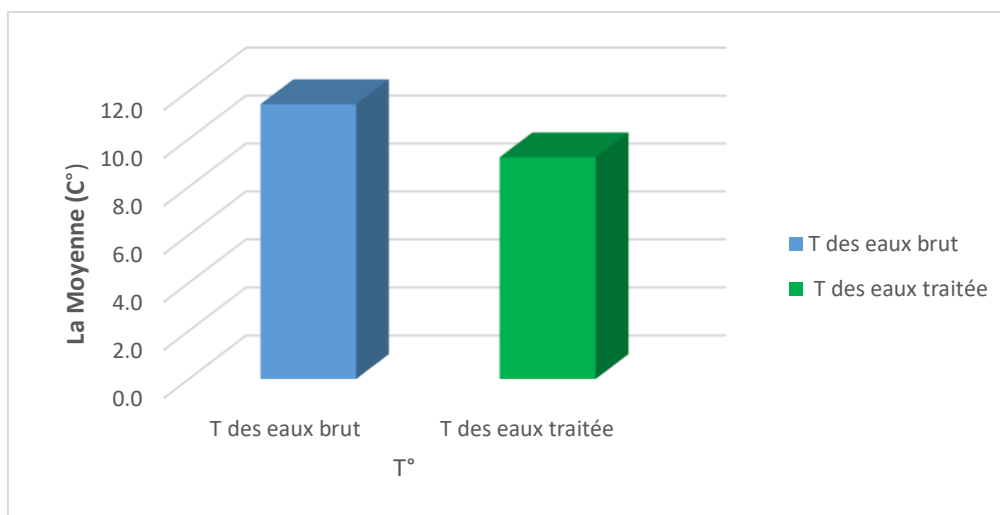


Figure 30. Comparaison entre T des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation :

Les valeurs des températures présentées dans la figure 30, montrent que la température des eaux usées brutes varie entre (9- 13.9c°) avec une moyenne (11.5c°) est plus élevée que les eaux traitées qui varient entre (7.7-11.4c°) avec une moyenne 9.2°

2.4. La Matière en Suspension (MES)

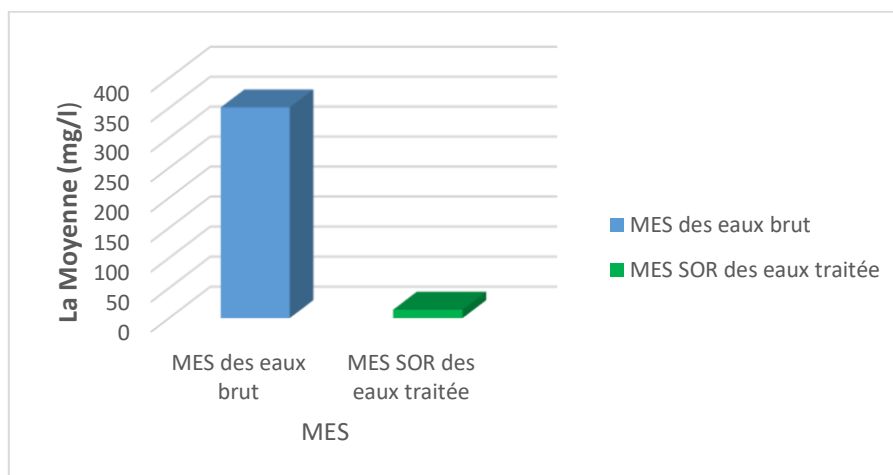


Figure 31. Comparaison entre MES des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation :

Les valeurs de MES présente dans la figure 31, montrent que là MES des eaux usées brutes variant entre (220- 420 mg/l) avec une moyenne (351 mg/l) est plus élevée que les eaux usées traitée variant entre (10 -20mg/l) avec une moyenne 14mg/l.

2.5. La Demande chimique en oxygène (DCO)

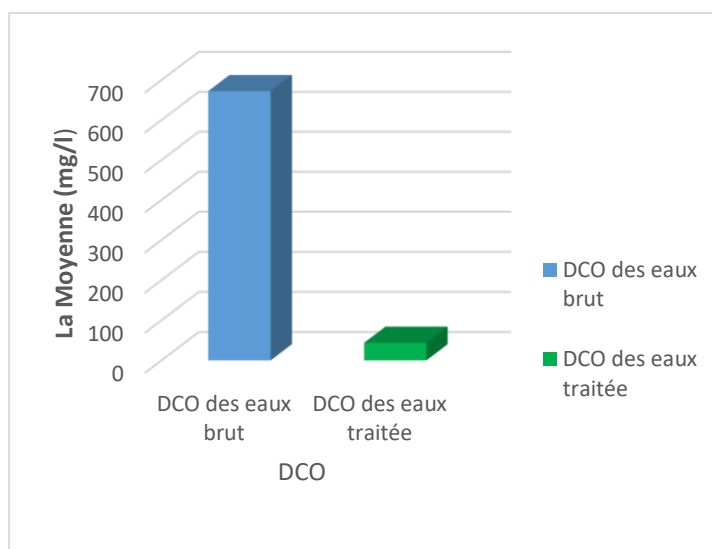


Figure 32. Comparaison entre DCO des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation : les valeurs de DCO présente dans le figure 32, montrent que la DCO des eaux usées brutes variant entre (612- 733 mg/l) avec une moyenne (672,5mg/l) est plus élevée que les eaux usées traitée variant entre (42,3 -45,2mg/l) avec une moyenne 43,75 mg/.

2.6. La Demande biologique d'oxygène (DBO₅)

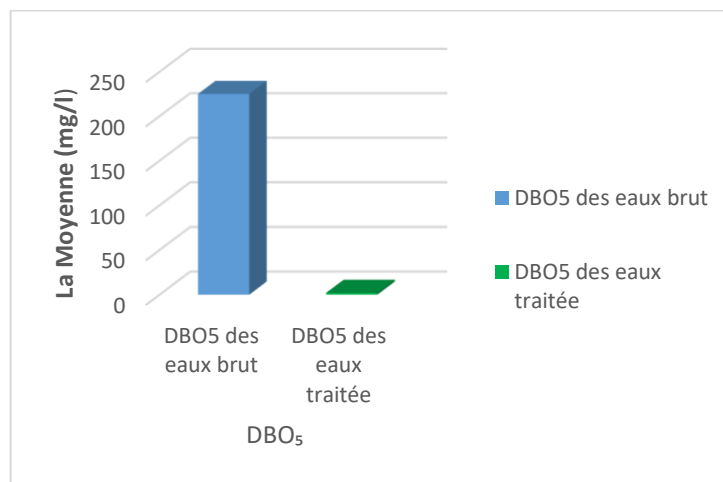


Figure 33. Comparaison entre DBO₅ des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation :

Les valeurs des DBO₅ présente dans la figure 33, montrent que la DBO₅ des eaux usées brutes variant entre (108- 322 mg/l) avec une moyenne (225mg/l) est plus élevée que les eaux usées traitée variant entre (1 -4mg/l) avec une moyenne 2 mg/l.

2.7. La mesure de l'ammonium (NH₄)

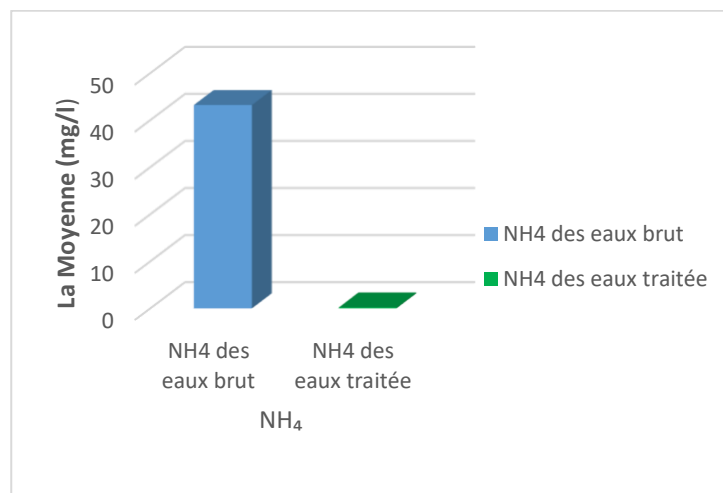


Figure 34. Comparaison entre NH₄ des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation :

Les valeurs de NH₄ présentent dans la figure 34, montrent que le NH₄ des eaux usées brutes variant entre 43,2 mg/l est plus élevée que les eaux usées traitées variant entre 0,19mg/l.

2.8. Le nitrites (NO₂)

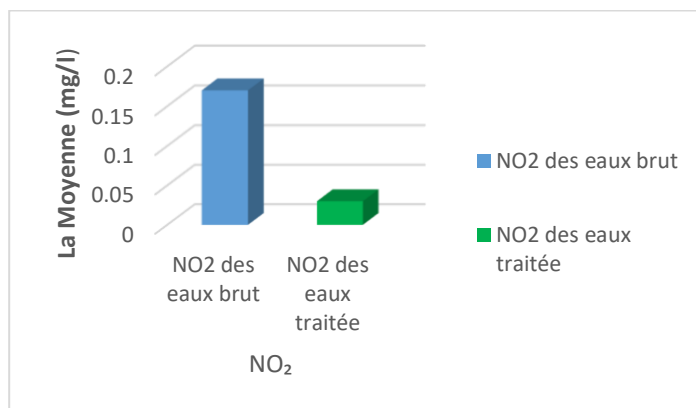


Figure 35. Comparaison entre NO₂ des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation :

Les valeurs de NO₂ présentes dans la figure 35, montrent que le NO₂ des eaux usées brutes variant entre (0,17 mg/l) est plus élevée que les eaux usées traitées variant entre (0,03 mg/l)

2.9. L'Azote totale

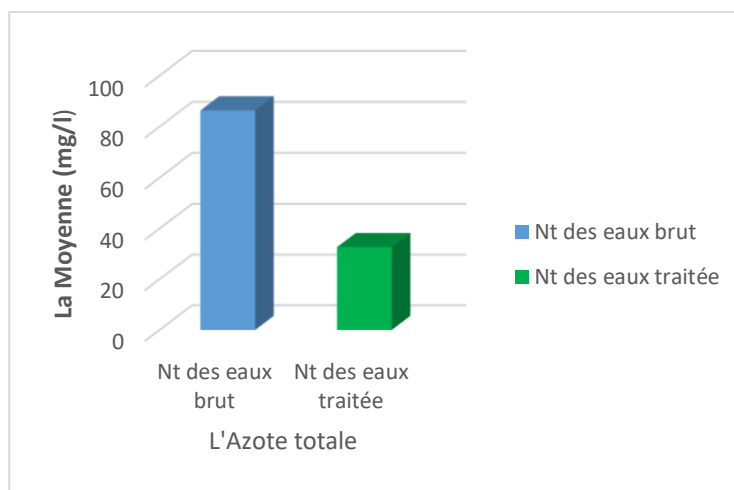


Figure 36. Comparaison entre Nt des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation : les valeurs de NT présentes dans la figure 36, montrent que le NT des eaux usées brutes variant entre (86,4 mg/l) est plus élevée que les eaux usées traitées variant entre (32,7 mg/l)

3. Présentation des résultats du 01/01/2024 A 31/01/2024 de eaux usées et eaux épurées

3.1. Le PH

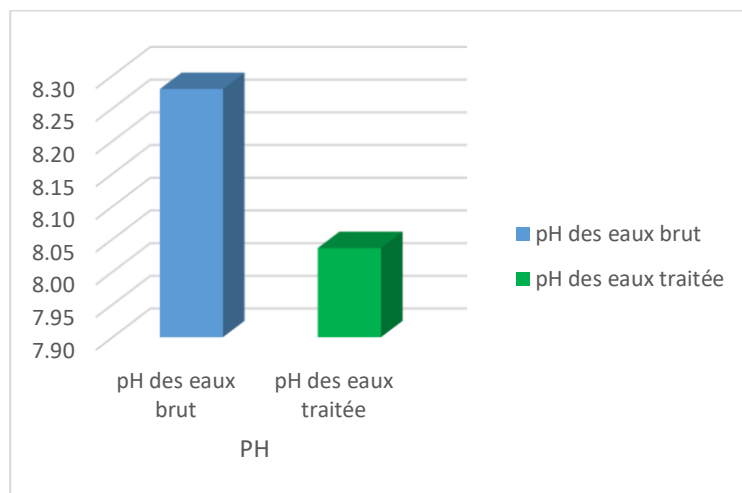


Figure 37. Figure comparative entre PH des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation :

Les valeurs PH présente dans la figure 37, montrent que la PH des eaux usées brutes variant entre (7,71- 8,85) avec une moyenne (8,28) est plus élevée que les eaux usées traitées variant entrent (7,79-8,4) avec une moyenne 8,04

3.2. Le Conductivité électrique (CE)

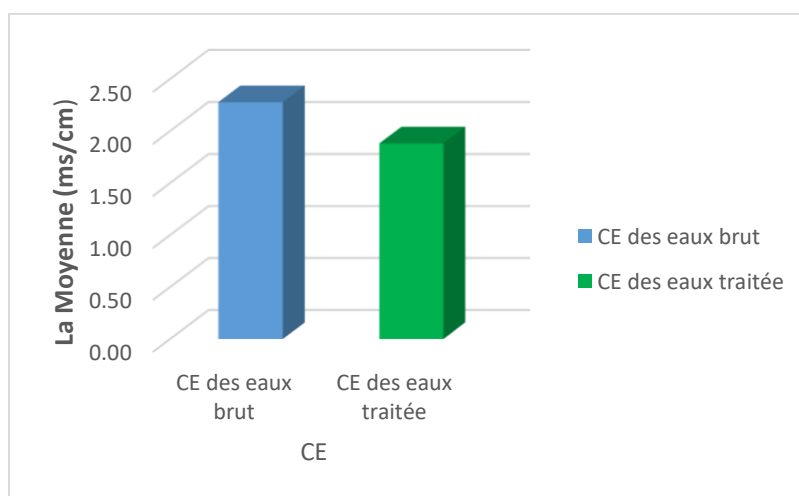


Figure 38 . Comparaison entre CE des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation :

Les valeurs de conductivité présentent dans le figure 38, montrent que la conductivité des eaux usées brutes variant entre (1,88-2,6 ms/cm) avec une moyenne (2,28ms/cm) est

élevée que les eaux traitées usées variant entrent (1,69-2,04 ms/cm) avec une moyenne 1,88 ms/cm

3.3. La Température (T°)

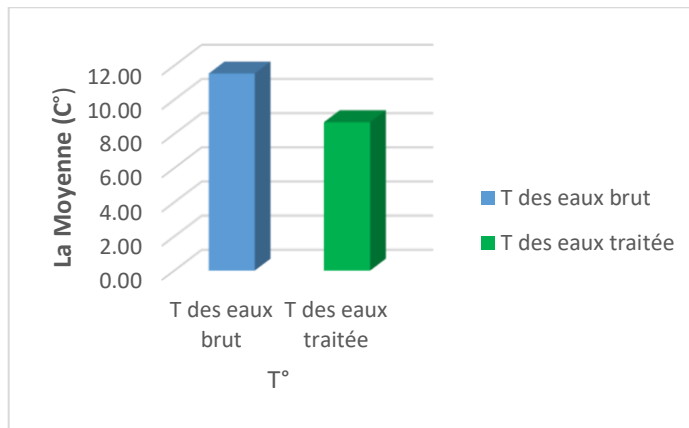


Figure 39. Comparaison entre T des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation :

Les valeurs des températures présentent dans la figure 39, montrent que la température des eaux usées brutes variant entre (9- 13,2c°) avec une moyenne (11 ,54c°) est élevée que les eaux usées traitées variant entrent (6,6-11 ,1c°) avec une moyenne 8,69c°.

3.4. Matière en Suspension (MES)

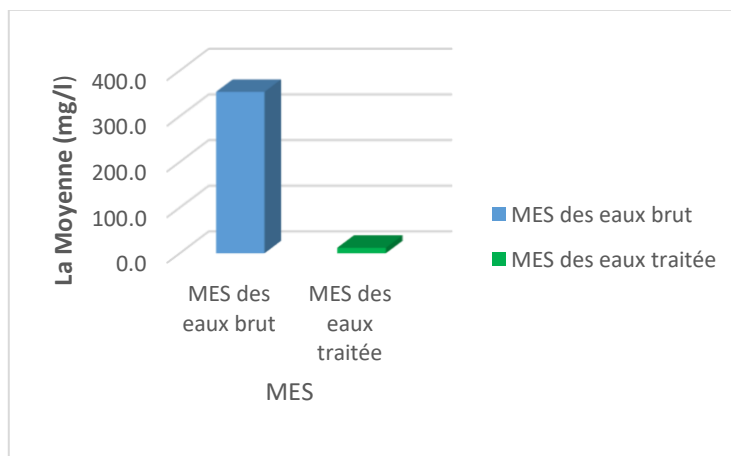


Figure 40. Comparaison entre MES des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation :

Les valeurs de MES présente dans la figure 40, montrent que là MES des eaux usées brutes variant entre (200- 460 mg/l) avec une moyenne (353,3mg/l) est plus élevée que les eaux usées traitées variant entrent (6 -16mg/l) avec une moyenne 12mg/l

3.5. Demande chimique en oxygène (DCO)

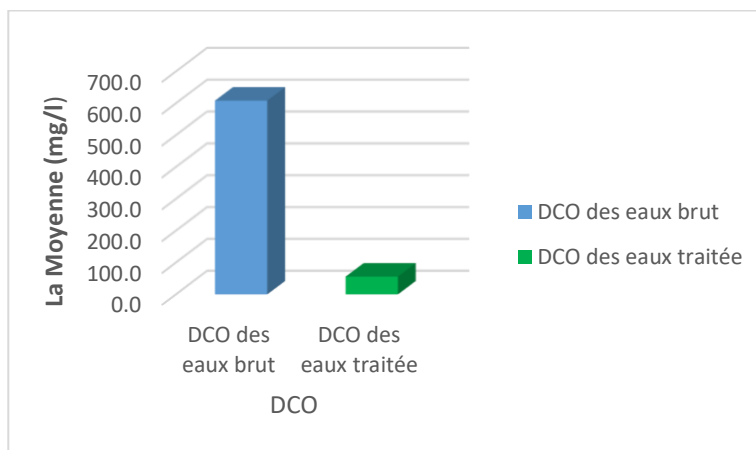


Figure 41. Comparaison entre DCO des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation :

Les valeurs de DCO présente dans le figure 41, montrent que la DCO des eaux usées brutes variant entre (312- 1149 mg/l) avec une moyenne (608,4mg/l) est plus élevée que les eaux usées traitée variant entre (37 -92,8mg/l) avec une moyenne 55,9 mg/l.

3.6. Demande biologique d'oxygène (DBO₅)

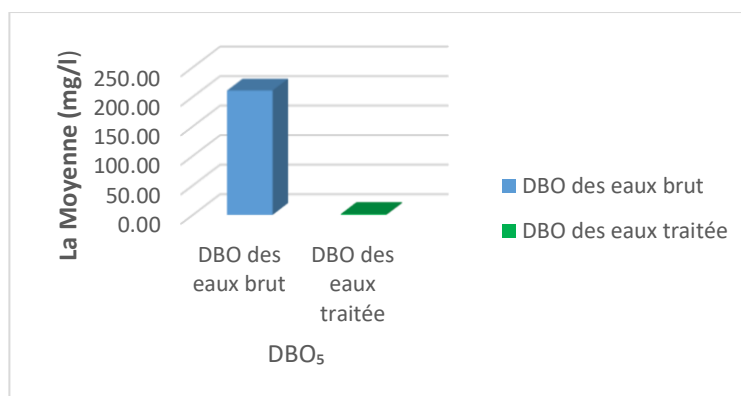


Figure 42. Comparaison entre DBO₅ des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation :

Les valeurs des DBO₅ présente dans le figure 42, montrent que la DBO₅ des eaux usées brutes variant entre (102- 349 mg/l) avec une moyenne (210,55mg/l) est plus élevée que les eaux usées traitée variant entre (0 -5mg/l) avec une moyenne 1,55 mg/l

3.7. La mesure de l'ammonium (NH₄)

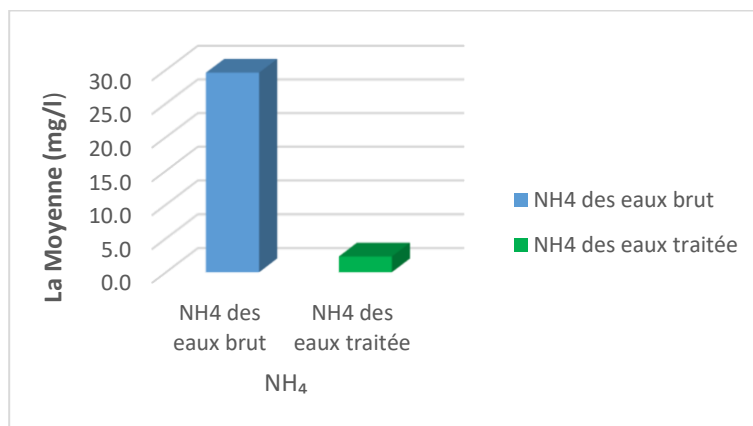


Figure 43. Comparaison entre NH_4 des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation :

Les valeurs de NH_4 présente dans le figure 43, montrent que le NH_4 des eaux usées brutes variant entre (23,9- 38,4 mg/l) avec une moyenne (29,6mg/l) est plus élevée que les eaux usées traitée variant entre (0,51 -4,86mg/l) avec une moyenne 2,3 mg/l

3.8. Le nitrites (NO_2)

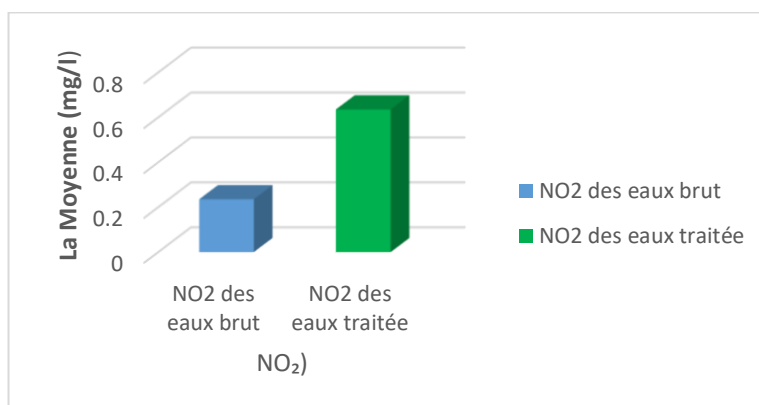


Figure 44. Comparaison entre NO_2 des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation :

Les valeurs de NO_2 présente dans la figure numéro 44, montrent que le NO_2 des eaux brutes usées variant entre (0,14- 0,31 mg/l) avec une moyenne (0 ,235mg/l) est faible que les eaux usées traitée variant entre (0 ,32 -0,86mg/l) avec une moyenne 0,635 mg/l.

3.9. L'Azote totale

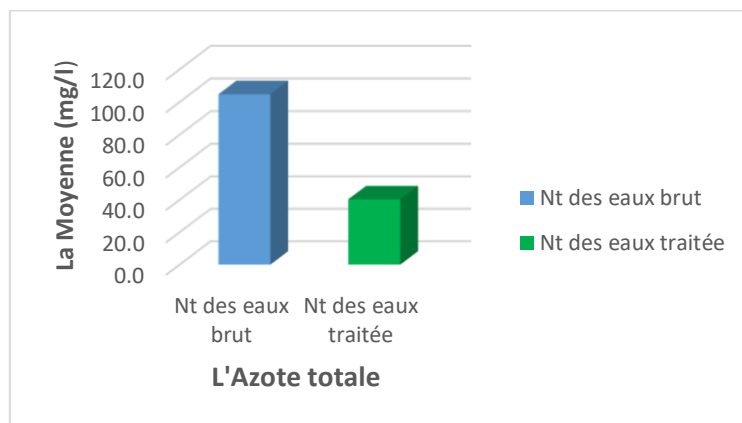


Figure 45. Comparaison entre Nt des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation :

Les valeurs de NT présente dans la figure 45, montrent que le NT des eaux usées brutes variant entre (99,3- 111 mg/l) avec une moyenne (104,8mg/l) est plus élevée que les eaux usées traitées variant entrent (36,5 -46,7 mg/l) avec une moyenne 40,3 mg/l.

4. Présentation des résultats du 01/02/2024 A 27/02/2024 de eaux usées et eaux épurées

4.1. Le PH

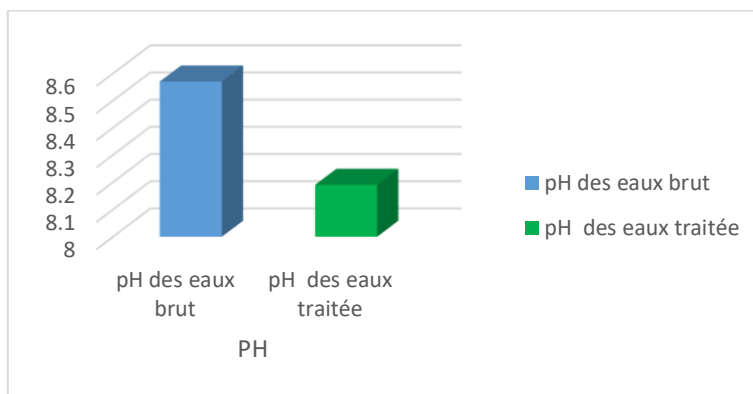


Figure 46. Comparaison entre PH des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation :

Les valeurs PH présente dans le figure 46, montrent que la PH des eaux usées brutes variant entre (8,2- 8,96) avec une moyenne (8,57) est plus élevée que les eaux usées traitées variant entrent (7,12-8,71) avec une moyenne 8,19.

4.2. La Conductivité électrique (CE)

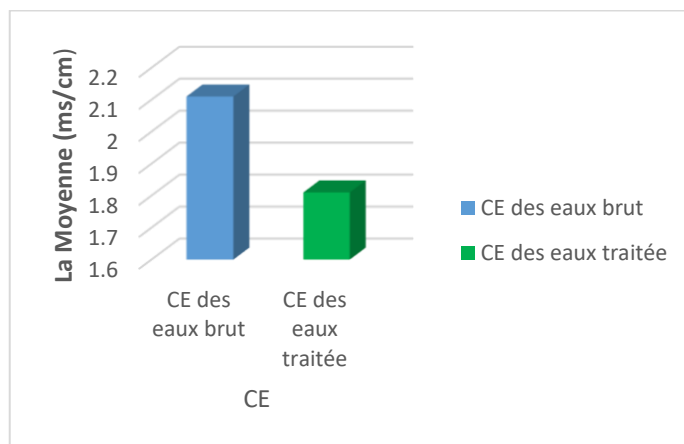


Figure 47. Comparaison entre CE des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation :

Les valeurs de conductivité présentes dans la figure 47, montrent que la conductivité des eaux usées brutes variant entre (1,78-2,51 ms/cm) avec une moyenne (2,11ms/cm) est plus élevée que les eaux usées traitées variant entre (1,22-2,13 ms/cm) avec une moyenne 1,81 ms/cm

4.3. Température (T°)

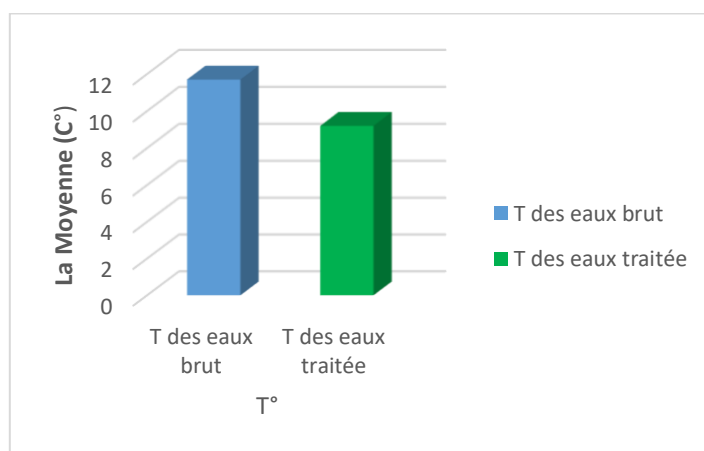


Figure 48. Comparaison entre T des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation :

Les valeurs de température présentes dans la figure 48, montrent que la température des eaux usées brutes variant entre (9,3- 13,8c°) avec une moyenne (11 ,7c°) est plus élevée que les eaux usées traitées variant entre (7,1-11 ,6c°) avec une moyenne 9,2c°

4.4. Matière en Suspension (MES)

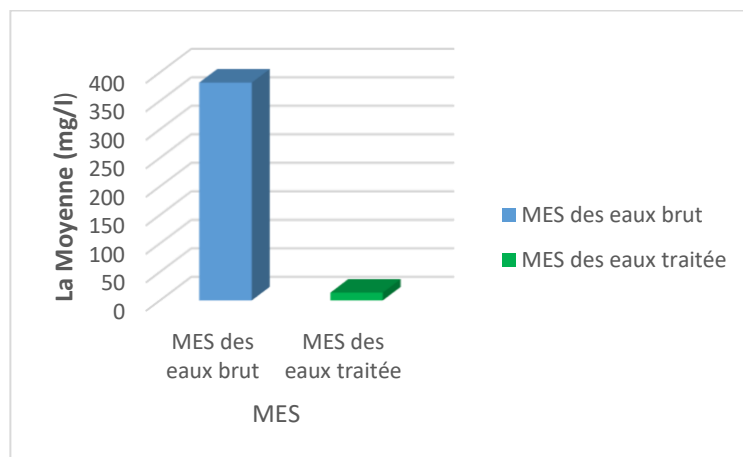


Figure 49. Comparaison entre MES des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation :

Les valeurs de MES présente dans le figure 49, montrent que la MES des eaux brutes usées variant entre (220- 780 mg/l) avec une moyenne (382,2mg/l) est plus élevée que les eaux usées traitée variant entre (6 -28mg/l) avec une moyenne 13,8mg/l.

4.5. Demande chimique en oxygène (DCO)

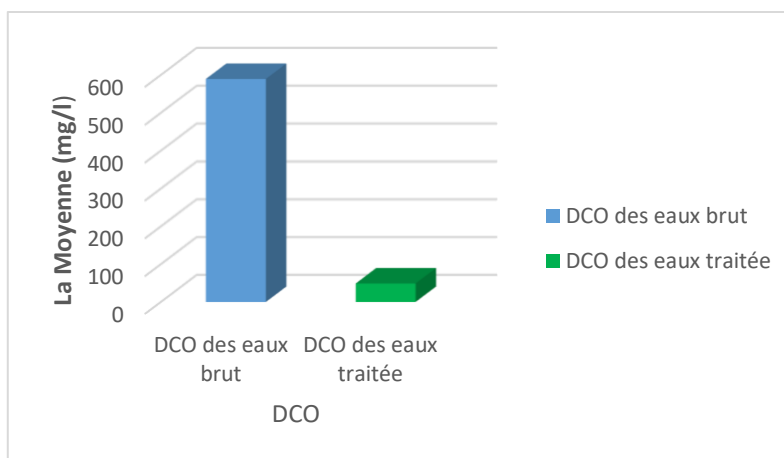


Figure 50. Comparaison entre DCO des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation :

Les valeurs de DCO présente dans le figure 50, montrent que la DCO des eaux usées brutes variant entre (350- 979 mg/l) avec une moyenne (589,4mg/l) est plus élevée que les eaux usées traitée variant entre (38,7 -49,9mg/l) avec une moyenne 48,97 mg/l.

4.6. Demande biologique d'oxygène (DBO₅)

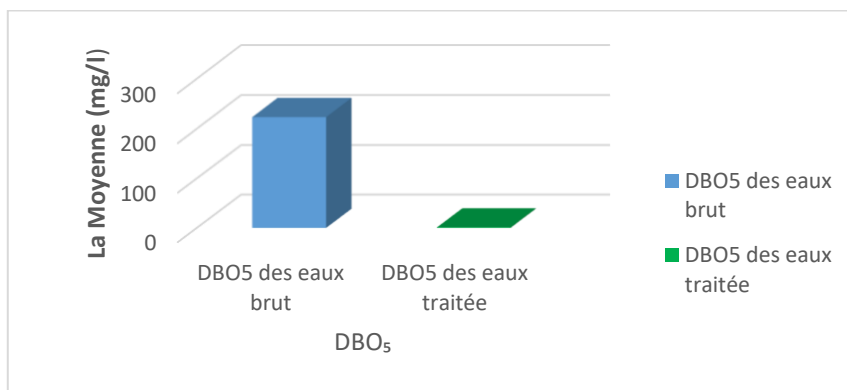


Figure 51. Comparaison entre DBO₅ des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation :

Les valeurs des DBO₅ présente dans la figure 51, montrent que la DBO₅ des eaux usées brutes variant entre (122- 370 mg/l) avec une moyenne (223,11mg/l) est plus élevée que les eaux usées traitées variant entrent (0 -5mg/l) avec une moyenne 1,13 mg/l.

4.7. La mesure de l'ammonium (NH₄)

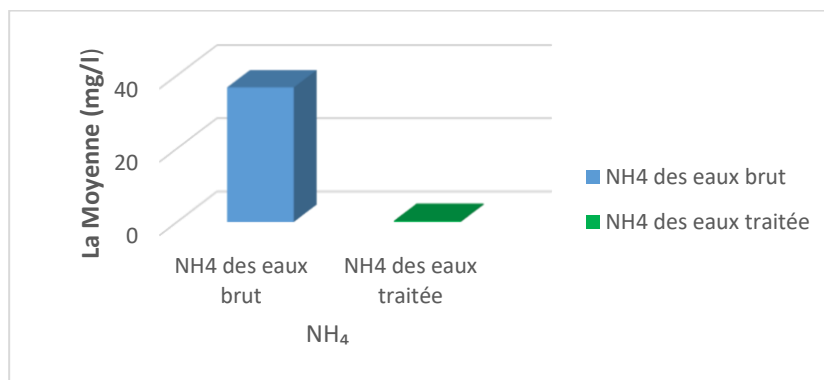


Figure 52. Comparaison entre NH₄ des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation :

Les valeurs de NH₄ présentent dans la figure 52, montrent que le NH₄ des eaux usées brutes variant entre (21,3- 55,6 mg/l) avec une moyenne (36,7mg/l) est plus élevée que les eaux usées traitées variant entrent (0 -0,92mg/l) avec une moyenne 0,3 mg/l.

4.8. Le nitrites (NO₂)

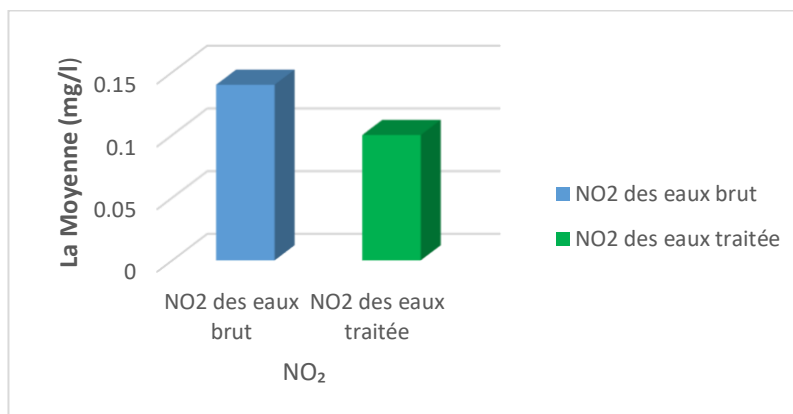


Figure 53. Comparaison entre NO₂ des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation : les valeurs de NO₂ présente dans la figure 53, montrent que le NO₂ des eaux usées brutes variant entre (0,01- 0,25 mg/l) avec une moyenne (0 ,14 mg/l) est plus élevée que les eaux usées traitées variant entre (0 ,03 -0,22mg/l) avec une moyenne 0,01mg/l.

4.9. L'Azote totale

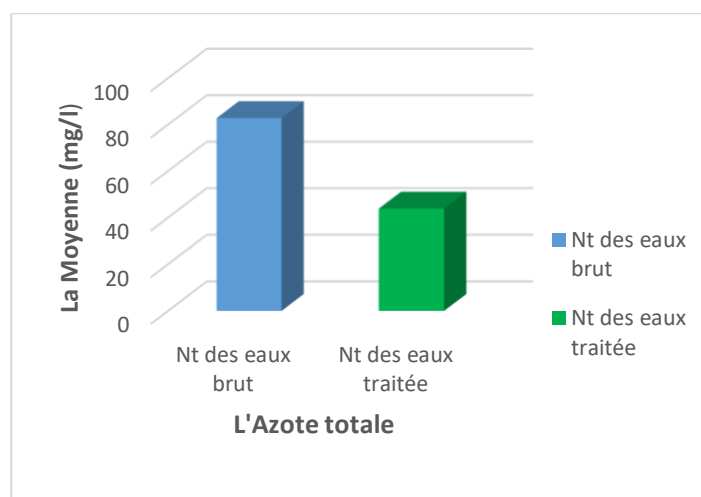


Figure 54. Comparaison entre Nt des eaux usées brutes et les eaux usées traitées

Interprétation :

Les valeurs de NT présente dans la figure 54, montrent que le NT des eaux usées brutes variant entre (52,9- 128 mg/l) avec une moyenne (82,83mg/l) est plus élevée que les eaux usées traitées variant entrent (26-66mg/l) avec une moyenne 43,85 mg/l.

4.10. Le nitrate (NO₃)

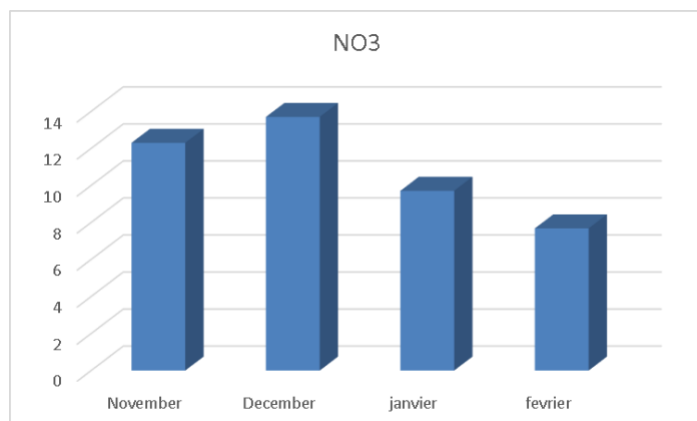


Figure 55 .Variation spatio-temporelle de la NO₃ -de l'eau de sortie

Interprétation :

A l'entrée, les concentrations des eaux en NO₃ sont faibles à cet effet la station ne mesure pas ce paramètre au niveau de l'entrée. Sortant du traitement montrent des valeurs très faibles dont la valeur maximale est de l'ordre de 7,68mg/l enregistrée en mois de février.

Les fortes concentrations des nitrates à la sortie restent très conformes aux normes de JORA (30mg/l)

5. Les Ortho Phosphate (P-PO₄) :

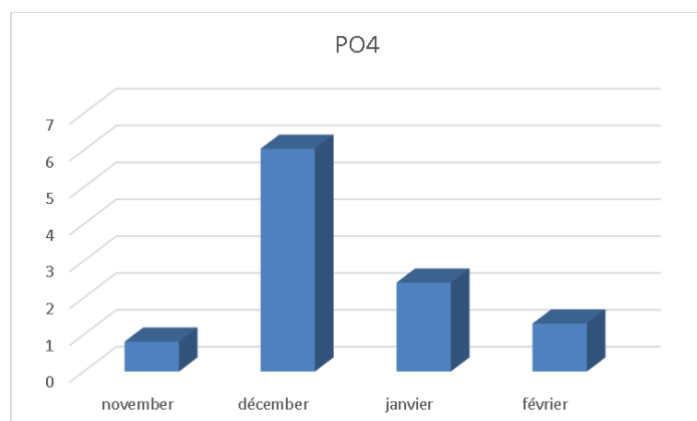


Figure 56.Variation spatio-temporelles de P-PO₄ de l'eau sortie

Interprétation :

A l'entrée, les concentrations des eaux en P-PO₄ sont faibles à cet effet la station ne mesure pas ce paramètre au niveau de l'entrée Sortant du traitement montrent des valeurs très faibles dont la valeur est de l'ordre de 0,81mg/l de mois de novembre Les fortes concentrations des nitrates à la sortie restent très conformes aux normes de JORA et OMS (2 mg/l).

6. Discussion.

6.1. Résultats de T° à partir 01/11/2023 A 30/02/2024 des eaux usées brutes et eaux traitées :

La variation des valeurs de la températures T°(C) des eaux d'entrée(E) et de la sortie (S) de la station d'épuration d'AIN EL BEIDA exprimé en °C pendant la période (mois de novembre décembre janvier février).

Les valeurs des températures présentées dans les Figures 21,30 .39 ,48) ; montrent que la température des eaux sortie varient entre (13, 9 et 14 ,8 C°) ces valeurs sont conformes aux normes algériennes des rejets liquides urbains (12-25°C).

L'augmentation de la température est due à la variation journalière de la température de l'air. On note que le traitement de la station est plus efficace à des températures élevées car l'augmentation de la température favorise plusieurs réactions et activité biologique (dégradation et la minéralisation de la matière organique décantation...).

Obtenue par la moyenne de l'entrée et de la sortie, la température augmente significativement a la sortie de la station. Cette augmentation est due à la fois, à la profondeur décroissante des bassins mais également, à leur surface de contact avec l'air qui diminue aussi. En effet, plus la profondeur et la surface de contact eau-air d'un bassin sont moins importants, plus celui-ci s'échauffe. Mais les résultats restent conformes aux normes des températures pour le rejet des eaux traitées est inférieur à 25°C.

6.2. Le PH

La variation des valeurs de PH des eaux d'entrée(E) et de la sortie (S) de la station d'épuration d'AIN EL BEIDA exprimé en mg. L⁻¹ pendant la période (mois de novembre décembre janvier février)

A partir des figures (19,28,36,46) on remarque que les valeurs de PH des eaux d'entré et de sortie, varient entre 8,05et 7.09 durant les mois d'novembre, décembre janvier février donc ces valeurs sont conformes aux normes de rejet algériennes (6,5<PH<8.5) (JORA, 2012).

Le PH (potentiel Hydrogène) 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.

Le PH exprime l'acidité ou l'alcalinité d'une eau, il influe sur la forme des produits chimique, pour le processus d'épuration aérobie, la biomasse à besoin d'un PH proche de la

neutralité pour réaliser son activité épuratrice. Le PH : dans un milieu acide, les métaux risquent de se solubiliser, alors que dans un milieu alcalin, ils peuvent former des hydroxydes métalliques, Dans les eaux brutes cette mesure peut apporter des renseignements sur la qualité d'une eau ou sur le traitement d'épuration, le PH d'un effluent urbain est légèrement alcalin de l'ordre de 7.5 à 8. Cependant, la présence de fermentation dans le réseau peut entraîner une baisse du PH, détecté sur l'eau brutes à l'entrée de la station d'épuration. Et si la station d'épuration fonctionne correctement le PH des rejets sera proche de la neutralité (compris entre 7.4 et 7.8)

6.3. La Conductivité électrique (CE)

La variation des valeurs de la conductivité des eaux d'entrée(E) et de la sortie (S) de la station d'épuration d'AIN EL BEIDA exprimé en ms/cm pendant la période (mois de novembre décembre janvier février). A partir des figure (20,29,38,47) qui représente la variation de la conductivité des eaux d'entrée et de sortie en remarque que ces valeurs varient entre 1,98 et 2, 04ms/cm durant la période indiquée donc ces valeurs sont conformes aux normes de rejet algériennes (3) (**JORA, 2012**).

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. La conductivité est également fonction de la température de l'eau : elle est plus importante lorsque la température augmente. Les résultats de mesure doivent donc être présentés en termes de conductivité équivalente à 20 ou 25°C. Ces valeurs de conductivité électrique élevées traduisent selon (**Gaujous, 1995**) une minéralisation importante et indiquent ainsi une certaine richesse en sels, expliquant les valeurs élevées enregistrées toujours à l'entrée. La diminution des valeurs moyennes de l'entrée vers la sortie au niveau de la station d'épuration est probablement due au traitement biologique effectué sur l'eau usées.

6.4. La Matière en Suspension (MES)

Les concentrations en MES à la sortie sont comprises entre 14,8-14,8-14,3 et 15,6 mg/l. les figures 22.31.40.49). Ces valeurs sont conformes aux normes (<30 mg/l) (**JORA, 2012**).

La présence de MES dans les eaux épurées en faible quantités (<30 mg/l) n'est pas un obstacle à leur réutilisation agricole et elles contribuent à la fertilité des sols.

Ces valeurs sont conformes avec les normes de rejet.

L'analyse de la teneur en MES à montrer des valeurs variables ou il y a toujours une diminution importante de MES entre l'entrée et la sortie de la station, en suspension cela explique le bon fonctionnement quant à l'élimination de MES par la STEP. Autrement dit, ces résultats dénotent que le processus de la floculation coagulation manquante dans la STEP d'Ain Beida qui est nécessaire pour l'élimination de la matière en suspension, n'a présenté aucun effet en son absence

6.5. La Demande chimique en oxygène (DCO)

D'après les figures (23,32,41,50) les valeurs de la DCO trouvée dans ce période (mois de novembre décembre janvier février) pour les eaux d'entrées qui ne dépassent pas le seuil de la station ce qui donne un bon rendement épuratoire (DCO<80mg/l) à la sortie de la STEP ; donc on peut dire que les boues activées destinées pour l'épuration biologique sont en bon état.

Cette mesure nous permet d'estimer de manière assez satisfaisante la quantité totale de matières organiques contenues dans une eau exprimée en mg/l. La DCO peut être réalisée plus rapidement que la DBO (oxydation " forcée ") et donne une image de la matière organique présente, même quand le développement de micro-organismes est impossible (présence d'un toxique par exemple).

6.6. La Demande biologique d'oxygène (DBO₅)

A partir des Figures numéros (24.33.42.51) on observe que les valeurs de la DBO₅ des eaux d'entrées ne dépassent pas 449mg/l c'est pour cela qu'on obtient des valeurs acceptables à la sortie (7,35 - 3,5 - 5,08-08mg d'O₂/l) par rapport à la Norme de rejet (DBO₅ < 30mg/l) (JORA2012) ces valeurs sont assurées par une bonne exploitation au niveau de la station.

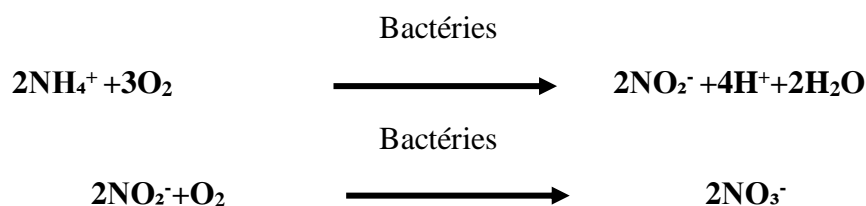
La bonne exploitation s'explique probablement par le bon développement des micro-organismes favorisé, par un temps de séjour suffisant dans le bassin d'aération d'une part et d'autre part à l'âge des boues et le type d'aération.

Vu la nature et l'origine de l'eau usées collectées et acheminées vers la station d'épuration afin qu'elle soit traitée. La valeur élevée de la DBO₅ au niveau de l'entrée de la station est tout à fait compréhensible, car les eaux usées urbaines sont chargées en matières organiques biodégradables. La valeur minimale enregistrée au niveau de la sortie de la

station d'épuration, indique que le traitement biologique effectué sur l'eau usées est très acceptable avec un rendement de 98%, surtout si on considère que la norme exige une DBO₅

6.7. La mesure de l'ammonium (NH₄)

L'azote totale présente dans l'eau usées se trouve sous deux formes : Minérale, principalement sous forme d'ions ammoniums en majorités (NH₄⁺), d'ions nitrites (NO₂⁻), et d'ions nitrates (NO₃⁻). Les nitrates (NH₄), sont des ions minéraux nutritifs en présence des bactéries aérobies (nitrification)



Les valeurs d'azote ammoniacal enregistré dans les eaux varient de 47, 56 ,44 , 7 - 51 ,6 et 45 ;93 mg/l durant les mois de novembre décembre janvier et février.(les Figures 25.34.43.52)

Pour les eaux de sortie en remarque une nette diminution de l'azote ammoniacal avec une valeur max 0.075 durant le mois janvier. Cette diminution résulte par une bonne exploitation au niveau de la station ce qui donne un bon rendement épuratoire de ce paramètre (100%).

6.8. La nitrites (NO₂)

Les concentrations en nitrites des eaux à la sortie sont faibles et elles varient entre 0mg/l et 0.35mg/l (figure 26.35.53). Les faibles concentrations de nitrites à la sortie de la station peuvent s'expliquer par la nature intermédiaire et instable de l'ion nitrite (NO₂⁻) en présence d'oxygène. Sa concentration est généralement bien inférieure à celle des deux autres formes associées, les ions nitrates et ammonium.

La concentration en nitrites des eaux à la sortie sont élevée et elles varient entre (0 ,32 -0,86mg/l) et l'entrée faible selon la figure (44). La diminution de l'ammonium dans les eaux d'entrée explique l'augmentation des teneurs des nitrates dans les eaux de sortie. À l'entrée de la station d'épuration, la faible teneur en nitrates est due au fait que l'azote est sous une forme organique ammoniacale, fortement présente dans les eaux usées domestiques et progressivement au cours du traitement (**Karef et al., 2018**) et qu'il est oxydé par nitrification dans le bassin d'aération, ce qui explique la proportionnalité inverse (r=-0.3) entre l'ammonium et le nitrate (**Nakib et al., 2016**). Les résultats de la STEP étudiée reste

faible quad elles sont comparées avec l'étude faite sur les eaux usées de Hann à Dakar (**Diagne, 2017**) qui a révélé une moyenne très élevée ($108.33 \pm 7.33 \text{mg/L}$).

6.9. Le nitrate (NO_3)

Les nitrates représentent la forme la plus oxygénée de l'azote et la plus soluble. Ils sont le résultat de la deuxième étape de la nitrification. - Le suivi des teneurs en nitrates a permis d'obtenir les résultats mentionnés dans les Figures (55)

Sortant du traitement montrent des valeurs très faibles dont la valeur maximale est de l'ordre de $31,8 \text{mg/l}$ enregistrée en mois de février. Les fortes concentrations des nitrates à la sortie restent très conformes aux normes de **JORA (2012)** (30mg/l)

6.10. Les Ortho phosphate (P-PO_4) :

La concentration élevée et en excès des ortho Phosphates mène à l'eutrophisation des cours d'eau et la croissance des microorganismes tels que les algues (**Rodier, 1984 ; Potelon & Zysman, 1998**) La diminution des PO_4 (déphosphatations) dans les eaux de sortie (8.4 ± 3.2 à 3.9 ± 2) en raison de leur consommation par les bactéries se déroule dans le bassin biologique et dans le bassin de dégazage par des processus Physico-chimiques basés sur la précipitation des PO_4^{3-} par l'utilisation des sels ferreux (**Youcef & Achour, 2005**).

Libération des Phosphates : Dans certains cas, les Phosphates peuvent être relâchés par les boues activées ou autres matériaux pendant le processus de traitement, en particulier lors de la Phase de dénitrification.

7. Etudes Statistiques

7.1. Le test de Student ou distribution T (test T) :

7.2. Les résultats de test T

7.2.1. Le PH

Les résultats du test t apparié sont les suivants (PH) :

- Statistique de test t : 4,30
- Valeur de p : $6,48 \times 10^{-5}$

Étant donné que la valeur de p ($0,0000648$) est significativement inférieure au niveau alpha commun de 0,05, nous rejetons l'hypothèse nulle. Cela indique qu'il existe une différence statistiquement significative dans les niveaux de PH avant et après le traitement.

7.2.2. La Conductivité électrique (CE)

- La moyenne du groupe avant "CE" est d'environ 2.156.
- La moyenne du groupe après "CE" est d'environ 1.874.
- La statistique de test t est d'environ 11.378.
- La valeur p est très proche de zéro ($p < 0.0001$)

Cela indique qu'il existe une différence significative entre les moyennes des deux groupes. Cela suggère qu'il y a une différence significative entre les valeurs avant et après "CE".

7.2.3. La Matière en Suspension (MES)

Après avoir recalculé le test t avec les données MES nettoyées, voici les résultats :

- La statistique de test t est d'environ -4.617.
- La valeur p est d'environ $1.441e-05$.

Cela confirme qu'il existe une différence significative entre les moyennes des deux groupes, même après avoir nettoyé les données et remplacé les valeurs manquantes par les moyennes respectives.

7.2.4. La Demande chimique en oxygène (DCO)

Après avoir recalculé le test t avec les données DCO nettoyées, voici les résultats :

- La statistique de test t est d'environ 9.424.
- La valeur p est pratiquement nulle ($p < 0.0001$).

Cela confirme qu'il existe une différence significative entre les moyennes des deux groupes, même après avoir nettoyé les données et remplacé les valeurs manquantes par les moyennes respectives.

7.2.5. La Demande biologique d'oxygène (DBO₅)

Après avoir recalculé le test t avec les données DBO nettoyées, voici les résultats :

- La statistique de test t est d'environ 4.874.
- La valeur p est d'environ $2.017e-05$.

Cela indique qu'il existe une différence significative entre les moyennes des deux groupes, même après avoir nettoyé les données et remplacé les valeurs manquantes par les moyennes respectives.

7.2.6. La mesure de l'ammonium (NH₄)

Après avoir recalculé le test t avec les données NH₄ nettoyées, voici les résultats :

- La statistique de test t est d'environ 3.576.
- La valeur p est d'environ 0.0026.

Cela indique qu'il existe une différence significative entre les moyennes des deux groupes, même après avoir nettoyé les données et remplacé les valeurs manquantes par les moyennes respectives.

7.2.7.La nitrites (NO₂)

Après avoir recalculé le test t avec les données NO₂ nettoyées, voici les résultats :

- La statistique de test t est d'environ 1.298.
- La valeur p est d'environ 0.215.

Cela indique qu'il n'y a pas de différence significative entre les moyennes des deux groupes pour le NO₂, même après avoir nettoyé les données et remplacé les valeurs manquantes par les moyennes respectives.

Conclusion

Conclusions

Conclusions

L'étude sur la qualité de l'eau de la STEP d'Ain Beida a examiné les paramètres Physicochimiques allongés de mois Novembre 2023 à mois Février 2024. Les résultats montrent que la plupart des paramètres des eaux usées traitées respectent les normes, à l'exception de quelques-uns. Les performances épuratoires de la STEP sont considérées comme globalement bonnes, comme en témoignent les rendements élevés. La classification des échantillons montre une excellente qualité pour la majorité des échantillons traités. De plus, l'étude sur les événements météorologiques extrêmes indique que la qualité de l'eau traitée n'est pas significativement affectée, sauf par les fortes averses qui diluent les polluants, améliorant ainsi la qualité de l'eau.

Le traitement des eaux usées exerce un impact significatif sur la qualité de l'eau et la lutte contre la pollution hydrique. En éliminant les polluants présents dans les eaux usées, comme les substances chimiques, les agents pathogènes et les nutriments, le traitement réduit la charge de pollution qui pourrait être déversée dans les écosystèmes aquatiques. Cela contribue à préserver la qualité de l'eau et à protéger la biodiversité aquatique (**Larbi *et al.*,2021**)

De plus, en réutilisant les eaux traitées dans le domaine agricole, nous réduisons la pression exercée sur les ressources en eau douce naturelles. Cette pratique permet de répondre aux besoins en eau pour l'irrigation tout en conservant les précieuses ressources hydriques. De cette manière, le traitement des eaux usées offre une solution durable pour la gestion des ressources en eau, contribuant à la sécurité alimentaire et à la durabilité environnementale.

Prospectivement, l'utilisation des eaux usées traitées dans le domaine agricole peut constituer une solution prometteuse pour atténuer la demande en eau potable et réduire la pression sur les eaux souterraines, Aussi L'utilisation des eaux usées traitées dans l'industrie peut offrir une solution durable pour répondre aux besoins en eau industrielle tout en réduisant la pression sur les ressources en eau douce.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- 1) **ADA A, 1996** : - Étude de la contamination métallique des sols de la zone d'épandage des eaux usées de la ville de Marrakech (Maroc) : contribution du fond géochimique et des apports anthropogéniques dans le transfert du cadmium dans un système sol-plante. Thèse Doct. État. Univ. Cadi Ayyad, Fac. Sci., Semlalia, Marrakech, Maroc, 153 p.
- 2) **Addou, A. (2009)**. Traitement des déchets : valorisation, élimination. Ellipses.
- 3) **Adler E., (2005)**. Eléments sur l'épuration des eaux usées et la gestion des sous-produits de l'assainissement, Cours sur l'épuration des eaux usées et la gestion des sous-produits de l'assainissement – ENTPE .87P.
- 4) **Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (France). Direction Agriculture et bioénergies, Duvaud, E., Mugnier, E., Gazzo, A., Aubain, P., & Wiart, J. (1999)**. *Situation du recyclage agricole des boues d'épurations urbaines en Europe et dans divers autres pays du monde*. Paris, France (in French): ADEME Editions.
- 5) **Akpor, O. B., & Muchie, B. (2011)**. Environmental and public health implications of wastewater quality. *African Journal of Biotechnology*, 10(13), 2379-2387.
- 6) **Angelakis, A. N., Zaccaria, D., Krasilnikoff, J., Salgot, M., Bazza, M., Roccaro, P., et al. (2020)**. Irrigation of world agricultural lands: Evolution through the millennia. *Water*, 12(5), 1285.
- 7) **Anonyme. (2022)**. **Le dégrillage -ac-versailles.fr. (n.d.)**. Disponible sur **URL** :
- 8) **Barraqué, B. (2014)**. Pour une histoire des services d'eau et d'assainissement en Europe et en Amérique du Nord. *Flux*, 97-98, 4-15. <https://doi.org/10.3917/flux.097.0004>
- 9) **Borchardt, D., & Statzner, B. (1990)**. Ecological impact of urban stormwater runoff studied in experimental flumes: population loss by drift and availability of refugial space. *Aquatic Sciences*, 52, 299-314.
- 10) **Bouadou, A. M.Djilaili, Y.(2021)** : Etude de la vulnérabilité des ressources en eau aux changements climatiques, modélisation par le logiciel Weap 21 : Cas du bassin versant de Tiaret (Ouest de l'Algérie).
- 11) **Boucher, I. (2010)**. La gestion durable des eaux de pluie, Guide de bonnes pratiques sur la planification territoriale et le développement durable.

Références bibliographiques

- 12) **Boumalek, W. (2020).** Etudes des possibilités de valorisation agricole dessous-produits d'épuration et l'amélioration de la gestion des processus épuratoires d'une station d'épuration (Doctoral dissertation, Ecole Nationale Polytechnique).
- 13) **Bouni, T. (1990).** Epuration logique sur lit bactérien des eaux usées. Institut National Organique 'El-Harrach.P200.
- 14) **Cai, W., Ji, Y., Song, X., Guo, H., Han, L., Zhang, F., Xu, M. (2017).** Effects of glyphosate exposure on sperm concentration in rodents: A systematic review and meta-analysis. *Environmental toxicology and Pharmacology*, 55, 148-155.
- 15) **Canler, J.P., Perret, J.M., Duchéne, P., and Cotteux, E. (2014).** Aide au diagnostic des stations d'épuration par observation microscopique des boues activées. Ed QUAE, (Paris) ,11-130.
- 16) **Catalina Island Marine Institute. (2020).** Bioaccumulation and Biomagnification: Increasingly Concentrated Problems!. Disponible sur : <https://cimi.org/blog/bioaccumulation-and-biomagnification-increasingly-concentrated-problems/>. Consulte le 01/03/2024.
- 17) **Céline., P. (2003).** Épandage de boues d'épuration en milieu sylvo-pastoral. Étude des effets in situ et en mésocosmes sur la mésofaune du sol et la décomposition d'une litière de chêne liège (*Quercus suber* L.) Ecole doctorale : Sciences de l'environnement, MARSEILLE (AIX-MARSEILLE III).
- 18) **Centre D'information Sur L'eau.** Disponible sur <https://www.cieau.com/le-metier-de-leau/ressource-en-eau-eau-potable-eaux-usees/tout-savoir-boues-epuration/> .Consulte le 20/03/2024
- 19) **Centre d'information sur l'eau (2018).** Les eaux de surface : des ressources protégées, contrôlées et de bonne qualité.
- 20) **Chambers, P. A., Allard, M., Walker, S. L., Marsalek, J., Lawrence, J., Servos, M., ... & Wong, M. P.** Examen des incidences des effluents d'eaux usées municipales sur les eaux canadiennes (Version originale en anglais publiée dans *Water Quality Research Journal of Canada*, 1997, volume 32, n o 4, p. 659-713). *Journal of Canada*, 32, 659-71.
- 21) **Cisneros, B. J., Drechsel, P., Koné, D., Bahri, A., Raschid-Sally, L., & Qadir, M. (2011).** Utilisation des eaux usées, des boues et des excréta dans les pays en développement. L'irrigation avec des eaux usées et la santé.
- 22) **Degrémont, (2005).** Memento Technique de l'Eau. France: Lavoisier SAS, 1748 p.

Références bibliographiques

- 23) **Department of Natural Science (2006)**. Wastewater characterization for evaluation of biological PHosPHorus removal. Available from www.dnr.state.wi.us/org/water/wm/water/wm/ww/bioPHos//into.htm. Accessed 05/02/2024
- 24) **Dhaouadi, H., & Marrot, B. (2010)**. Olive mill wastewater treatment in a membrane bioreactor: process stability and fouling aspects. *Environmental Technology*, 31(7), 761-770.
- 25) **Directive Européenne du 21 mai 1991(91/271/CEE)** relative au traitement des eaux urbaines résiduaires.
- 26) **Drechsel, P., Scott, C. A., Raschid-Sally, L., Redwood, M., & Bahri, A. (Eds.). (2011)**. *L'irrigation avec des eaux usées et la santé : Évaluer et atténuer les risques dans les pays à faible revenu* (1st ed.). Presses de l'Université du Québec
- 27) **Eau france .(2018)**. Les eaux souterraines. Disponible sur <https://www.eaufrance.fr/les-eaux-souterraines>. Consulte 05/02/2024
- 28) **Edline F., (1979)**. *L'épuration biologique des eaux résiduaires*. Ed. CEBEDOC, Paris, 306p.
- 29) **El Hachemi O., (2012)**. *Traitement des eaux usées par lagunage naturel en milieu désertique (oasis de figuig) : performances épuratoires et aspect PHYtoplantonique*, Thèse
Doctorat de Université Mohammed Premier oujda.102P.
- 30) **Environmental Protection Agency Contaminant Candidate List (CCL) and Regulatory Determination ,(2023)**. Types of Drinking Water Polluants. Disponible sur : <https://www.epa.gov/ccl/types-drinking-water-polluants>. Consulte le 01/03/2024.
- 31) **Ernest. M. H, (1985)**: dans *fundamental problems instatistical mechanics*. VolI. VI. Edité par E.G.D. Cohen . Noeth Holland, Publishing Company. Amsterdam.
- 32) **Faby J.A, Brissaud F,(1997)** : *L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation*. Office International de l'Eau.76p.
- 33) **Floret-Miguet, E., & Barraque, B. (1994)**. Grande-Bretagne la pollution pluviale en question. *La Houille Blanche*, 1-2, 235-238
- 34) **FRANCK.R. (2002)**-Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. Edition Scérén CRDP AQUITAINE. Bordeaux, pp165-239.
- 35) **GAID A 1984 : Epuration biologique des eaux usées urbaines (tome1)**

Références bibliographiques

- 36) **Gaid A, (1984)**, « Épuration biologique des eaux usées urbaines tome I », édition OPU, Alger.
- 37) **Gaid A., (1993)**. Traitement des eaux usées. Omnium de Traitement et de Valorisation (OTV) 4- 5 Pp.
- 38) **Gameson, A.L.H. et A. Wheeler. 1977**. Restoration and recovery of the Thames estuary. In : S.J. Cairns, K.L. Dickson et E.E. Herricks (responsables de la publication), Recovery and restoration of damaged ecosystems. University Press of Virginia, Charlottesville, VA.
- 39) **Ganczarczyk, J. J. (1983)**. *Activated Sludge Process*. Marcel Dekker, Inc. New York, USA.
- 40) **Gaujous, D. (1995)**. *La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire*. Technique & Documentation-Lavoisier.
- 41) **Hartani, T. (2004)**. La réutilisation des eaux usées en irrigation : cas de la Mitidja en Algérie. In Séminaire sur la modernisation de l'agriculture irriguée (pp. 11-p). IAV Hassan.
- 42) **Holeton, C., Chambers, P. A., & Grace, L. (2011)**. Wastewater release and its impacts on Canadian waters. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 68(10), 1836-1859.
- 43) **Huet, P. (2015)**. Theses.hal. Science Émergence et structuration de l'Économie des changements climatiques (1975-2013). Analyse socio-historique d'un nouveau domaine de recherche
- 44) **Idea. (2012)**. Guide pratique à l'usage des communes et relatif à l'assainissement des eaux usées. Disponible sur <https://www.idea.be/uploads/docs/Guide-pratique-a-l-usage-des-communes-et-relatif-a-l-assainissement-des-eaux-usees.pdf>. consulte le 01/03/2024
- 45) **Jc france industrie, (2022)**. Tout savoir sur le dégrillage .disponible sur <https://www.jcfranceindustrie.fr/degrillage/>. consulte le 17/03/2024
- 46) **Journal officiel de la République algérienne n° 60, 4 septembre 2005, p. 3 à 18.**
- 47) **Julie, V.D.H. (2013)**. Bioamplification, Bioaccumulation and Bioconcentration Disponible sur : <https://www.epa.gov/ccl/types-drinking-water-polluants>. Consulte le 01/03/2024.

Références bibliographiques

- 48) **Karima., A. (2009)**,« Modélisation hydraulique d'une bassin d'aération des stations d'épuration des eaux usées » Mémoire magister en hydraulique, université Badji Mokhtar - annaba.
- 49) **Kris, M. (2007)**. Wastewater pollution in China. Available from [http://www. dbc. uci/wsustain/suscoasts/krismin. html](http://www.dbc.uci/wsustain/suscoasts/krismin.html). Accessed, 16(06), 2008.
- 50) **L'assainissement des eaux usées domestiques | Eaufrance. (2014)**. Eaufrance. <https://www.eaufrance.fr/l'assainissement-des-eaux-usees-domestiques>.
- 51) **Larbi, S., Tadjer, N., Promotrice, M. U. (2021)**. Impact de l'irrigation par les eaux usées épurées sur la fertilité du sol sous culture de tomate industrielle (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- 52) **Larsdotter, K. (2006)**. Microalgae for Phosphorus removal from wastewater in a Nordic climate. A Doctoral Thesis from the School of Biotechnology, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden, ISBN: 91-7178-288-5.
- 53) **Lipczynska-Kochany, E. (2018)**. Humic substances, their microbial interactions and effects on biological transformations of organic pollutants in water and soil: a review. *Chemosphere*, 202, 420–437.
- 54) **Lofrano, G., & Brown, J. (2010)**. Wastewater management through the ages: A history of mankind. *Science of the Total Environment*, 408(22), 5254-5264.
- 55) **Mbengue, M. M. (2001)**. La Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants. *L'Observateur des Nations Unies*, 11, 67-87.
- 56) **McCasland, M., Trautmann, N., Porter, K., & Wagenet, R. (2008)**. Nitrate: Health effects in drinking water. Available from <http://pmep.cee.comell.edu/facts.slides-self/facts/nit-heefgrw85.html>. Accessed 05/04/2015.
- 57) **McCasland, M., Trautmann, N., Porter, K., & Wagenet, R. (2008)**. Nitrate: Health effects in drinking water. Available from <http://pmep.cee.comell.edu/facts.slides-self/facts/nit-heefgrw85.html>. Accessed 05/04/2015
- 58) **Medjdoub .T, (2014)** : «Etude, conception et dimensionnement d'une STEP par filtre plantés de roseaux des eaux usées des zones éparses de la commune de Terny». Projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de master en hydraulique. Université Abou BakrBelkaid-Tlemcen

Références bibliographiques

- 59) **Metahri M.S., (2012).** Élimination simultanée de la pollution azotée et Phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP de la ville de Tizi-Ouzou. Thèse de Doctorat, Université mouloud mammeri de Tizi-Ouzou. 5-6 Pp.
- 60) **Metahri, M. S. (2012).** *Elimination siultanée 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* (Doctoral dissertation, Universite Mouloud Mammeri).
- 61) **Metahri, M. S. (2012).** *Elimination siultanée 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* (Doctoral dissertation, Universite Mouloud Mammeri).
- 62) **Mouchet, P., (2000).** Traitement des eaux avant utilisation, Matières particulaire. 4 de l'ingénieur, traité environnement,
- 63) **Murillo Murillo, M. (2004).** *Caractérisation de l'effet d'un traitement au peroxyde d'hydrogène sur une boue. Application à la réduction de la production de boue* (Doctoral dissertation, Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse).
- 64) **National Research Council (U.S.).** Committee on Wastewater Management for Urban Coastal Areas. 1993. Managing Wastewater in Coastal Urban Areas. National Academy of Sciences, Washington, DC.
- 65) **OCDE. (1995).** Données OCDE sur l'environnement : Compendium 1995. OCDE, Paris, France.
- 66) **Okereke, J. N., Ogidi, O. I., & Obasi, K. O. (2016).** Environmental and health impact of industrial wastewater effluents in Nigeria-A Review. *Int J Adv Res Biol Sci*, 3(6), 55-67.
- 67) **Okereke, J. N., Ogidi, O. I., & Obasi, K. O. (2016).** Environmental and health impact of industrial wastewater effluents in Nigeria-A Review. *Int J Adv Res Biol Sci*, 3(6), 55-67.
- 68) **Okereke, J. N., Ogidi, O. I., & Obasi, K. O. (2016).** Environmental and health impact of industrial wastewater effluents in Nigeria-A Review. *Int J Adv Res Biol Sci*, 3(6), 55-67.
- 69) **Oryx Eleven (2022).** Le fonctionnement d'une station d'épuration des eaux usées. Disponible sur <https://www.oryxeleven.com/assainissement/station-epuration/>.consulte le 17/03/2024
- 70) **OUALI M. S. (2001).** Cours de procèdes unitaires biologiques et traitement des eaux. Office des Publications Universitaires, Alger, pp12-31.

Références bibliographiques

- 71) **Owhonka, A., Fubara, E. F., & Justice, O. B. (2021).** Wastewater Quality-It's Impact on the Environment and Human Physiology: A Review.
- 72) **Pasquini, L. (2013).** Micropolluants issus de l'activité domestique dans les eaux urbaines et leur devenir en station d'épuration. Thèse Doctorat, Université de Lorraine, France, 298.
- 73) **Planet-vie, (2014).** L'eutrophisation. Disponible sur : <https://planet-vie.ens.fr/thematiques/ecologie/gestion-de-l-environnement-pollution/l-entroPHisation>. Consulté le 01/03/2024.
- 74) **Potelon J. L., Zysman K. (1998).** Le guide des analyses de l'eau potable, Edition, La Lettre du Cadre Territorial, Voiron, France.
- 75) **Rabah A.A., (2012).** Elimination des métaux lourds (Cd, Pbn, Cr, Zn et As) des eaux industrielles par le procédé d'infiltration percolation. Thèse doctorat, université ibn zohr, Agadir. 149P.
- 76) **Rejasse Sandrine, Juillet (2009) :** Optimisation du fonctionnement d'une station d'épuration à boues activées de 10 000 EH, Trélissac, Mémoire d'ingénieur de l'ENGEES, Promotion Indre.
- 77) **Renou S., (2006).** Analyse de cycle de vie appliquée aux systèmes de traitement des eaux usées, Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Lorraine, 18-21 Pp
- 78) **Rodier., J. (1984).** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, Ed. Dunod, Paris
- 79) **Sarahh ., A.(2018),** Boues d'épuration : entre apport agricole et dangers sanitaires. Disponible sur <https://environnement2019.infocomlannion.fr/2018/09/26/boues-depuration-entre-apport-agricole-et-dangers-sanitaires/> . Consulté le 20/03/2024
- 80) **Shuval, H. (2011).** L'irrigation avec des eaux usées et la santé : Évaluer et atténuer les risques dans les pays à faible revenu. Presses de l'Université du Québec.
- 81) Site de la mairie de Saint-Gervais, fait sous inskape le 16.12.2018 Par Adrien Prot et Luna Pelchat
- 82) **Tavoso, M. A. (1997).** La Convention de Barcelone pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution et le développement durable.
- 83) **Thomas O, (1955) :** Météorologie des eaux résiduaires, Tec et Doc, Ed Lavoisier, Cedeboc, 135-192 p.

Références bibliographiques

- 84) **Vaillant J.R., (1974).** Perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires : eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles. Ed. Eyrolles. Paris, 413p.
- 85) **van Beusekom, J. E. (2018).** Eutrophication. Handbook on marine environment protection: Science, impacts and sustainable management, 429-445.
- 86) **Vilaginès . R, (2000) ,** Eau environnement et santé publique, édition, Parise
- 87) **Vos, J.G., Dybing, E., Greim, H.A., Ladefoged, O., Lambre, C., Tarazona, J.V., Brandt, I. & Vethaak, A.D. (2000).** Health effects of endocrine-disrupting chemicals on wildlife, with special reference to the European situation. *Crit. Rev. Toxicol.* 30(1): 71 – 133.
- 88) **Wagner, G. H. (2000).** Wastewater Treatment and the Role of Laboratory Professionals. *Laboratory Medicine*, 31(4), 206-209.
- 89) **World Resources Institute,** Programme des Nations Unies pour l'environnement, Programme des Nations Unies pour le développement et Banque mondiale. 1997. Ressources mondiales 1996-1997. Economica, Paris.
- 90) **Youcef & Achour, (2005)** Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 04, Juin 2005, pp.129-140 © 2005 Laboratoire de Recherche en Hydraulique Souterraine et de Surface.

Site web

- http://wikhydro.developpement*durable.gouv.fr/index.PHp/D%C3%A9grilleur_%28H%20U%29
- <https://ma-micro-station.fr/lhistoire-du-traitement-des-eaux-usees-de-levacuation-a-la-depollution.html>
- [https://svt.ac-versailles.fr/IMG/pdf/pac2a1 - exercices experts.pdf](https://svt.ac-versailles.fr/IMG/pdf/pac2a1_-_exercices_experts.pdf). consulte le 19/03/2024
- <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/eaux-usees/documents-reference/introduction.html>
- <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/eaux-usees/documents-reference/introduction.html>
- <https://www.cieau.com/connaitre-leau/leau-dans-la-nature/les-eaux-de-surface-des-ressources-protegees-controlees-et-de-bonne-qualite/> .Consulte 05/02/2024
- <https://www.emo-france.com/produits/degrillage/>
- <https://www.jcfranceindustrie.fr/les-differentes-etapes-du-traitement-des-eaux/>

Références bibliographiques

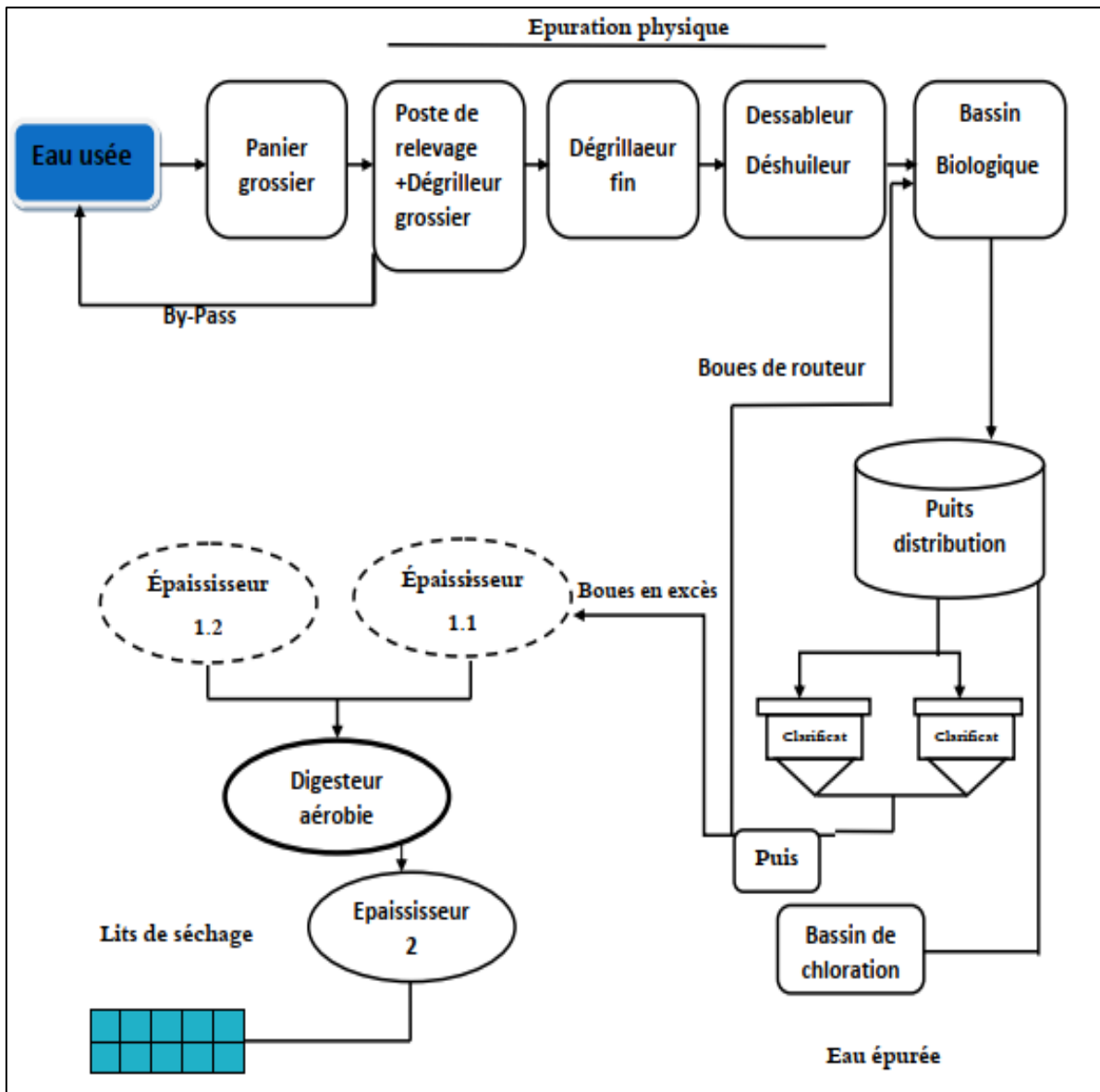
- <https://www.lenntech.fr/procedes/desinfection/histoire/desinfection/histoire-traitement-eau-potable.htm#:~:text=Au%20Moyen%2D%C3%A2ge%2C%20de%20nombreuses,%C3%A9taient%20d%C3%A9vers%C3%A9s%20dans%20l'eau.>
- <https://www.revue-ein.com/article/breve-histoire-des-techniques-de-potabilisation-de-l-eau-1ere-partie>

Annexes

Annexes

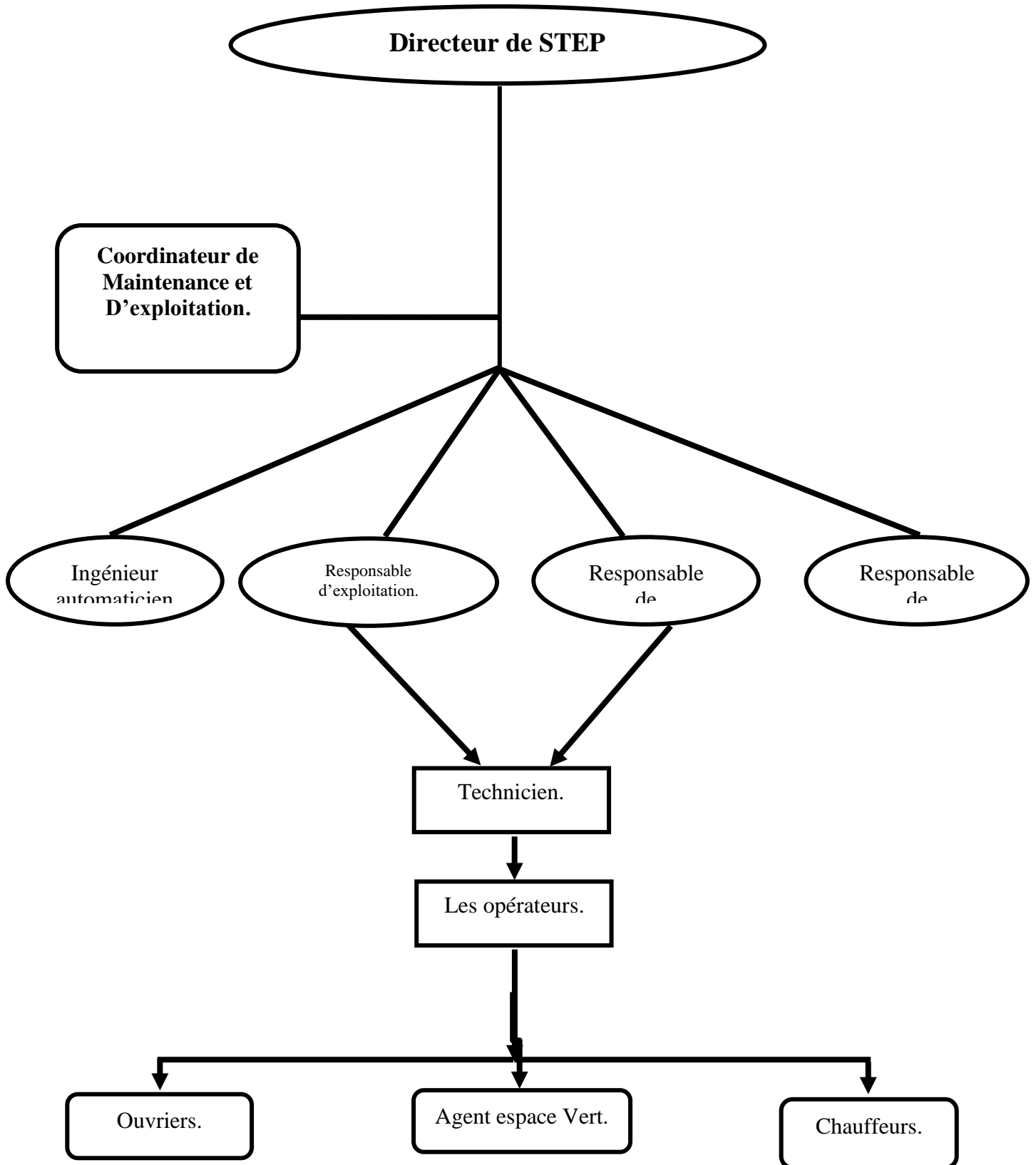
Annexes 01 :

Schéma représentant le fonctionnement de la STEP de l'Ain Beida.



Annexes

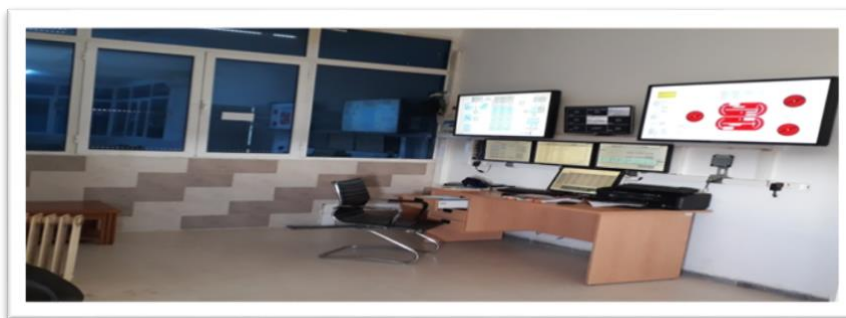
Annexes 02 :



Organigramme de la STEP.

Annexes

Annexes 03



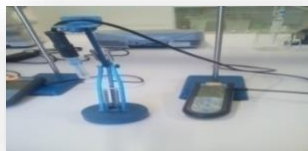

Salle de commande










Laboratoire

Annexes 04



Equipement disponibles au niveau du laboratoire de la station d'épuration de la ville d'Ain Beida.

Nom de l'appareil	L'utilisation	PHoto de l'appareil
Multi paramètre	Pour mesure : le PH ; la conductivité ; la Température.	
Centrifugeuse	Pour la séparation des matières en Suspension, avec une vitesse de rotation de 3000tr/min.	




Annexes

<p>ETUVE</p>	<p>L'étuve est utilisée pour le séchage des MES.</p>	
<p>SpectroPHotomètre</p>	<p>Lecture directe : Lecture les résultats des de l'azote, PHosPHore, DCO,... de l'échantill</p>	
<p>Dessiccateur</p>	<p>Absorber l'humidité pour un pesage a sec .</p>	
<p>Microscope</p>	<p>Permet l'observation microscopique des Bactéries.</p>	
<p>DBO mètre</p>	<p>Mesure de la DBO₅</p>	
<p>Minéralisateur</p>	<p>minéraliser l'échantillon (Pt et DCO)</p>	
<p>écône, bécher, Pompe à vide et papier filtre</p>	<p>Matériels nécessaires pour la filtration.</p>	







Annexes

La balance	Déterminer la masse d'échantillon.	
Four a moufle	Pour détermine les matières volatiles en Suspension.	





L'appareillage utilisée pour la caractérisation PHysicochimique de l'eau brutese et épurée

Le nom d'appareille/Unité	Le fonctionnement	L'appareil
Multi paramètre PH CE Unité : μ s /cm T Unité : °C	Plonger l'électrode dans l'échantillon contenu dans un bêcher, avec une agitation manuelle. Mesure différente paramètre chimique : PH, CE, Température.	
SpectroPHotomètre	Lecture spectroPHotométrique des concentrations (DCO, Nt, Pt, PO ₄ , NO ₃ , NH ₄ , NO ₂) en mg/l	
Oxymètre de laboratoire Unité : mg/L	Mesure d'oxygène dissous	

Annexes

<p>Réactif DCO</p>	<p>Mesure de la DCO (haute gamme pour les eaux usées et base gamme pour les eaux épurées)</p>	
<p>Réacteur DCO Unité: mg /l</p>	<p>Faire la minéralisation de la DCO (chauffé les tube a 148°c pendant 02 heures)</p>	
<p>Le bain-marie</p>	<p>Désinfection des verreries</p>	
<p>Étuve</p>	<p>Séchage des matières en suspensions (MES).</p>	
<p>Centrifuges</p>	<p>Appareil de séparation selon la densité (détermination des matières en suspensions (MES).</p>	
<p>Balance de précision</p>	<p>Mesure précise avant et après le séchage pour le calcul des (MES)</p>	

Annexes

Unité de filtration à vide Avec Pompe	Filtration accélérée	
Armoire thermorégulatrice pour l'incubation des échantillons à 20°C	L'incubation des échantillons à 20°C pendant 05 jours (DBO ₅)	
Dissicateur	Rendre les matières en suspensions (MES) humide sèche	
DBO mètre	Mesure la DBO ₅	

Annexes 05

Les normes des eaux d'entrée par l'ONA et JORA

Paramètres	Unité	Normes (ONA 2015)	Normes (JORA, 2012)
DBO₅	mg/l	449	500
DCO	mg/l	847	1000
MES	mg/l	582	600
NTK	mg/l	-	-
PH	-	6,5 – 8,5	6,5–8,5
Température	°C	30	30

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

Annexes

ONA : Office National d'assainissement

Les normes des eaux de sortie par l'ONA et JORA

Paramètres	Unité	Normes (ONA 2015)	Normes (JORA 2012)
DBO₅	mg/l	30	30
DCO	mg/l	80	90
MES	mg/l	30	600
NTK	mg/l	-	-
PO₄	mg/l	05	50
N total	mg/l	40	150
N-NO₂	mg/l	-	0.1
PH	-	6,5 – 8,5	6,5–8,5
Température	°C	30	30

Annexes

Les normes d'OMS 2015 des eaux de sortie

Paramètre	Unité	Norme
Température (T°)	°C	30
Potentiel d'hydrogène (PH)	/	6,5-8,5
Conductivité électrique (CE)	(µs/cm) (ms/cm)	50-1500 3
Oxygène dissous (Od)	mg/l	5
Matière en suspension (MES)	mg/l	35
Demande biochimique en oxygène (DBO)	mg/l	35
Demande chimique en oxygène (DCO)	mg/l	120
PHosPHates (PO₄³⁻)	mg/l	2
Azote ammoniacal (NH₄⁺)	mg/l	0

Annexes

Nitrite (NO₂-)	mg/l	0
----------------------------------	-------------	----------

Annexes

25/11/2023	7907	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
26/11/2023	7340	8,41	2,02	12,2	360	300							6,1
27/11/2023	5863	8,3	1,95	12,2	560	420							
28/11/2023	5900	8,3	1,89	13,5	420	360		181					
29/11/2023	9650	8,1	2,23	13,8				263					
30/11/2023	11208	8,45	2,44	14,1			864	284					
01/12/2023	10333	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
02/12/2023	9898	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
03/12/2023	8781	8,52	2,64	13	220	180							
04/12/2023	7150	8,33	2,25	12,7	360	300							
05/12/2023	10566	8,3	2,08	14	420	360		205					
06/12/2023	7015	8,35	2,4	13				108					
07/12/2023	11430	8,5	1,88	13,9			733	253					
08/12/2023	10874	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
09/12/2023	13834	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
10/12/2023	128646	8,45	1,98	12,2	260	200							
11/12/2023													
12/12/2023													
13/12/2023													
14/12/2023													
15/12/2023		w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
16/12/2023		w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
17/12/2023													
18/12/2023													
19/12/2023													
20/12/2023	10950	8,2	2,12	9,3	420	360		218					
21/12/2023	10709	8,4	2,1	8	380	320		243					

Annexes

22/12/2023	7801	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
23/12/2023	12741	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
24/12/2023	8961	8,54	1,42	9	320	260							
25/12/2023	6537	8,66	1,67	9,2	360	300							
26/12/2023	10331	8	2,13	11,7	420	380	612	322	43,2	0,17	/	86,4	9,02
27/12/2023	32719												
28/12/2023													
29/12/2023		w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
30/12/2023		w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
31/12/2023													
01/01/2024	30312												
02/01/2024													
03/01/2024													
04/01/2024	6250	Redemarage											
05/01/2024	7482	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
06/01/2024	11320	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
07/01/2024	7813	8,2	2,21	9,9	420	360							
08/01/2024	6870	7,71	2,92	10	380	300							
09/01/2024	8212	8,73	2,31	12,1	360	280	538	259					
10/01/2024	10787	7,85	2,35	10			807	227					6,76
11/01/2024	8106	7,75	2,23	9			738	167	38,4	0,3		99,3	
12/01/2024	12765	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
13/01/2024	11768	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
14/01/2024	7037	8,47	2,54	8,83	460	380							
15/01/2024	8026	8,4	2,5	11,7	380	320							
16/01/2024	8741	8,4	2,17	13,7	360	260	410	140					5,8
17/01/2024	6078	8,41	2,18	13,9			312	238	30	0,19		99,8	

Annexes

18/01/2024	7940	8,39	2,1	13,8			501	173					
19/01/2024	11862	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
20/01/2024	6720	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
21/01/2024	11463	8,4	2,31	12,6	200	120							5,62
22/01/2024	12207	8,4	1,96	11,2	260	200			26	0,14			
23/01/2024	6708	8,2	1,88	10,1	360	320	549	102				109	
24/01/2024	8520	8,28	2,2	11,2			635	225					
25/01/2024	10428	8,48	2,15	11,7			409	182					
26/01/2024	7758	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
27/01/2024	9441	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
28/01/2024	10320	8,73	2,19	13	360	280							
29/01/2024	6670	8,14	1,88	10,4	420	360			23,9	0,31		111	4,93
30/01/2024	7027	7,74	2,59	12,9	280	220	644	254					
31/01/2024	8463	8,63	2,6	13,2			1149	349					
01/02/2024	9370	8,4	2,41	10,1									
02/02/2024	10160	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
03/02/2024	11280	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
04/02/2024	12124	8,4	2,41	9,9	440	320							
05/02/2024	7273	8,2	2,1	10,7	340	300							
06/02/2024	9810	8,67	2,14	12,7	220	180	530	183	42,9	0,15			6,69
07/02/2024	9871	8,88	1,81	11,9			628	154				128	
08/02/2024	7534	8,31	2,5	12,9			979	281					
09/02/2024	7492	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
10/02/2024	12460	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
11/02/2024	10672	8,9	2,51	12,8	360	280							
12/02/2024	11450	8,96	1,86	9,3	420	320							3,56
13/02/2024	10983	8,8	1,78	10,7	280	240	356	178	26,8	0,01		75,5	

Annexes

14/02/2024	9850	8,8	2,1	12,8			407	232					
15/02/2024	8053	8,53	2,32	11,3			740	346					
16/02/2024	10922	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
17/02/2024	13109	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
18/02/2024	15100	8,51	1,85	13,5	220	140							
19/02/2024	11491	8,4	1,83	12,2	780	380			21,3	0,15		52,5	4,57
20/02/2024	8755	8,6	2,17	13,3	380	140	706	370					
21/02/2024	7935	8,65	2,34	11,4			350	142					
22/02/2024	13750	8,22	1,81	10,2			421	122					
23/02/2024	7168	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
24/02/2024	10365	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
25/02/2024	12369	8,8	2,06	9,4									
26/02/2024	8920	8,53	2,24	13,8								75,3	6,56
27/02/2024	11642	8,23	2,19	13,8			777		55,6	0,25			

Annexes

Annexes : eaux épurées de sortie

eaux épurées											
Q (m3/j)	PH	CE	T	MES	DCO	DBO	Nt	P-PO ₄	NH ₄	NO ₂	NO ₃
4314											
5586	8,23	1,86	13,2			2					
9356	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
5640	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
7748	8,2	1,94	13	14							
7220	8,2	1,88	13,9	12							
4875	8,2	2,08	14,2	12		1					
7130	7,85	2,17	11			1					
5564	8,07	2,02	12,3		54,4	2					
10280	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
5120	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
3660	8,2	2,1	11,6	10							
5403	8,3	2,1	11,3	10							
7706	8,3	2,2	11,6	20		1					
5940	8,2	2,1	12,6			1					
6900	8,13	2,1	11,6		60,1	2					
4748	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
4350	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
8080	8,5	2	11,1	12						0,04	
9820	8,5	2,05	11,7	26					0,04		12,3
12437	8,2	2,02	11,8	18		4	29,2				

Annexes

10237	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
4763	8,3	1,93	8,1	14							
5157	7,98	2,04	8,8	12							
6027	7,9	1,86	11,1	16	54,6	0		2,53			
3538	7,98	1,99	10,8		68,4	1	38,8		0,51	0,46	8,22
5050	7,82	1,9	10,7		48,3	0					
9628	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
5110	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
9677	8,27	1,97	11	12				0,53			
9980	7,91	1,87	7,7	6					0,73	0,32	
4430	7,98	1,71	6,9	14	92,8	0	39,2				11
7230	7,96	1,82	7,1		50,4	5					
8614	8,01	1,78	8,4		37	4					
5981	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
8022	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
8980	7,87	1,69	7,1	12							
4709	8,33	1,8	8,4	14			46,7	2,76	3,2	0,86	9,6
4388	7,9	1,86	7,8	12	48,7	3					
5798	8,23	2,01	9,6		50,4	4					
7510	8,12	1,99	7,5								
8435	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
9983	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
10584	8,33	1,98	8,7	16							
5398	8,5	1,95	9,4	10							
7560	8,01	1,95	9	6	49,9	0		5,5	0,92	0,22	7,5
7765	8,71	2,13	9,4		44,6	0	66				

Annexes

5395	8,28	1,86	9,5		49,7	0					
5099	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
11180	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
9028	8,11	1,95	10,5	8							
9571	8,3	1,82	8	12				0,24			6,9
9286	7,12	1,22	9,1	10	89,3	5	41,6			0,06	
7960	7,9	1,87	11,6		38,7	2					
5696	8,2	1,93	10,1		40,8						
9275	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
10593	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
12850	8	1,7	8,2	10							
9690	8,15	1,7	8,7	24			26	0,23	0,03	0,03	6,7
6657	8,4	1,63	9,6	28	41,6	0					
5552	8,27	1,67	8,7		40,6	1					
11900	8,33	1,79	9,6		47,4	1					
4606	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
8325	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w
10261	8,31	1,77	7,1								
7150	8,3	1,77	10,4				41,8	0,32			
9307	8,2	1,87	10,3		47,1	*			0,3	0,09	9,62

Annexes

Annexes

Code python :

```
from scipy import stats
import numpy as np
# Données avant le traitement
avant = [...] # Remplacez [...] par les données avant le traitement
# Données après le traitement
apres = [...] # Remplacez [...] par les données après le traitement
# Remplacement des valeurs manquantes par la moyenne respective
avant_moyenne = np.mean([val for val in avant si val != "w"])
apres_moyenne = np.mean([val for val in apres si val != "w"])
avant = [val si val != "w" sinon avant_moyenne pour val dans avant]
apres = [val si val != "w" sinon apres_moyenne pour val dans apres]
# Test t apparié
t_stat, p_value = stats.ttest_rel(avant, apres)
print("Statistique de test t :", t_stat)
print("Valeur de p :", p_value)
```