

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Saad Dahlab - Blida 1
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie



Mémoire de fin d'étude
En vue d'obtention du diplôme de Master
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : HydroBiologie Marine et Continentale
Option : Ecosystèmes Aquatiques

Thème

Suivi des performances de la STEP de BARAKI à travers les indicateurs physico-chimiques

Réalisé par :

soutenu le 07/07/2025

- Melle ZOUBIR Hadjer
- Melle BENTAHAR Fatma Zahrara

Devant le jury composé de :

Mme. BENAOUME N.	MAA (USDB 1)	Présidente
M. GRANDI M.	MCA (USDB 1)	Examineur
Mme. RADI N.	MCB (USDB 1)	Promotrice

Année :2024/2025

Suivi des performances de la STEP de BARAKI à travers les indicateurs physico-chimiques

Résumé

Ce travail vise à évaluer l'efficacité du traitement physico-chimique des eaux usées au sein de la station d'épuration de la ville de Baraki (Alger), à travers le suivi de la qualité des eaux traitées sur une période de sept ans.

Les paramètres physico-chimiques analysés comprennent le pH, la conductivité électrique, les matières en suspension (MES), la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biochimique en oxygène sur cinq jours (DBO₅), l'azote total (Nt) et le phosphore total (Pt). Les analyses ont été réalisées à deux étapes clés du traitement : l'eau brute et l'eau clarifiée.

Les résultats révèlent une réduction significative des polluants, témoignant de la bonne performance du procédé. De manière générale, les eaux traitées respectent les normes environnementales, avec des concentrations moyennes de DBO₅ inférieures à 20 mg/l, de DCO inférieures à 120 mg/l et de MES inférieures à 20 mg/l, ainsi qu'une élimination notable des nutriments (Pt, Nt). Par ailleurs, la comparaison avec les données des années précédentes met en évidence la stabilité du rendement épuratoire dans le temps.

Mots clés : Paramètres physico-chimiques, station d'épuration, eaux usées, performances, rendement épuratoire, normes environnementales.

Performance monitoring of the BARAKI WWTP using physico-chemical indicators

Abstract

This study aims to assess the efficiency of the physicochemical treatment process of wastewater at the Baraki wastewater treatment plant (Algiers), by monitoring the quality of treated water over a seven-year period.

The physicochemical parameters analyzed include pH, electrical conductivity, suspended solids (SS), chemical oxygen demand (COD), biochemical oxygen demand over five days (BOD₅), total nitrogen (TN), and total phosphorus (TP). Analyses were carried out at two key stages of the treatment process: raw water and clarified water.

The results show a significant reduction in pollutants, indicating good treatment performance. Overall, the treated water complies with environmental standards, with average concentrations of BOD₅ below 20 mg/L, COD below 120 mg/L, and SS below 20 mg/L, as well as a notable reduction in nutrients (TP, TN). Furthermore, a comparison with previous years' data highlights the stability of treatment performance over time.

Keywords: Physicochemical parameters, wastewater treatment plant, wastewater, performance, treatment efficiency, environmental standards.

مراقبة أداء محطة معالجة مياه الصرف الصحي في براقى باستخدام المؤشرات الفيزيائية والكيميائية

ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم كفاءة عملية المعالجة الفيزيائية الكيميائية الفيزيائية لمياه الصرف الصحي في محطة براقى لمعالجة مياه الصرف الصحي (الجزائر العاصمة)، من خلال مراقبة جودة المياه المعالجة. المعاملات الفيزيائية و الكيميائية التي تمت دراستها تشمل الأس الهيدروجيني (pH)، التوصيلة الكهربائية، المواد الصلبة العالقة (MES)، الطلب الكيميائي على الاوكسجين (DCO) ا الطلب الكيميائي الحيوي على الاوكسجين خلال 5 ايام، (DBO5) النيتروجين الكلي (NT) و الفوسفور الكلي (PT). أجريت هذه التحليلات في مرحلتين رئيسيتين في عملية المعالجة: المياه الخام ومياه المخرج. أظهرت النتائج انخفاضاً كبيراً في الملوثات، مما يشير إلى أن العملية تعمل بشكل مرضٍ. وبصفة عامة، امتثلت المياه المعالجة للمعايير البيئية، حيث كان متوسط تركيزات BOD₅ أقل من 20 ملجم/لتر، و DCO أقل من 120 ملجم/لتر، و MES أقل من 20 ملجم/لتر، وازالة ملحوظة للعناصر الغذائية (PT,NT)، بالإضافة إلى ذلك، أبرزت المقارنة مع بيانات السنوات السابقة استقرار أداء المعالجة بمرور الوقت. وفي الختام، تم إجراء تحليل إحصائي بهدف دراسة تباين المعاملات المدروسة والتحقق من الأداء العام للنظام.

الكلمات المفتاحية

المعايير الفيزيائية-الكيميائية، محطة التطهير، مياه الصرف الصحي، الأداء، الكفاءة التطهيرية، المعايير البيئية

Remercîments

Notre gratitude et remerciements vont à Allah, dieu le miséricordieux, l'unique, et le tout puissant pour nous avoir donné la foi qui nous a guidé jusqu'à la réalisation et l'aboutissement de ce modeste travail.

Nous adressons nos remerciements tout spécialement à Madame Radi Nora, Maitre de Conférence B, pour son encadrement, sa disponibilité et ses conseils tout au long de ce projet.

Nous tenons à remercier Mme. BENAOUUM N. maitre assistante A à la FSNV de Blida d'avoir accepté d'évaluer notre travail et de présider le jury, ainsi que M. GRANDI qui a accepté d'examiner notre modeste travail, qu'ils trouvent ici l'expression de notre reconnaissance.

Nous voudrions également adresser nos plus sincères remerciements aux personnels de la station d'épuration de Baraki, en particulier Madame Ikram, pour leur accueil et leur accompagnement durant notre stage.

Enfin, nous tenons à remercier nos enseignants ainsi que nos proches pour leur soutien continu tout au long de notre parcours.

Enfin nous remercions tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à réaliser ce modeste travail

Nos remerciements sont adressés également à nos chers parents pour leurs énormes soutiens.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements envers toutes les personnes ayant contribué, de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail.

Dédicace

*Je rends tout d'abord grâce à Dieu tout puissant qui m'a donné la force, la patience et le courage pour mener à bien ce travail
Avec une profonde gratitude un amour sincère, un respect infini et une reconnaissance éternelle, je dédie ce modeste travail à :*

Mes très chers parents,

A vous, source de vie, de sagesse et de valeurs je vous adresse tout mon respect et mon affection, aucun mot ne saurait traduire l'amour, l'estime et la reconnaissance que je vous porte.

Ma très chère sœur,

Merci pour ton soutien constant, ta compréhension. Tu as toujours été la présente dans les moments les plus difficiles comme dans les plus heureux

Ma famille,

Merci pour votre amour, votre présence bienveillante et vos encouragements. Votre confiance en moi à nourri ma motivation et renforcé ma détermination

A ma chère binôme Fatima

*Partenaire de route et soutien fidèle, je te remercie pour ta présence, ton écoute et ta solidarité.
Merci d'avoir partagé les doutes, les efforts et les réussites. Ta compagnie m'a apporté réconfort et énergie tout au long de ce parcours.*

Hadjer

Dédicace

À la mémoire de mon père bien-aimé,

Tu n'es plus parmi nous, mais ton âme m'accompagne, silencieuse et forte, à chaque battement de mon cœur. Dans les épreuves comme dans les réussites, ton regard absent mais présent m'a soutenu. Qu'Allah t'enveloppe de Sa miséricorde et t'accorde la paix éternelle. Ce travail t'est dédié, Papa, toi qui m'as enseigné la dignité même dans le silence.

À ma douce mère,

Femme au cœur immense, aux mains pleines de prières et de tendresse, tu as été mon refuge, ma lumière, mon courage. Que Dieu te garde, toi qui as toujours cru en moi, même lorsque je doutais.

À ma sœur,

Ton affection discrète, ton regard compréhensif et ta présence constante ont été pour moi un véritable baume dans les moments d'incertitude. Merci d'avoir été là, inconditionnellement.

À ma tante Souhila,

Toi qui as été une seconde mère, une confidente, une force tranquille dans mes tempêtes, ton amour et ton soutien ont comblé des vides que les mots ne sauraient exprimer.

À mon oncle Mohamed,

Avec tout mon respect et ma reconnaissance profonde, ton calme, ta sagesse et ta présence rassurante ont été d'un grand réconfort. Merci pour ton cœur généreux et ta bienveillance silencieuse.

À Yasmine,

Petite étoile joyeuse dans mon ciel parfois sombre, ton sourire, ta tendresse et ta complicité ont rendu ce chemin plus doux et plus humain.

À celui qui, par sa présence discrète, illumine mes journées : Lolich.

Tu sais apaiser sans bruit, encourager sans mots, et faire briller l'ordinaire. Merci d'être là, simplement, avec ton regard qui comprend sans poser de questions.

À Hadjer,

Amie précieuse et partenaire de ce mémoire, merci pour ta patience, ta persévérance et ton énergie lumineuse. Ton soutien constant et ta complicité ont donné à cette aventure une force que je n'oublierai jamais.

Et à mon cher chat Kiko,

Pour ta compagnie silencieuse, ta tendresse instinctive et ta présence réconfortante durant les longues nuits d'études. Tu as été un rayon de calme au cœur du tumulte.

Fatima

Liste des abréviations

DBO : demande biologique en oxygène.

DCO : demande chimique en oxygène.

EB : eaux brutes

EU : eaux usées

EUE : eaux usées épurées

EUT : eaux usées traitées

MES : matières en suspension

MM : matière minérale

MO : matière organique

ONA : office national d'assainissement.

SEAAL : société des eaux et d'assainissement d'Alger

STEP : station d'épuration.

Liste des tableaux

Tableau 1. Caractéristiques de la station d'épuration de Baraki.....	12
Tableau 2. Prélèvement filière eau.....	15
Tableau 3. Intervalles de mesure de la DBO ₅	20
Tableau 4. Rendement épuratoire moyen du pH de la station de Baraki.....	37
Tableau 5. Rendement épuratoire moyen de la CE de la station de Baraki.....	37
Tableau 6. Rendement épuratoire des matières en suspension (MES)	38
Tableau 7. Rendement épuratoire moyen de la DCO de la station de Baraki.....	38
Tableau 8. Rendement épuratoire moyen de la DBO ₅ de la station de Baraki.....	39
Tableau 9. Rendement épuratoire moyen du phosphore total de la station de Baraki.....	40
Tableau 10. Rendement épuratoire moyen de l'azote total de la station de Baraki.....	40
Tableau 11. Rendement épuratoire moyen des nitrates de la station de Baraki.....	41
Tableau 12. Rendement épuratoire moyen de l'ammonium de la station de Baraki.....	41
Tableau 13. Normes de rejet selon OMS et JORAD	65
Tableau 14. Tableau des valeurs moyennes des pH	66
Tableau 15. Tableau des valeurs moyennes de la CE	66
Tableau 16. Tableau des valeurs moyennes de la MES	66
Tableau 17. Tableau des valeurs moyennes de la DCO	66
Tableau 18. Tableau des valeurs moyennes de la DBO ₅	66
Tableau 19. Tableau des valeurs moyennes du PT	66
Tableau 20. Tableau de rendement épuratoire de NT	66
Tableau 21. Tableau des valeurs moyennes de N-N03-	66
Tableau 22. Tableau des valeurs moyennes de N-NH ₄ ⁺	66

Liste des figures

Figure 1. Situation géographique de la STEP de BARAKI (google earth).....	11
Figure 2. Schéma fonctionnel de la file eau de la station d'épuration de BARAKI.....	16
Figure 3. Schéma fonctionnel de la fil boues de la station d'épuration de BARAKI.....	17
Figure 4. Variation des valeurs du pH.....	24
Figure 5. Variation des valeurs de la conductivité électrique.....	25
Figure 6. Variation des teneurs en MES.....	25
Figure 7. Variation des valeurs de la DCO.....	26
Figure 8. Variation des valeurs de la DBO ₅	27
Figure 9. Variation des teneurs en azote total.....	27
Figure 10. Variation des teneurs en ammoniac (NH ₄ ⁺).....	28
Figure 11. Variation des teneurs en nitrates (NO ₃ ⁻).....	29
Figure 12. Variation des teneurs en phosphore total (PT).....	29
Figure 13. Valeurs moyennes du pH.....	30
Figure 14. Valeurs moyennes de la conductivité électrique	31
Figure 15. Valeurs moyennes de MES.....	31
Figure 16. Valeurs moyennes de la DCO.....	32
Figure 17. Valeurs moyennes de la DBO ₅	33
Figure 18. Valeurs moyennes du PT.....	33
Figure 19. Valeurs moyennes de NT.....	34
Figure 20. Valeurs moyennes des nitrates.....	35
Figure 21. Valeurs moyennes d'ammonium.....	36
Figure 22. Vis d'Archimède	61
Figure 23. Arrivée des eaux usées	61
Figure 24. Dégrillage	61
Figure 25. Dessableur	61
Figure 26. Décanteur primaire	61
Figure 27. Clarificateur	61
Figure 28. Bassin d'aération	62
Figure 29. Filtration	62
Figure 30. Rayons ultraviolets (UV)	62
Figure 31. Différents prélèvements d'eau	62

Figure 32. Echantillonneur	62
Figure 33. Spectromètre	62
Figure 34. Matériel utilisé pour déterminer les MES.....	63
Figure 35. Matériel utilisé pour déterminer la DCO	63
Figure 36. OXITOP et l'indicateur	64
Figure 37. Kits de dosage pour mesurer le phosphore	64

*Table des
Matières*

Table des matières

Résumé	
Remerciements	
Dédicaces	
Listes des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	

Introduction	1
---------------------------	---

Chapitre I : synthèse bibliographique

1. Généralité sur les eaux usées.....	4
1.1 Définition des eaux usées.....	4
1.2 Origine des eaux usées.....	4
1.3 Paramétré physico chimique.....	5
1.3.1 Paramètres physiques.....	5
1.3.1.1 La température.....	5
1.3.1.2 Matières en suspension.....	5
1.3.2 Paramètres chimiques.....	5
1.3.2.1 Potentiel Hydrogène(pH).....	5
1.3.2.2 conductivité électrique.....	6
1.3.2.3 Demande biologique en oxgène (DBO ₅)	6
1.3.2.4 Demande chimique en oxygène (DCO).....	6
1.3.2.5 phosphores totale (PT).....	6
1.3.2.6 Azote(N ₂).....	6
1.4. Procédées d'épuration des eaux usées.....	7
1.4.1Épuration des eaux usées.....	7
1.4.1.1 Étapes d'épuration dans la station de Braraki.....	7
Relevage	7
Prétraitement.....	7
a. Dégrillage.....	7
b. Dessablage-Déshuilage.....	7
c. Décanteur primaire	8
Traitement Biologique.....	8
a. Bassins d'aération.....	8
b. Traitements par boues activées.....	9
c. Dégazages.....	9
Traitement tertiaire (complémentaire).....	9
a. Filtration.....	9
b. Désinfection.....	9

Chapitre II : matériels et méthodes

II.1. Présentation de la STEP de Baraki	11
II.1.1 Situation géographique de la station.....	11
II. 1.2 caractéristiques techniques de la STEP de Baraki.....	12
II.2.Prélèvement.et échantillonnage.....	12
II 2.1 prélèvements.....	12
II 2.2 Echantillonnage	13
II.3. Filière de traitement de la STEP.....	14
II. 3.1 File eau	14
II.3.2 File boues	14
II. 4 Analyse physico-chimique	18
II. 4.1. Mesure du pH.....	18
II. 4.2. Mesure de la conductivité	18
II. 4.3. Mesure de MES	18
II. 4.4. Mesure de la DBO ₅	19
II. 4.5. Mesure de la DCO.....	20
II. 4.6. Mesure de phosphore.....	21
II. 4.7. Mesure de l'azote.....	21
II. 4.8. Mesure de l'ammonium	22

Chapitre III : Résultats et discussions

III.1. Qualité des eaux de l'année en cours	24
III. 1.1. Potentiel hydrogène (pH).....	24
III.1.2. Conductivité.....	24
III.1.3. Matière en suspension (MES).....	25
III. 1.4 Paramètres de pollution organique (DCO, DBO ₅).....	26
III.1.4.1. Demande chimique en oxygène (DCO).....	26
III. 1.4.2 Demande biochimique en oxygène à 5 jours (DBO ₅).....	26
III.1.5. Azote	27
III. 1.6. Ammonium	28
III.1.7. Nitrate	28
III.1.8. Phosphore total (PT).....	29
III. 2. Étude comparative	30
III.2.1 Evolution des paramètres physico-chimiques.....	30
III.2.2 Résultats du rendement épuratoire	31
Conclusion	44
Références bibliographiques.....	47
Annexes	49

Introduction

Depuis toujours, l'eau a été d'une importance primordiale à l'activité humaine. Considérée comme un outil d'aménagement du territoire, elle est désormais perçue comme un bien économique qu'il convient de valoriser et de distribuer de manière optimale en termes de qualité et de continuité.

Il est à noter que la qualité des eaux à l'échelle mondiale a significativement chuté à cause des déversements non régulés de effluents. Ces rejets provoquent des altérations chimiques de l'eau, la rendant impropre aux usages prévus. Les ressources d'eau de surface et souterraines sont contaminées par le déversement incontrôlé d'eaux usées municipales non traitées, issues des secteurs industriels et du ruissellement d'origine agricole. Le traitement des eaux usées diminue la charge d'effluents dans les milieux récepteurs et garantit une source d'eau fiable pour les usages ne nécessitant pas de l'eau de haute qualité, permettant ainsi d'économiser des ressources en eau potable qui sont souvent rares (**Agrafoti et Diamadopoulos, 2012**).

Il est par conséquent crucial d'assimiler les variations des eaux usées réutilisées et leur influence sur le processus de traitement, afin d'éviter des répercussions négatives sur la santé publique et l'environnement. L'analyse de l'efficacité des stations d'épuration des eaux usées se révèle complexe, en raison de la multitude de paramètres chimiques, physiques et microbiologiques à considérer. Cela constitue un défi important pour les opérateurs à cause des interactions compliquées entre ces paramètres (**Friane et Tobal, 2023**).

L'objectif du traitement ou de la purification des eaux usées est de diminuer la pollution qu'elles transportent. En conséquence, elles doivent être dirigées vers des stations d'épuration qui ont pour mission de concentrer les contaminants présents dans les eaux usées sous forme d'un volume réduit de résidus, soit les boues, et de rejeter une eau purifiée conforme à des standards précis, grâce à des techniques physico-chimiques et biologiques (**Debbabi, 2013**).

L'Algérie fait face à une pression croissante sur ses ressources en eau, accentuée par le changement climatique, la croissance démographique et la pollution. Le pays figure parmi les régions les plus touchées par le stress hydrique, avec une disponibilité en eau douce nettement inférieure au seuil de pénurie fixé par les organisations internationales. Dans ce contexte la gestion durable de l'eau constitue un enjeu national stratégique. Par ailleurs, le rejet d'eaux usées domestiques et industrielles dans l'environnement sans traitement approprié constitue une source majeure de dégradation écologique et de perturbation de l'équilibre des écosystèmes aquatiques et présente un risque sanitaire direct pour la population, notamment

par la contamination des nappes phréatique, des sols agricoles et des zones de baignade.

L'Algérie a déployé d'importants efforts dans le domaine de la dépollution des eaux usées en installant des stations d'épurations à travers le territoire national (ONA, 2009).

À l'échelle nationale, l'Algérie dispose de 232 stations d'épuration des eaux usées (STEP) réparties sur l'ensemble du territoire, selon les données récentes relayées par la presse nationale (El Watan) en 2024, citant le ministère de l'Hydraulique et l'Office national de l'assainissement (ONA). Ce chiffre traduit les efforts considérables entrepris ces dernières décennies pour renforcer les infrastructures d'assainissement, en réponse à une demande croissante en matière de gestion durable des ressources en eau et de protection de l'environnement.

Le choix de ce sujet s'inscrit dans le contexte actuel de gestion durable des ressources en eau, où les stations d'épuration des eaux usées (STEP) jouent un rôle stratégique dans la protection de l'environnement et la préservation des écosystèmes aquatiques. Parmi les nombreuses STEP implantées en Algérie, nous nous sommes intéressés à la station de BARAKI en raison de son importance régionale : elle couvre plusieurs communes de la capitale et traite quotidiennement un volume significatif d'eaux usées domestiques industrielles recueillies afin de les rendre conformes aux normes environnementales avant leur évacuation dans l'environnement.

L'objectif principal de ce travail est, dans un premier temps, d'analyser les paramètres physicochimiques des eaux usées brutes reçues par la STEP de BARAKI, afin de caractériser la nature de la pollution entrante. Dans un second temps, il s'agit d'évaluer la performance de la station en examinant l'efficacité de traitement au regard de la qualité des eaux à l'entrée et à la sortie de la station. Cette évaluation repose sur le suivi de l'évolution de plusieurs indicateurs physicochimiques clés (DBO₅, DCO, MES, pH ... etc.) sur une période de cinq ans, ce qui permettra d'apprécier la régularité du fonctionnement de la STEP, son adaptation aux charges reçues, et sa conformité vis-à-vis des normes environnementales en vigueur.

Chapitre I :
Synthèse
Bibliographique

L'eau ne doit pas être vue uniquement comme une simple marchandise, mais comme un patrimoine mondial à protéger et traiter avec le plus grand soin. C'est une ressource essentielle pour l'homme indispensable à ses activités agricoles, économique et à la qualité de son environnement. Le nouveau mode de vie de l'homme a contribué à la complexité organique et chimique des eaux usées. Leurs provenances des ménages, des secteurs industriels, agricole et artisanal altèrent dangereusement l'environnement.

Toutefois elle demeure également le réceptacle de toutes sortes de pollution, nécessitent ainsi un traitement avant toute réutilisation ou évacuation dans les écosystèmes naturels (**Eddabra, 2011**).

I. Généralités sur les eaux usées

I.1. Définition des eaux usées

Les eaux usées, représentent des liquides contaminés par des polluants, qu'ils soient solubles ou non, issus principalement de l'activité humaine. Une eau usée se définit généralement comme un assemblage de substances polluantes appartenant à ces catégories, dispersées ou incorporées dans l'eau utilisée pour des besoins domestiques ou industriels (**Grosclaude, 1999**).

I.2. Origines des eaux usées

Selon l'activité qui a conduit à la contamination des eaux usées appelées aussi eaux résiduaires urbaines (ERU) et celles qui arrivent à la station d'épuration, elles se distinguent en quatre types :

I.2.1. Eaux d'origine domestique

Les eaux usées domestiques représentent généralement la principale source de pollution et se composent de plusieurs types notamment :

- Eaux vannes : provenant des sanitaires (toilettes), très chargées en matières organiques, hydrocarbures, composés azotés, phosphorés, ainsi qu'en microorganismes.
- Eaux ménagères : telles que les eaux des salles de bains chargées en produits d'hygiène corporelle (matières grasses, hydrocarbonées), et les eaux de cuisine contenant des matières minérales en suspension issues du lavage des légumes, des substances alimentaires organiques, et des produits détergents utilisées pour la vaisselle qui ont par effet de solubiliser les graisses (**Rejsek, 2002**).

I.2.2. Eaux d'origine industrielle

Les eaux usées industrielles diffèrent considérablement des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient en fonction du type d'industrie, en plus des matières organiques,

azotées ou phosphorées, elles contiennent également diverses substances chimiques organiques et métalliques. Avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte, ces eaux doivent subir un traitement spécifique (**Mohammed, 2012**).

I.2.3. Eaux d'origine agricole

L'agriculture constitue une source significative de pollution des eaux en raison de l'utilisation d'engrais et de pesticides. Elle représente la principale cause des pollutions diffuses. Les eaux agricoles provenant de terres cultivées, chargées en engrais nitrés et phosphatés, entraînent, par ruissellement, une augmentation des matières azotées ou phosphatées dans les nappes phréatiques ainsi que dans les eaux des rivières ou des retenues (**Metahri, 2012**).

I.2.4. Eaux pluviales

Les eaux de ruissellement se produisent après des précipitations. Elles peuvent être particulièrement polluées, notamment en début de pluie en raison du lessivage des sols et des surfaces imperméables ainsi que de la remise en suspension des dépôts présents dans les collecteurs. Ces eaux présentent une composition similaire à celle des eaux usées domestique et peuvent contenir des métaux lourds et des éléments toxiques (plomb, zinc, hydrocarbures), principalement issus de la circulation automobile (**Frank, 2002**).

I.3. Paramètres physicochimiques

I.3.1. Paramètres physiques

I.3.1.1. Température

Il est essentiel de connaître la température de l'eau avec une grande précision, car elle influence la solubilité des sels et surtout des gaz. Elle affecte également la dissociation des sels et surtout des gaz. Elle affecte également la dissociation des sels dissous, ce qui impacte la conductivité électrique (CE), ainsi que le pH, de plus cette information est importante pour identifier l'origine de l'eau et détecter d'éventuels mélanges (**Rodier, 2005**).

I.3.1.2. Matières en suspension (MES)

La pollution particulaire résulte de la présence de particules de grande taille, supérieure à 10 μ m en suspension dans l'eau, que l'on peut associer aux matières en suspension (MES). En réalité ces MES ne sont pas uniquement constituées de particules solides véritablement en suspension. Il est également possible de considérer une partie des matières colloïdales, de dimensions inférieures (entre 1 et 10⁻²) représentant la limite entre la phase solide et la phase dissoute (**Rejsek, 2002**).

I.3.2. Paramètres chimiques

I.3.2.1. Potentiel d'Hydrogène(pH)

Les organismes sont extrêmement sensibles aux fluctuations pH. Ce paramètre mesure la concentration en ion H^+ dans l'eau, reflétant son acidité ou son alcalinité. Le pH influence également d'autres éléments notamment les métaux en modifiant leur disponibilité et leur toxicité, par ailleurs le pH est un facteur clé dans le processus d'épuration des eaux usées ainsi que dans le développement des bactéries nécessaires au traitement (**Rodier, 2005**).

I.3.2.2 conductivité électrique

La conductivité électrique (CE) d'une eau désigne sa capacité à laisser passer un courant électrique, ce qui reflète la quantité de sels dissous qu'elle contient. Elle constitue à une indication précise de la salinité de l'eau. La mesure de la conductivité permet donc d'évaluer le degré de minéralisation globale de l'eau (**Rodier, 2009**).

I.3.2.3. Demande biologique en oxygène (DBO₅)

La DBO permet d'évaluer la quantité de substances putrescibles présentes dans un milieu donné ainsi que sa capacité naturelle à s'auto-épurer. Elle facilite également la détermination de la charge maximale acceptable, en particulier lors des traitements primaires des stations d'épuration (**Rodier, 2005**).

La DBO₅ d'un échantillon correspond à la quantité d'oxygène utilisée par les microorganismes aérobie pour oxyder biologiquement les composés organiques et/ou inorganiques présents dans cet échantillon au cours d'une période de cinq jours (**Rejsek, 2002**).

I.3.2.4. Demande chimique en oxygène (DCO)

Représente la quantité d'oxygène nécessaire pour décomposer chimiquement l'intégralité de la matière organique qu'elle soit biodégradable ou non présente dans l'eau, en utilisant du bichromate de potassium à 150°C. Elle est exprimée en milligrammes par litre (mg/l) (**Sascha et Ferreira, 1986**).

I.3.2.5. Phosphore

Dans les eaux urbaines, le phosphore provient à parts égales des rejets humains et de l'utilisation des détergents (**Baumont, 2009**). Le phosphore présent dans les rivières et dans les eaux usées est presque entièrement sous forme de phosphate (**Rodier et al., 2016**).

I.3.2.6. Azote

L'azote peut exister sous différentes formes et niveaux d'oxydation. Les composés azotés minéraux les plus significatifs sont les nitrates (NO_3), les nitrites (NO_2) et l'ammonium (NH_4). Les nitrites (NO_2^-) résultent de l'oxydation partielle de l'azote ammoniacal grâce aux bactéries nitreuses comme les nitrosomonas ou du processus de réduction des nitrates par les bactéries dénitrifiantes et les nitrates (NO_3^-), quant à eux, proviennent de l'oxydation totale de

l'azote organique par l'intermédiaire de bactéries telles que les nitrobacters.

L'azote ammoniacal (NH_4^+), toujours présent dans les effluents, est un produit habituel de la décomposition de l'azote organique (Henry et al., 1992).

I.4. Procédés d'épuration des eaux usées

I.4.1. Epuration des eaux usées

Les stations de traitement des eaux usées occupent une place essentielle dans la préservation de l'environnement ainsi que dans la sauvegarde de la santé publique, en prévenant la contamination des aquifères. Elles favorisent aussi une gestion durable de l'eau, en permettant sa réutilisation (Mahdjar, 2016). Le traitement des eaux usées implique une série d'étapes utilisant des traitements physiques, chimiques et biologiques. Certains processus permettent l'élimination de l'azote et de phosphore (Haouam et Hassain, 2020).

I.4.1.1. Etapes d'épuration dans la station de BARAKI

Selon le type et l'importance de la contamination, divers processus peuvent être effectués en fonction des propriétés des eaux et des propriétés de traitements souhaités (Koller, 2004).

- **Relevage**

L'eau provenant du collecteur RIVE GAUCHE parvient au poste de relevage SGR2, qui est localisé à l'extérieur de l'installation. Grâce à trois vis de relèvement de type Archimède, l'eau est acheminée vers la station de pompage PR1 ; Les eaux issues de la station de pompage SRG2, du collecteur HARRACH industriel, ainsi que les retours de procédés de déshydratation et de traitement des matières de curage, se dirigent vers le poste de relevage PR1. Après un premier dégrillage grossier, l'eau est relevée à l'aide des vis de relèvement et des pompes vers la station de pompage PR2 ; Les eaux provenant de la station de pompage PR1, de la conduite BABA ALI, ainsi que les retours des épaisseurs, arrivent à la station de pompage PR2. Après un second dégrillage très grossier, l'eau est relevée grâce à des vis de relèvement et une pompe vers le poste de dégrillage PR2 (SEAAL, 2020/2021).

- **Prétraitement**

- a. **Dégrillage**

Le but du dégrillage est d'éliminer les substances les plus volumineuses présentes en surface de l'effluent.

Le processus de dégrillage est effectué en deux étapes : La première consiste à éliminer tous les déchets de taille supérieure à 60 mm, tandis que la seconde vise à éliminer ceux de taille supérieure à 20 mm (SEAAL, 2017).

- b. **Dessablage-Déshuilage**

Une fois débarrassées de leurs déchets, les eaux usées subissent un processus de dessablage.

Ce processus implique une décantation des sables qui est facilitée par l'agitation de l'eau à l'aide de fines bulles. Les sables, qui sont aspirés au fond du bassin, sont dirigés vers trois classificateurs à sables avant d'être évacués vers un site de décharge.

Quant au déshuilage, il constitue la phase finale du prétraitement. Cette étape physique revêt une importance capitale afin de ne pas perturber le traitement biologique ultérieur des eaux usées. Pour ce faire, des fines bulles sont introduites dans les dessableurs, ce qui a pour effet de faire remonter à la surface les graisses, lesquelles peuvent ensuite être récupérées par raclage. Après concentration, ces graisses sont transférées vers un bac de rétention spécifique avant d'être évacuées vers le site de décharge (SEAAL, 2017).

c. Décanteur primaire

La STEP de BARAKI comporte 4 Décanteurs. Le processus d'élimination des matières facilement décantables sans l'ajout de réactifs se déroule à une vitesse ascendante de 1,25 m/h. Une fois l'eau décantée, elle est dirigée en surverse vers l'installation de répartition et de dérivation biologique.

Les matières décantées, également appelées boues primaires, sont récupérées en étant raclées par un pont se déplaçant en va-et-vient. Elles sont ensuite pompées et traitées dans un autre bâtiment. Quant aux flottants, ils sont collectés dans une trémie en surface, puis pompés vers la bache à graisse pour être récupérés (SEAAL, 2017).

• Traitement Biologique : (traitement secondaire)

Le traitement biologique des eaux usées est la méthode qui favorise la décomposition des polluants par l'intervention de micro-organismes. Ce processus se produit naturellement dans des environnements comme les eaux de surface bien oxygénées. Cette détérioration est liée à un grand nombre d'organismes, selon divers cycles de conversion. Ces entités comprennent généralement des bactéries, des algues, des champignons et des protozoaires. Les micro-organismes qui assurent la purification se regroupent en flocons et se nourrissent de la pollution pour générer l'énergie nécessaire à leur vitalité et à la création de nouvelles cellules vivantes (Boumediene, 2013).

a. Bassins d'aération

Les eaux décantées, orientées vers quatre bassins d'aération, sont purifiées de la pollution Organique dissoute grâce à des flocons de bactéries qui se nourrissent de celle-ci. Ce processus biologique de consommation provoque une consommation d'oxygène, entraînant ainsi une augmentation de la population bactérienne.

- **Besoin en oxygène** : l'oxygène est apporté par des turbocompresseurs qui injectent de l'air au fond des grands bassins. La masse liquide aérée est alors mélangée durant son

séjour, avant d'être clarifiée.

- **Clarification** : consiste à dissocier les flocons biologiques de l'eau clarifiée, opération réalisée dans des clarificateurs secondaires.
- **Boues biologiques** : qui sont raclées au fond du clarificateur et extraites par aspiration, puis pompées et renvoyées en amont des bassins d'aération.

Une partie dite en excès est dirigée vers celles de la décantation primaire (SEAAL, 2017).

b. Traitements par boues activées

La boue activée est un système biologique avec une ventilation artificielle. Le lavage des boues activées est le contact avec un mélange de bactéries en pontant ou en résolvant les eaux usées avec la matière organique dans la suspension. Il existe une ventilation importante pour permettre l'activité bactérienne et le démantèlement de ces matériaux, suivis d'une décantation de la boue bactérienne qui est retournée dans le bassin de ventilation (Ait Amiri, 2012).

c. Dégazage

La zone de dégazage est située en aval du bassin d'aération. Il est essentiel d'avoir une zone de dégazage entre le bassin d'aération et le clarificateur afin de faciliter l'élimination des bulles d'air présentes dans la liqueur. Cela permet d'éviter la remontée des boues par entraînement des bulles d'air résiduelles dans le clarificateur (Bouaissa, 2015).

- Traitement tertiaire (complémentaire)

a. Filtration

La filtration constitue une méthode physique dédiée à la clarification d'un liquide renfermant des particules solides en suspension, en le dirigeant à travers un support pénétrable. Les particules solides ainsi retenues par le support pores s'accumulent ; il est donc nécessaire d'entreprendre un nettoyage de ce support de manière continue ou par intervalles.

En général, la filtration est un processus qui suit les traitements de coagulation, floculation et décantation. Elle permet d'atteindre une élimination efficace des bactéries, des couleurs, de la turbidité et, indirectement, de certains goûts et odeurs (Desjardins, 1997).

b. Désinfection

À l'issue des méthodes décrites précédemment, les eaux sont généralement restituées dans le milieu naturel. Dans le contexte d'une réutilisation, les eaux usées requièrent des traitements supplémentaires, principalement pour l'élimination des microorganismes susceptibles de poser des problèmes de santé (Mohammed Said, 2012). L'objectif de cette étape étant l'amélioration de la qualité bactériologique de l'effluent purifié (Ait amiri, 2012).

Les diverses méthodes de désinfection qui peuvent être mises en œuvre comprennent les rayons ultraviolets (UV) qui sont générés par des lampes à vapeur de mercure sous basse

pression. Les longueurs d'onde appropriées pour la stérilisation de l'eau varient entre 2000 et 3000 angströms (**Bouziati, 2000**).

Chapitre II :
Matériel et Méthodes

Notre travail a été réalisé au niveau de la station d'épuration de Baraki pendant la période allant du mois de février 2025 à mai 2025, durant cette période un suivi des paramètres physico-chimique des eaux usées a été réalisé au niveau du laboratoire de la station.

II. Matériel et méthodes

II.1. Présentation de la STEP de Baraki

II.1.1. Situation géographique de la station

La station de Baraki (Figure 1) est localisée dans la Wilaya d'Alger, au nord de la commune de Baraki à moins d'un kilomètre au nord. La ligne de chemin de fer Alger-Blida traverse la région au nord-ouest de la station. À l'ouest, l'Oued El Harrach coule vers le nord. L'exploitation agricole d'Ali Talha est située à environ 300 mètres au nord de la station. Au sud-est se trouve une ferme expérimentale, et au sud de la station se situe Ben Rhazi. A l'entrée du site de la station on trouve les bureaux de l'Office National d'Assainissement (ONA). L'accès à la station est unique passant par une impasse reliée au C.W.115, une route reliant la zone industrielle d'Harrach et Baraki (ONA, 2017).

La station d'épuration de Baraki a été mise en service en 1989, elle n'a pas fonctionné pendant près de vingt ans jusqu'à sa réhabilitation en 2009. Lors de son lancement sa capacité de traitement était de 90000 EH (équivalent-habitants). En 2015, cette capacité a été doublée pour atteindre 1,8 million EH. La station traite les eaux de certaines communes d'Alger avec une production moyenne théorique de 298 800 m³/jour. Actuellement la STEP de Baraki est considérée comme une station à boues activées à charge moyenne (SEAAL,



2023).

Figure 1. Situation géographique de la STEP de BARAKI (google earth)

II.1.2. Caractéristiques de la STEP de BARAKI

Les principales caractéristiques de la STEP de BARAKI sont regroupées dans tableau 1.

Tableau 1 : caractéristique de la station d'épuration de Baraki (SEAAL, 2015).

Eléments	Caractéristiques
Débit moyen traité (2013)	63 400 m ³ /jour
Production ded boues	12 200 tonnes (23,9%) de siccite)
Efficacité du traitement	> 99% conformité aux normes de rejet : > 95% d'élimination des polluants
Origine des eaux usées	70% de la station de pompage d'El Harrach 30% du collecteur Baba-Ali
Milieu récepteur	Oued El-Harrach
Procédé de traitement	Boues activées avec deux filières : Eau et Boue
Filière Eau	Traitement des différentes phases des eaux usées
Filière Boue	Réduction du volume de boues
Type de station	Boues activées à charge moyenne
Superficie	10 km ²
Capacité nominale	900 000 équivalents habitants
Débit hydraulique moyen	150 000 m ³ /jour
Etapas de traitement	Décantation (5-6 h), traitement physique et biologique, clarification, désinfection
Durée totale de séjour	12 à 15 heures
Arrivée des eaux usées	PR2 : Collecteur Baba-Ali et PR1 Station SRG2

II.2. Prélèvement et échantillonnage

II.2.1. Prélèvement

La collecte d'échantillon d'eaux usées est l'étape initiale cruciale du processus d'analyse. Il est impératif que les échantillons collectés soient représentatifs et intègres. Ainsi, il est essentiel que tous les préleveurs du laboratoire comprennent clairement leurs rôles et responsabilités.

Chaque préleveur doit obligatoirement porter son équipement de protection individuelle EPI (gants, masque, combinaisons, casques, détecteurs de gaz)

Les outils d'échantillonnage sont essentiels pour les opérations afin de réaliser avec succès la phase de prélèvement (perches, flacons, glacières).

La collecte d'eaux usées peut être effectuée selon un planning par deux méthodes, des préleveurs automatiques et manuel.

- **Préleveurs automatiques** : en présence d'échantillonneurs asservis au débit, un prélèvement de 100 ml est effectué toutes les 300 m³/h pendant 24 heures. En l'absence de l'asservissement au débit, les prélèvements sont effectués en fonction du temps, avec une prise de 100 ml toutes les 20 minutes pendant 24 heures.

- **Prélèvement manuel** : en cas de panne des échantillonneurs automatiques, le préleveur ou un opérateur désigné par le responsable du laboratoire procède aux prélèvements conformément au planning toutes les 2 heures, un prélèvement de 1000 ml est effectué, ces échantillons sont ensuite transportés au laboratoire dans une glacière. A chaque prélèvement 500 ml sont prélevés pour la reconstitution de l'échantillon moyen, puis conservés dans un réfrigérateur (2-6 °C) et un congélateur (<-18°C) (SEAAL, 2023).

II.2.2. Echantillonnage

Un échantillon d'eau correspond à une quantité de 100 ml prélevée chaque 20 minutes pendant 24 heures, où tous les prélèvements sont placés dans une grande bassine pour agitation et prise en compte.

Deux préleveurs d'échantillon automatiques sont mis en place, l'un situé en aval du dégrilleur pour prélever des échantillons d'eau brute, et l'autre dans la conduite de sortie des eaux traitées pour prélever des échantillons d'eau limpide. Chaque préleveur est équipé de 24 flacons d'un litre, avec une quantité de 100 ml prélevée chaque 20 minutes.

II.2.2.1. Echantillonnage automatique

La STEP de Baraki est dotée de préleveurs automatiques qui offrent la possibilité d'effectuer une analyse composite de 24 heures de l'effluent à analyser lors des différentes étapes du traitement des eaux usées.

Tous les préleveurs sont constitués d'une enceinte réfrigérée avec 24 bouteilles de prélèvement. Le préleveur collecte des échantillons de 100 ml toutes les 20 minutes tout au long de la période. Pendant une journée 7L200 ml sont collectés. Un volume moyen de 2 litres est prélevé en mélangeant les 24 flacons afin de l'envoyer au laboratoire de la STEP. Les prélèvements s'effectuent sur :

- Eau brute EB
- Eau décantée ED
- Eau clarifiée ou épurée (prélevée à la sortie des quatre clarificateurs) EE
- Eau filtrée (60 % de l'eau clarifiée passe par le processus de filtration) EF (Friane et Tobal, 2023).

- Eau de lavage (ELF)

II.2.2.2. Echantillonnage manuel

Si les préleveurs ne sont pas disponibles ou en panne, le préleveur ou l'opérateur désigné par le responsable réalise des prélèvements conformément au calendrier. Toutes les 2 heures, il retire 1000 ml entre 8h et 16h. Par la suite, ces prélèvements sont envoyés au laboratoire.

À chaque prélèvement, nous utilisons 500 ml pour reconstituer l'échantillon moyen. Les collectes sont réalisées au niveau du bassin d'eau primaire (eaux secs) et du bassin submergé (eaux décantées submergées) (**Friane et Tobal, 2023**).

II.3. Filières de traitement de la STEP

La STEP de BARAKI est de types boues activées dotée d'une filière eau et une filière boues.

II.3.1. File Eau

II. 3.1.1 Équipements de la file eau (figure2)

Elle est constituée de 03 stations de relèvement (SRG2, PR1, PR2), 1 atelier de dégrillage, 01 atelier de traitement des sables et 01 ouvrage de répartition et de by-pass biologique avec de nouveaux équipements à savoir : 04 nouveaux dessableurs-dégraisseurs (le dessableur de la tranche 1 n'est plus utilisé, mais n'est pas détruits), 04 nouveaux décanteurs primaires (ceux de la tranche 1 sont détruits), 01 atelier de traitement des graisses (dans le cadre de la tranche2), 01 ouvrage de répartition et de by-pass biologique modifier pour alimenter la biologie de la tranche 2, 02 bassins biologique avec équipement de production d'air (tranche 1 et 2), 01 ouvrage de dégazage avec équipements d'air dédiée, placé après les bassins biologiques de la tranche 2, 04 clarificateurs pour la tranche 1, 4 pour la tranche 2, 03 puits de recirculation/extraction des boues biologique (1 pour la tranche 1, 2 pour la tranche 2), 01 bache de réception de l'eau clarifiée, aménagée pour réceptionner l'eau des deux tranches,

Quant à l'équipement pour traitement tertiaire : 7 filtres à sable avec systèmes de lavage, 02 canaux de désinfection, un canal de comptage UV, une bache de stockage final et 02 ateliers de réception des matières de curage et de vidange (nouveaux, pour la tranche 2) (**Manuel opérateur STEP de Baraki**)

II.3.2. File Boues (figure3)

La majorité des procédés d'épuration des eaux usées, qu'elles soient urbaines ou industrielles, qu'ils soient biologiques ou physico-chimiques, aboutissent à la production de résidus secondaires appelés boues résiduaires. Ces boues sont des particules solides constituées de matières organiques non dégradées, de matières minérales et de microorganismes qui n'ont pas été éliminés lors du prétraitement ou du traitement en amont de la station d'épuration.

Les méthodes de traitement de ces boues varient en fonction de leur nature et de la taille de la

station. Le schéma ci-après illustre les différentes filières possibles pour le traitement des boues (Friane et Tobal, 2023).

Tableau 2. Prélèvement de la filière eau

Type de prélèvement	Etape de traitement	Qui	Durée du prélèvement	Délai de prélèvement	Quantité	Reconstitution d'un échantillon moyen au laboratoire
Automatique	Eau déshuilée, Dessablée, eau brute	Préleveur	24 Heures	Chaque 20 min	100ml	Prélever 2000ml du mélange des 24flacons
Automatique	Eau décantée	Préleveur	8Heures	Chaque 20 min	1L	Prendre 250 ml de chaque flacon pour la reconstitution d'un échantillon moyen
Automatique	Eau clarifiée T2	Préleveur	24 Heures	Chaque20 min	100ml	Prélever 2000ml du mélange des 24 flacons
Automatique	Eau filtrée, désinfectée	Préleveur	24 Heures	Chaque 20 min	100ml	Prélever 2000 ml du mélange des 4 galons
Automatique	Retour en tête (T1, T2)	Préleveur	24 Heures	Chaque 20 min	100ml	Prélever 500 ml du mélange des 4 galons
Manuel	Eau de lavage	Operateur	Instantané		500 ml	Bien mélanger les échantillons
Manuel	By pass -En cas de panne du préleveur	Operateur	8H00-16H00	Chaque 2 h	1000ml	500ml par prélèvement effectué

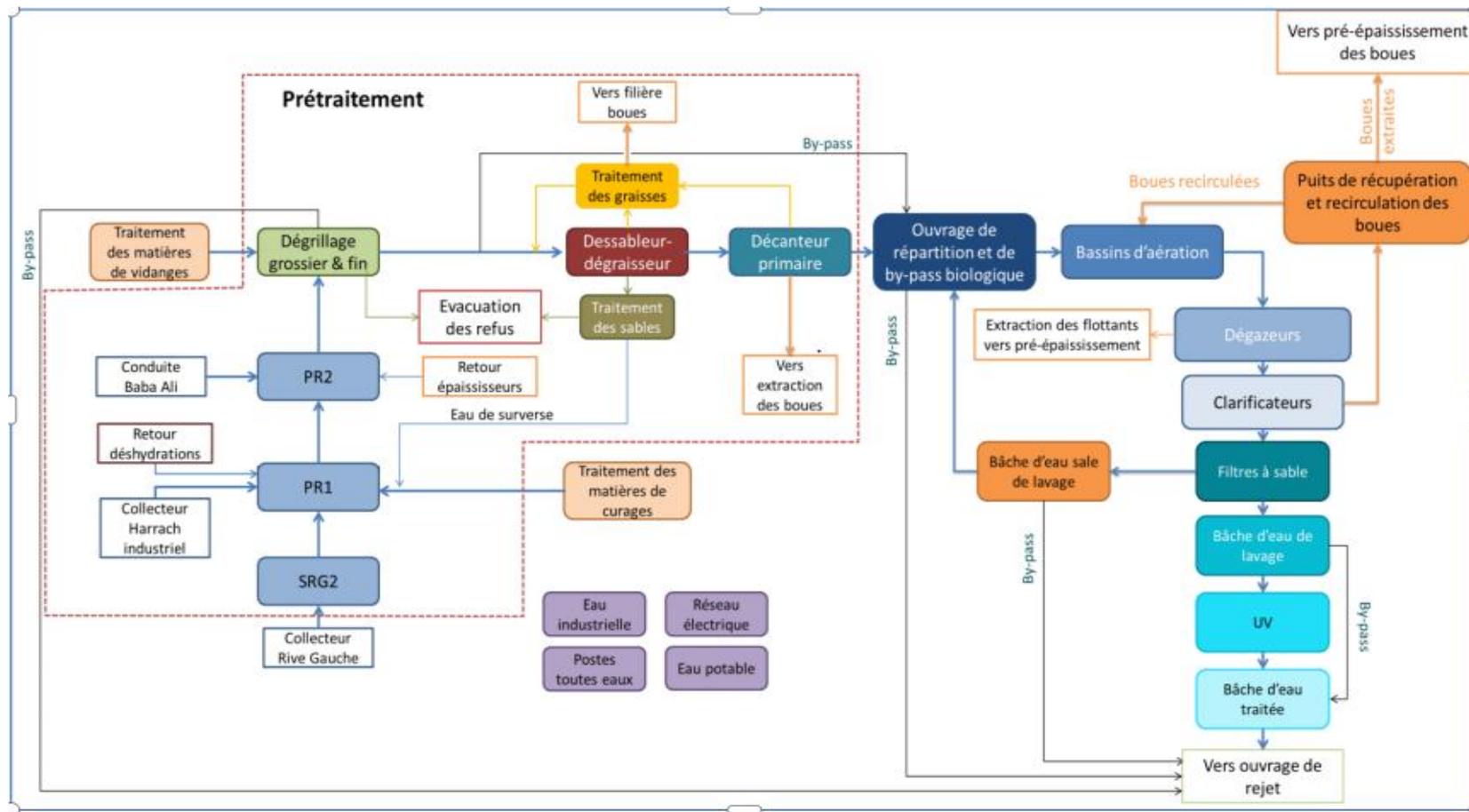


Figure 2. Schéma fonctionnel de la file eau (Manuel opérateurs SEAL)

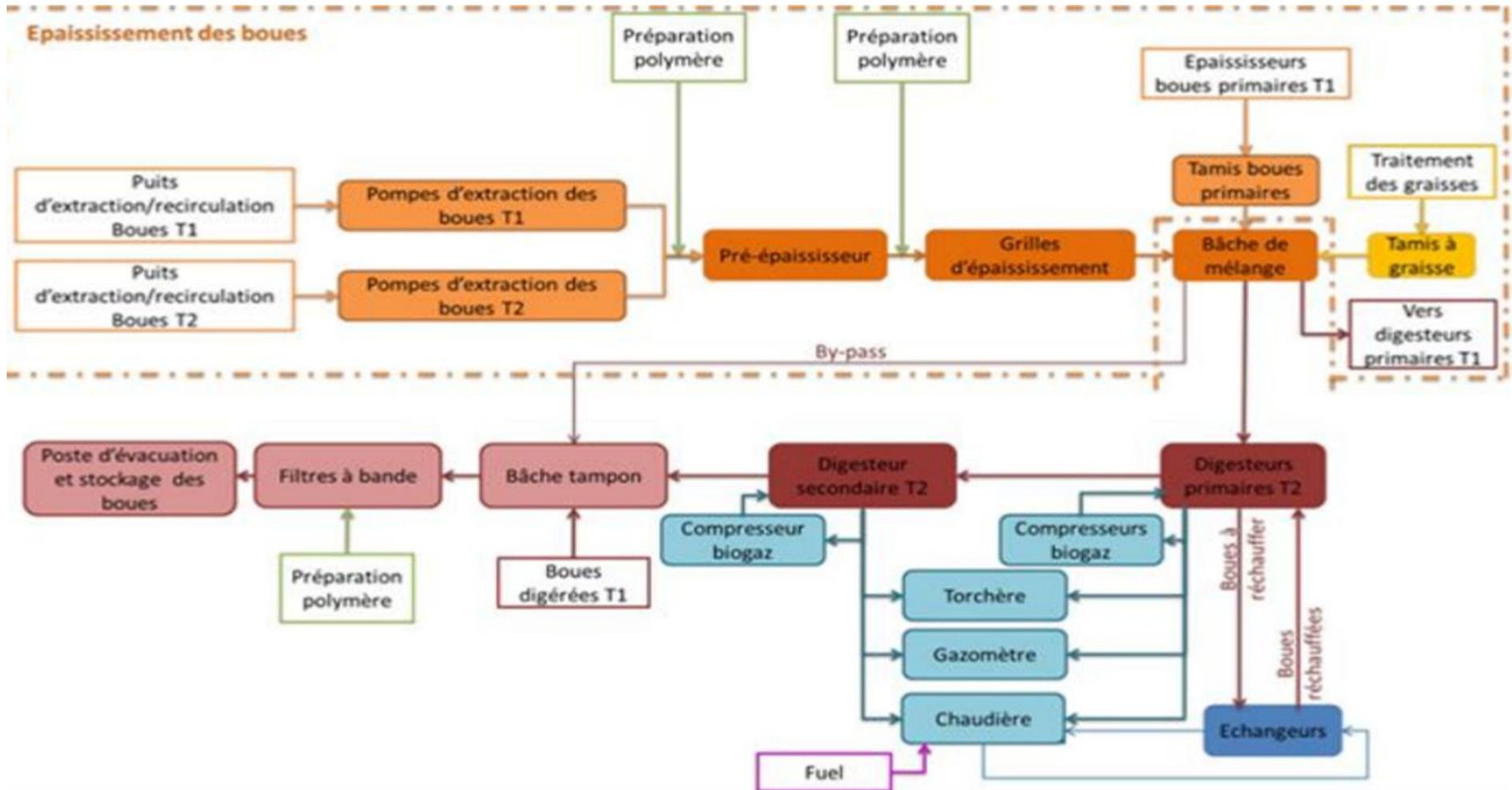


Figure 3. Schéma fonctionnel de la file boues (Manuel opérateurs SEAL)

II.4. Analyses physico-chimiques

Deux catégories d'analyses ont été réalisées au sein de la STEP, comprenant 02 types d'analyses

- Analyses quotidiennes : pH, MES, Conductivité électrique, température.
- Analyses hebdomadaires : DBO₅, DCO, nitrites, nitrates, azote total, phosphates et ammonium.

II.4.1. Mesure de pH

La mesure du pH repose sur l'évaluation de la différence de potentiel d'une cellule électrochimique, réalisée avec le pH mètre de HACH. De plus, la valeur du pH d'un échantillon est influencée par la température en raison des équilibres de dissociation, il est calibré à l'aide de deux tampons, correspondant aux pH 7 et pH 4.

- Les échantillons sont prélevés dans des flacons en verre ou en plastique et sont analysés dans les 24 heures suivant leur prélèvement.
- l'échantillon à analyser est versé dans un bécher propre, préalablement rincé avec l'eau distillée et l'échantillon lui-même.
- l'électrode est soigneusement rincée avec de l'eau distillée.
- l'électrode est ensuite immergée dans le bécher contenant l'échantillon.
- la valeur du pH ainsi que celle de la température d'échantillon au moment de la mesure sont notées une fois la valeur s'est stabilisée.

II.4.2. Mesure de la conductivité électrique

La conductivité électrique dépend de la concentration, nature, température des ions et viscosité de la solution. Elle est mesurée par un conductivimètre équipé d'une électrode de mesure, d'une sonde de température et d'un convertisseur, et compense pour des conditions mesurées à 25°C. L'appareil de mesure est étalonné avec une solution de contrôle de qualité de 1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25°C avec des valeurs d'acceptation rapportées sur une carte de contrôle et les résultats sont exprimés en $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25°C. Après immersion dans la solution étalonnage et validation, la mesure d'échantillons s'effectue après rinçage de l'électrode.

II.4.3. Mesure de MES

La notion de matières en suspension (MES) fait référence à l'ensemble des particules solides insolubles, visible à l'œil nu, présentes dans un liquide, qu'elles soient d'origine minérale ou organique. Deux techniques sont utilisées pour mesurer les MES :

- **Technique 1** : La méthode de filtration sous vide, qui est appliquée aux échantillons d'eau (décantée, filtrée et épurée), Pour cela il est nécessaire de :

- Insérer le filtre dans le creuset et le peser à vide en utilisant une balance analytique, avec une précision de 0,1 mg.
- Placer le filtre, côté lisse vers le bas, dans l'entonnoir et fixer l'entonnoir à la fiole à vide.
- Mesurer le volume de l'échantillon à filtrer à l'aide d'une éprouvette graduée.
- Filtrer l'échantillon à travers le filtre puis retirer le filtre de l'entonnoir à l'aide des pinces à extrémités plates, avec précaution.
- Remettre le filtre dans le creuset et le sécher dans une étuve à $105 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 1 à 2 heures.
- Laisser le creuset refroidir à température ambiante près de la balance, en évitant toute contamination. Une fois refroidi, peser de nouveau le filtre avec la balance analytique **(Rodier et al. 2005)**.
- **Technique 2** : l'eau brute est centrifugée selon le protocole suivant :
 - Peser les capsules en porcelaine vide (TARE).
 - Attendre jusqu'à ce que les échantillons soient à température ambiante.
 - Homogénéiser le contenu du flacon et introduire un volume de l'échantillon dans le pot de la centrifugeuse.
 - Centrifuger durant 20 min à (3000-4000) tours par minute.
Recueillir le culot déposé dans une capsule préférablement séchée à $105^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ jusqu'à masse constante, refroidie en dessiccateur et pesée à 0,1 mg près.
 - Rincer le pot de la centrifugeuse avec de l'eau distillée et recueillir les eaux d'entraînement dans la capsule.
 - Sécher ensuite la capsule et son contenu à $105^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ laisser refroidir dans un dessiccateur et peser à 0,5 mg près.
 - Calculer la teneur en matières en suspension qui est exprimée en milligrammes par litre (mg/l) et déterminée par la formule suivante :

$$P = ((M1 - M0) * 1000) / V$$

Avec : P : est la teneur en matière en suspension en mg/l
M1 : est la masse en milligrammes de la capsule et son contenu après séchage
M0 : est la masse en milligrammes de la capsule vide
V : est le volume en millilitres de la prise d'essai (SEEAL, 2022)

II.4.4. Mesure de la DCO

Cette méthode est applicable à deux plages de mesure :

- Haute gamme : 150 à 1000 mg O₂/L (méthode LCK 114) pour les eaux chargées

- Basse gamme 15 à 150 mg O₂/L (méthode LCK 314) pour les eaux moins chargées

Cette analyse est réalisée dès que possible sans dépasser 5 jours de la date du prélèvement. La DCO est mesurée selon le protocole suivant :

- Un échantillon représentatif est prélevé dans un récipient en plastique.
- Prendre la cuve correspondante à la plage de mesure souhaitée et procéder à l'agitation.
- A l'aide d'une pipette, 2 ml de l'échantillon sont prélevés.
- Le bouchon de la cuve est soigneusement refermé.
- Le contenu de la cuve est vigoureusement agité.
- La cuve est ensuite chauffée pendant 2 heures à 148±3°C dans un thermostat LT200, puis retirée et laissée refroidir à température ambiante. Une fois refroidie, elle est nettoyée dans le compartiment approprié.
- Enfin, le mode de lecture est sélectionné par code-barres dans le menu principal de l'écran numérique du DR2800/DR3800. La valeur de la DCO s'affichera en mg O₂/L, représentant la concentration en masse d'oxygène consommée par la matière organique présente dans l'échantillon.

II.4.5 Mesure de la DBO₅

La valeur de la DBO₅ est généralement estimée à 80% de la valeur de la DCO mesurée. Il est recommandé de sélectionner le volume de l'échantillon selon les intervalles de mesure de la DBO₅ dans le tableau 3.

Volume de la prise d'essai	Intervalle de mesure (mg/l)	Facteur
432	0-40	1
365	0-80	2
250	0-200	5
164	0-400	10
97	0-800	20
43,5	0-2000	50
22,7	0-4000	100

Tableau 3. Intervalles de mesure de la DBO₅ (SEEAL, 2012)

La méthode utilisée est la méthode manométrique BODTrak selon les étapes suivantes :

- Démarrer la mesure appuyer sur les boutons (S) et (M) simultanément pendant 2

secondes jusqu'à apparition de (--), qui indique que toutes les valeurs enregistrées auparavant ont été effacées.

- Placer le flacon dans l'incubateur réglé à une température de 20°C pendant 5 jours.
- Pour lire la valeur actuelle appuyer sur le bouton (S).
- Les valeurs 1F, 2F, 3F, 4F ou 5F indiquent que la mesure du jours indiquée en chiffre n'a pas encore été prise
- La valeur de la DBO₅ en mg/l est la valeur lue directement sur l'écran digitale de l'Oxipon multipliée par le facteur donné dans le tableau 2 selon la formule suivante (SEEAL, 2012) :

$$\text{Valeur lue} * \text{Facteur} = \text{DBO}_5 \text{ en mg/l}$$

II.4.6. Mesure du phosphore

Le dosage du phosphore a été réalisé selon la méthode KIT HACH LCK 350 pour l'eau brute et LCK 348 pour l'eaux épurée et ce à l'aide d'un spectrophotomètre.

L'analyse est réalisée selon les étapes suivantes :

- Dévisser le DosiCapZip.
- Pipeter 0,4ml de l'échantillon puis ajouter 0,5ml du réactif B (LCK 350).
- Pipeter 0,5ml de 'échantillon puis ajouté 0,2 ml du réactif B (LCK 348).
- Visser le DosiCapZip gris sur la cuve, secouer énergiquement et a attendre 15min.
- Bien nettoyer l'extérieur de la cuve a barre.
- Mesurer la concentration à l'aide d'un spectromètre qui indique les résultats en

mg/l (SEEAL, 2021).

II.4.7. Mesure de l'azote total

La mesure de l'azote se fait selon le protocole de SEEAL (2023) en utilisant la méthode LCK 338 & LCK238 de détermination pour les deux gammes :

- 20-100 mg/l (haute gamme) : applicable pour les eaux brutes.
 - 5-40 mg/l (basse gamme) : applicable pour les eaux épurées.
- Pipeter l'échantillon puis l'ajouter à la solution A et une pastille B :
- Pour LCK 338 : pipeter 0,2 ml d'échantillon dans le tube à essai sec puis ajouter 2,3 ml de la solution A et une pastille B.
 - Pour LCK 238 : pipeter 0,5 ml d'échantillon dans le tube à essai sec puis ajouter 2 ml de solution A et une pastille B.
- Chauffer le tube à essai 30 min à 120°C, puis le laisser refroidir le tube totalement (18-20°C).
- Bien agiter le tube à essai, puis pipetter de l'éprouvette de réaction 0,5 ml et les mettre dans

la cuve à code barre.

- Ajouter à la cuve à code barre 0,3 ml de la solution D et bien fermer et agiter la cuve.
- Attendre 15 minutes, nettoyer la cuve et procéder à la mesure.
- Insérer la cuve dans l'emplacement approprié du spectrophotomètre (DR399-DR2800-DR3800-DR600) et sélectionner le menu programme à code barre dans le menu principal.
- La valeur de l'azote total est directement donnée en mg/l (SEEAL, 2023).

II.4.8. Mesure des nitrates

Pour la détermination des nitrates, le dosage a été réalisé selon la méthode KIT HACH LCK339, à l'aide d'un spectrophotomètre.

Le protocole consiste à pipeter 0,1 ml d'échantillon, 0,2 ml de la solution A puis fermer la cuve et agiter le contenu en la retournant plusieurs fois de suite jusqu'à ce que le mélange soit homogène puis attendre 15 min, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer.

- Le spectromètre indique des résultats en mg/l de N-NO₃ (SEEAL, 2022).

II.4.9. Mesure de l'ammonium

Pour la détermination de l'ammonium, le dosage a été réalisé par la méthode kit HACH LCK 302/LCK303/LCK305, à l'aide d'un spectrophotomètre. L'analyse est réalisée selon les étapes suivantes (SEEAL, 2021) :

- Enlever délicatement la feuille de protection Dosi cap Zip détachable.
- Dévisser le Dosi Zip, puis pipeter 0, ml de l'échantillon pour LCK302/ LCK303 et 0,5ml de l'échantillon pour LCK305.
- Visser immédiatement le Dosi Zip en dirigeant le cannelage vers le haut.
- Secouer énergiquement, attendre 15min puis bien nettoyer l'extérieur de la cuve à barre.
- mesurer la concentration à l'aide d'un spectromètre qui indique les résultats en mg/l.

II.5. Analyse de la performance de la STEP de BARAKI

Afin d'analyser la performance de la station, des données relatives aux paramètres physicochimiques des eaux brutes et traitées ont été recueillies et comparées sur une période de sept ans, à savoir : 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024 et 2025. Il convient de préciser que les données de l'année 2025 ont été obtenues auprès de l'ONA de Baraki, exclusivement durant la période du stage. En ce qui concerne les années précédentes, et en l'absence de transmission directe des données par la SEEAL et l'ONA, nous nous sommes appuyés sur d'anciens mémoires de fin d'études ayant rapporté ces informations (Mémoire utilisés). Une comparaison des résultats a été effectuée, accompagnée d'une analyse statistique afin d'évaluer l'évolution et la régularité des performances de la station avec calcul du rendement épuratoire.

La période étudiée concerne toutes les saisons de l'année sauf l'an de 2024 et l'an 2025 ou uniquement la saison de printemps qui a été prise en considération

Chapitre II :
Résultats et
Discussion

L'analyse et l'interprétation reposent sur un échantillon homogène et représentatif de l'eau épurée au niveau de la station de BARAKI, afin de préserver au mieux ses caractéristiques physico-chimiques.

III. Résultats et discussion

III.1. Qualité des eaux de l'année en cours

III.1.1. Potentiel d'Hydrogène (pH)

Les valeurs du pH des EB sont comprises entre 7,71 et 7,67 avec une moyenne de 7,69 tandis que celles des EF sont comprises entre 7,78 et 7,47 avec une moyenne de 7,62 (**Figure 4**). On note, en effet, une légère différence entre l'eau brute et filtré. Ceci dû probablement selon **Refesk (2002)** aux réactions chimiques et/ou biologiques qui produisent des ions acides ou qui consomment des ions basiques. En gros ces résultats sont conformes aux normes fixées par l'OMS (2006) à savoir l'intervalle $6,5 \leq \text{pH} \leq 8,5$.

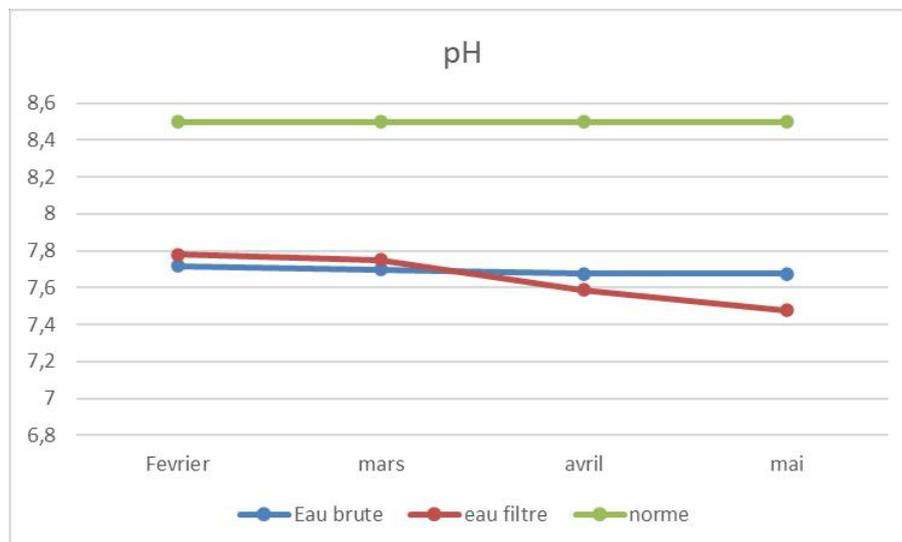


Figure 4. Variation des valeurs du pH

III.1.2. Conductivité électronique (CE)

L'analyse de la conductivité (**Figure 5**) de l'eau brute et filtrée sur la période allant du mois de février au mois de mai nous permet les constatations suivantes.

EB : de février à mars une forte augmentation est observée passant de 1418,29 $\mu\text{s}/\text{cm}$ à 1848,24 $\mu\text{s}/\text{cm}$ avec chute à 1209,37 $\mu\text{s}/\text{cm}$ qui caractérise le mois d'avril.

EF : les valeurs sont globalement plus faibles varient entre 1208,5 $\mu\text{s}/\text{cm}$ et 1237,33 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Les valeurs élevées de la conductivité traduisent une faible minéralisation de l'eau et une richesse en sels, cela justifie les valeurs élevées enregistrées à l'entrée. La diminution observée entre les eaux à l'entrée et la sortie de la station d'épuration est probablement liée au traitement biologique appliqué aux eaux usées et ainsi qu'à la sédimentation des sels minéraux dans le clarificateur (**Gaujous,1995**).

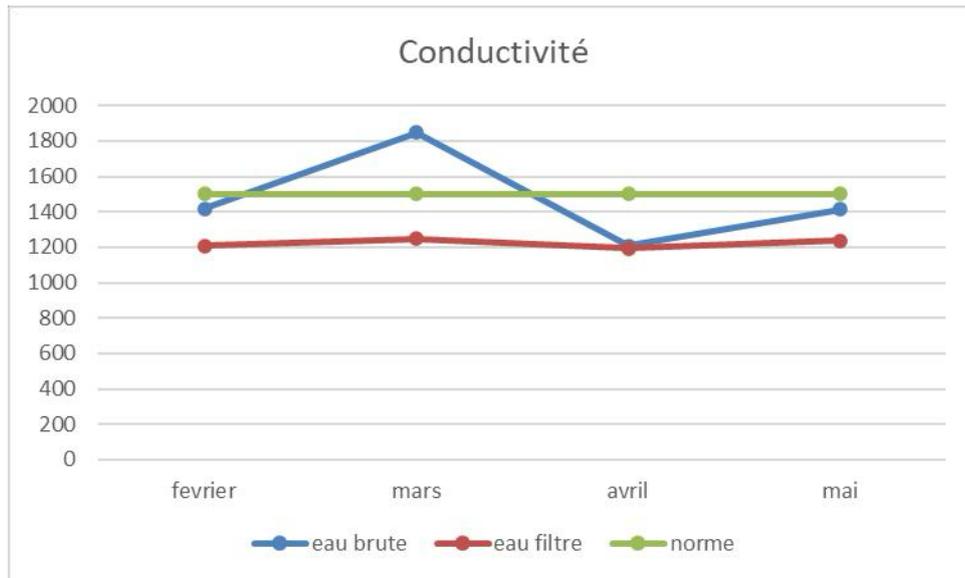


Figure 5. Variation des valeurs de la conductivité électrique

III.1.3. Matières en suspension (MES)

Les valeurs en MES obtenues (Figure 6) caractérisant la période d'étude se situent entre 2544,5 mg/l et 2574,5 mg/l pour les EB et entre 5,3 mg/l et 3,3 mg/l pour les EF. Le taux des MES dans les eaux varie entre l'entrée et la sortie de la station. Ces résultats montrent une concentration élevée en MES qui caractérisent certainement les eaux usées urbaines et industrielles qui a visiblement diminué à la sortie confirmant ainsi l'efficacité du traitement d'épuration appliqué.

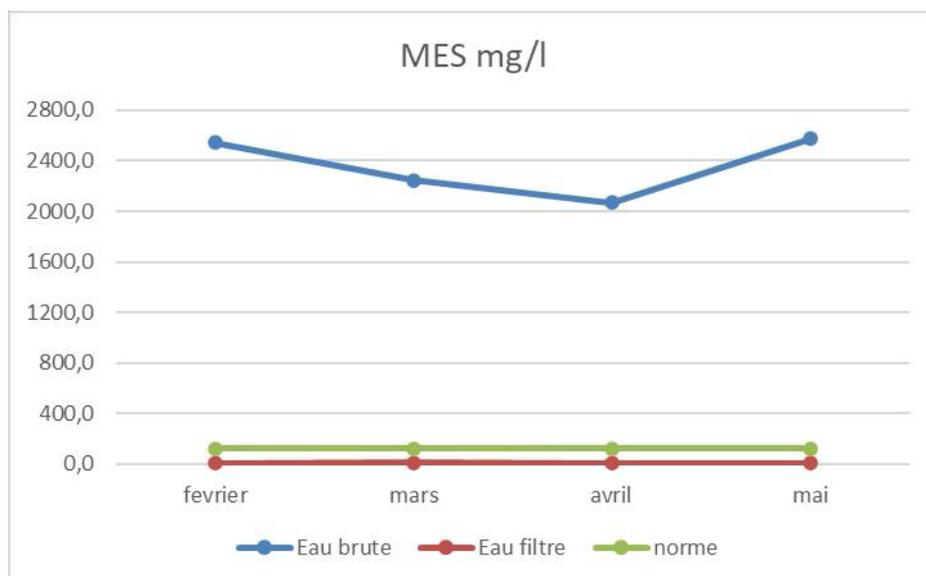


Figure 6. Variation des teneurs en MES

III.1.4. Paramètres de pollution organique (DCO, DBO₅)

III.1.4.1. Demande chimique en oxygène (DCO)

Les valeurs de la DCO enregistrées (**Figure 7**) au niveau des eaux étudiées sont comprises entre 254 mgO₂/l et 2794 mgO₂/l avec une moyenne de 2668,5 mg/l pour les eaux brutes. Quant aux eaux clarifiées, ces valeurs sont largement inférieures à celle de EB et varient entre 48 mgO₂/l et 21 mgO₂/l avec une moyenne de 34,5 mgO₂/l (Figure 23). Ceci dit que l'eau clarifiée répond aux normes avec des valeurs inférieures aux normes de l'OMS (2006) dont la valeur maximale est fixée à 90 mg O₂/l.

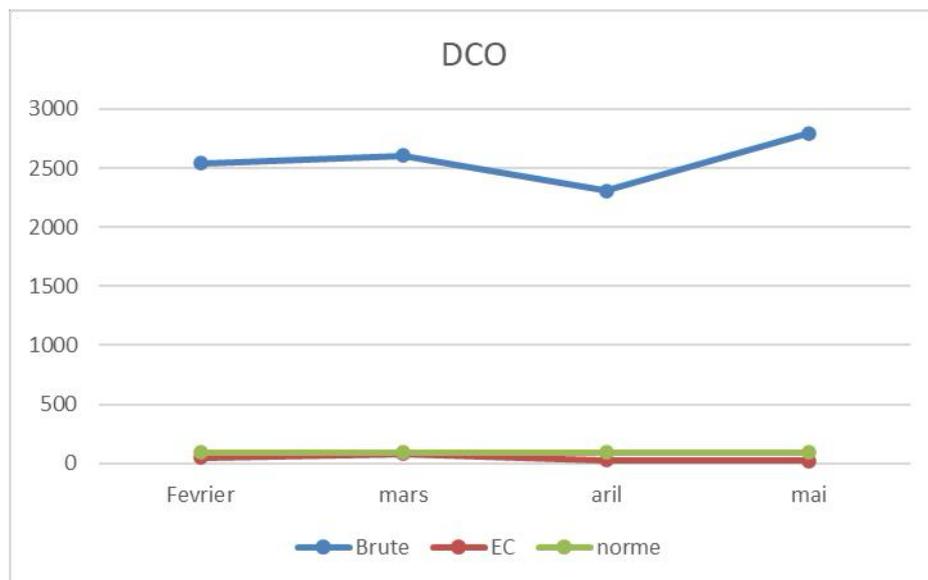


Figure 7. Variations de la DCO

III.1.4.2. Demande biologique en oxygène à 5 jours (DBO₅)

On remarque durant la période d'étude qu'à l'entrée de la STEP les valeurs de DBO₅ sont comprises entre 670 mg/l et 815 mg/l et à la sortie les valeurs varient entre 16 mg/l et 6 mg/l (**Figure 8**).

La DBO est une mesure qui permet d'évaluer la quantité de matières organiques biodégradables présentes dans l'eau, et par conséquent d'estimer son degré de pollution ou sa qualité. La diminution de cette pollution c'est-à-dire l'élimination de la pollution organique est le résultat de l'action de microorganismes épurateurs. Ces derniers dégradent et transforment la matière organique et éliminent ainsi la pollution (**Cardot, 1999**).

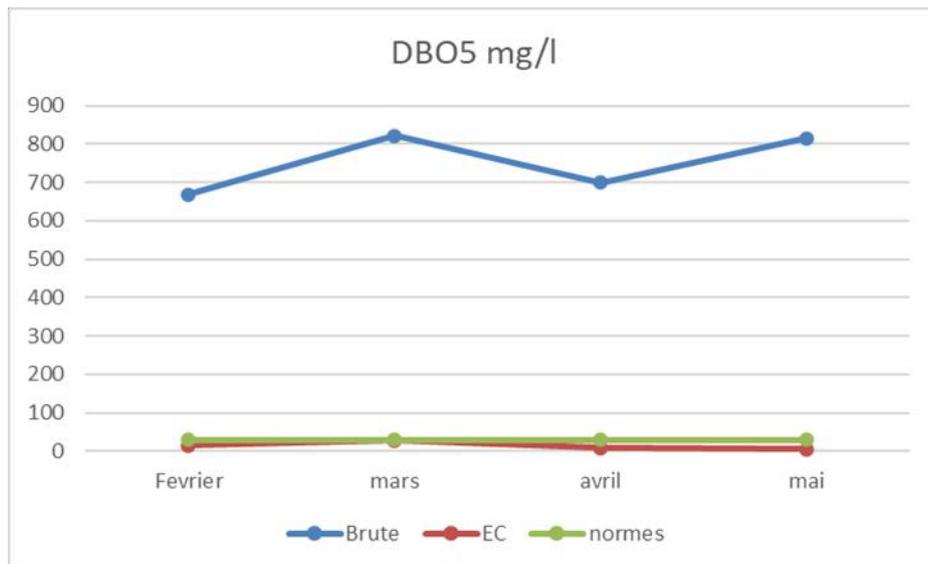


Figure 8. Variation de la DBO₅

III.1.5. Azote total (Nt)

Les résultats obtenus (Figure 9) indiquent que les valeurs en azote total diminuent entre les eaux analysées à l'entrée, variant entre 120,8 et 115 mg/l avec une moyenne de 117,9 mg/l, et celles à la sortie et qui varient entre 21,995 et 19,04 mg/l avec une moyenne de 20,51mg/l. Ces teneurs en l'azote dans les eaux clarifiées sont conformes aux normes de rejet de l'OMS (2006). D'après Chachuat et al (2007), l'azote a été assimilé par les bactérie expliqué par la dénitrification biologique qui se déroule dans les bassins d'aération (bassin biologique).

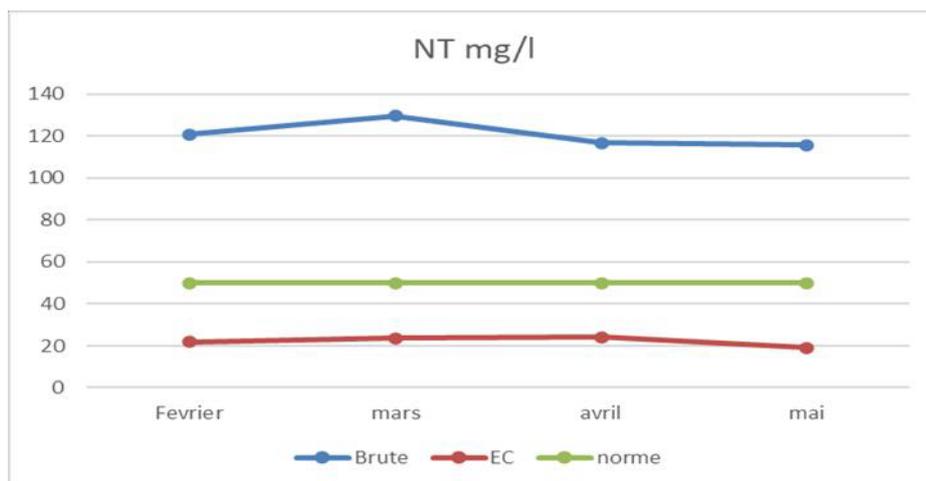


Figure 9. Variation des teneurs en azote total

III.1.6. Ammoniac (NH_4^+)

À l'entrée de la STEP les concentrations en ammoniac varient entre 32,555 et 38,725 mg/l avec une moyenne de 35,64 mg/l, vers la sortie ces valeurs diminuent et varient entre 4,234 et 0 avec une moyenne de 2,12 mg/l (**Figure 10**). Le taux d'ammoniac dépasse la norme durant les mois de février et mars, cependant sa valeur est en conformité en avril et mai. Cela montre que le système est efficace mais nécessite un suivi pour garantir des résultats stables tout au long de l'année. D'après **Satin et Selmi (1999)**, l'élimination de l'ammoniac reste insuffisante après les étapes de traitement primaire et secondaire par conséquent, il est nécessaire de prévoir un traitement tertiaire, et les mauvaises conditions de conception et d'exploitation restituent des eaux traitées contenant souvent entre 20 et 50 mg/l de l'azote ammoniacal.

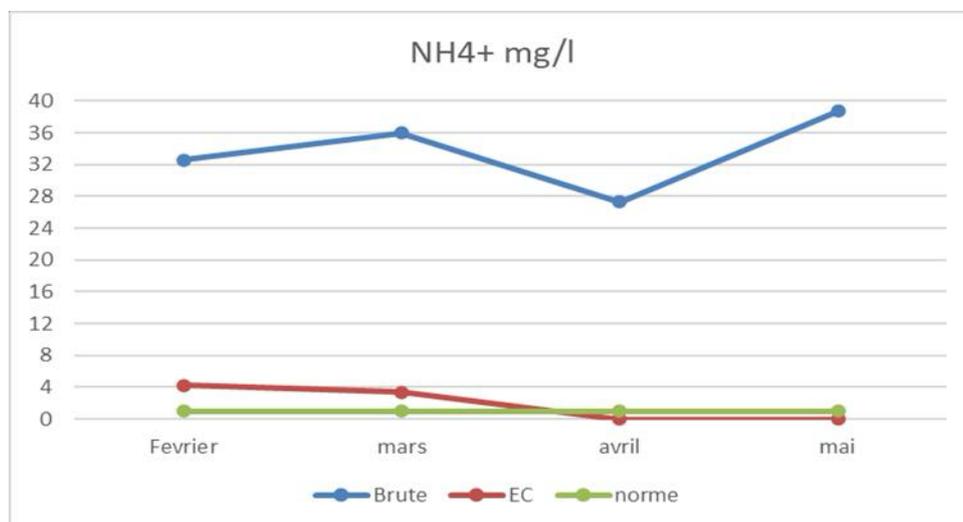


Figure 10. Variation des teneurs en azote ammoniacal (NH_4^+)

III.1.7. Nitrates (NO_3^-)

A l'entrée de la STEP les concentrations des nitrates varient entre 5,853 et 5,77 mg/l avec une moyenne de 5,815 mg/l. Ces valeurs deviennent de l'ordre de 13,816 et 25,972 mg/l avec une moyenne de 19,894 mg/l après traitement. A la sortie de la STEP l'eau clarifiée est conforme à la norme de rejet de l'OMS (2006) qui est de l'ordre de 44 mg/l (figure 11).

D'après **Djeddi (2007)**, les nitrates résultent directement de l'oxydation de l'ammoniac. Leur présence dans les eaux polluées témoigne le bon fonctionnement du processus d'autoépuration. La détection de nitrates à l'entrée de la station d'épuration indique que la nitrification est déjà présente. Alors que leur augmentation à la sortie prouve que la nitrification s'intensifie durant l'épuration biologique, via l'action de bactéries nitrifiantes en

grande quantité (boues activées) et une oxygénation importante qui les convertissent l'ammoniac en azote nitrique.

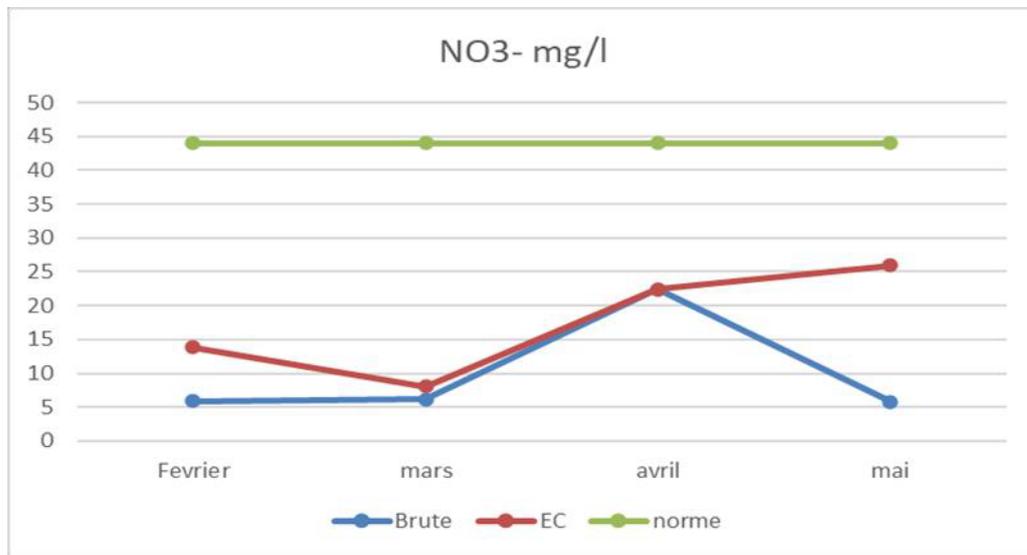


Figure 11. Variation des teneurs en nitrates (NO₃⁻)

III.1.8. Phosphore total (PT)

D'après la **figure 12**, on remarque que la concentration en phosphore total dans l'eau brute oscille entre 21,995 et 26,776 mg/l avec une moyenne de 24,38 mg/l. Ces valeurs s'abaissent vers la sortie et varient de 1,42 et 2,07 mg/l avec une moyenne 1,745 mg/l.

La teneur en phosphore total de l'eau clarifiée de la STEP de BARAKI est conforme aux normes de l'OMS (2006) qui est de l'ordre de 5 ml/g.

Une partie de phosphore n'est pas entièrement éliminer par la station d'épuration, la baisse des concentrations de phosphore entre l'entrée et la sortie est dû principalement à sa consommation par les bactéries durant les processus d'épuration (Djeddi, 2007).

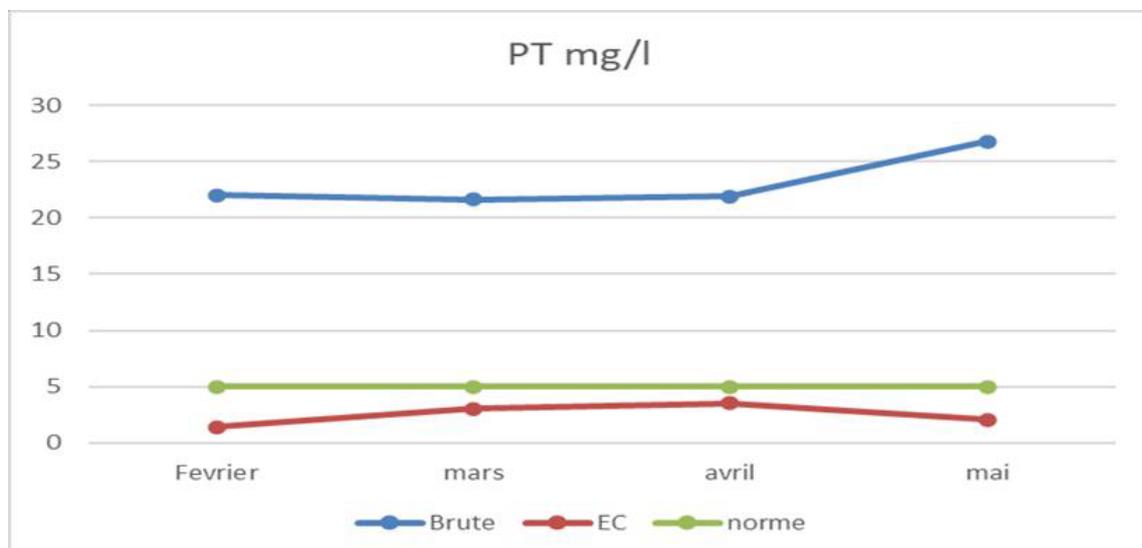


Figure 12 : variation des teneurs en phosphore total (PT)**III.2. Etude comparative**

La performance d'une station d'épuration constitue l'un des principaux critères d'évaluation de la qualité des eaux rejetées dans les milieux naturels.

L'étude comparative consiste à comparer la qualité physico-chimique des eaux usées avant et après traitement pour la période allant de l'année 2019 à 2023, et celle correspondant aux mois de février, mars, avril et mai l'année 2024 et 2025 par manque de données.

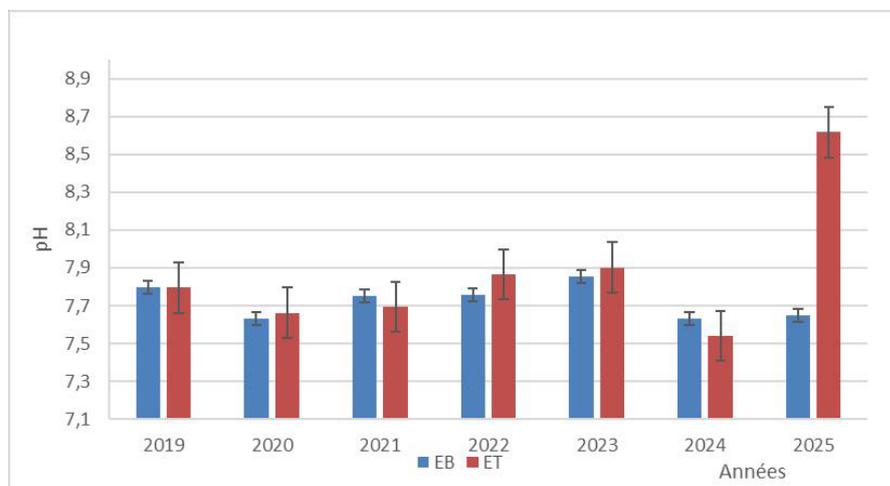
Les analyses des échantillons ont été réalisées sur la période allant de 2019 à Mai 2025. Les paramètres considérés sont les paramètres physico-chimiques suivant : le pH, la conductivité électrique, les MES, la DBO₅, la DCO, l'Azote total, l'ammoniacal, les nitrates et le phosphore total.

III.2.1. Evolution des paramètres physico-chimiques

Les valeurs moyennes de la période d'étude pour les différents paramètres ont été calculées sur la base des valeurs mensuelles et saisonnières (voir les tableaux en annexe III)

III.2.1.1. Potentiel d'Hydrogène (pH)

Les valeurs moyennes du pH enregistrées durant la période choisie sont représentées dans la figure 13.

**Figure 13 : Valeurs moyennes du pH**

Les valeurs moyennes de pH varient légèrement d'une année à l'autre, restant généralement dans une plage neutre à légèrement alcaline, comprise entre 7,5 et 7,9 avec une anomalie remarquable en 2025.

III.2.1.2. Conductivité électrique (CE)

Les valeurs moyennes du CE représentées durant la période choisie sont regroupées dans la figure 14.

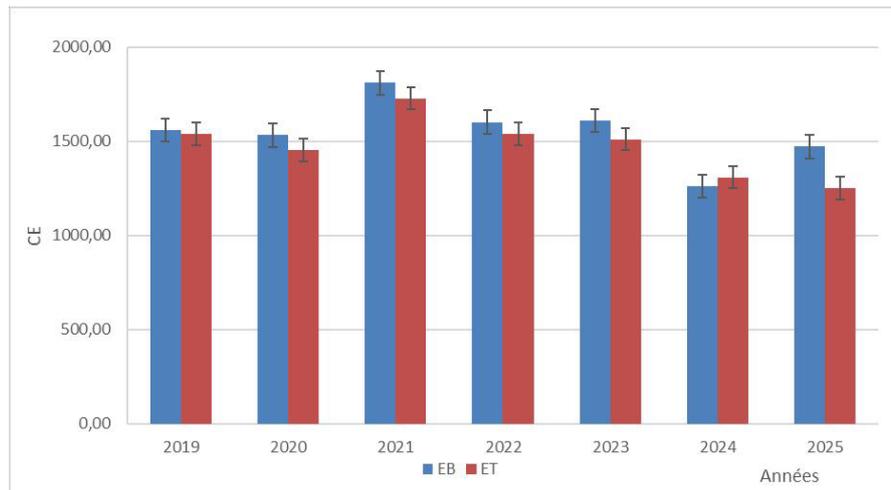


Figure 14. Valeurs moyennes de la conductivité électrique

L'évolution de la conductivité électrique durant la période allant de 2019 à 2025 montre des fluctuations importantes, il s'agit des variations de la charge ionique dans les eaux usées reçues et traitées. Une augmentation des valeurs est observée jusqu'en 2021, probablement liée à l'intensification des rejets domestiques et industriels, ainsi qu'aux conditions hydriques défavorables. De 2022 à 2024, une diminution progressive est enregistrée, indiquant une amélioration de la qualité des eaux usées entrantes ou une dilution des effluents. En 2024, les valeurs atteignent leur niveau le plus bas sur la période étudiée. En 2025, une légère remontée est constatée, traduisant un retour à des apports plus concentrés en sels dissous. Globalement, la conductivité électrique reste un paramètre relativement stable d'une année à l'autre et peut être impacté par les traitements biologiques classiques, ce qui met en évidence la nécessité de contrôler les apports en amont.

III.2.1.3. Matière en suspension (MES)

Les valeurs moyennes de MES enregistrées durant la période choisie sont représentées dans la figure 15.

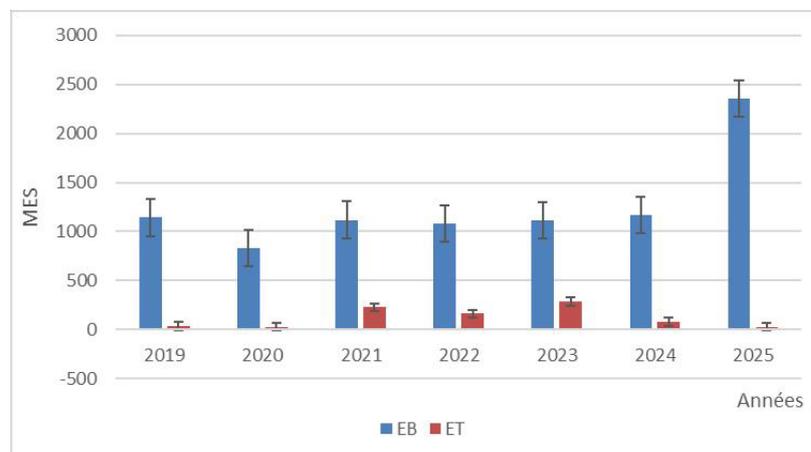


Figure 15. Valeurs moyennes de MES

Les concentrations moyennes de MES dans l'eau brute connaissent d'importantes fluctuations d'une année à l'autre. Une baisse significative a été décelée entre 2020. Une nette augmentation a été observée en 2025 qui est possiblement du changement dans la qualité des eaux reçues au niveau de la station. Quant à l'eau traitée, une légère fluctuation a été observée mais restant toujours dans les normes.

III.2.1.4. Demande chimique en oxygène (DCO)

Les valeurs moyennes de la DCO enregistrées durant la période choisie sont représentées dans la figure 16.

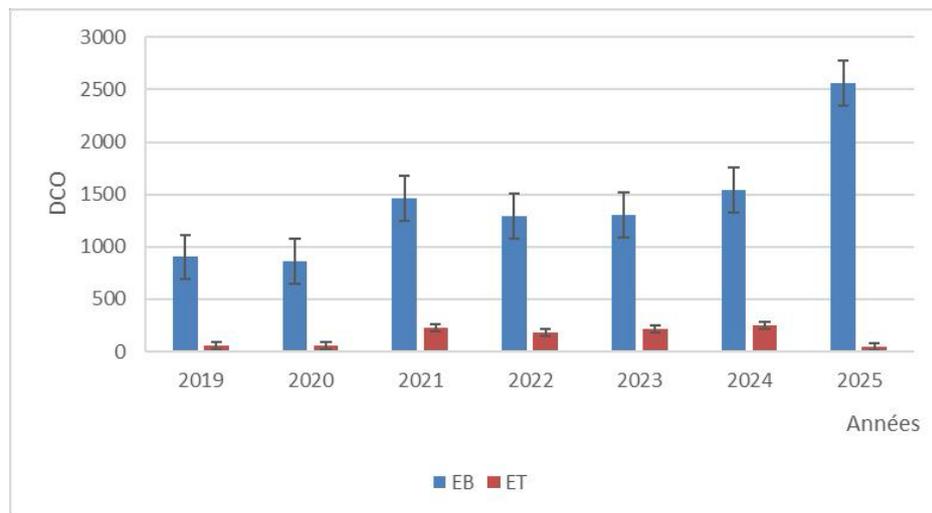


Figure 16. Valeurs moyennes de la DCO

La DCO de l'eau brute montrent des valeurs nettement plus élevées comparée à celle de l'eau traitée montrant une certaine stabilité des valeurs témoignant ainsi l'efficacité de système qui parvient à maintenir une excellente qualité de l'eau traitée malgré la charge croissante.

Il est impératif de comprendre les causes de l'augmentation de la DCO de l'eau brute afin de mettre en place des mesures de prévention à la source et d'assurer la durabilité de la performance du traitement.

III.2.1.5. Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours (DBO₅)

Les valeurs moyennes de la DBO₅ enregistrées durant la période choisie sont représentées dans la figure 17.

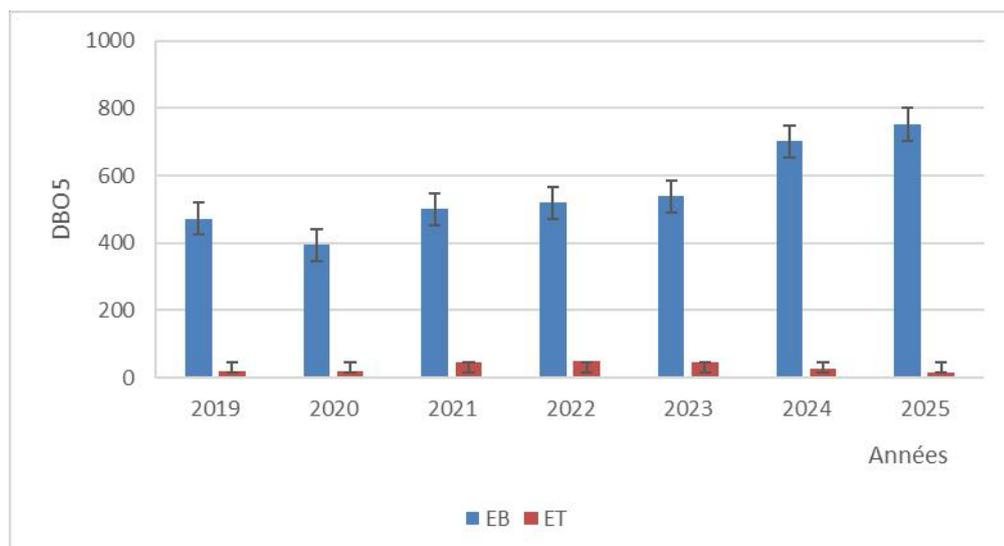
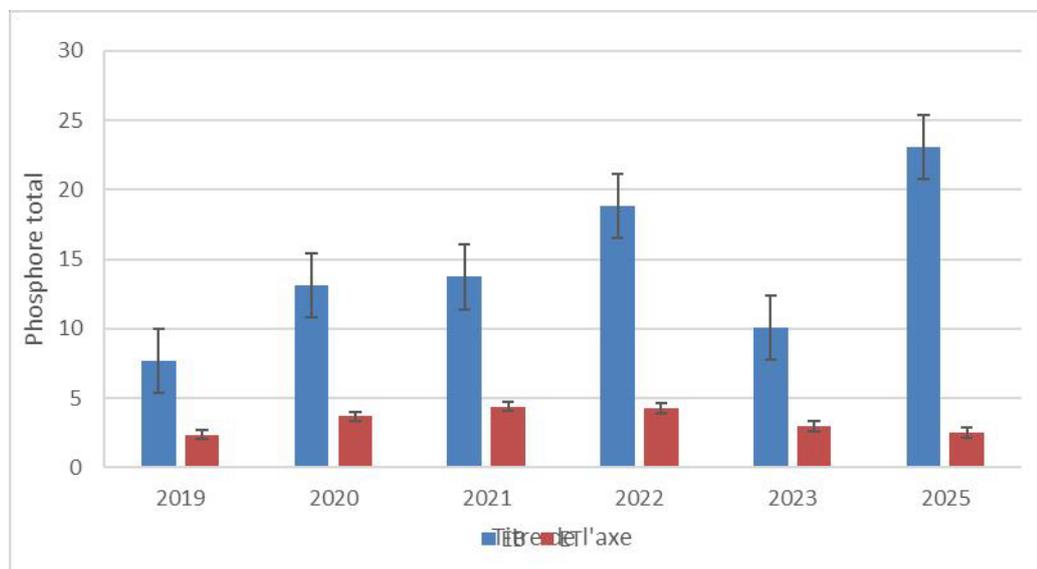


Figure 17. Valeurs moyennes de la DBO₅

La figure montre une excellente performance du traitement, les valeurs de la DBO₅ de l'eau traitée (ET) montrent de très faibles valeurs (inférieures à 50 mg/L) pendant toute la période d'étude, ce qui indique une très bonne élimination de la matière organique biodégradable. Quant aux valeurs de la DBO₅ de l'eau brute (EB), elles sont significativement plus élevées particulièrement notable en 2024 et 2025. Cette hausse de la DBO₅ en entrée suggère une charge croissante en pollution organique. Malgré cela, le système de traitement parvient à maintenir une eau traitée de très bonne qualité, mais la source de cette pollution accrue en amont mérite une attention particulière pour éviter une surcharge future du système.

III.2.1.6. Phosphore total (PT)

Les valeurs moyennes de PT enregistrées durant la période choisie sont représentées dans la figure 18.

**Figure 18.** Valeurs moyennes du PT

L'écart constant entre l'EB et l'ET montre que la station parvient à réduire de manière significative les concentrations de phosphore, bien que les performances semblent se stabiliser autour d'un seuil (réduction d'environ 70–80 %) ce qui signifie que la STEP de Baraki assure une réduction efficace du phosphore total.

III.2.1.7. Azote total (NT)

Les valeurs moyennes de la NT enregistrées durant la période choisie sont représentées dans la figure 19.

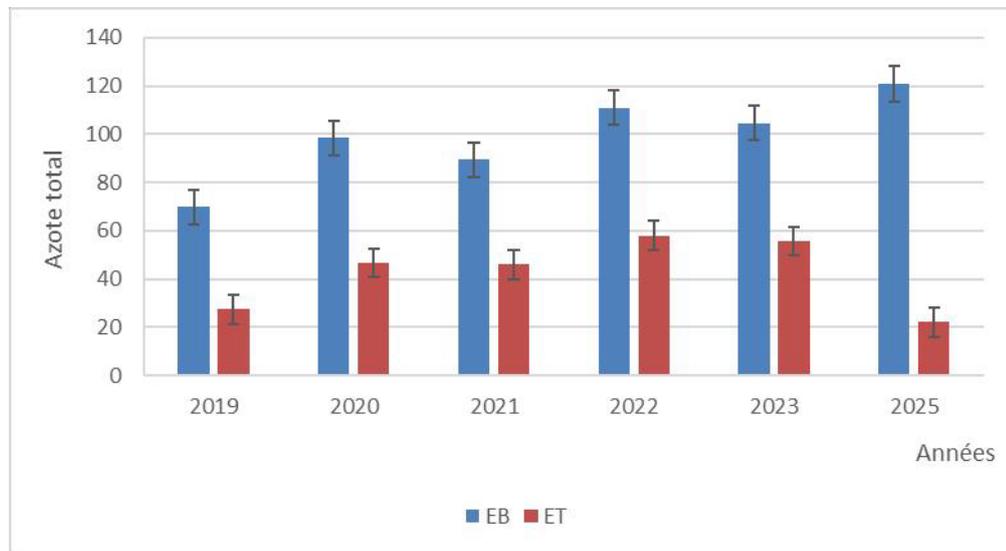


Figure 19. Valeurs moyennes de NT

L'analyse des teneurs en azote total (NT) de 2019 à 2025 présente des fluctuations importante et des variations notables entre l'eau brute (EB) et l'eau traitée (ET). Les valeurs enregistrées dans l'eau brute présentent une tendance générale à la hausse, atteignant un maximum à 2025. Cette augmentation peut s'expliquer par un enrichissement progressif des rejets en composés azotés issus des activités domestiques

Pour l'eau traité, on observe une amélioration significative des concentrations, particulièrement en 2025 où une forte diminution est constatée. Cette baisse traduit une performance renforcée de procédé de traitement en matière d'élimination de l'azote

Généralement, ces résultats traduisent une efficacité variable mais globalement satisfaisante du traitement.

III.2.1.8. Nitrates

Les valeurs moyennes des nitrates enregistrées durant la période choisie sont représentées dans la figure 20.

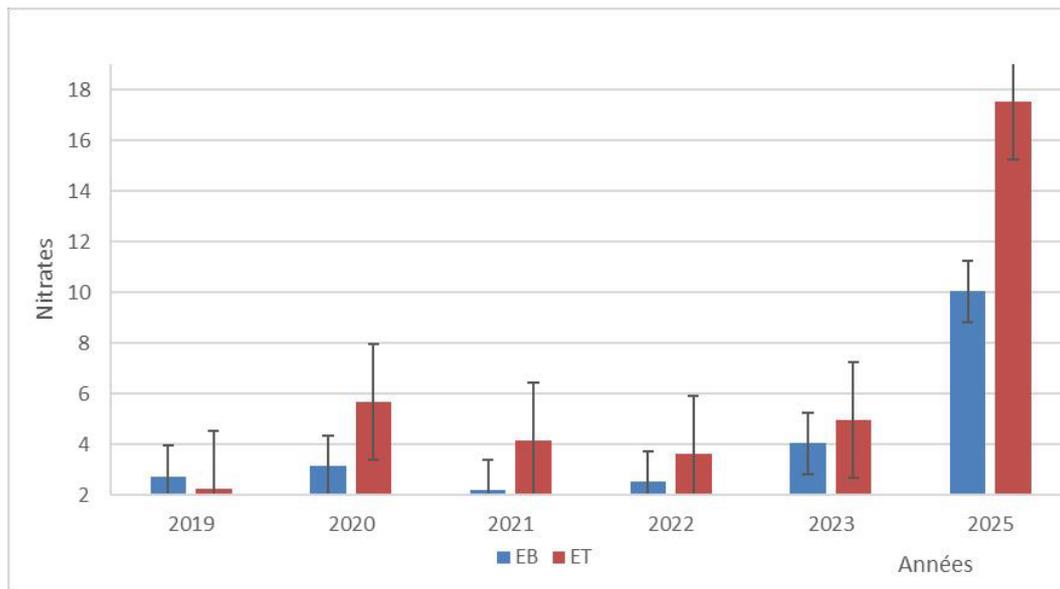


Figure 20. Valeurs moyennes des nitrates

Le graphique des nitrates révèle une dynamique très intéressante et préoccupante pour l'eau traitée (ET). Pour l'eau brute (EB), les concentrations de nitrates sont relativement faibles et relativement stables jusqu'en 2024, oscillant autour de 2 à 6 mg/L. Cependant, en 2025, les nitrates dans l'eau brute (EB) augmentent significativement pour atteindre environ 10.5 mg/L. En ce qui concerne l'eau traitée (ET), les concentrations de nitrates sont initialement plus élevées que l'eau brute en 2019 (environ 6 mg/L) et 2020 (environ 6 mg/L), ce qui suggère une nitrification (transformation de l'azote ammoniacal et nitrites en nitrates) efficace au cours du traitement. Cette tendance à l'augmentation des nitrates en sortie se poursuit, . Alors que la nitrification est un processus normal de traitement, une telle hausse indique soit une charge d'azote ammoniacal en entrée exceptionnellement élevée et convertie en nitrates, soit une sur-nitrification, ou encore un dysfonctionnement des étapes de dénitrification si elles existent. Les nitrates sont des nutriments pouvant causer l'eutrophisation des milieux récepteurs à fortes doses, et des préoccupations pour la santé humaine à très fortes concentrations. Cette tendance nécessite une investigation urgente

III.2.1.8. Ammonium (N-NH_4^+)

Les valeurs moyennes de le N-NH_4^+ enregistrées durant la période choisie sont regroupées dans la figure 21.

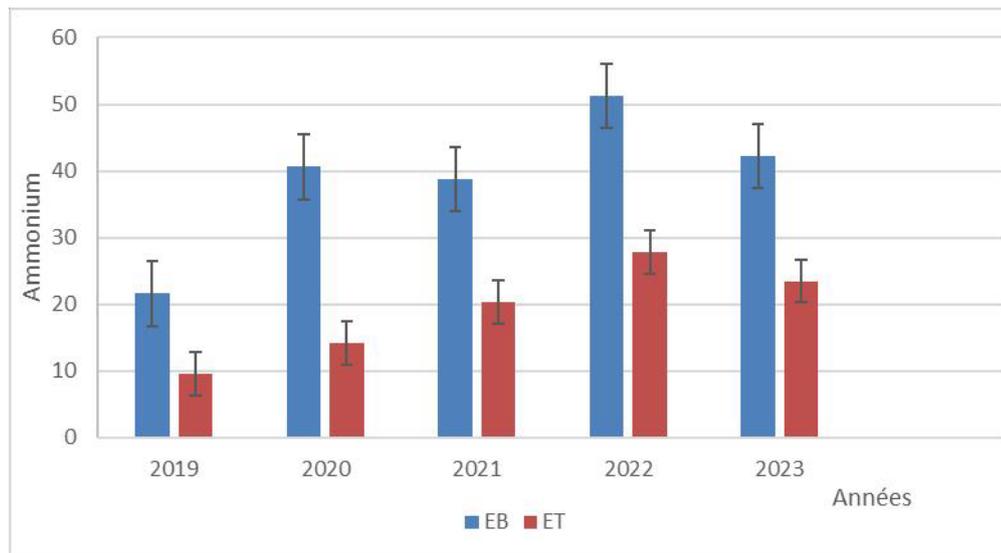


Figure 21. Valeurs moyennes d'ammonium

Le graphique de la figure 20 présente des valeurs moyennes de l'Ammonium (N-NH₄⁺) pour l'eau brute (EB) et l'eau traitée (ET) de 2019 à 2025 et met en évidence un aspect crucial du traitement de l'eau. Pour l'eau brute (EB), les niveaux d'ammonium sont relativement faibles et stables de 2019 à 2023 (autour de 2-4 mg/L), mais on observe une augmentation significative en 2025 (environ 10 mg/L). Cela indique une augmentation de la charge d'azote ammoniacal en provenance de la source d'eau brute. Concernant l'eau traitée (ET), les concentrations d'ammonium sont d'abord plus élevées que celles de l'eau brute en 2019 (environ 6 mg/L) et 2020 (environ 6 mg/L), ce qui est inhabituel et pourrait suggérer une inefficacité du processus de nitrification ou des apports d'ammonium post-traitement

Normalement, un traitement efficace devrait réduire l'ammonium via la nitrification. Une telle hausse massive dans l'eau traitée indique une défaillance majeure du processus de nitrification ou une surcharge extrême du système en azote. L'ammonium est toxique pour les organismes aquatiques et peut consommer de l'oxygène dans les milieux récepteurs. Cette situation nécessite une investigation et une intervention urgentes sur le système de traitement

III.2.2. Résultats du rendement épuratoire

Le rendement épuratoire représente un indicateur clé pour évaluer l'efficacité d'une station de traitement des eaux usées et mesure l'efficacité du système à réduire la concentration des polluants entre l'entrée et la sortie de la station. Ce rendement peut concerner plusieurs paramètres physico-chimiques.

III.2.2.1. Rendement épuratoire du potentiel d'hydrogène (pH)

Le tableau 4 regroupe les résultats des différents calculs du rendement épuratoire moyen du pH des années étudiées (voir les détails en annexe).

Tableau 4. Rendement épuratoire moyen du pH de la station de Baraki

RE%	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Moyenne± écart type	Médiane	Min	Max
2019	0,66	0,25	-1,40	0,93	0,11±0,91	0,46	-1,40	0,93
2020	1,45	-2,80	-1,45	0,92	-0,47±1,73	-0,27	-2,80	1,45
2021	1,30	-0,92	0,38	2,12	0,72±1,13	0,84	-0,92	2,12
2022	0,51	-0,91	-3,35	-0,95	-1,17±1,39	-0,93	-3,35	0,51
2023	-0,63	-1,15	-1,28	0,66	-0,60±0,77	-0,89	-1,28	0,66
2024	1,65	0,63			1,14±0,51	1,14	0,63	1,65
2025	-0,30	-25,13			-12,72±12,42	-12,72	-25,13	-0,30

L'analyse globale du rendement épuratoire de 2019 à 2025 montre une variation essentielle selon les années. La période entre 2019 et 2024 indique des performances en générale stables et satisfaisantes, contrairement à l'an 2025 où se révèle une baisse marquée du rendement, notamment au printemps. C'est fluctuation peut être liée à l'interaction des facteur climatiques, biologiques et hydrauliques atteignant le fonctionnement de la STEP. Globalement, les résultats montrent que la performance d'épuration évolue au fil du temps, soumises aux conditions de fonctionnement et du contexte environnemental. Une surveillance régulière est nécessaire afin d'améliorer le traitement des eaux usées et assurer le respect des normes environnementales du rejet.

III.2.2.2. Rendement épuratoire de la conductivité électrique (CE)

Le tableau 5 regroupe les résultats des différents calculs du rendement épuratoire moyen de la CE des années étudiées (voir les détails en annexe).

Tableau 5. Rendement épuratoire moyen de la CE de la station de Baraki

RE%	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Moyenne± écart type	Médiane	Min	Max
2019	-2,47	4,57	0,55	2,41	1,26 ± 2,58	1,48	-2,47	4,57
2020	1,78	8,79	7,52	2,69	5,20±3,01	5,10	1,78	8,79
2021	3,93	5,72	2,82	5,64	4,53±1,22	4,78	2,82	5,72
2022	2,46	3,64	5,91	3,74	3,94±1,25	3,69	2,46	5,91
2023	15,23	0,78	2,70	4,84	5,89±5,58	3,77	0,78	15,23
2024	18,56	-42,88			-12,16±30,72	-12,16	-42,88	18,56
2025	22,79	5,15			13,97±8,82	13,97	5,15	22,79

Les résultats montrent bien que la station de Baraki veille à une amélioration, au fil des années, de ses performances en matière de réduction de la conductivité. La tendance globale est prometteuse, mais il reste nécessaire de renforcer la surveillance afin d'assurer une épuration efficace durant les différentes saisons.

III.2.2.3. Rendement épuratoire des matières en suspension (MES)

Le tableau 6 regroupe les résultats des différents calculs du rendement épuratoire moyen des MES des années étudiées (voir les détails en annexe).

Tableau 6. Rendement épuratoire moyen des MES de la station de Baraki

RE%	Hiver	Printemps	Été	Automne	Moyenne± écart type	Médiane	Min	Max
2019	96,81	98,81	93,80	97,99	96,85±1,90	97,40	93,80	98,81
2020	96,29	94,29	97,45	98,49	96,63±1,56	96,87	94,29	98,49
2021	-1,18	97,78	94,56	98,41	72,39±42,50	96,17	-1,18	98,41
2022	61,22	94,07	94,01	91,84	85,29±13,92	92,93	61,22	94,07
2023	60,43	89,52	96,23	63,37	77,39±15,70	76,44	60,43	96,23
2024	92,35	94,11			93,23±0,88	93,23	92,35	94,11
2025	98,28	99,60			98,94±0,66	98,94	98,28	99,60

L'analyse des performances de traitement des MES dans la station entre 2019 et 2025 indiquent une efficacité entière, avec des taux de rendement souvent supérieurs à 90 %, respectant les normes environnementales nationales (JRADP) et internationales (OMS) pour la qualité des effluents rejetés.

III.2.2.4. Rendement épuratoire de la demande chimique en oxygène (DCO)

Le tableau 7 regroupe les résultats des différents calculs du rendement épuratoire moyen de la DCO des années étudiées (voir les détails en annexe).

Tableau 7. Rendement épuratoire moyen de la DCO de la station de Baraki

RE%	Hiver	Printemps	Été	Automne	Moyenne± écart type	Médiane	Min	Max
2019	94,04	95,95	89,41	94,97	93,59±2,51	94,50	89,41	95,95
2020	91,09	93,76	93,74	94,50	93,27±1,30	93,75	91,09	94,50
2021	28,99	95,26	94,35	97,17	78,94±28,86	94,80	28,99	97,17
2022	72,76	93,23	90,91	85,49	85,60±7,93	88,20	72,76	93,23
2023	73,69	92,97	90,91	53,88	77,86±15,74	82,30	53,88	92,97
2024	92,54	78,18			85,36±10,15	85,36	78,18	92,54
2025	97,55	99,06			98,31±1,07	98,31	97,55	99,06

Les données liées au rendement de la DCO dans la station révèlent des performances généralement bonnes à excellentes. Cependant, certains résultats traduisent des épisodes de sous-performances, notés spécifiquement en hiver 2021, ainsi qu'en automne 2022, 2023 et au printemps 2024. Ces variations montrent la nécessité d'une surveillance permanente. En 2025,

les résultats se sont avérés très positifs, traduisant une nette amélioration des indicateurs suivis.

III.2.2.5. Rendement épuratoire de la demande biochimique en oxygène pendant 5 jours (DBO₅)

Le tableau 8 regroupe les résultats des différents calculs du rendement épuratoire moyen de la DBO₅ des années étudiées (voir les détails en annexe).

Tableau 8. Rendement épuratoire moyen de la DBO₅ de la station de Baraki

RE%	Hiver	Printemps	Été	Automne	Moyenne± écart type	Médiane	Min	Max
2019	97,03	97,59	92,50	96,71	95,96±2,02	96,87	92,50	97,59
2020	93,87	94,24	95,87	95,67	94,91±0,87	94,96	93,87	95,87
2021	68,07	95,68	95,51	97,38	89,16±12,20	95,59	68,07	97,38
2022	83,30	94,91	93,16	91,00	90,59±4,43	92,08	83,30	94,91
2023	86,08	95,38	97,06	75,69	88,55±8,52	90,73	75,69	97,06
2024	96,71	94,90			47,90±0,90	95,80	94,90	96,71
2025	96,98	99,08			49,01±1,05	98,03	96,98	99,08

Les taux d'élimination de la DBO₅ sont généralement élevés, reflétant une performance épuratoire globalement satisfaisante. Cependant, toutefois, une baisse significative a été enregistrée durant l'hiver 2021 (68,07%), avec des variations saisonnières marquées, où les résultats obtenus en hiver et en automne s'avèrent parfois moins bons que ceux du printemps et de l'été. Ces écarts traduisent une certaine vulnérabilité du système face aux conditions environnementales ou à des anomalies ponctuelles de fonctionnement. Les données récentes des années 2024 et 2025 révèlent néanmoins un démarrage encourageant.

III.2.2.6. Rendement épuratoire de phosphore total

Le tableau 9 regroupe les résultats des différents calculs du rendement épuratoire moyen du phosphore total des années étudiées (voir les détails en annexe).

Tableau 9. Rendement épuratoire moyen du phosphore total de la station de Baraki

RE%	Hiver	Printemps	Été	Automne	Moyenne± écart type	Médiane	Min	Max
-----	-------	-----------	-----	---------	------------------------	---------	-----	-----

2019	60,94	72,83	68,75	71,43	68,49±4,60	70,09	60,94	72,83
2020	60,29	77,87	76,00	68,32	70,62±6,95	72,16	60,29	77,87
2021	37,29	73,58	75,68	78,53	66,27±16,82	74,63	37,29	78,53
2022	41,96	65,31	56,00	95,42	64,67±19,60	60,65	41,96	95,42
2023	69,39	57,41	75,70	80,22	70,68±8,57	72,54	57,41	80,22
2025	89,82	88,45			89,13±0,68	89,13	88,45	89,82

Les taux d'élimination du phosphore total indiquent une forte variabilité selon les années et les saisons. Ils restent globalement modestes, voire faibles, en particulier durant la période hivernale, avec minimum remarquable de 37,29% enregistré en hiver 2021, ce qui met en évidence leur sensibilité aux conditions climatiques. À l'inverse, les saisons de printemps et d'été offrent généralement de meilleures performances. Une nette amélioration est observée dans les données récentes de 2023, et de manière encore plus marquée en 2025. Ce qui suggère que des ajustements efficaces ont été mis en place pour optimiser le traitement du phosphore.

III.2.2.7. Rendement épuratoire de l'azote total

Le tableau 10 regroupe les résultats des différents calculs du rendement épuratoire moyen de l'azote total des années étudiées (voir les détails en annexe).

Tableau 4. Rendement épuratoire moyen de l'azote total de la station de Baraki

RE%	Hiver	Printemps	Été	Automne	Moyenne± écart type	Médiane	Min	Max
2019	53,36	59,04	65,75	62,04	60,05±4,53	60,54	53,36	65,75
2020	56,99	64,80	36,22	46,52	51,13±10,78	51,75	36,22	64,80
2021	16,34	51,35	59,71	62,47	47,47±18,43	55,53	16,34	62,47
2022	30,21	57,69	50,44	54,50	48,21±10,70	52,47	30,21	57,69
2023	59,39	30,21	43,32	56,07	47,25±11,52	49,69	30,21	59,39
2025	81,80	81,44			81,62±0,18	81,62	81,44	81,80

Les taux d'élimination de l'azote total ont été relativement faibles, se maintenant souvent en dessous de 60 %, avec des diminutions particulièrement prononcées durant l'hiver, notamment en 2021 où le rendement a chuté à 16,34%. Cette baisse s'explique principalement par les températures basses, qui ralentissent les mécanismes biologiques de nitrification et de dénitrification. Les autres saisons montrent des résultats légèrement meilleurs, mais les performances restent globalement modestes.

Les données partielles de 2025 révèlent une nette amélioration, avec des rendements atteignant environ 81% en hiver et au printemps, ce qui laisse supposer la mise en œuvre d'optimisation significative ou l'adoption de nouvelles approches dans le traitement de l'azote

total.

III.2.2.8. Rendement épuratoire des nitrates (N-N₀₃⁻)

Le tableau 11 regroupe les résultats des différents calculs du rendement épuratoire moyen des nitrates des années étudiées (voir les détails en annexe).

Tableau 11. Rendement épuratoire moyen des nitrates de la station de Baraki

RE%	Hiver	Printemps	Été	Automne	Moyenne± écart type	Médiane	Min	Max
2019	-54,05	43,75	61,54	54,84	26,52±46,95	49,29	-54,05	61,54
2020	-220,83	-154,55	18,75	-10,81	-91,86±99,21	-82,68	-220,83	18,75
2021	-155	-50	-96,55	-47,37	-87,23±43,75	-73,28	-155,00	-47,37
2022	-108	-32,26	27,59	-94	-51,61±53,86	-63,00	-108,00	27,59
2023	-96,77	0	-46,67	18,919	-31,13±44,79	-23,33	-96,77	18,92
2025	-81,89	-71,73			-76,81±5,09	5,08	-81,89	-71,73

Les taux d'élimination des nitrates varient fortement d'une année à l'autre. Entre 2019 et 2023, ces rendements sont très faibles, voire négatifs, ce qui reflète une production de nitrates dépassant leur élimination, due à une nitrification active. Les rendements négatifs témoignent d'une transformation excessive de l'ammonium en nitrates

En 2025, bien que toujours insuffisants, les rendements montrent une légère amélioration et une plus grande stabilité comparativement aux années précédentes.

III.2.2.9. Rendement épuratoire de l'ammonium (N-NH₄⁺)

Le tableau 12 regroupe les résultats des différents calculs du rendement épuratoire moyen de l'ammonium des années étudiées (voir les détails en annexe).

Tableau 12. Rendement épuratoire moyen de l'ammonium de la station de Baraki

RE%	Hiver	Printemps	Été	Automne	Moyenne± écart type	Médiane	Min	Max
2019	51,91	40,81	66,19	65,20	56,03±10,44	58,55	40,81	66,19
2020	55,56	62,01	62,73	73,35	63,41±6,38	62,37	55,56	73,35
2021	12,65	66,94	75,78	32,95	47,08±25,51	49,94	12,65	75,78
2022	36,58	31,75	54,91	47,23	42,62±9,04	41,90	31,75	54,91
2023	50,12	32,69	46,72	50,72	45,06±7,31	48,42	32,69	50,72
2025	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00±0,00	0,00	0,00	0,00

Les rendements d'élimination de l'ammonium sont généralement modérés, variant entre 40 % et 70 %, avec une variabilité marquée selon les saisons. L'hiver reste la période la plus

défavorable, comme l'illustre le rendement très faible de 12,65% observe en 2021, il s'agit d'une conséquence directe de la sensibilité des bactéries nitrifiantes aux basses températures. Bien que les autres saisons montrent des résultats légèrement meilleurs, les performances demeurent souvent inférieures aux exigences attendues.

- **Discussion générale**

L'analyse comparative des performances épuratoires de la station de Baraki entre 2019 et 2025 montre une efficacité globalement satisfaisante, notamment pour la réduction de la DBO₅, de la DCO et des MES, avec des taux d'abattement dépassant souvent 90 %, ce qui reflète la robustesse du traitement primaire et biologique. La stabilité du pH et la réduction modérée du phosphore total et de l'azote total confirment la conformité de la STEP aux normes environnementales nationales et internationales (OMS, JRADP). Toutefois, l'évolution inquiétante de certains paramètres en 2025, tels que les nitrates et l'ammonium en sortie, suggère un dysfonctionnement possible du processus de dénitrification ou une surcharge en azote, phénomène souvent accentué en période hivernale en raison de la sensibilité des bactéries nitrifiantes aux basses températures (Tchobanoglous et al., 2003 ; Gromaire et al., 2001). Une surveillance renforcée et l'intégration de traitements tertiaires deviennent nécessaires pour maîtriser ces dérives, surtout en contexte semi-aride où les rejets peuvent avoir un impact écologique direct sur les milieux récepteurs (Rodier et al., 2009). Enfin, l'optimisation de la gestion des apports, notamment industriels, et l'amélioration du suivi analytique permettront de garantir une durabilité et une résilience accrues du système d'épuration

Conclusion

Conclusion

L'Algérie est caractérisé par des ressources hydriques limitées avec une croissance démographique et économique combinée, ceci a engendré une augmentation significative de la demande en eau, exerçant ainsi une pression croissante et parfois insoutenable sur cette ressource vitale.

Dans ce contexte, la recherche de ressources non conventionnelles, telles que la réutilisation des eaux usées traitées, est devenue une priorité nationale. À cet égard, les pouvoirs publics s'orientent de plus en plus vers le développement et l'optimisation des systèmes de traitement des eaux usées.

Dans la présente étude, nous avons évalué la qualité physico-chimique des eaux usées traitées par la station d'épuration de Baraki, une infrastructure clé pour la préservation de la qualité de l'eau et la protection de l'environnement dans la région d'Alger.

Notre travail s'est concentré sur l'évaluation de l'efficacité du traitement par le procédé des boues activées, en suivant les principaux paramètres physico-chimiques. Les résultats obtenus permettent de tirer les conclusions suivantes :

Une élimination efficace de la matière organique a été observée, avec des concentrations moyennes de DBO₅ à 14,75 mg/L, de DCO à 43,5 mg/L et de MES à 5,475 mg/L. Ces valeurs sont conformes aux normes fixées par l'OMS et le Journal Officiel JORADP.

Les paramètres physiques, notamment le pH et la conductivité électrique (CE), respectent les normes algériennes relatives aux rejets liquides urbains.

Les variations des valeurs des paramètres physico-chimiques à travers les différentes étapes du traitement (eau brute, décantée, clarifiée, filtrée) témoignent du bon fonctionnement des installations, en particulier les procédés de décantation, de clarification et de filtration.

Recommandations

Afin de préserver et renforcer le bon fonctionnement de la station d'épuration de Baraki, il serait fort intéressant de :

Renforcer le financement : l'état devrait augmenter le soutien financier de et encourager les partenariats public-privé pour moderniser les infrastructures et garantir leur durabilité.

Moderniser la technologie : le fait d'intégrer des technologies innovantes, telles que les nanotechnologies et les procédés d'oxydation avancée eut grandement optimiser le rendement épuratoire et réduire davantage la pollution.

Maîtriser des sources de pollution : par l'application d'une réglementation rigoureuse aux rejets industriels, en encourageant le traitement des polluants à la source.

Sensibiliser et impliquer la communauté : en intensifiant les campagnes de sensibilisation à la protection des ressources en eau et à la réduction de la pollution, tout en favorisant la collaboration avec les communautés locales autour d'initiatives environnementales durables.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

- Agrafoti, E. et Diamadopoulou, E. (2012). Evaluation of Wastewater Quality Compared to Well Water in Irrigation.
- Agrafoti, E. et Diamadopoulou, E. (2012) A strategic plan for reuse of treated municipal wastewater for crop irrigation on the Island of Crete. *Agric Water Manag* 105:57–64.
- Ait Amiri, Y.(2012). Etude des indicateurs de performance de la station d'épuration de BARAKI. Ecole nationale polytechnique département hydraulique. Alger
- Baumont, S., Camard J. P. et Lefranc., A. (2009). Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France, École nationale supérieure agronomique de Toulouse (ENSAT), 222p.
- Bouziani, M. (2000). L'eau de la pénurie aux maladies, Edition Ibn Khaldoun (Oran).
- Cardot, C. (1999) Génie de l'environnement : Les traitements de l'eau. Ellipses, Paris, 247p.
- Djeddi, H. (2007) - Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines Université Mentouri. Constantine. P136.
- Desjardins, R. (1997). Le traitement des eaux. (2e édition). Montréal. Presses internationales Polytechnique. 304p.
- Frank, (2002). Table de MAC-GRADY (NPP).
- Friane, A. et Tobal, A.(2023). Étude du fonctionnement de la station d'épuration des eaux usées cas de la STEP de Baraki.
- Gaujous D. (1995)- La pollution des milieux aquatique : aide-mémoire. Edition technique et Documentation Lavoisier, P 220.
- Gromaire, M.C., Chebbo, G., & Constant, A. (2001). "Impact of wet weather on wastewater treatment performance." *Water Science and Technology*.
- Grosclaude,.G. (1999). "L'eau : usage et polluant", Tome II. 4eme Edition : INRA, Paris.

11pp.

- Koller, E. (2004). Traitement des pollutions industrielles eaux-air-déchets-sol-boue, Dunod.
- Lazarova, V., & Bahri, A. (2005). *Water Reuse for Irrigation: Agriculture, Landscapes, and Turf Grass*.
- Metahri, M.S.(2012). Élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. Tizi-Ouzou.
- Metcalf & Eddy. (2014). *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery*. 5eme ed.
- Mohammed, A. (2012). The Effect of Foreign Direct Investment on Nigerian Manufacturing Sector. *Journal of International Business and Management*, 4, 140-148.
- Mohammed Saïd M. (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, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 172p.
- Mohammed M. (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, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 172p
- OMS, 2006. WHO (World Health Organization) guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater, volume II, Wastewater use in agriculture
- ONA.(2009)
- ONA.(2017)
- Rejeseq, F. (2002). « Analyse des eaux ; aspects réglementaires et techniques » ; centre régional de documents techniques pédagogique d'aquitaine.
- Rodier, J. (2005). *L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer*. 8ème, édition. Dunod, Paris
- Rodier, J., Legube, B. et Merlet, N. (2009). *L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer*. Dunod.

- Satin, M. et Selimi, B. 1995, Guide technique de l'assainissement : Evacuation des eaux usées et pluviales, conceptions et composants des réseaux, épuration des eaux et protection de l'environnement, l'exploitation et gestion des systèmes d'assainissement. ISBN 2, 251- 1152-0, Edition Le Moniteur Pris, pp : 75-86.
- Suchka.j.Ferrera.E.(1986). Activated sludge respirometric measurements. Water Research.20,2,137-144P.
- Tchobanoglous, G., Burton, F., & Stensel, H.D. (2003). *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*.
- SEAAL.Manuel opératoire
- SEEAL (2012)
- SEAAL (2015)
- SEAAL (2016)
- SEAAL (2017)
- SEAAL (2021)
- SEAAL (2023)
- SEEAL (2022)

Annexes

Annexe I



Figure 22. Vis d'Archimède



Figure 23. Arrivée des eaux usées



Figure 24 . Dégrillage



Figure 25. Dessableur



Figure 26. Décanteur primaire



Figure 27. Clarificateur



Figure 28. Bassin d'aération



Figure 29. Filtration



Figure 30. Rayons ultraviolets (UV)



Figure 31. Différents prélèvements d'eau



Figure 32. Echantillonneur



Figure 33. Spectromètre



Filtre vide



Balance de précision



Dispositif de filtration sous vide



Filtre après la filtration



Centrifugeuse



Incubateur

Figure 34 . Matériel utilisé pour déterminer les MES



Figure 35. Matériel utilisé pour déterminer la DCO



Figure 36 . OXITOP et incubateur



Figure 37 . Kits de dosage pour mesurer le phosphate

Annexe II

Tableau 14. Normes de rejet selon OMS et JORADP

Paramètres	Norme OMS	Norme JORA
MES	30 mg/l	35 mg/l
DBO5	30 mg/l	35 mg/l
DCO	90 mg/l	120 mg/l
Ammonium	0,5 mg/l	-
Azote total	50 mg/l	50 mg/l
Phosphore total	-	5 mg/l
PH	6,5-8,5	6,5-8,5
Conductivité	1500 μ s/cm	2800 μ s/cm
Azote	50	-

Annexes III

Années	Hiver		Printemps		Eté		Automne	
	EB	ET	EB	ET	EB	ET	EB	ET
2019	7,6	7,55	7,93	7,91	7,85	7,96	7,809	7,736
2020	7,7	7,588	7,51	7,72	7,58	7,69	7,73	7,659
2021	7,7	7,6	7,62	7,69	7,85	7,82	7,83	7,664
2022	7,8	7,85	7,69	7,76	7,77	8,03	7,77	7,844
2023	7,9	7,95	7,83	7,92	7,83	7,93	7,86	7,808
2024	7,35	7,22	7,91	7,86				
2025	7,7	7,723	7,6	9,51				

Tableau des valeurs moyennes des pH

Tableau des valeurs moyennes de la CE

Années	Hiver		Printemps		Eté		Automne	
	EB	ET	EB	ET	EB	ET	EB	ET
2019	1594,64	1633,99	1510,98	1441,92	1608,46	1599,66	1522,34	1485,68
2020	1496,14	1469,44	1453,81	1326,06	1557,98	1440,78	1621,21	1577,65
2021	1617,06	1553,52	1979,25	1866,03	1827,41	1775,96	1818,03	1715,53
2022	1667,84	1626,87	1516,32	1461,07	1675,47	1576,41	1547,05	1489,19
2023	1768,55	1499,27	1660,67	1647,67	1525,47	1484,21	1482,92	1411,2
2024	1605,32	1307,43	917,39	1310,74				
2025	1633,26	1260,96	1311,52	1244,03				

Tableau des valeurs moyennes de la MES

Années	Hiver		Printemps		Eté		Automne	
	EB	ET	EB	ET	EB	ET	EB	ET
2019	1103,4	35,2	1520,4	18,1	956,1	59,3	983,8	19,8
2020	358,6	13,3	647,8	37	1150,8	29,3	1479,4	22,4
2021	777,4	786,6	983,7	21,8	1571,8	85,5	1139,1	18,1
2022	1127	437	1590,8	94,3	873,7	52,3	735,2	60
2023	971,3	384,3	1882,3	197,3	873,7	32,9	735,2	269,3
2024	945,3	72,3	1389,7	81,9				

2025	2394,3	41,3	2322,5	9,3				
-------------	--------	------	--------	-----	--	--	--	--

Tableau des valeurs moyennes de la DCO

Années	Hiver		Printemps		Eté		Automne	
	EB	ET	EB	ET	EB	ET	EB	ET
2019	924	55,1	992,3	40,2	874,8	92,6	787,6	39,6
2020	410,7	36,6	1022,4	63,8	1019,7	63,8	988,1	54,3
2021	981,1	696,7	1254,4	59,5	2123	119,9	1498,8	42,4
2022	1458,7	397,4	2007,2	135,9	1082,5	98,4	624,5	90,6
2023	1256,7	330,7	2248,8	158,1	1082,5	98,4	624,5	288
2024	1244	92,8	1847,3	403,1				
2025	2574	63	2551	24				

Tableau des valeurs moyennes de la DBO₅

Années	Hiver		Printemps		Eté		Automne	
	EB	ET	EB	ET	EB	ET	EB	ET
2019	474,8	14,1	572,3	13,8	445,4	33,4	395,5	13
2020	195,7	12	347,2	20	540,3	22,3	492	21,3
2021	386,2	123,3	578,1	25	626,3	28,1	412,4	10,8
2022	580,9	97	752,4	38,3	530,9	36,3	211	19
2023	538,6	75	871,9	40,3	530,9	15,6	211	51,3
2024	500,8	16,5	701,7	35,8				
2025	746	22,5	757,5	7				

Tableau des valeurs moyennes du PT

Années	Hiver		Printemps		Eté		Automne	
	EB	ET	EB	ET	EB	ET	EB	ET
2019	6,4	2,5	9,2	2,5	8	2,5	7	2
2020	6,8	2,7	12,2	2,7	17,5	4,2	16,1	5,1
2021	11,8	7,4	10,6	2,8	14,8	3,6	17,7	3,8
2022	14,3	8,3	9,8	3,4	7,5	3,3	43,7	2
2023	9,8	3	10,8	4,6	10,7	2,6	9,1	1,8
2025	21,8	2,22	24,33	2,81				

Tableau des valeurs moyennes du NT

Années	Hiver		Printemps		Eté		Automne	
	EB	ET	EB	ET	EB	ET	EB	ET
2019	53,6	25	61,97	25,38	69,93	23,95	93,46	35,48
2020	99,14	42,64	118,88	41,85	84,74	54,05	90,57	48,44
2021	78,69	65,83	97,98	47,67	92,38	37,22	88,46	33,2
2022	121,27	84,63	107,01	45,28	92,5	45,84	122,82	55,88
2023	110,79	44,99	121,27	84,63	90,47	51,28	95,79	42,08
2025	125,22	22,785	116,3	21,589				

Tableau des valeurs moyennes de N-NO₃⁻

Années	Hiver		Printemps		Eté		Automne	
	EB	ET	EB	ET	EB	ET	EB	ET
2019	3,7	5,7	1,6	0,9	2,6	1	3,1	1,4
2020	2,4	7,7	3,3	8,4	3,2	2,6	3,7	4,1
2021	2	5,1	2	3	2,9	5,7	1,9	2,8
2022	2,5	5,2	3,1	4,1	2,9	2,1	1,6	3,1
2023	3,1	6,1	6,4	6,4	3	4,4	3,7	3
2025	6,02	10,95	14,08	24,18				

Tableau des valeurs moyennes de N-NH₄⁺

Années	Hiver		Printemps		Eté		Automne	
	EB	ET	EB	ET	EB	ET	EB	ET
2019	26,033	12,519	21,458	12,7	21,03	7,11	17,8	6,15
2020	23,733	10,548	28,693	10,9	55,81	20,8	54,17	14,45
2021	40,32	35,22	42,044	13,9	39,55	9,58	33,43	22,46
2022	38,151	24,196	36,923	25,2	87,6	39,5	42,17	22,23
2023	38,852	19,379	47,393	31,9	46,55	24,8	36,17	17,83

Annexe IV

Rendement épuratoire

Tableau de rendement épuratoire de pH

RE%	Hiver	Printemps	Eté	Automne
2019	0,65	0,25	-1,40	0,93
2020	1,45	-2,79	-1,45	0,91
2021	1,29	-0,91	0,38	2,12
2022	0,51	-0,91	-3,34	-0,95
2023	-0,63	-1,14	-1,27	0,66
2024	1,64	0,63		
2025	-0,29	-25,13		

Tableau de rendement épuratoire de CE

RE%	Hiver	Printemps	Eté	Automne
2019	-2,46	4,57	0,54	2,40
2020	1,78	8,78	7,52	2,68
2021	3,92	5,72	2,81	5,63
2022	2,45	3,64	5,91	3,74
2023	15,22	0,78	2,70	4,83
2024	18,55	-42,87		
2025	22,79	5,14		

Tableau de rendement épuratoire de MES

RE%	Hiver	Printemps	Eté	Automne
2019	96,80	98,80	93,79	97,98
2020	96,29	94,28	97,45	98,48
2021	-1,18	97,78	94,56	98,41
2022	61,22	94,07	94,01	91,83
2023	60,43	89,51	96,23	63,37
2024	92,35	94,10		
2025	98,27	99,59		

Tableau de rendement épuratoire de DCO

RE%	Hiver	Printemps	Eté	Automne
2019	94,03	95,94	89,41	94,97
2020	91,08	93,75	93,74	94,50
2021	28,98	95,25	94,35	97,17
2022	72,75	93,22	90,90	85,49
2023	73,68	92,96	90,90	53,88
2024	92,54	78,17		
2025	97,55	99,05		

Tableau de rendement épuratoire de DBO₅

RE%	Hiver	Printemps	Eté	Automne
2019	97,03	97,58	92,50	96,71
2020	93,86	94,23	95,87	95,67
2021	68,07	95,67	95,51	97,38
2022	83,30	94,90	93,16	90,99
2023	86,07	95,37	97,06	75,68
2024	96,70	94,89		
2025	96,98	99,07		

Tableau de rendement épuratoire de PT

RE%	Hiver	Printemps	Eté	Automne
2019	60,93	72,82	68,75	71,42
2020	60,29	77,86	76	68,32
2021	37,28	73,58	75,67	78,53
2022	41,95	65,30	56	95,42
2023	69,38	57,40	75,70	80,21
2025	89,81	88,45		

Tableau de rendement épuratoire de NT

RE%	Hiver	Printemps	Eté	Automne
2019	53,35	59,04	65,75	62,03
2020	56,99	64,79	36,21	46,51
2021	16,34	51,34	59,70	62,46
2022	30,21	57,68	50,44	54,50
2023	59,39	30,21	43,31	56,07
2025	81,80	81,43		

Tableau de rendement épuratoire de N-NO₃⁻

RE%	Hiver	Printemps	Eté	Automne
2019	-54,05	43,75	61,53	54,83
2020	-220,83	-154,54	18,75	-10,81
2021	-155	-50	-96,55	-47,36
2022	-108	-32,25	27,58	-93,75
2023	-96,77	0	-46,66	18,91
2025	-81,89	-71,73		

Tableau de rendement épuratoire de N-NH₄⁺

RE%	Hiver	Printemps	Eté	Automne
2019	51,91	40,81	66,19	65,19
2020	55,55	62,01	62,73	73,35
2021	12,64	66,93	75,77	32,94
2022	36,57	31,74	54,90	47,23
2023	50,12	32,69	46,72	50,72

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Saad Dahlab - Blida 1
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie



Mémoire de fin d'étude
En vue d'obtention du diplôme de Master
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : HydroBiologie Marine et Continentale
Option : Ecosystèmes Aquatiques

Thème

Suivi des performances de la STEP de BARAKI à travers les indicateurs physico-chimiques

Réalisé par :

soutenu le 07/07/2025

- Melle ZOUBIR Hadjer
- Melle BENTAHAR Fatma Zahrra

Devant le jury composé de :

Mme. BENAOUME N.	MAA (USDB 1)	Présidente
M. GRANDI M.	MCA (USDB 1)	Examineur
Mme. RADI N.	MCB (USDB 1)	Promotrice

le 09/07/2025 A.F pour le dépôt à
la bibliothèque

Année :2024/2025