

UNIVERSITE SAAD DAHLAB – BLIDA 1

Faculté de Technologie

Département des Sciences de l'Eau et Environnement



MEMOIRE DE MASTER

Filière : Hydraulique

Spécialité : Ressources Hydraulique

Thème : Etude de la conformité des eaux usées traitée du la STEP de Beni Mered – Blida en vue de leur réutilisation

Présenté par :

Kalem Aymen

Medbal Anis

Soutenu publiquement, devant le jury d'examen composé de

Mr. BOUACHE AHCENE

Président

Mr. BENAZIZA ALI

Promoteur

Mr. MIRABTE

Examineur

Promotion 2022/2023

REMERCIEMENTS

*Nous remercions **DIEU** le tout puissant, de nous avoir accordé la force, le courage et les moyens pour la réalisation de ce travail.*

*Nous tenons à exprimer nos profondes gratitudee et nos sincères remerciements à **Mr BENAZIZA ALI**, pour avoir accepté de nous encadrer en ce sujet ainsi pour nous avoir guidé tout au long de la réalisation de ce travail, qu'il soit assuré de notre respectueuse connaissance.*

*Nos sincères remerciements s'adressent également à Notre président **Mr BOUACHE HCENE et MR MERABTI**, pour ces précieux conseils, et sa disponibilité durant toute la période de notre mémoire fin de cycle.*

Nous adressons également nos sincères remerciements aux membres du jury, qui ont accepté d'évaluer ce travail et nous faire part de leurs critiques qui ne feront qu'améliorer sa qualité.

*Nous tenons à remercier sincèrement tous les responsables de la station d'épuration de Beni Mered spécialement : **Mr. chadoulli. ET Mme.bouderbala** de nous avoir accepté d'effectuer ce stage pratique au sein de leur station.*

Nos remerciements s'adressent à nos familles. Particulièrement a nos parents pour nous avoir soutenu sans réserve et jusqu'au bout de nos études. C'est grâce à eux que nous somme arrivée jusqu'au là.

MERCI A TOUS

Dédicace

*Je tien à dédier ce modeste travail :
A mes chers parents pour la compréhension, la patience et le
soutien moral et financier.*

A mes très chers frères Abdelkader et Sofiane et ma sœur Imane

*A ma chère grande mère maternelle que j'adore et à qui je souhaite
une longue vie et toute la famille Kalem.*

Et toutes mes tantes et tt la famille Barkat.

A mes meilleures amies surtout Abdelghafour et Yasser et Lotfi

A mon cher binôme anis et à toute sa famille

A tous mes camarades de la promotion Eau et Environnement

2022/2023.

AYMEN

Dédicace

Je tien à dédier ce modeste travail :

*A mes chers parents Malik et Hayet pour la compréhension, la
patience et le soutien moral et financier.*

*A mes très mes sœurs Yasmine Melissa Tinhinane et mon frère Amine
A mes chères grandes parents paternelle et maternelle que j'adore et
à qui je souhaite une longue vie à eux et a toute la famille Medbal et
la famille Naar.*

A tous mes cousins et cousines

Et a tous mes amis

A mon cher binôme Aymen et à toute sa famille

*A tous mes camarades de la promotion Eau et Environnement
2022/2023.*

Anis

Résumé :

Au cours de ses dernières années, la surpopulation enregistrée dans les grandes villes et l'implantation des nouveaux lotissements ainsi la construction des usines industrielles ont provoqué de sérieux problèmes environnementaux accrus en termes de pollution surtout avec le changement climatique qu'est l'une des raisons de la pénurie de pluie, c'est pour cette raison que les autorités algériennes sont investies dans la réalisation des stations d'épuration. Notre travail est basé sur la vérification de fonctionnement et la performance de traitement des eaux usées par boue activée, on s'intéressé sur le suivi des étapes de traitement des eaux usées dans la STEP de Beni Mered à Blida, en étudiant l'évaluation des paramètres physico-chimiques qui sont des indicateurs de pollution tels que la DCO, DBO, MES, NH₄, en assurant sa conformité avec les normes réglementaires de la loi algériennes pour protéger l'environnement et exploiter ses eaux dans divers domaines.

Mots clés : STEP, traitement, fonctionnement, eaux usées, réutilisation, normes, pollution, environnement.

المخلص

يسبب الاكتظاظ السكاني المسجل في المدن الكبرى خلال السنوات الأخيرة، وانشاء المجمعات السكنية الجديدة، وكذلك بناء العديد من المصانع في مشاكل بيئية خطيرة والمتمثلة في التلوث، ولهذا السبب تشارك السلطات الجزائرية في بناء العديد من محطات معالجة المياه المستعملة لإعادة استعمالها في الري الفلاحي او السقي، خصوصا مع التغير المناخي الذي تسبب في قلة الامطار

وقد ركزنا في عملنا الذي قمنا به بتتبع مراحل تصفية المياه المستعملة على مستوى محطة معالجة مياه الصرف الصحي بالوحل الفعال المتواجدة ببني مراد بالبلدية، الهدف من عملنا هو مراقبة تسيير أداء هاته الأخيرة من خلال دراسة معاملات توافقها مع المعايير التنظيمية المطابقة للقانون الجزائري لتجنب. NH₄, DCO, DBO, MES, التلوث ك: ... لضمان تلومثالاً لنسبة النتائج فقد كانت كلها موافقة للمعايير بالنسبة لكل المعاملات المدروسة

الكلمات المفتاحية

، معالجة، عملية، مياه الصرف الصحي، إعادة الاستخدام، (STEP) مفاتيح الكلمات: محطة معالجة مياه الصرف الصحي، معيير، تلوث، بيئة

Abstract:

In recent years, overpopulation in major cities and the establishment of new residential developments, as well as the construction of industrial plants, have caused serious environmental problems, particularly in terms of pollution, especially with climate change being one of the reasons for water scarcity. That is why the Algerian authorities are committed to the implementation of wastewater treatment plants.

Our work is based on the verification of the operation and performance of wastewater treatment using activated sludge. We focus on monitoring the stages of wastewater treatment at the Beni Mered wastewater treatment plant in Blida, studying the evaluation of physicochemical parameters that serve as indicators of pollution, such as COD, BOD, MES, NH₄, ensuring compliance with Algerian regulatory standards to protect the environment and utilize its water resources in various fields.

Keywords: wastewater treatment plant (STEP), treatment, operation, wastewater, reuse, standards, pollution, environment.

Liste des abréviations

DBO₅	Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours (mg/l).
BR	Boue de routeur
BE	Boue évacuée
C°	Degré Celsius
CO₂	Gaz de carbone.
DCO	Demande chimique en oxygène (mg/l).
IM	Indice de MOLHMAN
K	Constant de la biodégradabilité.
MO	Matières organique
MES	Matières En Suspensions.
MVS	Matières Volatiles en Suspension
MO	Matière Organique
N	Azote
NH₄⁺	L'azote ammoniacal (mg/l).
NH₃⁻	Ammoniac (mg/l).
NO₂⁻	Nitrites (mg/l).
NO₃⁻	Nitrates (mg/l).
NT	Azote Total.
ONA	Office National d'Assainissement.
PH	Potentiel Hydrogène
STEP	Station d'épuration
EB	Eaux brutes
EE	Eaux épurées
PT	Phosphore total
RE	Rendement éliminatoire
X	Concentration

Liste des figures

Figure I-1 : Organigramme qui résume les méthodes de traitement biologique.

Figure I-2 : Disques biologiques.

Figure I-3 : Lits bactériens.

Figure I-4 : Les 5 éléments essentiels dans le procédé des boues activées.

Figure I-5 : Station d'épuration.

Figure I-6 : La réutilisation des eaux épurées dans le cycle d'assainissement.

Figure I-7 : Evolution des volumes des eaux épurées durant l'année 2013.

Figure I-8 : Statistiques sur les eaux usées épurées en Algérie.

Figure I-9 : évolution des capacités d'épuration.

Figure II-1 : Localisation de la STEP de Beni Mered (Google Maps)

Figure II-2 : Diagramme ombrothermique Beni Mered.

Figure II-3 : Schéma de la chaine de traitement des eaux.

Figure II-4 : prétraitement de la STEP.

Figure II-5 : Dégrilleur automatique fin.

Figure II-6 : : Ligne de dessableur -déshuileur.

Figure II-7 : Stockage des graisses dans une citerne et classification des sables dans une benne.

Figure II-8 : Bassin d'aération de la STEP de Béni Mered.

Figure II-9 : Clarificateur de la STEP de Béni Mered.

Figure II-10 : Bassin de désinfection a chicanes.

Figure II-11 : Sortie de l'eau épurée.

Figure II-12 : Schéma pour la file boue.

Figure II-13 : Bâche de mélange de la STEP.

Figure II-14 : schéma descriptif des boues mixtes.

Figure II-15 : Epaisseur

Figure II-16 : Stabilisateur.

Figure II-17 : Usine de déshydratation.

Figure II-18 : Zone de stockage des boues déshydratées.

Figure II-19 : Sale de commande (supervision).

Figure II-20 : Le laboratoire de contrôle de qualité au niveau de la STEP.

Figure III-1 : Nettoyage d'usine de déshydratation.

Figure III-2 : Nettoyage de parking de la STEP.

Figure III-3 : Espaces verts de la STEP

Figure III-4 : Vannes alimentée par les eaux épurées.

Figure III-5 : vanne de la réutilisation des eaux épurées externe.

Figure III-6 : les citernes de Metidja hadaik le jour.

Figure III-7 : les citernes de Metidja hadaik la nuit

Figure III-8 : Arbre de reboisement, pépinière Cheriafia.

Figure III-9 : Arbre de reboisement, pépinière Sidi Aissa

Figure III-10 : Alimentation par une conduite de l'eau épurée pour le cet.

Figure IV-1 : Echantillonneur automatique.

Figure IV-2 : Prélèvement manuel.

Figure IV-3 : prélèvement de l'EB et l'EE.

Figure IV-4 : oxymètre et pH-mètre.

Figure IV-5 : Méthode de filtration.

Figure IV-6 : MES de l'EB et l'EE.

Figure IV-7 : Centrifugeuse.

Figure IV-8 : Spectrophotomètre.

Figure IV-9 : Kits pour la mesure de la DCO.

Figure IV-10 : DBO mètre.

Figure IV-11 : Matérielle pour la mesure de la DBO5.

Figure V-1 : Variation journalière de la température à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 05/03/2023 au 21/05/2023).

Figure V-2 : Variation journalière de pH à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 05/03/2023 au 21/05/2023).

Figure V-3 : Variation journalière de l'oxygène dissous à l'entrée et à la sortie de la STEP.

Figure V-4 : Variation journalière de la Conductivité électrique à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 05/03/2023 au 21/05/2023).

Figure V-5 : Variation journalière de la DCO (EB) à l'entrée de la STEP (Période du 05/03/2023 au 21/05/2023).

Figure V-6 : Variation journalière de la DCO (EE) à la sortie de la STEP (Période du 05/03/2023 au 21/05/2023).

Figure V-7 : Variation journalière de MES (EB) à l'entrée de la STEP (Période du 05/03/2023 au 21/05/2023).

Figure V-8 : Variation journalière de MES (EE) à la sortie de la STEP (Période du 05/03/2023 au 21/05/2023).

Figure V-9 : Variation journalière de la DBO5 (EB) à l'entrée de la STEP (Période du 05/03/2023 au 21/05/2023).

Figure V-10 : Variation journalière de la DBO5 (EE) à la sortie de la STEP (Période du 05/03/2023 au 21/05/2023).

Figure V-11 : Variation mensuelle de Phosphore totale à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 05/03/2023 au 21/05/2023).

Figure V-12 : Variation mensuelle des Nitrates à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 05/03/2023 au 21/05/2023).

Figure V-13 : Variation mensuelle de l'Azote ammoniacal à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 05/03/2023 au 21/05/2023).

Figure V-14 : La variation des rendements pour la Demande Chimique En Oxygène (DCO).

Figure V-15 : Le rendement éliminatoire de la DBO5.

Figure V-16 : Le rendement éliminatoire de MES.

Liste des tableaux

Tableau 01 : Avantages et inconvénients du procédé à boues activées.

Tableau 02 : Formes de réutilisation des eaux usées.

Tableau 03 : Répartition de l'eau utilisée par usage.

Tableau 04 : Les avantages de la réutilisation des eaux épurées.

Tableau 05 : Les contraintes de la réutilisation des eaux épurées.

Tableau 06 : variation des paramètre climatique Beni Mered 1991 – 2021.

Tableau 07 : Données de base de la STEP de Béni Mered.

Tableau 08 : Qualité de traitement par la station.

Tableau 09 : Caractéristiques dimensionnelles et fonctionnelles.

Tableau 10 : Volume réutilisé des eaux épurées en 2023

Tableau 11 : Réactifs utilisés pour la méthode des kits.

Tableau 12 : Tableau de choix du volume d'échantillon.

Tableau 13 : les mesures des paramètres physico-chimiques, le débit d'entrée, de l'eau brute et l'eau épurée pendant les jours de stage.

Tableaux 14 : Rendements d'élimination épuratrices pour les 03 paramètres : DCO DBO
MES

SOMMAIRE

Liste des abréviations.

Listes des figures.

Liste des tableaux.

Introduction générale1

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées

I. Introduction4

I.1 Généralité sur les eaux usées4

I.1.1 Définition des eaux usées 4

I.1.2 Origine des eaux usées 4

I.1.2.1 Eaux usées domestiques4

I.1.2.2 Eaux usées industrielles4

I.1.2.3 Eaux agricoles.....5

I.1.2.4 Eaux de ruissellement 5

I.1.3 Composition des eaux usées..... 5

I.1.3.1 Les matières en suspension..... 5

I.1.3.2 Les micropolluants organiques et non organiques..... 5

I.1.3.3 Les éléments traces..... 6

I.1.3.4 Les micropolluants organiques6

I.1.3.5 Les substances nutritives6

I.1.4 Caractéristiques des eaux usées6

I.1.4.1 Paramètres organoleptiques..... 7

I.1.4.1.1 Couleur..... 7

I.1.4.1.2 Odeur 7

I.1.4.2 Paramètres physico-chimique7

I.1.4.2.1 Température7

I.1.4.2.2 Potentiel Hydrogène (pH)..... 7

I.1.4.2.3 Conductivité électrique (CE)..... 7

I.1.4.2.4 La turbidité..... 7

I.1.4.2.5 Les matières en suspensions (MES)..... 8

I.1.4.2.6 Les matières volatiles en suspensions (MVS)..... 8

I.1.4.2.7 Les matières organiques (MO)..... 8

I.1.4.2.8 Les matières minérales (MM) 8

I.1.4.3	Les paramétrés chimiques	8
I.1.4.3.1	La Demande biologique en oxygène (DBO5)	8
I.1.4.3.2	La Demande Chimique en Oxygène (DCO)	9
I.1.4.3.3	L'oxygène dissous	9
I.1.4.4	Paramètres de pollution azotée et phosphorée	9
I.1.4.4.1	Les matières azotées	9
I.1.4.4.2	Les matières phosphorées	9
I.1.4.5	Paramètres bactériologiques	9
I.1.4.5.1	Les coliformes totaux	10
I.1.4.5.2	Les coliformes fécaux	10
I.2	Généralité sur la pollution des eaux	10
I.2.1	Définition de la pollution	10
I.2.2	L'origine de la pollution	10
I.2.3	Principaux types de pollutions	11
I.2.3.1	Pollution chimique	11
I.2.3.1.1	Pollution minérale	11
I.2.3.1.2	Pollution organique	11
I.2.3.2	Pollution physique	11
I.2.3.2.1	Pollution mécanique	11
I.2.3.2.2	Pollution thermique	11
I.2.3.2.3	Pollution radioactive	11
I.2.3.3	Pollution microbiologique	11
I.3	Impacts des eaux usées sur l'environnement	12
I.3.1	Sur le milieu naturel	12
I.3.2	L'océan	12
I.3.3	Eaux superficielles	12
I.3.4	Eaux souterraines	12
I.3.5	Sur la santé d'humaine	12
I.4	Techniques d'épurations des eaux usées	13
I.4.1	Définition de l'épuration	13
I.4.2	Système d'épuration des eaux usées	13
I.4.2.1	Culture fixe	14
I.4.2.1.1	Disque biologique	14
I.4.2.1.2	Filtre biologique	15

I.4.2.2	Culture mobile (libre)	16
I.4.2.2.1	Lagunage.....	16
I.4.2.2.2	Les boues activées.....	16
I.4.2.3	Avantage et les inconvénients du procédé de boues activées.....	17
I.4.3	Station d'épuration des eaux usées	18
I.4.3.1	Définition.....	18
I.4.3.2	Objectifs principaux d'une station d'épuration	19
I.4.3.3	Conditions d'implantation d'une station d'épuration	19
I.4.3.4	Risques liés à la station d'épuration	20
I.5	Réutilisations des eaux usées	20
I.5.1	Réutilisation des eaux usées épurées en agriculture.....	22
I.5.2	Réutilisation des eaux usées épurées en industrie	22
I.5.3	Réutilisation des eaux usées épurées en zone urbaine.....	23
I.5.4	Réutilisation des eaux usées épurées en Algérie	23
I.5.4.1	Potentiel actuelle de la réutilisations des eaux épurées en Algérie ...	23
I.5.4.2	Situation actuelle des eaux usées et leur réutilisation	26
I.5.4.3	Les avantages et contraintes de la réutilisation des eaux épurées	27
Conclusion	28

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

Introduction.....	30
II.1. Aperçu générale sur la step.....	30
II.2. Aperçu climatique.....	31
II.2.1 Climat	31
II.3. Exploitation du step.....	32
II.3.1 Stations de relèvement.....	33
II.3.2 Qualité du traitement	33
II.4. Description des ouvrages de traitement des eaux	34
II.4.1 Traitement des eaux usées	35
II.4.1.1 Le Prétraitement.....	36
II.4.1.2 Le Dégrillage	36
II.4.1.3 Dessablage et déshuilage	37
II.4.1.4 Traitement primaire.....	38
II.4.1.5 Bassin d'aération	38

II.4.1.6	Traitement secondaire.....	39
II.4.1.7	Recirculation des boues secondaires	40
II.4.1.8	Désinfection	41
II.4.1.9	Evacuation de l'eau épurée.....	42
II.4.2	Traitement de boue.....	43
II.4.2.1	Extractions des boues en excès	44
II.4.2.2	Bâche de mélange	44
II.4.2.3	Epaississement gravitaire.....	45
II.4.2.4	Stabilisation des boues.....	47
II.4.2.5	Déshydratation des boues	47
II.4.2.6	Stockage des boues déshydratées	48
II.4.2.7	Sale de commande (supervision)	49
II.4.2.8	Laboratoire	50
Conclusion		51

Chapitre III : La Réutilisation des eaux épurées de la step de Beni Mered blida

Introduction.....		53
III.1	Utilisation des eaux épurées de la step de Beni Mered	53
III.1.1	Usage interne des eaux épurées.....	53
III.1.1.1	Nettoyage générale de la STEP	53
III.1.1.2	L'arrosage.....	55
III.1.2	Usage externe des eaux épurées	57
III.1.2.1	Nettoyage des voiries.....	57
III.1.2.2	Arrosage et aménagement des espaces verts.....	59
III.1.2.3	Pour l'industrie	61
III.1.2.4	Usage pour l'agriculture.....	62
Conclusion		62

Chapitre IV : Matériels et méthodes

Introduction		64
IV.1	Prélèvement et échantillonnage.....	64
IV.1.1	Conditions de conservation des échantillons.....	65
IV.1.2	Principaux renseignements à fournir lors d'un prélèvement	66
IV.2	Partie analytique au laboratoire de la step	67
IV.2.1	Plan d'analyse physico-chimiques	67

IV.2.1.1	Les matières en suspension (MES).....	68
IV.2.2	Protocole d'analyse la méthode spectrophotométrie (micro méthode)	70
IV.2.2.1	Mesure de l'azote ammoniacal.....	72
IV.2.2.2	Mesure de nitrates.....	72
IV.2.2.3	Demande chimique en oxygéné (DCO).....	72
IV.2.2.4	La demande biologique en oxygène (DBO5).....	73
Conclusion		75

Chapitre V : Performance de la STEP de Blida

Introduction	77
V.1 Interprétation des résultats des paramètres physico-chimiques	79
V.1.1 Température.....	79
V.1.2 Potentiel hydrogène	80
V.1.3 Oxygène dissous	81
V.1.4 Conductivité	82
V.1.5 Demande chimique en oxygéné (DCO)	83
V.1.6 Les matières en suspension (MES).....	85
V.1.7 La demande biologique en oxygène (DBO5)	87
V.1.8 Phosphor total (PT)	89
V.1.9 Nitrates (NO ₃ ⁻)	90
V.1.10 Azote ammoniacal (NH ₄ ⁺)	91
V.2 Détermination des rendements épuratoires.....	91
V.2.1 Demande chimique en oxygène.....	92
V.2.2 Demande biologique en oxygène.....	93
V.2.3 Matière en suspension	94
Conclusion	94
Conclusion générale.....	95

INTRODUCTION

L'eau est la matière première la plus importante sur notre planète, pour les êtres vivants, pratiquement tous les phénomènes vitaux de la biosphère sont liés à la disponibilité de l'eau. Par ailleurs elle constitue l'une des ressources naturelles les plus sensibles à la pollution ; elle demeure largement gaspillée et polluée à l'échelle planétaire ; peu à peu, elle se raréfie et sa qualité diminue. Les eaux usées de différentes compositions et de diverses origines constituent un problème pour la nature lors du rejet sans subir de traitements au préalable. Ce sont des milieux extrêmement complexes, altérées par les activités anthropiques à la suite d'un usage domestique, industriel, artisanal, agricole ou autre. Elles sont considérées comme polluées et doivent être donc subir a des traitements d'abattement ou d'élimination de la pollution au niveaux des station d'épuration des eaux usées afin de protéger des milieux récepteurs, préserver les nappes libres et souterraines, et réutiliser ses eaux épurées dans divers domaines.

Au cours de la crise mondiale de l'eau, la réutilisation des eaux épurée est un enjeu socio-économique pour le développement futur des services d'eau potable et d'assainissement, son objectif tout simplement est de fournir des quantités supplémentaires d'eau de bonne qualité et assurer l'équilibre de cycle naturel de l'eau ainsi la protection de notre patrimoine naturelle. De nos jours, la réutilisation des eaux usées traitées constitue un complément indispensable à la gestion des ressources en eaux.

Dans ce travail, nous sommes intéressés au traitement des eaux usées et leur épuration et réutilisation. La STEP de Beni Mered est l'une des STEP qu'elle a un poids important dans le domaine d'hydraulique a la wilaya de BLIDA Non seulement pour sa capacité épuratrice, mais aussi pour la réutilisation de ses eaux.

Dans ce contexte nous avons étudié le fonctionnement de cette STEP en vue de vérifier son efficacité, son rendement épuratoire et décrire la réutilisation de ces eaux épurées.

L'étude qui nous présentant dans ce document s'articule en 5 chapitres, dont :

Le premier concerne la synthèse bibliographique des eaux usées, pollution des eaux et l'épuration.

Le second chapitre est consacré pour une vue générale sur de la STEP de Beni Mered.

Le 3eme décrit les divers domaines de la réutilisation des eaux épurées de la STEP de Beni Mered.

Le 4eme comporte la méthodologie de prélèvement, ainsi les analyses au laboratoire physico-chimiques de la STEP.

Le dernier introduit une discussion des résultats obtenues lors des analyses a l'entrée et a la sortie de la STEP, sur le fonctionnement de la STEP et sa performance.

CHAPITRE I
GENERALITES SUR LES
EAUX USEES

I. INTRODUCTON

Le traitement des eaux usées est essentiel. En effet, le développement des activités humaines ne peut que s'accompagner d'une augmentation des rejets de polluants qui dépasse la capacité d'auto - épuration des cours d'eau. Sous l'influence des rejets d'eaux usées, la dégradation des ressources en eau non seulement portera gravement atteinte à l'environnement, mais entraînera également un risque de pénurie d'eau potable. Par conséquent, le traitement des eaux usées est devenu l'une des solutions les plus courantes pour répondre à ces besoins de charges en eaux souterraines et à leur réutilisation urbaine et industrielle et agricole. Dans ce chapitre, nous allons en apprendre davantage sur le traitement des eaux usées et leur réutilisation.

I.1 GENERALITE SUR LES EAUX USEES

I.1.1 DEFINITION DES EAUX USEES :

Les eaux usées, également appelées effluents liquides, sont des eaux contaminées constituées de toutes les eaux susceptibles d'avoir été contaminées par des polluants physiques, chimiques ou biologiques et qui ont été altérées par les activités humaines. Beaucoup d'eau polluée par les usines ou le ruissellement des parkings. Les eaux usées sont toutes les eaux provenant des activités domestiques, agricoles et industrielles qui contiennent des substances toxiques et atteignent les canalisations d'égouts. Ils incluent également les eaux pluviales et leur charge polluante. [1]

I.1.2 L'ORIGINES DES EAUX USEES :

Les eaux usées proviennent de quatre sources principales :

I.1.2.1 Les eaux usées domestiques :

Ils proviennent de différentes sources d'eau domestiques. Ils sont Se compose principalement de déchets humains, d'eau ménagère dans la vaisselle Matière organique et bactéries fécales riches en azote et en phosphate, appelées eaux noires [2].

I.1.2.2 Les eaux usées industrielles :

Les rejets provenant de toute utilisation de l'eau autre que l'utilisation domestique sont qualifiés à rejets industrielles. La définition concerne les rejets des usines, mais aussi les rejets des activités artisanales ou commerciales. Ces eaux sont diverses et peuvent être toxiques pour la vie aquatique ou pour les humains et l'environnement dans son ensemble. Des produits chimiques toxiques (acide sulfurique, divers métaux lourds, etc.) sont souvent présents dans les eaux industrielles ou usées [3].

I.1.2.3 Les eaux agricoles :

L'agriculture est une source importante de pollution de l'eau parce qu'elle apporte des engrais et des pesticides. C'est la principale cause de pollution diffuse.

Eau agricole provenant de terres arables contenant des engrais azotés ou phosphates, sous forme ionique ou en quantités non finalement retenue par le sol et assimilée par les plantes, canalisée par le ruissellement vers l'enrichissement de la plupart des espèces azotées ou phosphatées. Eaux de surface et eaux de rivières ou de réservoirs [4].

I.1.2.4 Les eaux de ruissellement :

L'eau de pluie coule dans les rues où les polluants atmosphériques s'accumulent, poussière, déchets, suie de combustion et hydrocarbures émis par les véhicules. Les eaux pluviales sont généralement collectées en même temps que les eaux usées, puis rejetées dans les égouts et envoyées vers des stations d'épuration, mais souvent directement dans les rivières, provoquant une grave pollution du milieu aquatique [5].

I.1.3 COMPOSITION DES EAUX USEES :

La composition des eaux usées, est extrêmement variable en fonction de leur origine. Ils peuvent contenir de nombreuses substances sous forme solide ou dissoute, et de nombreux micro-organismes. Ces substances peuvent être divisées en quatre groupes selon leurs propriétés physiques, chimiques et biologiques et leurs dangers pour la santé. Les matières en suspension, les micro-organismes, les éléments traces minéraux ou organiques, et les substances nutritives [6].

I.1.3.1 Les matières en suspension :

Les solides en suspension sont pour la plupart de nature biodégradable. La plupart des micro-organismes pathogènes contenus dans les eaux usées sont transportés par les MES (Matières en Suspension). Ils peuvent également donner à l'eau un aspect trouble, un mauvais goût et une mauvaise odeur [6].

I.1.3.2 Les micropolluants organiques et non organiques :

Les micropolluants sont des éléments traces présents dans les eaux usées. Dans le cas de la réutilisation des eaux usées traitées, la principale voie de contamination est l'ingestion. Par conséquent, certains des polluants traces tels que les métaux lourds ou les pesticides peuvent s'accumuler dans les tissus biologiques, en particulier dans les plantes cultivées. Il peut donc y avoir contamination de la chaîne alimentaire et concentration de ces polluants dans l'organisme [6].

I.1.3.3 Les éléments traces :

Les métaux lourds sont extrêmement abondants dans les eaux usées urbaines les plus abondants sont le zinc, le fer, le cuivre.

D'autres métaux (aluminium, chrome, arsenic, mercure, cadmium, etc.) sont présents à l'état de traces [7].

I.1.3.4 Les micropolluants organiques :

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

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

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

Les principales familles de la chimie organique de synthèse sont représentées : Hydrocarbures polycycliques aromatiques, chlorophènes, phtalates, avec une concentration de l'ordre de 1 à 10µg/l dans les effluents. Dans le sol, ces micropolluants restent liés à la matière organique ou adsorbés sur les particules du sol. Cependant, quelques composés ioniques (pesticides organochlorés, solvants chlorés) peuvent être entraînés en profondeur. En raison de la faible solubilité de ces éléments organiques, on les retrouvera concentrés dans les boues et c'est surtout lors de l'épandage de ces dernières que leurs teneurs devront être contrôlées [8].

I.1.3.5 Les substances nutritives :

L'Azote, le potassium, le phosphore et oligo-éléments, Les substances essentielles à la vie Végétale sont présentes en quantités considérables dans les eaux usées traitées ou non, mais dans des proportions très différentes en fonction des besoins des plantes. En général, une couche de 100 mm d'eau résiduelle peut rendre chaque hectare de terre [8].

- 2 à 69 kilogrammes de potassium.

- 4 à 24 kilogrammes de phosphore.

I.1.4 LES CARACTERISTIQUES DES EAUX USEES :

Les normes de rejet des eaux usées établissant des indicateurs de qualité physique et chimique et créatures. Ce potentiel de pollution, généralement exprimé en (mg/L), est quantifié et évalué par une série d'analyses. Certains de ces paramètres sont un indicateur des changements que cette eau peut apporter à l'environnement récepteurs naturels.

Pour les eaux usées domestiques et industrielles et les effluents naturels, il est possible de traverser l'analyse suivante [9] :

Ils résultent de l'introduction de substances dans l'environnement qui provoquent leur changement, entraînant généralement un changement de caractère La physico-chimie du milieu récepteur. Ces paramètres sont mesurés au niveau émissions des entrées et sorties des stations d'épuration et du milieu naturel.

I.1.4.1 LES PARAMETRES ORGANOLEPTIQUES :

I.1.4.1.1 La Couleur :

La couleur des eaux usées est généralement grise, indiquant la présence de matières organiques dissoutes, de matières en suspension, de fer ferrique précipité à l'état d'hydroxyde colloïdal, de fer ferreux associé à des complexes organiques et de divers colloïdes [10].

I.1.4.1.2 L'odeur :

Les eaux usées se caractérisent par une odeur de moisi. Toute odeur est signée de pollution due à la présence de matière organique en décomposition [10].

I.1.4.2 LES PARAMETRES PHYSICO – CHIMIQUE :

I.1.4.2.1 La Température :

C'est un facteur écologique important de l'environnement. Connaître la température de l'eau avec précision est important. En effet, celle-ci joue un rôle important dans la connaissance de la solubilité des sels et surtout des gaz, la détermination du pH, l'origine et les éventuels mélanges de l'eau [11].

I.1.4.2.2 Le Potentiel Hydrogène (pH) :

Le pH joue un rôle important dans le traitement biologique. Il indique l'acidité ou l'alcalinité des eaux usées. La valeur du pH de l'eau domestique ou de l'eau urbaine est généralement comprise entre 6,8 et 7,8, et le dépassement de cette valeur est un signe de pollution industrielle [12].

I.1.4.2.3 La Conductivité électrique (CE) :

Est une mesure de la capacité d'une solution à faire passer un courant électrique. Cette capacité dépend des sels solubles dans l'eau et de la température de mesure. Il fournit une estimation approximative de la salinité globale de l'eau [13].

I.1.4.2.4 La turbidité :

La turbidité de l'eau est due à la présence de particules en suspension, notamment Argile-colloïdale, limon, particules de silice, matière organique.

Appréciation L'abondance de ces particules mesure leur turbidité. Ce sera plus faible à mesure que le traitement de l'eau deviendra plus efficace. La turbidité peut être évaluée par une variété de méthodes pour le terrain ou le laboratoire.

Il est recommandé de mesurer également Dès que possible après la collecte dans tous les cas, les échantillons doivent être agités vigoureusement avant la mesure.

La difficulté de comparaison est évidente en raison des propriétés spécifiques de la matière en suspension, telles que la taille, la forme, l'indice de réfraction, la couleur, etc. Il en est de même si l'on veut faire des mesures de turbidité plus proches de celles des solides en suspension [14].

I.1.4.2.5 Les matières en suspensions (MES) :

Il indique une matière qui n'est ni à l'état soluble ni à l'état colloïdal et qui est donc retenue par le filtre. Les solides en suspension comprenant des matières organiques et minérales constituent un paramètre important qui indique clairement le degré de pollution des eaux usées urbaines ou même industrielles. Les techniques analytiques impliquent une séparation directe par filtration ou centrifugation [15].

I.1.4.2.6 Les matières volatiles en suspensions (MVS) :

Il représente la partie organique du MES et a été obtenu par calcination de ces MES à 525°C pendant 2 heures. La différence de poids entre MVS à 105°C et MES à 525°C donne la "perte au feu", qui correspond à la teneur en MVS de l'eau en (mg/l) [15].

I.1.4.2.7 Les matières organiques (MO) :

Les Matière organique d'origine biologique (matière végétale ou animale, etc.) ou produits (papier, tissu) fabriqués à partir de ces organismes. Noter que la matière organique est principalement composée de (hydrogène, oxygène, carbone, azote, phosphore) [15].

I.1.4.2.8 Les matières minérales (MM) :

Ils représentent le résultat de l'évaporation complète de l'eau, c'est-à-dire sec. Se compose de minéraux en suspension et de substances solubles (chlorures, phosphates,) [15].

I.1.4.3 LES PARAMETRES CHIMIQUES :

I.1.4.3.1 La Demande biologique en oxygène (DBO5) :

La demande biochimique en oxygène (DBO), exprimée en milligrammes d'oxygène par litre, permet l'évaluation de la matière organique biodégradable dans l'eau.

Plus précisément, ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire pour détruire la matière organique en raison du phénomène d'oxydation aérobie [9].

I.1.4.3.2 La Demande Chimique en Oxygène (DCO) :

La demande chimique en oxygène (DCO), exprimée en mg (O₂) /l, correspond à la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation chimique des substances organiques ou inorganiques contenues dans l'eau dans des conditions définies. Elle représente donc la teneur totale en eau des espèces oxydables [16].

I.1.4.3.3 L'oxygène dissous :

La présence d'oxygène dans l'eau est essentielle à la respiration des organismes aquatiques aérobies. En dessous d'un certain seuil de concentration en oxygène, le poisson va suffoquer. L'oxygène dans l'eau favorise également le processus d'oxydation de la matière organique, mais cette décomposition épuise l'oxygène du milieu aquatique [17].

I.1.4.4 LES PARAMETRES DE POLLUTION AZOTEE ET PHOSPHOREE :

Les teneurs en azote et en phosphore sont également des paramètres très importants. Un rejet excessif de phosphore et d'azote conduit à l'eutrophisation des lacs et des rivières.

I.1.4.4.1 Les matières azotées :

L'azote existe dans les eaux usées sous forme d'ammoniac organique ou dissous. Il est souvent oxydé pour éviter le risque de toxicité lié à l'épuisement naturel de l'oxygène (O₂) et de l'ammoniac gazeux dissous (NH₃), en équilibre avec les ions Ammoniac (NH₄⁺). [18]
La nitrification est le processus par lequel l'azote organique Passe à travers les bactéries et passe par les étapes suivantes [19] :

- N organique à NH₄⁺ : ammonification ;
- NH₄⁺ à NO₂⁻ : nitritation par Nitrosomonas ;
- NO₂⁻ à NO₃⁻ : nitratation par Nitrobacter ;

I.1.4.4.2 Les matières phosphorées :

Dans les effluents d'eaux usées, le phosphore est présent sous forme de sels minéraux (ortho phosphate (PO₄³⁻), polyphosphate), mais également sous forme de composés organiques dissous ou de matières en suspension. Lors de la minéralisation de la matière organique par les micro-organismes, les composés phosphatés sont progressivement transformés en phosphate soluble [8].

I.1.4.5 LES PARAMETRES BACTERIOLOGIQUES :

L'analyse microbiologique réalisée en laboratoire a pour but de détecter et d'évaluer la présence de microorganismes pathogènes nocifs pour l'homme dans l'eau : eau potable, eau de baignade. Ces analyses étaient basées sur la recherche de bactéries dans l'eau qui pourraient être des indicateurs de contamination fécale, et d'entérocoques.

Ces organismes dérivés de l'intestin sont naturellement présents dans les excréments animaux ou humains qui se retrouvent dans l'eau par déversement, eaux usées et diffusion. Les entérocoques sont aussi pathogènes que certaines bactéries. L'eau du robinet doit être exempte de ces bactéries [17].

I.1.4.5.1 Les coliformes totaux :

Les coliformes totaux sont un groupe de bactéries que l'on trouve couramment dans l'environnement et dans les intestins des mammifères, y compris les humains. Ils sont capables de se développer à 37°C et ils ne causent généralement pas de maladie, mais leur présence indique que l'eau peut être contaminée par des micro-organismes plus nocifs [14].

I.1.4.5.2 Les coliformes fécaux :

Les coliformes fécaux ou « coliformes thermotolérants » sont un sous-groupe de coliformes fécaux qui comprend toutes les espèces de bactéries appartenant à la famille des Enterobacteriaceae, qui sont aérobies ou anaérobies facultatives, à Gram négatif, en forme de bâtonnet, capables de se développer à 44°C [14].

I.2 GENERALITE SUR LA POLLUTION DES EAUX :

I.2.1 DEFINITION DE LA POLLUTION :

La pollution est causée par toute substance physique, chimique ou biologique rejetée dans les eaux naturelles qui perturbe l'équilibre de l'eau, provoquant de graves nuisances (mauvaises odeurs, fermentations, maladies de toutes sortes, etc.) Produire des termes d'impact, affecter notre corps par l'alimentation chaîne dont nous dépendons pour notre survie [28].

I.2.2 L'ORIGINE DE LA POLLUTION :

La pollution de l'eau a différentes sources : naturelle, domestique, industrielle et agricole. On entend par origine naturelle un phénomène, comme la pluie par exemple, lorsque l'eau s'écoule d'un Ruissellement à travers un sol riche en métaux lourds, ou lorsque les précipitations transportent des polluants de l'atmosphère vers le sol.

Les sources domestiques comprennent les eaux usées domestiques (salles de bains, cuisines, etc.), les eaux usées (toilettes, etc.) et les rejets des hôpitaux, des magasins, etc.

Quant aux sources agricoles et industrielles, il s'agit par exemple d'eaux surchargées en produits d'épandage (engrais, pesticides), ou encore d'eaux contaminées par des résidus de transformation métallurgique et, plus généralement, de sous-produits tels que les métaux lourds, les hydrocarbures, les Goût [29].

I.2.3 PRINCIPAUX TYPES DE POLLUTIONS :

Il existe plusieurs façons de classer la pollution. Selon le type de polluants, la pollution peut être divisée en trois catégories : pollution chimique, pollution physique et pollution microbiologique.

I.2.3.1 POLLUTION CHIMIQUE :

I.2.3.1.1 Pollution minérale :

Il peut provoquer des perturbations de la croissance des plantes ou des perturbations physiologiques chez les animaux. Les polluants minéraux sont principalement des métaux lourds et des nutriments minéraux [30].

I.2.3.1.2 Pollution organique :

Fait référence à la contamination par des matériaux qui composent des organismes vivants ou morts, ou par des organismes vivants. Il est composé de molécules organiques. L'élimination de cette contamination nécessite un traitement biologique [20].

I.2.3.2 POLLUTION PHYSIQUE

Lorsque la structure physique de l'environnement pollué change en raison de divers facteurs, nous appelons ce type de pollution. Elle comprend trois types de pollution : la pollution mécanique, la pollution thermique et la pollution radioactive [20].

I.2.3.2.1 Pollution mécanique :

Elle est causée par les effluents industriels ainsi que par le rejet de déchets et de particules solides provenant des eaux de ruissellement. Ces polluants sont soit des éléments grossiers, du sable ou des matières en suspension MES [21].

I.2.3.2.2 Pollution thermique :

L'usine utilise l'eau rejetée par les circuits de refroidissement de certaines installations (centrales thermiques et nucléaires, raffineries de pétrole, aciéries, etc.), l'échauffement qu'elle provoque réduit la teneur en oxygène dissous. Il accélère la biodégradation et la prolifération bactérienne. Il s'avère qu'à charge égale, les effets néfastes de la pollution sont exacerbés par l'augmentation des températures [22].

I.2.3.2.3 Pollution radioactive :

La pollution de l'eau par des matières radioactives est un problème croissant, avec des effets directs sur les populations aquatiques en raison des propriétés toxiques et cancérogènes inhérentes à ses éléments [23].

I.2.3.3 POLLUTION MICROBIOLOGIQUE :

Les eaux usées contiennent tous les micro-organismes qui sont excrétés avec les matières fécales. Cette flore intestinale normale est accompagnée de micro-organismes pathogènes. Tous ces organismes peuvent être regroupés en quatre groupes principaux, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les vers [24].

I.3 L'IMPACTS DES EAUX USEES SUR L'ENVIRONNEMENT :

Les eaux usées affectent non seulement l'environnement aquatique, mais aussi la santé humaine.

I.3.1 Sur le milieu naturel :

Si le réseau d'assainissement ne couvre pas toute la population. C'est le manque d'infrastructures à un impact majeur sur la qualité du milieu naturel [6].

I.3.2 L'océan :

Lorsque les eaux usées sont rejetées à la mer sans traitement adéquat ou sans traitement purifiantes, elles polluent les eaux de baignade. Ces sites sont contaminés par des bactéries, virus et parasites provenant des eaux usées domestiques rejetées sans traitement dans la mer. Si elles sont ingérées ou exposées, ces eaux peuvent transmettre des maladies aux humains [6].

I.3.3 Eaux superficielles :

Parfois, ces déchets sont déversés directement dans le milieu naturel. La présence excessive de phosphate favorise notamment l'eutrophisation, la croissance des algues qui réduit la quantité d'oxygène contenue dans l'eau et finit par tuer les poissons et autres organismes aquatiques qui y vivent.

Les métaux lourds tels que le mercure, le chrome et l'arsenic peuvent affecter les espèces aquatiques les plus vulnérables. Dans certaines conditions physiques et chimiques, certains métaux lourds comme le mercure s'accumulent le long de la chaîne nutritive et ont un impact sur le corps humain. A l'heure actuelle, il n'existe pas de filières de recyclage des boues d'assainissement et des matériaux de vidange des fosses septiques [6].

I.3.4 Eaux souterraines :

Les eaux usées peuvent dégrader la qualité des eaux souterraines si défauts ou systèmes d'étanchéité dans les stations d'épuration ou les lagunes. Les installations sanitaires non collectives sont hors d'usage. [6]

I.3.5 Sur la santé d'humaine :

L'eau est une ressource naturelle nécessaire à la vie et devient directement Ou indirectement, la principale cause de décès et de maladie dans le monde. Inégalité répartition des ressources en eau liée à la dégradation de la qualité de l'eau problèmes de santé majeurs.

En conséquence, 80% des maladies dans les pays en développement sont liées à l'eau. Une personne malade consomme des aliments contaminés lors de la préparation des aliments. Bien que de nouveaux antibiotiques puissent raccourcir les délais de traitement, la résistance des virus aux antibiotiques augmente. Une exposition prolongée aux eaux usées pendant le bain peut entraîner des infections de la peau, de la gorge, du nez et des oreilles [6].

I.4 LES TECHNIQUES D'EPURATIONS DES EAUX USEES :

I.4.1 DEFINITION DE L'EPURATION :

Dans le domaine de l'assainissement, l'épuration désigne le processus de restauration de la qualité des eaux usées rejetées aux exigences du milieu récepteur, il s'agit donc d'éviter la pollution de l'environnement plutôt que de produire de l'eau potable [31].

En effet, le rôle du traitement des eaux usées en général est de les transformer dans l'eau potable. Le traitement des eaux usées a pour but de collecter les eaux polluées puis de les épurer avant de les rejeter. Cependant, le terme « traitement » est souvent utilisé pour désigner une action corrective. Par conséquent, bien que le mot « traitement » soit largement utilisé dans ce manuscrit, il ne fait référence qu'à la deuxième définition [32].

I.4.2 SYSTEME D'EPURATION DES EAUX USEES :

Dans le système d'épuration des eaux usées il y'a deux grandes filières de traitement existent :

- Les procédés à culture fixe.
- Les procédés à culture libre (mobile).

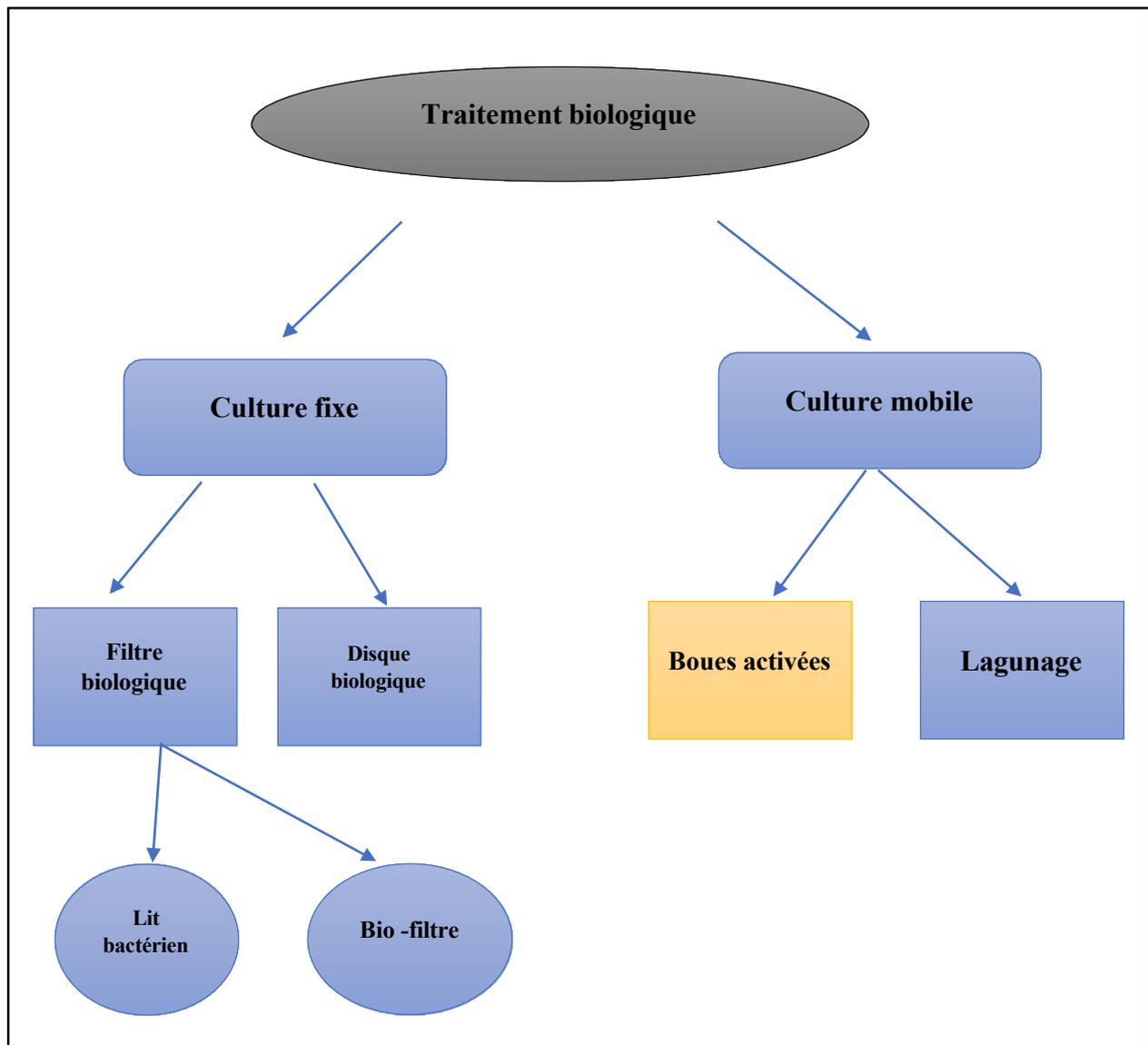


Figure I-1 : Organigramme qui résume les méthodes de traitement biologique.

I.4.2.1 CULTURE FIXE :

I.4.2.1.1 Le disques biologiques :

Les disques biologiques ou bio-disques sont des disques disposés en parallèle sur un axe horizontal rotatif. Les disques sont insérés dans une cuve dans laquelle circule l'eau décantée à purifier. Pendant une partie de leur rotation, ils tendent vers le substrat, puis ressortent à l'air (prennent de l'oxygène) le reste du temps. Les deux faces du disque sont recouvertes de biofilm.

Ils ont un diamètre de 1 à 3 m, un pas de 20 mm et tournent à une vitesse de 1 à 2 tr/min. Les boues excédentaires sont séparées des disques et recyclées dans un clarificateur secondaire avant d'être rejetées dans le milieu naturel [15].

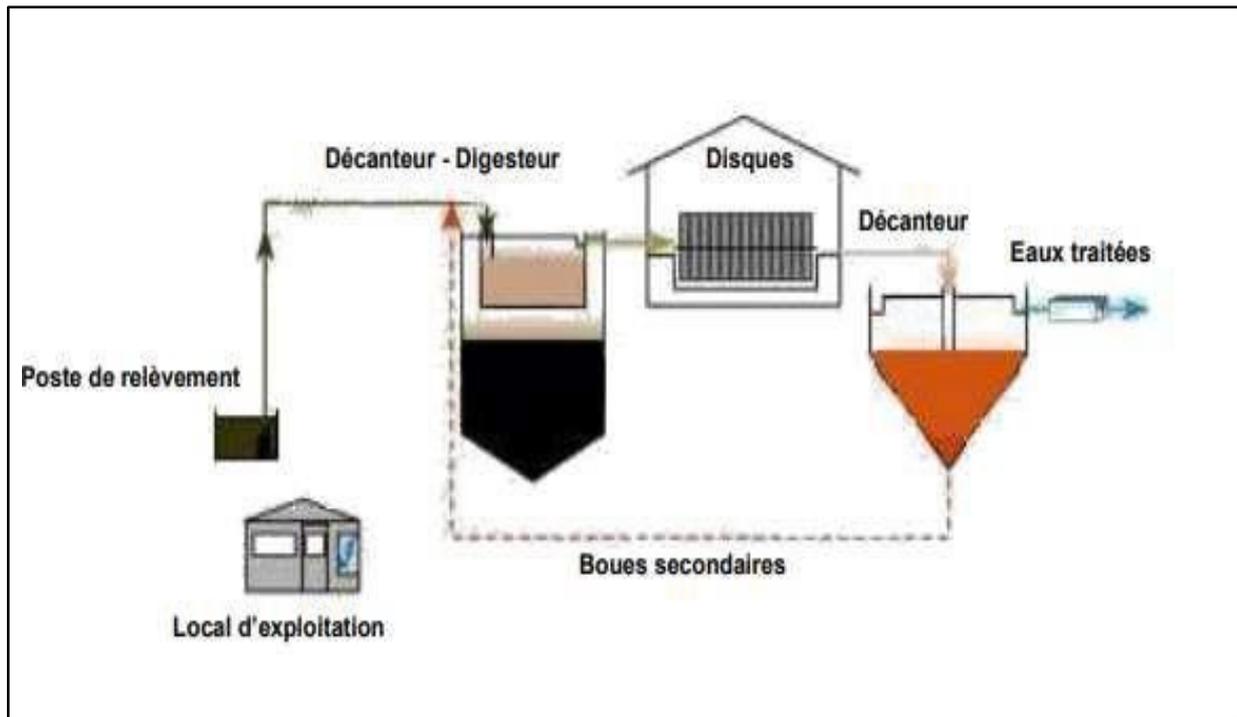


Figure I-2 : Schéma de principe d'une filière type de disques biologiques [42].

I.4.2.1.2 Filtre biologique :

-Lits bactériens :

Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien consiste à faire passer les eaux usées pré-décantées à travers une masse de matériau poreux ou spongieux qui sert de support aux microorganismes décontaminant (bactéries). Une aération est pratiquée soit par tirage naturel soit par ventilation forcée. Il s'agit de fournir l'oxygène nécessaire pour maintenir les bactéries aérobies en bon état de fonctionnement [33].

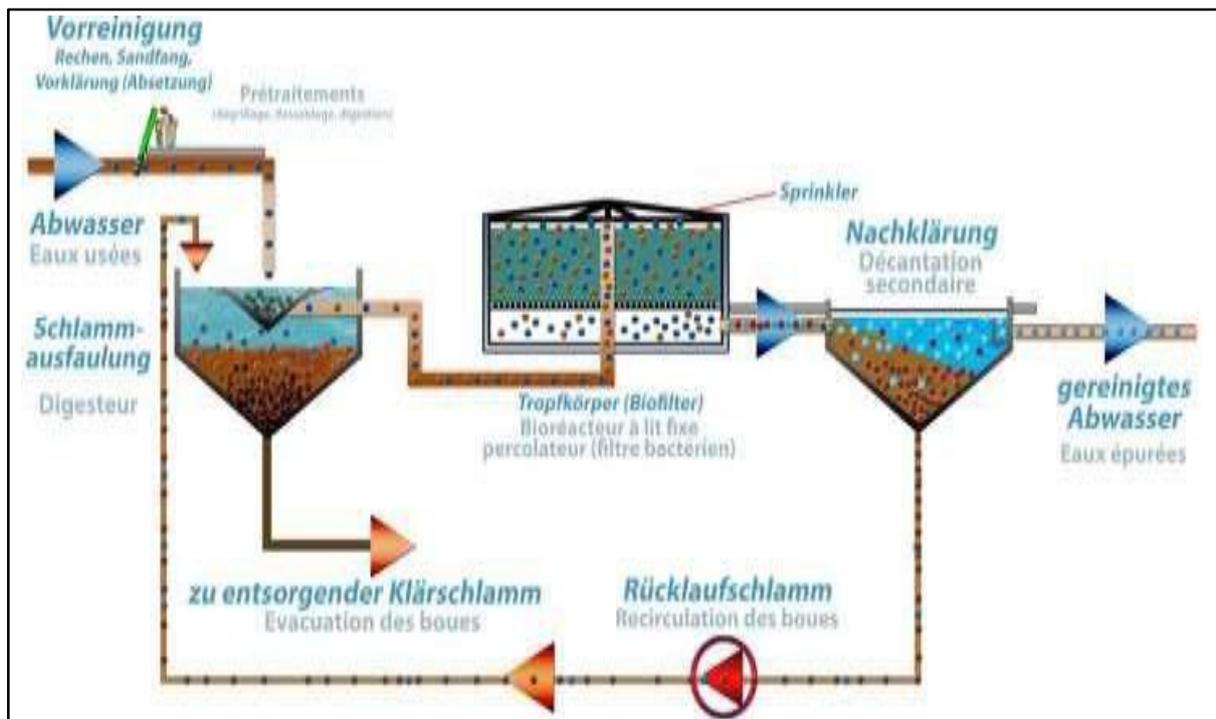


Figure I-3 : Lits bactériens [42].

-Bio filtration :

Un bio filtre est un lit constitué d'un matériau auquel se fixent des micro-organismes. Ces microorganismes y prolifèrent, formant une couche biologique appelée biofilm. Par conséquent, la biofiltration est considérée comme un processus de fixation d'un processus de biomasse. En général, les biofilms sont composés de communautés distinctes Micro-organismes (bactéries, champignons, levures, etc.), et des substances polymères Cellules extracellulaires [15].

I.4.2.2 CULTURE MOBILE (LIBRE) :

I.4.2.2.1 Le Lagunage :

Le lagunage est un système d'épuration biologique basé sur la présence équilibrée de bactéries aérobies dans des cultures libres et des algues. L'oxygène nécessaire à la respiration bactérienne n'est produit que par la machinerie photosynthétique des plantes en présence de rayonnement lumineux [34].

I.4.2.2.2 Les boues activées :

Les boues activées sont essentiellement composées de bactéries vivantes et mortes, aérobies facultatives de petite taille allant du micromètre au millimètre.

Dans les conditions idéales d'aération, les micro-organismes d'une eau usée se développent et s'agglomèrent en flocons. Au repos, ces derniers se séparent très bien de la phase liquide par décantation. Le principe du procédé à boues activées consiste donc à provoquer le

développement d'un floc bactérien dans un bassin alimenté en eau usée à traiter (bassin d'aération) afin d'éviter la décantation des floccs dans ce bassin, un brassage vigoureux est nécessaire. La prolifération des micro-organismes nécessite aussi une oxygénation suffisante. Dans des conditions d'aération idéales, les micro-organismes présents dans les eaux usées se développent et s'agrègent en floccs. Au repos, ce dernier est bien séparé de la phase liquide par décantation.

Le principe du procédé à boues activées est donc d'induire la formation de floccs bactériens dans la cuve (bassin d'aération) qui alimente les eaux usées à traiter, afin d'éviter que les floccs ne se déposent dans cette cuve, un brassage vigoureux est nécessaire. La prolifération des micro-organismes nécessite également une oxygénation adéquate [35].

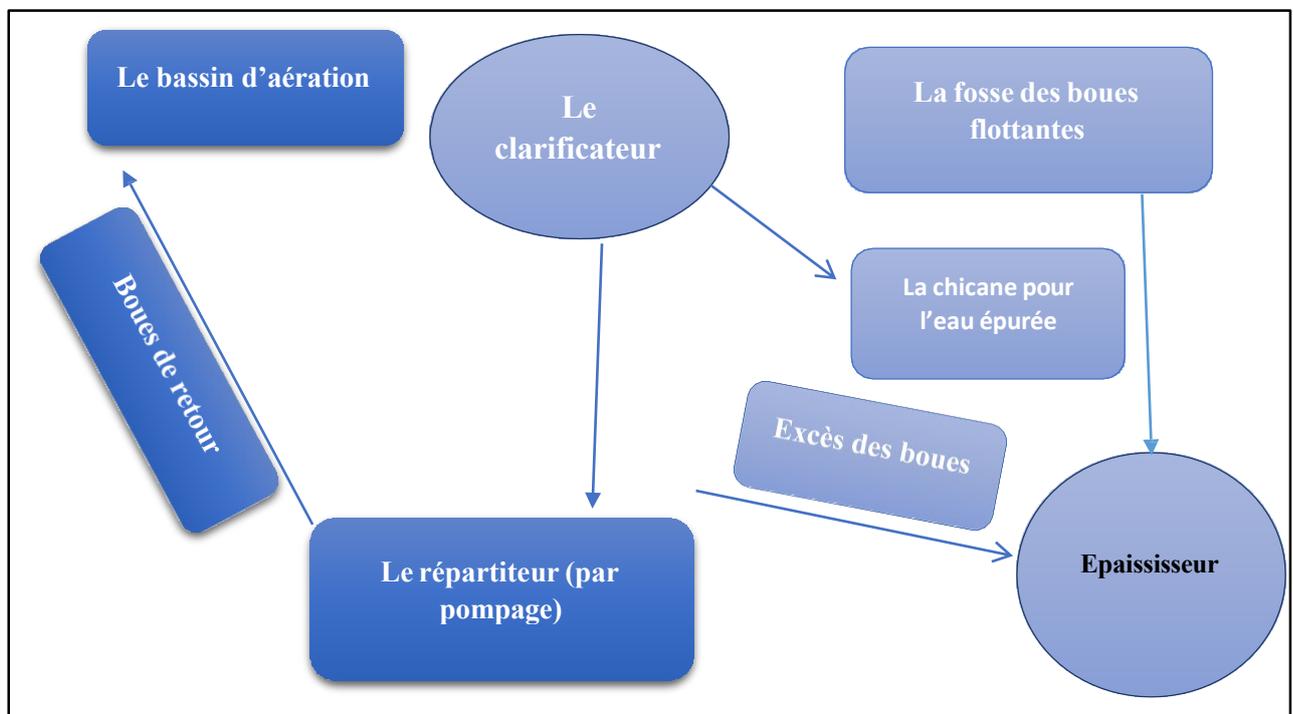


Figure I-4 : Les 5 éléments essentiels dans le procédé des boues activées.

I.4.2.3 AVANTAGES ET LES INCONVENIENTS DU PROCÉDE DE BOUES ACTIVEES :

Ce dispositif est intéressant à partir de 400 équivalents habitants au minimum et peut aller jusqu'à un traitement de 100000 à 200000 équivalents habitants [36].

Tableau 01 : Avantages et inconvénients du procédé à boues activées.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">- Emprise au sol réduite ;- Grande performance d'élimination de la DBO, la DCO et de MES.	<ul style="list-style-type: none">- Coût d'investissement élevé ;- Sensibilité aux variations de charges : hydraulique et organique ;- Nécessité d'un entretien fréquent des ouvrages (main d'œuvre qualifiée) ;- Coût d'exploitation (énergétique) élevé ;- Faibles performances en matière d'élimination des agents pathogènes.

I.4.3 STATION D'EPURATION DES EAUX USEES :

I.4.3.1 DEFINITION :

C'est une installation destinée à épurer les eaux usées domestiques ou industrielles et les eaux pluviales avant le rejet dans le milieu naturel. Le but du traitement est de séparer l'eau, des substances indésirables pour le milieu récepteur.

La première tentative d'épuration des eaux usées a été inventée en 1914 par des scientifiques anglais [37].

I.4.3.4 RISQUES LIES A LA STATION D'EPURATION :

- Risques de chutes, de glissades, liées à la circulation du personnel aux abords immédiats des équipements et matériels ;

- Le personnel exploitant peut-être contaminé par voie digestive (essentiellement en portant les mains ou les objets souillés à la bouche), par la peau tout au long du processus de traitement de l'eau ;
- Le risque de contamination par voie respiratoire existe à proximité des procédés (dégrillage,) ;
- Les risques d'incendie et d'explosion liés à la présence de gaz de fermentation ou de résidus de produits inflammables, nécessaires à l'exploitation ou introduits accidentellement par les eaux résiduaires ;
- Les risques d'asphyxie liés aux espaces confinés, aux fosses...

La majeure partie des STEP abordées dans les statistiques sont celles qui fonctionnent à boues activées et ce pour diverses raisons :

- Presque la totalité des réseaux d'assainissement en Algérie sont unitaires d'où ses STEP en question recueillent de grandes quantités d'effluents ;
- Les qualités des effluents réceptionnés par la STEP sont souvent très variables et de nature organique ;
- Ce procédé donne hypothétiquement des rendements d'élimination assez spectaculaires par rapports à d'autres [37].

I.5 LA REUTILISATION DES EAUX USEES :

Comprend l'utilisation de l'eau traitée à des fins utiles, y compris l'irrigation Agriculture et refroidissement dans le secteur industriel.

L'eau recyclée est un effluent Transformé pour obtenir une qualité adaptée à un usage spécifique. La réutilisation directe fait référence à la réutilisation de systèmes où L'eau recyclée est envoyée pour être réutilisée.

La réutilisation indirecte fait référence à la réutilisation dans les eaux réceptrices eaux de surface ou eaux souterraines, qui sont ensuite assimilées puis pompées en aval, ce qui n'est pas compatible avec une réutilisation directe planifiée de l'eau [25].

Tableau 02 : Formes de réutilisation des eaux usées.

Formes de réutilisation	Application
Production de l'eau potable	<ul style="list-style-type: none"> - Production indirecte d'eau potable - Production directe d'eau potable
Irrigation en agriculture	<ul style="list-style-type: none"> - Culture maraîchère - Arbres fruitiers - Cultures industrielles - Aquaculture
Activités récréatives	<ul style="list-style-type: none"> - Augmentation des cours d'eau pour le pêche, natation
Utilisations industrielles	<ul style="list-style-type: none"> - Eau de refroidissement
L'utilisation urbaine	<ul style="list-style-type: none"> - Irrigation de parcs, écoles - Golfs, résidences - Protection incendie - Recyclage en immeuble

Les principales utilisations des eaux usées épurées sont :

- **Utilisations agricoles** : l'irrigation la plus répandue, permettant d'exploiter la matière fertilisante contenue dans ces eaux réalisant ainsi une économie d'engrais.
- **Utilisations Municipales en zone urbain** : arrosage des espaces verts, lavage des rues, alimentation de plans d'eau, lutte contre les incendies, l'arrosage des terrains de golf, des chantiers de travaux publics, arrosage pour compactage des couches de base des routes et autoroutes.
- **Utilisations industrielles** : refroidissement, construction, papeteries, industries textiles, etc.
- **Amélioration des ressources** : recharge des nappes pour la lutte contre les rabattements des nappes et la protection contre l'intrusion des biseaux salés en bord de mer. [39]

-Le schéma suivant représente les différents usages de la réutilisation des eaux épurées.

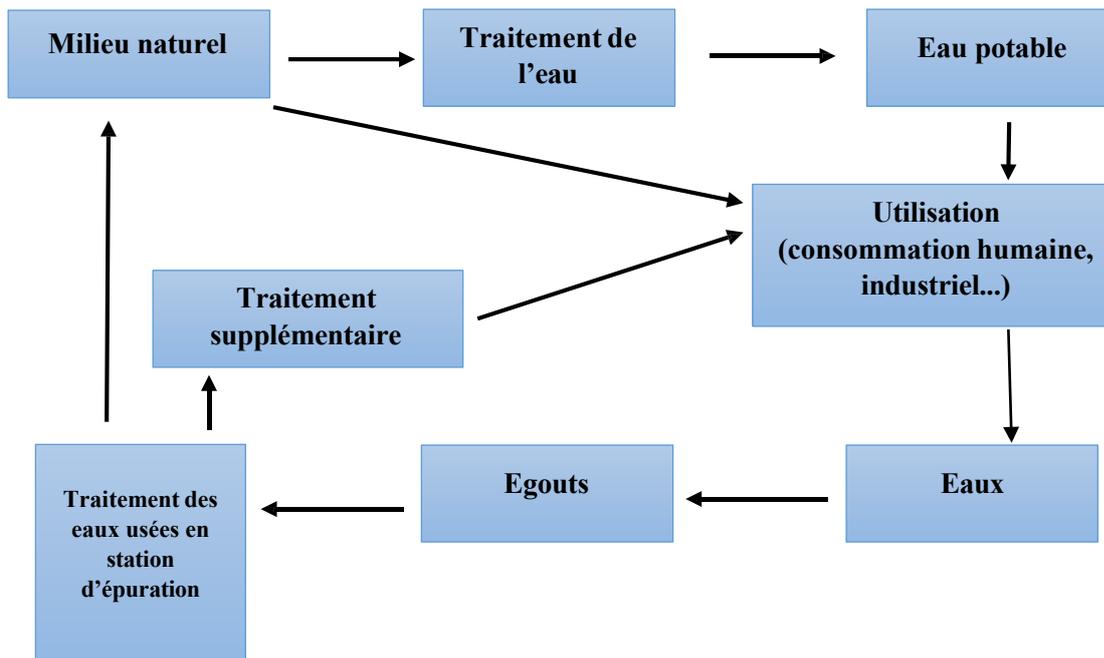


Figure I-6 : La réutilisation des eaux épurées dans le cycle d'assainissement.[43]

I.5.1 LA REUTILISATION DES EAUX USEES EPUREES EN AGRICULTURE :

L'irrigation agricole est cruciale pour améliorer la qualité et la quantité de la production agricole. Dans le monde entier, l'agriculture est le secteur le plus consommateur d'eau. [26] En effet, l'UNESCO (2000) a rapporté que le secteur de l'agriculture reçoit 67% des prélèvements totaux en eau et compte pour 86% de la consommation mondiale.

Pour la plupart des pays Arabes, la consommation en eau est essentiellement due au secteur de l'agriculture ; par exemple pour le Maghreb l'agriculture correspond à 81% des prélèvements en eau. Ainsi, les projets d'irrigation à grande échelle ont accéléré la disparition de plans d'eau, tels que la Mer d'Aral, les marécages irakiens et le Lac du Tchad et favorisé l'intrusion marine des aquifères côtiers et la salinisation des sols [26].

I.5.2 LA REUTILISATION DES EAUX USEES EPUREES EN INDUSTRIE :

La réutilisation industrielle peut être intéressante dans le secteur de l'énergie, dans les circuits de refroidissement fermés ou ouverts. Les autres applications possibles concernent les laveries industrielles, les stations de lavage de voiture, l'industrie du papier, la production d'acier, de textiles, les industries d'électroniques et de semi-conducteurs.

La qualité requise est spécifique à chaque industrie parce que sa composition chimique peut avoir des répercussions sur les processus industriels [27].

I.5.3 LA REUTILISATION DES EAUX USEES EPUREES EN ZONE URBAINE :

Les utilisations possibles d'eaux épurées en zone urbaine sont extrêmement nombreuses, et il en existe de multiples exemples à travers le monde. Ces projets concernent :

- L'arrosage de parcs, de terrains de sport, de terrains de golf, d'aires de jeux. Les bassins d'agrément, piscines, bassins pour la pêche et la navigation de plaisance.
- Les eaux des sanitaires d'un immeuble ou d'un groupe d'immeubles.

La réutilisation en zone urbaine nécessite un réseau double qui permet de distribuer séparément les eaux épurées et l'eau potable. Il peut y avoir un réseau double à l'échelle de la ville entière ou à l'échelle de l'habitation [27].

I.5.4 LA REUTILISATION DES EAUX USEES EPUREES EN ALGERIE :

Le volume d'eaux usées rejetées à l'échelle nationale est estimé actuellement à près de 1062 millions de m³ et dépassera 1,5 milliards de m³ à l'horizon 2020 Seul 365 millions de m³ est épurées. Donc il faut prendre en charge l'épuration de ce potentiel d'eaux usées, le secteur des ressources en eau a engagé un programme ambitieux en matière de réalisation d'installations d'épuration [39].

-Situation actuelle (exploitation) :

Nombre de station d'épuration : 102 (52 STEP + 50 lagunes)

-Situation du programme en cours de réalisation :

Nombre de station d'épuration : 176 (87 STEP + 89 lagunes)

La capacité totale installée après l'achèvement de ce programme est de 925 millions de m³/an, c'est-à-dire l'équivalent de 10 barrages de moyenne capacité.

I.5.4.1 POTENTIEL DE LA REUTILISATIONS DES EAUX EPUREES EN ALGERIE :

-Réutilisation agricole :

Sur les 107 stations d'épuration (STEP) en exploitation à travers le pays, 17 STEP sont concernées par la réutilisation des eaux usées épurées en agriculture 12 000 ha de superficie agricole, il s'agit des STEP suivantes :

- Kouinine (El Oued), Ouargla, Guelma, Boumerdès, Souk Ahras, Ghriss, Tlemcen, Mascara, Bouhnifia, Hacine, Oued Taria, Hachem, Sehaouria, Tizi, Mohammadia, Ain Hadjar et Bordj Bou Arreridj.

A la fin 2014, le volume réutilisé est estimé à 20 Millions m³/an, A la fin de mois d'Octobre 2015 le volume réutilisé est de 1 558 849 m³[39].

-Perspectives :

Le potentiel de la réutilisation des eaux usées épurées à des fins agricoles évoluera d'une manière significative d'environ 20 millions m³ en 2014 à environ 40 millions m³ en 2019, et le nombre de stations concernées par la réutilisation sera de 26 STEP à l'horizon 2019, pour l'irrigation de plus de 13 000 hectares de terres agricoles, parmi ces projets : Chelghoum Laïd, Ouargla, Saïda, Tiaret, Chlef, Sétif, Médéa, Sidi Bel Abbès et Ain Defla [39].

Un plan d'action ONA/ONID est en cours d'études, pour définir les possibilités réelles d'une éventuelle réutilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation des grands périmètres d'irrigation -GPI- au niveau des cinq (05) bassins hydrographiques à l'échelle nationale.

-Réutilisation municipale :

Station d'épuration de TIPAZA : La protection civile récupère un volume de 18 763 m³/mois d'eau usée épurée pour la lutte contre les incendies [39].

-Réutilisation industrielle :

La STEP de Jijel cède un volume de 15 000 m³/mois d'eau usée épurée au profit de la tannerie de Jijel [39].

Tableau 03 : Répartition de l'eau utilisée par usage [40].

Usage	Utilisation (2012) (millions de m ³ /an)	2030 (millions de m ³ /an)
Usage domestique et industriel	3.1	4.2 - 4.6
Irrigation (Grands et petits périmètres)	3.4	7.8 - 8.2
Total	6.5	12 - 12.8

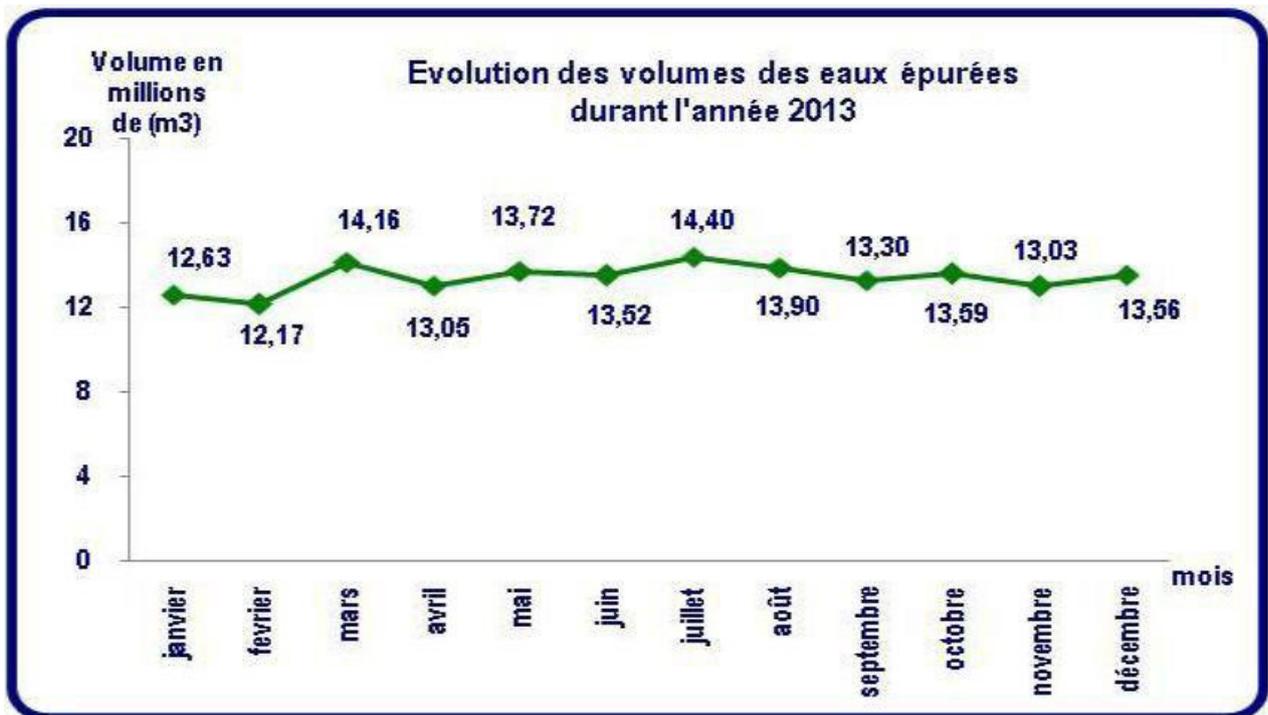


Figure I-7 : Evolution des volumes des eaux épurées durant l'année 2013.[41]

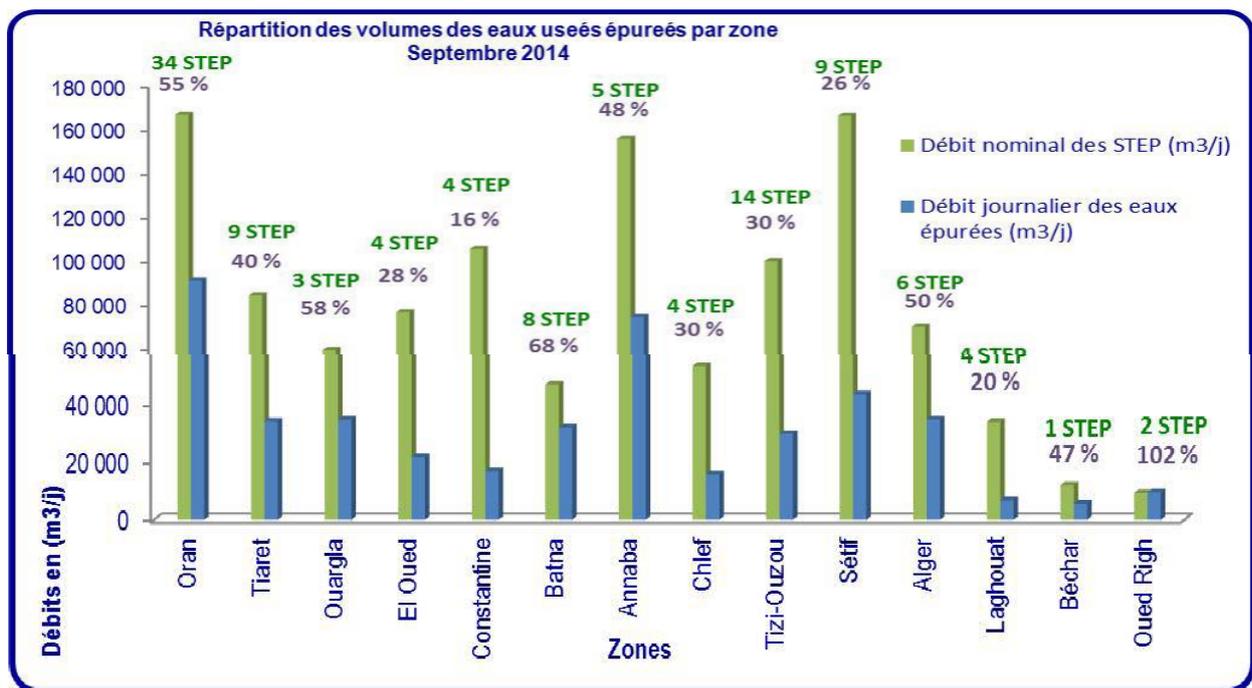


Figure I-8 : Statistiques sur les eaux usées épurées en Algérie.[41]

I.5.4.2 SITUATION ACTUELLE DES EAUX USEES ET LEUR REUTILISATION :

En Algérie les eaux usées représentent une des composantes de l'offre globale en eau, au même titre que les eaux superficielles et souterraines, leur volume annuel est estimé entre 700 et 750 millions de m³ par an [41]. Dont plus de 550 millions de m³ correspondent aux agglomérations de plus de 50 000 habitants. La capacité totale de traitement est près de 7 millions Eq/H, soit un débit nominal journalier de plus d'un million m³ /j (plus de 52% de la population raccordée a un réseau d'assainissement bénéficient d'un traitement d'eau usée). Selon le MRE, plus de 160 millions de m³ d'eaux usées ont été épurées en 2013, pour une population de près de 20 millions d'habitants.

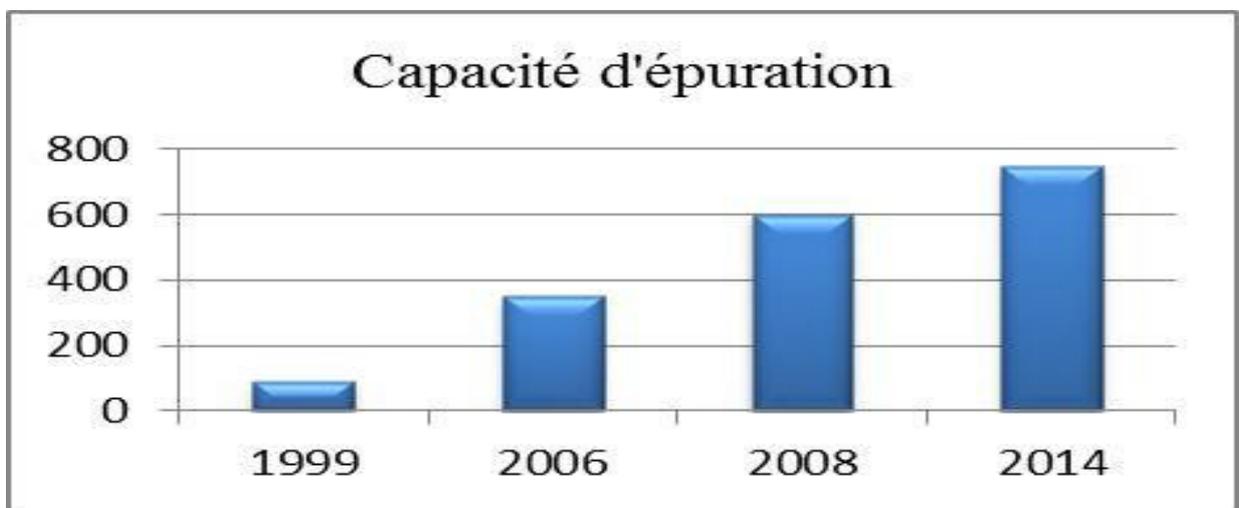


Figure I-9 : Evolution des capacités d'épuration.[40]

I.5.4.3 LES AVANTAGES ET CONTRAINTES DE LA REUTILISATION DES EAUX EPUREES :

Les avantages et contraintes de la réutilisation des eaux épurées sont illustrées dans les tableaux (04 ,05) ci-dessous

Tableau 04 : Les avantages de la réutilisation des eaux épurées.

Intérêt, avantage et bénéfices de la réutilisation des eaux usées		
01	Ressource alternative	<ul style="list-style-type: none"> - Augmenter la ressource en eau et la flexibilité d’approvisionnement tout en diminuant la demande globale. - Différer le besoin de mobilisation d’autres ressources en eau - Assurer une ressource fiable, disponible et indépendante des sécheresses pour l’irrigation et les usages industriels. - Dans certain cas, une exécution rapide et plus facile que la mobilisation de nouvelles ressources en eau de première main. - Garantir une indépendance vis à vis du fournisseur d’eau potable (par exemple pour des raisons politique)
02	Conservation et préservation des ressources	<ul style="list-style-type: none"> - Economiser l’eau potable pour la réserver aux usages domestiques. - Contrôler la surexploitation des ressources souterraines.
03	Valeur économique ajoutée	<ul style="list-style-type: none"> - Eviter les couts de développement, de transfert et de pompage de nouvelles ressources en eau fraîche. - Dans certain cas, éviter les couts de l’élimination des nutriments des eaux usées. - Réduire la quantité des eaux potable destinées à la lutte contre l’incendie et a certain type d’industrie par la réutilisation des eaux épurée dans ces demains. - Réduire ou éliminer l’utilisation des engrais chimique en irrigation. - Assurer des revenus complémentaires grâce à la vente de l’eau recyclée et Des produits dérivés. - Assurer des bénéfices économiques pour les usagers grâce à la disponibilité de l’eau recyclée en cas de sécheresse. - Favoriser le tourisme dans les régions arides. - Augmenter la valeur foncière des terrains irrigués.
04	Valeur environnemental	<ul style="list-style-type: none"> - Réduire les rejets de nutriments et de polluants dans le milieu récepteur - Améliorer et maintenir les plans d’eau en cas de sécheresse. - Eviter les impacts négatifs liés à la construction de nouveaux barrages, réservoirs, etc.... - Améliorer le cadre de vie et l’environnement (espaces verts, etc....) - Proposer une alternative fiable aux rejets d’eaux usées dans les milieux sensibles (zones de baignade ou conchylicoles, réserves naturelles, etc....) - Profiter des nutriments apportés par l’eau de l’irrigation pour augmenter la Productivité de la culture agricoles et la qualité des espaces verts.
05	Développement durable	<ul style="list-style-type: none"> - Réduire les couts énergétiques et environnementaux par rapport à ceux de l’exploitation des aquifères profonds, du transport d’eau à longues distances, du dessalement. - Assurer une ressource alternative à faible cout pour les régions arides, la protection des milieux sensibles et la restauration des zones humides. - Augmenter la production alimentaire en cas d’irrigation.

Tableau 05 : Les contraintes de la réutilisation des eaux épurées.

Défis et contraintes de la réutilisation des eaux épurées : (Lazarova et Brissaud, 2007)		
01	Aspects législatifs et sanitaires	<ul style="list-style-type: none"> - Problèmes de santé publique liés aux pathogènes éventuels dans les eaux usées non traitées. - Absence de réglementation et des incitations à la réutilisation. - Droit sur l'eau : qui possède l'eau recyclée et qui récupère les revenus. - Exploitation inappropriée et/ou non conforme
02	Aspects sociaux	<ul style="list-style-type: none"> - Malgré les réticences psychologiques à utiliser les eaux épurées, la rareté de l'eau et les réalités économiques poussent les agriculteurs de certaines régions à la réutilisation des eaux épurées. - Il faut établir un système de surveillance de la qualité des eaux épurées pour instaurer une confiance entre le distributeur et les différents utilisateurs. - En vertu de l'incertitude des risques liés à la réutilisation des eaux épurées, des stratégies nationales de la réutilisation des eaux usées épurées pourraient s'orienter uniquement vers les espaces verts et l'agroforesterie.
03	Aspects économique	<ul style="list-style-type: none"> - Considérer la réutilisation comme faisant partie de la trilogie : assainissement, épuration et réutilisation. Cette trilogie devrait s'insérer dans des stratégies nationales. - Le cout de la réutilisation doit être comparé au cout de l'inaction qui a des impacts environnementaux, sanitaires et qui augmente le cout de traitement de l'eau potable à la source. - Le cout de la réutilisation doit aussi comparer d'autres alternatives comme le dessalement. - La réutilisation est devenue une nécessité et peut contribuer au développement de certains secteurs économiques (tourisme et loisirs). - Le cout de la réutilisation varie d'un bassin hydrologique à un autre et en fonction de l'usage final souhaité.
04	Aspects environnementaux et agronomiques	<ul style="list-style-type: none"> - La présence de beaucoup des sels, bore, sodium et autres micropolluants peut avoir des effets négatifs sur certaines cultures et les sols
05	Aspects technologiques	<ul style="list-style-type: none"> - Une grande fiabilité d'exploitation est requise - Importance du choix de la filière de traitement
	Aspects financières	<ul style="list-style-type: none"> - Dans les systèmes de traitement il a deux taxes de branchement, de consommation et de charges polluantes. - Pour la réutilisation, dans l'expérience de la Jordanie et de la Tunisie, seules les frais d'opération et d'entretien sont couverts dans le prix des eaux usées épurées. Ce sont des mesures incitatives pour pousser les agriculteurs a adapter la réutilisation

CONCLUSION

Ce chapitre nous a permis de définir les eaux usées, leurs origines et leurs caractéristiques physico chimiques ainsi que les réutilisations des eaux usées, ces d'information pouvant mettre une idée sur la technique de traitement qui doit suivre après l'accumulation de ces eaux usées dans une station d'épuration. La réutilisation des eaux usées est un concept qui consiste à traiter et à réutiliser les eaux qui ont été utilisées, offrant ainsi une solution potentielle à la demande croissante en eau et à la préservation de l'environnement.

CHAPITRE II

LA ZONE D'ETUDE

INTRODUCTION

De nombreuses communes de Blida sont actuellement confrontées à la détérioration de leur environnement, notamment la pollution des oueds, où sont déversées les eaux usées dont cette wilaya compte plus de 1,2 millions d'habitants, en sus d'un grand nombre de zones industrielles, ne dispose d'aucune station d'épuration de ses eaux usées suite à l'arrêt d'activité de son unique station, celle de Beni Mered en raison de l'état de dégradation avancée atteint par cette structure, dont son fonctionnement date des années 1984 et s'est arrêté à 1989 [42]. En 2014, le ministre des ressources en eau a validé le projet de la réhabilitation, extension, exploitation de la STEP. Elle est de nouveau opérationnelle le 02 janvier 2021 [42]. Dans ce chapitre nous allons représenter de la STEP de Beni Mered en décrivant les caractéristiques de chaque étape et ouvrage.

II.1. APERCU GENERALE SUR LA STEP :

La station traitera les eaux usées de l'aire urbaine de GRAND BLIDA compris le centre de Blida, la commune de Beni Mered, Ouled yaich et Bouarfa, et des industries connectées. Elle est implantée sur (6) hectares, située à l'Est de la route nationale N°1 à proximité d'Oued Béni Azaa traversant les localités de Blida, Ouled Aiche et Beni Mered, sur une distance de 30 km, ou encore de l'oued Lekhel, oued Ftiss, oued El Harrach, oued Bouroumi et autres. Environ 5 km au nord-est de Blida et à environ 40 km au sud-ouest d'Alger et à environ 30 km au nord-est de Médéa.



Figure II-1 : Localisation de la STEP de Beni Mered (Google Maps).

Cette STEP est pilotée par l'Office National de l'Assainissement ONA (Zone d'Alger) depuis les années quatre-vingt du vingtième siècle. L'ONA est une entreprise publique algérienne spécialisée dans la gestion des systèmes d'assainissement et de traitement des eaux usées. L'ONA est responsable de la conception, de la construction, de l'exploitation et de la maintenance des installations de traitement des eaux usées en Algérie. Cette STEP équipée d'un système de contrôle automatisé pour surveiller et réguler les processus de traitement [42].

II.2. APERÇU CLIMATIQUE :

II.2.1. LE CLIMAT :

Le climat de Béni Mered est dit tempéré chaud. En hiver, les pluies sont bien plus importantes à Béni Mered qu'elles ne le sont en été. Selon la classification de Köppen-Geiger, le climat est de type Csa. La température moyenne annuelle à Béni Mered est de 16.7 °C. Il tombe en moyenne 641 mm de pluie par an (CLIMATE-DATA.ORG).

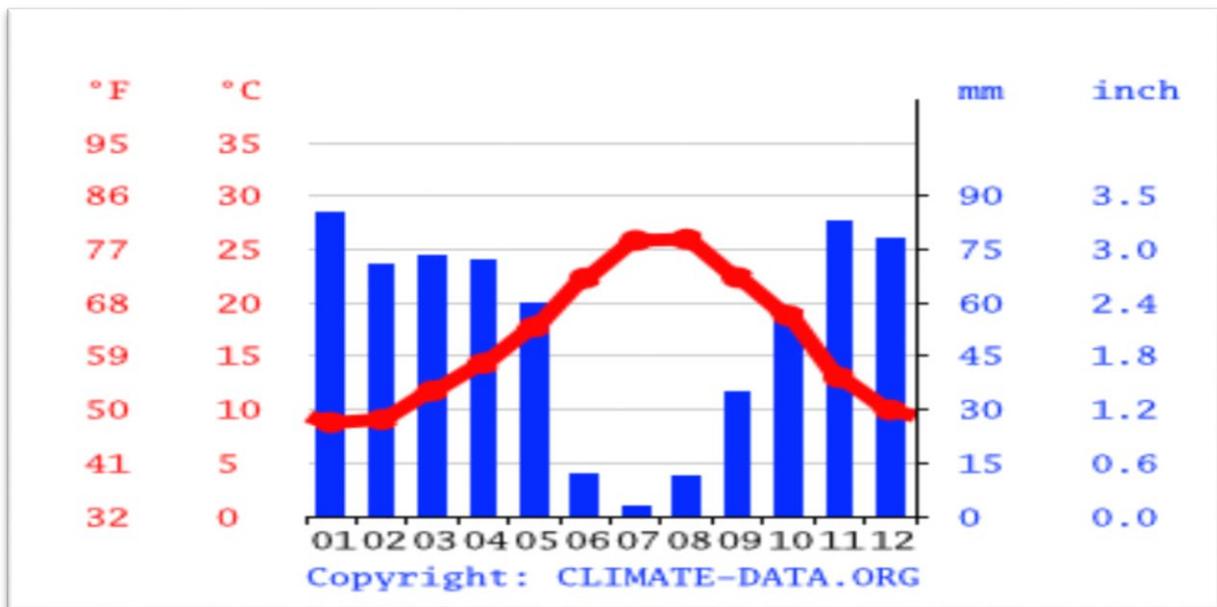


Figure II-2 : Diagramme ombrothermique Beni Mered.[42]

- Commentaire

Avec 3 mm, le mois de Juillet est le plus sec. Les précipitations records sont enregistrées en Janvier. Elles sont de 85 mm en moyenne.

Tableau 06 : variation des paramètre climatique Beni Mered 1991 – 2021.[42]

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembr e	Octobre	Novembre	Décembre
Température moyenne (°C)	8.8	9.1	11.7	14.3	17.7	22.3	25.8	26	22.4	18.5	13	10
Température minimale moyenne (°C)	5	4.9	7.2	9.3	12.4	16.3	19.5	20.2	17.5	14.2	9.4	6.4
Température maximale moyenne (°C)	13.4	13.8	16.8	19.5	23	28.1	32	32.1	28	24.3	17.5	14.4
Précipitations (mm)	85	71	73	72	60	12	3	11	35	58	83	78
Humidité (%)	77	75	72	70	68	58	52	54	63	66	73	76
Jours de pluie (jrée)	8	7	7	7	5	2	0	2	5	6	9	8
Heures de soleil (h)	6.6	7.3	8.4	9.7	10.9	12.4	12.5	11.5	10.2	8.9	7.1	6.6

Une différence de 82 mm est enregistrée entre le mois le plus sec et le mois le plus humide.

Une différence de 17.2 °C existe entre la température la plus basse et la plus élevée sur toute l'année. L'humidité relative la plus élevée est mesurée en Janvier (77 %). Le plus bas en Juillet (52.43 %).

Le mois de Novembre (09 jours) a en moyenne les jours les plus pluvieux par mois. Le moins de jours de pluie est mesuré en Juillet [42].

II.3 EXPLOITATION DE LA STEP :

La station d'épuration final est dimensionnée pour une capacité de 383 000 équivalents habitants à l'horizon 2015, dont une proportion d'effluent industriels représentant 40 000 équivalent habitant. Les eaux usées à épurer ont les caractéristiques qualitatives et quantitatives résumées dans le tableau suivant

Tableau 07 : Données de base de la STEP de Béni Mered [42].

Charges hydrauliques entrant à la station d'épuration	
Paramètres	Valeurs
Pollution domestique	343000 Eq. H
Pollution industrielles	40 000 Eq. H
Capacité de traitement	383 000 Eq. H
Débit moyen journalier	51560 m ³ /j
Débit moyen horaire	2148 m ³ /h

II.3.1 STATIONS DE RELEVEMENT :

Avant raccordement de ces effluents, ces établissements devront prévoir l'installation de prétraitements afin de rendre leurs rejets compatibles avec le traitement des effluents urbains. Ces effluents sont refoulés sur la bache d'arrivée de la station par l'intermédiaires de postes de relevage : depuis (5 postes de relevage).

Elle est alimentée par cinq (5) postes de refoulement (PR) :

1. PR18 avec un débit pointe de 6200 m³/j.
2. PR22 avec un débit de pointe de 1000 m³/j.
3. PR22BIS dont les eaux usées rejoignent le PR22.
4. PR CENTRAL dont les eaux usées rejoignent le PR18.
5. PR BOUAARFA dont les eaux usées rejoignent le PR CENTRA.

Donc la station de l'épuration de Beni Mered est alimentée par 2 postes de refoulement :

- PR18 avec un débit nominal de 6200 m³/h pour l'horizon 2030.
- PR 22 avec un débit nominal de 1000 m³/h pour l'horizon 2030.

II.3.2 QUALITE DU TRAITEMENT :

L'objectif de la station était le traitement du flux par temps sec, le prétraitement été conçu pour traiter le flux estimé par temps de pluie et par temps sec à l'horizon 2030.

Le niveau minimal de traitement exigé est repris dans le tableau suivant :

Tableau 08 : Qualité de traitement par la station.[42]

Paramètres	Concentration (mg/l) Moyenne 24 temps sec	Rendement minimum en %
DBO ₅	25	80
DCO	125	75
MES	35	90

II.4 DESCRIPTION DES OUVRAGES DE TRAITEMENT DES EAUX :

Notre chaîne d'épuration se divise en deux parties :

- Une chaîne de traitement pour le traitement des eaux.
- Une chaîne de traitement pour le traitement des boues.

-FILIERE DE TRAITEMENT DES EAUX :

L'organigramme ci-dessous représente les étapes de traitement pour le fil à eau de la STEP de Beni Mered.

II.4.1 TRAITEMENT DES EAUX USEES :

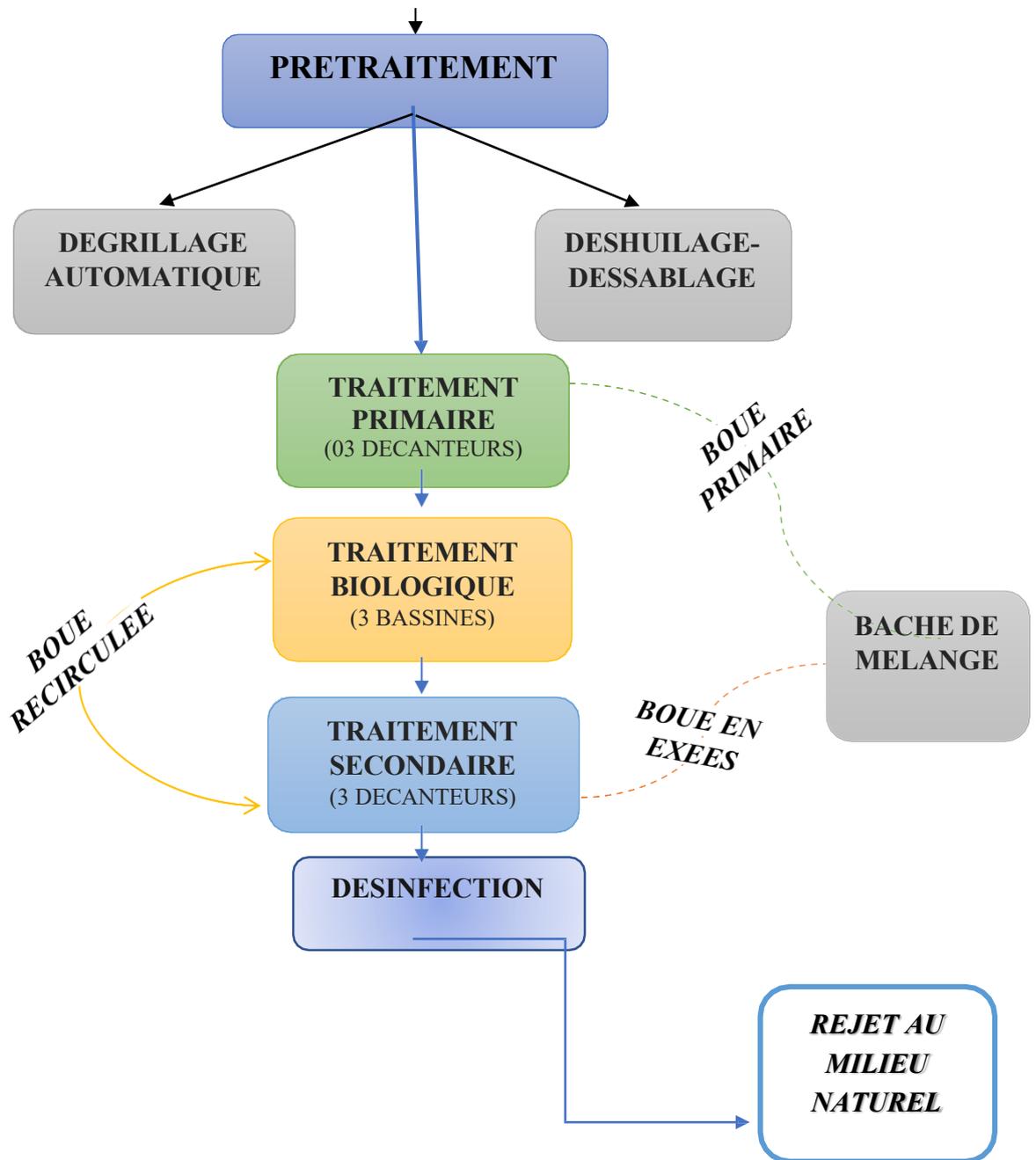


Figure II-3 : Schéma de la chaîne de traitement des eaux.

La filière de traitement des eaux s'effectue en trois fils, et actuellement une seule file est en service, et comprend donc en totalité et successivement :

II.4.1.1. LE PRETRAITEMENT :

Le prétraitement est une étape qui consiste à éliminer les éléments les matières solides les plus grossiers présents dans les eaux usées, tels que les déchets, le sable ou la graisse.

Pour objectif de protéger l'équipement et les processus des étapes de traitement ultérieures et éviter le colmatage des modules par les matières en suspension.

Dans le prétraitement de la STEP de Beni Mered, les effluents passent par deux opérations :

- Dégrillage automatique fin (quatre (4) dégrilleurs)
- Dessablage-déshuilage (trois (3) lignes)



Figure II-4 : prétraitement de la STEP [44].

II.4.1.2 LE DEGRILLAGE :

Le dégrillage élimine les déchets insolubles tels que les plastiques, les serviettes hygiéniques, coton-tige.

La première phase des prétraitements pour la STEP de Beni Mered consiste en un dégrillage fin des effluents de les débarrasser des matières grossières, un ensemble de 4 dégrilleurs fins automatiques entrefer 10mm dont 1 secours. Les déchets extraits sont recueillis dans une vis convoyeuse puis dans une vis comateuse à déchets. La vitesse d'approche dans le canal du dégrilleur est de l'ordre de 0,51 m/s [42].



Figure II-5 : Dégrilleur automatique fin [44].

II.4.1.3 DESSABLAGE ET DESHUILAGE :

Le dessablage a pour but d'extraire les graviers, le sable et les particules minérales plus ou moins fines de l'eau brute afin d'éviter les dépôts dans les canaux et canalisations et de protéger les pompes et autres équipements.

Cette opération est équipée de trois lignes de dessableurs permettant de recevoir un débit total de 4800 m³/h. cette unité est un ouvrage rectangulaire à flux longitudinal lent, actuellement, deux lignes sont exploitées avec un débit de pointe unitaire de 1600 m³/h. [42]



Figure II-6 : : Ligne de dessableur -déshuileur.

Le sable accumulé au fond dessabler / déshuileur est évacué par un système d'air lift intégré au pont. Des pompes à vide permettent d'aspirer le sable et de le transférer vers le canal de collecte le long du dessableur / déshuileur [42].



Figure II-7 : Stockage des graisses dans une citerne et classification des sables dans une benne [44].

II.4.1.4 TRAITEMENT PRIMAIRE :

Il s'agit d'une décantation qui permet d'éliminer les matières en suspension décantables de diminuer la concentration en pollution naturellement sans ajouter de produits chimiques.

La station d'épuration de Beni Mered est constituée de trois ouvrages de décanteurs primaires dont le volume unitaire de chaque décanteur est de 2223 m³[42].

Le décanteur primaire a pour but d'effectuer un premier abattement sur les paramètres MES (55%), DCO (30%) et DBO5 (30%). Cela se traduit par l'accumulation de boues en fond de décanteur. Ces boues sont raclées vers un puits central, puis elles sont alors extraites vers la file de traitement des boues via la bêche de mélange des boues mixtes (biologiques et primaires). Les eaux en surface passent à travers une lame déversant crénelée en périphérie du bassin. Après cette étape, les eaux sont dirigées vers les bassins d'aération [42].

II.4.1.5 BASSIN D'AERATION :

La plupart des procédés destinés à l'épuration des eaux usées d'origine urbaine ou industrielle font intervenir une phase biologique aérobie. Au cours de cette phase, les microorganismes dégradent la matière organique par oxydation et les matières en suspension (MES) sont retenues par les bio floccs.

Le bassin biologique présente 3 objectifs :

- Oxydation des produits carbonés.
- Oxydation et réduction des produits azotés.
- Oxydation et réduction du phosphore.

En aval des décanteurs primaires, les effluents sont dirigés vers le traitement biologique. Le bassin biologique se considère autant que le cœur de la STEP dont l'épuration des eaux usées s'effectue grâce à une population spécifique de bactérie. Cette population bactérienne appelée biomasse ou une boue activée dégrade et assimile la pollution [42].

La station d'épuration de Beni Mered est constituée de trois ouvrages de bassin d'aération dont le volume unitaire de chaque bassin est de 4762 m³[42].

L'oxygénation de chaque bassin est assurée par quatre aérateurs de surface d'une puissance nominale unitaire de 55 kW. La valeur d'apport spécifique brute en oxygène maximale est de 1.6 kg d'O₂ /kWh [42].



Figure II-8 : Bassin d'aération de la STEP de Béni Mered.

II.4.1.6 TRAITEMENT SECONDAIRE :

Cette étape de traitement est primordiale pour garantir une qualité de rejet conforme aux normes algériennes. Elle est aussi appelée la décantation secondaire ou la clarification.

Elle assure la séparation entre les boues et l'eau traitée dont elle dépend de la decantabilité des boues (liée à la nature des effluents) et de la capacité de l'ouvrage à atténuer de fortes

variations de charges hydrauliques. La station d'épuration de Beni Mered est constituée de trois ouvrages de clarificateurs dont son volume unitaire pour chaque bassin est de 6315 m³ [42]. Le clarificateur de chaque fil est alimenté gravitairement, celle-ci se fait par le puits central de l'ouvrage par l'intermédiaire d'une canalisation passant sous radier. Les boues décantent en fond d'ouvrage. Elles sont aspirées grâce à un ensemble de tubes verticaux (tube de suction) qui balayent toute la surface de l'ouvrage à chaque rotation. Un pont racleur conventionnel conduirait à un temps de séjour plus important car les boues décantant en périphérie qui devraient alors être ramenées en partie centrale de l'ouvrage avant extraction [42]. Les épurées sont récupérées par surverse et dirigées vers le poste de désinfection.



Figure II-9 : Clarificateur de la STEP de Béni Mered.

II.4.1.7 RECIRCULATION DES BOUES SECONDAIRES :

La recirculation des boues collectées dans les clarificateurs a pour but de maintenir la concentration en biomasse épuratrice dans les bassins d'aération.

Le taux de recyclage des boues dans le cas de la station d'épuration de Beni Mered est défini à 200 % du débit de pointe entrant. La recirculation s'effectue directement dans le bassin d'aération [42].

II.4.1.8 DESINFECTION :

La présence de germe de contamination fécale (comme les coliformes fécaux et streptocoques) 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 est 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 (produit commercial classique) avec une densité de 1.22kg/l avec concentration en chlore de 13% dont il est stocké dans deux cuves verticales de volume unitaire de 20 m³[42].

Tableau 09 : Caractéristiques dimensionnelles et fonctionnelles. [42]

Données	Unité	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	5
Concentration de l'eau de Javel à 13%	g/l	150
Consommation moyenne journalière hypochlorite de sodium	m ³ /j	3.44



Figure II-10 : Bassin de désinfection a chicanes [44].

II.4.1.9 EVACUATION DE L'EAU EPUREE :

Les eaux épurées, qui sont traitées par la station d'épuration de Béni-Mered sont déversées dans Oued Béni Mered, et aussi utilisé par les pompiers.



Figure II-11 : Sortie de l'eau épurée [44].

-FILIERE DE TRAITEMENT DES BOUES :

II.4.2 TRAITEMENT DE BOUE :

La filière de traitement des boues (voir la figure) retenue est suivante :

- Extraction des boues en excès primaires et secondaires depuis les puits à boues des décanteurs et clarificateurs ;
- Mélange des boues primaires et des boues biologiques dans une nouvelle bache de mélange ;
- Stabilisation aérobie des boues sur deux ouvrages identiques, permettant la réduction de la part organique totale ;
- Déshydratation mécanique des boues réalisées sur quatre unités de filtre à bande presseuses - aire de poste des bennes d'évacuation des boues.

Aire de stockage bétonnée permettant la mise en dépôt de 05 jours de production de boue déshydratées [42].

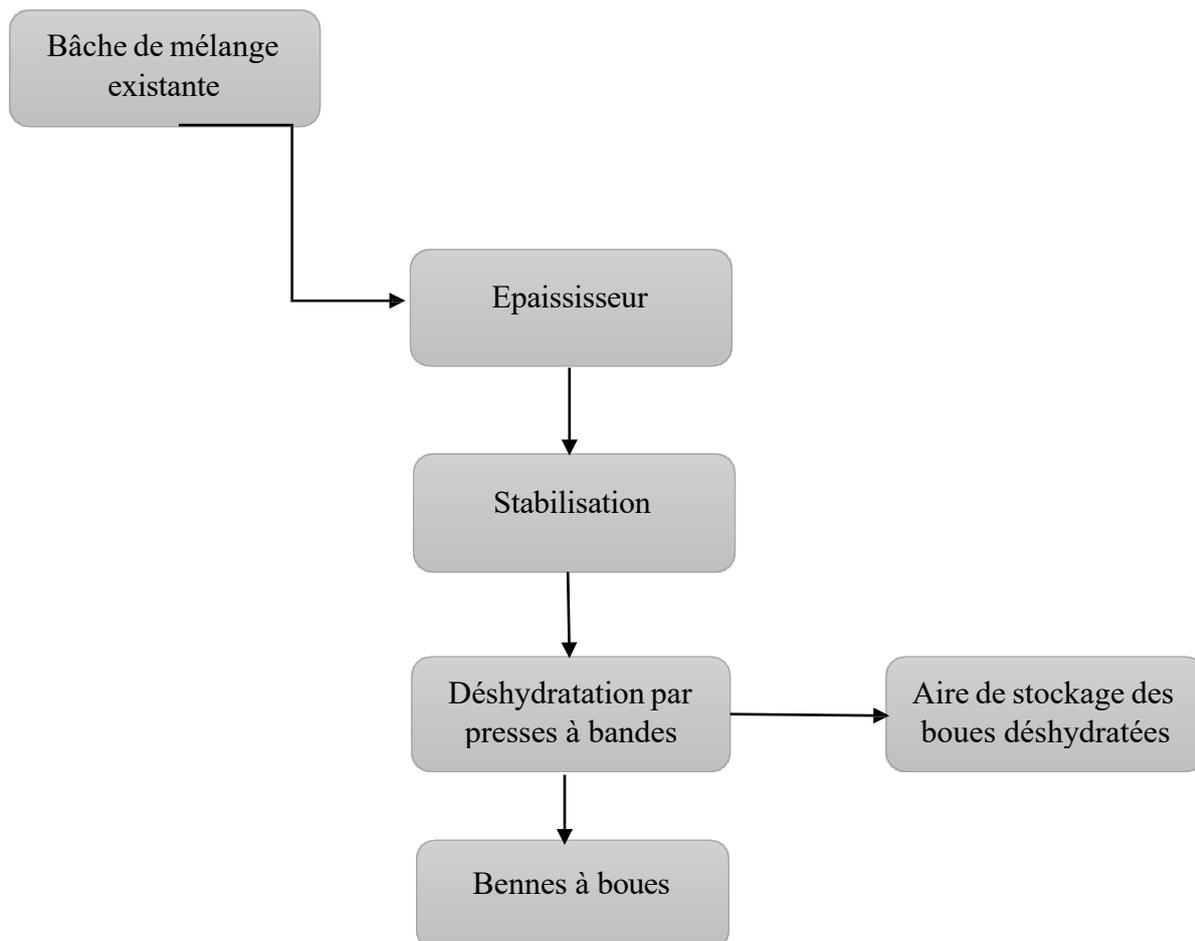


Figure II-12 : Schéma pour la file boue.

II.4.2.1 EXTRACTIONS DES BOUES EN EXCES :

Les boues en excès sont extraites des puits à boue dans les clarificateurs des trois files de traitement biologique à l'aide de deux pompes centrifuges dans chaque file, dont une (01) secours automatique. Ces boues sont refoulées vers la bêche de mélange en amont de l'épaisseur. Avec un volume journalier total de 1407 m³/j [42].

II.4.2.2 BACHE DE MELANGE :

La bêche de mélange est une bêche qui collecte et mélange les boues extraites depuis les décanteurs primaires et les postes de recirculation, ainsi le poste de flottants ce poste se compose par une bêche avec agitateur et deux pompes de transfert avec un débit de transfert 70 m³/h [42].



Figure II-13 : Bêche de mélange de la STEP [44].

La bêche de mélange de la STEP reçoit les boues (voir le schéma) :

- Boue Primaires ;
- Boue Biologiques extraite (en excès) ;
- Les matières flottantes ;

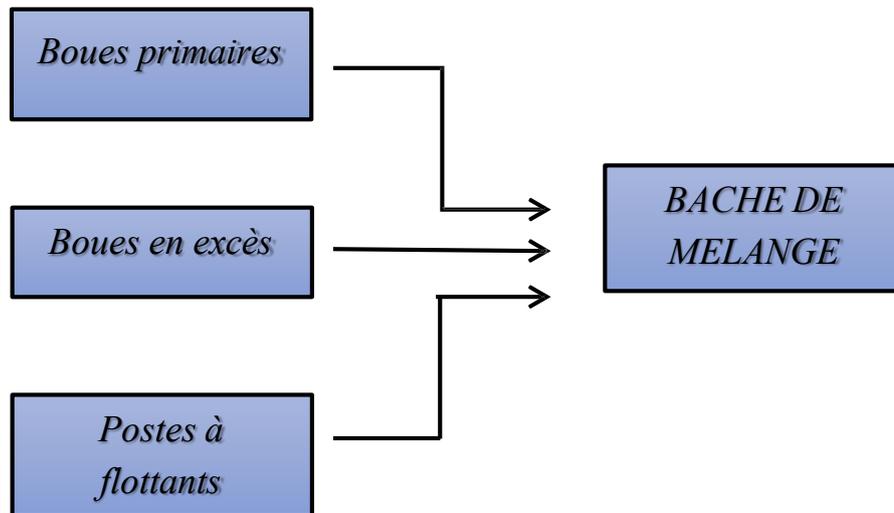


Figure II-14 : schéma descriptif des boues mixtes.

II.4.2.3 ÉPAISSISSEMENT GRAVITAIRE :

L'épaississement est basé sur la gravité (densité des boues) et le temps de séjour 1-3 jours dans l'épaississeur. Il s'agit d'un seul épaisseur statique d'un volume de 1521 m³

Il est conçu de la manière suivante :

1. L'alimentation en boue s'effectue par le centre, à l'intérieur d'une jupe de tranquillisation Clifford.
2. L'ouvrage est équipé d'un pont racleur de fond, mobile doté de racles.
3. Fosse de récupération centrale herse qui facilite le dégagement de l'eau interstitielle et des gaz occlus.
4. La boue épaissie est extraite en fond d'ouvrage.
5. L'eau de surverse est récupérée en surface.

Les boues concentrées dans l'épaississeur sont extraites par 03 pompes volumétriques dont une de secours installé. Ces pompes sont équipées d'une vanne et d'un débitmètre électromagnétique sur chaque refoulement vers chaque bassin de stabilisation aérobie.



Figure II-15 : Epaisseur [42].

II.4.2.4 STABILISATION DES BOUES :

Stabiliser une boue organique est la minéraliser avant de l'envoyer en déshydratation, donc un stabilisateur permet de réduire la masse de boues en dégradant une partie des matières volatiles, stabiliser la boue et hygiéniser partiellement la boue en plaçant les espèces pathogènes dans un environnement peu propice à leur survie. Les boues sont introduites dans deux bassins identiques aéré, dont pour chaque bassin, son aération est assurée par quatre (04) turbines verticales dont le rendement d'oxygénation retenu est de 1,9 kg O₂/KW en condition standards. Le temps de séjour est environ de quatorze (14) jours [42].



Figure II-16 : Stabilisateur.

II.4.2.5 DESHYDRATATION DES BOUES :

Les boues aspirées dans les ouvrages de stabilisation sont refoulées vers l'atelier de déshydratation. Elles sont floculées par injection d'un polymère en tête de chaque machine ce qui permet d'améliorer la formation des floes. Chaque ligne a une pompe dédiée ainsi que son débitmètre électromagnétique En amont des filtres presses il est prévu une table d'égouttage qui permet une évacuation facile de la plus grande partie de l'eau. Les boues déshydratées sont décollées par racleurs et sont reprises sous chaque filtre par une vis de convoyage commune. Les eaux de filtrat sont récupérées sous les combinés et sont évacuées vers le poste toutes eaux. [42]

Le volume journalier de boue traité est de 841 m³/J.



Figure II-17 : Usine de déshydratation.

II.4.2.6 STOCKAGE DES BOUES DESHYDRATEES :

Quatre (04) vis de convoyage reprennent les boues déshydratées en sortie de chacun des filtres et alimentent chacune une pompe gaveuse, soit quatre pompes au totale, ceci favorisant un secours total de l'installation.

Ces pompes gaveuses acheminent les boues déshydratées vers différents points de stockage à travers une canalisation commune soit vers deux (02) bennes de 7 m³ soit vers une aire de stockage bétonnée de 735 m³, permettant un temps de stockage de 7 jours calendaires.

Le volume maximum des boues déshydratées est de 105 m³ par jour de travail à 20% de siccité [42].



Figure II-18 : Zone de stockage des boues déshydratées.

II.4.2.7 SALE DE COMMANDE (SUPERVISION) :

La supervision est une salle de contrôle où les opérateurs (techniciens) et même les responsables gèrent et surveillent la station automatiquement. Cette salle nous donne une vue générale sur la station. L'organigramme illustrée dans la figure II. Ci-dessous nous indiquons l'état de fonctionnement de chaque étape de la station. Reliée aux ordinateurs avec un logiciel de base. La station d'épuration de Beni Mered est raccordée à un système complètement informatisé de supervision assurant la gestion et la tél-éconduite et la surveillance à distance de

L'ensemble des installations de la station. IL est possible à tout moment, de faire apparaître sur l'écran l'état détaillé de toute l'installation (moteur en marche ou à l'arrêt, défauts, niveaux, débit, etc.). S'il y a un problème dans la station il y aura un signal rouge sur le schéma [42].

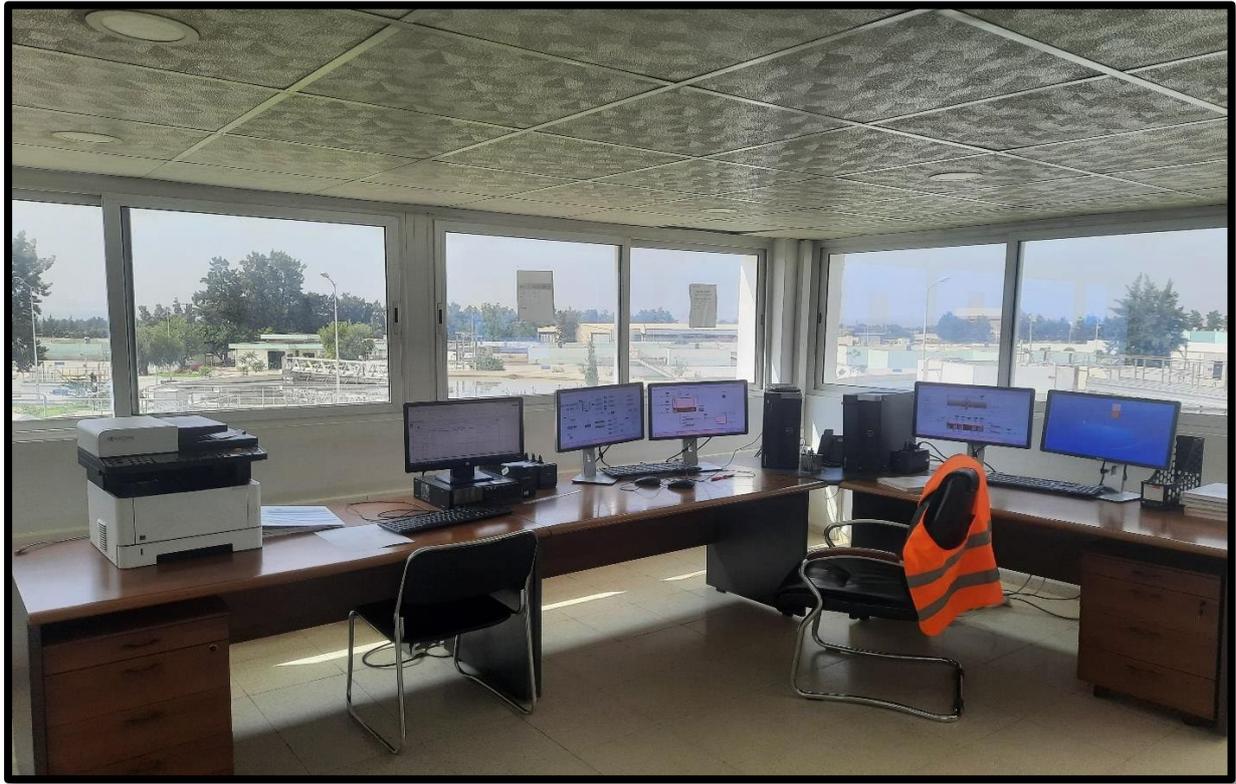


Figure II-19 : Sale de commande (supervision).

II.4.2.8 LABORATOIRE :

Grace a un laboratoire de contrôle de qualité implanté au niveau de la STEP, les analyses quotidiennes sont réalisées pour plusieurs points au long des chaines de traitements (traitement des eaux et des boues) afin de suivre la performance de la STEP. Le laboratoire de la STEP est équipé de différentes appareils des mesures physico-chimiques nécessaires, la méthode utilisée est la méthode spectrophotométriques (micro-méthode ou la méthode des kits) depuis la réhabilitation par contre en 2024 la méthode qui sera adapté c'est la méthode classique.



Figure II-20 : Le laboratoire de contrôle de qualité au niveau de la STEP.

CONCLUSION :

Nous avons choisi cette STEP comme zone d'étude vu :

- Sa position géographique a la wilaya de Blida
- Une station automatisée
- Elle fonctionne par le procédés boue activée
- Elle commence à faire la réutilisation de ces eaux épurées dès le 2021

Actuellement la STEP de Beni Mered reçoit que 25% de son débit nominal.

CHAPITRE III

**LA RÉUTILISATION DES EAUX
ÉPURÉES DE LA STEP DE BENI
MERED BLIDA**

INTRODUCTION

La réutilisation des eaux usées épurées répond à la crise de l'eau potable son objectif principale est non seulement de fournir des quantités supplémentaires d'eau de bonne qualité en accélérant le cycle d'épuration naturelle de l'eau, mais également d'assurer l'équilibre de ce cycle et la protection du milieu environnant.

La wilaya de Blida est l'une des wilayas d'Algérie chaude et tempérée en été. Face à la rareté des précipitations, la station de Beni Mered a résolu le problème en exploitant ses eaux traitées pour divers domaines (irrigation, industrie et nettoyage).

III.1 UTILISATION DES EAUX EPUREES DE LA STEP DE BENI MERED

La réutilisation des eaux épurées de la STEP de Beni Mered a commencé en 2021 après avoir le Ok et l'approbation que ses eaux sont de bonne qualité et respectent les normes algériennes par le laboratoire de la STEP et le laboratoire centrale de l'ONA par rapport aux paramètres physico-chimiques et les paramètres des métaux lourds. Le contrôle de qualité de ses eaux est quotidien par le laboratoire de la STEP, dans le cas d'un dysfonctionnement la STEP arrête le don de ses eaux [43].

Les eaux usées traitées par la STEP de Beni Mered sont réutilisées pour :

-Usage interne :

- Nettoyage
- Arrosage des espèces vertes

-Usage externe :

- L'arrosage des espaces verts et les plantes ornementales (plantes décoratives) ainsi les arbres de reboisement,
- Nettoyage des voiries,
- Lutte contre les incendies,
- Industrie

III.1.1 USAGE INTERNE DES EAUX EPUREES :

III.1.1.1 Nettoyage générale de la STEP :

Grâce à des agents polyvalents qui sont embouchés dans la STEP, le nettoyage est assuré utilise l'eau épurée pour le nettoyage de différents ouvrages de la STEP, en citant [43] :

- Le nettoyage de prétraitement : en cas d'un dépôt de sable et la stagnation des graisses dans les goulottes.

- Le nettoyage quotidien des goulottes des décanteurs surtout les mois de sécheresse (l'été).
- L'évacuation manuelle de la mousse (en cas de la présence) au niveau du bassin d'aération.
- l'évacuation des boues remonté et de mousses au niveau de clarificateur en cas d'un dysfonctionnement
- Remise en ordre les surfaces après n'importe quelle intervention dans n'importe quel point par exemple : vidange d'un épaisseur.
- Le nettoyage des tables a presse avant et après le démarrage de la déshydrations.
- Nettoyage des sols et les locaux.



Figure III-1 : Nettoyage d'usine de déshydratation [originale].



Figure III-2 : Nettoyage de parking de la STEP [originale].

III. 1.1.2 L'ARROSAGE :

Les espaces verts dans une STEP jouent un grand rôle dont elles améliorent l'air pour l et aident à réduire les dépenses de santé physiques ou morales dans un milieu de travail. Et aussi elles ornent le périmètre extérieur de la STEP.

Ces espaces compris les plantes de multi races, les roses, les arbres de reboisements, Sont à l'attention des jardiniers en réalisant l'arrosage par l'eau épurée de la STEP (voir la figure III-3) [43].



Figure III-3 : Espaces verts de la STEP [originale].

La figure suivante montre quelques vannes alimentées d'eau épurée au niveau de chantier



Figure III-4 : Vannes alimentée par les eaux épurées [originale].

III.1.2 USAGE EXTERNE DES EAUX EPUREES :

L'usage externe des eaux épurées de la STEP de Beni Mered se fait uniquement dans la wilaya de Blida en remplissant des camions citernes ou en alimentant par un réseau les approximatés comme le cas de CET qui est juste à côté de la STEP [43].

III.1.2.1 NETTOYAGE DES VOIRIES :

Mitidja Hadaik utilise un volume de 3854 m³/an, par des camions citernes pour le nettoyage des voiries et l'arrosage des espaces vert du grand Blida.

Matidja hadaik a l'autorisation de venir n'importe quel moment 24/24 7/7 a la STEP pour remplir ces citernes selon son besoin.

La figure III-5 montre la vanne de l'alimentation des eaux épurées pour l'usage externe.



Figure III-5 : vanne de la réutilisation des eaux épurées externe [originale].

-L'ONA utilise les eaux épurées de la STEP pour le débouchage des réseaux d'assainissement avec un volume de 540 m³(2021).

Et la figure III-6 – III-7 montre les camion-citerne de Matidja hadaik entraine de remplir les eaux.



Figure III-6 : les citernes de Metidja hadaik le jour.



Figure III-7 : les citernes de Metidja hadaik la nuit [43]

III.1.2.2 ARROSAGE ET AMENAGEMENT DES ESPACES VERTS :

En 2021, une convention est signée avec les agriculteurs pour un don d'eau à condition qu'ils utilisent ses eaux justes pour Tous travaux visant l'aménagement de jardins, plateforme de fleurs décoratives et d'entretien des gazons et autres aménagements décoratifs, d'espaces de loisirs, aménagement de bassins d'eau, jets d'eau, allées de promenade, etc. Mise en place et entretien des gazons dans les enceintes sportive.

Plus de 50 millions arbres est irriguées par les eaux épurées de la STEP de Beni Mered en 2021, par un volume de 14107 m³.et un arrosage des plantes au niveau des forêts par un volume de 1350 m³ à Sidi Aissa et Cheraifia [43].



Figure III-8 : Arbre de reboisement, pépinière Cheriafia.



Figure III-9 : Arbre de reboisement, pépinière Sidi Aissa [43].

III.1.2.3 POUR L'INDUSTRIE :

L'EPWG CET (Etablissement Public de Wilaya de Gestion des Centres d'enfouissement Technique) utilise un volume de 19450 m³ an, par raccordement directe pour le refroidissement de l'incinérateur et le nettoyage de plastique avant la déchèterie [42].



Figure III-10 : Alimentation par une conduite de l'eau épurée pour le cet [43].

-Lutte contre les incendies avec un volume de 48 m³ (la protection civile).

-Les volumes réalisés à la saison estivale (été) est plus importante qu'hiver, vu la présence de quantité importante de précipitation en hiver (pour l'irrigation et le nettoyage).

Le tableau ci-dessous (Tableau 10) montre les volumes réutilisés des eaux épurées pour l'an 2023 durant les cinq (05) mois de Janvier à Mai [43] compris les deux usages : externe et interne.

Tableau 10 : Volume réutilisé des eaux épurées en 2023 [42].

Les mois	Volume (m ³)
Janvier	2000
Février	24000
Mars	8342
Avril	11750
Mai	26600

III.1.2.4 USAGE POUR L'AGRICULTURE :

Un plan d'action ONA est en cours d'étude pour réaliser un traitement tertiaire au niveau de la STEP de Beni Mered, afin de pouvoir réutiliser les eaux épurées pour l'agriculture (irrigation de périmètre d'agricole Beni Mered Boufarik). Pour juger la fiabilité il est indispensable de procéder à une validation et contrôle de qualité des eaux épurées non seulement selon les paramètres physico-chimiques mais aussi par rapport au paramètres microbiologiques. Une équipe de la direction générale de l'ONA a commencés à faire un inventaire de prélèvement des eaux épurées puis les transporter au laboratoire central de l'ONA afin d'effectuer les analyses microbiologiques en basant sur les deux paramètres : coliformes fécaux et coliforme totaux.

Le projet est basé sur l'implantation de la filtration et les ampoules de l'ultraviolet avant le rejet au milieu naturel.

CONCLUSION

Le développement de la réutilisation des eaux usées en Algérie est considéré comme une très bonne incitative dans la science de l'eau et dans l'échelle économique.

Pour quoi gaspiller de l'eau potable si l'eau épurée peut répondre aux divers besoins.

CHAPITRE IV
MATERIELS ET
METHODES

INTRODUCTION

Sur le plan méthodologique ce travail est divisé en trois principales parties :

- Un travail de terrain comprenant les campagnes d'échantillonnage des points d'eau existants sur la STEP (EB – EE)
- Un travail analytique au laboratoire physico-chimie de la STEP

IV.1 PRÉLÈVEMENT ET ÉCHANTILLONNAGE :

L'échantillonnage est une action qui consiste à prélever une partie considérée comme représentative d'une masse d'eau en vue de l'examen de diverses caractéristiques définies. Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau [44].

Sous l'organisation de l'équipe de laboratoire, nous avons utilisé deux méthodes :

-Échantillonneur automatique :

Les échantillons sont prélevés à l'entrée et à la sortie de la station par un dispositif d'échantillonnage fonctionnant proportionnellement au débit. Ce préleveur assure pour une période de 24 heures un mélange d'échantillons représentatif à l'entrée de la station de lagunage pour l'eau brute et à la sortie pour l'eau épurée (voir figure IV-1).



-Prélèvement manuel :

L'emploi de flacons neufs en verre borosilicaté en polyéthylène haute densité (PEHD) avec des bouchons en téflon lavés avec une solution détergente à chaud et rincés avec de l'eau distillée puis séchés, est recommandé. L'emploi de la canne en polyéthylène haute densité est obligatoire au niveau des points de prélèvement inaccessibles. Le matériel doit être rincé avec l'échantillon avant le remplissage. La bouteille sera plongée à une certaine distance du fond (50 cm) et de la surface, assez loin des bords ainsi que des obstacles naturels ou artificiels, en dehors des zones mortes ou des remous, et en évitant la remise en suspension des dépôts (Voir figure IV-2).

Le volume nécessaire pour une analyse complète d'eau varie de 2 à 5 litres, non compris les prélèvements spéciaux [45].



Figure IV-2 : Prélèvement manuel [Originale].

IV.1.1 CONDITIONS DE CONSERVATION DES ECHANTILLONS :

Les prélèvements subiront obligatoirement un certain temps de transport et une éventuelle attente au laboratoire avant les analyses, ces temps doivent être réduits au minimum car des phénomènes chimiques et bactériologiques peuvent se manifester et qui conduiront au changement de la composition et les paramètres physico-chimiques de l'eau. Afin de maintenir une composition stable de l'eau et d'assurer une conservation satisfaisante, un

transport à une température à 4°C et à l'obscurité dans des emballages isothermes est favorable [45].

Les temps de conservation et les températures varient selon les paramètres à analyser

Pour la mesure du pH, aucun agent de conservation n'est requis. Conserver l'échantillon à 4°C. Pour les échantillons liquides, il est recommandé d'effectuer l'analyse immédiatement après la prise d'échantillon. Si l'analyse ne peut être faite sur le terrain, l'échantillon devrait être analysé dans les 24 heures suivant le prélèvement.

Pour les matières en suspension ; la mesure doit être effectuée dans les plus brefs délais si possible dans les 4 heures suivant le prélèvement. Conserver les échantillons qui ne peuvent être analysés dans les 4 heures à l'abri de la lumière, à une température comprise entre 1 et 5 °C, mais ne pas congeler l'échantillon [45].

IV.1.2 PRINCIPAUX RENSEIGNEMENT A FOURNIR LORS D'UN PRELEVEMENT :

- Identité du préleveur ;
 - Demandeur (industriel, organisme, service de l'état...) ;
 - Motifs ou causes motivant la demande d'analyse (autorisation de rejet, contrôle de rejet) ;
 - Problèmes dans le milieu récepteur (mortalité des poissons, eutrophisation, etc.) ;
 - Caractéristiques et aspect du milieu récepteur – usages du milieu récepteur – conditions météorologique particulière (sécheresse, pluies, crues, etc.) – remarques éventuelles des riverains ;
 - Identification du point de rejet et du point de prélèvement ;
 - Origine de l'effluent (établissement agricole ou industriel, rejet urbain, etc.) ;
 - Caractéristiques du débit (permanent, intermittent ; variable... volume) ;
 - Température ;
 - Système d'épuration ;
 - Analyses à effectuer (conservateurs utilisés) ;
 - Situation du point de prélèvement- date et heure ;
 - Méthode de prélèvement (instantané ou automatique) - fréquence – durée – matériel utilisé ;
- Observation particulière.

IV.2 PARTIE ANALYTIQUE AU LABORATOIRE DE LA STEP

La partie analytique (analyses physico-chimiques) des échantillons d'eau recueilles sur le terrain a été effectuées au laboratoire du la STEP. Afin de suivre les analyses, nous avons effectués un stage pratique de trois mois sur la période allant du 07 mars au 01 Juin 2023 a la STEP de Beni Mered qui fait partie du l'ONA.

Durant ce stage, les analyses des échantillons d'eau ont été faites selon le programme suivant : Il s'agit d'effectuer des analyses physico-chimiques en mesurant les paramètres physiques et en déterminant avec la méthode MICRO-METHODE sur les concentrations des paramètres suivantes : T, pH, O₂ dissous, conductivité, DBO₅, la DCO, les MES, nitrates NO₃⁻, azote ammoniacal NH₄ et le phosphore total P_T.

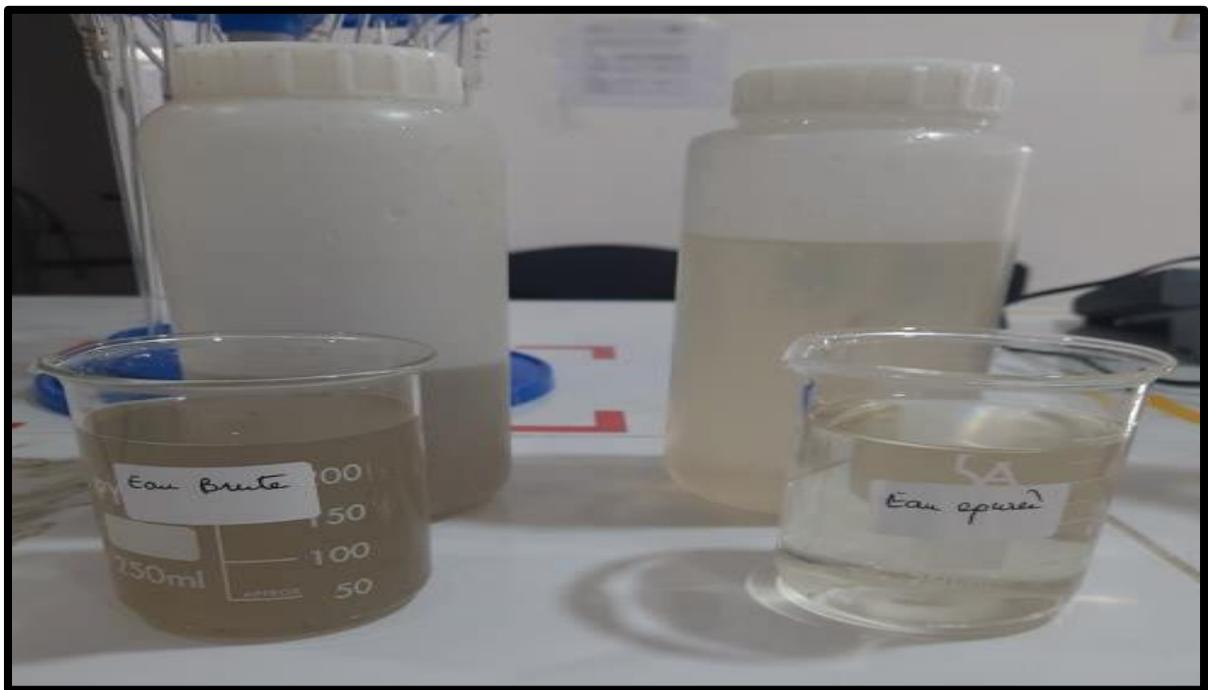


Figure IV-3 : prélèvement de l'EB et l'EE [Originale].

IV.2.1 PLAN D'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUES :

-Principe :

La méthode est basée sur l'utilisation d'un pH-mètre, oxymétrie, conductimètre et un thermomètre pour mesurer respectivement le pH et la température, l'oxygène dissous et la conductivité. La température peut être mesurer aussi par les trois appareils grâce a un thermomètre combiné.

-Mode opératoire :

1. Vérifier les diverses connexions : secteur, électrodes, etc. ;
2. Rincer le vase, le barreau magnétique, l'électrode, avec l'eau distillée ;

3. Remplir le bécher avec l'échantillon ;
4. Immerger les sondes /électrodes préalablement calibrées dans le bécher dans les secondes qui suivent le prélèvement ;
5. Attendre quelques secondes pour que la valeur s'affiche et se stabilise. Enregistrer la valeur ;

Nettoyer les sondes/électrodes soigneusement avec l'eau distillée et essuyer l'extrémité de l'électrode avec un papier.

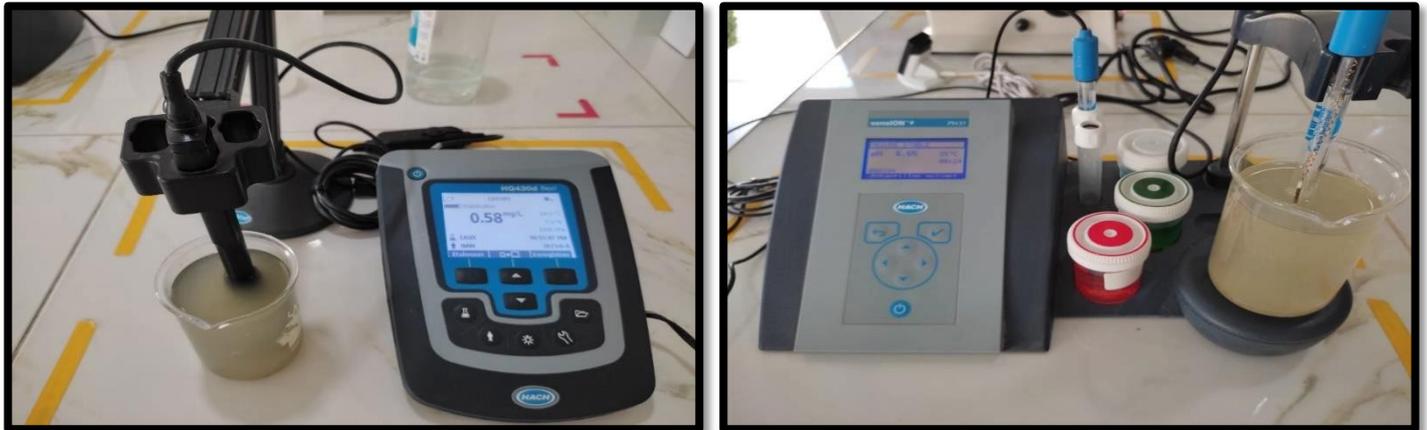


Figure IV-4 : oxymètre et pH-mètre [Originale].

IV.2.1.1 LES MATIÈRE EN SUSPENSION (MES) :

-Principe :

La détermination de MES s'effectue par deux méthodes :

- La filtration : le principe de double pesée un volume d'échantillon est filtré sur un filtre de fibre en verre (préalablement pesé à vide) et les résidus sur cette dernière, le rapport de la différence de masse sur le volume d'eau filtré donne la concentration de MES en mg/l.

-Appareillage et verrerie :

- Système de filtration sous vide ;
- Filtre en microfibre en verre Wattman ;
- Coupelle en aluminium ;
- Pince ;
- Dessiccateur ;
- Etuve à 105 ° C ;
- Eprouvette graduée.

-Mode opératoire :

1. Rincer les filtres soigneusement avec l'eau distillée, puis les sécher à l'étuve et les stocker dans le dessiccateur ;
2. Peser les filtres à vide et enregistrer la valeur en tant que M0 ;
3. Placer le filtre avec le côté plissé au-dessus dans l'appareil de filtration ;
4. Faire passer le volume d'échantillon jusqu'à l'élimination de toute les traces d'eau ;
5. Eteindre la pompe à vide et enlever le filtre à l'aide d'une pince et le transférer sur une coupelle de pesé en aluminium ;
6. Sécher dans un four à 105 C° pendant minimum 8h puis les laisse refroidir dans le dessiccateur ;
7. Peser les filtres et enregistrer la valeur en tant que M1 ;
8. Calculer les MES avec la formule suivante :

$$\text{MES (mg/l)} = (\text{M1} - \text{M0}) \times 1000 / \text{volume de l'échantillon (ml)}$$

Avec :

M0 : Masse initiale du filtre (mg) ;

M1 : masse de filtre +résidu sec (mg) ;



Figure IV-5 : Méthode de filtration.



Figure IV-6 : MES de l'EB et l'EE.

-Centrifugation :

- L'eau est centrifugée à environs 3000trs /min pendant 20min, le culot est recueilli, séché à 105°C et pesé ;
- Mode opératoire ;
- Centrifuger un volume d'eau de 50ml de l'échantillon ;
- Séparer le liquide surnageant par siphonage sans perturbation au dépôt et jusqu'à une hauteur de 10mm de liquide au-dessus du dépôt ;
- Transvaser les culots de matière dans une coupelle tarée ;
- Rincer les tubes à centrifuger 3fois avec une petite quantité d'eau permutée (20ml) ;
- Introduire les eaux de lavage avec les culots dans la capsule ;
- Sécher à l'étuve à 105°C jusqu'à masse sèche constante ;
- Laisser refroidir à dessiccateur et peser ;
- Peser la coupelle et enregistrer la valeur en tant que M1.



Figure IV-7 : Centrifugeuse.

IV.2.2 PROTOCOLE D'ANALYSES LA METHODE SPECTROPHOTOMETRIE (MICRO-METHODE) :

-Principe :

Un spectrophotomètre est un appareil qui mesure l'absorbance de longueurs d'onde donnée de la lumière avec une solution spécifique.

Les analyses spectrophotométriques sont réalisées avec un spectrophotomètre et une cuve (kit) de test spécifique. Cette analyse est très rapide, facile à utiliser et fiable pour mesurer différents paramètres tel que : la DCO, Azote total (NT), Nitrate ($\text{NO}_3\text{-N}$), Nitrite ($\text{NO}_2\text{-N}$), Azote ammoniacal (NH_4), phosphore total (PO_4) et l'ortho phosphate (PO_4^{3-}).



Figure IV-8 : Spectrophotomètre [Originale].

-Equipement :

- Spectrophotomètre HACH DR3900 ;
- Réacteur numérique avec double bloc de chauffage HACH LANGE LT200 ;
- Pipette a piston 0.1-1.3ml ;
- Pipette a piston 2ml ;
- Embout de pipette 0.2-1ml ;
- Porte cuve pour des cuvettes ;

Le tableau ci-dessous représente les réactifs utilisés pour la méthode spectrophotométrique

Tableau 11 : Réactifs utilisés pour la méthode des kits.

Paramètres	DCO	NT	PT	NH4	NO3	NO2
Réactifs	LCK 314	LCK 238	LCK 348	LCK 303	LCK 339	LCK 341
	LCK 514	LCK 338	LCK 350			

IV.2.2.1 Mesure de l'azote ammoniacal (NH₄⁺) :

La détermination d'azote ammoniacal est effectuée par micro méthode par des tests cuve HACH LCK 303.

-Mode opératoire :

1. Enlevez délicatement la feuille de protection de (DosiCapZip) de la cuve ;
2. Dévissez le bouchon (DosiCap Zip) ;
3. Pipetter soigneusement 0.2mld'échantillon ;
4. Revissez immédiatement et serrez le bouchon (DoziCap Zip) sur la cuve ; dirigeant la cannelure vers le haut ;
5. Mélanger bien le contenu de la cuve ;
6. Après 15 minutes nettoyer bien l'extérieur de la cuve ;
7. Insérez la cuve dans la porte cuve de spectrophotomètre et accéder à méthodes LCK/TNT après sélectionnez le test, appuyez sur mesurer.

IV.2.2.2 Mesure de nitrates (NO₃⁻) :

La détermination de nitrates est effectuée par micro méthode par des tests cuve HACH LCK 339

-Mode opératoire :

1. Pipeter 1ml de d'échantillon ;
2. Pipeter 2ml de la solution A ;
3. Vérifiez que le bouchon soit bien serré après refroidissement et mélanger bien le contenu de la cuve ;
4. Après 15 minutes, nettoyer bien l'extrémité de la cuve avec un papier-mouchoir ;
5. Insérez la cuve dans la porte cuve de spectrophotomètre et accéder à méthodes LCK/TNT après sélectionnez le test, appuyez sur mesurer.

IV.2.2.3 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.

-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.

-Mode opératoire :

1. Agiter le contenu de kit pour avoir une solution homogène ;
2. Pipette soigneusement 2 ml d'échantillon (eaux brutes, eaux épurées) ;
3. Fermer la cuve bien nettoyer l'extérieur de la cuve ;

4. Mélanger le contenu de kit encore une fois ;
5. Chauffer dans le thermostat pendant 2h à 148 °C ;
6. Faire sortir la cuve chaude et la mélanger 2 à 3 fois ;
7. Laisser la cuve refroidir à température ambiante ;
8. Bien nettoyer l'extérieur de la cuve ;
9. Insérer la cuve dans le compartiment pour cuves de spectrophotomètre et mesurer.



Figure IV-9 : Kits pour la mesure de la DCO [Originale].

IV.2.2.4 Demande Biologique en Oxygène (DBO5) :

La DBO5 est la quantité d'oxygène consommé par les microorganismes pour éliminer la matière organique biodégradable. La DBO5 est mesurée au bout de cinq jours à 20°C (température favorable à l'activité des micro-organismes consommateurs d'O₂) et l'obscurité (afin d'éviter toute photosynthèse parasite) grâce à un DBO mètre.



Figure IV-10 : DBO mètre [Originale].

-Principe :

La DBO5 est mesurée au bout de cinq jours à 20°C (température favorable à l'activité des micro-organismes consommateurs d'oxygène) et à l'obscurité (afin d'éviter toute photosynthèse parasite). Le volume de l'échantillon dépend de la valeur de la DCO d'après les formules suivantes :

Dans le cas de la réception des eaux domestiques uniquement, on a :

$$DBO5 = 80\%DCO$$

Dans le cas de la réception des eaux domestiques + des eaux industrielles, on a :

$$DBO5 = 50\%DCO$$

Afin de calculer les valeurs de la DBO, partir de tableau ci-dessous, nous allons choisir le volume et le dosage de l'inhibiteur de nitrification qui correspond à chaque plage.

Tableau 12 : Tableau de choix du volume d'échantillon [45].

Plage de mesure DBO en mg/ l	Volume d'échantillon en ml	Dosage de l'inhibiteur de nitrification ATH
0-40	428	10 gouttes
0-80	360	10 gouttes
0-200	244	05 gouttes
0-400	157	05 gouttes
0-800	94	03 gouttes
0-2000	56	03gouttes
0-4000	21,7	01goutte

-Mode opératoire :

1. Bien mélanger l'échantillon d'eaux usées ;
2. Mesure avec précision la quantité d'échantillon requise à l'aide d'une fiole jaugée adaptée et un entonnoir versé dans le flacon d'échantillonnage ;
3. Ajouter l'inhibiteur de nitrification ATH dans le flacon d'échantillonnage ;
4. Mettre un agitateur magnétique dans le flacon d'échantillonnage ;
5. Fermer le flacon à l'aide d'un bouchon en silicone ;
6. Ajouter le réacteur KOH dans le bouchon en silicone ;
7. Fermer le flacon et placer le dans appareil de mesure DBO5 oxyton ou DBO mètre.



Figure IV-11 : Matériel pour la mesure de la DBO5.

CONCLUSION :

La méthode spectrophotométrique est plus faible, rapide et moins dangereuse mais coûteuse par contre la méthode classique qui est moins coûteuse mais tellement dangereuse et l'utilisation de la hotte est nécessaire.

CHAPITRE V

PERFORMANCE DE LA

STEP DE BLIDA

INTRODUCTION

En vue d'évaluer le fonctionnement et la performance de la station d'épuration de Beni Mered, une série de mesures sur les paramètres de pollution de l'eau ont été effectuées respectivement à l'entrée (eaux brutes) et à la sortie (eaux traitées) de cette STEP. Les valeurs indicatives (les normes) des paramètres physico-chimiques pour les eaux brutes sont prises de Décret exécutif n°36 du 17 Joumada El thania 1430 correspondant au 11 juin 2009 relatif à la procédure d'autorisation de déversement .Et pour les eaux épurées, ces normes sont prises des normes algériennes et de l'OMS.

Les résultats expérimentaux trouvés sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 13 : Résultats expérimentaux Mars- Mai2023 (STEP de Beni Mered).

Paramètres	Température		PH		Conductivité		O2 dissous		DCO		DBO5		MES		Pt		NH4		NO3		Condition métrologique
	EB	EE	EB	EE	EB	EE	EB	EE	EB	EE	EB	EE	EB	EE	EB	EE	EB	EE	EB	EE	
05/03/2023	18.7	19.1	6.92	6.48	1615	1060	0.2	4.38	1127	62.1	-	-	416	6.4	19	1.48	76.2	22.4	1.48	1.23	Sec
07/03/2023	16.6	17.5	7.31	6.89	1385	1328	0.33	5.18	1407	67.8	-	-	144	4	/	/	/	/	/	/	Pluvieuses
16/03/2023	18.6	19.8	6.61	6.72	1719	1319	0.12	5.46	1154	62	463	10	550	7.33							Sec
19/03/2023	18.9	18.8	7.10	6.56	2008	1298	4.74	5.11	1254	80.4	380	7	672	30	43.8	30.3	76	8.06	1.61	11.3	Pluvieuses
05/04/2023	18.9	19.4	7.33	7.09	1712	1436	0.11	0.86	1061	66.1	414	6	390	12							Sec
17/04/2023	19.2	19.4	6.95	6.65	1669	1579	0.09	0.94	1934	123	686	14	654	39	45.7	35.76	107.6	117.6	2.48	09	Sec
25/04/2023	21	23.3	7.03	7.31	1746	1613	0.18	4.87	1072	71.3	477	17	926	6							Sec
04/05/2023	22.6	22.4	6.35	6.57	1610	1412	0.22	3.05	1181	86.3	593	35	730	49	/	/	/	/	/	/	Sec
10/05/2023	24.3	24.5	7	6.85	1652	1459	1.24	5.08	1331	77	490	22	894	16.8							Sec
15/05/2023	16.3	21.5	6.9	6.5	1194	851	0.27	5	629	53.7	176	2	476	13.6	37.8	28.86	60.8	1.29	1.92	1.38	Pluvieuses la nuit
22/05/2023	20.1	22.8	6.82	6.67	1241	811	0.76	3.07	789	53.3	220	2	162	11.2							Pluvieuses la nuit

V.1 INTERPRETATION DES RESULTATS DES PARAMETRES

PHYSICO-CHIMIQUES :

V.1.1 TEMPERATURE :

Les courbes suivantes représentent la variation de température des eaux a l'entrée (EB) et à la sortie (EE) de la STEP en (C°).

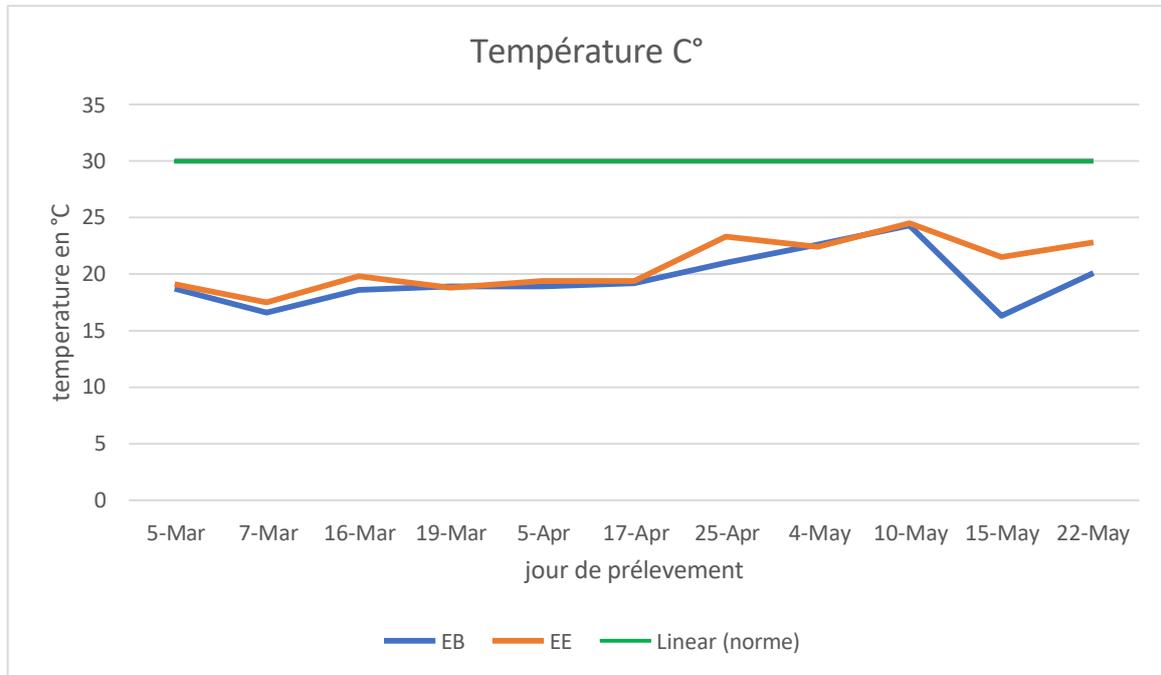


Figure V-1 : Variation journalière de la température à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 05/03/2023 au 21/05/2023).

D'après les résultats obtenues a partir de la figure IV-1, les températures des eaux brutes varient entre 16.3 °C et 24.3 °C, avec une moyenne de 19.5 °C. Pour les eaux épurées, les températures varient entre 17.5 °C et 24.5°C, avec une moyenne de 20.7 °C.

On constate que les deux graphes sont au-dessous de celle de la norme, ce qui explique une stabilité relative des valeurs qui conduit au développement des micro-organismes qui favorisent la dégradation de la pollution organique parce que la température est un facteur important dans l'activité bactérienne.

V.1.2 POTENTIEL HYDROGENE (pH) :

Les courbes suivantes représentent les variations de pH des eaux brutes et les eaux épurées de la STEP.

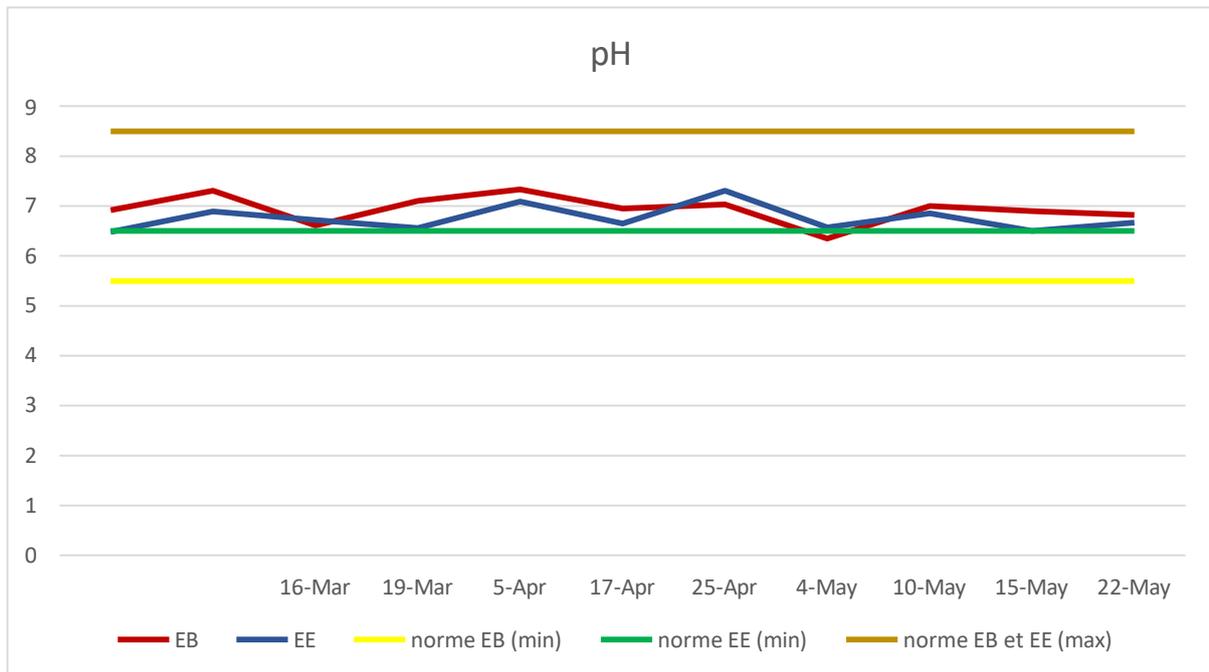


Figure V-2 : Variation journalière de pH à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 05/03/2023 au 21/05/2023).

Durant notre période d'étude les valeurs du PH mesuré varient entre 6.35 et 7.33 avec une moyenne de 6.93 pour les eaux brutes.

Et pour les eaux épurées les valeurs varient entre 6.5 et 7.31 avec une moyenne de 6.75.

En comparant les deux courbes avec celui de la norme, nous pouvons dire que les normes sont respectées sauf le 07-mai-2023, on remarque que le PH est en dessous de la norme minimal (6.5), et se dépassement est causé par les eaux industriel.

Un pH alcalin est une des conditions idéales de milieu pour la prolifération des microorganismes qui établis sent un parfait équilibre biologique, permettant la dégradation de la matière organique ce qui conduit à la décontamination de l'eau.

V.1.3 OXYGENE DISSOUS(O2) :

Le graphe suivant représente le taux d'oxygène dissous dans les eaux brutes en fonction des différents jours de prélèvement.

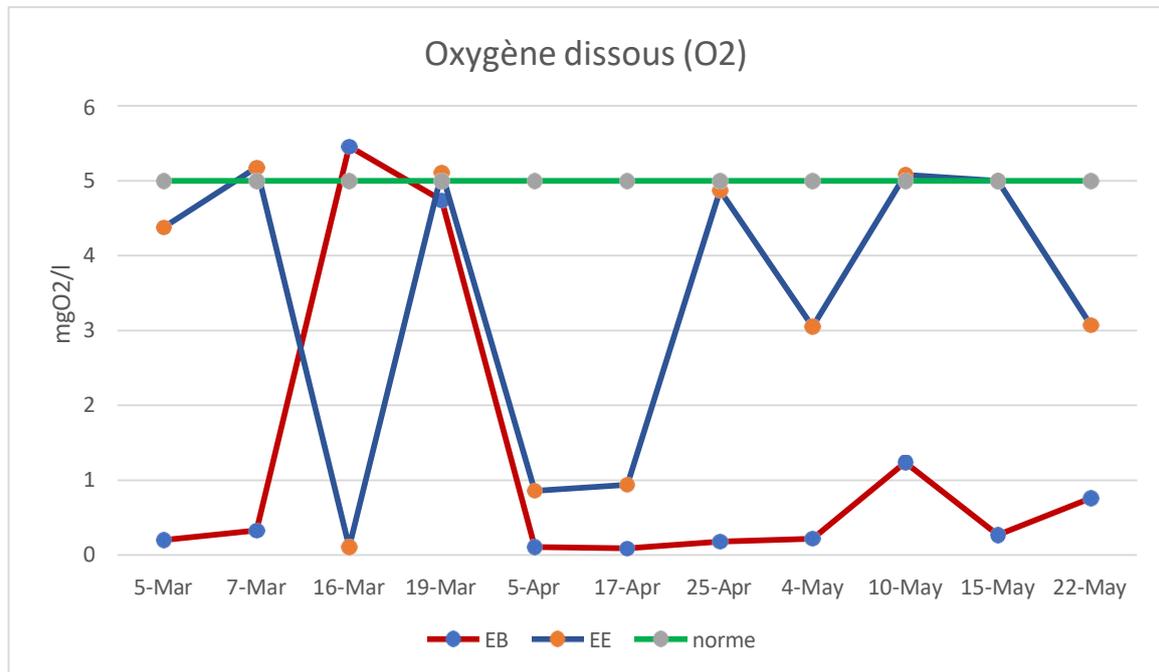


Figure V-3 : Variation journalière de l'oxygène dissous à l'entrée et à la sortie de la STEP.

Le graphe ci-dessus montre que L'oxygène dissous dans l'eau brute varie entre 0.09 et 5.46 mgO2/l avec une moyenne de 1.23 mgO2/l, et pour les eaux épurées varient entre 0,11 et 5,18 mgO2/l d'oxygène dissous avec une moyenne de 3.42 mgO2/l.

Nous notons en effet, une augmentation des valeurs moyennes mensuelle des concentrations en oxygène des eaux traitées Par rapport aux eaux brutes. Cette augmentation peut être expliquée par la diminution de la pollution, ce qui signifie qu'il y a un bon rendement épuratoire.

V.1.4 CONDUCTIVITE :

Le graphe suivant représente la variation de la conductivité des eaux brutes et épurée.

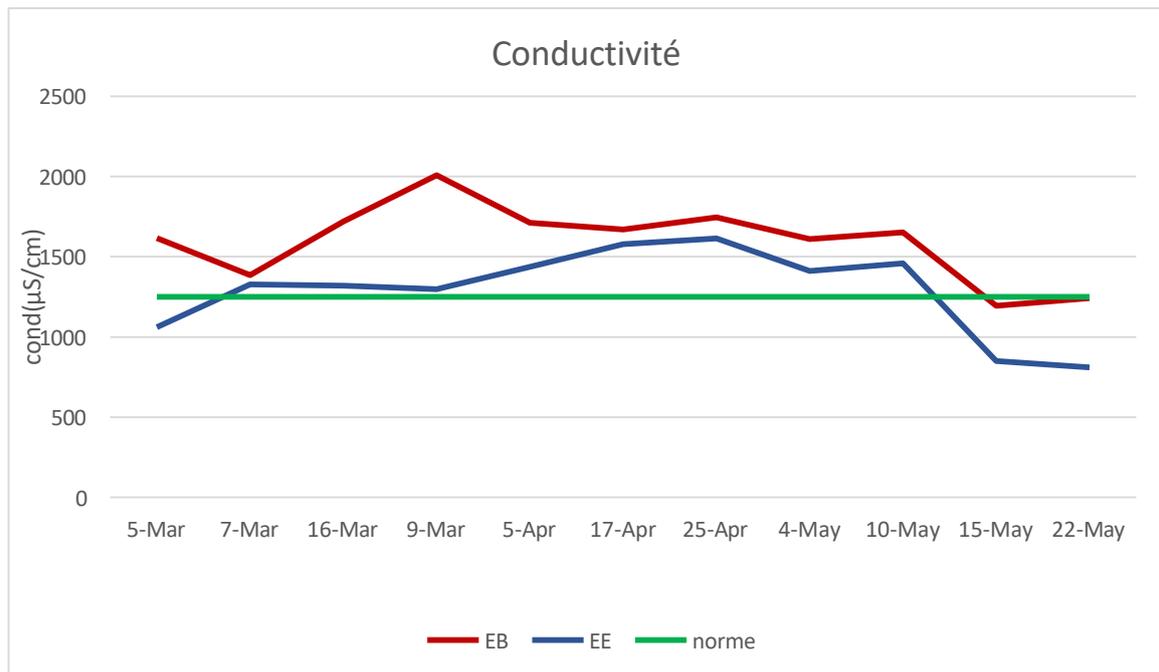


figure V-4 : Variation journalière de la Conductivité électrique à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 05/03/2023 au 21/05/2023).

D'après la figure V-4, on constate que les valeurs de la conductivité varient entre 1194µS/cm et 2008µS/cm avec une moyenne de 1995µS/cm. On remarque que la conductivité est élevée dans les eaux brutes avec un pic max de 2008µS/cm. Et ce qui concerne les eaux épurée les valeurs varient entre 811µS/cm et 1613µS/cm avec une moyenne de 1287µS/cm.

On constate que les valeurs de l'eau épurée sont tous conformes aux normes sauf deux points qui sont légèrement au-dessus de la norme, par contre la majorité des points de l'eau brute sont au-dessus de la norme c'est-à-dire elles ne sont pas conformes aux normes. Cette non-conformité peut être expliquer par l'arrivée des concentrations importantes des eaux chargées en sels dissous.

V.1.5 DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE (DCO) :

-Pour l'EB :

La courbe suivante représente la variation de DCO dans les eaux brutes.

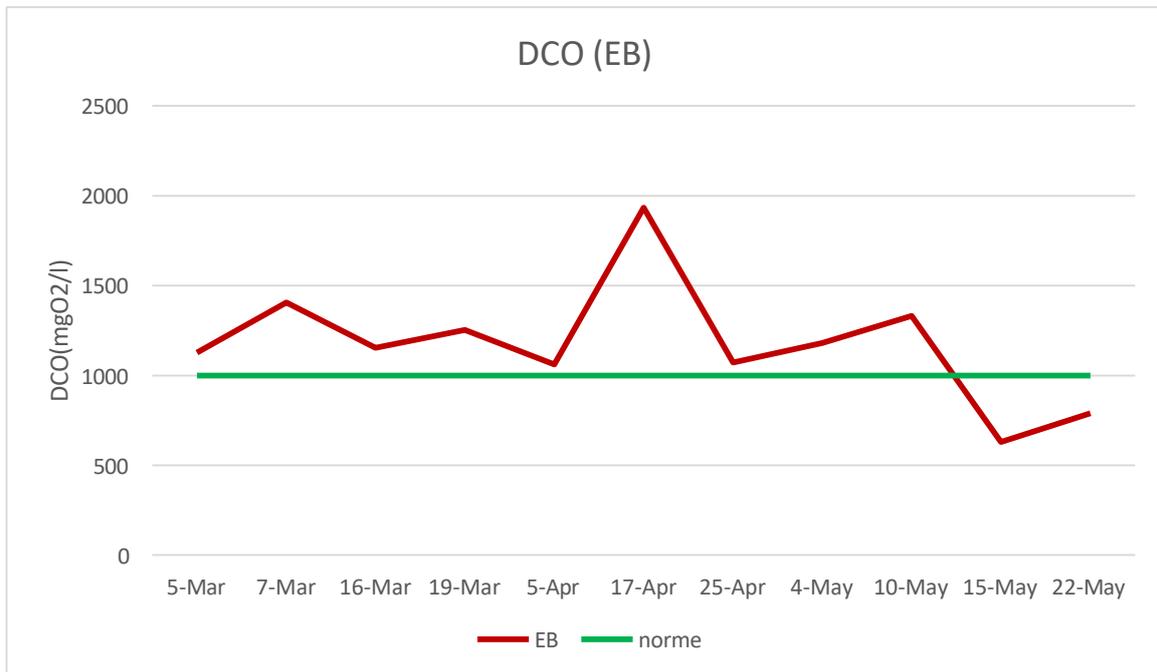


Figure V-5 : Variation journalière de la DCO (EB) à l'entrée de la STEP (Période du 05/03/2023 au 21/05/2023).

Les résultats obtenus montrent qu'à l'entrée de la STEP, les valeurs de la DCO varient entre 629 mgO₂/l et 1934 mgO₂/l avec une moyenne de 1176 mgO₂/l dont la majorité des points sont au-dessus de la norme (1000 mg/l) durant les 03 mois, cette augmentation est marquée à cause de l'arrivée des eaux industrielles à la STEP et aux raccordements des usines au réseau unitaire d'assainissement.

Pour l'EE :

Le graphe ci-dessous représente la variation de DCO dans les eaux épurées.

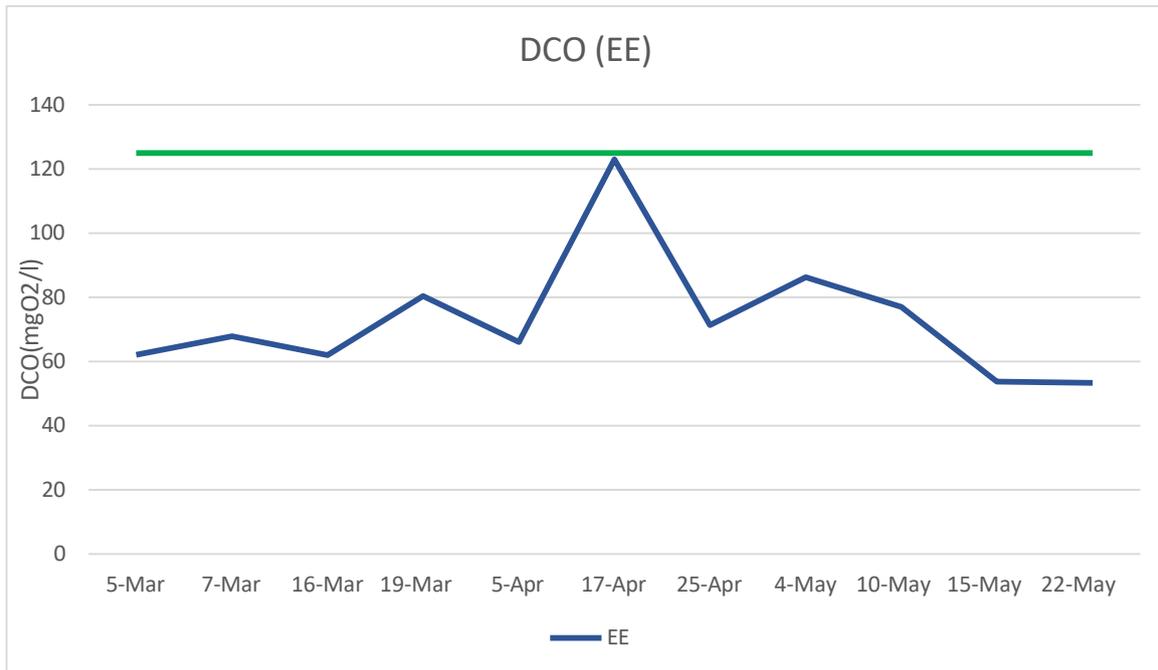


Figure V-6 : Variation journalière de la DCO (EE) à la sortie de la STEP (Période du 05/03/2023 au 21/05/2023).

D'après la figure V-6 on observe que tous les points sont au-dessous de la norme (<125) c'est à dire la norme est respecté à la sortie de la STEP, dont les concentrations de DCO dans les eaux épurées varient entre 53.3 mg O₂/l et 123 mgO₂/l avec une moyenne de 73 mgO₂/l, ce que suggère un bon fonctionnement de processus au niveau de la STEP.

V.1.6 MATIERE EN SUSPENSION (MES) :

-Pour l'EB :

Le graphe suivant représente la variation de concentration des matières en suspension en (mg/l) en fonction du temps des eaux à l'entrée de la STEP.

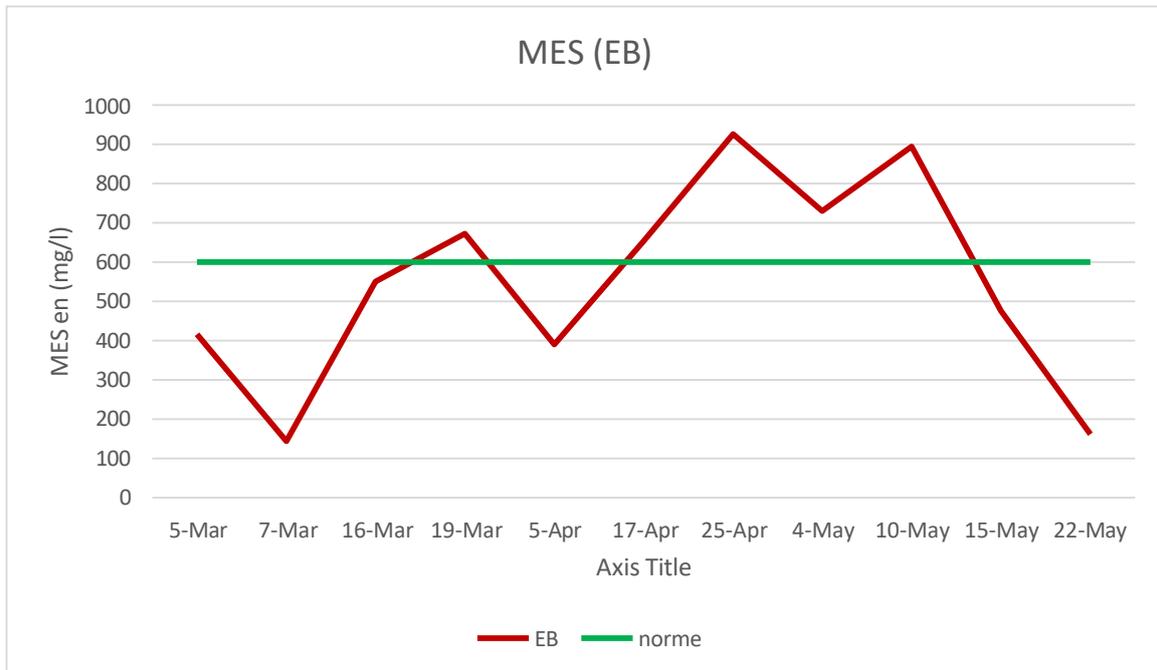


Figure V-7 : Variation journalière de MES (EB) à l'entrée de la STEP (Période du 05/03/2023 au 21/05/2023).

Notant que la concentration des matières en suspension (MES) dans les eaux brutes varient entre 144 mg/l et 926 mg/l avec une moyenne de 546 mg/l. il Y a des points au-dessus de la norme ce qui est expliquer par l'entrée d'une masse polluante chargé en matière solide et semi solide.

-Pour l'EE :

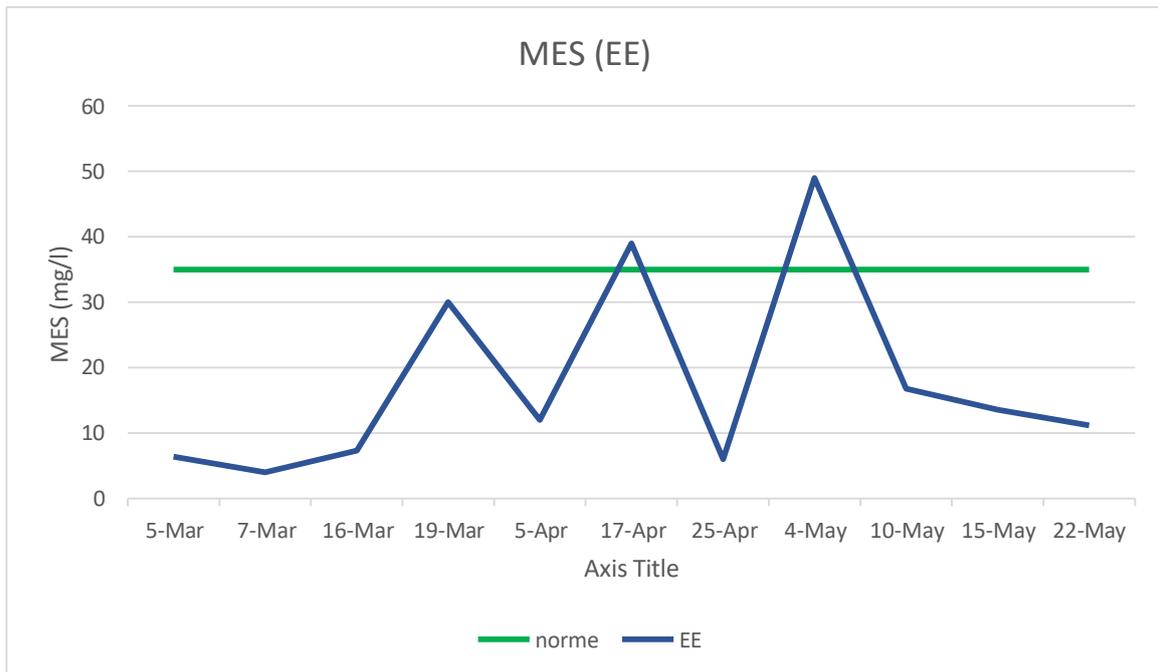


Figure V-8 : Variation journalière de MES (EE) à la sortie de la STEP (Période du 05/03/2023 au 21/05/2023).

La concentration de MES dans l'eau épurée est comprise entre 4 mg/l et 49 mg/l avec une moyenne de 17.7 mg/l. on observe que les valeurs ne dépassent pas les normes algérienne des rejets (35 mg/l).

V.1.7 DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGENE (DBO5) :

-Pour l'EB :

Le graphe ci-dessous représente la demande biologique en oxygéné dans les eaux brutes à l'entrée de la STEP.

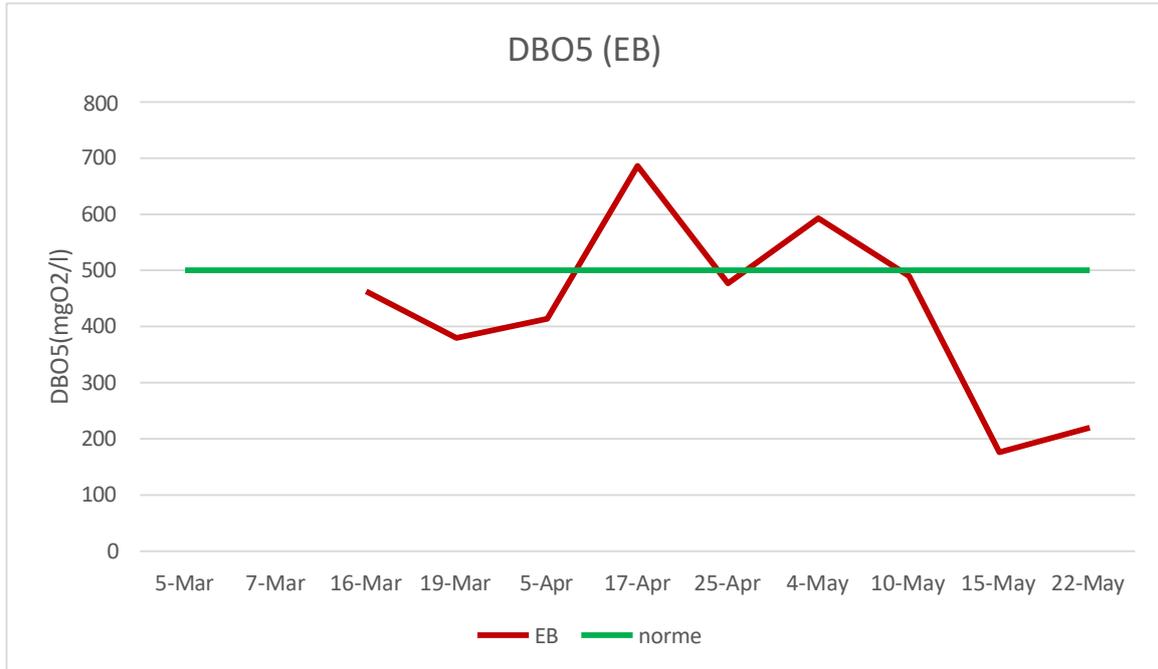


Figure V-9 : Variation journalière de la DBO5 (EB) à l'entrée de la STEP (Période du 05/03/2023 au 21/05/2023).

A partir des résultats trouvés, on remarque que les valeurs de la DBO5 enregistrées au niveau des eaux brutes de la station, sont comprises entre 176 mgO2/l et 686 mgO2/l avec une moyenne de 433 mgO2/l.

Les résultats sont tous conformes à la norme, sauf celle de 04 mai ce qui explique l'entrer d'une charge organique importante.

-Pour l'EE :

Le graphe suivant représente la demande biologique en oxygène des eaux épurée (DBO5) en mgO2/l en fonction des différents prélèvements.

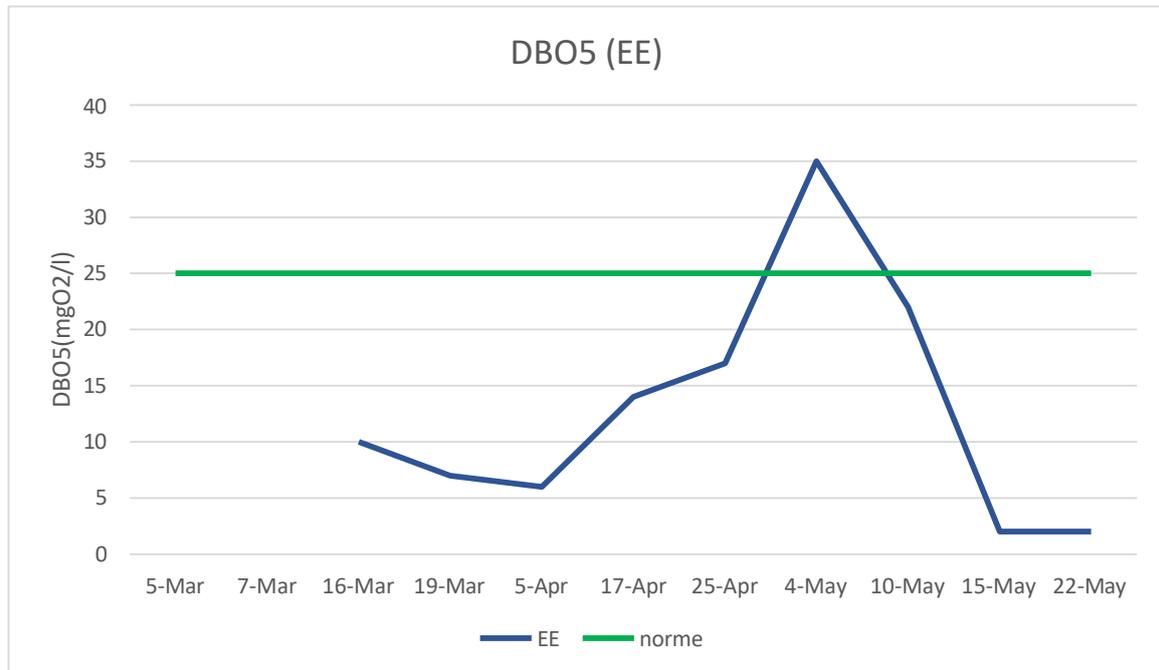


Figure V-10 : Variation journalière de la DBO5 (EE) à la sortie de la STEP (Période du 05/03/2023 au 21/05/2023).

Notons que l'eau épurée à la sortie de la station présente une DBO5 qui varie entre 2 mgO2/l et 35 mgO2/l avec une moyenne de 12.7 mgO2/l . Ces valeurs sont au-dessous la norme algérienne de rejet (< 25 mg/l), ce qui explique une biodégradabilité complète de la charge polluante.

Sauf le pic de 04 mai, attribué à un dysfonctionnement expliqué dans la figure de la DBO5 EE.

Il est possible que la DBO5 EE représente une analyse de la DBO5 avec des éléments supplémentaires, potentiellement liés à des aspects spécifiques de l'efficacité du traitement.

Le dysfonctionnement à cette date a probablement contribué à une augmentation temporaire de la DBO5, indiquant potentiellement une charge polluante plus élevée ou un processus de traitement compromis.

V.1.8 PHOSPHORE TOTAL (PT) :

Le graphe ci-dessous représente la concentration de phosphore (Pt) en mg/l dans les eaux brutes et les eaux épurées en fonction des différents jours de prélèvement.

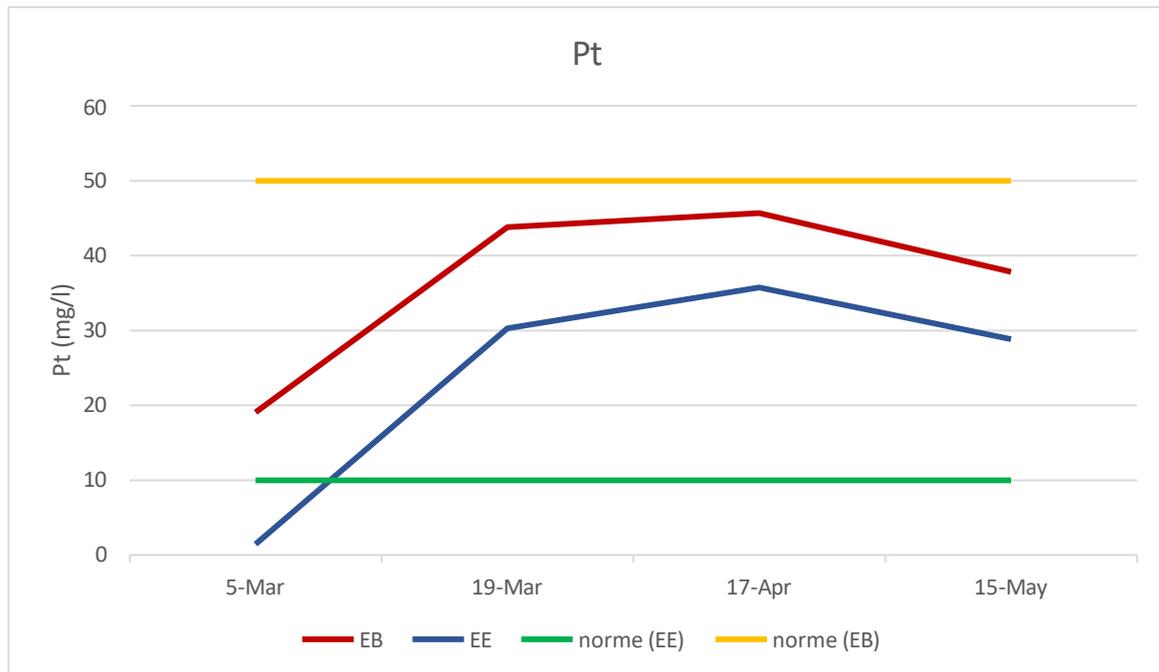


Figure V-11 : Variation mensuelle de Phosphore totale à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 05/03/2023 au 21/05/2023).

La concentration du phosphate varie entre 19.08 mg/l et 45.7 mg/l avec une moyenne de 36.6 mg/l dans les eaux brutes.

Et dans les eaux épurées elle varie entre 1.48 mg/l et 35.76 mg/l avec une moyenne de 24.1 mg/l.

On remarque la majorité des points sont au-dessus de la norme, son est due par l'absence de traitement physico-chimiques pour la déphosphoration (élimination de la pollution phosphatée).

V.1.9 NITRATE (NO₃-) :

Le graphe ci-dessous nous montre la variation de concentration du Nitrate (NO₃-) dans les eaux brutes et les eaux épurée de la STEP en mg/l.

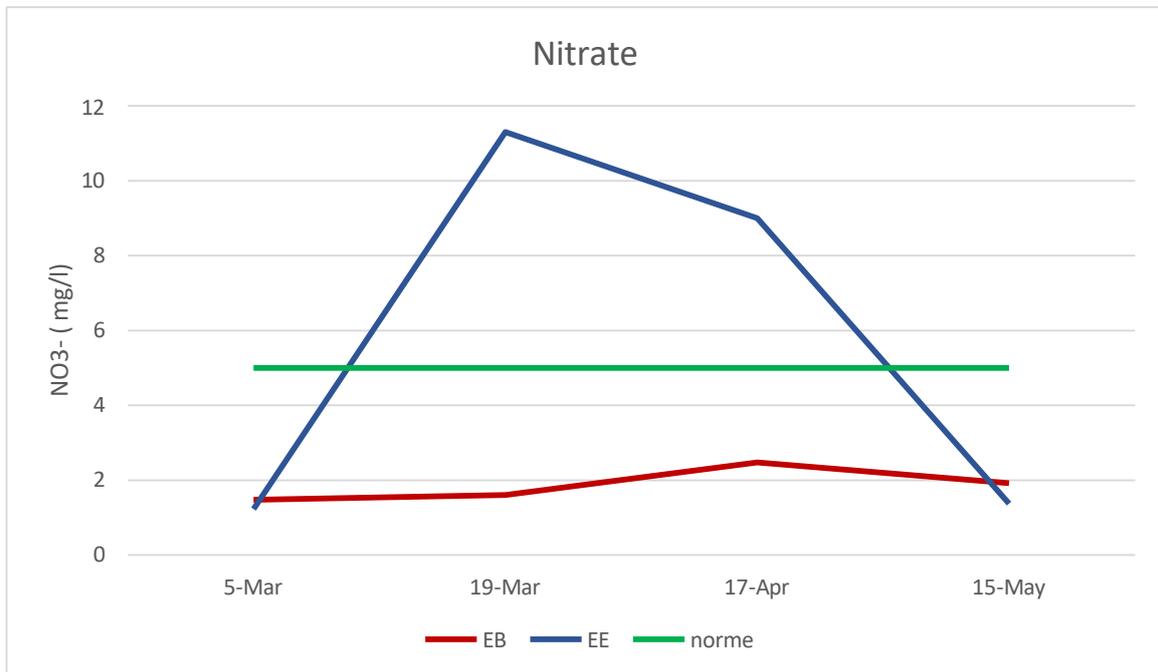


Figure V-12 : Variation mensuelle des Nitrates à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 05/03/2023 au 21/05/2023).

La concentration de nitrate dans les eaux brutes varie entre 1.48 et 2.48 mg/l avec une moyenne de 1.87 mg/l. Et pour les eaux épurées la concentration est entre 1.23 et 11.3 mg/l avec une moyenne de 5.72 mg/l.

En revanche L'augmentation de la concentration en nitrate dans les eaux épurées est due au manque d'un bassin anoxie qui est responsable du processus de dénitrification.

V.1.10 AZOTE AMMONIACAL (NH₄⁺) :

Le graphe suivant représente la concentration de l'azote ammoniacal (NH₄⁺) dans les eaux brutes et les eaux épurée de la STEP

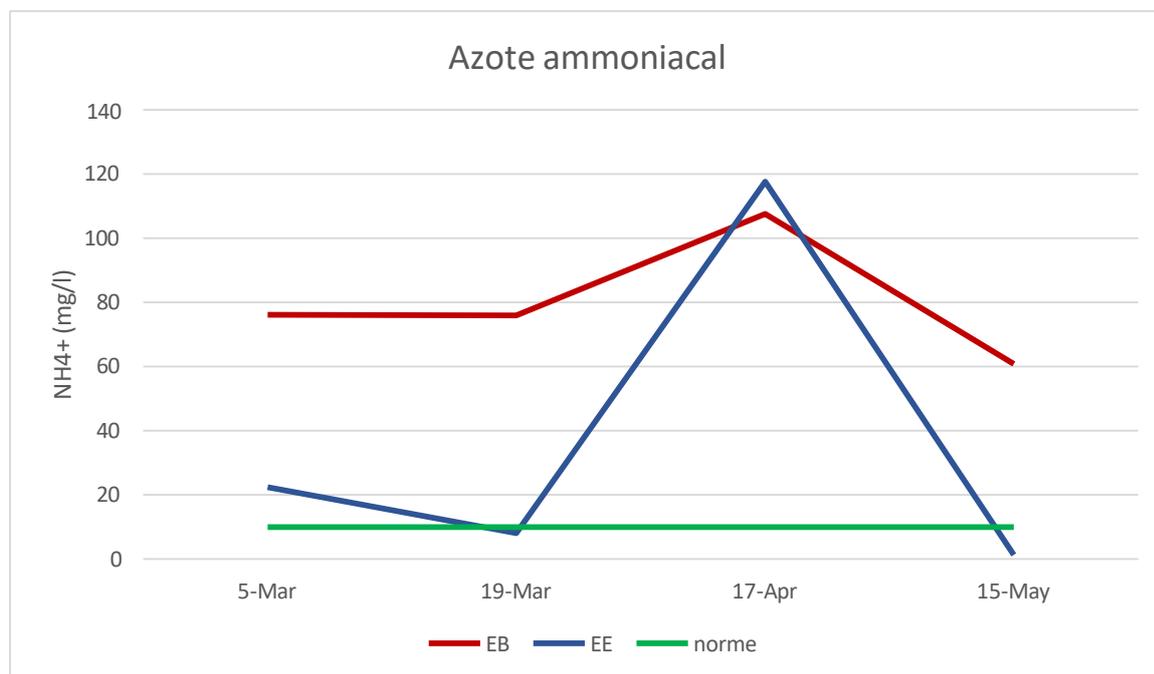


Figure V-13 : Variation mensuelle de l'Azote ammoniacal à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 05/03/2023 au 21/05/2023).

La concentration de l'azote ammoniacal dans les eaux brutes varie entre 60.8 et 107.6 mg/l avec une moyenne de 80.15 mg/l, et dans l'eau épurée à la sortie de la STEP la concentration est entre 1.19 et 117.6 mg/l avec une moyenne de 37.33 mg/l.

Pour l'eau épurée ce dépassement est dû généralement au phénomène de bulking ou dénitrification sauvage, causé par le manque de bassin d'anoxie

V.2. DETERMINATION DES RENDEMENTS ÉPURATOIRES :

Le calcul du rendement épuratoire des principaux paramètres chimiques de pollution à savoir la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biochimique en oxygène (DBO₅), et les matières en suspension (MES) se fait par la relation suivante :

$$R (\%) : (X \text{ entrée} - X \text{ sortie}) / X \text{ entrée}$$

R (%) : est le rendement épuratoire du paramètre chimique considéré en pour cent ;

X entrée : la concentration du paramètre chimique considéré à l'entrée de la station en mg/l ;

X sortie : la concentration du paramètre considéré à la sortie de la station en mg/l.

Le Tableau ci-dessous montre les valeurs calculés des rendements d'élimination épuratrice pour les 03 paramètres majeurs : DCO, DBO et MES.

Tableaux 14 : Rendements d'élimination épuratrices pour les 03 paramètres : DCO DBO MES.

	05/03	07/03	16/03	19/03	05/04	17/04	25/04	04/05	10/5	15/05	25/05
DCO %	94.4	95.1	94.6	93.5	93.7	93.6	93.3	92.6	94.2	91.4	93.2
DBO %	.	.	97.8	98.1	98.5	97.9	96.4	94	95.5	98.8	99
MES %	98.4	97.2	98.6	95.5	96.9	94	99.3	93.2	98.1	97.1	93

V.2.1 DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE :

La figure ci-dessous représente le rendement éliminatoire de la DCO.

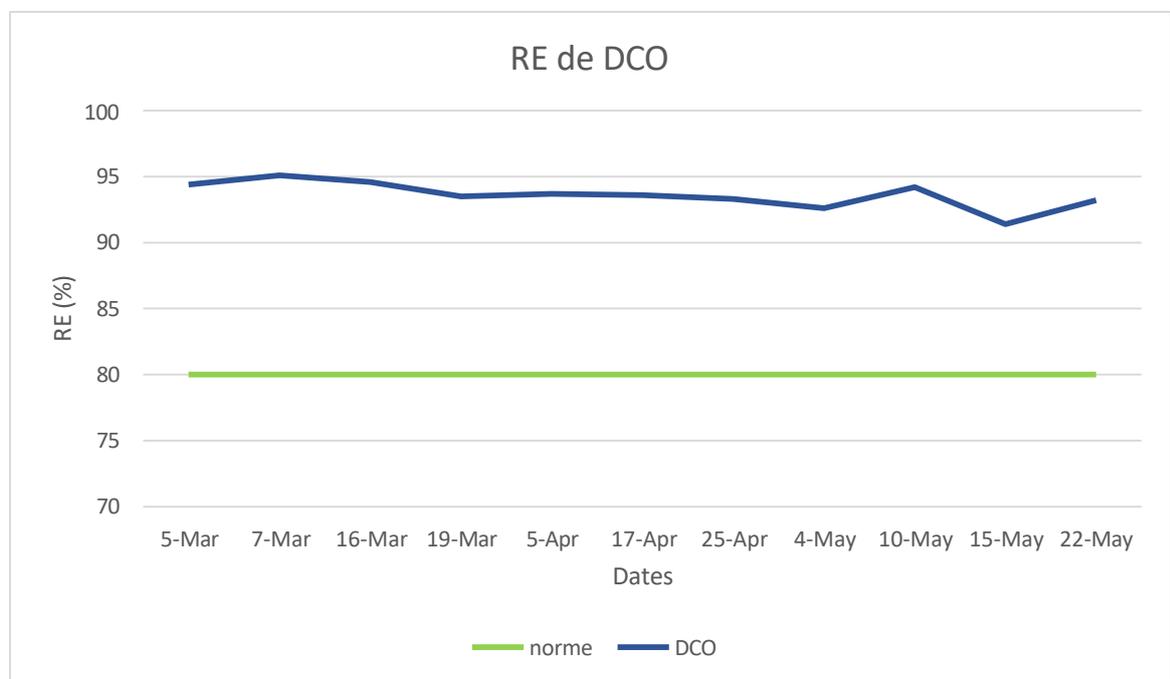


Figure V-14 : La variation des rendements pour la Demande Chimique En Oxygène (DCO).

Les valeurs de rendement d'élimination de la Demande Chimique En Oxygène (DCO), varient entre 93.2% et 95.1%, avec une moyenne de 93.6 % qui dépasse 75% (la norme). Donc on confirme une excellente élimination de la charge polluante.

V.2.2 DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGENE :

La figure ci-dessous représente le rendement éliminatoire de la DBO5.

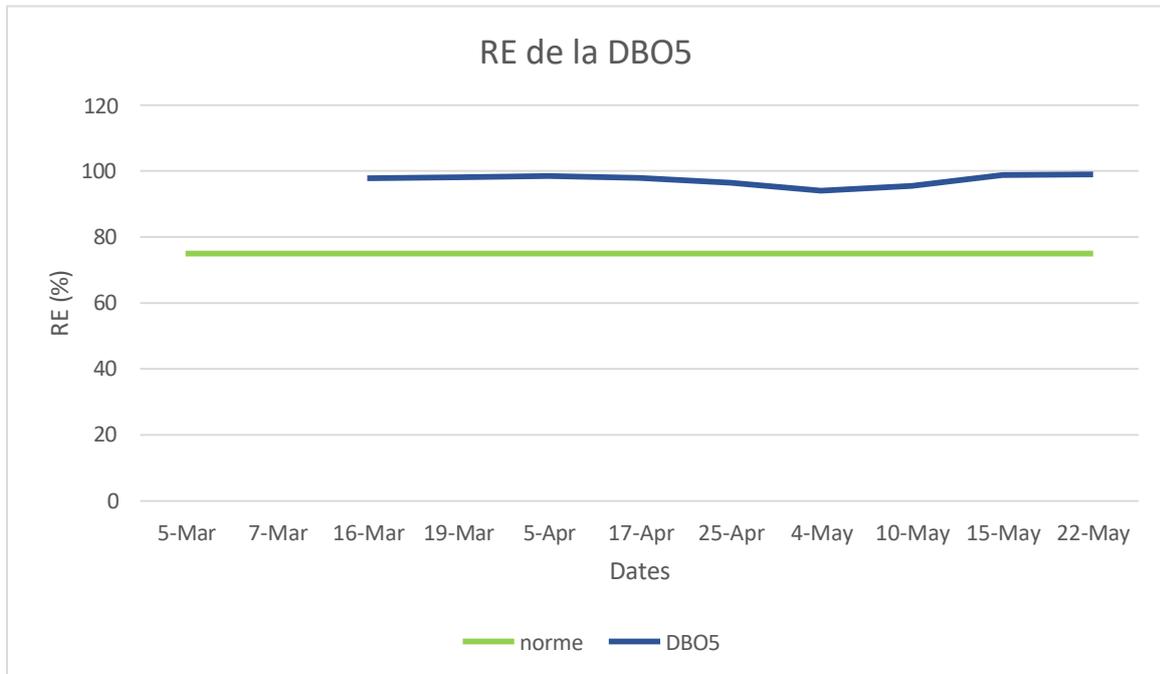


Figure V-15 : Le rendement éliminatoire de la DBO5.

On observe que le rendement de la Demande Biochimique En Oxygène (DBO₅), varie entre 94% et 99%, avec une moyenne de 97.3% qui dépasse la norme 80%. Ceci signifie qu'il y a une bonne aération au niveau du bassin biologique dans lequel la matière organique biodégradable est éliminée.

V.2.3 MATIERE EN SUSPENSION :

La figure ci-dessous représente le rendement éliminatoire de MES.

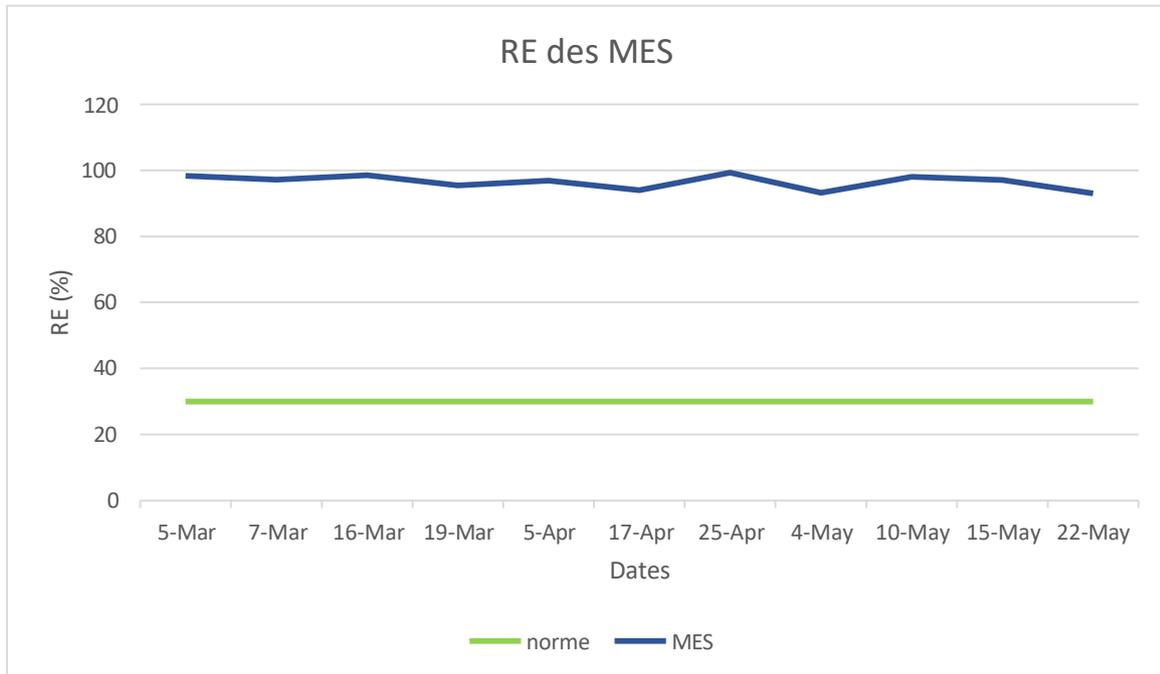


Figure V-16 : Le rendement éliminatoire de MES.

A partir de la figure V-14 On observe que le rendement des Matières En Suspensions (MES), se limite entre 93% et 99.3%, avec une moyenne de 96.481% qui dépasse la norme 90%.

Donc on a une élimination importante de la charge polluante.

CONCLUSION

A partir de l'analyse de base de données des paramètres de pollution durant la période de mars au juillet, en conclut que la majorité des résultats pour les eaux brutes ne conforment pas aux normes de rejet aux réseau d'assainissement aux à cause de l'instabilité de sa qualité, par contre pour les eaux épurées tout est conformes aux normes.

Ainsi, l'obtention d'un rendement d'élimination épuratoire satisfaisant avec une moyenne de 96.4% pour les MES, et de 93.6% pour la DCO et 97.3% pour la DBO5, ce qui Suggèrent un très bon fonctionnement de la STEP.

CONCLUSION

Conclusion

Au terme des résultats d'analyses obtenus, nous avons constaté, que l'évaluation de l'efficacité épuratoire de la station de Beni Mered sur la matière organique exprimé en MES, DBO5 et pour les trois mois Mars avril et mai 2023 montre que la station de Beni Mered a un bon rendement pour les paramètres DBO5 et la DCO ainsi que pour les MES, leurs abattements moyens sont respectivement de 97.3 %, 93.6 % et 96.4 %, et sont supérieures aux garanties contractuelles exigées.

Par ailleurs, La STEP de Béni Mered souffre de la réception des effluents industriels successifs malgré qu'elle soit faite pour recevoir 90% des eaux urbaines et 10 % des eaux industrielles seulement. Ces effluents menacent la biomasse épuratrice et déséquilibre le processus. D'après notre étude, on constate que la majorité de paramètres pour les eaux brutes ne conforme pas les normes algériennes, et ça est du probablement au :

1. raccordements au noir dans les réseaux d'assainissements dont On ne peut pas identifier la qualité de ce qu'on réceptionne.
2. déversements industriels des usines qui existent dans le périmètre de la Step par contre a la sortie, ces paramètres sont tous conformes aux normes, ainsi les rendements d'élimination, Donc on finit par conclure que malgré la réception importante de la pollution, la STEP de Béni Mered gère cette situation avec un processus d'élimination satisfaisant et confirme un très bon fonctionnement. Les résultats obtenus ont démontré l'efficacité du traitement des eaux usées dans la station, ainsi que le potentiel de réutilisation des eaux épurées pour répondre aux besoins en eau non potable. Ces études peuvent servir de base pour des initiatives futures visant à promouvoir une gestion durable de l'eau et à optimiser l'utilisation des ressources hydriques dans la région de Blida.

En perspective il serait intéressant d'exiger pour chaque usine de faire une mini Step pour épurer ses rejets industriels avant les rejeter au réseau unitaire. Faire un inventaire sur les raccordements de ces réseaux d'assainissements pour identifier les grands points noirs qui déstabilisent la qualité des eaux.

-Implantation des bassins d'anoxie afin d'éliminer la pollution azotée et faire un traitement physico-chimique pour là de phosphatation pour pouvoir enfin obtenir des résultats plus satisfaisants pour les 3 pollutions.

Nous proposons dire que pour obtenir une très bonne qualité des eaux épurées il faut impérativement réaliser un traitement tertiaire.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bibliographe

- [1] : J. Rout, M. Misra, SS. Tripathy, SK. Nayak, AK. Mohanty, « The influence of fiber treatment on the performance of coir-polyester composites», Composites Science and Technology, 61, 2001, P1303–1310.
- [2] : DEGREMONT, livre page 20.
- [3] : Edeline, F. (1979). Epuration biologique des eaux résiduaires. Ed. CEBDOC, paris, 306p
- [4] : Chellé et al. (2005). L'épuration des eaux : pourquoi et comment épurer Office international de l'eau.
- [5] : Metahri, M. S. (2012). Elimination 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 (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri). 1p.
- [6] : Baumont S, Camard J-P, Lefranc A, Franconie A, (2004), Réutilisation des eaux usées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220p.
- [7] : Cauchi. (1996). Dossier : la réutilisation des eaux usées après irrigation.
- [8] : Faby J.A., Brissaud F, (1997). L'utilisation des eaux épurées en irrigation
- [9] : BONTOUX. (1993). Introduction à l'étude des eaux douces : eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 166p.
- [10] : Botta, Alain. Et Bellon, Laurence, (2001) : pollution du l'eau et santé humaine. Laboratoire de biogénotoxicologie et mutagenèse environnementale. Université Euro-méditerranéenne TEHYS.
- [11] : Rodier. J, (2005) : L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8ème édition, Dunod, paris.
- [12] : DALI H., ZOUAOUI K, (2007), Réutilisation des eaux usées épurées en irrigation. Memling. Génie des procédés. Génie de l'environnement. Uni d'Ouargla.68p.
- [13] : Satin .M et Selmi. B, (2003) : guide technique de l'assainissement, Moniteur, paris
- [14] : Rodier, J., & Legube, B. (2009). L'analyse de l'eau. Dunod.
- [15] : Boumedienne, M. E. A. (2013). Bilan de suivi des performances de fonctionnement d'une station d'épuration a boues activées : cas de la step ain el houtz (Doctoral dissertation).
- [16] : Grosclaude, (1999) : L'eau : usage et polluant, Tome. 4ème Edition. INRA, Paris.
- [17] : CPEPESC, (2017). « Les différents paramètres physiques et chimiques des eaux et commentaires. - CPEPESC - Commission de Protection des Eaux ».
- <https://www.cpepesc.org/Les-principaux-parametres.html> (consulté le juin 14, 2020)

- [18] : Brissaud F, (1993). Épuration des eaux usées urbaines par infiltration percolation : état de l'art et études de cas.
- [19] : CEMAGREF, SATESE de L'Oise, (1984). Collectif, synthèse du fonctionnement du lagunage naturel de Vauciennes (Oise), Agence de l'Eau Seine Normandie, Paris.
- [20] : Dictionnaire Environnement et Développement Durable, (2010).
- [21] : Fonds national pour le développement des adductions d'eau, Document technique n°5 Bis, « Stations d'épuration dispositions constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation », Office international de l'eau, 1ère édition en 1992, Actualisé en 2002, P86.
- [22] : K. Al-Malah, MO. Azzam, NI. Abu-Lail, (2000). «Olive mills effluent wastewater post treatment using activated clay separation and purification technology», Journal, University of science and technology Jordan, 20(2-3), P225-234.
- [23] : R. Riffaldi, R. Levi-Minzi, A. Saviozzi, et al, (1993). «Effect of the disposal of sludge from olive processing on some soil characteristics laboratory experiments», P257–264.
- [24] : FAIZA MEKHALIF. (2009). Mémoire de magister « Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement ».
- [25] : Cooper P F, (2001). nitrification and denitrification in Hybrid Constructed Wetland systems. Chapter 12 in Transformations in Natural and Constructed Wetlands, Vymazal, J (Editor) to be published by Backhuys Publishers, Leiden, and The Netherlands from paper presented at workshop of the same name held at Trebon, Czech Republic.
- [26] : UNEP et Global Environment Centre Fondation, (2005)
- [27] : Devaux I, (1999).
- [28] : Järnström, P. Sternius, (1990). « Adsorption of polyacrylate and carboxy methyl Cellulose on kaolinite Salt effects and competitive adsorption», Colloids and surfaces, Vol 50, P47-73.
- [29] : Afir D et Mezaoua, (1984), « Application et dimensionnement d'un procédé de coagulation floculation pour le traitement des eaux résiduaires de la papeterie de Baba Ali », mémoire d'ingénieur, école nationale de polytechnique.
- [30] : Mayet. J, (1994) : « la pratique de l'eau, Traitement aux d'utilisation, le moniteur » 2eme Edition, p382, Paris.
- [31] : SAGGAI M, (2004). Contribution à l'étude d'un System d'épuration à plantes macrophytes pour les eaux usées de la ville de Ouargla. Mem. Magister. Univ. Ouargla.64p.

- [32] : Hadj-Sadok, Z. M, (1999). Modélisation et estimation dans les bioréacteurs ; prise en compte des incertitudes : application au traitement de l'eau. Thèse : Faculté des sciences de l'ingénieur, Université de Nice – Sophia Antipolis, France.
- [33] : A. Gaid, (1984) « Épuration biologique des eaux usées urbaines tome I, édition OPU, Alger ».
- [34] : P. Josep, (2002). « Station d'épuration : dispositions constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation ».
- [35] : H. Dhaouadi, (2008). « Traitement des eaux usées urbaines, les procédés biologiques d'épuration. Thèse, Université Virtuelle de Tunis, 34 p. ».
- [36] : <https://www.futura-sciences.com/planete/questions-reponses/eau-traiter-eaux-usees-procede-boue-activee-4153/>
- [37] : Docteur Seyf Eddine Merzoug, Cours 2eme année biologique MILA ALGERIE.
- [39] : ONA, (2015). - Documentation interne du service d'exploitation ONA. Office nationale d'assainissement, Algérie.
- [40] : MRE, (2012). - Document interne. Ministère des Ressources en Eau, Algérie, 15p.
- [41] : ONA, (2014). - Documentation interne du service d'exploitation ONA. Office nationale d'assainissement, Algérie. 20p.
- [42] : MAZZOUZ Missoum ,2022 mémoire technique sur la STEP de Beni Mered
- [43] : MAZZOUZ Missoum, 2023 réutilisations des eaux usées de la STEP de Beni Mered.
- [44] : Source : [STEP de Beni Mered].
- [45] : [Mémoire Technique, Beni Mered].

Annexes

ANNEXE I

Normes algériennes de rejet des Eaux épurée aux milieux naturelles

Paramètre	Unité	Normes
T°	°C	30
PH	/	6,5-8,5
O ₂	mg/l	5
Conductivité	µs/cm	1250
DBO ₅	mgO ₂ /l	25
DCO	mgO ₂ /l	125
MES	mg/l	35
Azote	mg/l	50
Phosphates	mg/l	2

PH : Potentiel d'hydrogène.

DBO₅ : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours.

DCO : Demande chimique en oxygène.

MES : Matière en suspension.

ANNEXE II

Rendement éliminatoire minimale

Paramètre	Rendement éliminatoire minimal	Rendement éliminatoire minimal
DCO	%	75
DBO ₅	%	80
MES	Mg/l	35

27 Jomada Ethania 1430 21 juin 2009	JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N 36	17
18 1430 2009	27 Jomada Ethania	21 juin
<p data-bbox="86 528 724 584">Art. 10. L'autorisation de déversement des eaux usées autres que domestiques est retirée dans les cas suivants :</p> <p data-bbox="86 600 724 797">Non-respect des obligations et prescriptions fixés Par la décision autorisant le déversement ; lorsqu'il est fait obstacle l'accomplissement des contrôles ors dans les conditions fixés par le présent décret ; cessation d'activité de l'établissement au titre de laquelle l'autorisation de déversement a T'octroyée.</p> <p data-bbox="316 831 485 898" style="text-align: center;">CHAPITRE II CONTROLES</p> <p data-bbox="86 931 724 1160">Art. 11. Des privément d'échantillons aux fins d'analyse peuvent être effectués tout moment dans le regard de branchement de l'établissement par les représentants de l'administration de wilaya charge des ressources en eau afin de vérifier si les caractéristiques des eaux usées diverses dans le réseau public d'assainissement ou dans la station d'épuration sont conformes aux valeurs maximales fixés par le présent décret.</p>		

Art. 12. Lorsque les résultats d'analyse montrent que les

ANNEXE

**Valeurs limites maximales de la teneur en substances
Nocives des eaux usées autres que domestiques au
moment de leur déversement dans un réseau
public d'assainissement ou dans une station
dépuration**

PARAMETRES	VALEURS LIMITES MAXIMALES (mg/l)
Azote global	150
Aluminium	5
Argent	0,1
Arsenic	0,1
Béryllium	0,05
Cadmium	0,1
Chlore	3
Chrome trivalent	2
Chrome hexavalent	0,1
Chromates	2
Cuivre	1
Cobalt	2
Cyanure	0,1
Demande biochimique en oxygène (DBO5)	500
Demande chimique en oxygène (DCO)	1000
Etain	0,1
Fer	1
Fluorures	10
Hydrocarbures Totaux	10
Matières en suspension	600
Magnésium	300
Mercure	0,01
Nickel	2
Nitrites	0,1
Phosphore total	50
Phénol	1
Plomb	0,5
Sulfures	1
Sulfates	400
Zinc et composés	2

* Température : inférieure ou Egale 30 C

* PH : compris entre 5,5 et 8,5

eaux usées ne sont pas en conformité avec les valeurs fixées dans la décision d'autorisation, l'administration de wilaya charge des ressources en eau met en demeure le propriétaire de l'établissement de prendre, dans le délai quelle lui aura fixé, l'ensemble des mesures et actions même de rendre le déversement conforme aux prescriptions de l'autorisation.

Art. 13. A l'expiration du délai fixé par la mise en demeure indique l'article 12 ci-dessus, et faute par le propriétaire de l'établissement de se conformer la mise en demeure, les administrations de wilaya charges des ressources en eau et de l'environnement doivent procéder la fermeture de l'établissement jusqu' exécution des mesures prescrites, et ce, sans préjudice des poursuites judiciaires prévues par la législation en vigueur.

Art. 14. Les analyses d'échantillons d'eaux usées autres que domestiques prévues l'article 11 ci-dessus sont effectués par des laboratoires agréés par le ministre chargé des ressources en eau.

CHAPITRE III

DISPOSITIONS FINALES

Art. 15. Les installations de prétraitement existantes doivent être mises en conformité avec les prescriptions du présent décret dans un délai n'excédant pas un (1) an après la date de publication du présent décret au Journal officiel.

Art. 16. Le présent décret sera public au Journal officiel de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait Alger, le 17 Jomada Ethania 1430 correspondant au 11 juin 2009.

Ahmed OUYAHIA.