

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire.
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique.
المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل
École Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral.



**MEMOIRE DE FIN D'ÉTUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME
DE MASTER EN SCIENCES DE LA MER.**

Spécialité : Ingénierie en environnement marin et côtère.

Thème :

**Efficacité des traitements des effluents urbains au niveau de la
station d'épuration de Beni Messous.**

Présenté par :

-KENNICHE Dalila.

-BOUKHARI Inas.

Soutenu le 04/07/2023 devant le jury suivant :

Mme DAHMANI

Maitre de conférences (ENSSMAL)

Présidente.

M BOUGHERARA A

Maitre-assistant (ENSSMAL)

Examineur.

M^{me} BACHARI-HOUMA.F

Professeur (ENSSMAL)

Promotrice.

Mr. ALI AMIRI

Ingénieur exploitation (SEAAL)

Co-promoteur.

Remerciements

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à toutes les personnes qui nous ont soutenus tout au long de la rédaction de cette mémoire.

Tout d'abord, nous souhaitons exprimer notre gratitude envers notre Promotrice de mémoire, **Pr. Houma Bachari Fouzia**, pour son encadrement précieux, sa guidance, ses conseils éclairés et son expertise ont été d'une grande aide pour mener à bien ce travail.

Nous tenons également à remercier notre Co-promoteur **Mr. Amiri Ali**, ingénieur de l'exploitation chez Seaal ainsi que **Mme. Djebbar**, chef de laboratoire, pour leurs précieuses contributions et leurs suggestions avisées qui ont permis d'enrichir mon travail. Leurs connaissances approfondies et leur engagement envers notre projet ont grandement contribué à la réussite de cette mémoire. Leurs commentaires constructifs ont été d'une grande importance pour développer nos idées et structurer notre réflexion. Leur temps et leur participation ont été inestimables et ont contribué à la robustesse de mes résultats.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à **(l'examineur et président)**, pour avoir accepté d'examiner ce manuscrit et de participer à ce jury.

Nous voulons témoigner notre reconnaissance à toute l'équipe de Seaal, en particulier Mme. Meriem et à Mr. Islam, équipe du laboratoire de Seaal, de nous avoir assistés lors de la manipulation, ainsi que pour leur aide et leur disponibilité.

Nous souhaitons exprimer nos reconnaissances envers nos proches, notre famille et nos amis, pour leur soutien indéfectible tout au long de cette aventure. Leurs encouragements et leur compréhension nous ont permis de surmonter les défis rencontrés et de garder le cap.

Avant de conclure, nous remercions à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, et à tous ceux que nous avons oublié de citer.

Dalila & Inas.

Merci à tous.

Dédicace

Je dédie cette mémoire avec une profonde gratitude et un sentiment de reconnaissance sincère...

À mon **cher père**, que dieu lui fasse miséricorde, Cette dédicace est un hommage à toi **papa**, tu as été une figure emblématique dans ma vie, tu as suivi mes rêves avec enthousiasme. Ton amour, ta bienveillance et ta sagesse restent gravés dans mon cœur et dans ma mémoire.

Tu as été bien plus qu'un père pour moi, tu as été mon meilleur ami, mon pilier, ma source d'inspiration et mon guide. Tu es encouragements inconditionnels, tes conseils avisés et ta présence reconfortante ont été les fondations sur lesquelles j'ai construit ma vie et grâce à toi, j'ai pu atteindre des sommets insoupçonnés.

Même si tu n'es plus physiquement présent parmi nous, ton héritage continue de vivre à travers moi, dans chaque aspect de ma vie. Je porte en moi tes enseignements précieux et nos souvenirs chaleureux qui continuent de me guider et de m'inspirer.

Je suis profondément reconnaissant pour les sacrifices que tu as consentis pour moi et pour ta présence aimante qui a façonné ma personnalité. Tu restes à jamais dans mes pensées et dans mon cœur, et je prie pour que Dieu t'accorde sa miséricorde et t'accueille dans son vaste paradis.

À ma **mère**, pour ton soutien indéfectible et tes sacrifices qui ont rendu possible la poursuite de mes études. Ta confiance en moi a été une source d'inspiration et de motivation tout au long de ce parcours.

Tu as fait tant de sacrifices pour moi, mettant constamment mes besoins avant les tiens. Je suis profondément reconnaissante pour tout ce que tu as fait pour moi.

À mes sœurs **Malek, Naima, Hassiba, Ibtissem, Souad et Bouchra**.

À mes frères **Yamani, Ali, Benameur, Youcef, Mourad, Mohammed, Amine et Ahmed**.

Pour leur soutien, la puissance qu'ils ont me donné et leur aide, je vous dis que votre présence a été essentielle pour moi. Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

À Ma binôme **Inas**, qui fait une partie de ma petite famille, la personne la plus gentille et patiente que j'ai connue de toute ma vie. Merci d'être là si près de moi, portant toutes mes humeurs pendant cette période.

À mes amies **Riad, Nadjim, Daoud, Hamza, Hayat, Dehia, Youcra, Rania, Samira, Nihal et Imane**. Votre affection et votre soutien m'ont été d'un grand secours. Que cette dédicace témoigne de ma reconnaissance envers chacun d'entre vous et de l'importance de votre présence dans ma vie.

Avec tout mon amour,
♥ **KENNICHE Dalila Dalel** ♥

Dédicace

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers toutes les personnes qui m'ont soutenu tout au long de ce parcours académique.

Tout d'abord, je remercie mes chers Parents pour tout ce que vous avez fait pour moi. Votre amour, votre soutien et vos Sacrifices ont été inestimables tout au long de ma vie. Vous avez travaillé dur pour Subvenir à nos besoins, pour nous offrir une éducation de qualité et pour nous inculquer des valeurs solides. Et, pour leur amour, leur soutien et leur encouragement constants tout au long de mes études. Vous avez été mes premiers enseignants et mes guides, et je ne pourrais pas être là où je suis aujourd'hui sans vous. Votre soutien indéfectible et votre amour inconditionnel ont été une source de motivation pour moi.

Je dédie ce travail à ma grand-mère, qui a été la raison de ma vie et ma plus grande source d'inspiration. Votre sagesse et votre présence constante ont été une bénédiction dans ma vie. Vous avez été mon pilier de force tout au long de mon parcours, M'encourageant à poursuivre mes rêves et votre soutien moral constant, qui m'a aidé à surmonter les moments difficiles et à surmonter les obstacles.

Je suis également reconnaissant envers ma deuxième maman, Nasrou, qui a été mon pilier de force dans tous les aspects de ma vie. Votre présence constante, votre amour et votre soutien inconditionnels ont été une source de réconfort et d'inspiration pour moi. Vous avez été là pour moi dans les moments difficiles, m'encourageant à persévérer et à ne jamais abandonner.

Je pense également à mes sœurs, ABIR, IBTIHAL, IBTISSEM et SARAH, ainsi qu'à mes frères, MALEK, NADIR et HICHEM, pour leur soutien et leur encouragement tout au long de mes études. Vous avez été une source de force et d'inspiration pour moi.

Je n'oublie pas mes tantes, AMINA et MOUNA, ainsi que toute leur famille, pour leur amour et leur soutien constants. Vous avez été une source de réconfort et
D'encouragement pour moi.

Je tiens également à remercier mon binôme, KENNICHE DALILA, pour son soutien, sa collaboration et son dévouement qui ont été essentiels pour la réussite de ce travail.

Vous avez été un partenaire de confiance, m'encourageant à donner le meilleur de moi-même et à persévérer malgré les difficultés. Merci pour votre présence constante dans ma vie et pour votre amitié sincère. Je vous suis reconnaissant de tout ce que vous avez fait pour moi et je vous souhaite le meilleur.

Enfin, je voudrais exprimer ma gratitude à mon amie proche, YOUSRA, qui a été une source de soutien et d'encouragement tout au long de mes études. Elle a été une source de force pour moi, m'aidant à garder le cap et à rester concentré sur mes objectifs. Je suis reconnaissant de l'avoir dans ma vie. Votre amitié sincère, votre présence constante et votre soutien inconditionnel ont été une bénédiction dans ma vie.

Je suis reconnaissant envers chacune de ces personnes pour leur soutien, leur amour et leur encouragement tout au long de mes études. Je suis fier de pouvoir vous dédier ce mémoire en signe de gratitude et d'affection.

BOUKHARI INAS

Liste abrégiation

DBO₅ : demande biochimique en oxygène après 5 jours

DBO : demande biochimique en oxygène

DCO : Demande chimique en Oxygène

STEP : station d'épuration des eaux usée

MES : Matières en suspension

MVS : matières volatiles sèches

NH₄⁺ : l'ammonium

NO₂⁻ : le nitrite

NO₃⁻ : le nitrate

PO₄³⁻ : phosphore

OMS : organisation mondiale de la santé

T : La température

CE : Conductivité électrique

K : l'indice de biodégradabilité

UV : Ultraviolet

ARN : acide ribonucléique

ADN : acide désoxyribonucléique

FAO : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

SF : Les streptocoques fécaux.

Liste des tableaux

Tableau I.1 : Normes de rejets internationales. (CSHPP, 1995).....	18
Tableau II.3 : Caractéristiques techniques de la station de Béni Messous (Notice de Fonctionnement et d'exploitation de la station d'épuration de Beni Messous mise).....	24
Tableau II.4 : concentrations admissibles des paramètres de pollution (OULEBSIR, R., 2020).	24
Tableau II.5 : Communes concernées par le traitement et le taux de contribution dans le débit traité (DAGHAR, A., et al, 2007).	25
Tableau IV.6 : Valeurs de T °C à l'entrée et sortie.	42
Tableau IV.7 : Valeurs de PH à l'entrée et sortie.	43
Tableau IV.8 : Valeurs de CE à l'entrée et sortie.	44
Tableau IV.9 : Valeurs de MES à l'entrée et sortie.	45
Tableau IV.10 : Valeurs de DCO à l'entrée et sortie.....	46
Tableau IV.11 : Valeurs de DBO5 à l'entrée et sortie.....	48
Tableau IV.12 : Valeurs de Rapport de Biodégradabilité.....	49

Listes des figures

Figure I.1 : Coupe longitudinale d'un décanteur. (Ait-Younes, 2012).....	16
Figure I.2 : Étapes du traitement secondaire. (Ait-Younes, 2012).....	17
Figure II.3 : Localisation géographique de la STEP de Béni-Messous (MOULAI LAKHDAR, S., 2020).....	21
Figure II.4 : Vue d'ensemble des ouvrages de la STEP de Béni Messous par Satellite (OULEBSIR, R., 2020).....	23
Figure II.5 : Dégrilleur fin (Prise par KENNICHE, D., et BOUKHARI, I).....	26
Figure II.6 : Dessablage-Déshuilage (Prise par KENNICHE, D., et BOUKHARI, I).....	26
Figure II.7 : Décanteur Primaire (Prise par KENNICHE, D., et BOUKHARI, I).....	27
Figure II.8 : Bassin d'aération en fonctionnement (Notice de Fonctionnement et d'exploitation de la station d'épuration de Beni Messous mise à jour 2021).....	28
Figure II.9 : Décanteur secondaire ou clarificateur (Prise par KENNICHE, D., et BOUKHARI, I).....	28
Figure II.10 : Batterie filtrante en mode filtration (Notice de Fonctionnement et d'exploitation de la station d'épuration de Beni Messous mise à jour 2021).....	29
Figure II.11 : Canaux de désinfection. ET Effet bactéricide par rayonnement UV (Notice de Fonctionnement et d'exploitation de la station d'épuration de Beni Messous mise à jour 2021).....	30
Figure II.12 : Épaississement des boues (Notice de Fonctionnement et d'exploitation de la station d'épuration de Beni Messous mise à jour 2021).....	31
Figure II.13 : Aérateur de surface (Notice de Fonctionnement et d'exploitation de la station d'épuration de Beni Messous mise à jour 2021).....	32
Figure II.14 : Alimentation de la bêche des boues stabilisée Par un déversoir mobile (Notice de Fonctionnement et d'exploitation de la station d'épuration de Beni Messous mise à jour 2021).....	32
Figure II.15 : Bêche des boues stabilisées (Notice de Fonctionnement et d'exploitation de la station d'épuration de Beni Messous mise à jour 2021).....	33
Figure 16 : Répartition de la boue sur la toile et le Raclage final de la boue (Notice de Fonctionnement et d'exploitation de la station d'épuration de Beni Messous mise à jour 2021).....	33
Figure III.17 : Préleveur automatique. (Notice de Fonctionnement et d'exploitation de la station d'épuration de Beni Messous mise à jour 2021).....	35
Figure IV.18 : Variations moyennes mensuelles de la température de l'eau usée brute et épurée de la STEP de Beni Messous.....	42
Figure IV.19 : Variations moyennes mensuelles de pH de l'eau usée brute et épurée de la STEP de Beni Messous.....	43
Figure IV.20 : Variations moyennes mensuelles de la conductivité électrique de l'eau usée brute et épurée de la STEP de Beni Messous.....	44
Figure IV.21 : Variations des concentrations moyennes mensuelles des matières en suspension de l'eau usée brute et épurée dans la STEP de Beni Messous.....	45
Figure IV.22 : Variations des concentrations moyennes mensuelles de DCO de l'eau usée brute et épurée dans la STEP de Beni Messous.....	47
Figure IV.23 : Variations des concentrations moyennes mensuelles de DBO5 de l'eau usée brute et épurée dans la STEP de Beni Messous.....	48
Figure IV.24 : les variations moyennes mensuelles de rapport DCO/DBO5 de l'eau brute au niveau de la STEP de Beni Messous.....	49

Sommaire :

Résumé

Introduction :	1
I. Généralité	4
1. Généralité sur l'eau	4
2. Les eaux usées	4
3. Origine des eaux usées	4
3.1. Les Eaux usées d'origine domestique	4
3.2. Les Eaux agricoles	5
3.3. Les eaux pluviales	5
3.5. Les Eaux industrielles	5
4. Les caractéristiques des eaux usées	6
4.1. Les paramètres physico-chimiques	6
a. La température	6
b. Potentiel hydrogène (PH)	6
c. La salinité	6
d. Conductivité	7
e. Oxygène dissous	7
4.2. Les paramètres de la pollution organique globale	7
a. Demande Chimique en Oxygène (DCO)	7
b. Demande Biochimique en Oxygène (DBO ₅)	8
4.3. Les paramètres de la pollution particulaire	9
a. Turbidité	9
b. Matières en suspension (MES)	9
c. Matières volatiles sèches (MVS)	9
4.4. Les paramètres de la pollution dissoute	10
a. Azote	10
b. L'ammonium (NH ₄ ⁺)	10
c. Le nitrite (NO ₂ ⁻)	10
d. Les nitrates (NO ₃ ⁻)	10
e. Phosphore (PO ₄ ³⁻)	11
4.5. Les paramètres organoleptiques	11
a. La couleur	11
b. L'odeur	12
4.6. Les paramètres biologiques	12

a.	Germes indicateurs de contamination fécale	12
b.	Germes pathogènes	13
5.	Impacts de la pollution des eaux	13
5.1.	Impact sur la santé	13
5.1.1.	Maladies d'origine bactérienne	13
5.1.2.	Maladies d'origine parasitaire	14
5.2.	Impacts sur l'environnement	14
6.	Station de traitement des eaux usées	15
7.	Rôle de station d'épuration	15
8.	Les procédés du traitement des eaux usées	15
1.	Prétraitement	15
2.	Traitement primaire	15
3.	Traitement secondaire par boues activées	16
4.	Traitement tertiaire	17
9.	Normes de rejets des eaux usées	17
9.1.	Les normes internationales	17
9.2.	Normes Algériennes	18
10.	La réutilisation des eaux usées	19
II.	Présentation de la STEP de Beni-Messous	21
1.	Situation géographique	21
2.	Situation climatologique de la zone	22
2.1.	Température de l'air	22
2.2.	Insolation	22
2.3.	Évaporation	22
2.4.	Vents	22
3.	STEP de Béni Messous	22
4.	Caractéristiques techniques	24
5.	Filières de traitement	25
5.1.	Filière eau	25
i.	Prétraitement	23
a.	Dégrillage	23
b.	Le Dessablage-Déshuilage	24
ii.	Traitement Primaire	25
iii.	Le traitement Biologique secondaire	25
iv.	Traitement tertiaire	27

5.2. Filière boue.....	28
i. Épaississement des boues	28
ii. Stabilisation aérobie des boues	29
iii. Bassin de stockage des boues stabilisées.....	30
iv. Déshydratation mécanique des boues.....	31
III. Matériels et méthodes.....	35
1. Prélèvement des échantillons.....	35
1.1. Mode de fonctionnement de l'échantillonneur.....	35
2. Les analyses physico-chimiques	36
2.1. La température	36
▪ Principe.....	36
▪ Mode opératoire.....	36
2.2. Mesure du pH	36
▪ Principe.....	36
▪ Mode opératoire.....	36
2.3. La Conductivité	36
▪ Principe.....	36
▪ Mode opératoire.....	36
2.4. La matière en suspension.....	37
▪ Principe.....	37
▪ Mode opératoire.....	37
2.5. Demande chimique en oxygène (DCO).....	38
▪ Principe.....	38
▪ Mode opératoire.....	39
2.6. Demande biologique en oxygène (DBO ₅).....	40
▪ Principe.....	40
▪ Mode opératoire.....	40
2.7. Rapport de biodégradabilité DCO/DBO ₅	40
IV. Résultats d'analyses physico-chimiques	42
1. La température (T°C)	42
2. Le potentiel Hydrogène (PH).....	43
3. Conductivité électrique (CE)	44
4. Les Matières En Suspension (MES).....	45
5. Demande chimique en oxygène (DCO).....	46
6. La demande biochimique en oxygène (DBO ₅).....	47

7. Rapport de Biodégradabilité (DCO / DBO5)	49
Conclusion	52
Références Bibliographies	53
Annexes	59

Résumé

Le sujet porte sur l'efficacité du traitement des effluents urbains au niveau de la station d'épuration de Beni Messous. Le mémoire se concentre sur l'estimation du rendement de la station d'épuration pendant une période de quatre mois (février, mars, avril et mai).

Le mémoire décrit les différents processus de traitement utilisés à la station de Beni Messous, tels que le prétraitement, la décantation, l'aération, la filtration et la désinfection. Chaque étape du processus est expliquée en détail, en mettant en évidence son rôle dans l'élimination des contaminants et l'amélioration de la qualité de l'eau traitée.

Il présente également les résultats d'une étude approfondie menée à la station de Beni Messous pour évaluer l'efficacité des traitements. L'évolution mensuelle des paramètres analysés, tels que la demande biochimique en oxygène (DBO), la demande chimique en oxygène (DCO) et les matières en suspension, est mesurée avant et après chaque étape du traitement. Des coefficients, tels que le coefficient de biodégradation, sont calculés pour estimer l'aptitude à la dégradation de la pollution des eaux. Les données obtenues sont analysées et discutées pour évaluer l'efficacité globale du système de traitement.

Les résultats de l'étude indiquent que la station de Beni Messous parvient à éliminer efficacement une grande partie de la charge organique et des matières en suspension présentes dans les eaux usées urbaines.

En conclusion, le mémoire met en évidence l'importance de la station d'épuration de Beni Messous dans le traitement des effluents urbains et souligne l'efficacité générale des procédés de traitement utilisés. Cependant, il souligne également la nécessité d'une surveillance continue et d'éventuelles améliorations pour répondre aux normes de qualité de l'eau et assurer une protection environnementale adéquate.

Mots clés : STEP de Beni Messous, efficacité, traitement, effluents urbains, environnement.

Summary

The subject relates to the effectiveness of the treatment of urban effluents at the Beni Messous wastewater treatment plant. The thesis focuses on the estimation of the efficiency of the treatment plant for a period of four months (February, March, April and May).

The thesis describes the different treatment processes used at the Beni Messous station, such as pre-treatment, settling, aeration, filtration and disinfection. Each step of the process is explained in detail, highlighting its role in removing contaminants and improving the quality of treated water.

It also presents the results of an in-depth study carried out at the Beni Messous station to assess the effectiveness of the treatments. The monthly evolution of the analyzed parameters, such as biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD) and suspended solids is measured before and after each stage of the treatment. Coefficients, such as the biodegradation coefficient, are calculated to estimate the degradability of water pollution. The data obtained is analyzed and discussed to assess the overall effectiveness of the treatment system.

The results of the study indicate that the Beni Messous station manages to effectively remove a large part of the organic load and suspended solids present in urban wastewater.

In conclusion, the thesis highlights the importance of the Beni Messous wastewater treatment plant in the treatment of urban effluents and underlines the general efficiency of the treatment processes used. However, it also highlights the need for continuous monitoring and possible improvements to meet water quality standards and ensure adequate environmental protection.

Keywords : STEP of Beni Messous, efficiency, treatment, urban effluents, environment.

ملخص

يتعلق الموضوع بفاعلية معالجة النفايات السائلة الحضرية في محطة معالجة مياه الصرف الصحي في بني مسوس. تركز الرسالة على تقدير كفاءة محطة المعالجة لمدة أربعة أشهر (فبراير، مارس، أبريل ومايو).

توضح الرسالة عمليات المعالجة المختلفة المستخدمة في محطة بني مسوس، مثل المعالجة المسبقة، والترسيب، دورها في إزالة التهوية، والترشيح، والتطهير. يتم شرح كل خطوة من خطوات العملية بالتفصيل، مع إبراز الملوثات وتحسين جودة المياه المعالجة.

كما يعرض نتائج دراسة معمقة أجريت في محطة بني مسوس لتقييم فعالية العلاجات. يتم قياس التطور الشهري تم تحليلها، مثل الطلب الكيميائي الحيوي على الأكسجين، والطلب الكيميائي للأكسجين والمواد للمعلومات التي الصلبة العالقة قبل وبعد كل مرحلة من مراحل العلاج.

يتم حساب المعاملات، مثل معامل التحلل البيولوجي، لتقدير قابلية تحلل تلوث المياه. يتم تحليل البيانات التي تم الحصول عليها ومناقشتها لتقييم الفعالية الشاملة لنظام العلاج.

تشير نتائج الدراسة إلى أن محطة بني مسوس تمكنت بشكل فعال من إزالة جزء كبير من الحمل العضوي والمواد الصلبة العالقة الموجودة في مياه الصرف الصحي الحضرية.

في الختام، تسلط الأطروحة الضوء على أهمية محطة معالجة مياه الصرف الصحي ببني مسوس في معالجة النفايات السائلة الحضرية وتؤكد الكفاءة العامة لعمليات المعالجة المستخدمة. ومع ذلك، فإنه يسلط الضوء أيضاً على الحاجة إلى المراقبة المستمرة والتحسينات الممكنة للوفاء بمعايير جودة المياه وضمان الحماية البيئية الكافية.

الكلمات المفتاحية: محطة بني مسوس، الكفاءة، المعالجة، الصرف الحصري، البيئة.

Introduction Générale

Introduction :

L'urbanisation rapide dans le monde entier a entraîné une augmentation de la production de déchets et d'effluents, en particulier dans les zones urbaines où la densité de population est élevée. Les eaux usées, qui sont un sous-produit de la vie urbaine, contiennent des polluants tels que des matières organiques, des nutriments, des métaux lourds et des produits chimiques qui peuvent avoir un impact négatif sur l'environnement et la santé humaine. Selon les prévisions de l'Organisation des Nations unies, la population urbaine mondiale devrait atteindre 68% d'ici 2050, ce qui signifie que la gestion des eaux usées urbaines est devenue un enjeu majeur pour la durabilité de l'environnement et la santé publique (**United Nations, 2018**).

En Algérie, la situation n'est pas différente. La production d'eaux usées dans les zones urbaines a augmenté de manière significative ces dernières années, ce qui a conduit à la construction des stations d'épuration pour le traitement des eaux usées urbaines avant leur rejet dans l'environnement.

Les stations d'épuration sont clés pour le traitement des eaux usées urbaines. Elles permettent de retirer une grande partie des polluants présents dans les eaux usées avant de les rejeter dans le milieu naturel. Cependant, l'efficacité de ces stations d'épuration dépend de nombreux facteurs tels que la qualité des eaux entrantes, les technologies utilisées pour le traitement, les capacités de stockage des boues produites, etc. Cependant, l'efficacité de la station d'épuration peut être affectée par divers facteurs tels que la qualité de l'eau entrante, les conditions météorologiques et les processus de traitement utilisés (**Ministère des Ressources en Eau, 2015**).

Notre étude s'est déroulée au niveau de la station d'épuration de Beni Messous, qui traite les effluents urbains des localités suivantes : Beni Messous, Chéraga, Dely Brahim, Bouzaréah, Ain Benian et Staouali. L'objectif principal de notre étude était d'évaluer l'efficacité du traitement des effluents urbains au sein de cette station, en analysant les différentes étapes du processus de traitement utilisé. Cette évaluation s'est concentrée sur les performances de la station en termes de réduction de la charge polluante, d'élimination des contaminants et de production d'eau traitée conforme aux normes environnementales en vigueur. En résumé, nous avons cherché à déterminer dans quelle

Introduction Générale

mesure la station d'épuration de Beni Messous parvient à traiter efficacement les effluents urbains pour protéger l'environnement et la santé publique.

Ce travail a été réalisé en trois parties :

- La première aborde une étude bibliographique qui donne des approches sur les généralités car Caractérisation des eaux usées, procédés d'épuration des eaux usées, présentation générale de la STEP de Beni Messous et les différentes étapes de traitement utilisées dans les stations d'épuration.
- La deuxième partie illustre le matériel et les méthodes utilisés : les matériels et les méthodes utilisés dans l'analyse physicochimiques des eaux brutes, et épurées.
- La troisième rassemble les résultats obtenus et discussions avec leurs interprétations.

En fin, cette étude se termine par une conclusion générale représentant une synthèse globale de notre travail.

Ce mémoire fournira une évaluation détaillée de l'efficacité du traitement des effluents urbains au niveau de la station d'épuration de Beni Messous. Cette évaluation permettra de mieux comprendre les performances de la station d'épuration et d'identifier les domaines qui nécessitent une amélioration. Les résultats de cette étude pourraient aider les autorités locales à prendre des décisions éclairées pour améliorer la qualité de l'eau et protéger l'environnement et la santé publique.

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I. Généralité

1. Généralité sur l'eau

De toutes les planètes du système solaire, la terre est la seule à être pourvue d'une hydrosphère, celle-ci recouvre plus de 70% de sa superficie (Algé (Alger Géophysique) 1997).

Indispensable à la vie, catalyseur de nombreuses réactions chimiques (BOEGLIN, J.-C., 2001), L'eau est d'une importance biologique et économique capitale. L'hydrosphère est le fondement de la vie et des équilibres écologiques. L'eau est à la fois un aliment, éventuellement un médicament, une matière première industrielle, énergétique et agricole, et un moyen de transport (HENRI, S., 2012).

Bien que l'eau soit la substance la plus abondante sur terre, mais du fait que le besoin en eau augmente continuellement au cours du temps, cette substance est devenue un élément rare, un enjeu stratégique mondial, dont la gestion, doit impérativement s'intégrer dans une perspective durable (BLIFFERT, C., et PERRAUD, R., 2001).

2. Les eaux usées

Les eaux usées, appelées, également eaux résiduaires ou effluents, sont des eaux ayant subi une détérioration et transformation de leur propriété naturelle après usages. (BLIFFERT, C., et PERRAUD, R., 2001). Les eaux usées ne doivent pas être rejetées en masse dans le milieu naturel avant d'avoir été traitées en vue de l'élimination des polluants indésirables par passage dans une station d'épuration (ZEGHOUD, M., 2014).

3. Origine des eaux usées

3.1. Les Eaux usées d'origine domestique

Les eaux usées d'origine domestique comprennent :

- Des eaux vannes d'évacuation des toilettes,
- Des eaux ménagères d'évacuation des cuisines, salles de bain.

Les déchets présents dans ces eaux souillées sont constitués par des matières organiques Dégradables et des matières minérales. Ces substances sont sous forme dissoute ou en Suspension. (PRONOST, R., 1974).

Chapitre I : Synthèse bibliographique

3.2. Les Eaux agricoles

Elle utilise des engrais chimiques azotés et phosphorés, des produits phytosanitaires destinés à protéger les cultures. Ces produits parfois toxiques lorsqu'ils sont utilisés en excès vont contaminer en période de pluie les eaux de surface et les eaux souterraines par infiltration (**ZAKARIA IMAD EDDINE, F., 2020**).

Elle se caractérise par des fortes teneurs en sels minéraux (azote, phosphore, potassium) provenant :

- Des engrais.
- Des purins et lisiers (élevage).
- La présence de produits chimiques des traitements (pesticides, herbicides ...)
(**GAUJOUS, D., 1995**).

3.3. Les eaux pluviales

Il ne faut pas oublier par ailleurs la pollution générée par les eaux pluviales. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles) (**ZAKARIA IMAD EDDINE, F., 2020**). Les eaux de pluies, collectées normalement à la fois avec les eaux usées puis déversées dans la canalisation d'assainissement et acheminées vers une station d'épuration, sont souvent drainées directement dans les rivières, entraînant ainsi une pollution intense du milieu aquatique. (**METAHRI, M-S., 2012**).

3.4. Effluents hospitaliers

Les effluents hospitaliers ont une qualité proche des eaux usées domestiques avec un volume supérieur. Les effluents générés par l'activité hospitalière peuvent présenter un danger potentiel pour l'homme et son environnement compte tenu de la nature et de l'importance des substances spécifiques qu'ils contiennent (résidus médicamenteux, réactifs chimiques, antiseptiques, détergents, révélateurs et fixateurs de radiographies...) et en raison de leur évacuation, au même titre que les rejets urbains classiques, vers le réseau d'assainissement communal sans traitement préalable (**DEBABZA, M., 2005**).

3.5. Les Eaux industrielles

L'eau industrielle comprend les matières solides en suspension, des sels dissous, des hydrocarbures, des éléments traces ou micro polluants et des rejets acides ou basiques, la matière radioactive, les eaux chaudes des centrales thermiques rejettent directement ou indirectement dans les sources d'eau éliminée par les installations industrielles (**CHEVALLIER, H., 2007**).

Chapitre I : Synthèse bibliographique

C'est la plus spectaculaire et aussi sa localisation est plus facile, pour mettre en jeu la responsabilité des entreprises, et ainsi faire réviser leurs installations. (MUCKENSTURM, F., 1973).

4. Les caractéristiques des eaux usées

4.1. Les paramètres physico-chimiques

a. La température

La température de l'eau est un facteur écologique qui entraîne d'importantes répercussions écologiques (LEYNAUD, G., 1968).

Elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH pour la connaissance de l'origine de l'eau des mélanges éventuels. Sa mesure est nécessaire pour accéder à la détermination du champ de densité et des courants (BACHARI HOUMA, F., 2009).

b. Potentiel hydrogène (PH)

La valeur du pH est une mesure de l'acidité de l'eau (concentration en ions hydrogènes). En fait, l'échelle de pH s'étend de 0 (très acide) à 14 (très basique). Une médiane de 7 correspond à une solution neutre à 25°C. Le pH d'une eau naturelle peut varier entre 4 et 10 selon l'acidité ou la basicité des terrains qu'elles croisent. À des niveaux de pH bas (eau acide), le risque que les métaux soient présents sous des formes ioniques plus toxiques est fortement augmentée. Des pH plus élevés entraînent des concentrations plus élevées d'ammoniac, qui est toxique pour les poissons. En Région bruxelloise, il est généralement admis qu'un pH naturel compris entre 6,5 et 8,5 est caractéristique d'une eau dans laquelle la vie se développe de manière optimale (DJEMMAL, S., 2009).

De manière à faciliter cette expression, on utilise le logarithme décimal de l'inverse de la concentration en ion H⁺ : c'est le pH (SAADI, M., et al, 2018).

$$PH = -\log [H^+]$$

c. La salinité

La grandeur « salinité » représente la proportion de sels minéraux dissous dans l'eau de mer. La mesure de la salinité est importante dans l'étude du milieu marin. Par son influence sur la densité de l'eau de mer, elle permet de connaître la circulation océanique, d'identifier les masses d'eau d'origines différentes et de suivre leurs mélanges au large comme à la côte ou dans les estuaires.

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Deux méthodes sont couramment utilisées pour la détermination de la salinité : la méthode volumétrique et la méthode conductimétrique (**Zakaria Imad Eddine, F., 2020**).

d. Conductivité

La conductivité électrique de l'eau est la conductance de la colonne d'eau entre deux électrodes métalliques (**RODIER, J., 2005**). Elle est très élevée en raison de la forte concentration en sels dissous. (**AMINOT, A., et KEROUEL, R., 2004**).

La conductivité d'un échantillon peut être déterminée par comparaison avec la conductivité d'une eau de mer standard (eau de mer normale) dont la salinité est de 35 % (**RAMADE, F., 2000**).

e. Oxygène dissous

L'oxygène dissous dans les eaux de surface provient essentiellement de l'atmosphère et de l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques. La concentration en oxygène dissous varie de manière journalière et saisonnière, car elle dépend de nombreux facteurs tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière, l'agitation de l'eau et la disponibilité en nutriments. Cette concentration en oxygène dissous est également fonction de la vitesse d'appauvrissement du milieu en oxygène par l'activité des organismes aquatiques et les processus d'oxydation et de décomposition de la matière organique présente dans l'eau, une valeur inférieure à 1 mg/l d'O₂ indique un état proche de l'anaérobie. (**BEAUPOIL, C., et BORNENS, P., 1997**).

4.2. Les paramètres de la pollution organique globale

a. Demande Chimique en Oxygène (DCO)

La DCO permet d'évaluer la concentration en matières organiques ou minérales, dissoutes ou en suspension dans l'eau, au travers de la quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale. L'oxydation est réalisée par un réactif ayant un pouvoir d'oxydation puissant (le permanganate de potassium ou le bichromate de potassium à chaud en milieu acide).

La quantité de réactif consommé pour l'oxydation des matières organiques présentes, rapportée en mg. L⁻¹ d'oxygène correspond à la DCO.

La DCO est utilisée pour qualifier les eaux usées qui ne sont pas biodégradables, ou qui renferment des composants qui freinent l'activité des micro-organismes.

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Il s'agit donc d'un paramètre important permettant de caractériser la pollution globale d'une eau par des composés organiques.

La valeur de la DCO est toujours plus élevée que celle de la DBO₅, car de nombreuses substances organiques peuvent être oxydées chimiquement, mais ne peuvent s'oxyder biologiquement (GHADBANE, N., 2016)

b. Demande Biochimique en Oxygène (DBO₅)

La demande biochimique en oxygène est la concentration, en masse d'oxygène dissous, consommée pour l'oxydation par voie biochimique des matières organiques contenues dans l'échantillon, dans les conditions de l'essai (RODIER, J., et al, 2009).

Il est exprimé en mg d'oxygène par litre, permet d'évaluer la matière organique biodégradable dans l'eau (BONTOUX, J., 1993).

La demande biochimique en oxygène après 5 jours (DBO₅) d'un échantillon est la quantité d'oxygène consommé par les microorganismes aérobies présents dans cet échantillon pour l'oxydation biochimique des composés organiques et/ou inorganiques (SAADI, M., LAHMAR, FARES, A., 2018).

a.1. Rapport de biodégradabilité DCO/DBO₅

Le rapport DCO/DBO, donne une première estimation de la biodégradabilité de la matière organique d'un effluent donné, c'est-à-dire son aptitude à être décomposé par les microorganismes. On convient généralement des limites suivantes :

- $DCO/DBO_5 < 2$: l'effluent est facilement biodégradable.
- $2 < DCO/DBO_5 < 3$: l'effluent est biodégradable avec des souches sélectionnées.
- $DCO/DBO_5 > 3$: l'effluent n'est pas biodégradable (BLINDA, M., 2007).

a.2. La matière oxydable

La matière oxydable est un paramètre utilisé par les agences de l'eau pour caractériser la pollution organique de l'eau. Elles sont définies à partir de la DBO, et de la DCO (GONDARD-BADIA, F., 2003).

Chapitre I : Synthèse bibliographique

4.3. Les paramètres de la pollution particulaire

a. Turbidité

La turbidité minérale est définie comme « l'expression de propriétés optiques dans lesquelles la lumière est diffusée et absorbée plutôt que transmise en ligne droite à travers l'échantillon ». Une telle diffusion se produit en raison de l'interaction de la lumière avec tout ce qui est en suspension sur les particules de l'échantillon.

Des solutions avec la même concentration de solides en suspension, mais différentes compositions ne diffusent pas nécessairement la même quantité de lumière. (HALMANN, M.M., 1996).

b. Matières en suspension (MES)

Les MES sont des particules en suspension très fines qui trouble à l'eau. Elle varie notamment selon les saisons et le régime d'écoulement des eaux. Ces substances altèrent la clarté de l'eau, réduisent l'incidence de la lumière et réduisent la photosynthèse. Il peut également affecter la respiration des poissons. Par ailleurs, les matières en suspension peuvent accumuler des quantités élevées de matières toxiques (métaux, pesticides, huiles minérales, hydrocarbures aromatiques polycycliques). Les matières en suspensions sont exprimées en mg/l. (PNUE/OMS/UNESCO/OMM., 1992).

c. Matières volatiles sèches (MVS)

C'est la fraction organique de MES, appelés « volatiles » car elles sont mesurées en volatilissant les MES dans un four. La mesure des MVS permet de distinguer la partie organique de MES de la partie minérale. Les MVS ne représentent que les particules de biomasse, vivante ou morte, ainsi que certaines particules organiques n'intervenant pas dans le processus de dépollution :

Sa valeur a des conséquences sur le dimensionnement du réacteur biologique (l'optimisation du volume du réacteur nécessite de travailler avec des valeurs élevées, mais limitées en raison de la capacité hydraulique du clarificateur situé à l'aval).

La biomasse en suspension des boues activées pouvant facilement être estimée par une mesure de matières volatiles en suspension.

Le volume du bassin d'aération nécessaire au traitement d'une masse journalière de DBO peut ainsi être calculé en fixant la valeur de la charge massique et la concentration de MVS dans le bassin d'aération (ALEM, SL., 2016).

Chapitre I : Synthèse bibliographique

4.4. Les paramètres de la pollution dissoute

a. Azote

L'azote présent dans l'eau peut être organique ou inorganique. L'azote organique est principalement constitué de composés tels que les protéines, les polypeptides, les acides aminés et l'urée.

Ces produits n'existent généralement qu'à de très faibles concentrations. L'azote minéral (ammoniacal, nitrates, nitrites) constitue la majorité de l'azote total. (RODIER, J., 2005).

b. L'ammonium (NH_4^+)

L'azote ammoniacal provient de la dégradation bactérienne des déchets animaux et des composés azotés organiques. C'est une matière première pour le phytoplancton et il est oxydé par les bactéries nitrifiantes. Dans les eaux marines, L'azote ammoniacal se trouve à des concentrations assez faibles. en effet, le NH_4^+ est une forme transitoire qui s'oxyde en milieu oxygéné en nitrite, puis en nitrate. Lorsqu'on se rapproche des émissaires urbains, les concentrations peuvent atteindre plusieurs centaines de micromoles par litre. L'ammonium devient dans ces conditions un bon traceur de pollution urbaine (AMINOT, A., et CHAUSSPIED, M., 1983).

c. Le nitrite (NO_2^-)

Les nitrites, au même titre que l'ammonium, sont considérés comme étant des ions en état transitoire, ce qui explique les faibles concentrations rencontrées en milieu marin qui sont de l'ordre de zéro à quelque micromole par litres d'azote nitreux (AMINOT, A., et CHAUSSPIED, M., 1983).

Ces concentrations connaissent des variations saisonnières, en hiver, elles varient entre 0.5 et 1 $\mu\text{mol/l}$, puis suite au développement du phytoplancton, chutent en été et peuvent atteindre des valeurs très faibles, moins de 0.01 $\mu\text{mol/l}$ (AMINOT, A., et CHAUSSPIED, M., 1983).

d. Les nitrates (NO_3^-)

La plupart des nitrates présents naturellement dans les masses d'eau résultent de l'action des courants d'eau sur les sols qui forment les captages. Leurs concentrations naturelles ne dépassent pas 3 mg/L dans les eaux de surface et quelques mg/L dans les eaux souterraines.

Chapitre I : Synthèse bibliographique

La nature des zones de drainage joue donc un rôle important dans leur existence et l'activité humaine accélère le processus d'accumulation des nitrates dans les masses d'eau. /an, et même 2 mg/l/an dans certaines régions. Il y a plusieurs raisons à cette augmentation.

- Agricole : Agriculture intensive avec utilisation extensive d'engrais azotés et rejet d'effluents d'élevage. Cette source représente les 2/3 de l'apport de nitrate dans le milieu naturel.
- urbaine : rejets d'eau purifiée des stations d'épuration où l'élimination de l'azote n'est pas complète et peut libérer des nitrates ou des ions ammonium qui se transforment en nitrates dans le milieu naturel. Cette source représente 2/9 des postes (**REJSEK, F., 2002**).

e. Phosphore (PO_4^{3-})

Le phosphore existe sous forme organique et inorganique, dissous et particulaire (**BACHARI HOUMA, F., 2009**).

L'élément phosphore se trouve majoritairement sous la forme d'anions phosphates. On peut répertorier les orthophosphates (PO_4^{3-}), les phosphates hydrolysables et les phosphates organiques à l'état dissous ou particulaire.

La somme des trois formes du phosphore est appelée le phosphore total. L'apport journalier de phosphore est d'environ 04 g par habitant par jour. La connaissance de la quantité du phosphore dans les eaux résiduaires permet de savoir si un traitement biologique est envisageable (**M'ZYENE, M et OUALI, H., 2020**).

4.5. Les paramètres organoleptiques

a. La couleur

Une eau pure observée sous une lumière transmise sur une profondeur de plusieurs mètres émet une couleur bleu clair, car les longueurs d'ondes courtes sont peu absorbées alors que les grandes longueurs d'onde (rouge) sont absorbées très rapidement. (**SAADI, M., et al, 2018**).

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances dissoutes. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration (**RODIER, J., 2009**).

Chapitre I : Synthèse bibliographique

b. L'odeur

Les eaux résiduaires industrielles se caractérisent par une odeur. Toute odeur est pollution qui est due à la présence de matières organiques en décomposition (SAADI, M., et al, 2018).

4.6. Les paramètres biologiques

a. Germes indicateurs de contamination fécale

a.1. Les coliformes Totaux

Sous le terme de « coliformes » est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des *Enterobacteriaceae*.

Le terme « coliforme » correspond à des organismes en bâtonnets, non sporogènes, Gram négatifs, oxydase négative, facultativement anaérobies, capables de croître en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface possédant des activités inhibitrices de croissance similaires, et capables de fermenter le lactose (et le mannitol) avec production d'acide et d'aldéhyde en 48 heures, à des températures de 35 à 37°C.

Les coliformes comprennent les genres : *Esherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Yersinia*, *Serratia*. (MECHAI, NEE DEBABZA, M., 2005).

a.2. Les coliformes fécaux

Ce sont des coliformes qui présentent les mêmes propriétés et caractéristiques des coliformes totaux après incubation à la température de 44°C (MOHAMED BEN ALI, R., 2014).

La présence de coliformes fécaux dans un milieu aquatique, et plus particulièrement d'*E. coli*, est considérée comme un bon indicateur d'une contamination récente du milieu par du matériel fécal humain ou d'animaux à sang chaud. Néanmoins, leur mise en évidence dans l'eau n'est pas la preuve de la présence de pathogènes, mais elle permet de la suspecter fortement (MECHAI, NEE DEBABZA, M., 2005).

a.3. Les streptocoques fécaux (SF)

Sont des bactéries à gram positif sphériques ont ovoïde formant de chainettes, non sporulées, se cultivant en anaérobiose a 44 c et a ph 9.6. La recherche de streptocoque fécaux ne doit être considérée que comme un complément à celle des coliformes thermotolérants pour être le signe d'une contamination fécale. Le genre *Streptococcus* est vaste et divers, de sorte qu'il est difficile de classer ces bactéries de façon satisfaisante.

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Les 29 espèces du genre *Streptococcus* sont subdivisées en 4 groupes principaux :

- Les streptocoques pyogènes hémolytiques.
- Les streptocoques oraux.
- Les entérocoques.
- Les streptocoques lactiques. (SAADI, M., LAHMAR, FARES, A., 2018).

a. Les anaérobies sulfito-réducteurs

Les bactéries sulfato-réductrices sont généralement rencontrées dans le sol, les eaux saumâtres et les eaux douces.

Leur présence est liée à une consommation de matières organiques et leur prolifération entraîne la formation de gaz malodorants, hydrogène sulfuré par exemple (RODIER, J., et al, 2009).

b. Germes pathogènes

b.1. Les salmonelles

Les hôtes naturels des salmonelles sont la population humaine, les animaux domestiques, les volailles et le bétail ainsi que les animaux sauvages, y compris les oiseaux communs.

Les salmonelles peuvent donc être présentes dans l'eau des égouts agricoles et domestiques, les eaux douces, y compris les eaux potables et les nappes phréatiques, ainsi que l'eau de mer (RODIER, J., et al, 2009).

5. Impacts de la pollution des eaux

5.1. Impact sur la santé

L'eau, ce bien le plus précieux pour la vie, ne va sans dépréciation ou insuffisance pernicieuses à la santé humaine. Les conséquences sont toujours une série de maladies plus ou mieux foudroyantes au gré des conjonctures. Les pays sous-développés enregistrent jusqu'à 80% d'entre elles issues de la consommation ou l'usage ménager de l'eau (BENKADDOUR, B., 2018).

5.1.1. Maladies d'origine bactérienne

Fièvre Typhoïde Et Paratyphoïde, Cholera, Légionellose.

Chapitre I : Synthèse bibliographique

5.1.2. Maladies d'origine parasitaire

- **Protozoaire**

Cryptosporidium parvum, Giardia lamblia, Amibes.

- **Virus**

Entérovirus, Hépatite A, Gastroentérites virales.

5.2. Impacts sur l'environnement

Le déversement d'eaux usées directement dans l'environnement cause de nombreux dangers pour la survie des organismes vivants et l'équilibre écologique **(BENKADDOUR, B., 2018)**.

Les effets des pollutions industrielles sont très diversifiés, en fonction du type de substances rejetées.

Pour exemple, on peut citer :

- L'augmentation de température, provoquant une modification des peuplements animaux et végétaux (développement anarchique d'algues, etc.)
- L'eutrophisation : un phénomène causé par la présence de quantités excessives d'azote et de phosphore, favorise la prolifération de végétaux et diminue la quantité d'oxygène dissous, ce qui provoque la mort de nombreux organismes vivants au sein du milieu aquatique (poissons, crustacés, etc.) à long terme.
- Dysfonctionnements et troubles dans les fonctions physiologiques (nutrition, respiration et reproduction) sur les organismes vivants les plus fragiles à cause de la présence d'éléments métalliques comme le mercure et l'arsenic dans les eaux.
- Radioactivité des eaux due aux déversements des résidus radioactifs dangereux (par exemple des éléments transuraniens (Pu, Np, Am) et des produits de fission (^{99}Tc , ^{137}Cs)).
- La qualité de l'eau des nappes phréatiques n'est pas toujours à l'abri de la pollution. Sa dégradation va de pair avec le mouvement d'infiltration des eaux de surface chargées d'impuretés que les diverses couches du sol ne parviennent pas toujours à filtrer. Il n'est pas un hasard que la qualité de l'eau des nappes varie selon les saisons, encline à une pureté irréprochable aux proximités de la saison estivale, mais entachée de présences nocives après l'hiver, avec ses écoulements souterrains **(MECELLEM, D., 2020)**.

Chapitre I : Synthèse bibliographique

6. Station de traitement des eaux usées

Une installation assurant le traitement des eaux usées. Elle se compose des ouvrages de traitement des eaux usées et des boues, du déversoir en tête de station et d'éventuels ouvrages de dérivation en cours de traitement. La station d'épuration (STEP) mentionnée dans le Code général des collectivités territoriales et le Code de l'environnement est une station de traitement des eaux usées (**Toulon (83), 2020**).

7. Rôle de station d'épuration

Traiter les eaux usées de façon à :

- ❖ Protéger l'environnement.
- ❖ Protéger la santé publique.
- ❖ Valoriser les eaux épurées.
- ❖ Valoriser les boues des stations d'épuration (**HECHEHOUCHE, O., et al, 2017**).
- ❖ Économie de l'eau en procédant à son utilisation au profit de l'irrigation (**BENMOUSSA, S., et al, 1997**).

8. Les procédés du traitement des eaux usées

☞ Les différents procédés épuratoires sont décrits dans l'ordre classiquement adopté en épuration :

1. Prétraitement

Ils permettent d'éliminer les matières grossières, susceptibles d'endommager les organes mécaniques ou de perturber l'efficacité des étapes ultérieures (**REJSEK, F., 2002**). Un prétraitement comporte un certain nombre d'opérations uniquement physiques ou mécaniques afin d'éliminer, respectivement, les grosses particules et sables ainsi que les matières grasses (**REJSEK, F., 2002 ; CHAUSSADE, J-L., et MESTRALLET, G., 2005**).

2. Traitement primaire

Le plus souvent s'agit d'une décantation, qui permet d'éliminer les matières en suspension décantables en deux heures. Ce traitement élimine parfaitement le phosphore (de l'ordre de 65 à 80% de la DCO) et une partie de la pollution organique (**REJSEK, F., 2002**).

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Trois voies de traitements (physico-chimique) sont possibles pour extraire un maximum de matières en suspension (90% d'abattement) et de matières organiques facilement décantables (35% pour la DBO5, 25 % pour la DCO) (**CHAUSSADE, J-L., et MESTRALLET, G., 2005**) :

- La décantation (voie physique), la pesanteur est le principe qui favorise la séparation solide-liquide par sédimentation (**EMILIAN, K., 2009**) ;
- La décantation (voie physico-chimique), le principe est l'ajout des coagulants-floculants qui favorisent l'agrégation des molécules en suspensions, et d'avoir des floes plus gros, pour d'augmenter leurs sédimentations (**DESJARDINS, R., 1997**) ;
- La flottation (processus physique) : par opposition à la décantation, la flottation est un Procédé de séparation solide-liquide ou liquide-liquide qui s'applique à des particules dont la masse volumique réelle ou apparente (flottation assistée) est inférieure à celle du liquide qui les contient (**BASSOMPIERRE, C., 2007**)

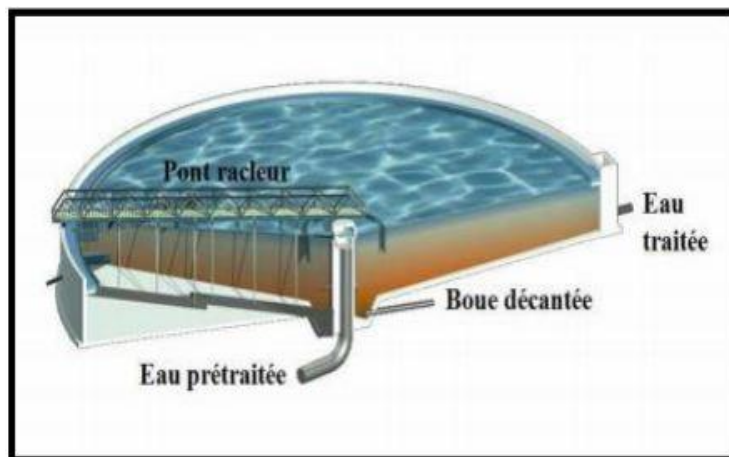


Figure I.1 Coupe longitudinale d'un décanteur. (**Ait-Younes, 2012**).

3. Traitement secondaire par boues activées

Il se repose sur le développement d'une culture bactérienne spécifique (aérobie ou anaérobie), qui pour croître, va assimiler la pollution organique soluble (rendement de 85 à 90 %), les composés azotés et phosphorés par synthèses biologiques, et va les transformer en suspension.

Ce développement s'effectue dans un bassin parfaitement mélangé et oxygéné dans lesquels les eaux usées peuvent séjourner de 4 à 24 heures. Les cultures bactériennes parfaitement structurées et isolées dans la suspension qu'elles génèrent sont séparées de l'eau épurées par décantation (**EMILIAN, K., 2009**).

Chapitre I : Synthèse bibliographique



Figure I.2 Étapes du traitement secondaire. (Ait-Younes, 2012).

4. Traitement tertiaire

C'est un traitement complémentaire permettant d'obtenir une qualité d'effluent traité supérieur à celle obtenue par les procédés biologiques classiques, afin de répondre à deux objectifs :

- L'amélioration des performances sur les paramètres classiques (MES, DB05, DCO).
- L'action spécifique sur les paramètres qui ne sont que peu ou pas touchés par les traitements classiques (EMILIAN, K., 2009).

9. Normes de rejets des eaux usées

La norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser ou une limite inférieure à respecter. Un critère donné est rempli lorsque la norme est respectée pour un paramètre donné. Une norme est fixée par une loi, une directive ou un décret de loi.

9.1. Les normes internationales

Selon l'organisation mondiale de la santé pour les eaux usées sont représentées dans le tableau suivant, (CSHPF, 1995).

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Tableau I.1 : Normes de rejets internationales. (CSHPF, 1995).

Paramètres	Unité	Normes utilisées (OMS)
PH	-	6,5-8,5
DBO5	mg/l	<30
DCO	mg/l	<90
MES	mg/l	<20
NH4	mg/l	<0.5
NO2	mg/l	1
NO3	mg/l	<1
P2O5	mg/l	<2
Température	°C	<30
Couleur	-	Incolore
Odeur	-	Inodore

9.2. Normes Algériennes

Les eaux dégouts (eaux usées) sont caractérisées par d'importants paramètres d'origine physique et la connaissance de l'importance de leur charge polluante. Il est essentiel de se conformer aux normes établies pour protéger l'environnement des contaminants chimiques et bactériologiques qui permettent de déterminer leur contamination ultime avant qu'ils ne soient rejetés dans la nature et ne se détériorent.

Selon le décret présidentiel n° 93-160 du 10 juillet 1993 au Journal officiel du Rour, ils sont acheminés vers une station d'épuration où ils subissent plusieurs étapes de traitement (**BENELMOUAZ, A., 2015**).

La République algérienne, qui régit le rejet des eaux usées liquides, définit les rejets comme des rejets, ruissellements, jets, dépôts directs ou indirects d'eaux usées liquides dans le milieu naturel. La même valeur vient d'être renforcée par le nouveau texte réglementaire. Décret présidentiel n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006. (**Journal officiel de la République algérienne, 2006**). Selon les normes Algériennes les valeurs limites maximales de rejet d'effluents sont regroupées dans le tableau suivant : (**Voir L'annexe B – Tableau I.2**).

Chapitre I : Synthèse bibliographique

10. La réutilisation des eaux usées

La réutilisation des eaux usées est un enjeu politique et socio-économique pour le développement futur des services d'eau potable et d'assainissement à l'échelle mondiale. Elle présente, en effet, l'avantage majeur d'assurer une ressource alternative permettant de limiter les déficits en eau, de mieux préserver les ressources naturelles et de palier aux pénuries d'eau engendrées par les changements climatiques. D'ores et déjà, certains pays, états et grandes métropoles (Australie, Californie, Chypre, Espagne, Floride, Jordanie, Malte, Singapour...) ont des objectifs ambitieux de satisfaire de 10 à 30%, voire jusqu'au 60% de leur demande en eau par la réutilisation des eaux usées épurées.

L'irrigation agricole était, est et restera le plus grand consommateur d'eau recyclée avec de nombreux avantages et bénéfices bien reconnus, notamment la contribution à la sécurité alimentaire.

La réutilisation et le recyclage interne des eaux usées industrielles sont devenus une pratique courante pour beaucoup d'industries, avec de nouvelles tendances comme l'objectif ambitieux de zéro rejet liquide et la réutilisation de l'eau inter-secteur, par exemple l'utilisation des eaux usées urbaines à des fins industrielles.

La réutilisation de l'eau en milieu urbain est caractérisée par un développement rapide en raison de son rôle crucial pour la ville durable du futur. En plus de l'irrigation urbaine d'espaces verts, d'autres applications prennent de l'importance comme les usages industriels (nettoyage, lutte contre les incendies, tours de refroidissement, etc.), le recyclage en immeuble et les usages environnementaux pour le maintien et la restauration des plans d'eau, des rivières et des zones humides.

La recharge de nappe, l'alimentation de réservoirs pour la production indirecte d'eau potable, voire la réutilisation directe d'eau ultra-pure pour accroître l'approvisionnement en eau, ont été mis en œuvre comme une solution durable aux défis des déficits hydriques croissants que certains pays devront affronter dans les 20 prochaines années (**La réutilisation des eaux usées, SuezMemento degremont**).

Chapitre II : Présentation de la STEP

II. Présentation de la STEP de Beni-Messous

1. Situation géographique

La station d'épuration des eaux usées de Beni-Messous est localisée dans la commune d'Ain Benian (Wilaya d'Alger).

Cette commune fait partie de la daïra de Chéraga, elle est limitée :

- Au Nord, par la mer méditerranée.
- Au Sud, par la commune de Chéraga.
- À l'Ouest, par la commune de Staouali.
- À l'Est, par la commune d'Ain Benian (SAFIDDINE, Z., 2012).

Notre zone d'étude se situe dans la commune d'Ain Benian à 15 km à l'Ouest d'Alger et 7 km au Nord de Chéraga. Elle s'étend sur une superficie de 1326.5 ha (DJEMIL, W., et al, 2016).

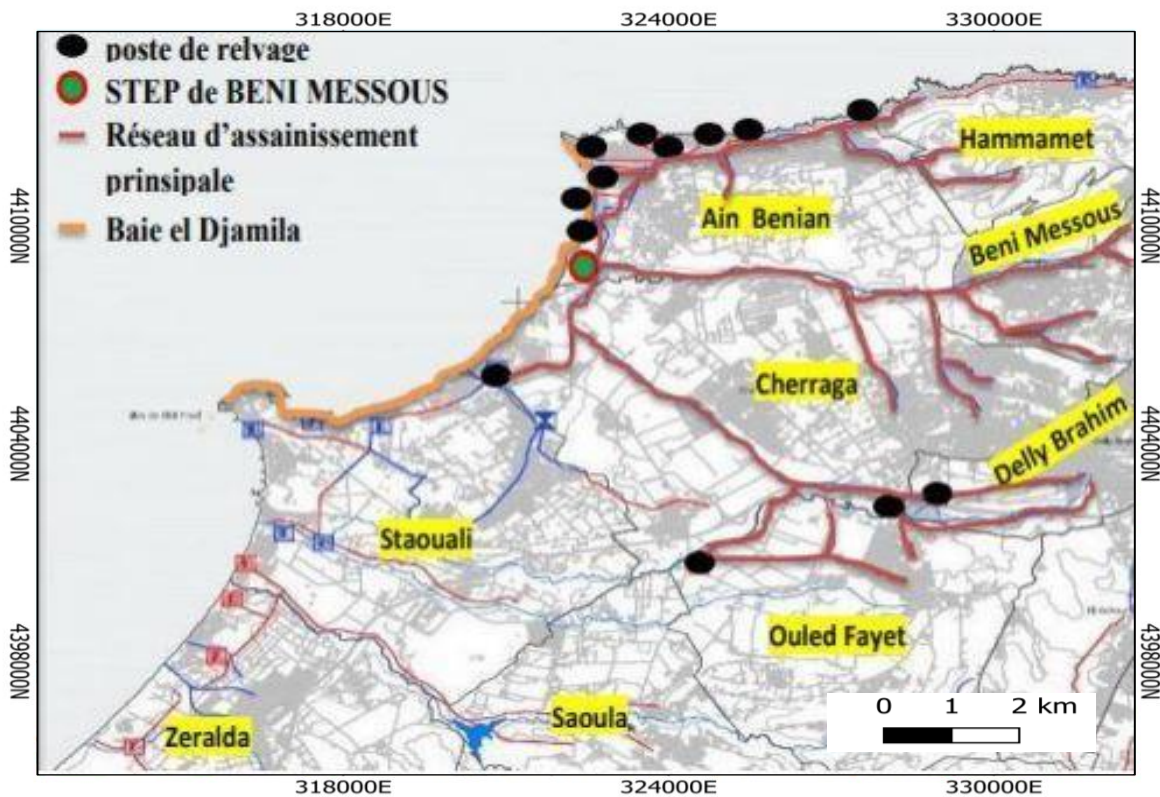


Figure II.3 Localisation géographique de la STEP de Béni-Messous (MOULAI LAKHDAR, S., 2020).

Chapitre II : Présentation de la STEP

2. Situation climatologique de la zone

2.1. Température de l'air

La température est un paramètre d'importance capitale pour le bon fonctionnement d'une STEP. Le métabolisme des micro-organismes est ralenti lors des basses températures. Par ailleurs, des dysfonctionnements apparaissent lorsque la température de l'air excède les 35°C. La température minimale moyenne est de 11,9 °C (ACHOURI, F., 2007).

2.2. Insolation

L'effet du soleil est indispensable à la photosynthèse réalisée par les algues. Il influence fortement la température de l'eau ainsi que l'évaporation. Néanmoins, l'ensoleillement n'entre pas directement dans les calculs de dimensionnement des bassins. Il est traduit par l'effet de la température (ACHOURI, F., 2007)

2.3. Évaporation

L'évaporation est une donnée très importante qui est en relation directe avec la profondeur des bassins de décantation. Si l'évaporation est supérieure à 5 mm par jour, la concentration des matières dissoutes augmente considérablement et peut affecter le processus d'épuration. L'évaporation moyenne de la région est de 3 mm par jour (ACHOURI, F., 2007).

2.4. Vents

Le vent est un facteur important, car il favorise le brassage, mais il est aussi un vecteur de nuisances olfactives et son action érosive n'en est pas moindre. Il est donc indispensable de connaître la direction et l'intensité des vents pour prévoir des dispositifs de protection. Les directions dominantes du vent par rapport à la station sont le Nord, le Nord-est, l'Ouest et le Sud – Ouest. (ACHOURI, F., 2007).

3. STEP de Béni Messous

La station d'épuration des eaux usées de Béni Messous est administrativement localisée dans la Daïra d'Ain Benian (Wilaya d'Alger) et a été mise en service en 2008. Celle-ci est une station à boues activées à moyenne charge avec une capacité épuratoire de 250 000 Eq. Hab, pour un débit moyen théorique de 50.400 m³/j. Une extension a été faite pour doubler sa capacité de traitement et compléter le traitement tertiaire à partir de 2016 (avec une capacité épuratoire de 500 000 Eq. Hab, pour un débit moyen théorique de 100.800 (m³/j).

Chapitre II : Présentation de la STEP

Deux extensions ultérieures sont prévues, portant la capacité totale de la STEP de Béni Messous à 810.000 Eq. Hab à l'horizon 2025. Cette station a reçu en moyenne 33.400 m³/j en 2013, et produit 8.800 tonnes de boues à 22.9 % de siccité. Les performances de traitement permettent de garantir une conformité du rejet de 100% sur 2013 et un rendement d'élimination de la pollution de 95%. La station d'épuration de Béni Messous est alimentée par quatre sous bassins versants : Ain Benian, Oued Béni Messous, Staouali et Ouled Fayet. (OULEBSIR, R., 2020).



Figure II.4 Vue d'ensemble des ouvrages de la STEP de Béni Messous par Satellite (OULEBSIR, R., 2020).

- **Filière d'eau**

1. Déversoir d'orage / Dégrillage.
2. Dessableur / déshuileur.
3. Décanteur primaire : 4 décanteurs primaires.
4. Bassin d'aération : 4 bassins avec aérateurs de surface (Turbines).

- **Filière boues**

5. Clarificateur : 4 Clarificateurs.

Chapitre II : Présentation de la STEP

6. Déshydratation : 3 Filtres à bandes.
7. Stabilisation : 4 bassins de stabilisation des boues.
8. Épaississeur : 4 épaisseurs hydrostatiques.

- **Traitement de l'odeur**

9. Bio filtres.

- **Désinfection**

10. Filtration sur sable et traitement UV. (OULEBSIR, R., 2020).

4. Caractéristiques techniques

Les caractéristiques de charges et de débits de la STEP sont résumées dans les tableaux suivants :

Tableau II.3 : Caractéristiques techniques de la station de Béni Messous (**Notice de Fonctionnement et d'exploitation de la station d'épuration de Beni Messous mise**).

Paramètres	Entrée
Débit nominal (m ³ /j)	100 800
400 Débit moyen horaire (m ³ /h)	4 200
Débit de pointe de temps sec (m ³ /h)	5 500
Débit de pointe de temps de pluie (m ³ /h)	7 500

Tableau II.4 : concentrations admissibles des paramètres de pollution (OULEBSIR, R., 2020).

Paramètres	Entrée		Sortie secondaire		Sortie tertiaire	
	Concentration (mg/L)	Flux (T/j)	Concentration (mg/L)	Flux (T/j)	Concentration (mg/L)	Flux (T/j)
MES	297	30	30	3	05	0.05
DBO5	248	25	30	03	20	2
DCO	496	50	120	12.1	100	10

Chapitre II : Présentation de la STEP

Les communes concernées par le traitement sont : Ain Benian, Chéraga, Béni Messous, Ouled Fayet, Delly Brahim et Bouzaréah. Le taux de contribution de ces communes au débit traité par la station est présenté dans le tableau qui suit. (DAGHAR, A., et al, 2007).

Tableau II.5 : Communes concernées par le traitement et le taux de contribution dans le débit traité (DAGHAR, A., et al, 2007).

Commune	Nature du réseau	Taux de contribution au débit traité
Béni Messous	Unitaire	100%
Chéraga	Unitaire	80%
Delly Brahim	Unitaire	80%
Bouzaréah	Unitaire	40%
Ain Benian	Unitaire	
STAOUALI	Unitaire	

5. Filières de traitement

Le traitement des eaux usées se fait dans des stations d'épuration suivant ces différentes étapes :

5.1. Filière eau

i. Prétraitement

Le but du prétraitement est la séparation des matières grossières et des éléments qui pourraient gêner et nuire les procédés du traitement ultérieurs et ceci avec des opérations mécaniques et physiques qui sont : le dégrillage, le dessablage et le dégraissage.

a. Dégrillage

- **Dégrillage grossier**

Les dégrilleurs assurent la protection des équipements électromécaniques et réduisent les risques de colmatage des conduites mises en place dans la station. Il se caractérise par le dimensionnement suivant : largeur de 1m, angle d'inclinaison de 75° et espacement de 40 mm entre les barreaux (OULD-MAHAMED, C., et IKHLEF, N., 2013). Les sous-produits sont récupérés et acheminés vers une benne, par la suite, ils seront jetés en décharge publique.

Chapitre II : Présentation de la STEP

- **Dégrillage fin**

Il a pour objectif de débarrasser les eaux brutes des déchets solides de taille fine, qui seront compactés et jetés dans une benne de 5 m³. Il comprend deux canaux d'un mètre de largeur, équipés d'une grille inclinée de 75° avec espacement de 15 mm (DAGHAR, A., et SISALEH, M., 2006).



Figure II.5 Dégrilleur fin (KENNICHE, D., et BOUKHARI, I).

- b. **Le Dessablage-Déshuilage**

Cet ouvrage de 2,4 m de largeur et de 30 m de longueur permet de récupérer à la fois les sables, qui se déposent au fond du fait que la vitesse est inférieure à 0.3 m/s, et les graisses par flottation naturelle accélérée par injection de fines bulles. Ces dernières sont récupérées, respectivement, par un classificateur à sable et un pont racleur. À partir de ce processus, des eaux troubles sont générées (DAGHAR, A., et SISALEH, M., 2006).



Figure II.6 : Dessablage-Déshuilage (KENNICHE, D., et BOUKHARI, I).

Chapitre II : Présentation de la STEP

ii. Traitement Primaire

Permet d'éliminer les matières en suspension décantables en deux heures. Ce traitement élimine parfaitement le phosphore et une partie de la pollution organique (**REJSEK, F., 2002**). Les effluents prétraités sont répartis sur deux décanteurs primaires cylindro-conique de caractéristiques suivantes : diamètre de 29m, hauteur cylindrique de 3,4 m, volume de 2223 m³ et surface unitaire de 660 m². Les boues primaires, issues de la sédimentation des matières décantables, sont récupérées périodiquement et envoyées vers l'étape d'épaississement (**OULD-MAHAMED, C., et IKHLEF, N., 2013**).



Figure II.7 Décanteur Primaire (**KENNICHE, D., et BOUKHARI, I**).

iii. Le traitement Biologique secondaire

❖ Bassin d'aération

Les eaux décantées sont mises en contact avec une culture biologique appelé « < boues activées », riche en micro-organismes qui vont assurer l'élimination de la pollution biodégradable présente, ainsi qu'une partie des composés contenus dans l'eau décantée (azote, phosphore, etc....) (**OULD-MAHAMED, C., et IKHLEF, N., 2013**). Une teneur de 1 à 3 mg/l d'oxygène dissous devrait être maintenue dans le système d'aération pour assurer le métabolisme microbien. Cet étage de traitement comporte deux bassins d'aération d'une longueur de 55.5 m selon le plan d'eau, 18.5 m de largeur, une hauteur d'eau de 4.58 m et un volume unitaire de 4700 m³. (**DAGHAR, A., et SISALEH, M., 2006**).

Chapitre II : Présentation de la STEP



Figure II.8 Bassin d'aération en fonctionnement (**Notice de Fonctionnement et d'exploitation de la station d'épuration de Beni Messous mise à jour 2021**).

❖ **Décantation secondaire ou clarification**

La clarification consiste à séparer par simple décantation l'eau épurée des boues activées. L'eau épurée est rejetée en milieu naturel, alors que les boues biologiques décantées sont pompées vers l'épaississeur pour subir un traitement. Une partie des boues (en excès) est recirculée rapidement, en tête du bassin d'aération, pour les mettre de nouveau en contact avec la pollution, afin de maintenir la charge massique (**OULD-MAHAMED, C., et IKHLEF, N., 2013**). Les deux clarificateurs se caractérisent par un diamètre de 55 m, d'une hauteur cylindrique de 3.95 m, d'un volume de 9384 m³ (**DAGHAR, A., et SISALEH, M., 2006**).



Figure II.9 : Décanteur secondaire ou clarificateur (**KENNICHE, D., et BOUKHARI, I.**).

Chapitre II : Présentation de la STEP

iv. Traitement tertiaire

❖ Filtre à sable

L'eau ayant subi préalablement les étapes de prétraitement mécanique, du traitement biologique et de décantation, subissent une filtration dans les filtres à sable.

Afin de régénérer la capacité de filtration des filtres, les MES piégées dans le lit filtrant doivent être évacuées régulièrement par le système de lavage. Ceci est obligatoire lorsque la perte de charge à travers du lit filtrant atteint un seuil maximal.

Pour un débit donné, à l'encrassement du filtre ne permet plus au système de régulation de maintenir le niveau de fonctionnement.

Le système de lavage du lit filtrant se fait principalement par l'air seul pendant environ deux minutes, agitation à l'air et à l'eau pendant environ trois minutes et rinçage à l'eau pendant environ six minutes. (**Notice de Fonctionnement et d'exploitation de la station d'épuration de Beni Messous mise à jour 2021**).



Figure II.10 Batterie filtrante en mode filtration (**Notice de Fonctionnement et d'exploitation de la station d'épuration de Beni Messous mise à jour 2021**).

❖ La Désinfection par Rayonnement Ultraviolet

Les eaux filtrées sont dirigées gravitairement vers deux canaux en parallèle l'un avec l'autre qui sont équipés d'un système de désinfection par rayonnement UV.

Le rayonnement UV provoque des lésions sur l'ADN et ARN des bactéries et des virus, ce qui entraîne leur inactivation. (**Notice de Fonctionnement et d'exploitation de la station d'épuration de Beni Messous mise à jour 2021**).

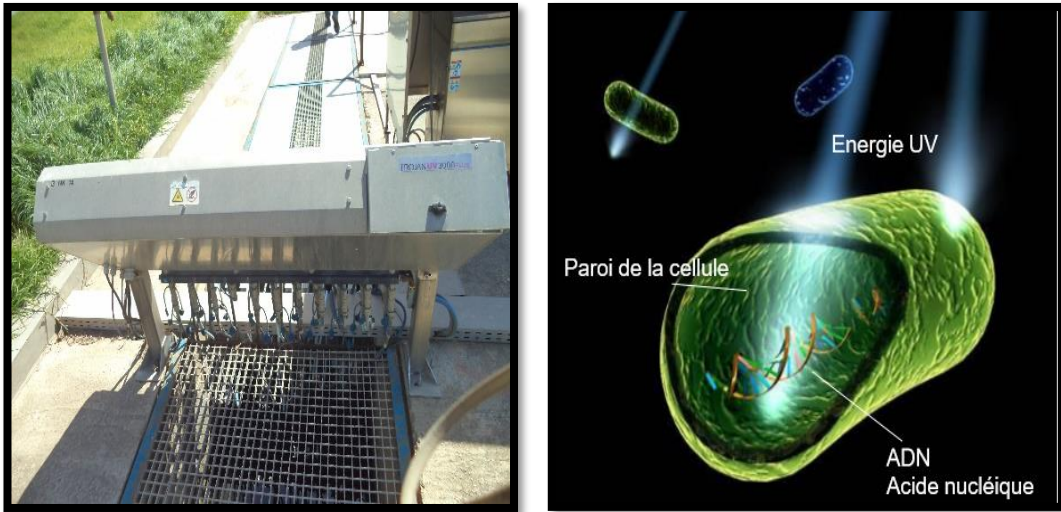


Figure II.11 Canaux de désinfection. Et, Effet bactéricide par rayonnement UV (Notice de Fonctionnement et d'exploitation de la station d'épuration de Beni Messous mise à jour 2021).

5.2. Filière boue

i. Épaississement des boues

L'objectif de l'épaississement des boues est la réduction du volume des boues par augmentation gravitaire de la concentration. Pour une bonne efficacité, ces ouvrages doivent être alimentés en continu et le plus régulièrement possible.

La concentration en boue de l'alimentation doit être inférieure à 10g/L afin d'obtenir une séparation rapide de l'eau et de la boue et de disposer d'un temps suffisant long pour la phase d'épaississement.

L'épaississeur est alimenté avec des boues mixtes (primaires et biologiques)

L'alimentation d'un épaississeur doit respecter un flux massique qui est compris entre 45 et 75 kg MES/m²/jour (données guides) 45 pour les boues primaires et 75 pour les boues biologiques.

Les concentrations des boues épaissies seront comprises entre 35 et 45g/L.

Le temps de séjour conseillé des boues épaissies dans l'ouvrage est de 24 h. (Notice de Fonctionnement et d'exploitation de la station d'épuration de Beni Messous mise à jour 2021).



Figure II.12 : Épaissement des boues (Notice de Fonctionnement et d'exploitation de la station d'épuration de Beni Messous mise à jour 2021).

ii. Stabilisation aérobie des boues

La stabilisation aérobie est un procédé de réduction de la matière organique par aération prolongée.

Les bassins de stabilisation doivent être alimentés le plus régulièrement possible avec les boues épaissies à 40g/L.

Les temps d'aération des turbines doivent être calés en fonction des besoins. A minima, le temps de marche d'un aérateur ne doit pas être inférieur à 14 heures.

Une gestion automatique de l'aération par les sondes à oxygène est possible néanmoins un pilotage optimiser en cadence durée est mis en place.

La fluctuation du niveau dans les bassins doit être faible, 3 cm maximum, pour ne pas altérer le fonctionnement des aérateurs, ce qui signifie, que l'évacuation des boues stabilisées vers la bache de stockage doit se faire très régulièrement. **(Notice de Fonctionnement et d'exploitation de la station d'épuration de Beni Messous mise à jour 2021).**

Chapitre II : Présentation de la STEP



Figure II.13 : Aérateur de surface (Notice de Fonctionnement et d'exploitation de la station d'épuration de Beni Messous mise à jour 2021).

iii. Bassin de stockage des boues stabilisées

Le remplissage de la bache de stockage en amont de la déshydratation. Peut se faire soit par bachee, soit en continu au moyen des déversoirs mobiles de chacun des bassins de stabilisation, pour garantir une continuité de l'alimentation des filtres à bandes.

Un brassage suffisant grâce à deux agitateurs est effectué pour éviter toute décantation de la boue dans la bache de stockage en amont de la déshydratation.

Cet ouvrage doit impérativement être vide en fin de semaine, pour le temps du week-end, afin d'assurer la continuité d'extractions de la boue produite et ne pas avoir à stocker dans les ouvrages amonts. (Notice de Fonctionnement et d'exploitation de la station d'épuration de Beni Messous mise à jour 2021).



Figure II.14 Alimentation de la bache des boues stabilisée Par un déversoir mobile (Notice de Fonctionnement et d'exploitation de la station d'épuration de Beni Messous mise à jour 2021).



Figure II.15 : Bâche des boues stabilisées (Notice de Fonctionnement et d'exploitation de la station d'épuration de Beni Messous mise à jour 2021).

iv. Déshydratation mécanique des boues

Les boues épaissies sont déposées sur la toile inférieure du filtre, réparties sur la largeur de toile, avant d'être pressées au moyen d'une toile supérieure. Un cheminement, guidé par une succession de rouleaux va permettre des effets de cisaillement de la boue pour une meilleure élimination de l'eau interstitielle.

À la sortie du filtre, les toiles se séparent et le gâteau formé doit se détacher librement pour être évacué par une vis convoyeuse.

Les toiles doivent être nettoyées en continu par des jets à haute pression afin de décolmater les particules de boues dans les interstices des toiles (Notice de Fonctionnement et d'exploitation de la station d'épuration de Beni Messous mise à jour 2021).



Figure II.16 : Répartition de la boue sur la toile et le Raclage finale de la boue (Notice de Fonctionnement et d'exploitation de la station d'épuration de Beni Messous mise à jour 2021).

Chapitre III : Matériels et méthodes

III. Matériels et méthodes

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

1. Prélèvement des échantillons

Au cours de notre étude, échantillonnage a été effectué par un système échantillonnage automatique place à l'entrée (prétraitement) et à la sortie de la station (après traitement).

1.1. Mode de fonctionnement de l'échantillonneur

L'échantillonneur est constitué de :

- Il prélevait les échantillons d'eau brute ou d'eau épurée toutes les 12 minutes.
- Chaque prélèvement automatique consiste en 100 ml.
- Les prélèvements sont effectués pendant 24 heures afin de constituer un échantillon moyen de 12 litres.



Figure III.17 : Préleveur automatique. (Notice de Fonctionnement et d'exploitation de la station d'épuration de Beni Messous mise à jour 2021).

2. Les analyses physico-chimiques

2.1. La température

▪ Principe

La température est un paramètre physique de l'eau jouant un grand rôle dans la solubilité des gaz dans l'eau et sur la vitesse des réactions chimiques et biochimiques. (SAADI, M., LAHMAR, FARES, A., 2018).

▪ Mode opératoire

La température a été mesurée à l'aide d'un appareil multifonctionnel (**Annexe A-Figure III.01**). En plongeant l'électrode à environ 15 cm de profondeur pendant 10 minutes et on prend la valeur affichée, le résultat est exprimé en degré Celsius (°C).

2.2. Mesure du pH

▪ Principe

Le PH est un paramètre Qui nous permet de mesurer l'acidité, l'alcalinité ou la basicité d'une eau (AMINOT, A., et CHAUSSEPIED, M., 1983).

Et, Selon (RODIER, J., et AL, 2009) C'est la différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence plongeant de même solution. Le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions H^+ .

▪ Mode opératoire

La mesure du pH est déterminée par un pH mètre du modèle **WTW pH 330i** (**Annexe A-Figure III.02**) on introduit directement l'électrode dans l'échantillon. La lecture se fait Après une période de stabilisation de quelques minutes, la valeur du pH a été relevée à partir de l'affichage du pH-mètre.

2.3. La Conductivité

▪ Principe

La conductivité électrique d'une eau traduit l'aptitude que possède celle-ci à laisser passer le courant électrique (DEGREMONT., 2005).

▪ Mode opératoire

La conductivité est mesurée avec un appareil multifonctionnel (**Annexe A-Figure III.01**), en Plongez l'électrode de conductivité de l'appareil multifonctionnel dans l'échantillon, en vous assurant qu'elle est complètement immergée. Attendez que la lecture de la conductivité se stabilise et enregistrez la valeur affichée sur l'appareil.

2.4. La matière en suspension

▪ Principe

La détermination des matières en suspension dans l'eau est effectuée par filtration sur membrane (**Annexe A-Figure III.03**). Un volume d'échantillon (100 ml) est filtré sur un filtre millipore AP 40 de porosité 0.45 µm. Le poids des matières retenues est déterminé par la pesée différentielle du filtre avant et après passage à l'étuve à 105°C pendant 2 heures (**RODIER, J., et al. 1996**).

2.4.1. Filtration

▪ Mode opératoire

Le protocole permettant de réaliser la filtration est le suivant :

- Mettre le filtre en fibre de verre traité auparavant, dans une coupelle en aluminium et peser avec une balance, de 10g de précision et noter le poids (P) (**Annexe A-Figure III.04**).
- Placer le filtre sur la rampe de filtration.
- Bien agiter l'échantillon.
- Verser 100 ml de l'échantillon (bien agité) sur le filtre et appliquer le vide.
- Une fois l'eau est filtrée, rincer les parois de l'appareil avec l'eau distillée.
- Récupérer le filtre après la filtration et le placer dans sa coupelle respective (**Annexe A-Figure III.05**), puis le placer dans une étuve à 105°C pendant deux heures pour enlever l'excès d'eau.

Peser de nouveau la coupelle, après séchage, puis noter son poids P₂.

▪ Calcule

Les résultats sont exprimés en mg/l et calculés comme suit :

$$P = \left(\frac{p_2 - p_1}{v} \right)$$

P : teneur en matière en suspension en milligramme par litre,

V : volume, en litre, de la prise d'essai,

P₁ : masse, en milligramme, du filtre vide,

P₂ : masse, en milligramme, du filtre après filtration et séchage à 105 °C. (**ISO 11923 :1997(F)**)

2.5. Demande chimique en oxygène (DCO)

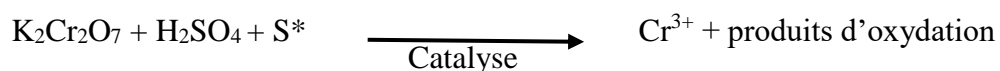
▪ Principe

La DCO permet d'apprécier la concentration en matières organiques ou minérales, dissoutes ou en suspension dans l'eau, au travers de la quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale. Ainsi, par la mesure de la DCO, on pourra évaluer la charge polluante d'une eau usée en matières organiques avant et après un traitement physique, chimique ou biologique afin de contrôler le fonctionnement d'une STEP et l'activité des microorganismes.

Dans des conditions opératoires bien définies, certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées, sous reflux durant 120 minutes à la température d'ébullition (150 °C), par le dichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) en milieu acide (H_2SO_4) et en présence des sulfates d'argent ($AgSO_4$) comme catalyseur. Un agent masquant, les sulfates de mercure ($HgSO_4$), permet d'éviter l'interférence éventuelle des chlorures. L'excès de dichromate introduit est dosé par un réducteur, le sel de Mohr ($(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$), on peut ainsi remonter à la quantité de dichromate consommé par les matières oxydables. Une à deux gouttes de l'indicateur Féroïen permet de détecter la fin du dosage.

Les réactions peuvent être schématisées comme suit :

- ❖ Oxydation des substances (S^*) présentes dans l'eau :



- ❖ Intervention d'un agent masquant

Pour éviter l'oxydation des ions chlorures en chlore, on utilise le sulfate de mercure (II) qui complexe les ions Cl^- :



- ❖ Réaction de dosage



Chapitre III : Matériels et méthodes

▪ Mode opératoire

- Transférer 10 ml de l'échantillon dans le tube de l'appareil à reflux.
- Ajouter 5 ml de la solution de dichromate de potassium de concentration 0,04 mol/l.
- Ajouter, lentement et avec précaution, 15 ml d'acide sulfurique-sulfate d'argent en agitant soigneusement le contenu.
- Relier le réfrigérant aux tubes de l'appareil à reflux.
- Mettre les tubes dans l'appareil à reflux (**Annexe A-Figure III.06**), pendant 2 h 00, la température du mélange réactionnel doit être de 150°C.
- Rincer le réfrigérant avec un petit volume d'eau distillée. Enlever alors le réfrigérant et compléter le contenu à 75 ml avec de l'eau distillée.
- Rajouter de 2 ou 3 gouttes de l'indicateur coloré (féroïen).
- Titrer l'excès de dichromate de ce contenu avec le sulfate de fer II et d'ammonium $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ de concentration 0,12 mol/l. (**Annexe A-Figure III.07**).

▪ Calcule :

On note le point de virage le changement brusque de couleur du bleu-vert au rouge-brun, même si le bleu-vert réapparaît au bout de quelques minutes.

$$\text{DCO} = \frac{8000 \times C \times (V_2 - V_1)}{V_0}$$

C : Concentration de sulfate de fer II et d'ammonium exprimé en mol/l (environ 0,12 moles/l).

V_0 : Volume en millilitres de la prise d'essai,

V_2 : Volume en millilitres de la solution de sulfate de fer et d'ammonium utilisé pour l'essai à blanc

V_1 : Volume en millilitres de la solution de sulfate de fer et d'ammonium utilisé pour la détermination de l'échantillon.

8000 : $\frac{1}{2}$ masse molaire de l'oxygène par litre.

Chapitre III : Matériels et méthodes

Les résultats sont exprimés en milligramme d'oxygène par litre.

2.6. Demande biologique en oxygène (DBO₅)

▪ Principe

La détermination de la DBO₅ consiste à mesurer la consommation d'oxygène par voie biologique à température constante de 20°C, pendant un temps limité, par convention à cinq jours. (RODIER, J., 2005).

▪ Mode opératoire

- Préparer un échantillon de l'eau brute de 150 ml et de l'eau épurée de 420 ml.
- Transférer l'échantillon préparé de l'éprouvette dans une bouteille BODTrak.
- Mettez un agitateur BODTrak dans la bouteille.
- Placer la cupule contenant environ 0,4 g d'Hydroxyde de Lithium dans le goulot de chaque flacon.
- Placer les flacons sur l'appareil BODTrak (Annexe A-Figure III.08), Mettre en marche l'appareil.

2.7. Rapport de biodégradabilité DCO/DBO₅

Le rapport DCO/DBO, a une importance pour la définition de la chaîne d'épuration d'un effluent. En effet, une valeur faible du rapport DCO/DBO, implique la présence d'une grande proportion de matières biodégradables et permet d'envisager un traitement biologique, Inversement, une valeur importante de ce rapport indique qu'une grande partie de la matière organique n'est pas biodégradable et, dans ce cas, il est préférable d'envisager un traitement physico-chimique (BENALLAOUA, S., 2013).

Chapitre IV : Résultat et discussion

IV. Résultats d'analyses physico-chimiques

1. La température (T °C)

La température influe fortement sur la cinétique des processus biologiques, puisqu'elle traduit la plus ou moins grande agitation des molécules (EDELIN, J. M. 1997). À titre d'exemple, une diminution de la température de l'eau entraîne une augmentation de sa viscosité, ce qui explique les difficultés de décantation des floes de BOUES (DESJARDINS, 1990).

Tableau IV.6 : Valeurs de T °C à l'entrée et sortie.

T °C	Février	Mars	Avril	Mai
Eau brute	10,8	11	12,1	13,1
Eau épurée	9,02	11,19	12,43	14,5

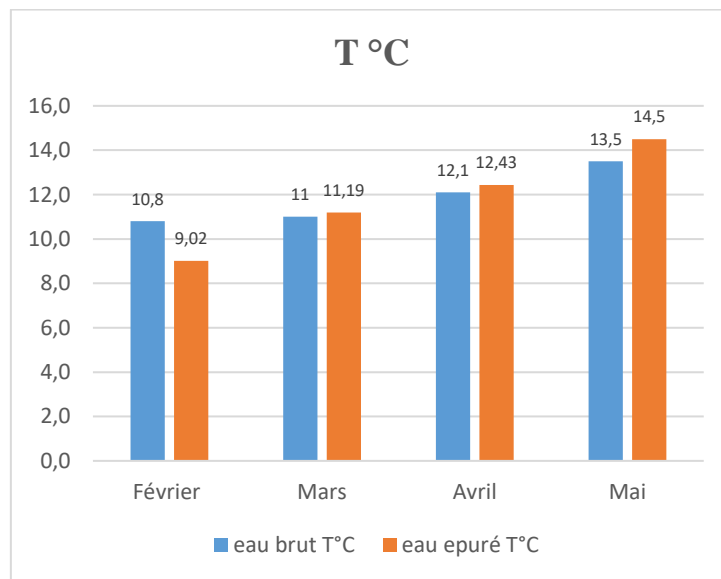


Figure IV.18 : Variations moyennes mensuelles de la température de l'eau usée brute et épurée de la STEP de Beni Messous.

La représentation graphique des valeurs de température des eaux entrantes et sortantes de la STEP Beni Messous (Figure IV.18) varient entre [10.8 °C et 13.5 °C] dans les eaux brutes et entre [9.09 °C et 14.5 °C] dans les eaux épurées, cette température est due en raison de la température ambiante, des sources d'eau d'entrée, des processus de traitement et de la régulation thermique appliquée dans la station.

Ces valeurs sont bien et restent toujours dans les normes de l'OMS et la réglementation algérienne (<30°C).

Chapitre IV : Résultat et discussion

2. Le potentiel Hydrogène (PH)

Le pH est un paramètre indispensable pour la vitalité de la masse bactérienne dans le bassin biologique et qui doit être proche de la neutralité (6,5 à 8,5) pour la bonne dégradation des matières polluantes des eaux usées (ONA., 2009).

Pour avoir une idée sur le pH des eaux brutes et traitées pendant la période de notre étude, nous avons suivi la variation moyenne mensuelle du pH (Figure IV.19)

Tableau IV.7 : Valeurs de PH à l'entrée et sortie.

Ph	Février	Mars	Avril	Mai
Eau brute	7,53	7,65	7,01	7,56
Eau épurée	7,64	7,59	7,61	7,75

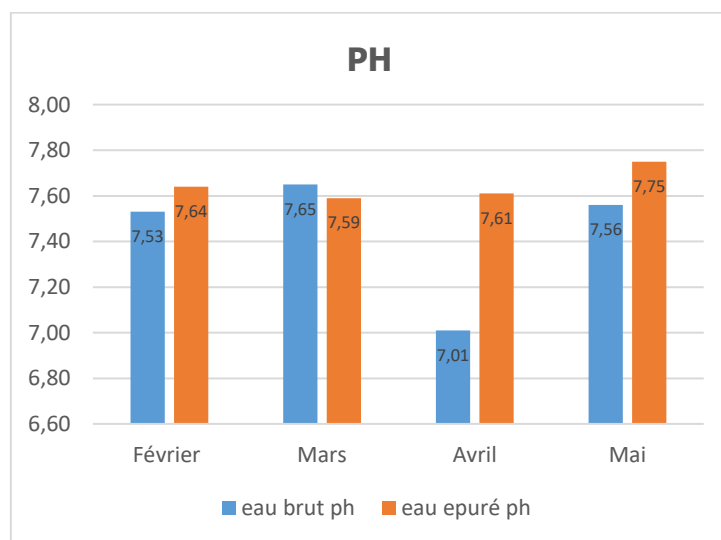


Figure IV.19 : Variations moyennes mensuelles de pH de l'eau usée brute et épurée de la STEP de Beni Messous.

La représentation graphique des valeurs du PH des eaux entrantes et sortantes de la STEP de Beni Messous (Figure IV.19) varie au cours des mois entre [7.59 et 7.75] dans les eaux épurées et entre [7.01 et 7.65] dans les eaux brutes. Cette variation est attribuée à la composition chimique des eaux, aux activités humaines qui peuvent affecter le pH de manière saisonnière. Ces valeurs se trouvent dans la gamme de [6.5 à 8.5], Alors On peut conclure que le pH ne perturbe pas le traitement biologique dans la STEP de Beni Messous puisque ses valeurs sont favorables pour l'activité bactérienne dans le bassin biologique.

Chapitre IV : Résultat et discussion

3. Conductivité électrique (CE)

Indique précise sur la teneur eu sels dessous (salinité de l'eau), la conductivité nous a permis d'évaluer la minéralisation globale de l'eau. Sa mesure est utile, car au de la valeur limite de la salinité correspondant à une conductivité de 2500(us/cm), la prolifération de microorganisme peut être réduite D'où une baisse de rendement épuratoire. (CARDOT, C., 1999).

La mesure de la conductivité permet 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. La conductivité est généralement mesurée en microsiemens par cm ($\mu\text{s/cm}$).

Tableau IV.8 : Valeurs de CE à l'entrée et sortie.

CE (us/cm)	Février	Mars	Avril	Mai
Eau brute	1580	1564	1678	1525
Eau épurée	1549	1494	1519	1529

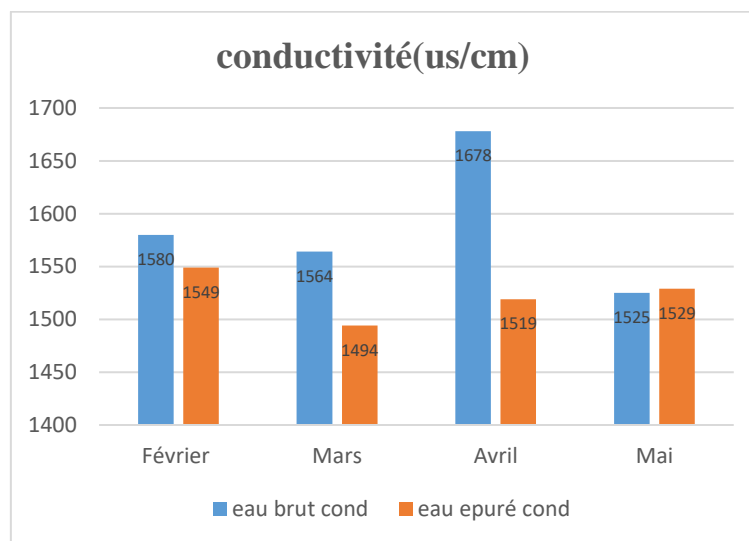


Figure IV.20 : Variations moyennes mensuelles de la conductivité électrique de l'eau usée brute et épurée de la STEP de Beni Messous.

Les valeurs de conductivité électrique varient entre **1525** $\mu\text{s/cm}$ et **1678** $\mu\text{s/cm}$ pour l'eau brute et entre **1494** $\mu\text{s/cm}$ et **1549** $\mu\text{s/cm}$ pour l'eau épurée. Ces variations dues à cause de la salinité, à la présence de solides dissous dans la station d'épuration.

Chapitre IV : Résultat et discussion

Selon les directives de la FAO (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture) (AYERS, R.S., et WESTCOT, D-W., 1994), les eaux épurées de la STEP de Beni Messous se trouvent dans la gamme de [700 et 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$], donc ces eaux ont une restriction légère à moyenne pour l'irrigation.

4. Les Matières En Suspension (MES)

La pollution particulaire peut être de nature organique ou de nature minérale (sable ou argile). Son rejet dans le milieu naturel réduit la limpidité de ce milieu, limitant la vie des organismes photosynthétique et entraînant des dépôts et créer un engorgement du cours d'eau.

Durant la période de notre étude, la **figure IV.21** illustre les variations des concentrations des moyennes mensuelles de la MES à l'entrée et à la sortie de la STEP de Beni Messous.

Tableau IV.9 : Valeurs de MES à l'entrée et sortie.

MES (mg/l)	Février	Mars	Avril	Mai
Eau brute	263	249	243	270
Eau épurée	11,1	36,1	19,6	14,7
Rendement %	96,00	89,00	91,00	96,00

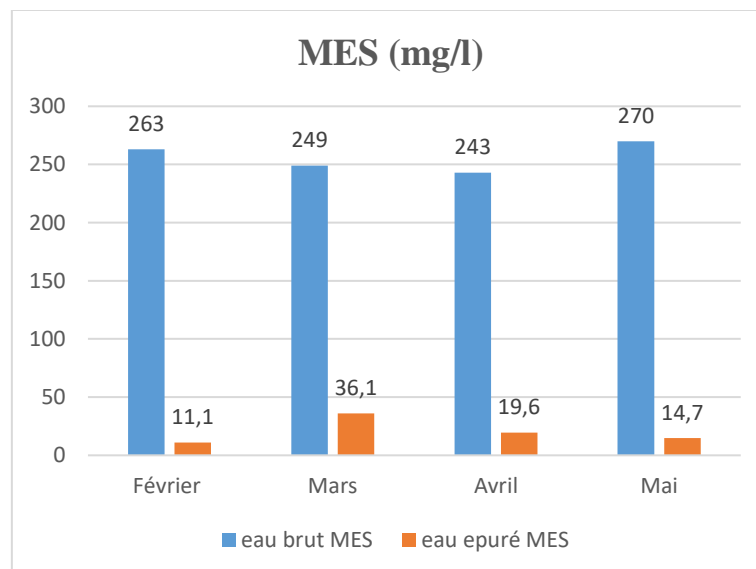


Figure IV.21 : Variations des concentrations moyennes mensuelles des matières en suspension de l'eau usée brute et épurée dans la STEP de Beni Messous.

Chapitre IV : Résultat et discussion

Nous constatons que les concentrations sont entre **243 mg/l** et **270 mg /l**. Ces valeurs indiquent une concentration assez élevée en charge polluante exprimée en MES à l'entrée de STEP de Beni Messous. Ces valeurs n'ont toutefois pas dépassé la charge polluante prise en compte par la station (**297 mg/l**).

Concernant l'effluent traité, les valeurs enregistrées en MES sont largement inférieures à celles de l'eau brute et elles sont entre **11.1 mg /l** au mois de février et **36.1 mg /l** à mars. La variation de ces valeurs est due à la qualité de l'eau d'entrée, à l'efficacité de la clarification et de la filtration, ainsi qu'à la réduction des particules solides pendant le traitement.

Le pourcentage d'abattement en MES représentées sur le **tableau IV.09** indique un rendement variant entre **89 % à 96 %** et ceci traduit l'efficacité des clarificateurs et la bonne aptitude des boues à la décantation. Cependant, et malgré ces bons rendements d'élimination, les concentrations de MES dans les eaux épurées à la sortie de la station dépassent la norme admise (**30 mg/l**) pendant le mois Mars (**36.1 mg/l**).

Donc, on constate que le rejet est typiquement urbain.

5. Demande chimique en oxygène (DCO)

Dans les conditions expérimentales définies par la méthodologie, la DCO correspond à la teneur de l'ensemble des matières organiques, que celles-ci aient un caractère biodégradable ou non. Elle s'exprime par la quantité d'oxygène fournie par le dichromate de potassium et nécessaire à l'oxydation des substances organiques (protéines, glucides, lipides, etc.) présentes dans les eaux résiduaires.

Tableau IV.10 : Valeurs de **DCO** à l'entrée et sortie.

DCO (mg o₂/l)	Février	Mars	Avril	Mai
Eau brute	365	447	383	418
Eau épurée	33	71,5	81,4	23
Rendement %	90	87	79	95

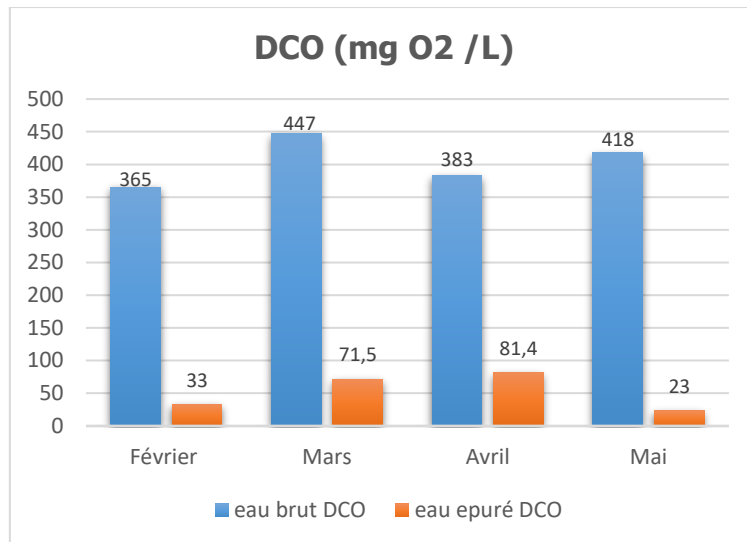


Figure IV.22 : Variations des concentrations moyennes mensuelles de DCO de l'eau usée brute et épurée dans la STEP de Beni Messous.

Nous constatons que les concentrations sont entre **365 mg O₂/l** et **447 mg O₂/l**. Ces valeurs indiquent une concentration assez élevée en charge polluante exprimée en DCO dans les eaux brutes. Ces valeurs n'ont pas dépassé la charge polluante prise en compte par la station de Beni Messous (**496 mgO₂/l**) car pendant le mois d'avril, elles ont atteint seulement **447 mgO₂/l**.

Concernant l'effluent traité, les valeurs enregistrées de la DCO sont inférieures à celles de l'eau brute. Elles varient entre **23 mgO₂/l** et **81.4 mgO₂/l**. ces variations sont attribuées à la présence de matières organiques, aux processus de dégradation chimique lors du traitement.

Ces concentrations résiduelles obtenues après traitement sont inférieures à la norme de rejet fixée par la station **120 mg O₂/l**.

Le pourcentage d'abattement de la DCO représenté sur le **tableau IV.10** indique un rendement variant entre **79% à 95%** et ceci illustre une moyenne réduction de la matière organique biodégradable ou non biodégradable contenue dans les bassins d'aération.

6. La demande biochimique en oxygène (DBO5)

La demande biologique en oxygène est la quantité d'oxygène utilisé par voie biologique pour la dégradation de la matière organique (**RODIER et al, 1996**). Elle est exprimée en mg O₂ /l et est très utilisée pour les contrôles de la pollution et le suivi des effluents urbains (**GUIRANUD, 1998**).

Chapitre IV : Résultat et discussion

Le suivi des teneurs en DBO₅ des eaux usées à l'entrée et à la sortie de la STEP, nous a permis de dresser le **tableau IV.11** et de tracer les graphiques illustrés sur la **figure IV.23** suivantes :

Tableau IV.11 Valeurs de DBO₅ à l'entrée et sortie.

DCO (mg O ₂ /l)	Février	Mars	Avril	Mai
Eau brute	121	221	209	231
Eau épurée	5,7	4	11,5	12
Rendement %	95	97	95	95

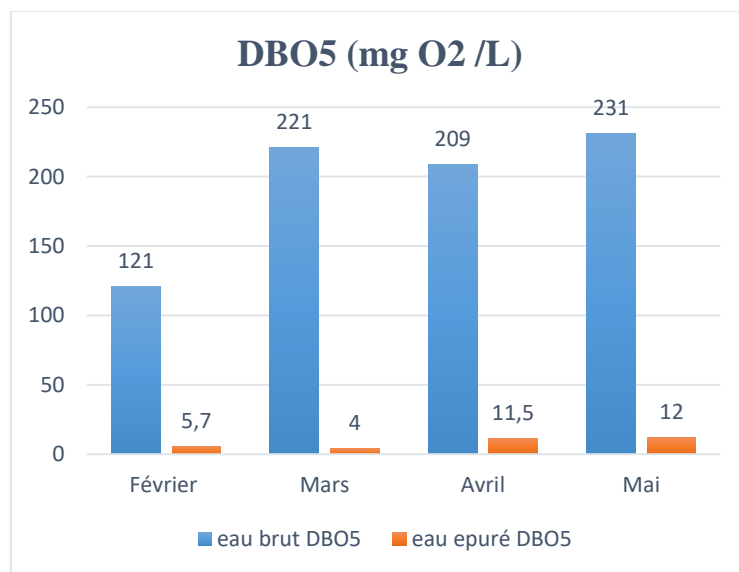


Figure IV.23 : Variations des concentrations moyennes mensuelles de DBO₅ de l'eau usée brute et épurée dans la STEP de Beni Messous.

Nous constatons que les concentrations sont entre **121 mg O₂/l** et **231 mg O₂/l**. Ces valeurs indiquent une concentration assez élevée en charge polluante exprimée en DBO₅ dans les eaux brutes. Ces valeurs n'ont pas dépassé la charge polluante prise en compte par la station de Beni Messous (**248 mgO₂/l**).

Concernant l'effluent traité, les valeurs enregistrées de la DBO₅ sont inférieures à celles de l'eau brute. Elles varient entre **4 mg O₂/l** et **11,5 mg O₂/l**. ces variations est due à la présence de matières organiques biodégradables, aux processus de dégradation biologique lors du traitement, et à l'activité microbienne.

Chapitre IV : Résultat et discussion

Ces concentrations résiduelles obtenues après traitement sont inférieures à la norme de rejet fixée par la station **30 mg O₂/l**.

Le pourcentage d'abattement de la DBO₅ représenté sur le **tableau IV.11** indique un rendement variant entre **95% à 97%** et ceci illustre une moyenne réduction de la matière organique biodégradable ou non biodégradable contenue dans les bassins d'aération.

7. Rapport de Biodégradabilité (DCO / DBO₅)

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé, les micro-organismes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique de l'eau usée urbaine (**METAHRI, 2012**). L'effluent urbain contient dans sa majorité des composés organiques biodégradables. Le rapport DCO/DBO₅ constitue une indication de l'importance des matières polluantes peu ou pas biodégradables (**BLINDA, M., 2007**).

Tableau IV.12 : Valeurs de Rapport de Biodégradabilité.

	Février	Mars	Avril	Mai
Rapport de biodégradabilité	3,007932768	2,197119695	1,35474358	0,864541833

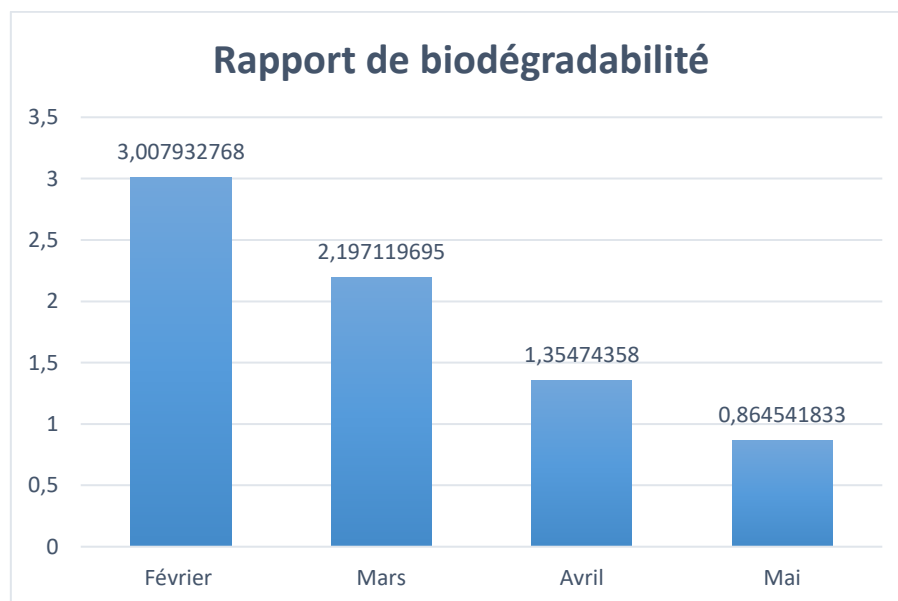


Figure IV.24 : les variations moyennes mensuelles de rapport DCO/DBO₅ de l'eau brute au niveau de la STEP de Beni Messous.

Chapitre IV : Résultat et discussion

Au cours de notre étude, nous avons évalué le rapport DCO/DBO5 et les résultats sont reportés sur la **figure IV.24**. Nous remarquons que l'indice de biodégradabilité k de l'eau brute et varie entre **0.86** au mois de Mai ce qui indique que l'effluent est facilement biodégradable ($K < 2$), et de **3.007** au mois de février ($2 < K < 3$) et ceci indique que les eaux résiduaires arrivant à la station sont biodégradables avec des souches sélectionnées.

Conclusion

Conclusion

Notre étude a porté sur l'efficacité du traitement des effluents urbains à la station d'épuration de Beni Messous. Nous avons constaté que cette station joue un rôle crucial dans le traitement des effluents urbains avant leur rejet dans l'environnement, notamment les plages, et dans la préservation de l'environnement et de la santé publique. En effet, les eaux usées urbaines peuvent contenir différentes sources de pollution qui nécessitent un traitement efficace avant leur rejet dans l'environnement.

Nous avons présenté l'importance de choisir la méthode la plus appropriée en fonction des caractéristiques des eaux usées à traiter, depuis le prétraitement jusqu'à la désinfection finale, en passant par le traitement secondaire et le traitement tertiaire.

Ensuite, nous avons analysé l'efficacité de la station d'épuration de Beni Messous en matière de traitement des eaux usées urbaines. Nous avons examiné les différentes mesures qui sont utilisées pour évaluer cette efficacité, telles que la demande biochimique en oxygène (DBO), la demande chimique en oxygène (DCO), les matières en suspension (MES), etc. Nous avons constaté que les paramètres analysés sont conformes aux normes données par l'OMS et le journal officiel de la République Algérienne, ce qui signifie que la station d'épuration de Beni Messous est efficace dans le traitement des eaux usées. Les méthodes et techniques utilisées sont globalement efficaces pour réduire la charge polluante des effluents urbains. Les procédés de décantation, d'aération, de filtration et de désinfection ont démontré leur capacité à éliminer les matières en suspension et à réduire la charge organique.

En conclusion, l'efficacité du traitement des effluents urbains au niveau de la station d'épuration de Beni Messous est un enjeu majeur pour préserver l'environnement et la santé publique. L'amélioration continue des processus de traitement, associée à une sensibilisation accrue et à des pratiques responsables, est essentielle pour assurer la durabilité et l'efficacité de la gestion des eaux usées dans cette région.

Références Bibliographiques

- **ACHOURI, F. (2007).** Étude des performances épuratoires de la station d'épuration par lagunage naturel de l'oued Béni Messous. Document interne de la station de Béni Messous. Alger.
- **AIT YOUNS, OMAR AZOUZZI, MAROUANE. (2012).** Valorisation des boues de la station d'épuration de la ville de Marrakech. Mémoire de fin d'études : Eau et environnement. Marrakech : Université Cadi Ayyad, Faculté des Sciences et Techniques, Département des Sciences de la Terre, Laboratoire Géo ressources, P.75.
- **ALEM, SL. (2016).** Étude des eaux épurées de la station d'épuration de Beni Messous en vue de leur utilisation agricole. Mémoire d'ingénieur d'état en Hydraulique. Alger.
- **Algéo (Alger Géophysique). (1997).** Étude Géophysique Dans La Plaine De Guelma. Rapport d'activité. Document non publié. Guelma : Algéo.
- **AMINOT, A., KEROUEL, R. (2004).** Hydrologie des écosystèmes marins. Paramètres et analyses. France : Ifremer, P.336.
- **AMINOT, A., GHAUSSPIED, M. (1983).** Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Paris : CNEXO (Centre National pour l'Exploitation des Océans).
- **AYERS, R.S., WESTCOT, D-W. (1994).** Water quality for agriculture. FAO. Irrigation and drainage paper. 1 FAO, N° 29 Rev, P.174.
- **BACHARI HOUMA, F. (2009).** Modélisation et cartographie de la pollution marine et de la bathymétrie à partir de l'imagerie satellitaire. Thèse de doctorat. UNIVERSITE DU VAL DE MARNE PARIS XII, France, Faculté des Lettres et Sciences humaines.
- **BASSOMPIERRE, C. (2007).** Procédé à boues activées pour le traitement d'effluents papetiers de la conception d'un pilote à la validation de modèles. Thèse de doctorat. France : Institut national polytechnique de Grenoble. P.227.
- **BEAUPOIL, C., BORNENS, P. (1997).** Oxygène dissous et toxicité de l'ammoniaque en zones estuariennes : seuils d'acceptabilité. Station de Biol. Mar. (Concarneau). France : Agence de l'Eau Loire-Bretagne, P. 48.

- **BENALLAOUA, S. (2013).** Suivi de la qualité physico-chimique des effluents de la station d'épuration des eaux usées "domestiques" de Béni Messous. Traitement complémentaire par photocatalyse. Mémoire magister. Dely brahim. ENSSMAL.
- **BENELMOUAZ, A. (2015).** Performances épuratoires d'une station d'épuration de Maghnia. Mémoire de Master. Hydraulique. Tlemcen.
- **BENKADDOUR, B. (2018).** Contribution à l'étude de la contamination des eaux et des sédiments de l'Oued Chélif (Algérie). Thèse de doctorat. Université de Perpignan ; Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem (Mostaganem, Algérie).
- **BLIFFERT C., PERRAUD R. (2001).** Chimie de l'environnement : Air, Eau, Sols, Déchets. Belgique : boeck, P.477.
- **BLINDA, M. (2007).** Pollution tellurique du littoral Nord-Ouest du Maroc entre Tanger et Tétouan : Caractérisation, Impact sur l'Environnement et Proposition de Solutions. Thèse de doctorat. Protection de l'environnement. Rabat (Maroc). Université Mohammed v. Faculté des sciences. P.194.
- **BOEGLIN, J-C. (2001).** Propriétés des eaux naturelles. Technique de l'ingénieur, traité environnement, G1 110.
- **BONIN, J. (1986).** Hydrauliques urbaine, Paris :1er édition Eyrolles, 61, Bd saint-germain.
- **BONTOUX, J. (1993).** Introduction à l'étude des eaux douces : eaux naturels, eaux usées, eaux de besoin. Paris :2ème Edition Technique et Documentation Lavoisier, P.170.
- **CARDOT, C., (1999).** Les traitements de l'eau. Paris : Ellipses, P.9.
- **CHAUSSADE, J-L., MESTRALLET, G. (2005).** Memento technique de l'eau. 10^{ème}. France : Lavoisier, P.1717.
- **CHEVALLIER, H. (2007).** L'eau un enjeu pour demain, État Des Lieux Et Perspectives.France : Sang De La Terre-Médial, P. 352.
- **CSHPF, (1995).** Recommandations sanitaires relatives à la désinfection des eaux usées urbaines », conseil supérieur d'hygiène publique de France, section des eaux. En ligne. Consulte le 22/03/2023.Disponible sur le web : http://www.sante.gouv.fr/dossiers/cshpf/re_1095_desinfection.ht.
- **DAGHAR, A., SISALAH, M. (2007).** Descriptif de fonctionnement et d'exploitation de la station d'épuration des eaux usées de la ville de Béni-Messous. Rapport d'activité. Document non publié. Alger : Direction des ressources hydrauliques et de l'économie de l'eau.

- **DAGHAR, A., SISALEH, M. (2006).** Descriptif de fonctionnement et d'exploitation de la station d'épuration des eaux usées de la ville de Beni Messous. Rapport d'activité. Document non publié. Alger : Direction des ressources hydrauliques et de l'économie de l'eau.
- **DEBABZA, M. (2005).** Analyse microbiologique des eaux des plages de la ville d'Annaba. Mémoire de magister. Microbiologie de l'environnement. Annaba : Université de Badji-Mokhtar.P.145.
- **DEGREMONT. (2005).** Mémento technique de l'eau. Paris : 10^{ème} édition Lavoisier.
- **DESJARDINS, R. (1990).** Le traitement des eaux. Canada : 2^{ème} Edition de l'École polytechnique de Montréal.
- **DESJARDINS, R., (1997).** Le traitement des eaux. Canada : 2^{ème} édition de l'École polytechnique de Montréal, P.303.
- **DJEMIL, W., HANNOUCHE, M., ABOUR, F., BELKSIER, M. (2016).** La qualité physico-chimique des eaux usées épurées de la station de Beni Messous (Ain Benian), ouest d'Alger possibilité de leur réutilisation en irrigation. Thèse de doctorat. Département de géologie. Annaba. Université Badji Mokhtar.
- **DJEMMAL, S. (2009).** Les Ressources en Eau et L'environnement, l'effet de la sebkha sur la qualité des eaux Souterraines dans la partie sud -est de Sétif Cas du Guidjal. Mémoire de magister. Université de Constantine, Algérie.
- **EDELIN, J. M. (1997).** La biologie des animaux domestiques. Paris : Éditions Quae.
- **EMILAN, K. (2009).** Traitement des pollutions industrielles. Paris : 2^{ème} éd de Dunod, P.576.
- **GAUJOUS, D. (1995).** La pollution des milieux aquatique. Paris : Tec et Doc, P.25- 30 .60-61, 100, 101,172-174,220.
- **GHADBANE, N. (2016).** Les eaux usées urbaines, Mémoire de magister. Institut de Gestion et Technique urbaines. M'Sila. Université Mohamed Boudiaf
- **GONDARD-BADIA, F. (2003).** L'assainissement des eaux usées. Paris : Techni, P.231.
- **GUIRANUD, R., (1998).** Contrôle et surveillance des rejets d'effluents liquides industriels. Paris : Éditions Techniques de l'Ingénieur.
- **HALMANN M.M. (1996).** Photo dégradation of waters pollutants. (CRC Press, Eds.) P.301.

- **HENRI, S. (2012).** Le droit à l'eau potable et à l'assainissement. 6ème Forum mondial de l'eau. Paris : Johanne, P.518.
- **ISO 11923 :1997(F).** Qualité de l'eau-Dosage des matières en suspension par filtration sur filtre en fibres de verre. Première Edition 1997-02-01.
- **Journal Officiel de la République Algérienne, 2006.**
- **KAREF, S. (2017).** Étude des possibilités technico-économiques de la réutilisation des boues et des eaux usées urbaines traitées. Thèse de doctorat en Hydraulique. Alger. École nationale polytechnique.
- **La réutilisation des eaux usées, SuezMemento degremont.** En ligne. Consulte le 06/06/2023. Disponible sur le web : <https://www.suezwaterhandbook.fr/eau-et-generalites/quelles-eaux-a-traiter-pourquoi/les-effluents-urbains/reutilisation-des-eaux-usees>
- **LEYNAUD, G. (1968).** Les pollutions thermiques, influence de la température sur la vie aquatique. Vol n°224.
- **M'ZYENE, M et OUALI, H. (2020).** Dimensionnement d'une station d'épuration pour la ville côtière d'Iflissen. Mémoire de magister. Génie de la Construction. Tizi Ouzou.Université Mouloud Mammeri
- **MECELLEM, D. (2020).** Suivi De La Qualité Physico-chimique Des Eaux De Surface D'oued Soummam. Mémoire master. Bouira. Science de la nature et de vie.
- **MECHAI, NEE DEBABZA, M. (2005).** Analyse microbiologique des eaux des plages de la ville d'Annaba. Mémoire de Magister. Annaba. Université Badji-Mokhtar.
- **METAHRI, M. (2012).** Traitement biologique des eaux usées : Principes et procédés. Paris : Lavoisier.
- **METAHRI, M-S. (2012).** Élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou. Thèse de doctorat. Agronomie. TIZI-OUZOU. UNIVERSITÉ MOULOUUD MAMMERI.
- **Ministère des Ressources en Eau. (2015).** Plan national de gestion intégrée des ressources en eau en Algérie. Alger : Direction Générale des Ressources en Eau.
- **MOHAMED BEN ALI, R. (2014).** Evaluation de la pollution des eaux issue de la zone industrielle de Skikda. Thèse de magister. Écologie et Environnement. Université CONSTANTINE 1.

- **MOULAI LAKHDAR, S. (2020).** Diagnostic de la filière boue de la STEP de Béni Messous par l'Analyse en Composantes Principales. Mémoire d'ingénieur. Hydraulique. Harrach. École Nationale Polytechnique.
- **MUCKENSTURM, F. (1973).** La pollution des eaux en Provence-Côte d'Azur. In : *Méditerranée*, deuxième série, tome 12, 1-1973. p. 81-93.
- **OMS. (2013).** *Directives OMS pour l'utilisation Sans Risque Des Eaux Usées, des excreta et des eaux ménagères.* Aspects Environnementaux.
- **ONA. (2009).** *Office National d'Assainissement.* Direction de l'Assainissement El-oued. Station d'épuration-01- Kouinine.
- **OULD-MHAMED, C., et IKHLEF, N. (2013).** Notice de fonctionnement et d'exploitation : Rapport d'activité. Document non publié. Alger : Station d'épuration Béni-Messous.
- **OULEBSIR, R., (2020).** ÉLABORATION D'UN DASH-BOARD PAR DATA-MINING POUR LE BENCHMARKING DES STEP. THÈSE DE DOCTORAT. Génie Civil. Alger.École Nationale Polytechnique.
- **OUZIT, R., AMIRI, A., et OMEIRI, MZD. (2021).** Notice de Fonctionnement et d'exploitation de la station d'épuration de Beni Messous. RAPPORT D'ACTIVITÉ. DOCUMENT NON PUBLIE. ALGER : STATION D'EPURATION BENI-MESSOUS.
- **PIERRE, L., EMILE, M., JEAN, B., AMON, K. (1993).** Environnement et ressources aquatiques de Côte d'Ivoire. France : l'ORSTOM.
- **PNUE/OMS/UNESCO/OMM. (1992).** Guide pratique GEM/EAU, Programme mondial de surveillance et d'évaluation de la qualité des eaux, troisième édition, GEM/W.95.1.
- **PRONOST, R. (1974) :** Conception et dimensionnement des stations d'épuration à boues activées. Vol .10, PP17-20.
- **RAMADE, F. (2000).** Dictionnaire encyclopédique des pollutions : les polluants : de l'environnement à l'homme. Paris : Ediscience.
- **REJSEK, F. (2002).** Analyse des eaux : Aspects réglementaires et techniques. Scéren (CRDP AQUITAINE). Coll. Biologie technique. Sciences et techniques de l'environnement.
- **RODIER, J. (2005).** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. France : Dunod 8^{ème} Edition, P.1526

- **RODIER, J., BAZIN, C., CHAMBON, P., BROUTIN, J-P., CHAMPSAUD, H., RODI, L. (1996).** Analyse l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Paris : DUNOD.
- **RODIER, J., LEGUBE, B., MERLET, N. (2009).** Analyse de l'eau. Paris : Dunod 9ème édition, P.1526.
- **SAADI, M., LAHMAR, FARES, A. (2018).** Evaluation de l'efficacité de la station d'épuration de GUELMA (N-EST ALGERIE). Mémoire magister. Hydraulique. ANNABA. UNIVERSITE BADJI MOKHTAR.
- **SAFIDDINE, Z. (2012).** Conditionnement des boues de la station d'épuration de Beni-Messous par des polymères synthétiques. Mémoire de Master. Chimie pour les sciences de l'environnement. Blida. Université SAAD DAHLAB.
- **Toulon (83). (2020).** L'État dans le Var-Préfecture de Système d'assainissement collectif (réseaux + station d'épuration + émissaire de rejet en mer) En ligne. Consulté le 24/05/2023. Disponible sur le web :<https://www.var.gouv.fr/systeme-d-assainissement-collectif-reseaux-station-r2033.html>.
- **United Nations. (2018).** World Urbanization Prospects 2018. New York : Department of Economic and Social Affairs, Population Division.
- **ZAKARIA IMAD EDDINE, F. (2020).** Analyse physico-chimique de l'eau de mer au niveau de quelques sites de rejets des eaux usées Côte de Mostaganem. Mémoire magister. Ressource halieutique. Mostaganem. Université Abdelhamid Ibn Badis-Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.
- **ZEGHOUD, M. (2014).** Étude de système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel de village de Méghibra. Mémoire de magister en Hydraulique. Université d'el-Oued. P 20.

Annexes

Annexe A : photographie des différents matériels et outils utilisés au laboratoire d'analyse.

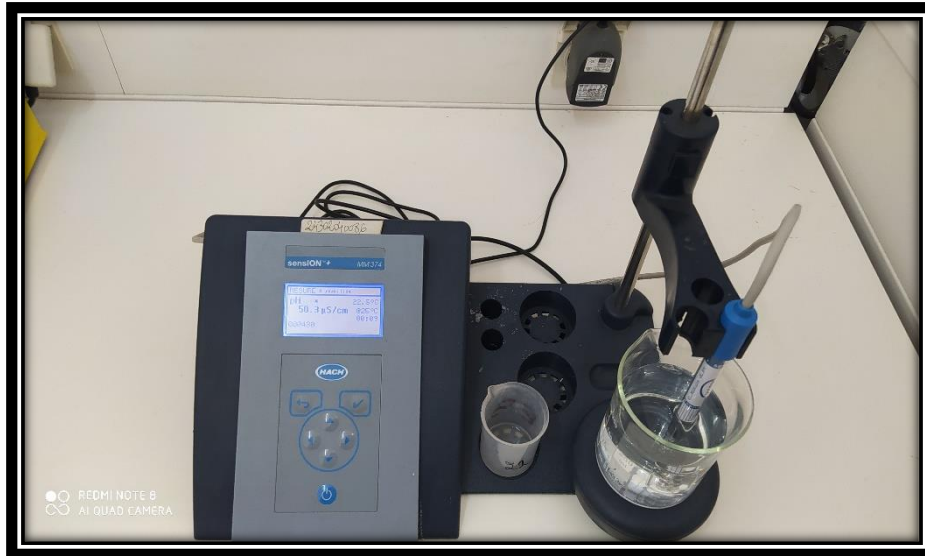


Figure III.01 : appareil multifonctionnel. (KENNICHE, D., et BOUKHARI, I).



Figure III.02 : PH mètre. (KENNICHE, D., et BOUKHARI, I).

Listes des annexes



Figure III.03 : Méthode Filtration de MES. (KENNICHE, D., et BOUKHARI, I).



**Figure III.04 : balance.
(KENNICHE, D., et
BOUKHARI, I).**



**Figure III.05 : Récupération d'un filtre
chargé en MES dans une coupelle.
(KENNICHE, D., et BOUKHARI, I).**

Listes des annexes

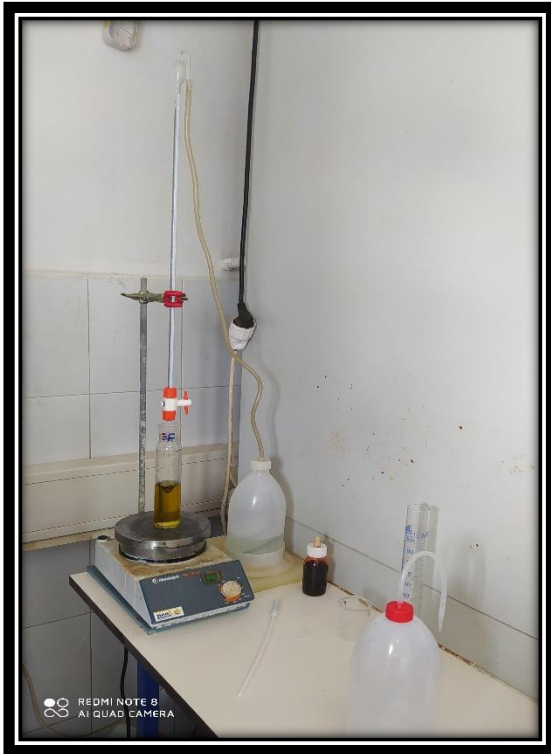


Figure III.06 : étalonnage de DCO.
(KENNICHE, D., et BOUKHARI, I).



Figure III.07 : Minéralisation de DCO
(KENNICHE, D., et BOUKHARI, I).



Figure III.08 : l'appareil BODTrak.
(KENNICHE, D., et BOUKHARI, I).

Listes des annexes

Annexe B : Tableau I.13 Les valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur (**Journal Officiel de la République Algérienne, 2006**).

PARAMÈTRES	UNITÉS	VALEURS LIMITES
Température	°C	30
Ph	-	6,5 à 8,5
MES		35
DBO5	mg/l	35
DCO	mg/l	120
Azote Kjeldahl	mg/l	30
Phosphates	mg/l	02
Phosphore total	mg/l	10
Cyanures	mg/l	0,1
Aluminium	mg/l	03
Cadmium	mg/l	0,2
Fer	mg/l	03
Manganèse	mg/l	01
Mercure total	mg/l	0,01
Nickel total	mg/l	0,5
Plomb total	mg/l	0,5
Cuivre total	mg/l	0,5
Zinc total	mg/l	03
Huiles et Graisses	mg/l	20
Hydrocarbures totaux	mg/l	10
Indice Phénols	mg/l	0,3
Fluor et composés	mg/l	15
Étain total	mg/l	02
Composés organiques chlorés	mg/l	05
Chrome total	mg/l	0,5
(*) Chrome III +	mg/l	03
(*) Chrome VI +	mg/l	0,1
(*) Solvants organiques	mg/l	20
(*) Chlore actif	mg/l	1.0
(*) PCB	mg/l	0.001
(*) Détergents	mg/l	2
(*) Tensioactifs anioniques	mg/l	10

Annexe C : Business Modèle Canvas (BMC) :

Titre du BMC : Analyse des paramètres mesurés dans une station d'épuration pour une petite entreprise de laboratoire.

Introduction

L'analyse des paramètres mesurés dans une station d'épuration est une activité cruciale pour évaluer la qualité de l'eau traitée et garantir sa conformité aux normes environnementales. Dans le cadre d'une petite entreprise de laboratoire, cette tâche revêt une importance particulière, car elle contribue à soutenir les municipalités, les entreprises de gestion des eaux et d'autres acteurs de l'industrie dans leurs efforts pour préserver l'environnement et assurer la santé publique. Cette introduction mettra en lumière l'objectif et l'importance de l'analyse des paramètres mesurés dans une station d'épuration pour une petite entreprise de laboratoire.

Objectif

L'objectif est de fournir des résultats d'analyse précis et fiables, tout en respectant les contraintes réglementaires. Cela permet aux clients d'évaluer la performance de leur station d'épuration, de détecter les problèmes de traitement et de prendre des mesures correctives appropriées. L'objectif est également d'offrir un service personnalisé en comprenant les besoins spécifiques des clients et en leur fournissant des consultations techniques et des recommandations basées sur les résultats d'analyse. Cela contribue à l'amélioration de la qualité de l'eau traitée, à la préservation de l'environnement et à la protection de la santé publique.

Problématique

La problématique réside dans la nécessité de fournir des résultats précis, fiables et rapides pour répondre aux besoins des clients et respecter les normes environnementales. Les défis incluent l'accès à des équipements spécialisés, la qualification du personnel, la gestion des échantillons et la maintenance des instruments de mesure.

Listes des annexes

Tableau 01 : résumé général de notre projet de BMC.

1. Activités principales	2. Valeur ajoutée	3. Ressources clés	4. Partenaires clés
<ul style="list-style-type: none"> – Collecte de données. – Analyse des données. – Évaluation des risques environnementaux. – Évaluation des coûts. – Évaluation de la durabilité. – Recommandations et plan d'action 	<ul style="list-style-type: none"> – Amélioration de la qualité de l'eau. – Optimisation des processus de traitement de l'eau. – Conformité aux réglementations environnementales. – Amélioration de la réputation de l'entreprise. – Développement de nouvelles compétences. 	<ul style="list-style-type: none"> – Personnel qualifié – Équipement de mesure. – Logiciels de modélisation. – Financement. Partenaires clés.	<ul style="list-style-type: none"> – Ministère de l'Environnement et des Énergies Renouvelables. – Agence Nationale des Déchets. - L'Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene à Alger a un département de génie de l'environnement. – l'Association Algérienne pour la Protection de l'Environnement et de la Nature.

5. Clients	6. Relation clients	7. Canaux de distribution	8. Coûts	9. Revenues
<ul style="list-style-type: none"> – Sonelgaz – Agence Nationale des Ressources en Eau (ANRH) -Entreprise privée telle que les fabricants de produits alimentaires et de boissons. -les usines chimiques. -Les municipalités. -Les organismes de réglementation tels que l'Agence Nationale de Protection de l'Environnement (ANPE). 	<ul style="list-style-type: none"> -Segmentation des clients. -Qualité de service. -Feedback des clients. -Établir la confiance. - Prix compétitifs. 	<ul style="list-style-type: none"> -Ventes directes : en utilisant des canaux de communication tels que le téléphone, le courrier électronique, le site Web de notre entreprise et les réseaux sociaux. -Publicité en ligne : Les canaux de publicité en ligne tels que Google AdWords et les médias sociaux. -Réseaux de distribution : Vous pouvez également utiliser des réseaux de distribution pour vendre vos services d'analyse. -Partenariats : Établir des partenariats avec d'autres entreprises. 	<ul style="list-style-type: none"> - Coûts de l'équipement : 2 000 000 DZD. Coûts des matériaux : 1 000 000 DZD. Coûts de la main-d'œuvre : 1 100 000 DZD par an. Coûts de la formation : 600 000 DZD. Coûts des licences et des certifications : 200 000 DZD. Frais généraux : 1 359 900 à 1 631 880 DZD par an. -Total besoins : 8 348 000,00 DZD. 	<ul style="list-style-type: none"> -un revenu mensuel de 1 008 000 DZD. -un chiffre d'affaires annuel d'environ 12 096 000 dinars algériens.

Tableau 02 : résumé d'une Étude financière Prévisionnelle sur trois ans.

Investissements et financements

Projet : *Analyse des paramètres mesures dans une station d'épuration pour une petite entreprise*
Porteur de projet : *KENNICHE Dalila et BOUKHARIInas*

INVESTISSEMENTS	Montant € hors taxes
Immobilisations incorporelles	1 208 000,00
<i>Frais d'établissement</i>	<i>400 000,00</i>
<i>Frais d'ouverture de compteurs</i>	<i>8 000,00</i>
<i>Logiciels, formations</i>	<i>800 000,00</i>
<i>Dépôt marque, brevet, modèle</i>	
<i>Droits d'entrée</i>	
<i>Achat fonds de commerce ou parts</i>	
<i>Droit au bail</i>	
<i>Caution ou dépôt de garantie</i>	
<i>Frais de dossier</i>	
<i>Frais de notaire ou d'avocat</i>	
Immobilisations corporelles	6 140 000,00
<i>Enseigne et éléments de communication</i>	<i>100 000,00</i>
<i>Achat immobilier</i>	<i>2 000 000,00</i>
<i>Travaux et aménagements</i>	<i>600 000,00</i>
<i>Matériel</i>	<i>2 000 000,00</i>
<i>Matériel de bureau</i>	<i>1 440 000,00</i>
Stock de matières et produits	1 000 000,00
Trésorerie de départ	
TOTAL BESOINS	8 348 000,00

Listes des annexes

FINANCEMENT DES INVESTISSEMENTS			Montant € hors taxes
Apport personnel			8 348 000,00
<i>Apport personnel ou familial</i>			<i>2 504 400,00</i>
<i>Apports en nature (en valeur)</i>			<i>5 843 600,00</i>
Emprunt	<i>Taux</i>	<i>Durée mois</i>	-
<i>Prêt n°1 (nom de la banque)</i>			-
<i>Prêt n°2 (nom de la banque)</i>			-
<i>Prêt n°3 (nom de la banque)</i>			-
Subvention n°1 (libellé)			-
Subvention n°2 (libellé)			-
Autre financement (libellé)			-
TOTAL RESSOURCES			8 348 000,00

Salaires et charges sociales

Statut juridique : Micro-entreprise
 Bénéfice de l'Acre : Oui
 Statut social du (des) dirigeant(s) : Travailleur non salarié

	Année 1	Année 2	Année 3
Rémunération du (des) dirigeants	700 000,00	700 000,00	700 000,00
<i>% augmentation</i>		<i>0%</i>	<i>0%</i>
Charges sociales du (des) dirigeant(s)	1 320 000,00	3 168 000,00	3 801 600,00
Salaires des employés	1 100 000,00	110 000,00	110 000,00
<i>% augmentation</i>		<i>-90%</i>	<i>0%</i>
Charges sociales employés	792 000,00	79 200,00	79 200,00

Plan de financement à trois ans
--

	Année 1	Année 2	Année 3
Immobilisations	7 348 000,00		
Acquisition des stocks	1 000 000,00		
Variation du Besoin en fonds de roulement	986 301,37	197 260,27	236 712,33
Remboursement d'emprunts	-	-	-
Total des besoins	9 334 301,37	197 260,27	236 712,33
Apport personnel	8 348 000,00		
Emprunts	-		
Subventions	-		
Autres financements			
Capacité d'auto- financement	5 993 000,00	8 247 799,00	10 494 198,00
Total des ressources	14 341 000,00	8 247 799,00	10 494 198,00
Variation de trésorerie	5 006 698,63	8 050 538,73	10 257 485,67
Excédent de trésorerie	5 006 698,63	13 057 237,36	23 314 723,03

Listes des annexes

1. Activités Principale :

Les activités principales de notre projet d'analyse des paramètres mesurés dans une station d'épuration pour une petite entreprise de laboratoire en Algérie pourraient inclure :

- **Collecte de données** : collecter des données sur les paramètres mesurés dans la station d'épuration, y compris les données sur la qualité de l'eau entrante et sortante, les paramètres de traitement, les niveaux de pollution, etc.
- **Analyse des données** : analyser les données collectées pour déterminer la qualité de l'eau traitée et identifier les zones à améliorer pour optimiser le traitement des eaux usées.
- **Évaluation des risques environnementaux** : évaluer les risques environnementaux associés à la station d'épuration, tels que les risques de pollution de l'eau et les impacts sur les écosystèmes locaux.
- **Évaluation des coûts** : évaluer les coûts associés à la gestion de la station d'épuration, y compris les coûts de traitement de l'eau et les coûts de maintenance.
- **Évaluation de la durabilité** : évaluer la durabilité de la station d'épuration en examinant les pratiques durables et les technologies de traitement de l'eau.
- **Recommandations et plan d'action** : formuler des recommandations et un plan d'action pour améliorer la qualité de l'eau traitée et optimiser la gestion de la station d'épuration.

En effectuant ces activités principales, on peut fournir une analyse complète des paramètres mesurés dans la station d'épuration et recommander des actions pour améliorer la qualité de l'eau traitée et optimiser la gestion de la station d'épuration pour notre petite entreprise de laboratoire en Algérie.

2. Valeurs ajoutées :

Notre projet d'analyse des paramètres mesurés dans une station d'épuration pour une petite entreprise de laboratoire en Algérie peut apporter plusieurs valeurs ajoutées, notamment :

- **Amélioration de la qualité de l'eau** : L'analyse des paramètres mesurés dans la station d'épuration peut aider à identifier les zones de traitement de l'eau qui nécessitent une amélioration. Cela peut conduire à une amélioration de la qualité de l'eau traitée, ce qui peut avoir un impact positif sur l'environnement et la santé publique.

Listes des annexes

- **Optimisation des processus de traitement de l'eau :** L'analyse des paramètres mesurés dans la station d'épuration peut aider à identifier les processus de traitement de l'eau qui ne sont pas efficaces ou qui ne sont pas optimisés. Cela peut conduire à une optimisation des processus de traitement de l'eau, ce qui peut réduire les coûts et améliorer l'efficacité.
- **Conformité aux réglementations environnementales :** L'analyse des paramètres mesurés dans la station d'épuration peut aider à garantir que l'entreprise est conforme aux réglementations environnementales en Algérie. Cela peut réduire les risques de sanctions et d'amendes pour non-conformité.
- **Amélioration de la réputation de l'entreprise :** En améliorant la qualité de l'eau traitée et en se conformant aux réglementations environnementales, notre entreprise peut améliorer sa réputation auprès des clients, des partenaires et des parties prenantes.
- **Développement de nouvelles compétences :** La réalisation de ce projet peut également nous permettre de développer de nouvelles compétences en matière de collecte et d'analyse de données environnementales, ce qui peut être bénéfique pour notre carrière professionnelle.

3. Les ressources clés :

Pour notre projet d'analyse des paramètres mesurés dans une station d'épuration pour une petite entreprise de laboratoire en Algérie peuvent inclure :

- **Personnel qualifié :** on est besoin de personnel qualifié pour collecter, analyser et interpréter les données de la station d'épuration. Le personnel qualifié peut inclure des ingénieurs de l'environnement, des chimistes, des biologistes, des techniciens de laboratoire, etc.
- **Équipement de mesure :** on aura besoin d'équipement de mesure pour collecter des données sur les paramètres de la station d'épuration. Cela peut inclure des instruments de mesure de la qualité de l'eau, des analyseurs de gaz, des spectromètres, etc.
- **Logiciels de modélisation :** on peut utiliser des logiciels de modélisation pour analyser les données collectées et simuler les résultats du traitement de l'eau. Les logiciels de modélisation peuvent inclure des logiciels de simulation de processus, des logiciels de modélisation de la qualité de l'eau, etc.

Listes des annexes

- **Financement** : on aura besoin de financement pour couvrir les coûts associés à la collecte de données, à l'analyse des données et à la formulation de recommandations. Le financement peut provenir de notre entreprise, de partenaires de financement, de subventions gouvernementales, etc.
- **Partenaires clés** : on peut avoir besoin de partenaires clés tels que le ministère de l'Environnement, les universités, les associations environnementales, etc.... pour obtenir des informations sur les réglementations environnementales, les pratiques durables, les technologies de traitement de l'eau, etc...

En utilisant ces ressources clés, on peut mener une analyse complète des paramètres mesurés dans la station d'épuration et formuler des recommandations pour améliorer la qualité de l'eau traitée et optimiser la gestion de la station d'épuration pour notre petite entreprise de laboratoire en Algérie.

4. Partenaires clés :

Quelques partenaires clés qui existent :

- **Ministère de l'Environnement et des Énergies Renouvelables** : le ministère peut être un partenaire clé, car il est responsable de la politique environnementale et énergétique en Algérie. Il peut fournir des informations sur les réglementations environnementales et les pratiques durables.
- **Agence Nationale des Déchets** : l'agence peut être un partenaire clé, car elle est responsable de la gestion des déchets en Algérie, y compris les eaux usées. Elle peut fournir des informations sur les pratiques de traitement des eaux usées et sur les normes de qualité de l'eau.
- **Universités et centres de recherche** : les universités et les centres de recherche peuvent être des partenaires clés, car ils peuvent fournir des conseils d'experts et des ressources pour la recherche. Par exemple, l'Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene à Alger a un département de génie de l'environnement qui mène des recherches sur la gestion de l'eau et des déchets.
- **Associations environnementales** : les associations environnementales peuvent être des partenaires clés, car elles peuvent fournir des informations sur les questions environnementales et les pratiques durables. Par exemple, l'Association Algérienne pour la Protection de l'Environnement et de la Nature travaille à la protection de l'environnement en Algérie et peut fournir des informations sur les pratiques durables.

Listes des annexes

En travaillant avec ces partenaires clés, vous pouvez obtenir des informations précieuses pour notre projet et assurer la pertinence de notre analyse pour les parties prenantes concernées.

5. Les Clients :

Voici quelques exemples clients en Algérie pour de notre projet d'analyse des paramètres mesurés dans une station d'épuration pour une petite entreprise de laboratoire :

- **Sonelgaz** : Sonelgaz est la compagnie nationale d'électricité et de gaz en Algérie. Elle gère plusieurs stations d'épuration dans le pays et pourrait avoir besoin d'analyse des paramètres mesurés dans ces stations.
- **Agence Nationale des Ressources en Eau (ANRH)** : L'ANRH est une institution publique chargée de la gestion des ressources en eau en Algérie. Elle pourrait être intéressée par nos services pour garantir la qualité de l'eau traitée dans les stations d'épuration qu'elle gère.
- **Les entreprises privées opérant en Algérie** : Les entreprises privées opérant en Algérie, telles que les fabricants de produits alimentaires et de boissons ou les usines chimiques, peuvent avoir besoin d'une analyse des paramètres mesurés dans leurs stations d'épuration pour garantir la conformité aux réglementations environnementales et améliorer leurs performances environnementales.
- **Les municipalités** : Les municipalités en Algérie sont responsables de la gestion des stations d'épuration dans leur juridiction respective. Elles peuvent avoir besoin de nos services pour garantir le bon fonctionnement de ces stations et la qualité de l'eau traitée.
- **Les organismes de réglementation environnementale** : Les organismes de réglementation tels que l'Agence Nationale de Protection de l'Environnement (ANPE) en Algérie peuvent avoir besoin d'une analyse des paramètres mesurés dans les stations d'épuration pour garantir la conformité aux réglementations environnementales.

Listes des annexes

6. Les relations avec les clients :

Certainement ! Pour fournir plus de détails sur les relations avec les clients pour notre projet d'analyse des paramètres mesurés dans une station d'épuration pour une petite entreprise de laboratoire en Algérie, voici quelques points supplémentaires à considérer :

- **Segmentation des clients :** Il est important de segmenter nos clients en fonction de leurs besoins et exigences spécifiques. Par exemple, certains clients peuvent avoir besoin d'un test et d'une analyse réguliers de leur eau usée, tandis que d'autres peuvent n'avoir besoin que d'un test occasionnel. En segmentant nos clients, nous pouvons adapter nos services pour répondre à leurs besoins spécifiques et fournir des solutions ciblées.
- **Qualité de service :** Pour maintenir de bonnes relations avec nos clients, il est important de fournir des services de haute qualité qui répondent à leurs attentes. Cela comprend des tests et des analyses précis et fiables des échantillons d'eau usée, la livraison en temps opportun des rapports et des réponses rapides à toutes les questions ou préoccupations que les clients peuvent avoir.
- **Feedback des clients :** Demander régulièrement des commentaires à nos clients peuvent nous aider à identifier les domaines d'amélioration et à nous assurer que nous répondons à leurs besoins. Cela peut être fait par des enquêtes, des formulaires de commentaires ou des réunions régulières avec les clients pour discuter de leurs exigences et préoccupations.
- **Établir la confiance :** Établir la confiance avec nos clients est essentiel pour maintenir des relations à long terme. Cela peut être réalisé en étant transparent sur nos méthodes de test et d'analyse, en fournissant des rapports clairs et concis et en respectant nos promesses.
- **Prix compétitifs :** Fixer des prix compétitifs pour nos services est important pour attirer et fidéliser les clients. Il est important de rechercher les stratégies de tarification de nos concurrents et de nous assurer que nos prix sont compétitifs tout en nous permettant de réaliser un profit.

En considérant ces facteurs, nous pouvons établir des relations solides avec vos clients et assurer le succès de notre projet.

Listes des annexes

7. Les canaux de distribution :

Pour notre projet d'analyse des paramètres mesurés dans une station d'épuration pour une petite entreprise de laboratoire en Algérie peuvent inclure les suivants :

- **Ventes directes** : nous pouvons vendre directement nos services d'analyse aux clients en utilisant des canaux de communication tels que le téléphone, le courrier électronique, le site Web de notre entreprise et les réseaux sociaux. Cette approche nous permet de contrôler directement la relation avec le client et de personnaliser notre offre de services en fonction de leurs besoins spécifiques.
- **Partenariats** : Établir des partenariats avec d'autres entreprises ou organisations qui ont des clients qui ont besoin de services d'analyse de l'eau usée peut nous aider à atteindre un public plus large.

Par exemple, nous pouvez associer à des entreprises de plomberie, des entreprises de construction ou des organisations gouvernementales qui ont besoin de tests et d'analyses réguliers de l'eau usée.

- **Réseaux de distribution** : nous pouvons également utiliser des réseaux de distribution pour vendre nos services d'analyse. Par exemple, nous pouvons travailler avec des distributeurs qui ont des relations établies avec des clients potentiels pour promouvoir nos services ou vendre nos services à travers des plateformes en ligne telles qu'Amazon ou Ali baba.
 - **Publicité en ligne** : Les canaux de publicité en ligne tels que Google AdWords et les médias sociaux peuvent également être utilisés pour atteindre un public plus large. Nous pouvons créer des publicités ciblées pour des mots clés spécifiques liés à l'analyse de l'eau usée et les afficher aux clients potentiels lorsqu'ils effectuent des recherches en ligne.
- 8. Le Coût** : Pour estimer le coût de notre projet d'analyse des paramètres mesurés dans une station d'épuration pour une petite entreprise de laboratoire en Algérie, nous pouvons utiliser les éléments que j'ai mentionnés précédemment pour calculer les coûts détaillés. Voici un exemple d'estimation des coûts basé sur ces éléments :
- **Coûts de l'équipement** : Le coût de l'équipement peut varier en fonction de la qualité et de la quantité nécessaire.

Listes des annexes

Pour ce projet, nous pourrions avoir besoin d'un spectrophotomètre, d'un pH-mètre, d'un turbidimètre, d'un agitateur magnétique et d'un système de filtration. Le coût total de l'équipement pourrait être d'environ 2 000 000 dinars algériens (DZD).

- **Coûts des matériaux :** Les coûts des matériaux dépendent de la qualité et de la quantité nécessaire. Pour ce projet, vous aurez besoin de produits chimiques et de réactifs tels que des réactifs de coagulation, des réactifs de floculation, des réactifs de mesure de pH et des réactifs de mesure de turbidité. Le coût total des matériaux pourrait être d'environ 1 000 000 DZD.
- **Coûts de la main-d'œuvre :** Les coûts de la main-d'œuvre dépendent du nombre de techniciens nécessaires et des salaires proposés. Pour ce projet, vous pourriez avoir besoin de deux techniciens de laboratoire. Le coût total de la main-d'œuvre pourrait être d'environ 1 100 000 DZD par an.
- **Coûts de la formation :** Les coûts de la formation dépendent de la durée et de la qualité de la formation nécessaire. Pour ce projet, vous devrez peut-être offrir une formation de deux semaines à vos techniciens de laboratoire. Le coût total de la formation pourrait être d'environ 600 000 DZD.
- **Coûts des licences et des certifications :** Les coûts des licences et des certifications dépendent des exigences réglementaires locales et des coûts de certification. Pour ce projet, vous devrez peut-être obtenir une licence pour effectuer des tests et des analyses de l'eau usée. Le coût total des licences et des certifications pourrait être d'environ 200 000 DZD.
- **Frais généraux :** Les frais généraux dépendent des frais de location, des frais de services publics, des frais de marketing et des frais administratifs. Pour ce projet, les frais généraux pourraient être d'environ 1 359 900 à 1 631 880 par an.

En additionnant tous ces coûts, le coût total de notre projet d'analyse des paramètres mesurés dans une station d'épuration pour une petite entreprise de laboratoire en Algérie pourrait être d'environ **9 334 301,37 DZD** la première année, puis d'environ **197 260,27 DZD** la deuxième année et **236 712,33 DZD** la troisième année

Coûts de l'équipement : 2000000 dinars algériens.

Coûts des matériaux : 1 000 000 dinars algériens.

Coûts de la main-d'œuvre : 1 100 000 dinars algériens par an.

Coûts de la formation : 600 000 dinars algériens.

Coûts des licences et des certifications : 200 000 dinars algériens.

Listes des annexes

Frais généraux : 1 359 900 à 1 631 880 dinars algériens par an.

8. Les revenus :

Pour calculer les revenus détaillés pour notre projet d'analyse des paramètres mesurés dans une station d'épuration pour une petite entreprise de laboratoire, nous devons prendre en compte plusieurs facteurs tels que les prix de vente, la demande du marché, les coûts de production, et les marges bénéficiaires. Voici un exemple de calcul des revenus pour notre projet :

- **Prix de vente** : Le prix de vente dépendra de la demande du marché, de la qualité de nos services et de la concurrence. Pour ce projet, nous pourrions facturer environ 16 800 dinars algériens par analyse, en fonction de la complexité des tests et de la qualité des résultats fournis.
- **Volume de ventes** : Le volume de ventes dépendra de la demande du marché et de notre capacité à atteindre les clients potentiels. Pour ce projet, nous pourrions réaliser environ 200 analyses par mois, ce qui équivaut à un chiffre d'affaires mensuel de 1 000 000 dinars algériens.
- **Coûts de production** : Les coûts de production comprennent les coûts des matériaux, les coûts de la main-d'œuvre, les frais généraux et les frais de marketing. Pour ce projet, les coûts de production pour chaque analyse pourraient être d'environ 12 000 dinars algériens. Cela inclut les coûts des réactifs, des produits chimiques, des consommables, de la main-d'œuvre et des frais généraux.
- **Marges bénéficiaires** : Les marges bénéficiaires dépendent de notre stratégie de tarification et de notre objectif de rentabilité. Pour ce projet, nous pourrions viser une marge bénéficiaire de 30 pour chaque test.

-Revenus mensuels : $200 \text{ tests} \times 16800 \text{ DZD} = 3\,360\,000 \text{ DZD}$.

-Coûts de production mensuels : $200 \text{ tests} \times 12\,000 \text{ DZD} = 2\,400\,000 \text{ DZD}$.

-Marge bénéficiaire mensuelle : $3\,360\,000 \text{ DZD} \times 30\% = 1\,008\,000 \text{ DZD}$.

En prenant en compte tous ces facteurs, nous pouvons estimer que notre petite entreprise de laboratoire pourrait générer un revenu mensuel de 1 008 000 DZD. En fournissant des services d'analyse des paramètres mesurés dans une station d'épuration.

En additionnant tous ces éléments, nous pourrions réaliser un chiffre d'affaires annuel d'environ 12 096 000 dinars algériens.