

RUPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLEB BLIDA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE ET D'AGRO ECOLOGIE



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Science de la nature et de la vie

Filière : Sciences Agronomiques

Option : Eau et Environnement

Thème :

**Analyse comparative des performances des station d'épuration
des eaux usées dans la wilaya de blida : Cas de Boufarik et de
Beni Mered**

Présenté par: Mektouf Abdelkarim et Bentarcha Dhia eddine

Jurys:

Présidente : Mme. Degui N

MCB(USDB1)

Promoteur: M. Amirouche M

MCA(USDB1)

Examinatrice: Mme. Ouradi L

MAA(USDB1)

Année universitaire : 2024/2025

Remerciement

Avant tout, qu'il soit exprimé une profonde reconnaissance envers Dieu le Tout-Puissant, pour la force, la patience et les capacités accordées tout au long de la réalisation de ce travail.

Une sincère gratitude est adressée à Monsieur Amirouche, encadrant de ce mémoire, pour son accompagnement constant, ses orientations judicieuses et sa disponibilité tout au long de ce parcours.

Un grand merci est également adressé aux membres du jury pour le temps consacré à l'évaluation de ce travail.

Une reconnaissance particulière est due aux équipes des stations d'épuration de Béni Mered et de Boufarik pour leur accueil chaleureux et leur collaboration précieuse lors des visites et des échanges techniques.

Dédicaces

À nos chers parents, pour leur soutien et leur amour.

À nos précieux frères et sœurs, pour leur présence à nos côtés.

À nos amis et collègues, pour leurs encouragements tout au long de ce travail.

المخلص

تندرج هذه الدراسة ضمن إطار تقييم أداء محطتين لمعالجة المياه المستعملة تعملان بنظام الحمأة المنشطة، تقعان في كل من بوفاريك وبني مراد، في ولاية البليدة. وتهدف أساساً إلى تحليل جودة المياه المستعملة الخام والمعالجة، من خلال متابعة مجموعة من المعايير الأساسية مثل: débit (التدفق)، المواد العالقة (MES)، الطلب البيوكيميائي على الأوكسجين (DBO_5)، الطلب الكيميائي على الأوكسجين (DCO)، درجة الحرارة، الرقم الهيدروجيني (pH)، الأوكسجين المذاب، والناقلية الكهربائية. تعتمد المنهجية المتبعة على حملات أخذ عينات أجريت بين شهر جانفي إلى شهر أفريل 2025، مع تحاليل مخبرية وفقاً للمعايير الجزائرية والدولية. وقد تم تفسير النتائج المحصلة من خلال حساب نسب الإزالة، ونسبة DCO/DBO_5 ، ومقارنة أداء المعالجة بين المحطتين. كشفت النتائج أن محطة بوفاريك تُظهر استقراراً ملحوظاً من حيث جودة المياه عند المدخل والمخرج، ويُعزى ذلك إلى الطابع المنزلي الغالب على المياه المستعملة الواردة. في المقابل، تواجه محطة بني مراد تقلبات كبيرة في الحمولة، غالباً ما تكون مرتبطة بتصريفات صناعية. ومع ذلك، فإنها تحقق نسب إزالة عالية، حيث يتم تقليص نسبة المواد العالقة بأكثر من 93% في المتوسط، وتظل قيم DCO عموماً ضمن الحدود التنظيمية المسموح بها. غير أن تسجيل بعض الذروات في التلوث يشكل خطراً على تشبع النظام.

في إطار المناقشة، تؤكد دراسة نسبة DCO/DBO_5 على قابلية التحلل البيولوجي الأفضل للمياه المستعملة في بوفاريك. كما أن ظروف درجة الحرارة، و pH، والأوكسجين تعتبر عموماً ملائمة في كلتا المحطتين. ويوصى بتعزيز المراقبة الصناعية في بني مراد، وتحسين المعالجة الأولية، وتثبيت التدفقات، من أجل رفع كفاءة المعالجة بشكل عام والحد من المخاطر البيئية.

Résumé

Cette étude s'inscrit dans une démarche d'évaluation de la performance de deux stations d'épuration à boues activées situées à Boufarik et Béni Mered, dans la wilaya de Blida. Elle a pour objectif principal d'analyser la qualité des eaux usées brutes et traitées, à travers le suivi de paramètres clés tels que le débit, les matières en suspension (MES), la demande biochimique en oxygène (DBO_5), la demande chimique en oxygène (DCO), la température, le pH, l'oxygène dissous et la conductivité. La méthodologie repose sur des campagnes d'échantillonnage réalisées entre janvier et avril 2025, avec des analyses en laboratoire conformément aux normes algériennes et internationales. Les résultats obtenus ont été interprétés à travers des rendements d'élimination, des ratios DCO/DBO_5 et une comparaison des performances épuratoires. Les résultats révèlent que la STEP de Boufarik présente une stabilité remarquable, tant en termes de qualité des eaux en entrée qu'en sortie, attribuable à la prédominance des effluents domestiques. En revanche, la STEP de Béni Mered est confrontée à d'importantes variations de charge, souvent liées à des rejets industriels. Malgré cela, elle parvient à maintenir des rendements élevés : les MES sont réduites en moyenne à plus de 93 %, et la DCO respecte dans l'ensemble les seuils réglementaires. Toutefois, les pics de pollution observés ponctuellement posent un risque de saturation du système. Sur le plan de la discussion, l'analyse du rapport DCO/DBO_5 confirme une meilleure biodégradabilité des effluents à Boufarik. Les conditions de température, de pH et d'oxygénation sont globalement favorables dans les deux stations. Il est recommandé de renforcer la surveillance industrielle à Béni Mered, d'optimiser le prétraitement et de stabiliser les débits pour améliorer l'efficacité globale du traitement et prévenir les risques environnementaux.

Mots clés : Boues activées, Eaux usées, Stations d'épuration, Paramètres physico-chimiques, Rendement épuratoire, Pollution organique

Abstract

This study is part of an effort to evaluate the performance of two activated sludge wastewater treatment plants located in Boufarik and Béni Mered, in the Wilaya of Blida. Its main objective is to analyze the quality of raw and treated wastewater by monitoring key parameters such as flow rate, suspended solids (SS), biochemical oxygen demand (BOD₅), chemical oxygen demand (COD), temperature, pH, dissolved oxygen, and electrical conductivity. The methodology is based on sampling campaigns conducted between January and April 2025, with laboratory analyses carried out in accordance with Algerian and international standards. The obtained results were interpreted through removal efficiencies, COD/BOD₅ ratios, and a comparison of treatment performance. The findings reveal that the Boufarik WWTP exhibits remarkable stability in terms of both influent and effluent quality, which is attributed to the predominance of domestic wastewater. In contrast, the Béni Mered WWTP faces significant load fluctuations, often due to industrial discharges. Nevertheless, it manages to maintain high removal efficiencies: suspended solids are reduced by over 93% on average, and COD generally remains within regulatory limits. However, occasional pollution peaks pose a risk of system overload.

In the discussion, the COD/BOD₅ ratio analysis confirms better biodegradability of effluents in Boufarik. Temperature, pH, and oxygenation conditions are generally favorable in both plants. It is recommended to strengthen industrial monitoring in Béni Mered, optimize pre-treatment, and stabilize flow rates in order to enhance overall treatment efficiency and prevent environmental risks.

Table des matières (Sommaire)

INTRODUCTION GENERAL.....	01
Chapitre 1 : Les eaux usées et leur impact environnemental.....	03
1. Définition des eaux usées	04
2. Origine des eaux usées.....	04
2.1 Eaux domestiques	04
2.2 Eaux pluviales.....	05
2.3 Eaux industrielles.....	05
2.4. Eaux usées agricoles	05
3. Caractéristiques physico-chimiques des eaux.....	06
3.1. Caractéristiques physique.....	06
3.1.1. Couleur et odeur.....	06
3.1.2. Température.....	06
3.1.3. Turbidité.....	06
3.1.4 Matière en suspension (MES).....	06
3.1.5. Matières volatiles sèches (MVS).....	07
3.1.5 Matières minérales sèches (MMS)	07
3.2 Caractéristique chimique.....	07
3.2.1 Potentiel d'hydrogène (pH).....	07
3.2.2 La conductivité.....	07
3.2.3 Demande chimique d'oxygène (DCO).....	08
3.2.4 Demande biologique d'oxygène (DBO).....	08

3.2.5 La biodégradabilité (le rapport DCO/ DBO ₅)	08
3.2.6 Azote.....	09
3.2.7 Phosphore	09
3.2.8 Nitrate.....	09
3.2.9 Métaux lourds.....	09
4.Impacts des eaux usées sur l'environnement et la santé humaine.....	09
4.1 Impacts environnementaux.....	10
4.2. Impacts sur la santé humaine.....	10
5. Objectif de traitement des eaux usées.....	11
5.1 Protection de la santé publique.....	11
5.2 Réduction de la pollution.....	11
5.3 Réutilisation de l'eau.....	11
5.4 Valorisation des sous-produits.....	11
6. Cadre réglementaire du traitement des eaux usées en Algérie.....	12
6.1. Normes algériennes.....	12
6.2. Normes internationales.....	12
CHAPITRE 2 : PRESENTATION DES STATIONS D'EPURATION DE BOUFARIK ET BENI MERED.....	13
INTRODUCTION.....	14
1.Définition de L'ONA.....	14
2.Présentation de la zone d'étude.....	14
2.1 Description générale sur la STEP de Beni Mered.....	14
2.2.1 Exploitation de la station.....	15
3..Les procédés de traitement des eaux usées (STEP de Beni Mered).....	18
3.1 Prétraitement.....	18
3.1.1 Dégrillage.....	18

3.1.2 Dessablage et déshuilage.....	19
3.2 Traitement primaire.....	20
3.3 Traitement biologique.....	22
3.4 Clarificateur.....	23
3.5 Désinfection (Traitement tertiaire)	24
3.6 Traitement des boues.....	25
3.6.1 Bâche de mélange.....	26
3.6.2 Épaississement gravitaire.....	26
3.6.3 Stabilisation des boues.....	26
3.6.4 Stockage des boues déshydratées.....	26
4. Laboratoire.....	26
5.Présentation de la zone d'étude (STEP de Boufarik)...	27
5.1 Description générale sur la STEP de Boufarik.....	28
5.2 Méthode du travail.....	28
5.2.1 Exploitation de la station	28
6.procédés de traitement des eaux usées (STEP de Boufarik).....	29
6.1 Prétraitement.....	30
6.1.1 Dégrillage fin.....	30
6.1.2 Dessablage – Déshuilage.....	31
6.2Décantation primaire.....	31
6.3Bassin biologique.....	32
6.4 dégazage.....	32
6.5 Clarificateur.....	33
6.6 Traitement tertiaire	33
6.6.1 Traitement par rayonnement ultraviolet.....	33
7.Laboratoire.....	36
Conclusion.....	36

Chapitre 3 : METHODES ET MATERIELS...37

1. Prélèvement et échantillonnage.....	38
1.1Prélèvement.....	38
1.2 Échantillonnage	38
1.3 Filière eau.....	38
1.4 Filière boue.....	39
2. Analyses physico-chimiques (STEP Beni Mered et Boufarik)... ..	39
2.1Température.....	39
2.2PH.....	40
2.2.1Principe.....	40
2.2.2 Mode opératoire.....	40
2.3 Conductivité.....	40
2.3.1 Principe.....	41
2.3.2 Mode opératoire.....	41
2.4 Oxygène dissous.....	42
2.4.1 Mode opératoire.....	42
2.5 Matière en suspension (MES)..... ..	42
2.5.1 Principe.....	42
2.5.2 Mode opératoire.....	42
2.6 La Demande chimique en Oxygène (DCO)...	43
2.6.1 Principe.....	44
2.6.2 Mode opératoire.....	44
2.7 La Demande Biologique en Oxygène (DBO5)..... ..	45
2.7.1 Principe.....	45
2.7.2 Mode opératoire.....	46
CHAPITRE 4 : RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	47
INTRODUCTION.....	48
1. Débit.....	48

2. MES.....	49
3. 3.DBO₅.....	51
4.DCO.....	54
4.1 Rapport DCO/DBO₅.....	56
5. Température.....	58
6. pH.....	59
7. Oxygène dissous	60
8. Conductivité.....	62
Conclusion générale.....	65
Références bibliographique.....	67

Liste des abréviations

H₂O : Eau.

CO₂: Gaz de carbone.

K: Constant de la biodégradabilité.

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

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

EH: l'équivalent habitant.

K: Constatant de la biodégradabilité.

MES : Matière En Suspension (mg/l).

MMS : Matière minérales sèche (mg/l).

MVS : Matière volatile en suspension (mg/l).

NH₄: Azote ammoniacal (mg/l).

ONA : Office National d'Assainissement.

PH : Potentiel Hydrogène.

STEP: Station d'épuration des eaux usées.

T: Température.

Liste des figures

Figure 01 : Station d'épuration des eaux usées de Béni Mered (google earth).....	15
Figure 02: Shéma de chaine de traitement des eaux usées (STEP de Beni Mered).....	17
Figure 03: Prétraitement de la STEP de Beni Mered.	18
Figure 04: Les 4 dégrilleurs de la STEP de Beni Mered.....	19
Figure 05: Lignes de dessableur- deshuilleur de la STEP de Beni Mered.....	19
Figure 06: Stockage des graisses de la STEP de Beni Mered.....	20
Figure 07: Décanteur primaire de la STEP de Beni Mered.....	21
Figure 08: Bassin d'aération de la STEP de Beni Mered	22
Figure 09: Clarificateur de la STEP de Beni Mered.....	24
Figure 10 : Bassin de désinfection a chicanes.....	25
Figure 11: Station d'épuration des eaux usées de boufarik (google earth).....	28
Figure 12: Prétraitement de la STEP de Boufarik.....	30
Figure 13: Dégrilleur fin de la STEP de Boufarik.....	30
Figure 14: Dessableur déshuilleur de la STEP de Boufarik.....	31
Figure 15 Décanteur primaire de la STEP de Boufarik.....	31
Figure 16: Bassin biologique de la STEP de Boufarik	32
Figure 17: Dégazeur de la STEP de Boufarik.....	32
Figure 18 : Clarificateur de la STEP de Boufarik	33
Figure 19 : Système Ultraviolet de la STEP de Boufarik.....	34
Figure 20 : Les deux épaisseurs de la STEP de Boufarik.....	34
Figure 21 : Atelier de déshydratation de la STEP de Boufarik.....	35
Figure 22 : Filtre à bande lors de la déshydratation de la STEP de Boufarik.....	36
Figure 23 : Laboratoire d'analyse de STEP de Boufarik	36
Figure 24 : Préleveur automatique et manuelle	38
Figure 25 : Prélever des échantillonnages (STEP de Beni Mered):.....	39
Figure 26 : Le PH mètre.....	40
Figure 27 : Conductimètre (STEP de Beni Mered et Boufarik):.....	41
Figure 28 : Matériel de filtration utilisé pour la détermination des (MES) (STEP de Boufarik.....	43
Figure 29 : Préparation de l'échantillon pour la mesure des MES en laboratoire	43
Figure 30 : Kit de mesure de DCO (LCK) (STEP Beni Mered).....	44
Figure 31 : Bloc chauffant.....	45
Figure 32 : Spectrophotomètre.....	45
Figure 33 : Débit d'entrée et sortie de la STEP de Boufarik et de Beni Mered.....	49
Figure 34 : Variation des matières en suspension (MES) des eaux usées à l'entrée et à la sortie de la STEP de Béni Mered.....	50

Figure 35 : Variation des matières en suspension (MES) des eaux usées à l'entrée et à la sortie (STEP de Boufarik).....	51
Figure 36: Variation de demande biochimique en oxygène (DBO5) Des eaux usées à l'entrée et à la sortie (STEP de Beni mered).....	53
Figure 37 : Variation de demande biochimique en oxygène (DBO5) Des eaux usées à l'entrée et à la sortie (STEP de Boufarik).....	53
Figure 38 : évaluation de la DCO en fonction du temps à l'entrée et à la sortie (STEP de Beni mered)	55
Figure 39 : évaluation de la DCO en fonction du temps à l'entrée et à la sortie (STEP de Boufarik)......	56
Figure 40 : Évaluation de la température en fonction du temps à l'entrée et à la sortie (STEP de Beni Mered et Boufarik).....	59
Figure 41: Évaluation du PH en fonction du temps à l'entrée et à la sortie (STEP de Boufarik).....	60
Figure 42 : Évaluation de O ₂ en fonction du temps à l'entrée et à la sortie (STEP de Beni mered)...	61
Figure 43 : Évaluation de O ₂ en fonction du temps à l'entrée et à la sortie (STEP de Boufarik).....	62
Figure 44 : L'évaluation de conductivité en fonction du temps à l'entrée et à la sortie (STEP de Beni mered).....	63
Figure 45 : évaluation de conductivité en fonction du temps à l'entrée et à la sortie (STEP de Boufarik).....	63

Listes des tableaux

Tableau 01 : Données de base de la STEP de Beni Mered.....	16
Tableau 02: Caractéristique dimensionnelles du décanteur primaire de la STEP de Beni Mered....	21
Tableau 03: Caractéristique dimensionnelles du bassin d'aération de la STEP de Beni Mered.....	23
Tableau 04: Caractéristiques des clarificateurs de la STEP de Beni Mered.....	23
Tableau 05: Caractéristiques dimensionnelles et fonctionnelles de la STEP de Beni Mered.....	25
Tableau 06: Caractéristiques générales de la STEP de Boufarik.....	29
Tableau 07: Charge polluante entrante a la STEP de Boufarik.....	29
Tableau 08: Tableau de choix du volume d'échantillon.....	46
Tableau 09: Débit d'entrée et sortie et les rendement hydraulique (STEP de Boufarik et de Beni Mered).....	48
Tableau 10: . Les rendements d'élimination des MES de la STEP de Beni Mered.....	51
Tableau 11: : Les rendements d'élimination des MES de la STEP de Boufarik.	51
Tableau 12: Les rendements d'élimination des DBO5 de la STEP de Beni Mered.....	54
Tableau 13: Les rendements d'élimination des DBO5 de la STEP de Boufarik.....	54
Tableau 14: Rapport DCO/DBO5 (K) de la STEP de Beni Mered.....	57
Tableau 15: Rapport DCO/DBO5 (K) de la STEP de Boufarik.....	58

INTRODUCTION GENERALE

L'eau est une ressource vitale, au cœur des enjeux de développement durable, de santé publique et de préservation des écosystèmes. Dans les pays du bassin méditerranéen, et plus particulièrement en Algérie, la rareté croissante de l'eau douce, combinée à une pression démographique et industrielle accrue, rend indispensable une gestion rationnelle des ressources hydriques. Dans ce contexte, le traitement des eaux usées devient un levier essentiel pour préserver l'environnement, limiter les rejets polluants dans les milieux naturels, et favoriser la réutilisation de l'eau dans les secteurs agricoles ou industriels (FAO, 2017).

Parmi les différentes technologies de traitement existantes, le procédé à boues activées demeure l'un des plus utilisés à l'échelle mondiale pour l'épuration des eaux usées urbaines et industrielles. Il repose sur l'activation de micro-organismes aérobies capables de dégrader la matière organique dissoute et en suspension. Ce système, bien qu'efficace, requiert un suivi rigoureux des conditions opérationnelles (oxygénation, température, pH, charge organique) et de la qualité des eaux en entrée pour garantir un bon rendement (Metcalf & Eddy, 2014).

L'évaluation des performances des stations d'épuration repose principalement sur le contrôle de plusieurs paramètres physico-chimiques et biologiques : la demande biochimique en oxygène sur 5 jours (DBO_5), la demande chimique en oxygène (DCO), les matières en suspension (MES), l'oxygène dissous, la conductivité électrique, le pH et la température. Ces indicateurs permettent non seulement de mesurer l'efficacité des traitements mis en œuvre, mais aussi de s'assurer de la conformité des rejets aux normes environnementales en vigueur (Rodier et al., 2009).

En Algérie, bien que plusieurs stations d'épuration soient opérationnelles, leur rendement reste inégal selon les régions. Plusieurs études ont mis en évidence des difficultés de fonctionnement liées à la vétusté des installations, au manque d'entretien, à la mauvaise gestion des charges hydrauliques et à la présence de polluants industriels non maîtrisés (Belkheiri et al., 2021 ; Kettab et al., 2020). Ces facteurs peuvent fortement impacter la qualité des eaux épurées et limiter les possibilités de réutilisation.

Dans ce cadre, la présente étude s'inscrit dans une approche comparative entre deux stations d'épuration à boues activées situées dans la wilaya de Blida : la STEP de Boufarik, qui reçoit principalement des effluents domestiques, et celle de Béni Mered, soumise à des rejets mixtes

comprenant une proportion importante d'eaux industrielles. À travers une analyse expérimentale menée entre janvier et avril 2025, cette étude vise à :

- Évaluer la performance des deux installations en matière d'élimination de la pollution organique et des matières en suspension ;
- Analyser la variabilité de la qualité des eaux usées en fonction de leur origine ;

L'intérêt de cette étude est double : d'une part, elle permet d'établir un diagnostic précis de deux unités représentatives de la région centre, et d'autre part, elle contribue à la réflexion nationale sur l'amélioration de la gouvernance des eaux usées et la valorisation des ressources traitées.

Partie 1 : Généralités sur le traitement des eaux usées

Chapitre 1 : Les eaux usées et leur impact environnemental.

L'eau est le principal vecteur utilisé par l'homme pour l'élimination de la majorité de ses déchets. Ses nombreux usages entraînent la production d'eaux usées, qui peuvent se présenter sous différentes formes, pures ou mélangées. En effet, la quasi-totalité des activités industrielles et artisanales consomment de l'eau et génèrent des rejets liquides. Sous le terme « eaux usées », on regroupe des effluents de diverses origines : les eaux urbaines (eaux ménagères et eaux de vannes), auxquelles peuvent s'ajouter, selon les cas, des eaux d'origine industrielle ou agricole.

Ces eaux usées sont des liquides à la composition très variée, contenant des matières minérales ou organiques, en suspension ou en solution, dont certaines peuvent présenter une toxicité. Elles renferment également, dans la plupart des cas, des matières grasses et colloïdales.

1. Définition des eaux usées

Les eaux usées, ou eaux résiduaires, sont des eaux altérées par des polluants physiques, chimiques ou biologiques, principalement issus des activités humaines. Ces polluants rendent ces eaux potentiellement nuisibles pour les milieux dans lesquels elles sont rejetées. Le terme « eaux résiduaires » fait référence à des eaux d'origines variées ayant perdu leur pureté initiale du fait de leur utilisation dans des domaines tels que l'usage domestique, industriel ou agricole (Rejsek, 2002).

2. Origine des eaux usées

On peut classer les eaux usées en quatre grandes catégories : les eaux domestiques, les eaux de pluviale, les eaux industrielles et les eaux agricoles :

2.1 Eaux domestiques

Les effluents domestiques désignent l'ensemble des eaux usées issues des habitations. Ils regroupent principalement les eaux vannes et les eaux ménagères (provenant du nettoyage des sols, des aliments, de la vaisselle, des salles de bains, etc.). Ces eaux sont chargées en matières organiques dégradables et en substances minérales, pouvant être dissoutes ou en suspension. Elles proviennent de différentes sources domestiques :

- Cuisine : eaux contenant des résidus minéraux, des restes alimentaires (glucides, lipides, protides) et des détergents.
- Buanderie : eaux riches en produits lessiviels.

- Salle de bain : eaux chargées en produits d'hygiène corporelle, souvent gras.
- Toilettes (eaux vannes) : très riches en matières organiques, azote, phosphates et micro-organismes (Rejsek, 2002).

2.2 Eaux pluviales

Ce sont les eaux de ruissellement, englobant les eaux pluviales, celles issues de l'arrosage des voies publiques ainsi que du lavage des caniveaux, des marchés et des cours. Ces eaux, qui s'écoulent sur les toitures, les cours, les jardins, les espaces verts, la voirie et les marchés, entraînent avec elles divers types de déchets : minéraux (terre, limons), organiques (déchets végétaux) et une multitude de micropolluants tels que les hydrocarbures, les pesticides ou encore les détergents (Desjardins , 1997)

2.3 Eaux industrielles

Elles correspondent aux rejets issus des activités industrielles et semi-industrielles, telles que les stations de lavage, de graissage ou les stations-service.

Ces eaux usées présentent une grande diversité de compositions chimiques, ce qui leur confère un fort potentiel polluant. Elle est Très différente des eaux usées domestiques, leurs caractéristiques varient selon le type d'industrie. En plus des matières organiques, azotées ou phosphorées, elles contiennent généralement diverses substances chimiques, organiques ou métalliques.

Selon leur origine, elles peuvent également renfermer :

- Des hydrocarbures (raffineries) ;
- Des métaux (industries métallurgiques) ;
- Des acides, des bases et divers produits chimiques ;
- De l'eau chaude (issues des circuits de refroidissement des centrales thermiques) ;
- Des matières radioactives (KHADRAOUI A et TALEB S, 2008).

2.4. Eaux usées agricoles

L'agriculture contribue de manière significative à la pollution des ressources en eau, notamment à travers l'utilisation d'engrais et de pesticides. Elle représente la principale origine des pollutions diffuses. Les eaux provenant des zones agricoles cultivées, riches en nitrates et

phosphates sous forme ionique ou en quantités dépassant la capacité d'absorption des sols et des plantes, favorisent, par le ruissellement, l'accumulation de substances azotées et phosphatées dans les nappes phréatiques superficielles ainsi que dans les rivières et les retenues d'eau (Metahri, 2012).

3. Caractéristiques physico-chimiques des eaux

3.1. Caractéristiques physique

3.1.1. Couleur et odeur

La coloration des eaux usées brutes est attribuable à des substances organiques dissoutes ou colloïdales dotées de propriétés colorantes. L'odeur émise provient de la fermentation de ces matières organiques (Omira, 2014).

3.1.2. Température

La température constitue un facteur déterminant dans les équilibres chimiques ainsi que dans la vitesse des réactions, qu'elles soient d'origine chimique ou biologique. Quand les températures sont supérieures à 20 °C favorisent le développement des micro-organismes au sein des canalisations et peuvent accentuer la production d'odeurs. À l'inverse, lorsque la température descend en dessous de 10 °C, les réactions chimiques liées aux procédés de traitement des eaux tendent à ralentir (Berremdane et Belermhi, 2024).

3.1.3. Turbidité

La turbidité d'un liquide est inversement proportionnelle à sa transparence. Elle constitue un indicateur essentiel de la présence de matières organiques ou minérales en suspension, comme les particules colloïdales, dans les eaux usées. Son niveau varie en fonction des types de matières en suspension présentes dans l'eau (Saadi et Lahmar, 2018).

3.1.4 Matière en suspension (MES)

Présentes dans l'eau et exprimées en mg/L, les matières en suspension (MES) sont des particules non dissoutes dont le diamètre est supérieur à 1 µm. Dans les milieux récepteurs, elles peuvent perturber l'écosystème en réduisant la clarté de l'eau, ce qui limite la photosynthèse des végétaux. (Vaillant J R, 1974).

3.1.5. Matières volatiles sèches (MVS)

Les Matières Volatiles en Suspension (MVS) constituent la fraction organique des Matières en Suspension (MES), tandis que la partie restante est d'origine minérale. Cette fraction organique comprend des particules de biomasse, qu'elles soient vivantes ou mortes, ainsi que d'autres composés organiques n'intervenant pas nécessairement dans les processus de dépollution biologique (Bassompierre, 2007).

3.1.5 Matières minérales sèches (MMS)

Elles représentent le résultat d'une évaporation totale de l'eau, c'est-à-dire son « extrait sec » constitué à la fois par les matières en suspension et les matières solubles telles que les chlorures, les phosphates, etc. L'abondance des matières minérales en suspension dans l'eau augmente la turbidité, réduit la luminosité et par ce fait abaisse la productivité d'un cours d'eau, entraînant ainsi une chute en oxygène dissous et freinant les phénomènes photosynthétiques qui contribuent à la ré aération de l'eau. Ce phénomène peut être accéléré par la présence d'une forte proportion de matières organiques consommatrices d'oxygène (Bassompierre, 2007).

3.2 Caractéristique chimique

3.2.1 Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH indique la concentration en ions hydrogène (H^+) dans l'eau, et constitue un paramètre essentiel influençant de nombreux équilibres physico-chimiques. La valeur du pH a un impact direct sur la croissance et la reproduction des micro-organismes présents dans les milieux aquatiques. En général, la majorité des bactéries se développent dans une plage de pH allant de 5 à 9, avec une zone optimale située entre 6,5 et 8,5.

Des valeurs inférieures à 5 ou supérieures à 8,5 peuvent nuire à la croissance, voire à la survie, des micro-organismes aquatiques, selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS, 2006).

3.2.2 La conductivité

La conductivité est liée à la concentration des substances dissoutes et à leurs natures. La mesure de la conductivité permet d'évaluer approximativement la minéralisation globale de l'eau. La conductivité d'une eau varie selon l'impureté, ainsi plus la concentration ionique des sels dissous est grande plus la conductivité est grande (Baumont *et al*, 2004).

3.2.3 Demande chimique d'oxygène (DCO)

La Demande Chimique en Oxygène (DCO) représente la quantité d'oxygène nécessaire pour l'oxydation chimique des matières organiques oxydables contenues dans l'eau. Certaines de ces matières organiques étant peu biodégradables par les micro-organismes, leur dégradation exige l'intervention d'un oxydant chimique puissant. La DCO permet ainsi de quantifier l'oxygène total requis pour dégrader l'ensemble de la pollution organique présente. Elle s'exprime en mg O₂/l (Satin et Salmi, 1999).

3.2.4 Demande biologique d'oxygène (DBO)

La DBO₅ comme étant la quantité d'oxygène consommée par les bactéries lors de l'incubation, à 20 °C, dans l'obscurité, pendant une durée de 5 jours, d'un échantillon d'eau préalablementensemencé.

Cette période permet l'oxydation biologique d'une partie de la matière organique carbonée présente. Ce paramètre évalue l'oxygène nécessaire à la dégradation des substances organiques par respiration aérobie.

La mesure repose sur la quantité d'oxygène utilisée après cinq jours d'incubation, ce qui définit la DBO₅. (Tandia, 2007).

3.2.5 La biodégradabilité (le rapport DCO/ DBO₅)

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans le processus d'épuration des eaux.

La biodégradabilité est exprimée par un coefficient K, $K = DCO / DBO_5$:

- $K < 1,5$: cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradables ;
- $1,5 < K < 2,5$: cela signifie que les matières oxydables sont moyennement biodégradables ;
- $2,5 < K < 3$: les matières oxydables sont peu biodégradables ;
- $K > 3$: les matières oxydables sont non biodégradables .

Un coefficient K très élevé traduit la présence dans l'eau d'élément inhibiteur de la croissance bactérienne, tels que, les sels métalliques, les détergent, les phénols, les hydrocarbures.

La valeur du coefficient K détermine le choix de la filière de traitement à adopter, si

L'effluent est biodégradable on applique un traitement biologique, sinon on applique un traitement physico-chimique (Metahri, 2012).

3.2.6 Azote

L'azote dans les eaux usées domestiques se présente principalement sous deux formes : organique et ammoniacale. Sa quantification s'effectue généralement par la mesure du N-NTK (azote total) et du N-NH₄ (azote ammoniacal). La concentration en N-NTK représente environ 15 à 20 % de celle de la DBO. L'apport quotidien d'azote est estimé entre 10 et 15 g par habitant (RICHARD C, 1996).

3.2.7 Phosphore

Le phosphore est présent dans l'eau sous plusieurs formes : phosphates, polyphosphates, phosphore organique, les apports les plus importants proviennent des déjections humaines et animales, et surtout des produits de lavage. Les composés phosphorés sont indésirables dans les réservoirs de distribution d'eau potable, parce qu'ils contribuent au développement d'algues et plus généralement du plancton aquatique (Boulahai H, Smaili O et Zerrouki S, 2014).

3.2.8 Nitrate

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique dans l'eau. Les bactéries nitrifiantes transforment les nitrites en nitrates. Les nitrates ne sont pas toxiques, mais des concentrations élevées entraînent une prolifération algale, contribuant à l'eutrophisation du milieu. Leur danger potentiel demeure toutefois lié à leur réduction en nitrites (Rodier, 2009).

3.2.9 Métaux lourds

Les eaux usées urbaines renferment une diversité de métaux, parmi lesquels le fer, le zinc, le cuivre et le plomb sont les plus fréquemment rencontrés. Ces éléments métalliques proviennent de plusieurs sources, notamment la consommation de produits par la population, la corrosion des infrastructures de distribution d'eau, les eaux de ruissellement pluvial ainsi que les rejets issus des activités industrielles (Boumalek, 2020).

4.Impacts des eaux usées sur l'environnement et la santé humaine

Les eaux usées, lorsqu'elles sont rejetées dans l'environnement sans traitement adéquat, représentent une menace sérieuse pour les écosystèmes et la santé publique. Elles contiennent

un mélange complexe de polluants biologiques, chimiques et physiques issus des activités domestiques, industrielles et agricoles.

4.1 Impacts environnementaux

Les principales conséquences environnementales incluent :

- **Eutrophisation des milieux aquatiques** : la présence excessive de nutriments (azote et phosphore) favorise la prolifération d'algues, réduisant l'oxygène disponible pour les organismes aquatiques et provoquant leur mortalité.
- **Détérioration de la qualité de l'eau** : la pollution organique augmente la demande biologique en oxygène (DBO), ce qui perturbe l'équilibre naturel des cours d'eau.
- **Contamination des sols et nappes phréatiques** : les métaux lourds, les pesticides et les résidus pharmaceutiques présents dans les eaux usées peuvent s'infiltrer dans le sol, affectant la faune, la flore et les ressources en eau souterraine.

Perte de biodiversité : certains composants toxiques nuisent aux espèces aquatiques et terrestres, perturbant les chaînes alimentaires et les équilibres écologiques (Corcoran *et al*, 2010).

4.2. Impacts sur la santé humaine

Les eaux usées peuvent contenir de nombreux agents pathogènes et substances nocives :

- **Propagation de maladies hydriques** : choléra, typhoïde, dysenterie, hépatite A, gastro-entérites, etc., dues à la présence de bactéries (*E. coli*, *Salmonella*), virus et parasites.
- **Risques de maladies chroniques** : une exposition prolongée à des métaux lourds (plomb, mercure, cadmium) peut entraîner des troubles neurologiques, des cancers et des maladies rénales.
- **Effets endocriniens** : les perturbateurs endocriniens présents dans certains produits pharmaceutiques ou cosmétiques affectent le système hormonal humain, notamment chez les enfants et les femmes enceintes.
- **Infections dermatologiques et respiratoires** : lors de l'exposition directe ou indirecte à des eaux contaminées (bains, lessive, arrosage) (World Health Organization, 2006).

5. Objectif de traitement des eaux usées

5.1 Protection de la santé publique

- Éliminer les agents pathogènes (bactéries, virus, parasites) qui peuvent provoquer des maladies.
- Réduire les risques de contamination des sources d'eau potable.

Protection de l'environnement

- Éviter la pollution des rivières, lacs, nappes phréatiques et mers.
- Prévenir la dégradation des écosystèmes aquatiques (eutrophisation, diminution de l'oxygène, mortalité des espèces...).

5.2 Réduction de la pollution

- Éliminer les matières organiques (mesurées par DBO/DCO) qui consomment de l'oxygène et menacent la vie aquatique.
- Réduire les nutriments (azote, phosphore) qui causent la prolifération d'algues.
- Éliminer les substances toxiques (métaux lourds, produits chimiques industriels, microplastiques).

5.3 Réutilisation de l'eau

- Permettre la réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation, l'industrie, ou même l'eau potable dans certains cas.

5.4 Valorisation des sous-produits

- Produire de l'énergie (biogaz issu des boues).
- Récupérer des nutriments (azote, phosphore).
- Réutiliser les boues traitées en agriculture (Tchobanoglous, *et al*, 2014).

6. Cadre réglementaire du traitement des eaux usées en Algérie

6.1. Normes algériennes

En Algérie, la gestion des rejets d'eaux usées est encadrée par un ensemble de normes réglementaires visant à protéger les ressources en eau et les écosystèmes. Ces normes fixent des seuils précis pour divers paramètres physico-chimiques et bactériologiques, tels que la DBO5, la DCO, les matières en suspension, les nitrates ou encore les coliformes fécaux. Elles déterminent les concentrations maximales admissibles que doivent respecter les effluents avant leur rejet dans le milieu naturel ou leur réutilisation. Ces exigences sont établies dans des textes législatifs, notamment dans le décret exécutif n°06-141 du 19 avril 2006, publié au Journal officiel de la République algérienne n°26 du 23 avril 2006. Ce cadre réglementaire constitue un outil essentiel de préservation de la qualité de l'environnement et de la santé publique, tout en s'inscrivant dans une politique de développement durable et de gestion intégrée des ressources en eau.

6.2. Normes internationales

Les eaux usées possèdent des caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques spécifiques qui permettent non seulement de déterminer leur origine probable, mais aussi d'évaluer le degré de pollution qu'elles entraînent. Avant tout rejet dans le milieu naturel, il est indispensable qu'elles soient traitées de manière à satisfaire des normes strictes, établies pour protéger les écosystèmes récepteurs. À cet égard, des références internationales telles que celles formulées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS, 1989) définissent les critères à respecter afin de garantir la sécurité sanitaire et environnementale.

**CHAPITRE 2 : PRESENTATION
DES STATIONS D'EPURATION DE
BOUFARIK ET BENI MERED.**

Dans ce chapitre, nous présentons en détail les stations d'épuration sélectionnées pour cette étude (STEP de ben chaabane, et STEP de beni mered). Après avoir défini le cadre méthodologique et les objectifs de notre travail, il est essentiel de mieux comprendre les caractéristiques spécifiques des installations analysées. Chaque station est décrite selon ses principales caractéristiques techniques, sa capacité de traitement, ses procédés utilisés ainsi que les particularités de son fonctionnement quotidien. Cette présentation vise à fournir une base solide pour l'analyse comparative et l'évaluation des performances qui seront développées dans les chapitres suivants.

1. Définition de L'ONA

L'Office National de l'Assainissement, placé sous la tutelle du ministère de l'Hydraulique, est un Etablissement Public national à caractère Industriel et Commercial (E.P.I.C), créé par décret exécutif n° : 01-102 du 21 Avril 2001. L'Office National de l'Assainissement, dont le siège est à Alger, carrefour Sidi-Arcine Route de Baraki, par l'expression "ONA".

Activités et missions de l'ONA : L'Office National de l'Assainissement gère le service public de l'assainissement directement dans 54 wilayas, l'activité étant déléguée aux SPA dans les 04 autres wilayas restantes (Alger, Tipasa, Oran et Constantine). L'ONA gère à ce jour 174 stations d'épuration, dont 88 stations de type boues activées, 35 stations de type lagunage aéré et 48 stations de type lagunage naturel, 03 de type filtres plantés. Ses missions :

- Exploitation et maintenance des ouvrages et infrastructures de l'assainissement Protection et sauvegarde des ressources en eau et de l'environnement Lutte contre toutes les sources de pollution hydrique Préservation de la santé publique. L'ONA assure également pour le compte de l'État, la maîtrise d'ouvrage et d'œuvre déléguée concernant les projets d'études, de diagnostics, de réalisation et de réhabilitation des systèmes d'assainissement. (L'Office National de l'Assainissement, 2015).

2. Présentation de la zone d'étude

2.1 Description générale sur la STEP de Beni Mered

La station traitera les eaux usées de l'aire urbaine de Blida-Beni Mered, et des industries connectées. Elle est implantée sur 06 hectares, située à l'Est de la route nationale N°1 à proximité d'Oued Béni Azaa. Environ 05 km au nord-est de Blida et à environ 40 km au sudouest d'Alger et à environ 30 km au nord-est de Médéa.



Figure 01 : Station d'épuration des eaux usées de Béni Mered (google earth).

Elle traite les eaux usées issue de Blida :

- Commune de Beni Mered ;
- Commune de Blida ;
- Commune d'Ouled yaich ;
- Commune de Bouarfa.

2.2 Méthode du travail

2.2.1 Exploitation de la station

La station d'épuration de Beni Mered a commencé son fonctionnement en 1984 puis s'est arrêté en 1989. En 2014, le ministre des ressources en eau à valider le projet de la réhabilitation, extension, exploitation de la STEP. Elle est de nouveau opérationnelle le 02 janvier 2021. La station d'épuration finale est dimensionnée pour une capacité de 383 000 équivalent habitants à l'horizon 2015, dont une proportion d'effluent industriels représentant 40 000 équivalent habitants.

Tableau 01: Données de base de la STEP de Beni Mered

Paramètre	Valeur
Capacité de traitement	383 000 Eq.H
Débit de pointe journalier	51 560 m ³ /j
Débit de pointe temps sec	3 310 m ³ /h
Débit de pointe de pluie	4 800 m ³ /h
Pollution domestique	343000 Eq.H
Pollution industrielle	40 000 Eq.H
Débit moyen horaire	2148 m ³ /h

Charges polluantes entrant a la station d'épuration

Demande biologique en oxygène (DBO5)	21065 kg/j
Demande chimique en oxygène (DCO)	52563 kg/j
Matière en suspension (MES)	25278 kg/j
Azote (NTK)	3830 kg/j
Phosphore (P)	766 kg/j

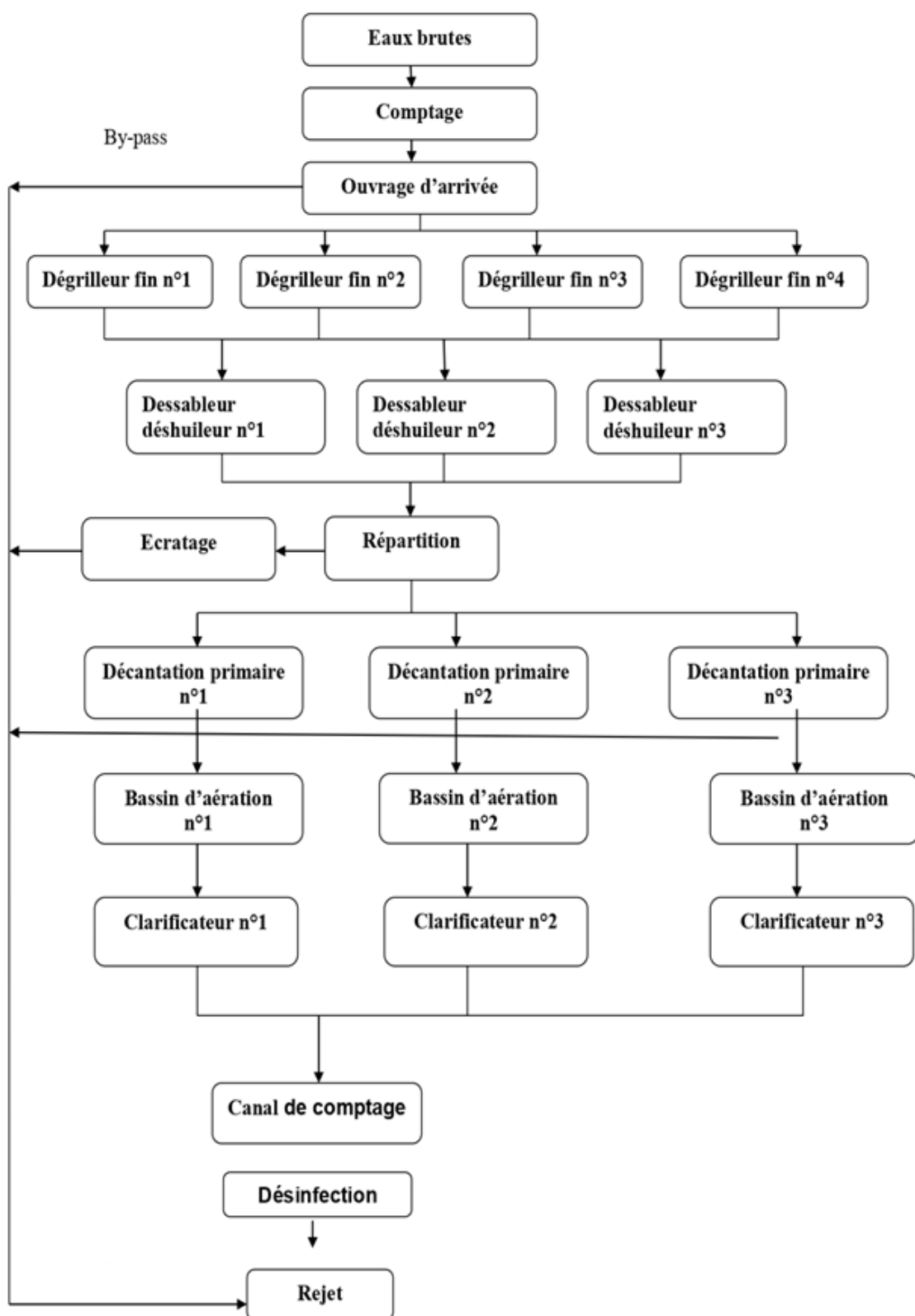
(Document de l'ONA, 2015)

Avant leur raccordement, les établissements concernés doivent installer un prétraitement pour rendre leurs rejets compatibles avec le traitement des eaux usées urbaines.

Les effluents sont acheminés vers la bêche d'arrivée de la station par cinq postes de relevage :

(L'Office National de l'Assainissement, 2015).

2.3 Figure 02 : Schéma de chaine de traitement des eaux usées (STEP de Beni Mered).



3. Les procédés de traitement des eaux usées (STEP de Beni Mered)

3.1 Prétraitement

Généralement, les prétraitements ont pour objectif d'éliminer les éléments les plus grossiers pour éviter le colmatage des modules par les matières en suspension (MES). Dans le prétraitement de la STEP de Beni Mered, les effluents passent par deux opérations - dégrillage (quatre (4) lignes) dessablage-déshuilage (3 lignes).



Figure 03 : Prétraitement de la STEP de Beni Mered (Originale, 2025).

3.1.1 Dégrillage

La première étape des prétraitements consiste à effectuer un dégrillage fin des effluents afin d'éliminer les matières grossières. Cette opération est réalisée à l'aide d'un ensemble de quatre dégrilleurs fins automatiques à entrefer de 10 mm, dont un en réserve. Les déchets récupérés sont acheminés dans une vis convoyeuse, puis dirigés vers une vis compacteuse à déchets. La vitesse d'écoulement dans le canal du dégrilleur est d'environ 0,51 m/s.



Figure 04: Les 4 dégrilleurs de la STEP de Beni Mered (Originale, 2025)

3.1.2 Dessablage et déshuilage

Les effluents sont ensuite dirigés vers les unités de dessablage-dégraissage, qui assurent la décantation des particules les plus lourdes (sables) ainsi que la flottation des matières plus légères (graisses). Cet ensemble est composé de trois lignes de dessableurs-dégraisseurs. Il s'agit d'un ouvrage de forme rectangulaire, à écoulement longitudinal lent. Actuellement, deux lignes sont en service, chacune pouvant accueillir un débit de pointe de 1600 m³/h.

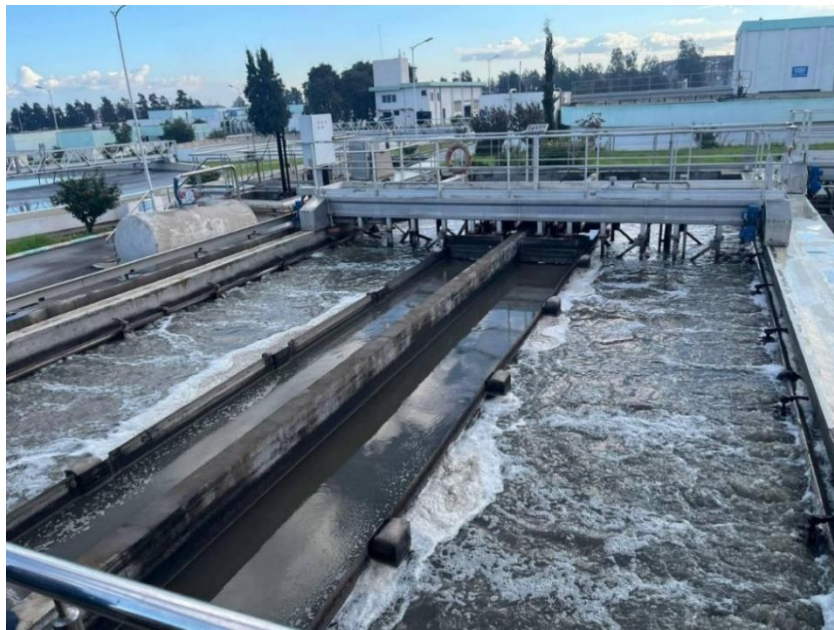


Figure 05 : Lignes de dessableur- déshuileur de la STEP de Beni Mered

(Originale, 2025).

L'élimination du sable permet d'éviter l'abrasion des équipements ainsi que l'accumulation de particules susceptibles d'entraîner des obstructions dans les canalisations et l'ensablement des ouvrages. L'extraction des graisses, quant à elle, facilite le transfert d'oxygène dans les bassins d'aération.

La flottation des graisses est assurée par l'injection d'air sous pression, créant un bullage dans le dessableur-dégraisseur. Les graisses en surface sont évacuées à l'aide d'un racleur solidaire du pont.

Le sable déposé au fond du dessableur-dégraisseur est extrait à l'aide d'un système air-lift intégré au pont. Des pompes à vide permettent ensuite d'aspirer ce sable et de le transporter jusqu'au canal de collecte situé le long de l'ouvrage.



Figure 06 : Stockage des graisses de la STEP de Beni Mered (Originale, 2025).

3.2 Traitement primaire

Avant d'être dirigés vers le traitement biologique, les effluents passent par trois ouvrages de décantation primaire présentant des caractéristiques unitaires (voir le tableau N°02). Actuellement, une seule de ces lignes est en fonctionnement.

Le décanteur primaire a pour fonction de réaliser une première réduction des paramètres tels que les MES (55 %), la DCO (30 %) et la DBO5 (30 %). Ce processus entraîne une accumulation des boues au fond du décanteur. Celles-ci sont raclées vers un puits central, puis envoyées vers la filière de traitement des boues, en transitant par la bêche de mélange des boues mixtes (primaires et biologiques).

Les eaux en surface s'écoulent au travers d'une lame déversant crénelée située en périphérie du bassin. À l'issue de cette étape, elles sont conduites vers les bassins d'aération.

Tableau 02 : Caractéristique dimensionnelles du décanteur primaire de la STEP de Beni Mered

Données	Unités	Valeurs
Nombre d'ouvrage	/	03
Diamètre unitaire	M	33
Volume utile	m3	2223
Volume total	m3	6669
Hauteur d'eau en zone périphérique de l'ouvrage	M	2.9



Figure 07: Décanteur primaire de la STEP de Beni Mered (originale, 2025)

3.3 Traitement biologique

En sortie des décanteurs primaires, les effluents sont orientés vers le traitement biologique. Le bassin biologique constitue le cœur de la station d'épuration, où l'épuration des eaux usées repose sur l'action d'une population spécifique de bactéries. Cette population, appelée boues activées, dégrade et assimile les matières polluantes.

Ce processus permet aux bactéries de se multiplier en continu, ce qui renouvelle les boues activées et les maintient actives.

Le bassin biologique poursuit trois objectifs principaux :

- L'oxydation des composés carbonés,
- L'oxydation et la réduction des composés azotés,
- L'oxydation et la réduction du phosphore.

Pour atteindre ces objectifs, trois actions fondamentales sont requises :

- L'aération du bassin,
- La recirculation des boues,
- L'extraction des boues en excès.

La station d'épuration de Beni Mered est équipée de trois bassins d'aération. L'oxygénation dans chaque bassin est assurée par quatre aérateurs de surface, (voir les caractéristiques dimensionnelles du bassin d'aération dans le tableau N°03).



Figure 08 : Bassin d'aération de la STEP de Beni Mered (Originale, 2025).

Tableau 03 : Caractéristique dimensionnelles du bassin d'aération de la STEP de Beni Mered.

Données	Unité	Valeurs
Nombre d'ouvrage	U	03
Dimension unitaire	m *m * m	32 x 32 x 4, 65
Volume unitaire	m ³	4762
Volume total	m ³	14286
Nombre d'aérateur de surface par bassin	U	04
Puissance absorbé unitaire	KW	51

3.4 Clarificateur

Cette étape de traitement est primordiale pour garantir une qualité de rejet conforme aux normes algériennes. Elle assure la séparation entre les boues et l'eau traitée dont elle dépend de la décantabilité des boues (liée à la nature des effluents) et de la capacité de l'ouvrage à atténuer de fortes variations de charges hydrauliques.

Tableau 04 : Caractéristiques des clarificateurs de la STEP de Beni Mered.

Données	unités	valeurs
Nombre de file	U	03
Diamètre intérieur d'un clarificateur	m	46
Volume d'un clarificateur	m ³	6315
Volume total de clarification	m ³	18945
Hauteur d'eau périphérique	m	3.8

Le clarificateur est alimenté par gravité à travers un puits central. Les boues se déposent au fond et sont ensuite aspirées à l'aide de tubes verticaux qui couvrent toute la surface du bassin lors de leur rotation. Ce système permet une extraction plus rapide et efficace des boues, contrairement aux systèmes classiques où les boues doivent d'abord être ramenées vers le

centre. L'eau clarifiée est récupérée en surface, puis envoyée vers la désinfection et le comptage de sortie.



Figure 09: Clarificateur de la STEP de Beni Mered (Originale, 2025).

3.5 Désinfection (Traitement tertiaire)

La présence de germe de contamination fécale (comme les coliformes fécaux) sont symptomatique d'une présence de germes pathogènes (protozoaires, bactéries, virus) qu'il faut éliminer pour éviter toute contamination, donc l'objectif de cette opération et d'inactiver les organismes pathogènes virus et parasites contenus dans l'eau traitée. Il s'agit ici d'une désinfection à l'eau de javel avec une densité de 1.22 kg/ l avec concentration en chlore de 13% dont il est stocké dans deux cuves verticales de volume unitaire de 20 m3.

Tableau 05 : Caractéristiques dimensionnelles et fonctionnelles de la STEP de Beni Mered.

Données	unités	valeurs
Nombre d'ouvrage	U	01
volume	m ³	2145
Débit de pointe maximale	m ³ /h	3310
Temps de contact	mn	39
Taux de chlore actif à injecter (mg Cl actif) en moyenne	mg/l	05
Concentration de l'eau de Javel à 13%	g/l	150
Consommation moyenne journalière hypochlorite de sodium	m ³ /j	3.44



Figure 10: Bassin de désinfection a chicanes (originale, 2025).

3.6 Traitement des boues

La sortie d'eau épurée de la STEP ce n'était pas la dernière phase de traitement des eaux usées, mais il y a le traitement des boues. Le traitement des boues consiste à envoyer les boues en excès qui sont dans le répartiteur et boues flottantes vers d'autres ouvrages (l'épaississeur,

stabilisateur) par pompages. Après la stabilisation les boues seront déshydratées dans les lits de séchage.

3.6.1 Bâche de mélange

La bâche de mélange est une bâche qui collecte et mélange les boues extraites depuis les décanteurs primaires et les postes de recirculation, ce poste se compose par une bâche avec agitateur et deux pompes de transfert avec un débit de transfert 70 m³ /h.

3.6.2 Épaississement gravitaire

L'épaississement constitue une étape essentielle dans le traitement des boues. Il repose sur l'action de la gravité, permettant de réduire leur teneur en eau en se basant sur la différence de densité entre les matières solides et l'eau, ainsi que sur le temps de séjour dans l'épaississeur. Ce dernier est conçu de manière à favoriser le dépôt des boues au fond tout en récupérant l'eau clarifiée en surface. Les boues épaissies sont ensuite extraites par le fond de l'ouvrage. Ce procédé, appelé épaississement gravitaire, offre une bonne efficacité de concentration avec une consommation énergétique très faible, ce qui en fait une solution à la fois économique et respectueuse de l'environnement.

3.6.3 Stabilisation des boues

La stabilisation des boues a pour but de réduire leur volume, de limiter les mauvaises odeurs et de rendre les boues plus hygiéniques avant leur déshydratation. Elle permet de dégrader une partie de la matière organique et de diminuer la présence des micro-organismes pathogènes. Dans la station, cette étape se fait en présence d'oxygène (milieu aérobie), où les micro-organismes s'auto-dégradent naturellement. Les boues sont traitées pendant environ 14 jours dans des bassins aérés.

3.6.4 Stockage des boues déshydratées

Les boues déshydratées sont reprises par des vis de convoyage, puis envoyées par des pompes gaveuses vers différents points de stockage. Les boues peuvent être stockées soit dans des bennes, soit dans une aire de stockage bétonnée, ce qui permet un temps de stockage suffisant avant l'évacuation finale. La quantité produite est adaptée à la capacité de l'installation.

4. Laboratoire

Grace à un laboratoire de contrôle de qualité implanté au niveau de la STEP, les analyses sont réalisées pour plusieurs points au long des chaînes de traitement (traitement des eaux et les boues) afin de suivre la performance de la STEP. Ce dernier est équipé de différents appareils des mesures physico-chimiques nécessaires. La méthode utilisée est la méthode spectrophotométries.

Les échantillons d'eau sont prélevés et analysés pour déterminer les paramètres chimiques de milieu :

- Potentiel Hydrogène (PH)
- La température
- Conductivité électrique
- Oxygène dissoute (O₂)
- Demande biologique en oxygène (DBO₅)
- Demande chimique en oxygène (DCO).
- Azote
- Phosphore
- Nitrate.

5. Présentation de la zone d'étude (STEP de Boufarik)

5.1 Description générale sur la STEP de Boufarik

La station d'épuration des eaux usées de Boufarik se situe à Ben Chaâbane, commune de Ben Khlil, située au nord de la wilaya de Blida. Elle s'étend sur une surface de six Hectare (06 Ha) de capacité de 375 000 EH et un volume d'eau usée de 60 000 m³/j à traiter. Le procédé de traitement retenu pour cette station est le procédé à boues activées aérobies à moyenne charge. Cette installation est conçue pour recevoir l'ensemble des rejets des 07 communes de la wilaya de Blida notamment Boufarik, Ben Khlil, Soumâa, Guerouaou, Beni Tamou, Oued Alleug; et Bouinan.



Figure 11: Station d'épuration des eaux usées de boufarik (google earth).

5.2 Méthode du travail

5.2.1 Exploitation de la station

Le tableau suivant présente les caractéristiques générales de la station de traitement des eaux usées de ville de Boufarik :

Tableau 06 : Caractéristiques générales de la STEP de Boufarik

Nom	Station d'épuration de boufarik
Maitre d'ouvrage / Exploitation	ONA
Année de la mise en route	Fin 2019
Type de réseau	Unitaire
Nature d'effluents	Domestiques et industriels
Capacité de traitement	375 000 Eq.H
Débit moyen journalier	60 000m ³ /j
Débit moyen horaire	2500m ³ /h
Débit de pointe en temps sec	4000m ³ /j
Débit de pointe en temps de pluie	6000m ³ /j

Tableau 07 : Charge polluante entrante a la STEP de Boufarik

Demande biologique en oxygène (DBO5)	28 125 kg/j
Demande chimique en oxygène (DCO)	56 250 kg/j
Matière en suspension	26 250 kg/j
Azote (NTK)	4 500 kg/j
Phosphore (P)	938 kg/j

(Document OTV, 2021)

Les eaux usées arrivant à la station d'épuration sont dirigées vers le prétraitement par l'intermédiaire du poste de relevage, équipé de 05 pompes, comme celle de la STEP de Beni Mered. La capacité totale des pompes correspond au débit nominal de 6000 m³/h.

6. Les procédés de traitement des eaux usées (STEP de Boufarik)

Étant donné la similarité des procédés d'épuration entre les deux stations, celui de Boufarik ne sera pas repris en détail, ayant été déjà décrit dans la section consacrée à la STEP de Beni Mered. Les deux stations partagent les mêmes étapes fondamentales de traitement, à savoir : le prétraitement, le traitement primaire, le bassin biologique, le clarificateur, la désinfection, le traitement des boues ainsi que les analyses physico-chimiques en laboratoire.

Toutefois, la station de Boufarik se distingue par la présence d'un dégazeur et d'un traitement tertiaire par ultra-violet.

À titre illustratif, des figures du procédé de la STEP de Boufarik sont présentés ci-après afin de mettre en évidence ces similitudes.

6.1 Prétraitement



Figure 12 : Prétraitement de la STEP de Boufarik (originale 2025)

6.1.1 Dégrillage fin

Le prétraitement dans la STEP de Boufarik comprend 02 dégrilleurs fins automatiques. Voir la figure N°14 ci-dessous :



Figure 13: Les Dégrilleur fin de la STEP de Boufarik (originale, 2025).

6.1.2 Dessablage – Déshuilage

Voici la figure N°14 qui représente le prétraitement dessablage-déshuilage qui se font au niveau de la station :



Figure 14 : Dessableur déshuileur de la STEP de Boufarik (originale, 2025).

6.2Décantation primaire



Figure 15: Décanteur primaire de la STEP de Boufarik (Originale, 2025)

6.3 Bassin biologique



Figure 16: Bassin biologique de la STEP de Boufarik (Originale, 2025)

6.4 dégazage

La présence d'un dégazeur à la STEP de Boufarik marque une différence par rapport à la station de Beni Mered, où cette étape n'est pas intégrée au procédé.

Cette zone de dégazage aide le bon fonctionnement des clarificateurs, et elle est placée entre les bassins d'aération et les clarificateurs. Elle permet d'éliminer certains gaz présents dans l'eau, comme le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4), le sulfure d'hydrogène (H_2S) et l'azote (N_2),



Figure 17: Dégazeur de la STEP de Boufarik (Originale, 2025).

6.5 Clarificateur



Figure 18 : Clarificateur de la STEP de Boufarik (Originale, 2025).

6.6 Traitement tertiaire

6.6.1 Traitement par rayonnement ultraviolet

le traitement par UV repose sur l'utilisation de lampes à mercure, installées parallèlement ou perpendiculairement au flux d'eau. Le rayonnement émis agit directement sur les micro-organismes. Ce procédé nécessite un temps d'exposition très court, de l'ordre de 20 à 30 secondes. Son efficacité dépend principalement de deux facteurs :

- L'état des lampes, qui doivent être remplacées régulièrement, généralement après un an et demi d'utilisation. Un nettoyage fréquent est également nécessaire, car elles s'encrassent facilement.
- La qualité de l'effluent : la présence de matières en suspension (MES) ou de certaines substances dissoutes peut absorber les rayons UV, ce qui réduit l'efficacité du traitement (Baumont et al, 2004).

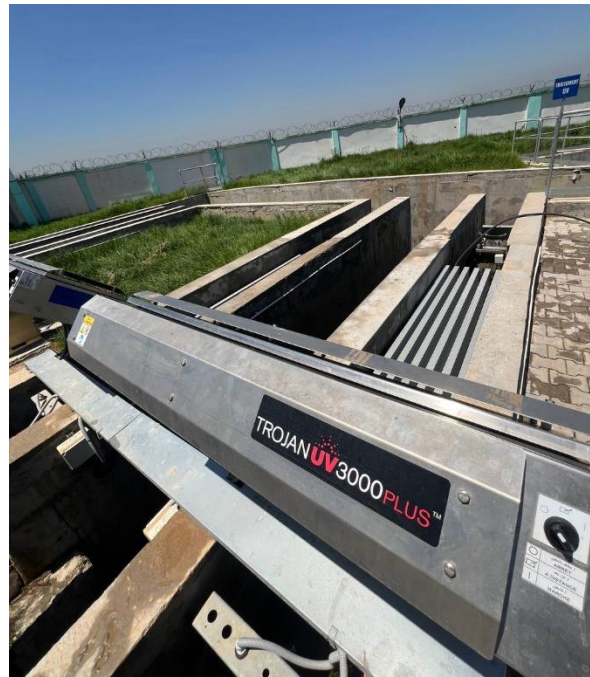


Figure 19: Système Ultraviolet de la STEP de Boufarik (Originale, 2025).



Figure 20 : Les deux épaisseurs de la STEP de Boufarik (Originale, 2025).



Figure 21 : Atelier de déshydratation de la STEP de Boufarik (Originale, 2025)



Figure 22 : Filtre à bande lors de la déshydratation de la STEP de Boufarik (Originale, 2025).

7. Laboratoire



Figure 23 : Laboratoire d'analyse de STEP de Boufarik (Originale, 2025).

Conclusion

Les stations d'épuration de Boufarik et de Béni Mered poursuivent un objectif commun : traiter les eaux usées avant leur rejet dans le milieu naturel. Toutefois, elles se distinguent l'une de l'autre par certaines caractéristiques, notamment la nature des effluents reçus et les choix techniques adoptés dans leurs procédés de traitement.

Chapitre 3 : METHODES ET MATERIELS

Les stations d'épuration de Beni Mered et de Boufarik utilisent le même protocole de prélèvement ainsi que les mêmes analyses physico-chimiques pour les paramètres suivants : DBO₅, DCO, MES, conductivité, pH, oxygène dissous et température.

1. Prélèvement et échantillonnage

1.1 Prélèvement

À la STEP de Béni Mered et de Boufarik, l'échantillonnage se fait principalement par prélèvement composite : des échantillons sont collectés automatiquement sur 24 heures à l'aide d'un préleveur placé après le dégrillage pour l'eau brute, et d'un autre à la sortie de la station pour l'eau traitée, au niveau du canal Venturi. Pour les décanteurs et clarificateurs, les prélèvements sont faits manuellement avec des bouteilles de laboratoire. Quant aux boues (primaires, recyclées, activées, épaissies, déshydratées et digérées), elles sont prélevées ponctuellement.



Figure 24 A : Préleveur automatique (2025)



B : Préleveur manuelle (Originale,

1.2 Échantillonnage

Les analyses physico-chimiques dans les deux STEP (Beni Mered et Boufarik) sont effectuées sur des échantillons prélevés selon les normes de rejet en vigueur, qu'elles soient algériennes ou internationales. Les échantillons sont rigoureusement conservés à une température de 4°C afin de préserver leur intégrité

1.3 Filière eau

Les paramètres analysés comprennent :

- Potentiel hydrogène (pH)
- Température (T)
- Conductivité électrique (Ce)
- Matières en suspension (MES)
- Demande biologique en oxygène (DBO₅)
- Demande chimique en oxygène (DCO)

1.4 Filière boue

Les analyses effectuées sur les boues se répartissent comme suit :

- Boues activées : détermination des MES et des MVS sur une durée de 30 minutes
- Boues recyclées et boues primaires : mesure des MES et des MVS.
- Boues épaissies, digérées et déshydratées : analyse de la matière sèche et des MVS.



Figure 25: Prélever des échantillonnages (STEP de Beni Mered) (originale,2025).

2. Analyses physico-chimiques (STEP Beni Mered et Boufarik)

2.1 Température

La température est un paramètre physique essentiel de l'eau, influençant directement la solubilité des gaz et la vitesse des réactions chimiques et biochimiques. La mesure de la

température a été réalisée à l'aide d'une sonde thermométrique soigneusement immergée dans l'échantillon. La lecture de la température a été effectuée une fois que l'appareil s'est stabilisé.

2.2PH

Le pH est une caractéristique essentielle de l'eau qui indique si elle est acide ou basique. Il dépend de la quantité d'ions H^+ ou OH^- qu'elle contient. Le contrôle du pH est très important dans les traitements des eaux, surtout lorsqu'ils impliquent des réactions chimiques.

2.2.1Principe

La méthode repose sur l'utilisation d'un pH-mètre, un appareil de mesure électrochimique.

2.2.2 Mode opératoire

Après avoir calibré l'appareil et confirmé son bon fonctionnement :

- Vérifier que l'appareil est bien branché.
- Retirer le capuchon de l'électrode.
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée.
- Sécher doucement l'électrode avec un papier propre.
- Verser un peu d'échantillon dans le bécher.
- Plonger l'électrode dans l'échantillon.
- Mélanger légèrement.
- Lire la valeur du pH sur l'écran.



Figure 26: Le PH mètre (originale, 2025)

2.3 Conductivité

La conductivité électrique mesure la capacité d'une eau à conduire le courant. Cette capacité dépend de la quantité d'ions qu'elle contient : plus l'eau est minéralisée, plus sa conductivité

est élevée. C'est pourquoi on utilise cette mesure comme indicateur rapide de la minéralisation. Elle s'exprime en micro-siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

2.3.1 Principe

La mesure de la conductivité dans les deux STEP de Beni Mered et Boufarik consiste à déterminer la résistance d'une colonne d'eau. Pour cela, on utilise un appareil appelé conductimètres, qui est essentiellement un résistivimètre adapté. La conductivité varie en fonction de la température, ce qui rend essentiel de réaliser les mesures à une température contrôlée et stable. En général, les valeurs de conductivité sont normalisées à 20 °C.

2.3.2 Mode opératoire

1. Prélever une quantité suffisante d'eau pour permettre l'immersion complète de la sonde de conductivité.
2. Vérifier les connexions entre la cellule de mesure et le conductimètre.
3. Rincer soigneusement la cellule avec de l'eau distillée, puis la sécher correctement.
4. Immerger la cellule dans l'échantillon d'eau à analyser.
5. Agiter légèrement la sonde pour homogénéiser la mesure.
6. Lire et noter la valeur affichée.
7. Une fois la mesure terminée, éteindre l'appareil et nettoyer la sonde si nécessaire.
8. Après chaque série de mesures, rincer l'électrode avec de l'eau déminéralisée.



Figure 27 A : conductimètre (STEP de Beni Mered) (Origine, 2025)



Figure 27 B: conductimètre (STEP de Boufarik) (Origine, 2025)

2.4 Oxygène dissous

Le système de mesure de l'oxygène dissous dans les deux STEP utilise un appareil équipé d'une sonde sensible à l'oxygène. Cette sonde, protégée par une membrane spéciale, capte l'oxygène présent dans l'eau.

2.4.1 Mode opératoire

1. Prélever un volume d'eau suffisant pour immerger entièrement la sonde.
2. Vérifier que l'étalonnage de l'appareil est réalisé et que celui-ci est prêt à fonctionner.
3. Allumer l'instrument en appuyant sur le bouton ON/OFF. Une fois que l'afficheur indique zéro, l'appareil est prêt pour mesurer la concentration en oxygène dissous.

2.5 Matière en suspension (MES)

Les MES correspondent à la concentration en élément non dissous d'un échantillon d'eau usée.

2.5.1 Principe

La mesure des MES (matières en suspension) se fait par filtration. On filtre un volume d'eau à travers un filtre en fibre de verre déjà pesé. Après filtration, on sèche et pèse à nouveau le filtre. La différence de masse, rapportée au volume d'eau filtré, donne la concentration en MES (mg/L).

Matériel utilisé :

- Système de filtration sous vide
- Filtre en microfibre de verre (Whatman)
- Coupelle en aluminium
- Pince
- Dessiccateur
- Étuvé à 105 °C
- Éprouvette graduée

2.5.2 Mode opératoire

1. Rincer et sécher le filtre, puis le peser → M_0
2. Filtrer l'échantillon d'eau
3. Enlever le filtre et le sécher au four (105 °C, 8h)

4. Laisser refroidir, puis peser → M1

5. Calculer :

$MES (mg/L) = (M1 - M0) \times 1000 / \text{Volume de l'échantillon (mL)}.$



Figure 28 : Matériel de filtration utilisé pour la détermination des (MES) (Originale, 2025).



Figure 29 : Préparation de l'échantillon pour la mesure des MES en laboratoire (Originale, 2025).

2.6 La Demande chimique en Oxygène (DCO)

La DCO représente la quantité d'oxygène consommé par les microorganismes pour éliminer la matière organique biodégradable et non biodégradable.

2.6.1 Principe

La mesure de la DCO est réalisée par analyse spectrophotométrique qui consiste à utiliser un spectrophotomètre et un kit de test spécifique LCK 514 et LCK 314.



Figure 30 : kit de mesure de DCO (LCK) (STEP Beni Mered) (originale, 2025)

2.6.2 Mode opératoire

1. Bien agiter le kit pour homogénéiser.
2. Prélever 2 mL d'échantillon (eau brute ou traitée).
3. Fermer la cuve et nettoyer l'extérieur.
4. Réagiter le kit.
5. Chauffer la cuve à 148 °C pendant 2 heures.
6. Mélanger doucement la cuve chaude (2 à 3 fois).
7. Laisser refroidir à température ambiante.
8. Nettoyer à nouveau l'extérieur.
9. Mettre la cuve dans le spectrophotomètre pour lecture.



Figure 31 : Bloc chauffant (origine, 2025)



Figure 32 : Spectrophotomètre (originale, 2025)

2.7 La Demande Biologique en Oxygène (DBO₅)

La DBO₅ mesure l'oxygène utilisé par les micro-organismes pour nettoyer l'eau. Elle se fait après 5 jours à 20 °C, sans lumière, avec un appareil spécial (DBO-mètre).

2.7.1 Principe

La DBO₅ est mesurée après 5 jours à 20 °C, dans l'obscurité pour éviter la photosynthèse. Le volume d'échantillon utilisé dépend de la DCO, selon la formule :

$$DBO_5 = \frac{1}{2} DCO$$

La plage de mesure va de 0 à 4000 mg/L

Tableau 08 : Tableau de choix du volume d'échantillon

Plage de mesure DBO en mg/ l	Volume d'échantillon en ml	Dosage de l'inhibiteur dénitrification ATH
0-40	428	10 gouttes
0-80	360	10 gouttes
0-200	244	05 gouttes
0-400	157	05 gouttes
0-800	94	03 gouttes
0-2000	65	03 gouttes
0-4000	21.7	01 gouttes

(Document l'ONA, 2015)

2.7.2 Mode opératoire

- Bien mélanger l'échantillon d'eaux usées.
- Prélever la bonne quantité avec une fiole jaugée et verser dans le flacon.
- Ajouter l'inhibiteur de nitrification.
- Mettre un agitateur magnétique dans le flacon.
- Fermer avec un bouchon en silicone.
- Ajouter le réacteur de KOH dans le bouchon.
- Placer le flacon dans l'appareil de mesure DBO₅ (type Oxyton ou DBO-mètre).

CHAPITRE 4 : RESULTATS ET DISCUSSIONS.

Cette partie est consacrée à l'étude de la qualité de l'eau brute et de l'eau épurée traitée par les stations d'épuration à boues activées de Beni Mered et de Boufarik, situées dans la wilaya de Blida, à travers l'analyse de plusieurs paramètres physico-chimiques et biologiques tels que la température, le pH, la conductivité électrique, l'oxygène dissous, les MES, la DBO₅, la DCO.

1.Débit

Le tableau N°09 illustre les débits d'entrée et de sortie ainsi que les rendements hydrauliques observés pour les stations de Boufarik et de Beni Mered.

Pour la station d'épuration de Boufarik, les débits d'entrée et de sortie sont relativement stables, avec des rendements hydrauliques oscillant entre 76 % et 85 %. Ces performances traduisent une bonne gestion des volumes d'eau traités et une exploitation régulière de l'installation. En revanche, la STEP de Beni Mered présente des débits très fluctuants, marqués par d'importantes variations journalières. À certaines dates, plus de la moitié du volume entrant n'est pas restitué en sortie, comme en témoigne le rendement de seulement 48,5 % enregistré le 12 février 2025. Ces irrégularités suggèrent une absence de régulation efficace et révèlent la nécessité d'une meilleure optimisation de la gestion hydraulique.

Tableau 09 : Débit d'entrée et sortie et les rendement hydrauliques (STEP de Boufarik et de Beni Mered).

STEP	Dates de prélèvement	Débit d'entrée	Débit de sortie	Différence m3/j	Rendement hydraulique
BOUFARIK	13/01/2025	16856	14348	2508	85,12102515
	21/01/2025	22190	18549	3641	83,59170798
	13/02/2025	17840	14168	3672	79,41704036
	20/02/2025	17241	13781	3460	79,93155849
	03/03/2025	14524	11100	3424	76,42522721
	27/03/2025	15752	12454	3298	79,06297613
	08/04/2025	14286	12279	2007	85,95128097
	15/04/2025	27309	23068	4241	84,47032114
Beni Mered	13/01/2025	26960	20299	6661	75,29302671
	21/01/2025	8970	6450	2520	71,90635452
	12/02/2025	13288	6444	6844	48,4948826
	19/02/2025	13116	10871	2245	82,88350107
	03/03/2025	10653	7972	2681	74,83338027
	27/03/2025	8557	6716	1841	78,48545051
	08/04/2025	11536	7390	4146	64,06033287
	28/04/2025	11138	9123	2015	81,90878075

Le diagramme ci-dessous illustre les débits d'entrée et de sortie enregistrés aux stations d'épuration de Boufarik et de Béni Mered.

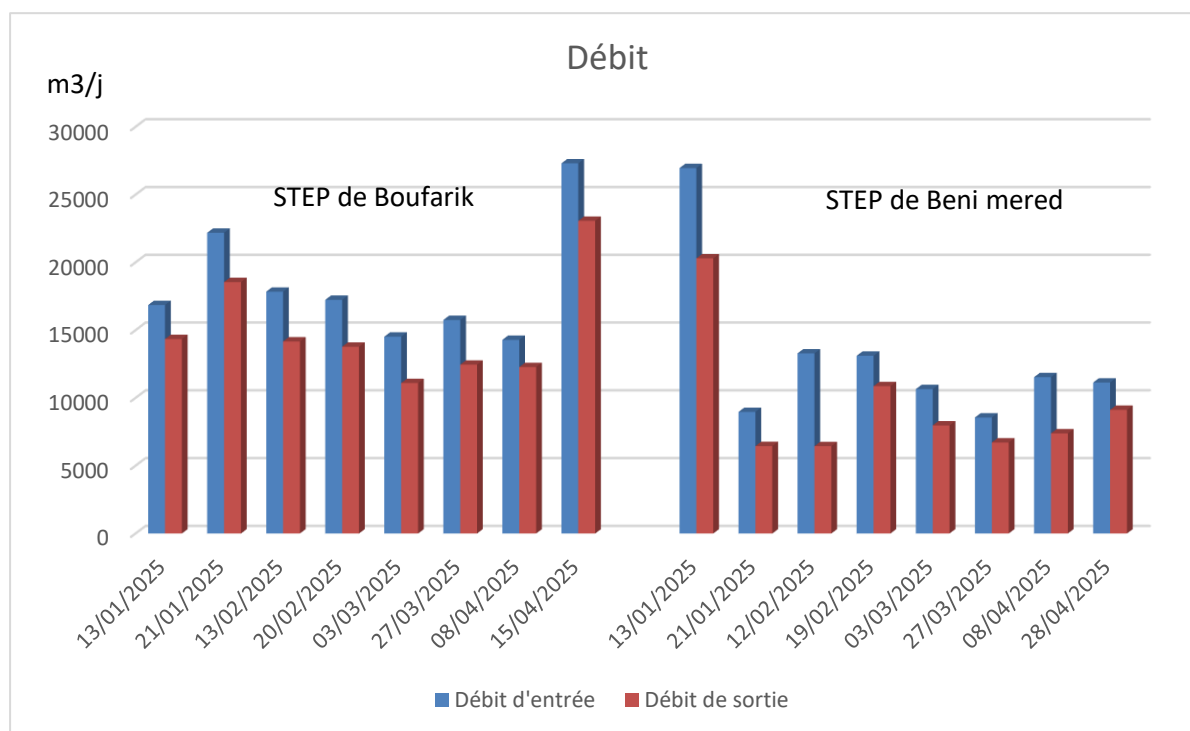


Figure 33 : Débit d'entrée et sortie de la STEP de Boufarik et de Beni Mered

2. MES

Les graphiques illustrant l'évolution des concentrations en matières en suspension (MES) des eaux brutes révèlent des écarts significatifs entre les deux stations d'épuration analysées.

À Béni Mered, les eaux usées traitées sont principalement d'origine industrielle, ce qui explique les concentrations en MES particulièrement élevées et variables observées entre le 13 janvier et le 28 avril 2025. Les valeurs mesurées en entrée ont fluctué entre 201 mg/l (le 12/02/2025) et 936 mg/l (le 08/04/2025), avec une moyenne de 436,5 mg/l. Ces pics traduisent probablement la présence de rejets industriels ponctuels ou récurrents. En sortie, en revanche, les concentrations sont restées bien inférieures aux seuils réglementaires, variant de 9 mg/l (le 13/01/2025) à 42 mg/l (le 28/04/2025), avec une moyenne de 19,25 mg/l, ce qui reste conforme aux normes algériennes (35 mg/l) et aux recommandations de l'OMS.

En comparaison, la station de Boufarik, qui reçoit principalement des effluents domestiques, présente une évolution des MES beaucoup plus stable sur la période du 13 janvier au 15 avril 2025. Les concentrations à l'entrée varient de 105 mg/l (le 21/01/2025) à 521 mg/l (le 13/01/2025), pour une moyenne de 196,6 mg/l. En sortie, les valeurs sont particulièrement faibles et régulières, comprises entre 7 mg/l (le 15/04/2025) et 28 mg/l (le 13/01/2025), avec une moyenne de 16,07 mg/l.

En conclusion, malgré la complexité des effluents industriels, la STEP de Béni Mered parvient à assurer une réduction efficace de MES, maintenant des niveaux compatibles avec les normes en vigueur. De son côté, la STEP de Boufarik, grâce à la nature essentiellement domestique de ses eaux usées, se distingue par la stabilité et la constance de ses performances épuratoires.

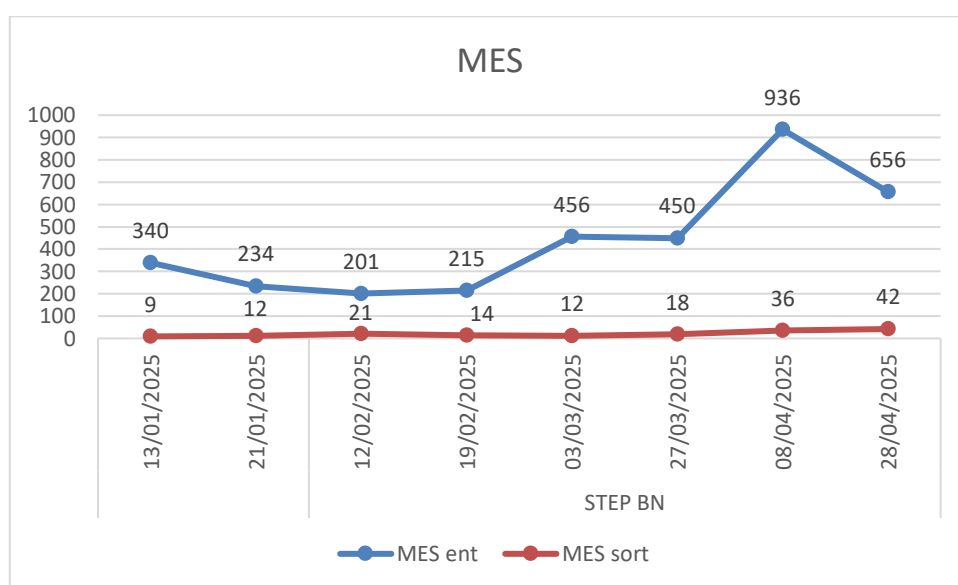


Figure 34 : Variation des matières en suspension (MES) des eaux usées à l'entrée et à la sortie de la STEP de Béni Mered.

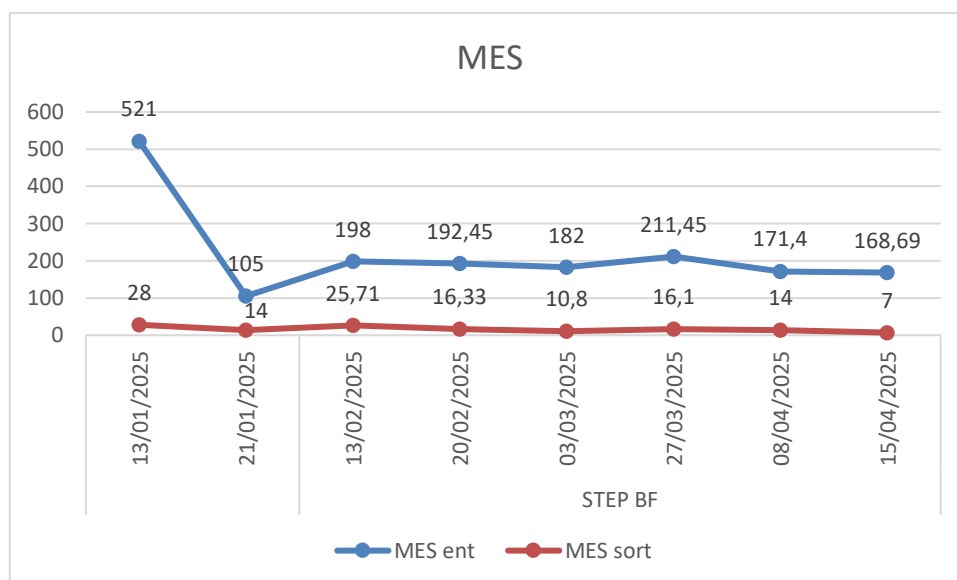


Figure 35 : Variation des matières en suspension (MES) des eaux usées à l'entrée et à la sortie (STEP de Boufarik).

Tableau 10 : Les rendements d'élimination des MES de la STEP de Beni Mered.

Date	13/01	21/01	12/02	19/02	03/03	27/03	08/04	28/04
Rendement MES %	97.35	94.87	93.03	94.88	97.37	96.00	96.15	93.60

Tableau 11 : Les rendements d'élimination des MES de la STEP de Boufarik.

Date	13/01	21/01	13/02	20/02	03/03	27/03	08/04	15/04
Rendement MES %	94.63	86.67	87.02	91.51	94.07	92.39	91.83	95.85

3. DBO₅

La figure N°36 illustrent l'évolution des concentrations de DBO₅ à l'entrée et à la sortie des stations de Boufarik et de Béni Mered sur la période étudiée.

La demande biochimique en oxygène sur 5 jours (DBO₅) représente la fraction de matière organique biodégradable et directement assimilable par les bactéries présentes dans les eaux

usées. Son analyse permet d'évaluer la charge organique et l'efficacité des procédés de traitement biologique.

L'examen des concentrations en DBO₅ met en évidence des écarts significatifs entre les deux stations d'épuration. À l'entrée de la STEP de Béni Mered, les valeurs montrent une grande variabilité, allant de 184 mg/L (le 19/02/2025) à un pic très élevé de 652 mg/L enregistré le 08/04/2025, reflétant une forte charge organique, probablement liée à des rejets d'origine industrielle. Une autre valeur notable est observée le 03/03/2025 avec 481 mg/L, suivie d'une diminution à 330 mg/L le 28/04/2025.

En comparaison, la station de Boufarik présente des concentrations plus modérées et plus régulières. Les valeurs à l'entrée varient entre 110 mg/L (le 15/04/2025) et un maximum de 457 mg/L (le 13/01/2025). Par la suite, une tendance à la baisse est observée, avec une stabilisation autour de 200 mg/L entre février et mars.

Concernant les eaux traitées, la DBO₅ en sortie de la STEP de Béni Mered reste faible et relativement stable, oscillant entre 8 et 25 mg/L, soit des niveaux largement conformes à la norme algérienne (≤ 35 mg/L). Ces résultats traduisent une bonne performance épuratoire, même face à des charges élevées en entrée.

En revanche, la STEP de Boufarik affiche des concentrations de DBO₅ en sortie légèrement plus élevées, comprises entre 25 et 42 mg/L. Une attention particulière doit être portée à la valeur du 20/01/2025 (42 mg/L), qui dépasse la limite réglementaire, suggérant un rendement de traitement inférieur à celui observé à Béni Mered.

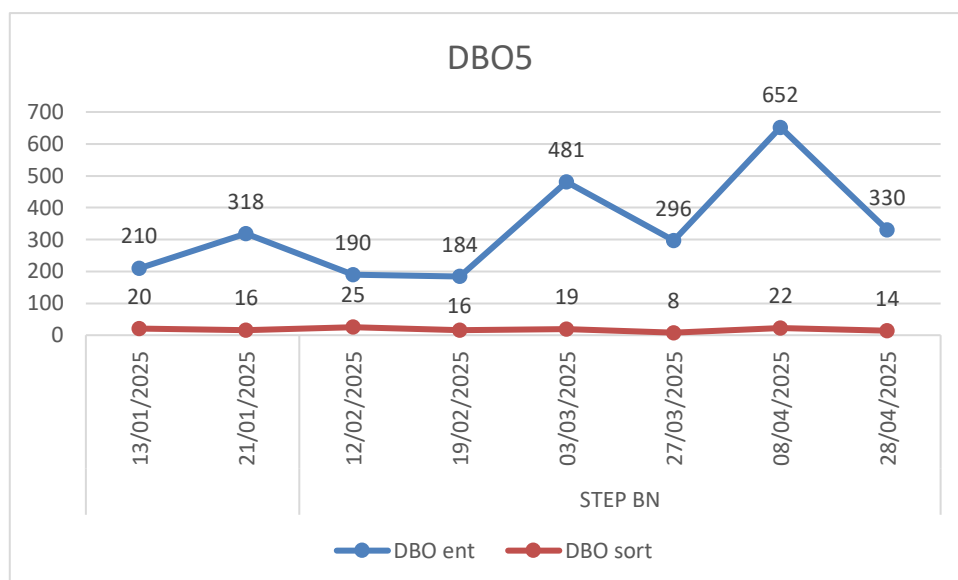


Figure 36: Variation de demande biochimique en oxygène (DBO5) Des eaux usées à l'entrée et à la sortie (STEP de Beni Mered).

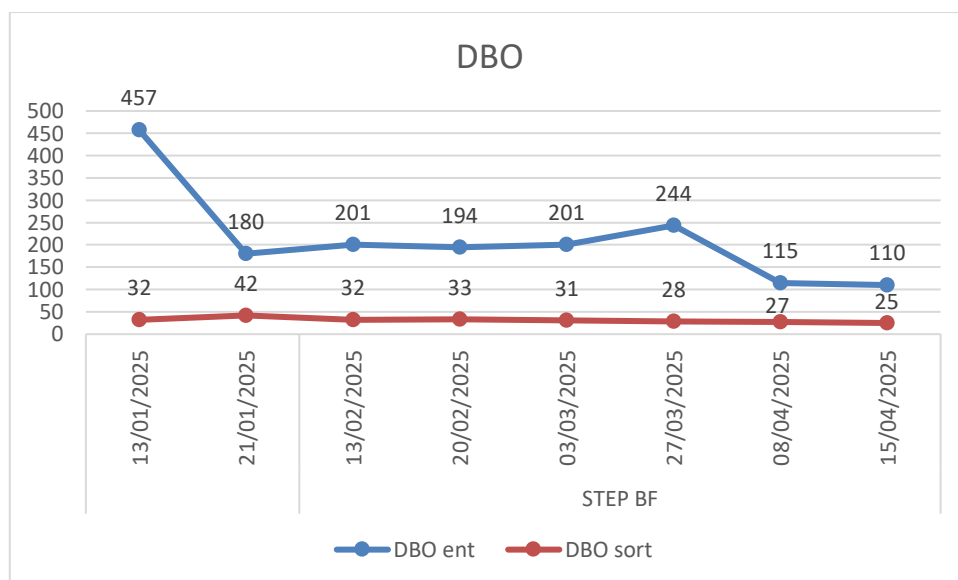


Figure 37 : Variation de demande biochimique en oxygène (DBO5) Des eaux usées à l'entrée et à la sortie (STEP de Boufarik).

Tableau 12 : Les rendements d'élimination des DBO5 de la STEP de Beni Mered.

Dates	13/01	21/01	12/02	19/02	03/03	27/03	08/04	28/04
Rendement DBO5 %	90.48	94.97	86.48	91.30	96.05	97.30	96.63	95.76

Tableau 13 : Les rendements d'élimination des DBO5 de la STEP de Boufarik.

Tableau : Les rendements d'élimination des DBO5 de la STEP de Boufarik.

Date	13/01	21/01	13/02	20/02	03/03	27/03	08/04	15/04
Rendement DBO5 %	93.00	76.67	84.08	82.99	84.58	88.52	76.52	77.27

4. DCO

Les figures N°38 illustrent l'évolution de la DCO à l'entrée et à la sortie des stations de Boufarik et Beni Mered.

Les eaux usées traitées doivent atteindre une DCO inférieure ou égale à 120 mg/L, conformément aux objectifs fixés pour la station. La Demande Chimique en Oxygène (DCO) mesure la charge polluante carbonée, englobant les matières biodégradables et non biodégradables. Des niveaux élevés de DCO sont observés à l'entrée des stations d'épuration, notamment à Beni Mered, où des pics atteignant 1972 mg/L ont été enregistrés, comme le 27 mars 2025, bien au-delà du seuil de référence de 1000 mg/L. Ces fortes concentrations, relevées entre le 13 janvier et le 28 avril 2025, révèlent une présence importante de matières oxydables, vraisemblablement issues d'activités industrielles ou artisanales (par exemple, la fabrication d'huile d'olive). À Beni Mered, les eaux brutes présentent des concentrations de DCO variant de 512 mg/L (13 janvier 2025) à 1972 mg/L (27 mars 2025), avec une moyenne élevée, notamment aux dates suivantes : 13/01, 21/01, 12/02, 19/02, 03/03, 27/03, 08/04 et 28/04. En comparaison, la station de Boufarik affiche des concentrations plus modérées, comprises entre 213 mg/L (15 avril 2025) et 961,4 mg/L (13 janvier 2025), avec une tendance générale à la baisse sur la période du 13 janvier au 15 avril 2025, aux dates : 13/01, 21/01, 13/02, 20/02, 03/03, 27/03, 08/04 et 15/04. Concernant les eaux épurées, la DCO à Beni Mered varie entre

70 mg/L (27 mars 2025) et 105 mg/L (19 février 2025), avec une moyenne respectant largement la norme algérienne de rejet (≤ 120 mg/L). À Boufarik, les valeurs à la sortie sont encore plus faibles, oscillant entre 46,08 mg/L (03 mars 2025) et 77,58 mg/L (27 mars 2025), attestant d'une très bonne efficacité de traitement. Globalement, les deux stations respectent les exigences réglementaires en matière de rejet, ce qui témoigne de l'efficacité des procédés biologiques employés. La station de Boufarik bénéficie d'une charge polluante plus faible et stable, ce qui permet d'obtenir une DCO finale plus réduite, tandis que Beni Mered, bien que soumise à des charges plus importantes et fluctuantes, maintient de bonnes performances épuratoires.

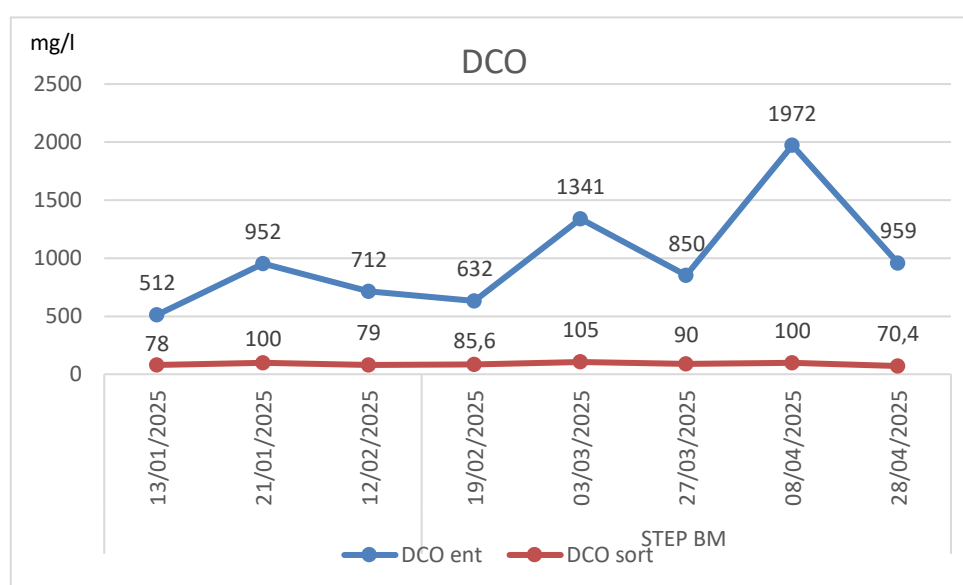


Figure 38 : évaluation de la DCO en fonction du temps à l'entrée et à la sortie (STEP de Beni Mered)

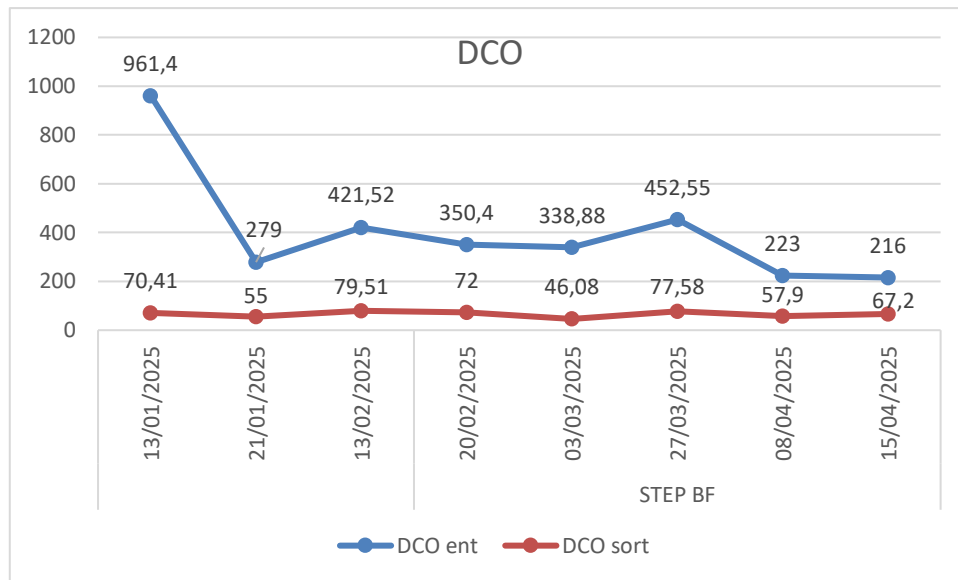


Figure 39 : évaluation de la DCO en fonction du temps à l'entrée et à la sortie (STEP de Boufarik).

4.1 Rapport DCO/DBO₅

Le rapport DCO/DBO₅ constitue un indicateur fondamental pour évaluer la biodégradabilité des eaux usées. À la lumière des données collectées, il est possible d'évaluer la nature des polluants présents et d'orienter le choix des procédés de traitement.

Méthode de calcul du rapport DCO/DBO₅ (coefficient K) :

$$K = \text{DCO (mg/l)} / \text{DBO}_5 \text{ (mg/l)}$$

Exemple : Pour le 13/01/2025 à Boufarik : $K = 961.4/457 = 2.10$

Le tableau N°14 montre l'évolution du rapport K (DCO/DBO₅) des eaux usées brutes à la station de Beni Mered, qui permet d'évaluer la biodégradabilité des effluents au fil du temps.

L'analyse du rapport DCO/DBO₅ (K) pour les eaux usées brutes de la station de Beni Mered entre janvier et avril 2025 révèle une variabilité notable de la biodégradabilité des effluents. Ce rapport, indicateur de la facilité avec laquelle la matière organique peut être dégradée

biologiquement, oscille entre 1,94 et 3,75. La valeur la plus favorable est enregistrée le 08 avril ($K = 1,94$), signalant une bonne biodégradabilité malgré une très forte charge organique ($DCO = 1972 \text{ mg/L}$). À l'inverse, les 12 et 19 février présentent des rapports élevés ($K = 3,75$ et $3,43$), indiquant une prédominance de matières non biodégradables, probablement d'origine industrielle, rendant le traitement biologique plus complexe. Les autres dates montrent des ratios compris entre 2,44 et 2,99, traduisant une biodégradabilité faible à moyenne. Globalement, ces résultats soulignent la nécessité d'un suivi rigoureux de la qualité des effluents en entrée afin d'ajuster les paramètres d'exploitation de la station et garantir une performance optimale du traitement biologique.

Tableau 14 : Rapport DCO/DBO5 (K) de la STEP de Beni Mered

Date	DCO (Entrée)	DBO5 (Entrée)	Rapport $K =$ DCO/DBO5	Interprétation
13/01/2025	512	210	2.44	Moyennement biodégradable
21/01/2025	952	318	2.99	Peu biodégradable
12/02/2025	712	190	3.75	Non biodégradable
19/02/2025	632	184	3.43	Non biodégradable
03/03/2025	1341	481	2.79	Peu biodégradable
27/03/2025	850	296	2.87	Peu biodégradable
08/04/2025	1972	652	1.94	Moyennement biodégradable
28/04/2025	959	330	2.90	Peu biodégradable

Le tableau N°15 montre l'évolution du rapport K (DCO/DBO_5) des eaux usées brutes à la station de Boufarik.

L'analyse du rapport DCO/DBO_5 (K) des eaux usées brutes à la station de Boufarik entre janvier et avril 2025 montre une bonne stabilité des caractéristiques des effluents, avec des valeurs de K comprises entre 1,55 et 2,10. L'ensemble des données indique une biodégradabilité

moyenne, ce qui signifie que la matière organique présente peut-être efficacement traitée par des procédés biologiques classiques. Le rapport le plus faible, enregistré le 21 janvier ($K = 1,55$), traduit une charge organique plus facilement dégradable, tandis que les valeurs les plus élevées, observées les 13 janvier et 13 février ($K = 2,10$), suggèrent une légère augmentation de la proportion de matière moins biodégradable, sans toutefois atteindre un niveau critique. Cette relative homogénéité dans les valeurs du rapport K reflète une qualité régulière des effluents entrants, probablement issue de rejets domestiques majoritaires ou d'activités industrielles limitées, ce qui facilite le maintien d'un bon rendement épuratoire au sein de la station

Tableau 15 : Rapport DCO/DBO5 (K) de la STEP de Boufarik

Date	DCO (Entrée)	DBO5 (Entrée)	Rapport $K =$ DCO/DBO5	Interprétation
13/01/2025	961.4	457	2.10	Moyennement biodégradable
21/01/2025	279	180	1.55	Moyennement biodégradable
13/02/2025	421.52	201	2.10	Moyennement biodégradable
20/02/2025	350.4	194	1.81	Moyennement biodégradable
03/03/2025	338.88	201	1.69	Moyennement biodégradable
27/03/2025	452.55	244	1.85	Moyennement biodégradable
08/04/2025	223	115	1.94	Moyennement biodégradable
15/04/2025	216	110	1.96	Moyennement biodégradable

5. Température

La figure N°40 montre que les températures mesurées à l'entrée et à la sortie des stations d'épuration de Beni Mered et de Boufarik entre janvier et avril 2025 varient entre environ 13 °C et 22 °C, ce qui reste globalement conforme aux recommandations des normes algériennes et de l'OMS. Ces dernières considèrent qu'une température comprise entre 15 °C et 25 °C est optimale pour le bon fonctionnement des procédés biologiques, notamment pour l'activité des micro-organismes utilisés dans le traitement des eaux usées. À Beni Mered, on observe une légère augmentation progressive de la température au fil des mois, tandis qu'à Boufarik, les températures demeurent plus stables. La différence entre la température à l'entrée et à la sortie

reste faible, ce qui est normal puisque les stations ne sont pas censées influencer fortement la température de l'eau. Ainsi, les conditions thermiques relevées dans les deux stations sont favorables au bon déroulement des traitements biologiques, sans contrainte thermique notable sur la période étudiée.

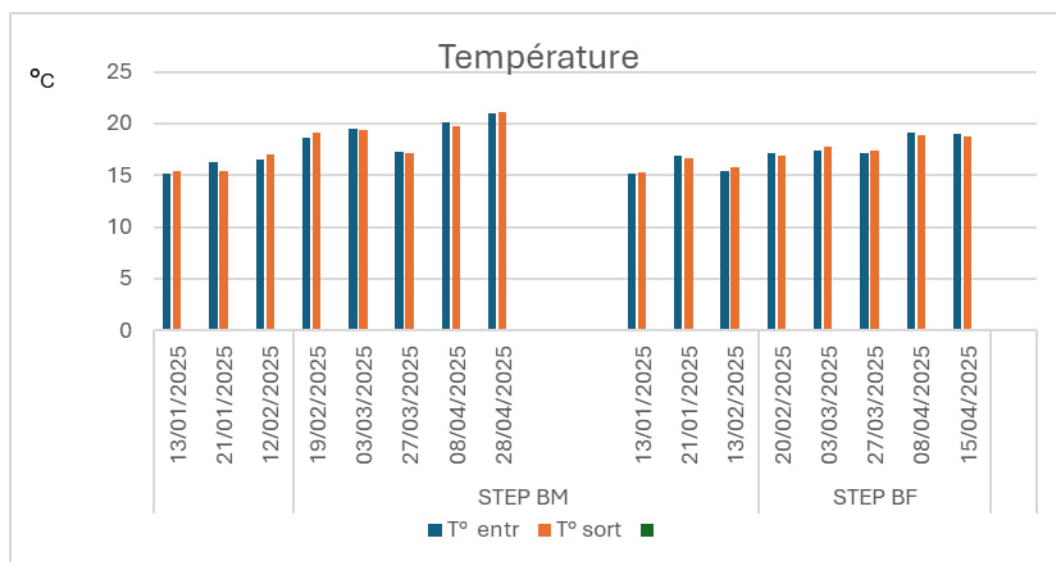


Figure 40: Évaluation de la température en fonction du temps à l'entrée et à la sortie (STEP de Beni Mered et Boufarik).

6. pH

Les valeurs du pH mesurées durant la période d'étude varient pour les eaux brutes entre 7,14 et 7,16 à la STEP de Beni Mered, avec une moyenne de 7,15, tandis qu'à la STEP de Boufarik, elles oscillent entre 7,13 et 7,16, avec une moyenne similaire de 7,14. Ces valeurs indiquent un milieu légèrement alcalin, favorable au développement des microorganismes nécessaires au traitement biologique. Dans ces conditions, aucune neutralisation n'est requise.

Pour les eaux traitées, le pH varie entre 6,85 et 7,2 à Beni Mered, avec une moyenne de 7, et entre 6,88 et 7,1 à Boufarik, avec une moyenne de 6,9. Ces valeurs restent conformes à la norme algérienne et internationale qui fixe la plage acceptable entre 6,5 et 8,5.

Ainsi, les deux stations maintiennent un pH stable et conforme tout au long de la période étudiée, garantissant la qualité des eaux rejetées et le bon fonctionnement des processus biologiques.

Le diagramme ci-dessous illustre l'évaluation du PH en fonction du temps de la STEP de Boufarik et de Beni Mered.

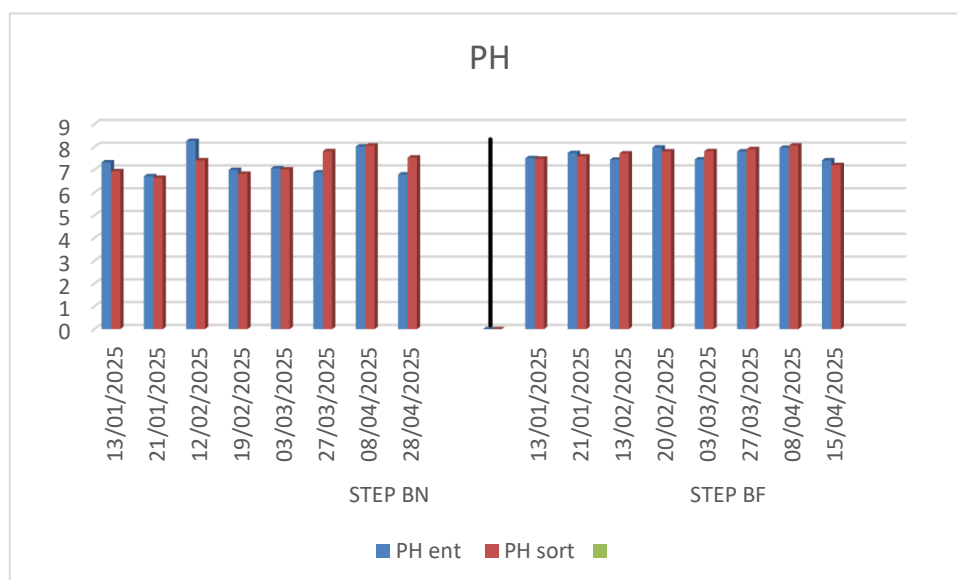


Figure 41: Évaluation du PH en fonction du temps à l'entrée et à la sortie (STEP de Boufarik)

7. Oxygène dissous

L'évaluation des concentrations en oxygène dissous (O_2) à l'entrée et à la sortie des stations d'épuration de Boufarik et de Béni Mered met en évidence des différences notables en termes de performance épuratoire. À l'entrée, les eaux usées présentent globalement de faibles teneurs en O_2 , reflétant une pollution organique importante. À Boufarik, les valeurs d'entrée varient de 0,15 à 1,2 mg/L, avec une moyenne approximative de 0,7 mg/L. À Béni Mered, les concentrations sont légèrement plus élevées, allant de 0,27 à 3,14 mg/L, avec une moyenne de 1,4 mg/L, ce qui peut indiquer une meilleure circulation ou une charge polluante moins concentrée à l'entrée.

À la sortie, les différences de performance sont plus marquées. La STEP de Béni Mered présente des teneurs en O_2 dissous variant de 2,82 à 6,28 mg/L, avec une moyenne de 4,24 mg/L, ce qui démontre une oxygénation constante et conforme aux exigences réglementaires. En revanche, à Boufarik, les valeurs en sortie sont plus irrégulières, comprises entre 1,4 et 4,8 mg/L, avec une moyenne plus basse de 2,6 mg/L. Plusieurs mesures (notamment le 27/03 et le 08/04) sont inférieures à la norme algérienne de rejet fixée à ≥ 2 mg/L (arrêté du 4 mai 2011), ce qui suggère des épisodes de sous-performance ou de surcharge du système d'aération.

L'influence des conditions climatiques est également manifeste, notamment le 13/01/2025, date à laquelle d'importantes précipitations ont été enregistrées. Ce phénomène météorologique a eu un effet positif sur le fonctionnement des deux STEP : la pluie a permis un brassage naturel des bassins, améliorant l'aération et diluant la charge organique. Cela s'est traduit par une amélioration significative des concentrations d'O₂ dissous à la sortie : 6,28 mg/L à Béni Mered et 4,8 mg/L à Boufarik, les valeurs les plus élevées enregistrées durant toute la période d'étude. Cette observation confirme que les précipitations jouent un rôle favorable dans le processus de traitement, en particulier pour les stations qui disposent d'un système d'aération adapté

Voici les deux graphiques suivants représentent l'évolution de l'oxygène a l'entrée et à la sortie de STEP de Boufarik et de Beni Mered.

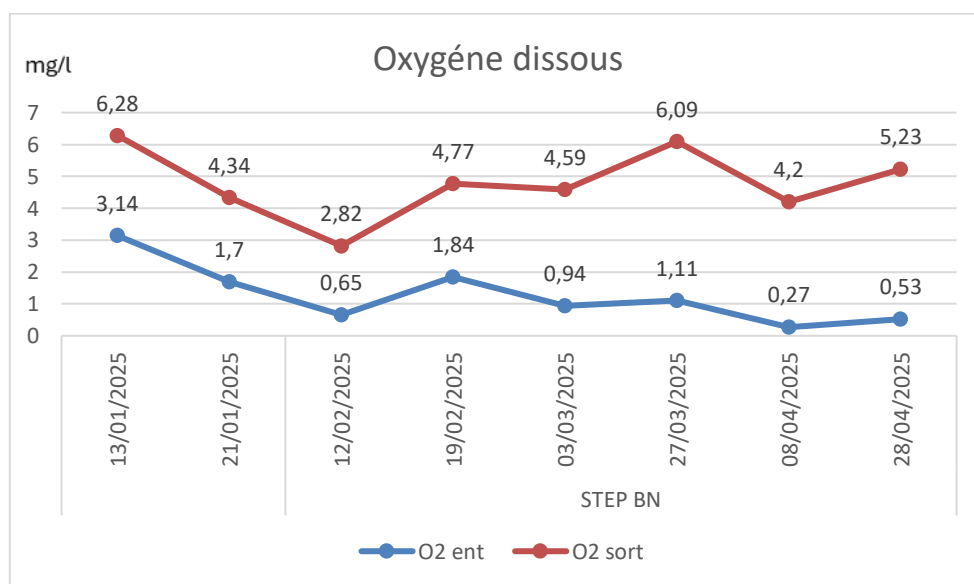


Figure 42 : Évaluation de O₂ en fonction du temps à l'entrée et à la sortie (STEP de Beni mered).

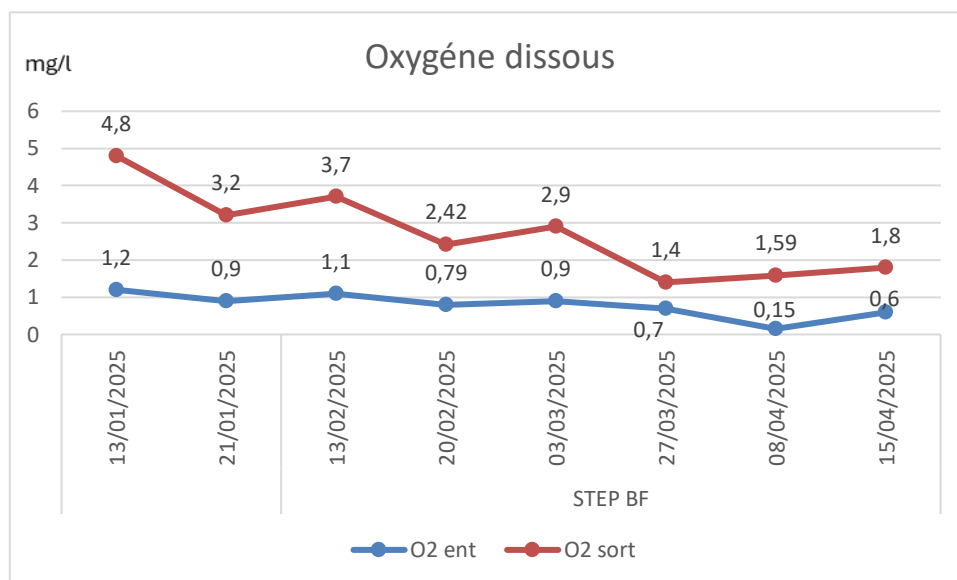


Figure 43 : Évaluation de O₂ en fonction du temps à l'entrée et à la sortie (STEP de Boufarik).

8. Conductivité

Dans les deux graphiques ci-dessous, la conductivité électrique de l'eau brute varie entre 1080 $\mu\text{S/cm}$ et 2300 $\mu\text{S/cm}$. La valeur minimale a été enregistrée à Béni Mered le 13/01/2025 (1080 $\mu\text{S/cm}$), tandis que la valeur maximale a été observée à Boufarik le 08/04/2025 (2300 $\mu\text{S/cm}$). Pour les eaux traitées, les valeurs varient de 706 $\mu\text{S/cm}$ (STEP de Beni Mered) à 2220 $\mu\text{S/cm}$ (STEP de Boufarik), traduisant une certaine réduction après traitement.

On observe une tendance à la baisse de la conductivité pendant les périodes pluvieuses (par exemple le 27/03/2025), ce qui pourrait être attribué à une dilution des sels minéraux présents dans l'eau en raison des apports d'eaux de pluie. En revanche, en période sèche (comme le 08/04/2025 à Boufarik), la concentration en éléments dissous est plus élevée, ce qui explique la hausse de la conductivité.

Globalement, les eaux épurées de Béni Mered présentent des valeurs plus faibles que celles de Boufarik, indiquant que le traitement à la STEP de Béni Mered est plus efficace pour réduire la charge ionique. De plus, la majorité des valeurs de sortie à Boufarik dépassent la norme algérienne de rejet fixée à 2000 $\mu\text{S/cm}$, contrairement à Béni Mered où toutes les valeurs restent inférieures à ce seuil.

Enfin, une corrélation est constatée entre la température de l'eau et sa conductivité : lorsque la température augmente, la conductivité a tendance à augmenter également, et inversement.

Ce lien est conforme aux lois physico-chimiques connues et confirmé par les résultats relevés dans le tableau de l'annexe.

Les deux graphiques suivants représentent l'évaluation de la conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP de Beni mered et de boufarik :

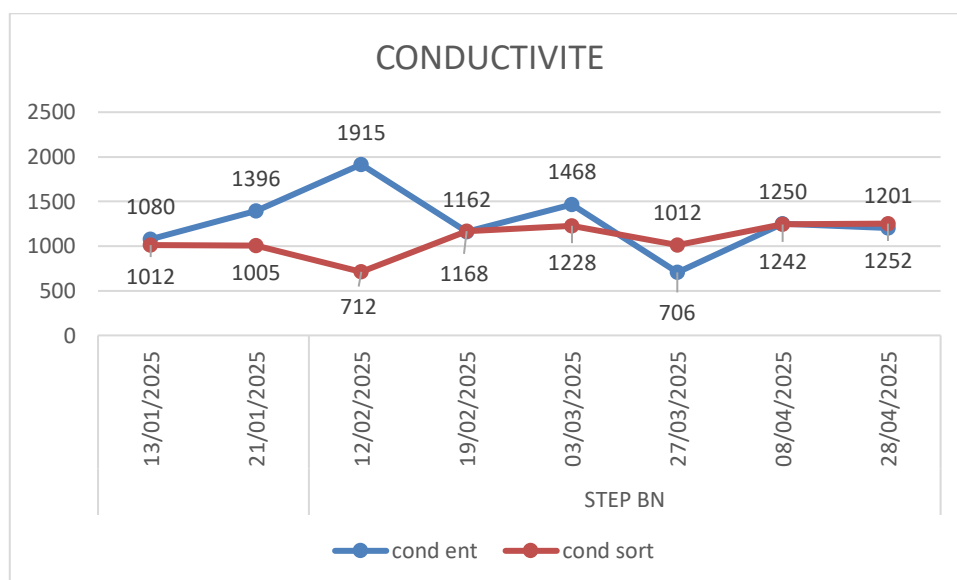


Figure 44 : L'évaluation de conductivité en fonction du temps à l'entrée et à la sortie (STEP de Beni Mered).

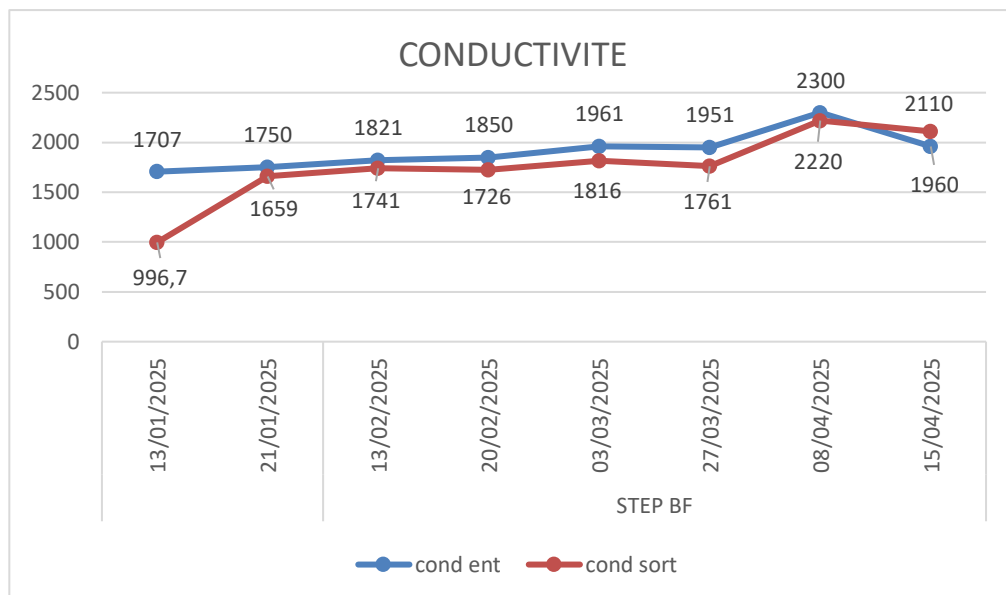


Figure 45 : 'évaluation de conductivité en fonction du temps à l'entrée et à la sortie (STEP de Boufarik).

Conclusion générale

L'évaluation comparative des performances épuratoires des stations d'épuration de Boufarik et de Béni Mered, menée sur la période de janvier à avril 2025, a permis de mesurer l'efficacité globale des procédés biologiques mis en œuvre notamment les systèmes à boues activées ainsi que leur conformité aux normes algériennes de rejet et aux recommandations de l'OMS.

L'analyse des principaux paramètres physico-chimiques : DBO₅, DCO, MES, conductivité électrique et oxygène dissous a mis en évidence des performances globalement supérieures à la STEP de Béni Mered, qui bénéficie d'un encadrement technique renforcé et d'une infrastructure mieux adaptée au traitement des effluents industriels. En revanche, la STEP de Boufarik, traitant principalement des eaux domestiques, présente des résultats satisfaisants, bien que plus variables selon les conditions d'exploitation.

Pour les Rendements épuratoires

Les rendements moyens enregistrés à Béni Mered atteignent :

- 91,8 % pour la DBO₅
- 85,6 % pour la DCO
- 88,4 % pour les MES

La concentration moyenne en oxygène dissous en sortie est de 4,2 mg/L, conforme à la norme algérienne (≥ 2 mg/L).

À Boufarik, les rendements moyens sont légèrement inférieurs :

- 87,2 % pour la DBO₅
- 82,1 % pour la DCO
- 84,7 % pour les MES

La teneur moyenne en oxygène dissous en sortie est de 2,9 mg/L. Toutefois, des épisodes de non-conformité ont été observés, notamment une valeur particulièrement basse de 0,15 mg/L enregistrée le 27 mars 2025, probablement due à une surcharge hydraulique ou à un dysfonctionnement ponctuel du système d'aération.

Les fortes précipitations du 13 janvier 2025 ont eu un effet bénéfique sur l'oxygénation des bassins, notamment à Béni Mered, en favorisant le brassage naturel et l'aération, ce qui souligne l'impact des conditions climatiques sur les performances des installations.

Afin d'améliorer la performance et la stabilité des deux stations, les actions suivantes sont recommandées :

- Optimiser le système d'aération, en particulier à Boufarik, pour renforcer l'activité microbienne et la dégradation des polluants.
- Renforcer le suivi des paramètres de décantation afin de prévenir les dysfonctionnements liés à l'accumulation ou à la perte des boues.
- Valoriser les boues produites, notamment par méthanisation ou compostage, afin de réduire leur impact environnemental et renforcer la durabilité des installations.

La STEP de Béni Mered se distingue par une efficacité globale supérieure, même face à des charges polluantes industrielles complexes. Quant à la STEP de Boufarik, bien qu'elle assure un service d'assainissement adéquat, elle présente certaines limites opérationnelles pouvant être corrigées par une amélioration ciblée des équipements et du suivi technique.

Cette étude comparative souligne l'importance d'un pilotage technique adapté, d'une maintenance rigoureuse, ainsi que d'une anticipation des variations de charge pour garantir une épuration durable et performante dans la wilaya de Blida. Les résultats obtenus constituent également une base solide pour des recherches futures portant sur la réutilisation des eaux traitées, la gestion des boues et l'efficacité énergétique des stations d'épuration.

Référence bibliographique

[1] (FAO, 2017).

[2] (Metcalf & Eddy, 2014).

[3] (Rodier et al., 2009)

[4] (Belkheiri et al., 2021 ; Kettab et al., 2020).

[5] (REJESK, 2002).

[6] (Desjardins R, 1997) .

[7] KHADRAOUI A et TALEB S, qualité des eaux de sud Algérie, pollution impact sur le milieu, Ed Khyan, Algérie 2008

[8] Metahri. M.S, 2012 : Élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou. (Thèse de doctorat) U.M.M.T.O.

[9] Omira, H. (2014). Contribution à l'étude de l'impact de la réutilisation des eaux usées épurées en agriculture : effets sur le sol, sa microflore et les produits agricoles. Mémoire de magister, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene.

[10] Berremdane R et Belermhi S "interaction entre le pH, La température et les métaux lourds dans les eaux usées de la ville de Biskra (Chaâbet Roba) Mémoire Master spécialité microbiologie appliquée université de mohamed khider de biskra. Algérie 2024.

[11] Saadi, M. E et Lahmar, F. A. (2018). Evaluation de l'efficacité de la station d'épuration de Guelma (N-EST ALGERIE). Mémoire de master, Université Badji Mokhtar-Annaba.

[12] Vaillant J R, (1974) Perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires : eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles, Edition, Eyrolles, Paris.

- [13] BASSOMPIERRE, Cindy. Procédé à boues activées pour le traitement d'effluents papetiers : de la conception d'un pilote à la validation de modèles. 2007. Thèse de doct. Institut National Polytechnique de Grenoble-INPG.
- [14] OMS, 2006. WHO (World Health Organization) guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater, volume II, Wastewater use in agriculture.
- [15] C Baumont, C Ertur et J Le Gallo, 2004 - Geographical analysis, - Wiley Online Library.
- [16] (SATIN ET SALMI mémoire de fin étude, 1999)
- [17] TANDIA C., « Contrôle Et suivi De La Qualité Des Eaux Usées Protocole de Détermination Des Paramètres Physico-chimiques Et Bactériologiques », Centre Régional Pour L'eau Potable Et L'assainissement A Faible Coût, Centre collaborant de l'OMS, Ouagadougou, Burkina Faso, 2007.
- [18] RICHARD C. (1996)- Les eaux, les bactéries, les hommes et les animaux.Ed. Scientifiques et médicale Elsevier. Paris.
- [19] Boulahai H, Smaili O, Zerrouki S. Inventaire des normes existantes en matière de réutilisation des eaux usées en pisciculture Mémoire de Master. Université KasdiMerbah, Ouargla 2014.
- [20] BOUMALEK, Walid. Etudes des possibilités de valorisation agricole des sous-produits d'épuration et l'amélioration de la gestion des processus épuratoires d'une station d'épuration. 2020. Thèse de doct.
- [21] Corcoran, E., Nellemann, C., Baker, E., Bos, R., & Osborn, D. (2010). *Sick Water, The central role of wastewater management in sustainable development*. United Nations.
- [22] World Health Organization (WHO). (2006). *Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Volume I: Policy and regulatory aspects*. World Health Organization.
- [23] Metcalf & Eddy, Inc., Tchobanoglous, G., Stensel, H. D., & Tsuchihashi, R. (2014). *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery (5th ed.)*. McGraw-Hill Education.

[24] OMS : l'utilisation des eaux usées en agriculture et aquiculture recommandation avisées sanitaire, Organisation Mondiale de la Santé, Genève, 1989.

[25] Journal officiel de la république algérienne n°26, 23 avril 2006.

[26] (L'Office National de l'Assainissement 'ONA', document interne 2015).

[27] (OTV : document interne, 2021).

Annexe



Figure 47 : mesure de DBO5 au niveau de laboratoire (STEP de Benimered) (Originale, 2025).

Tableau 16: Normes de rejet internationales des eaux usées

Paramètres	Normes utilisées (OMS)	Unité
T	30	°C
pH	6.5-8.5	-
O2	05	mg/l
DBO5	30	mg/l
DCO	90	mg/l
MES	30	mg/l
Zinc	02	mg/l
Chrome	0.1	mg/l
Azote total	50	mg/l
Phosphates	2	mg/l
Hydrocarbures	10	mg/l
Détergents	01	mg/l
Huiles et graisses	20	mg/l

Les paramètres	Les valeurs maximales	Unités
Températures	30	°C
pH	6,5 à 8,5	-
MES	35	mg/l
DBO5	35	Mg/l
DCO	120	mg/l
Azote total Kjeldahl	30	mg/l
Phosphates	02	mg/l
Phosphore total	10	mg/l
Cyanures	0.1	mg/l
Aluminium	0.3	mg/l
Cadmium	0.2	mg/l
Fer	03	mg/l
Manganèse	01	mg/l
Mercure total	0.01	mg/l
Plomb total	0.5	mg/l
Cuivre total	0.5	mg/l
Zinc total	03	mg/l
Huiles et Graisses	20	mg/l
Hydrocarbures totaux	10	mg/l
Fluor et composés	15	mg/l
Étain total	02	mg/l
Composés organiques chlorés	05	mg/l

RUPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLEB BLIDA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE ET D'AGRO ECOLOGIE



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Science de la nature et de la vie

Filière : Sciences Agronomiques

Option : Eau et Environnement

Thème :

**Analyse comparative des performances des station d'épuration
des eaux usées dans la wilaya de blida : Cas de Boufarik et de
Beni Mered**

Présenté par: Mektouf Abdelkarim et Bentarcha Dhia eddine

Jurys:

Présidente : Mme. Degui N

Promoteur: M. Amirouche M

Examinatrice: Mme. Ouradi L

MCB(USDB1)

MCA(USDB1)

MAA(USDB1)

Année universitaire : 2024/2025