



Département de Génie de Génie Chimique Rapport de soutenance

En vue de l'obtention du diplôme
De Licence professionnalisant en :

Génie Chimique

Thème

**Traitement des eaux usées par boue activée à
la station d'épuration de Blida**

Réalisé par

M^{elle} FERRAG Linda

Encadré par

M^{me} DAIRI Nassima..... M.A.A/ Université de **Bouira**

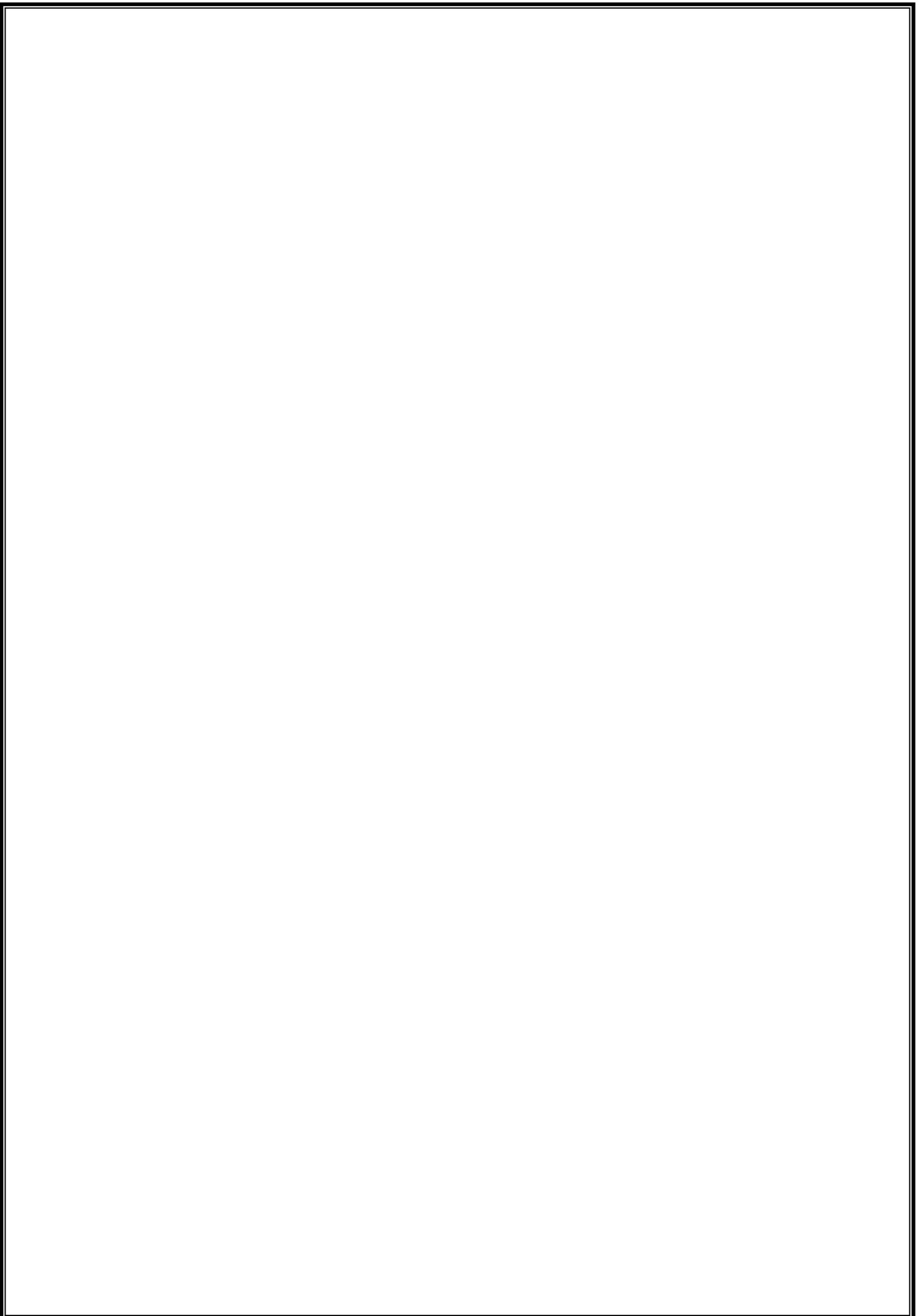
Tuteur de l'entreprise

M^{me} RAHOUKH..... Chef de service. STEP de **Blida**

Examiné par

M^{me} HAMIDOUCHE.S..... MCB/ Université de **Bouira**

Année Universitaire : 2021/2022



Remerciements

*Avant tous, je remercie **ALLAH**, le tout puissant de m' avoir donné la santé, la volonté et la patience pour accomplir ce travail.*

*Je tiens à remercier mon encadreur, M^{me} **DAIRI N**, pour son acceptation de me guider avec ses conseils, son efficacité et sa gentillesse.*

*Mes remerciements vont également M^{me} **RAHOUKH**, responsable de stage et toute l'équipe du laboratoire d'analyse physico-chimiques de la STEP de Blida pour les efforts qu'elles ont consentis pour moi...*

Je voudrais également remercier tous les enseignants de l'IT pour leurs efforts considérables.

Un merci spécial au directeur de l'Institut de Technologie

Enfin, je remercie tous les amis et personnes qui m'ont aidés et encouragés à terminer ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

A l'âme de ma mère. Que Dieu l'accueille dans son vaste paradis.

*A mon cher père qui m'a soutenu et encouragé durant mes années
d'études.*

*A ma famille, qui m'a donnée la force et l'amour, que Dieu la garde
pour moi.*

A ceux qui me sont très chers, mes frères et mes sœurs.

A mes amies : A Wiam, Fadoua, Mouna, Nesrine, Nabila, Chaima.

*A tous ceux que je connaissais et qui m'ont aidé à arriver là où je suis
arrivée aujourd'hui.*

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Résumé

Introduction générale..... 1

Chapitre I

Partie théorique

I.1. Définition des eaux usées	2
I.2. Origine des eaux usées.....	2
I.2.1. Eaux usées domestique.....	2
I.2.2. Eaux usées industrielles.....	3
I.2.3. Eaux agricoles	3
I.2.4. Eaux de ruissellement.....	3
I.3. Paramètres de mesures.....	3
I.3.1. Paramètres physico-chimiques	4
I.3.2. Indicateurs de pollution	5
I.3.3. Paramètres bactériologiques.....	6
I.4. Normes Algérienne	6
I.5. Procédés de l'épuration des eaux usées	7
I.5.1. Prétraitement.....	7
I.5.2. Traitement primaire	7
I.5.3. Traitement secondaire.....	8
I.5.4. Traitement tertiaire	8
I.6. Procédés de traitement des boues	8
I.6.1. Epaissement.....	8
I.6.2. Digesteurs	8
I.6.3. Déshydratation.....	8

Chapitre II

Partie expérimentale

II.1.1. Présentation de la station d'épuration de la wilaya de Blida.....	10
II.2. Procédés de traitement.....	11

II.2.1. Files d'eau	11
II.2.2. Files boues	17
II.3. Contrôle de qualité.....	20
II.3.1. Echantillonnage	20
II.3.2.1. Analyse physique	21
II.3.2.1. Analyse chimique	26

Chapitre III

Résultats et discussion

III.1. Potentiel d'Hydrogène (pH)	31
III.2. Température (T).....	31
III.3. Conductivité Electrique (CE)	32
III.4. Oxygène dissous (OD)	33
III.5. Matières en suspension (MES)	34
III.6. Demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	35
III.7. Demande chimique en oxygène (DCO).....	36
III.8. Nitrites (NO ₂ ⁻)	37
III.9. Nitrates (NO ₃ ⁻).....	38
III.10. Phosphate (PO ₄ ⁻).....	39
Conclusion générale	41
Références bibliographiques	44

Liste des tableaux

Tableau I. 1: Normes Algériennes de rejets.....	7
Tableau II. 1: Données de base de la STEP de Béni Mered.	11
Tableau II. 2: Volumes utilisés pour la mesure de la DBO5 en fonction	28
Tableau III. 1: Valeurs de pH.....	31
Tableau III. 2: Valeurs de la température.....	31
Tableau III. 3: Valeurs d'oxygène dissous	33
Tableau III. 4: Valeurs des MES	34
Tableau III. 5: Valeurs de DBO ₅	35
Tableau III. 6: Valeurs de DCO	36
Tableau III. 7: Valeurs de Nitrite	37
Tableau III. 8: Valeurs de Nitrate.....	38
Tableau III. 9: Valeurs de Phosphate	39
Tableau III. 10: Valeurs de Azote ammoniacal.....	40

Liste des figures

Figure I. 1: Procédés de l'épuration des eaux usées	9
Figure II. 1: Localisation géographique de la station de Béni Mered-Blida.....	10
Figure II. 2: Prétraitement.....	11
Figure II. 3: Dégrilleurs automatiques.....	12
Figure II. 4: Dessableur et déshuileur.....	13
Figure II. 5 : Décanteur primaire de la STEP de Béni Mered.....	14
Figure II. 6: Bassin d'aération	15
Figure II. 7: Clarificateur	16
Figure II. 8: Désinfection des effluents : (a) Bassin de chloration ; (b) Stockage du chlore..	16
Figure II. 9: Eaux traitées vers oued	17
Figure II. 10: Poste de recirculation de boue biologique	18
Figure II. 11: Epaisseur des boues	18
Figure II. 12: Tables déshydratées	19
Figure II. 13: (a) Stocke des boues déshydratées; (b) Zone de séchage de la boue obtenu.....	19
Figure II. 14: Echantillonneur automatique	20
Figure II. 15: Equipement de filtration	22
Figure II. 16: Gâteaux sec : (a) avant, (b) après séchage.....	23
Figure II. 17: Matériel utilisé : (a) four à moufle ; (b) balance électrique ; (c) étuve	24
Figure II. 18: Boue déshydratés : (a) après ; (b) avant séchage.....	25
Figure II. 19: Conductimètre.....	26
Figure II. 20: pH-mètre	26
Figure II. 21: Oxymètre	27
Figure II. 22: DBO-mètre.....	28
Figure II. 23: Plaque chauffante.....	29
Figure II. 24: Spectrophotomètre	30
Figure III. 1: Variation de la conductivité	32
Figure III. 2: Variation de la concentration en oxygène dissous	33
Figure III. 3: Variation de MES.....	34
Figure III. 4: Variation de la DBO ₅	35
Figure III. 5: Variation de la DCO.....	36
Figure III. 6: Variation de nitrite	37
Figure III. 7: Variation de nitrate.....	38
Figure III. 8: Variation de phosphate.....	39
Figure III. 9: Variation d'azote ammoniacal	40

Liste des abréviations

- ONA** : Office Nationale d'Assainissement
- PR** : Postes de Refoulement
- OMS** : Organisation Mondiale de la Santé
- Eép** : Eau épurée
- Eb** : Eau brute
- E.D** : Eau Décantée
- B.B** : Boue Biologique
- CE** : Conductivité Electrique
- MS** : Matières Sèches
- Sc** : Siccité
- MES** : Matières En Suspension
- MVS** : Matières Volatiles en Suspension
- DBO₅** : Demande Biochimique d'Oxygène pendant 5 jours
- DCO** : Demande Chimique en Oxygène
- pH** : Potentiel d'Hydrogène
- EH** : Equivalent Habitant
- STEP** : STation d'ÉPuration des eaux usées
- WWTP** : Waste Water Treatment Plant
- LCK314** : Indicateur pour DCO dans l'eau brute
- LCK514** : Indicateur pour DCO dans l'eau épurée
- LCK238** : Indicateur pour NT dans l'eau brute
- LCK338** : Indicateur pour NT dans l'eau épurée
- LCK348** : Indicateur pour PT dans l'eau brute
- LCK350** : Indicateur pour PT dans l'eau épurée
- LCK303** : Indicateur pour NH₄⁺
- LCK339** : Indicateur pour NO₃
- LCK341** : Indicateur pour NO₂
- LCK313** : Indicateur pour Cr⁶
- LCK311** : Indicateur pour Cl⁻

Résumé

Nous avons réalisé cette étude pour repérer la nature des eaux résiduaires de Blida, Dans la station d'épuration situées à 10,5 km de la ville de Blida (Algérie), traitées par des boues activées.

Les résultats présentent des rendements épuratoires satisfaisants de 79.85% des matières en suspension (MES). Le taux d'abattement de la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biologique en oxygène pendant 5 jours (DBO5) sont respectivement de 80.16% et de 86.58%.

Notre étude montre que la STEP de Blida et en bon fonctionnement mais elle rencontre quelques problèmes liés à une mauvaise exploitation.

المخلص

نفذنا هذه الدراسة للتعرف على طبيعة مياه الصرف الصحي لمدينة البلدية في محطة معالجة مياه الصرف الصحي الواقعة على بعد 10.5 كم من مدينة البلدية (الجزائر) ومعالجتها بالحماة المنشطة.

أظهرت النتائج النسبية تنقية مرضية بلغت 79.85% من المواد الصلبة العالقة (MES). ومعدل انخفاض الطلب الكيميائي للأكسجين (DCO) والطلب البيولوجي للأكسجين لمدة 5 أيام (DBO₅) على التوالي 80.16% و86.58%.

تظهر دراستنا أن محطة معالجة مياه الصرف الصحي بالبلدية تعمل بشكل جيد ولكنها تواجه بعض المشكلات المتعلقة بسوء التشغيل.

Summary

The purpose of this study was to identify the nature of the waste water of Blida, in station to treat water user that located at 10,5 Km away from the city, treated with activated sludge.

The results show satisfactory purification yields of 79.85 % of suspended solids (MES). The reduction rate of the chemical oxygen demand (DCO) and the biological oxygen demand for 5 days (BOD₅) are respectively 80.16% and 86.58%.

Our study shows that the Blida WWTP works well but it encounters some problems related to poor operation.

Introduction générale

Introduction générale

L'eau a une valeur incontestable, qu'elle soit utilisée pour la consommation humaine, l'agriculture, les loisirs, le transport ou la production d'énergie.

La gestion durable de l'eau est l'un des principaux axes du développement durable, dans la mesure où l'eau doit répondre aux besoins des générations actuelles et satisfaire les générations futures. L'agriculture constitue le plus gros consommateur des ressources hydriques, vu la diminution des apports en eau constatée depuis plusieurs décennies. L'épuration de l'eau usée et son utilisation en irrigation est une option attirante, en particulier dans les zones arides et semi-arides, car elle représente une source d'eau et d'engrais additionnels renouvelables et fiables.

Les eaux résiduaires peuvent être chargées par de nombreux polluants et constituent des milieux parfois très complexes. L'analyse de ces eaux résiduaires permet d'identifier la ou les substances indésirables qu'on doit éliminer à priori lors d'un traitement d'épuration au niveau des stations d'épurations. La charge en agents polluants (boues) dans une eau peut être valorisée à partir de certains paramètres.

Par ailleurs, les boues d'épurations sont considérées comme une importante source de biomasse en Algérie, cependant leur utilisation comme source d'énergie reste restreinte par rapport à d'autres pays dans le monde.

En général, la principale motivation qui justifie un projet de réutilisation des eaux usées épurées est de réaliser des économies d'eau de première main ou accroître la ressource. Cette motivation peut aussi être renforcée par des objectifs de protection du milieu récepteur : cours d'eau, plans d'eau, eau littorale etc...).

L'objectif de mon travail consiste à étudier les processus de filtration et la qualité physico-chimique des eaux usées de la station de Blida, pour une éventuelle réutilisation dans le domaine de l'agriculture, le mémoire comporte deux parties :

- Partie bibliographique qui contient la partie théorique.
- Partie expérimentale permettant l'identification :
 - ✓ La présentation et les procédés de station d'épuration ;
 - ✓ Les différents paramètres physico-chimiques qui gèrent les eaux de la STEP de Blida.

Chapitre I

Partie théorique

Introduction

On entend par pollution des eaux tout déversement, écoulement, dépôt direct ou indirect d'eaux ou de matières et plus généralement tout fait susceptible d'altérer la qualité des eaux de surface, souterraines ou marines.

L'épuration des eaux usées consiste à éliminer suffisamment de substances polluantes afin que l'eau rejetée dans le milieu naturel ne dégrade pas celui-ci, afin de préserver notre environnement et nos ressources en eau. C'est pourquoi, le rendement de nos stations d'épuration est normalisé.

I.1. Définition des eaux usées

Les eaux usées sont des liquides de composition hétérogène, chargées en matières minérales ou organiques, pouvant être en suspension ou en solution, et dont certains peuvent avoir un caractère toxique. L'eau usée est l'eau qui a été utilisée et qui doit être traitée avant d'être réintroduite vers d'autres sources d'eaux pour qu'elles ne causent pas la pollution de ces autres sources. Les eaux usées proviennent de plusieurs sources. Tout ce que vous évacuez en tirant la chasse d'eau et lorsque vous utilisez vos éviers est considérés comme une eau usée.

Les eaux usées, qui sont un mélange de plusieurs types d'eaux et pour éviter la pollution, sont acheminées par un réseau d'assainissement vers une station d'épuration pour y être traitées et si possible réutilisées [1].

I.2. Origine des eaux usées

Les eaux usées sont des eaux chargées en éléments polluants qui résultent de l'activité humaine. Il s'agit principalement des eaux usées domestiques et des eaux usées industrielles, mais elles peuvent aussi avoir une origine agricole, artisanale ou autre

I.2.1. Eaux usées domestique

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont constituées essentiellement d'excréments humains, des eaux ménagères de vaisselle chargées de détergents, de graisses appelées eaux grises et de toilette chargées de matières organiques azotées, phosphatées et de germes fécaux appelées eaux noires [2].

1.2.2.Eaux usées industrielles

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques, azotées ou phosphorées, elles sont chargées en différentes substances chimiques organiques et métalliques. Selon leur origine industrielle elles peuvent également contenir :

- Des graisses (industries agroalimentaires, équarrissage) ;
- Des hydrocarbures (raffineries) ;
- Des métaux (traitements de surface, métallurgie) ;
- Des acides, des bases et divers produits chimiques (industries chimiques divers, tanneries ;
- De l'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques) ;
- Des matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs) [2].

1.2.3.Eaux agricoles

L'agriculture est une source de pollution des eaux non négligeable car elle apporte les engrais et les pesticides. Elle est la cause essentielle des pollutions diffuses. Les eaux agricoles issues de terres cultivées chargés d'engrais nitrates et phosphatés, sous une forme ionique ou en quantité telle, qu'ils ne seraient pas finalement retenus par le sol et assimilés par les plantes, conduisent par ruissellement à un enrichissement en matières azotées ou phosphatées des nappes les plus superficielles et des eaux des cours d'eau ou des retenues [2].

1.2.4.Eaux de ruissellement

Les eaux de pluie ruissellent dans les rues où sont accumulés polluants atmosphériques, poussières, détritiques, suies de combustion et hydrocarbures rejetés par les véhicules. Les eaux de pluies, collectées normalement à la fois avec les eaux usées puis déversées dans la canalisation d'assainissement t'acheminées vers une station d'épuration, sont souvent drainées directement dans les rivières entraînant ainsi une pollution intense du milieu aquatique [2].

I.3. Paramètres de mesure

Pour une meilleure appréciation de la composition des eaux usées, il existe des critères d'évaluation de la pollution qui sont : la température de l'eau, le potentiel hydrique (pH), la conductivité électrique, les matières en suspension (MES), la demande biochimique en oxygène (DBO), la demande chimique en oxygène (DCO), l'azote, le phosphore et autres

critères microbiologiques tels que les coliformes fécaux. On trouve aussi les métaux lourds qui peuvent représenter une nuisance potentielle [3].

1.3.1. Paramètres physico-chimiques

➤ Température

C'est un paramètre souvent négligé dans les collecteurs urbains, mais qui devrait être plus souvent mesuré surtout dans le cas de rejets industriels dans le réseau. Le fonctionnement de certains ouvrages d'épuration est très sensible à des températures trop élevées, ainsi tout rejet doit être inférieur à 30°C [4].

➤ Potentiel d'hydrogène

Le pH permet d'exprimer le degré d'acidité des eaux usées. Sa mesure est très importante pour juger le bon fonctionnement d'une étape de traitement.

➤ Turbidité

Elle désigne la teneur d'un liquide en matières qui le troublent. Elle est causée par des particules en suspension qui diffusent ou réfléchissent la lumière. En relation avec la mesure des matières en suspension, elle donne une première indication sur la teneur en matières colloïdales d'origine minérale ou organique.

➤ Conductivité

C'est une mesure simple, qui se pratique avec une électrode et fournit une indication précise sur la concentration totale en sels dissous. Par comparaison avec la conductivité de l'eau potable, il est ainsi possible de juger rapidement si des apports importants, en particulier industriels, ont lieu dans le réseau d'assainissement [4].

➤ Matières En Suspension

Les MES représentent les matières qui ne sont ni à l'état soluble ni à l'état colloïdal, donc qui sont retenues par un filtre. Les MES, qui comportent des matières organiques et minérales, constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel [5].

➤ Demande Chimique en Oxygène

La DCO est la quantité d'oxygène consommée par les matières existante dans l'eau dans des conditions opératoires définies. Le rapport DCO/DBO₅ renseigne sur la qualité de la biodégradation. Un rapport DCO/DBO₅ inférieur à 2,5 indique que ces eaux sont susceptibles de subir un traitement biologique [6].

➤ **Demande Biochimique en Oxygène**

La demande biochimique en oxygène exprimée en mg/L, permet l'évaluation des matières organiques biodégradables dans les eaux à 20 °C et à l'obscurité, pendant 5 jours pour assurer par voie biologique l'oxydation des matières organiques biodégradables présentes dans l'eau usée. Pour être complète, l'oxydation biologique demande un temps de 21 à 28 jours. On obtient alors la DBO ultime [7].

I.3.2. Indicateurs de pollution

➤ **Azote (N₂)**

Il est mesuré sous différentes formes, les types d'analyses dépendant des formes chimiques recherchées, on peut les diviser en deux grandes familles (pour ce qui concerne l'épuration) : l'azote réduit et l'azote oxydé.

Le premier correspond à l'azote organique que l'on trouve dans les eaux usées provenant notamment des déchets métaboliques (protéine, urée) d'origine humaine. L'azote oxydé se retrouve de façon marginale dans les eaux usées, il s'agit des nitrites (NO₂⁻) et des nitrates (NO₃), produits de la transformation chimique (oxydation) de l'azote réduit.

➤ **Azote ammoniacal (NH₄⁺)**

Pour désigner l'azote ammoniacal, on utilise souvent le terme d'ammoniaque qui correspond aux formes ionisées (NH₄⁺) et non ionisées (NH₃) de cette forme d'azote.

L'ammoniaque constitue un des maillons du cycle de l'azote. Dans son état primitif, l'ammoniac (NH₃) est un gaz soluble dans l'eau, mais, suivant les conditions de pH, il se transforme soit en un composé non combiné, soit sous forme ionisée (NH₄⁺). Les réactions réversibles avec l'eau sont fonction également de la température et sont les suivantes [8] :



➤ **Phosphore (PO₄³⁻)**

Il peut se retrouver sous forme minérale ou organique. Ces différents composés se trouvent soit à l'état dissous dans la phase liquide, soit fixés sur les matières en suspension [9].

Dans les eaux résiduaires urbaines le phosphore provient du métabolisme et des détergents, mais cette dernière origine tend à diminuer par la réduction des composés phosphorés dans les lessives.

➤ **Nitrates (NO_3^-)**

Les nitrates se trouvent naturellement dans les eaux provenant en grande partie de l'action de l'écoulement des eaux sur le sol constituant le bassin versant. Leurs concentrations naturelles ne dépassent pas 3 mg/L dans les eaux superficielles et quelques mg/L dans les eaux souterraines.

La nature des zones de drainage joue donc un rôle essentiel dans leur présence et l'activité humaine accélère le processus d'enrichissement des eaux en nitrates. La teneur en nitrates est en augmentation ces dernières années, de l'ordre de 0,5 à 1 mg/L/an, voire 2 mg/L/an dans certaines régions [8].

➤ **Sulfate (SO_4^{2-})**

La concentration en ion sulfate des eaux naturelles est très variable. Dans les terrains ne contenant pas une proportion importante de sulfates minéraux, elle peut atteindre 30 à 50 mg/L, mais ce chiffre peut être très largement dépassé (jusqu'à 300 mg/L) dans les zones contenant du gypse ou lorsque le temps de contact avec la roche est élevé.

La teneur en sulfates des eaux doit être reliée aux éléments alcalins et alcalinoterreux de la minéralisation. Leur présence dans l'eau est généralement due à des rejets en provenance d'ateliers de blanchiment (laine, soie, etc.), d'usines de fabrication de cellulose (pâte à papier, etc.) et d'unités de déchloration. En cas de rejet dans l'environnement, les sulfites se combinent à l'oxygène en donnant des sulfates [10].

1.3.3. Paramètres bactériologiques

Le principal indicateur bactérien pour suivre la pollution par excréments est constitué par l'ensemble des microorganismes pathogène du groupe coliformes, Expo : Salmonella, Giardia lamblia, Escherichia col...etc [11].

L'irrigation directe à partir des ces eaux usées affecte la santé humaine, le cas échéant des maladies digestives (diarrhées aiguées, choléras,...).

1.4. Normes Algériennes

Les eaux usées se caractérisent par des paramètres physico-chimiques et bactériologiques, qui permettent de déterminer leur éventuelle origine et de connaître l'importance de leur charge polluante. Avant qu'elles ne soient rejetées dans le milieu naturel et ne le dégradent, elles doivent impérativement obéir à des normes établies pour protéger les milieux récepteurs contre la pollution. Pour cela, elles sont acheminées vers une station d'épuration où elles subissent plusieurs phases de traitement. Les normes algériennes sont répertoriées dans le tableau ci-contre [11] :

Tableau I. 1: Normes Algériennes de rejets

Paramètre	T	pH	MES	CE	DBO ₅	DCO	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁻	NH ₄
Unité	°C	//	mg/L	µs/m	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Norme	<30	6,5-8,5	30	3	30	30	≤ 2	≤ 10	≤ 20	≤ 40

I.5. Procédés de l'épuration des eaux usées

Ces traitements, en général assez peu connus, sont une chaîne de phases qui peuvent être effectuées de différentes manières. Toutes les installations d'assainissement des eaux usées reposent sur tout ou partie de cette chaîne [13].

I.5.1. Prétraitement

Il s'agit d'un traitement physique qui vise à extraire de l'eau brute les matériaux en suspension. Il compte principalement les trois étapes suivantes [14] :

a. Dégrillage

Est la première étape de traitement des eaux, son objectif est la séparation des grosses particules, des plastiques, des fibres, etc.

b. Dessablage

Il a pour objectif l'extraction des sables et des substances minérales, ceci afin d'éviter l'abrasion et le colmatage des installations.

c. Déshuilage

Consiste à séparer les produits de densité inférieure à l'eau par effet de flottation.

I.5.2. Traitement primaire

Il consiste à éliminer une grande partie des matières en suspension qui n'a pas été retenue par dégrillage ou dessablage. Ces particules ont généralement des densités relatives proches de 1 et leur vitesse de décantation est plus faible que celle du sable [15].

1.5.3. Traitement secondaire

Pendant ce traitement s'effectue principalement la dégradation de la matière organique. Des procédés biologique (aérobie, anaérobie) et physico-chimique (coagulation /floculation) peuvent être mis en place. Le principe de procédés biologiques est de faire dégrader les substances organiques présentes dans l'eau par les microorganismes qu'elle contient [14]

1.5.4. Traitement tertiaire

L'expression (traitement tertiaire) peut désigner plusieurs types de traitement ou différentes fonctions en vue d'atteindre un niveau de traitement de qualité supérieure à ce que l'on pourrait normalement atteindre d'un traitement secondaire. Le traitement tertiaire peut viser un enlèvement plus poussé pour des paramètres conventionnels comme les matières en suspension ou encore certains paramètres pour lequel il y a peu d'élimination dans un traitement secondaire comme le phosphore, les nitrates...etc. Parmi les étapes qu'on peut trouver dans un traitement tertiaire La déphosphoration, La désinfection et la dénitrification [16].

1.6. Procédés de traitement des boues

1.6.1. Epaissement

L'épaissement des boues a pour objectif de concentrer d'une façon la plus économique les boues et de permettre d'alimenter à régime et à concentration pratiquement constante les installations de déshydratation. Il s'agit donc d'une étape intermédiaire pour la diminution du volume de boues produites par la station en permettant d'améliorer la concentration des boues en excès en termes de matières sèches.

1.6.2. Digesteurs

Le digesteur est l'élément principal d'une installation de biogaz. C'est dans le digesteur que les processus biochimiques et microbiens de fermentation ont lieu lors desquels le biogaz est constitué.

1.6.3. Déshydratation

La déshydratation des boues en excès est assurée par une presse à bande filtrante. Les boues à traiter après avoir été mélangées à une solution de polymères sont déversées sur un

tapis roulant perméable qui assure la pression de ces boues au fur et à mesure de leur passage sur le tapis, ainsi obtenant à la fin une boue beaucoup plus sèche [17].

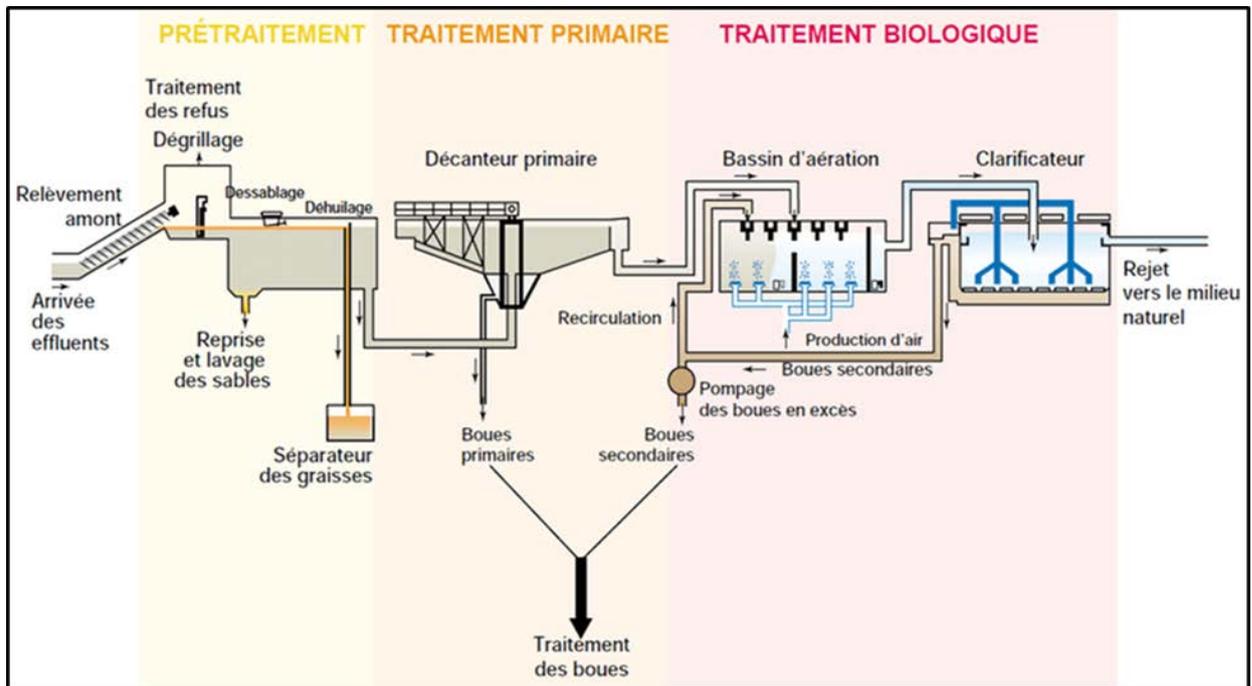


Figure I. 1: Procédés de l'épuration des eaux usées

Chapitre II

Partie expérimentale

Notre travail a été réalisé au niveau de la station d'épuration de la wilaya de Blida. Il consiste à suivre le procédé de traitement et à réaliser le contrôle de qualité des eaux usées.

II.11. Présentation de la station d'épuration de la wilaya de Blida

La station d'épuration (STEP) de Béni Mered est à boue activée. Elle est située à l'Est de la route nationale N° 1 à proximité de l'oued Béni Aza et fait partie des installations de protection des cours d'eau de la wilaya de Blida contre la pollution.

Cette station construite sur six hectares, traite les eaux usées domestiques et industriels issues de la ville de Blida. Sa capacité nominale depuis 2015 est de 383000 EH pour un débit de pointe de 51 560 m³/j.

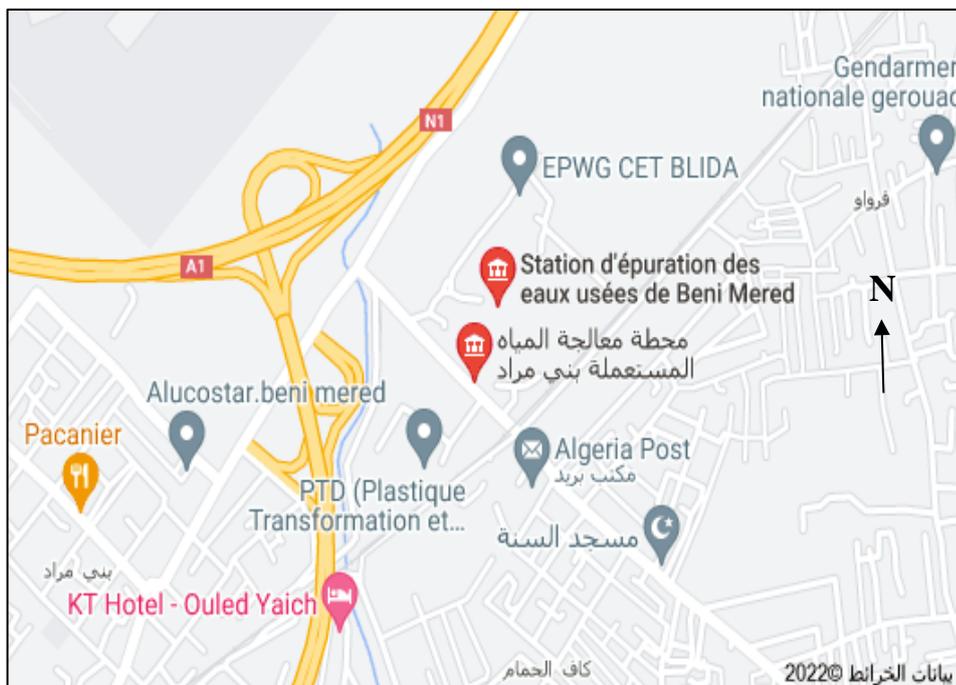


Figure II. 1: Localisation géographique de la station de Béni Mered-Blida

La station épuration de Béni Mered est alimentée par deux postes de refoulement (PR) :

- Le PR 18 avec un débit de 4000 m³/h depuis 2015 et 6200 m³/j à l'horizon 2030 ;
- Le PR 22 avec un débit nominal de 800 m³/h depuis 2015 et 1000 m³/j à l'horizon 2030.

Tableau II. 1:Données de base de la STEP de Béni Mered.

Capacité nominale	383 000 EH
Débit journalier	39 500 m ³ /j
Débit horaire moyen	1 647 m ³ /h
Débit horaire pointe temps sec	3310 m ³ /h

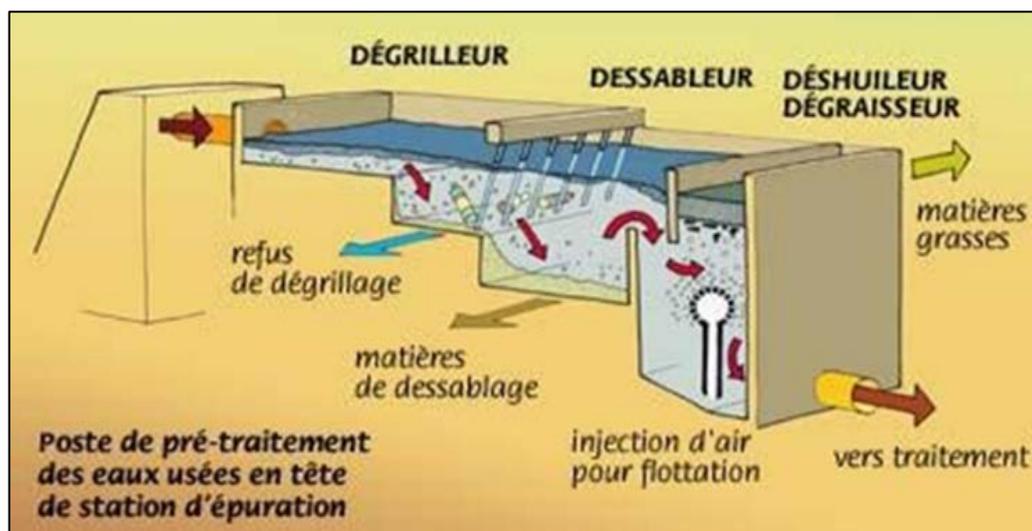
II.2. Procédés de traitement

II.2.1. Files d'eau

II.2.1.1. Prétraitements

La flottation des graisses est assurée par l'utilisation d'air surpressé pour créer un bullage dans le dessableur déshuileur. Les graisses qui flottent en surface sont évacuées par un racleur solidaire du pont.

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

**Figure II. 2:**Prétraitement

a. Dégrillage

Le dégrillage grossier a pour fonction de retenir les éléments solides les plus volumineux afin de protéger les équipements de pompage et le bon fonctionnement des autres équipements de prétraitement en aval. Depuis le poste d'arrivée, l'eau brute passe au travers de grilles d'entrefer 10 mm, les débris les plus volumineux sont retenus. Chaque dégrilleur est équipé d'un système de nettoyage (râteaux) qui extrait les débris, les transporte et les compacte vers des bennes de stockages.



Figure II. 3: Dégrilleurs automatiques

b. Dessablage et déshuilage

Cette étape a trois objectifs vis-à-vis du prétraitement :

- L'extraction par décantation des résidus les plus denses transportés par l'effluent (sables et matières lourdes dont la granulométrie est supérieure à 200microns) ;
- L'extraction par flottation des déchets plus légers (graisses et déchets fins) ;
- L'élimination du sable évite l'abrasion des équipements, et le dépôt ultérieur de ces particules qui pourrait provoquer des bouchages de canalisations et l'ensablage des ouvrages ;
- L'élimination des graisses favorise le transfert d'oxygène dans les bassins d'aération.

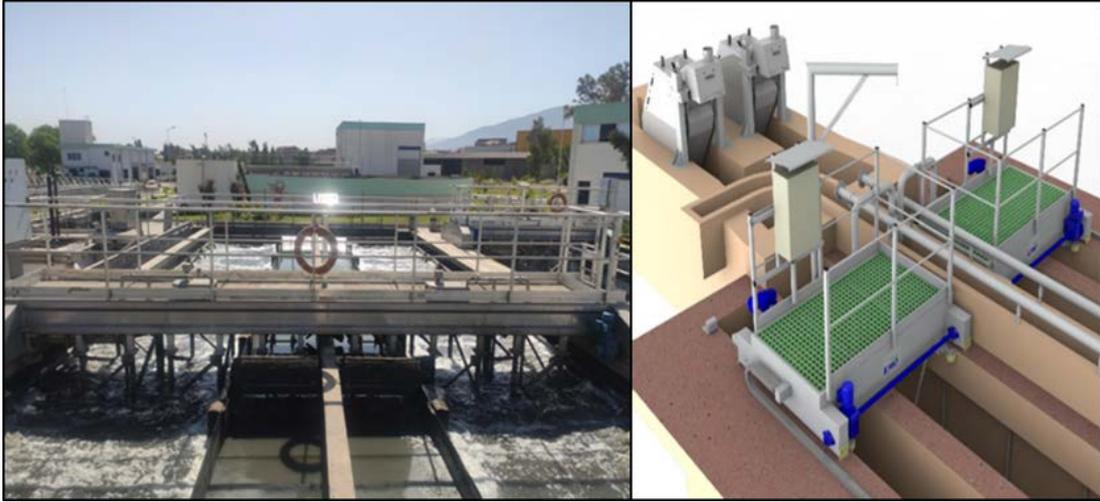


Figure II. 4: Dessableur et déshuileur.

II.2.1.2. Traitements primaires (décantation primaire)

La décantation primaire se fait sans ajout de réactifs et est basée uniquement sur la gravité. Les eaux venant du prétraitement sont injectées en partie basse des décanteurs. Les eaux décantées sont évacuées par les goulottes en partie haute des décanteurs. Les ouvrages sont dimensionnés par rapport au débit de pointe afin de garantir une vitesse ascensionnelle (vitesse au miroir) suffisamment faible pour permettre la décantation des particules les plus lourdes.

Un pont racleur fonctionne en continu lorsque le décanteur est en service. Il remplit deux fonctions :

- Raclage des boues au fond du décanteur afin de les diriger vers le puit central pour évacuation gravitaire vers la bêche de mélange des boues ;
- Nettoyage de la surface du décanteur et évacuation des flottants vers le poste à flottants.

❖ Décantation primaire

Placée après le prétraitement, la décantation primaire a pour but d'effectuer un premier abattement sur les paramètres MES (55%), DCO (30%) et DBO (30%) avant d'arriver dans les bassins biologiques. Cela se traduit par l'accumulation de boues en fond de décanteur. Ces boues sont alors extraites vers la filière de traitement des boues via la bêche de mélange des boues.

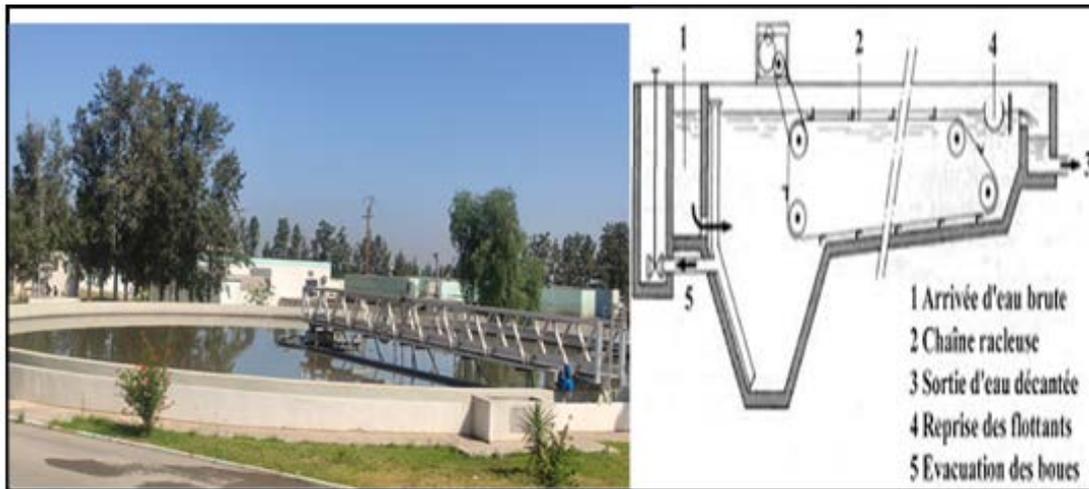


Figure II. 5 : Décanteur primaire de la STEP de Béni Mered

II.2.1.3. Traitement secondaire a- Bassin d'aération

En aval des décanteurs primaires, les effluents sont dirigés vers le traitement biologique. L'épuration de l'eau s'effectue grâce à une population spécifique de bactéries. Cette population bactérienne, appelée biomasse ou boues activée, dégrade et assimile la pollution. Ce mécanisme génère une croissance bactérienne qui permet un renouvellement et un développement continu des bactéries.

Le bassin biologique présente trois objectifs qui sont :

- Oxydation des produits carbonés ;
- Oxydation et réduction des produits azotés ;
- Oxydation et réduction déphosphore.

Pour atteindre ces objectifs, trois actions sont nécessaires à savoir :

- Aération du bassin ;
- Recirculation des boues ;
- Extraction des boues en excès.

Chaque bassin biologique est constitué de quatre aérateurs de surface, 2 mesures d'oxygène, 1 mesure Redox Dans notre cas il s'agit d'un traitement d'une moyenne charge ce qui présente trois avantages :

- Traitement de la pollution carbonée avec un meilleur rendement que les fortes charges ;
- Production de boues stables non fermentescibles ;
- Traitement partiel de l'azote.



Figure II. 6: Bassin d'aération

II.2.1.5. Clarificateur (décantation secondaire)

Sur chacune des files, l'effluent en sortie du bassin biologique est envoyé vers un ouvrage pour permettre la décantation des boues biologiques. Le décanteur secondaire (ou clarificateur) assure la séparation gravitaire de la boue et de l'eau épurée. Ils remplissent trois fonctions :

- Séparation de la boue et de l'eau traitée. L'eau traitée part en surverse vers la partie désinfection de la station ;
- Concentration des boues et transfert vers le poste de recirculation ;
- Collecte et évacuation des flottants.

La séparation des boues et de l'eau traitée est gravitaire. Le décanteur secondaire est dimensionné pour avoir une vitesse ascensionnelle maximale (ou vitesse miroir) de 0.72 m/h.

❖ Chaque clarificateur est équipé des éléments suivants :

- Pont suceur pour le transfert des boues vers la recirculation via la partie centrale du décanteur.
- Collecte des eaux traitées par surverse vers la partie désinfection ;
- Système de raclage et d'évacuation des flottants de surface.



Figure II. 7: Clarificateur

II.2.1.6. Désinfection des effluents

La désinfection sera réalisée par injection d'eau de javel dans un bassin de contact équipée de chicanes qui permet un temps de contact de 30 min par rapport au débit maximale.

Les taux de traitement retenu permettent d'atteindre les garanties annoncées, ils sont de 5mg/L de produit actif en moyenne 10 mg/L de produits actif lors des pointes.

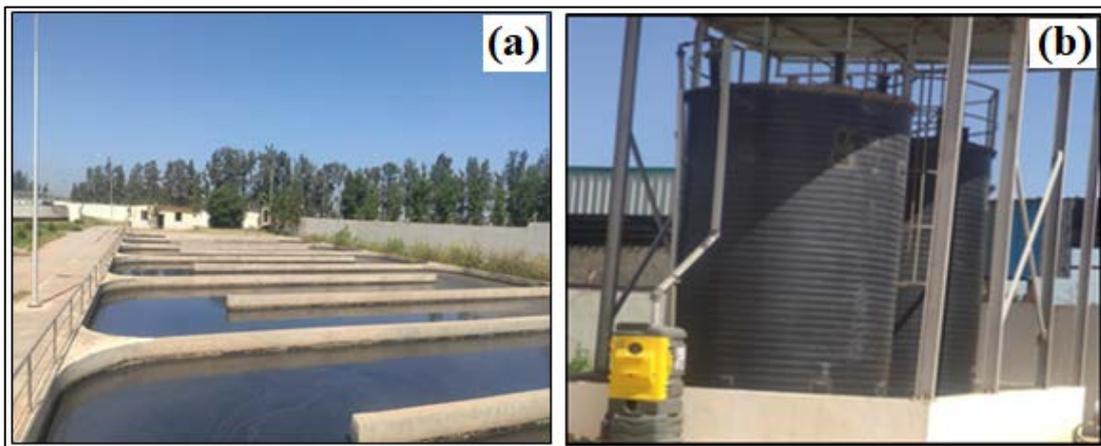


Figure II. 8: Désinfection des effluents : (a) Bassin de chloration ; (b) Stockage du chlore

II.2.1.7. Evacuation de l'eau épurée

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. 9: Eaux traitées vers oued

II.2.2. Files boues

La filière de traitement retenue est suivante :

- Extraction des boues en excès par ligne de traitement biologique ;
- Extraction des boues en excès depuis un poste de recirculation des clarificateurs ;
- Épaississement gravitaire des boues dans deux épaisseurs hersés, stabilisation des boues dans deux bassins identiques, déshydratation mécanique des boues par 4 combinés stables d'égouttage et filtre à bandes, stockage des boues : déshydratées dans des bennes et sur aire de stockage complémentaire.

Production de boue biologique

La production de boues liée à l'activité biologique est exprimée selon la relation suivante :

$$PB = MS_{\min} + MS_{\text{Orgadur}} + BDBO5é \dots \dots \dots (II.1)$$

Avec :

$M_{s\min}$: matières en suspension de l'effluent brut(mg/L) ;

MS_{Orgadur} : matières en suspension organiques dures de l'effluent brut(mg/L) ;

$BDBO5é$: boues biologiques issues de l'élimination de DBO_5 (mg/L).

Les boues en excès sont extraites depuis les puits à boue des trois files de traitement biologique à l'aide de deux pompes centrifuge par file dont en un secours automatique.

Les boues primaires en excès sont extraites pour chaque file depuis central du décanteur primaire par une pompe volumétrique, située dans un local commun aux 3 files au pompage de celles-ci.



Figure II. 10: Poste de recirculation de boue biologique

a. Epaissement gravitaire

L'épaulement gravitaire permet de concentrer les boues. Cette technologie offre l'avantage d'une consommation électrique très basse.

Les boues en excès sont concentrées avant stabilisation dans deux épaulementeurs gravitaires identiques, ce qui donne plus de souplesse de fonctionnement et plus facilité lors des opérations de maintenance.



Figure II. 11: Epaisseur des boues

b. Stabilisation des boues

La stabilisation aérobie des boues a pour but la réduction de matières dans la masse globale de la matière à un taux voisin 60% cette réduction s'effectue par aération de la boue sans apport de substrat carboné, ceci favorisant une auto-synthèse de la masse cellulaire, donc dégradation de la masse organique.

Les temps de traitement des boues lors d'une stabilisation aérobie sont 14 jours.

c. Déshydratation des boues

Les boues aspirées dans l'ouvrage 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 floccs.



Figure II. 12: Tables déshydratées

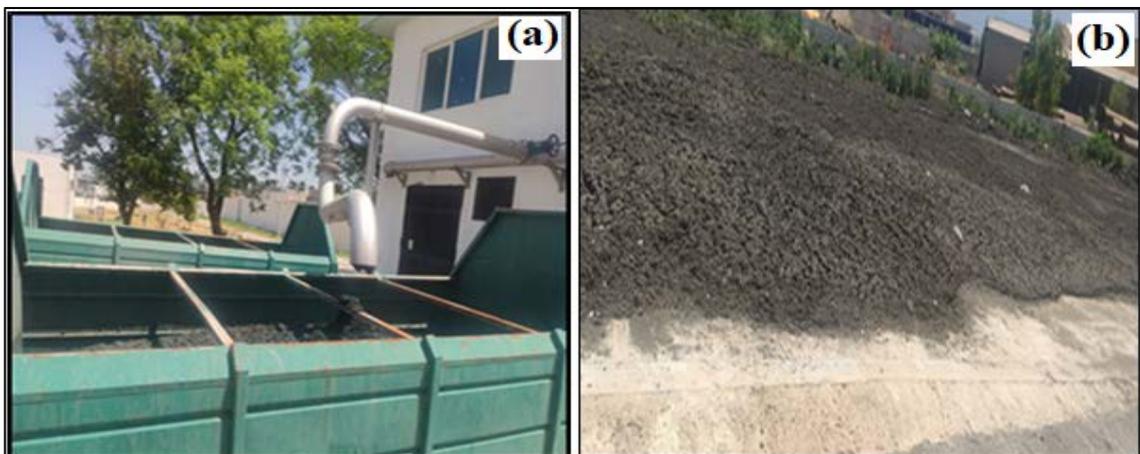


Figure II. 13: (a) Stocke des boues déshydratées; (b) Zone de séchage de la boue obtenu

II.3. Contrôle de qualité

Dans le but de connaître la qualité des eaux usées et l'efficacité des chaînes de traitement, deux étapes principales se succèdent :

1. L'étape de l'échantillonnage ;
2. L'étape d'analyse.

II.3.1. Echantillonnage

Durant cette étude, nous avons choisi deux types d'échantillonnage

- L'échantillonnage automatique pour les paramètres physico-chimiques de l'eau brute ;
- L'échantillonnage manuel instantané pour les paramètres physico-chimiques de l'eau épurée et microbiologiques de l'eau brute et épurée réalisé à l'aide d'une canne.

❖ Echantillonneur automatique

Un échantillonneur automatique peut être programmé en fonction de tranches horaires ou du débit selon le besoin, il permet d'obtenir des échantillons représentatifs qui renseigneront sur la qualité et la charge polluante de l'eau [18].

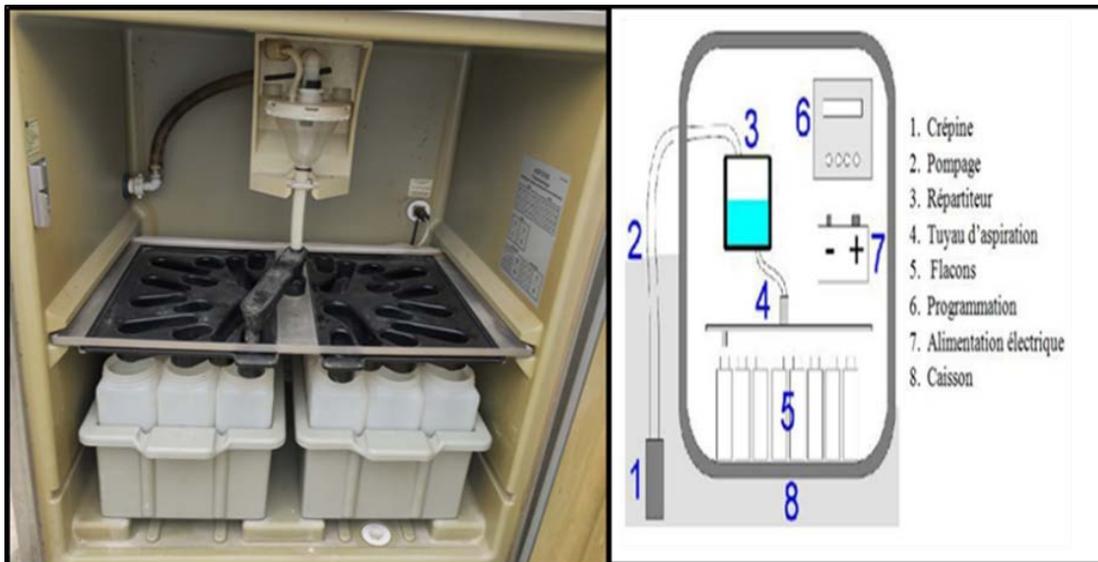


Figure II. 14: Echantillonneur automatique

Mode de prélèvement

Deux points de prélèvement ont été choisis à savoir [18] :

- Un prélèvement d'eau brute à l'entrée de la station ;
- Un prélèvement d'eau épurée sortant du clarificateur.

II.3.2.1. Analyse physique

La détection de ces paramètres a été faite pour l'eau brute, l'eau épurée et la boue biologique.

a. Température

La température a été mesurée à l'aide d'une sonde thermométrique en plongeant l'électrode à environ 15cm de profondeur pendant 10 minutes et on prend la valeur affichée, le résultat est exprimé en degré Celsius (°C) [19].

b. Matières en suspension (MES)

La détermination des MES est réalisée par la méthode de filtration [19] pour l'eau brute, l'eau épurée, l'eau décantée, la boue biologique, la boue en excès et la boue recirculée.

Mode opératoire

- ✓ Laisser les échantillons s'équilibrer à température ambiante ;
- ✓ Laisser le filtre s'équilibrer à température ambiante à proximité de la balance et le peser à 0,1 mg près à l'aide de la balance. Eviter soigneusement de contaminer le filtre en utilisant un dessiccateur ;
- ✓ Placer le filtre (la partie lisse en bas) dans l'entonnoir du dispositif de filtration et connecter à un dispositif d'aspiration sous vide (ou sous pression) ;
- ✓ Agiter vigoureusement le flacon et transférer immédiatement et d'un seul trait un volume convenable d'échantillon dans une éprouvette graduée ;
 - Pour les eaux brutes, le volume versé doit être compris entre 25 et 100 mL ;
 - Pour les eaux épurées, le volume doit être compris entre 250 et 1000 mL ;
- ✓ Filtrer l'échantillon, puis rincer l'éprouvette graduée avec environ 20 mL d'eau distillée et utiliser cette portion pour laver le filtre. Rincer les parois internes de l'entonnoir avec un autre volume de 20 mL d'eau distillée ;
- ✓ Libérer le dispositif sous vide (ou sous pression) lorsque le filtre est pratiquement sec ;
- ✓ Retirer avec précaution le filtre de l'entonnoir à l'aide de pinces à extrémité plates ;

- ✓ Placer le filtre sur le support de séchage et le sécher dans l'étuve à $(105 \pm 2) ^\circ\text{C}$ pendant au moins 1 h et au plus 14 h à 16h ;
- ✓ Retirer le filtre de l'étuve puis le peser.



Figure II. 15: Equipement de filtration

La détermination des MES est réalisée par la formule suivant :

$$MES = \frac{M_1 - M_0}{V} * 1000 \dots\dots\dots(\text{II.2})$$

Avec :

MES : Teneur en matières en suspension en milligrammes par litre (mg/L) ;

V : Volume de l'échantillon en millilitre (mL) ;

M₁: Masse du filtre après filtration en milligrammes (mg) ;

M₀ : Masse du filtre avant filtration en milligrammes (mg).

c. Matières totales ou matières sèches (MS)

On fait cette analyse pour les boues liquides boue primaire, boue mixte (Bâche de mélange), boue épaisse et boue stabilisée, Centrat boue de servers de l'épaississeur [19].

Mode opératoire

- ✓ La coupelle est pesée à vide ;
- ✓ Mettre 30 mL de boues dans la coupelle, puis sécher au four à un 105°C pendant 24h ;

- ✓ Après séchage la matière séchée est pesée.

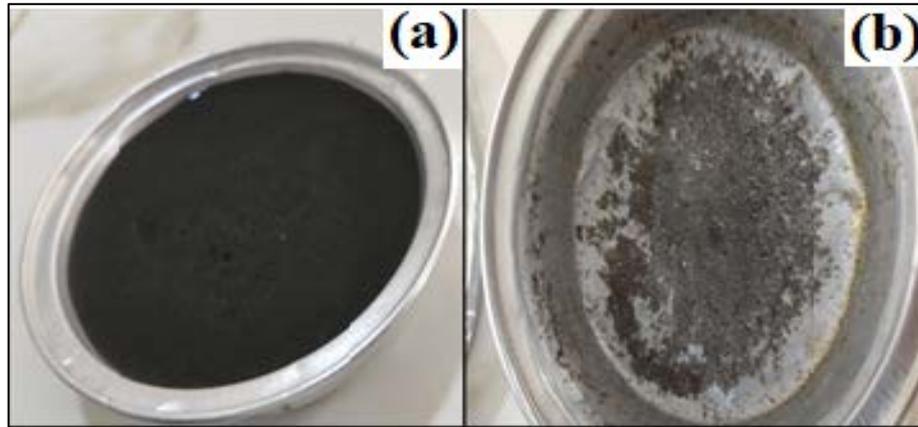


Figure II. 16: Gâteaux sec :(a) avant, (b) après séchage

La matière sèche est calculée par la relation suivante :

$$MS = \frac{M_2 - M_0}{V} * 1000 \text{ (g/L)} \dots\dots\dots \text{(II.3)}$$

Avec :

MS : Matières sèches (g/L) ;

M₀ : Masse de la capsule vide (g),

M₁ : Masse de la capsule et de gâteau sec (après séchage a 105°C) (g) ;

V : Volume de l'échantillon de boue filtrée (L).

d. Matière volatile sèche (MVS)

On fait pour les filtres de MES l'eau brute, boue biologique et boue recirculée, boue en excès [19].

Mode opératoire

- ✓ Le résidu sec obtenu lors de la mesure de la matière sèche est broyé et porté pendant 2 heures dans un four à moufle à 550 °C ;
- ✓ Peser la masse de l'échantillon après séchage ;

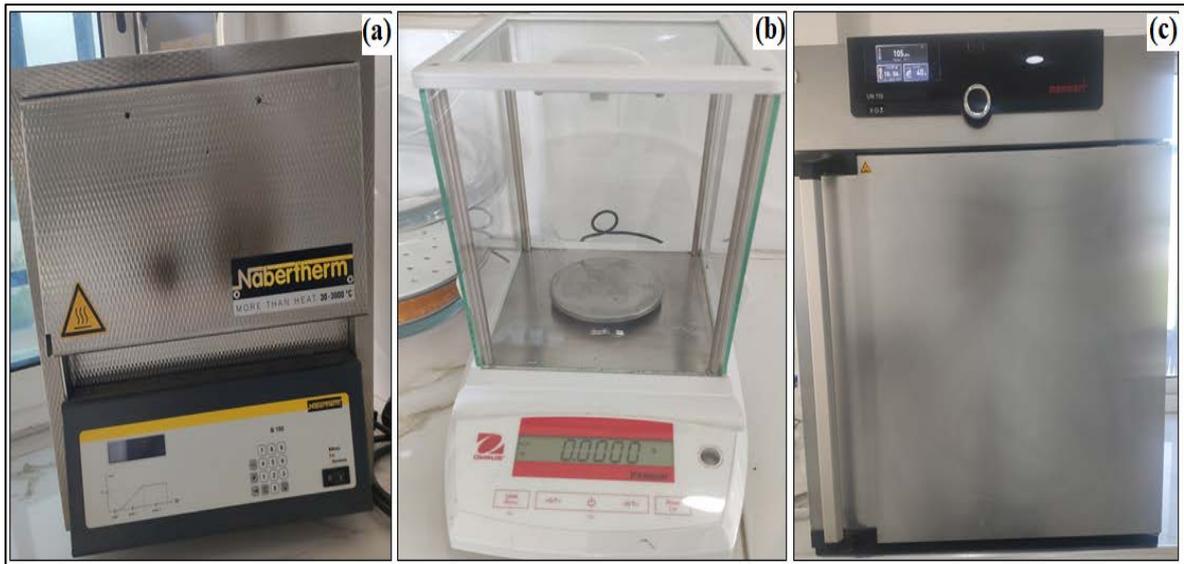


Figure II. 17: Matériel utilisé : (a) four à moufle ; (b) balance électrique ; (c) étuve

Pour la majorité des boue.la détermination des matières volatiles est une évaluation approchée da la matière organique. On obtient alors :

$$MVS = \frac{M_2 - M_f}{M_2 - M_0} * 100 (\%) \dots\dots\dots (II.4)$$

Pour l'eau brute en utilise

$$MVS = \frac{M_2 - M_f}{v} * 10^6 \dots\dots\dots (II.5)$$

Pour les boues en utilise

$$MVS = \frac{M_2 - M_f}{v} * 10^3 \dots\dots\dots (II.6)$$

Avec :

V : Volume de l'échantillon de boue filtrée (L) ;

M₀ : Masse de la capsule vide(g) ;

M₂ : Masse de la capsule et de gâteau sec (après séchage à 105 °C) (g) ;

M_f : Masse de la capsule et du gâteau sec (après calcination à 550 °C) (g).

e. Siccité (Sc %)

La teneur en matières sèches inclut à la fois les matières en suspension et les sels dissous. Le résidu sec est utilisé aussi pour déterminer la siccité de la boue (exprimée en %). On fait cette analyse pour les boues déshydratée et boue de table d'égouttage [19].

Mode opératoire

- ✓ Peser une coupelle vide ;
- ✓ Peser la coupelle et le gâteau (l'échantillon) ;
- ✓ Mette dans l'étuve a 105 °C pendant 24h ;
- ✓ Peser la coupelle et le gâteau après séchage.

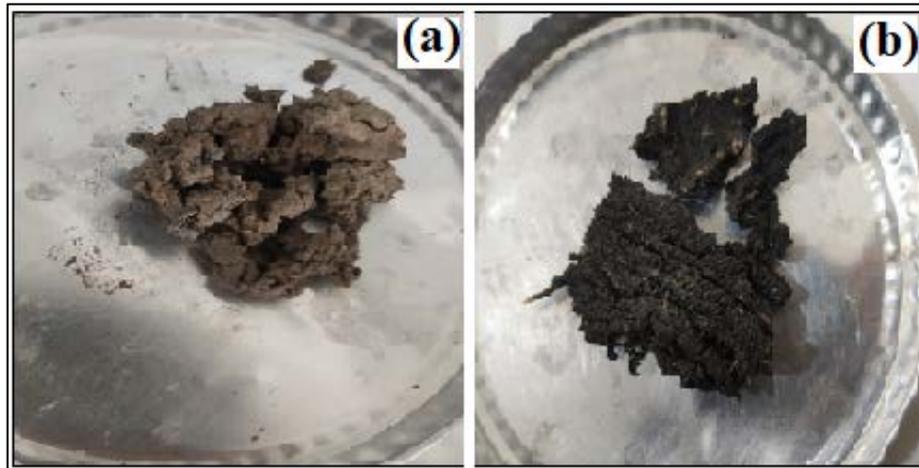


Figure II. 18: Boue déshydratés : (a) après ; (b) avant séchage

Elle est exprimée en pourcentage par rapport au poids de l'échantillon :

$$Sc = \frac{M_2 - M_0}{M_1 - M_0} * 100(\%) \dots \dots \dots (II.7)$$

Avec :

M₀ : Masse de la coupelle vide(g) ;

M₁ : Masse de la coupelle et du gâteau humide(g) ;

M₂ ; Masse de la coupelle et du gâteau sec (après séchage a 150°C(g).

II.3.2.1. Analyse chimique

a. Conductivité électrique

- ✓ Allumer le conductimètre et rincer plusieurs fois la sonde avec de l'eau distillée ;
- ✓ Prendre une quantité suffisante d'eau à analyser dans un bécher ;
- ✓ Mettre l'électrode dans le bécher, laisser stabiliser puis noter la valeur de la conductivité.



Figure II. 19: Conductimètre

b. Potentiel d'hydrogène (pH)

- ✓ Allumer le pH-mètre et rincer plusieurs fois l'électrode avec de l'eau distillée ;
- ✓ Prendre environ 100 mL d'eau à analyser dans un bécher ;
- ✓ Plonger ensuite l'électrode dans le bécher et agiter doucement ;
- ✓ Laisser stabiliser un moment, puis noter la valeur finale du pH.



Figure II. 20: pH-mètre

a. Concentration en oxygène dissous

Il consiste à mesurer la quantité d'oxygène dissous présente dans l'eau à analyser. Le protocole est le suivant :

- ✓ Ouvrir le flacon contenant l'eau à analyser en prenant soin de ne pas l'agiter afin d'éviter une éventuelle aération de l'échantillon ;
- ✓ Mettre la sonde de l'oxymètre HQ 430d dans le flacon ;
- ✓ Appuyer sur mesure et attendre le bip sonore indiquant la fin de la mesure ;
- ✓ Lire le résultat sur l'écran de l'oxymètre ;
- ✓ Les résultats sont exprimés en mg d'oxygène par litre (mg/L).

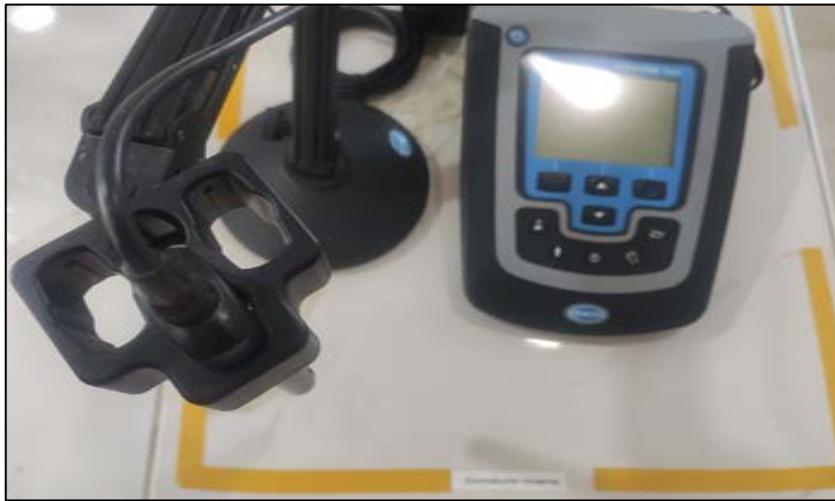


Figure II. 21: Oxymètre

b. Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

Source mode d'emploi systèmes de mesure de la DBO, BOD Direct plus **HACH LANGE** [20].

1. Choix du volume d'échantillon

Le volume d'échantillon dépend de la valeur DBO cible de l'échantillon. Il en résulte une plage de mesure DBO (sans dilution de l'échantillon) allant de 0 à 4000 (mg/L).

Tableau II. 2: Volumes utilisés pour la mesure de la DBO5 en fonction des concentrations de l'eau à analyser.

Plage mesure DBO ₅ (g/L)	[0-0,04]	[0-0,08]	[0-0,2]	[0-0,4]	[0-0,8]	[0-2]	[0-4]
V (mL)	428	360	244	157	94	56	21,7
Réactifs(gouttes)	10	10	5	5	3	3	1

2. Préparation de l'échantillon d'eau et la réalisation de l'analyse

- ✓ Contrôler le pH de l'échantillon, le pH optimal se situe entre 6,5 et 7,5 ;
- ✓ Bien mélanger l'échantillon d'eau, laisser reposer et ensuite l'homogénéiser ;
- ✓ Choisir le volume de l'échantillon qui correspond à la plage de mesure adéquate ;
- ✓ Mesurer avec précision la quantité d'échantillon requise à l'aide d'une fiole jaugée adaptée et la verser dans le flacon d'échantillonnage (flacons bruns du DBO mètre) ;
- ✓ Le gaz carbonique (CO₂) qui produit par les microorganismes est absorbé par l'Hydroxyde de lithium placé dans la cupule (une cupule par flacon) ;
- ✓ Ajouter le réactif de la nitrification selon le dosage indiqué dans le tableau ;
- ✓ Ajouter un barreau magnétique pour assurer l'agitation et insérer le flacon dans un incubateur de DBO ;
- ✓ Mettre le DBO mètre BOD Direct Plus (HACH LANGE) en marche à 20°C pendant 5 jours.



Figure II. 22: DBO-mètre

c. Demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène, notée DCO, représente la quantité d'O₂ consommé par toutes les matières réductrices été faite pour l'eau brute et l'eau épurée.

Mode opératoire

La DCO est dosée par la micro-méthode de Kit hach LCK 514 dont le protocole est le suivant [18] :

- ✓ Mélanger le contenu pour avoir une solution homogène ;
- ✓ Pipeter 2 mL d'échantillon avec précaution ;
- ✓ Fermer la cuve et nettoyer l'extérieur de celle-ci et mélanger ;
- ✓ Chauffer dans le thermostat pendant 2h à 148°C ;
- ✓ Sortir la cuve chaude retournée avec précaution ;
- ✓ Laisser refroidir à température ambiante ;
- ✓ Bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer dans le Spectrophotomètre.



Figure II. 23: Plaque chauffante

La valeur de la concentration de DCO s'affichera directement sur l'écran du spectrophotomètre en mg/L, (la concentration en masse d'oxygène consommé par la matière organique présente dans l'échantillon).



Figure II. 24: Spectrophotomètre

d. Indicateurs de pollution (NO_2^- , N , NO_3^- , N , PO_4^-)

- ✓ Le protocole sur la boîte de réactif suivre ;
- ✓ Faire la lecture dans la spectrophotométrie.

Tableau II. 3 : Indicateurs de pollution (micro-méthodes).

Paramètre	DCO	NT	PT	NH_4^+	NO_3^-	NO_2^-	Cr^6	Cl^-
Réactifs	LCK314	LCK238	LCK348	LCK303	LCK339	LCK341	LCK313	LCK311
	LCK514	LCK338	LCK350					

Chapitre III

Résultats et discussion

La surveillance et l'évaluation sont les conditions principales, pour garantir les objectifs de qualité de tout projet qui emploie l'eau usée traitée.

C'est ainsi que dans le cadre du projet de réutilisation des eaux épurées pour l'irrigation du périmètre de la METIDJA HADAIK, une intention particulière a été portée sur les analyses physiques, chimiques en particulier sur les eaux usées ont été effectuées par le laboratoire au niveau de la STEP de Blida.

III.1. Potentiel d'Hydrogène (pH)

Les valeurs de pH de l'eau brute et l'eau épurée déterminées à treize (13) jours durant les mois de stage sont regroupées dans le tableau III.1.

Tableau III. 1: Valeurs de pH

Jours	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
pH _(Eb)	7,66	7,92	7,83	7,83	7,86	7,95	7,96	7,98	7,71	7,8	7,76	7,78	7,6
pH _(Eép)	7,62	8,05	8,02	7,91	7,88	8,21	8,04	8,14	7,88	7,93	7,95	7,82	7,76
Norme	6,5-8,5												

Les eaux brutes à l'entrée de la station sont légèrement basiques. On constate une faible élévation du pH de l'eau épurée par rapport à l'eau brute dans les huit premiers jours. A partir du neuvième jour, les valeurs de pH se sont stabilisées à 7,86 à la moyenne. Ce résultat est dû à la présence des détergents et d'autres polluants.

Les résultats de pH obtenus sont conformes aux normes de rejet dont les valeurs du pH doivent être comprises entre 6,5 et 8,5.

III.2. Température (T)

Le tableau III. 2 montre les valeurs de la température prises dans la même période.

Tableau III. 2: Valeurs de la température

Jours	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
T _(Eb) (°C)	19,3	20	22	21	23	23	26	25,1	25,1	27,2	26	25,3	27,7
T _(Eép) (°C)	19,5	21,6	22,7	22,2	23,7	24	26,3	25	25,2	28	26,4	25	28,2
Norme	≤ 30												

Les valeurs de la température des eaux analysées sont étroitement liées à la température de la saison. En général, aucune différence significative de température des eaux analysées a été détectée.

On constate que des valeurs de température aux premiers jours ne dépassent pas 26°C, la valeur maximale atteint 27°C pour l'eau brute et 28°C pour l'eau épurée, Ces valeurs étant acceptables car le fonctionnement du traitement biologique nécessite que l'effluent présente une température inférieure à 30°C, sachant que les températures supérieures à 30°C provoquent la floculation de boue dans le bassin d'aération, la formation de mousse et la multiplication des microorganismes.

III.3. Conductivité Electrique (CE)

Les résultats de la mesure de conductivité électrique sont affichés sur le graphe suivant :

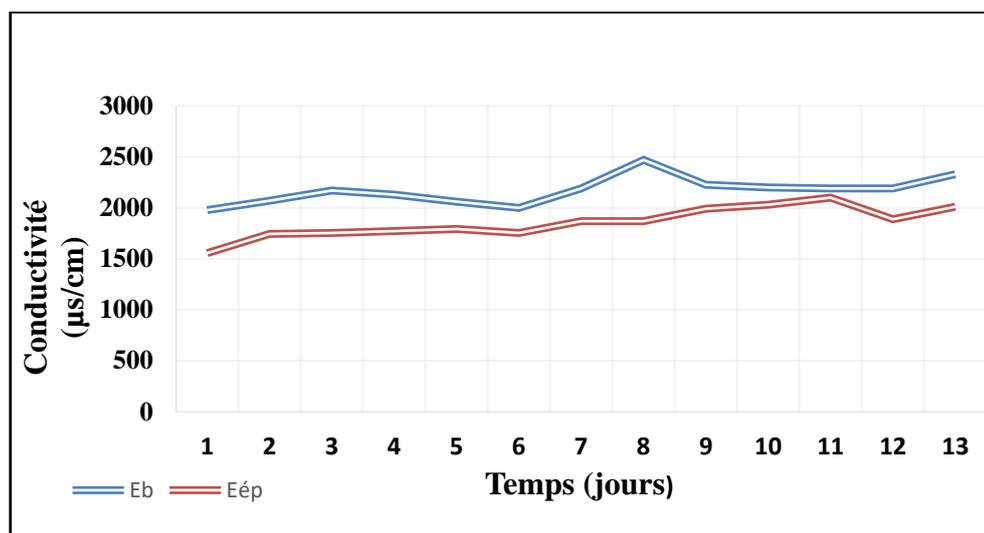


Figure III. 1:Variation de la conductivité

Les valeurs de la conductivité des eaux brutes dépassent 1000 µs/cm, ce qui implique que ces eaux présentent une minéralisation élevée, ceci est probablement dû à un apport massif de détergent et d'autre polluant apporté par les eaux usées domestiques.

Une faible réduction des valeurs de conductivité électrique de l'eau épurée a été observée, qui est dû à la sédimentation des sels minéraux concentrés dans les boues. Les valeurs obtenues sont comprises entre 1556 µs/cm et 2030 µs/cm supérieures à la norme de rejet ≤ 1250 . Ces résultats est expliqué par l'absence de traitement chimique au sein de la station comme la (coagulation floculation).

III.4. Oxygène dissous (OD)

Les concentrations on oxygène dissous sont répertoriées dans le tableau ci-contre.

Tableau III. 3: Valeurs d’oxygène dissous

Jours	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$C_{(Eb)}$ (mg/L)	0,18	2,30	0,17	1,54	0,09	0,15	0,42	1,05	0,95	0,10	0,95	1,21
$C_{(Eép)}$ (mg/L)	6,13	5,92	5,62	7,45	4,86	4,83	7,08	5,33	6,85	5,09	6,85	5,85
$C_{(BB)}$ (mg/L)	1,72	1,99	1,15	1,11	2,35	1,89	1,34	0,98	1,28	2,09	1,85	1,64
Norme	2,5-8											

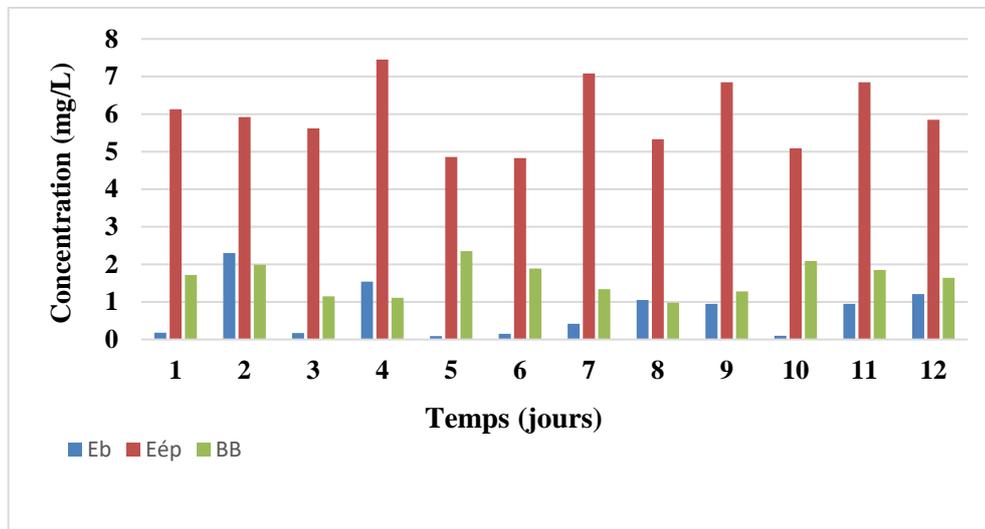


Figure III. 2: Variation de la concentration en oxygène dissous

Les concentrations en oxygène dissous de l’eau épurée est plus élevée par rapport à celles des boues biologiques et l’eau brute. Ce résultat est expliqué par l’activation des boues biologiques dû à l’apport d’oxygène dans le bassin d’aération.

Pour l’eau épurée, les quantités d’oxygène dissous dans les treize jours sont comprises entre 4,83 mg/L et 7,45 mg/L. Ces résultats sont conformes aux normes ([2,5 – 8]).

III.5. Matières en suspension (MES)

Les quantités des matières en suspension sont données par le tableau III. 4.

Tableau III. 4: Valeurs des MES

Jours	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
MES C _(Eb) (mg/L)	375	185	338	428	300	327	278	373	513	430	252	269	508
MES C _(Eép) (mg/L)	08	09	10	11	05	08	12	08	12	07	08	11	10
Norme	≤30												

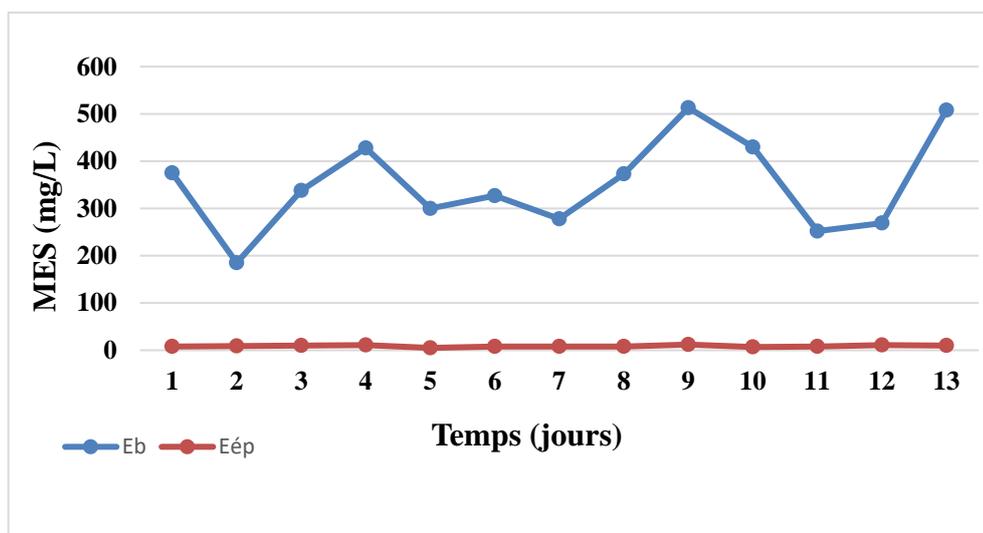


Figure III. 3: Variation de MES

Les résultats d'analyse montrent que l'eau brute présente des quantités importantes en MES reçu par la station due au temps sec contrairement à la période d'hiver où les eaux pluviales provoquent la dilution des eaux.

En outre, les teneurs de MES des eaux épurées sont conformes aux normes de rejet (30 mg/L) car elles varient entre (5 et 12 mg/L). Le pourcentage d'élimination des MES est de l'ordre de 97 %, ce que traduit le bon fonctionnement de la station.

III.6. Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

Le tableau suivant regroupe les valeurs de la DBO₅ obtenues pour l'eau brute et l'eau épurée.

Tableau III. 5: Valeurs de DBO₅

Jours	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
C _(Eb) mg/L	198	298	276	280	234	256	290	488	378	200	366	367	346
C _(Eép) mg/L	07	04	10	07	25	08	04	07	08	08	08	07	09
Norme	≤30												

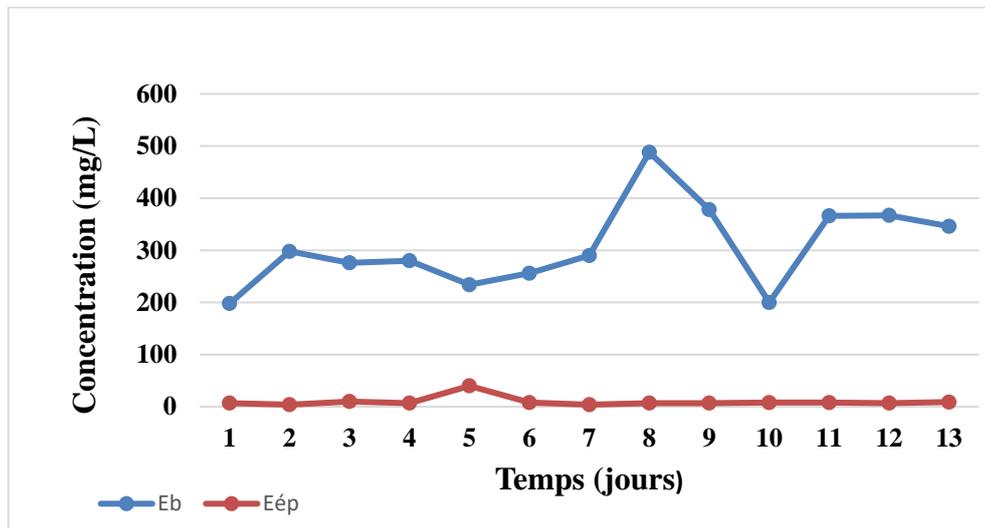


Figure III. 4: Variation de la DBO₅

D'après les résultats obtenus, l'eau brute affiche des valeurs DBO₅ élevées en comparant avec les résultats de l'eau épurée. Ceci peut être expliqué que la station reçoit des charges polluantes importantes qui nécessitent un excès d'oxygène pour activer les microorganismes présents dans la boue activée. Après épuration, la DBO₅ a diminué à des valeurs inférieures à 40 mg/L. Un résultat qui est conforme à la norme (≤ 30mg/L).

III.7. Demande chimique en oxygène (DCO)

Les concentrations en DCO sont répertoriées dans le tableau ci-contre.

Tableau III. 6: Valeurs de DCO

Jours	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$C_{(Eb)}$ mg/L	354	489	386	425	466	515	505	509	486	474	549	551	471
$C_{(Eép)}$ mg/L	18	15	25	27	59	16	22	16	13	19	10	08	19
Norme	≤ 90												

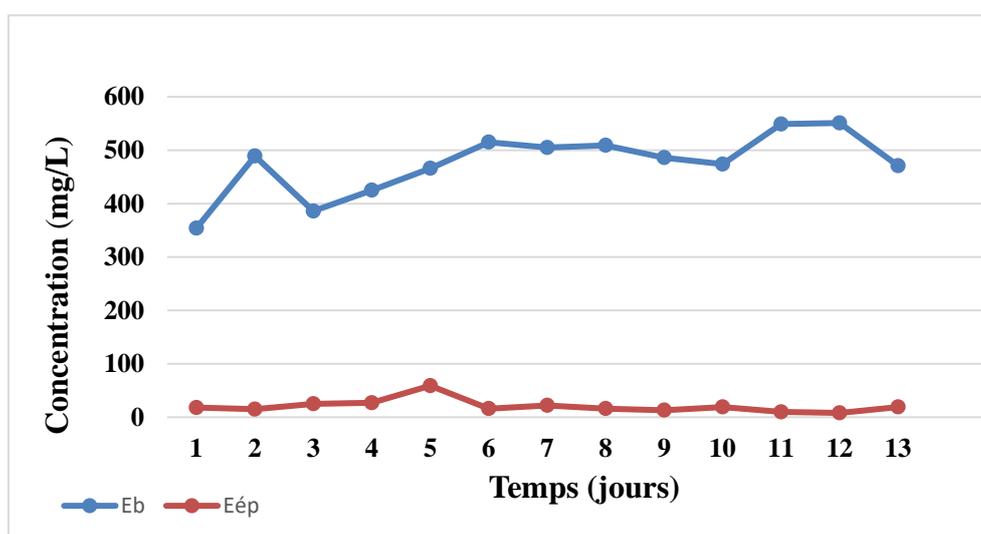


Figure III. 5: Variation de la DCO

Les teneurs en DCO de l'eau brute sont pratiquement plus élevées à celles de la DBO_5 avec un maximum de 551mg/L, ceci implique la présence d'une fraction des matières organiques non biodégradables.

Au niveau du bassin d'aération, la fraction de la DCO biodégradable est décomposée par l'activité des micro-organismes épurateurs, tandis que la fraction non biodégradable est éliminée par sédimentation au niveau du clarificateur.

Dans l'effluent épurée, nous avons enregistré des teneurs de DCO qui ne dépassent pas 59 mg/L ce qui est conforme aux normes de rejet dont la valeur maximale est fixée à 90 mg/L.

III.8. Nitrites (NO₂⁻)

Le tableau suivant regroupe les valeurs de concentration de nitrite obtenues pour l'eau brute et l'eau épurée.

Tableau III. 7: Concentrations des Nitrites

Jours	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
C(Eb)mg/L	0,03	0,08	0,012	0,062	0,017	0,015	0,01	0,012	0,011	0,013	0,014	0,016	0,009
C(Eép) mg/L	0,01	0,053	0,036	0,045	0,016	0,032	0,046	0,071	0,052	0,058	0,07	0,035	0,037
Norme	≤ 2												

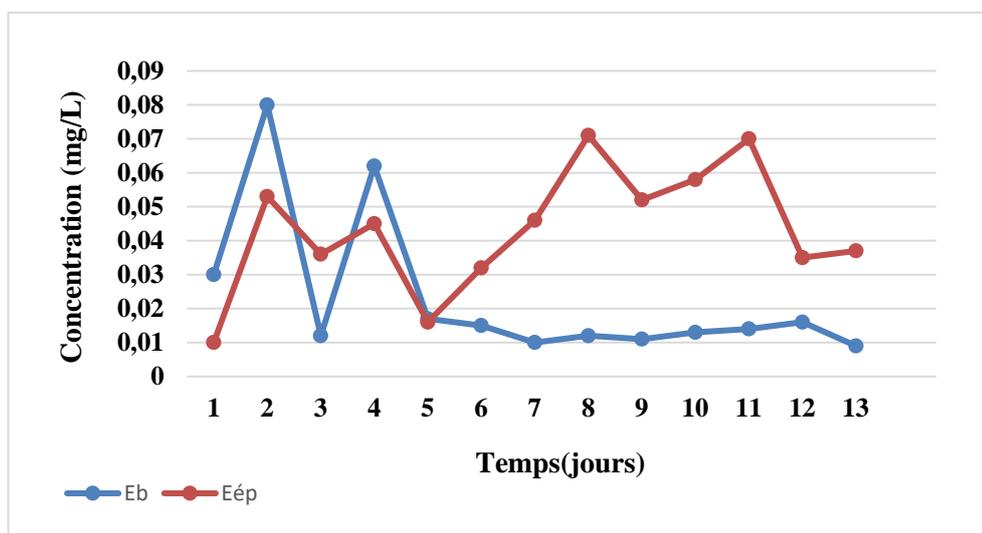


Figure III. 6: Variation de la concentration des nitrites

D'après la figure III.7, on remarque des concentrations très basses des nitrites présentes à l'entrée de la station, elles sont expliquées par la présence de très faible quantité d'oxygène dissout dans les eaux brutes qui favorise la transformation des ions d'ammonium en nitrite par nitrification pendant la nitrification ; à la sortie on remarque des charges très faible des nitrites qui sont traduit par la transformation des nitrites en azote moléculaire (N₂) lors de processus de dénitrification en condition d'anaérobie au cours de traitement biologique.

Les résultats montrent que les concentrations en nitrites de l'eau traitée ne dépassent pas les normes (≤ 2 mg/L).

III.9. Nitrates (NO₃⁻)

Les concentrations en nitrates sont répertoriées dans le tableau ci-contre

Tableau III. 8: Valeurs de Nitrates

Jours	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
C _(Eb) mg/L	09	02	2,1	11	02	02	02	2,5	1,6	2,6	2,2	2,2	1,6
C _(Éép) mg/L	2,4	02	0,6	0,4	0,2	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	0,9	1,2	0,4
Norme	≤10												

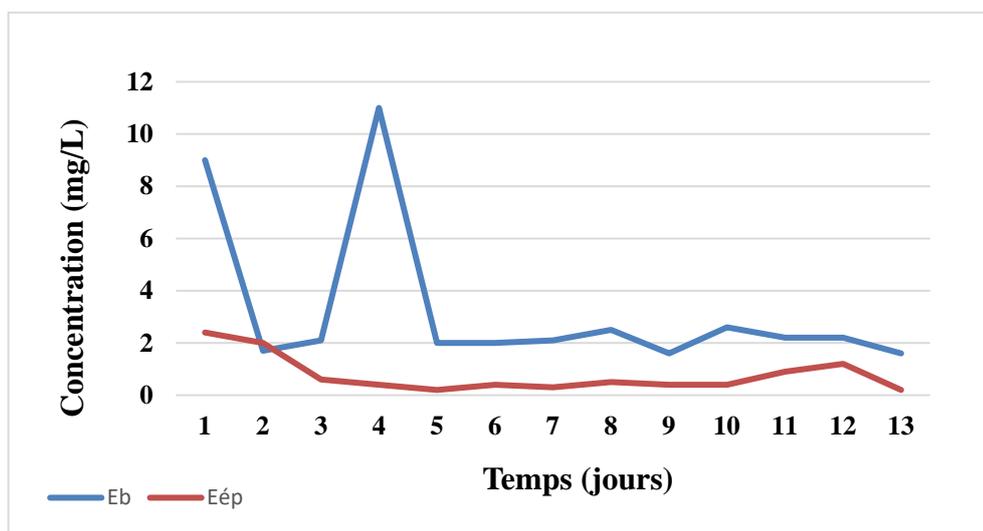


Figure III. 7: Variation des concentrations en nitrates

Pour les teneurs en nitrates sont faibles varié entre 2 mg/L et 1mg/L, et pour les eaux épurées les concentrations n'ont pas dépassé 2,5 mg/L ce qui explique l'efficacité des réactions de nitrifications et dénitrification dans les bassins biologiques et l'activité de la biomasse épuratrice.

III.10. Phosphate (PO_4^-)

Le tableau suivant regroupe les valeurs de concentration de phosphate obtenues pour l'eau brute et l'eau épurée.

Tableau III. 9: Valeurs de Phosphate

Jours	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$C_{(\text{Eb})}$ mg/L	10	12	14	13	11	12	25	18	13	13	13	15	13
$C_{(\text{Eép})}$ mg/L	11,2	05	18,6	03	35,2	11,2	2,6	3,8	11	3,5	2,5	03	08
Norme	≤ 20												

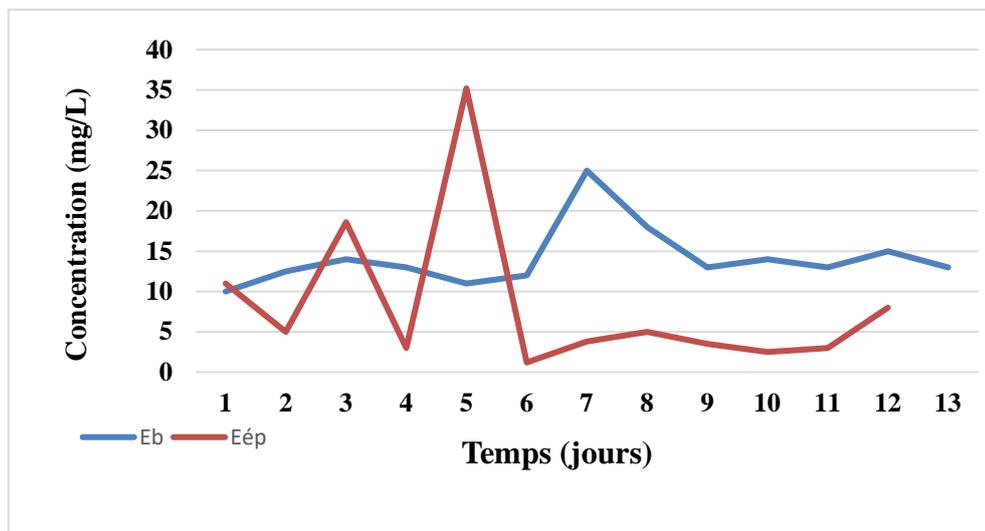


Figure III. 8: Evolution des concentrations de phosphate

La figure III.9 montre des concentrations très élevées des phosphates à l'entrée de la station (eaux brutes) surtout au jour 7 (25mg/L), cela s'explique par la présence d'un apport important d'eaux usées contenant des déjections humaines : urines, fèces (eaux vannes) et eaux de toilette et de nettoyage des sols (produits détergents) et des aliments (eaux ménagères), à la sortie les concentrations des phosphates ont diminuées, cette diminution est due au processus d'élimination biologique du phosphore par des bactéries déphosphatantes (Processus de suraccumulation) en alternance des conditions d'anaérobie et d'aérobie.

III.11. Azote ammoniacal (NH₄)

Les résultats de concentration d'azote ammoniacal affichés sur le tableau III.10.

Tableau III. 10: Valeurs d'Azote ammoniacal

Jours	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
C _(Eb) mg/L	29	48	31	33	33	29	25	69	36	22	37	61	34
C _(Eép) mg/L	02	4,5	205	05	11	01	04	7,5	8,5	14,5	12	03	0,5
Norme	≤40												

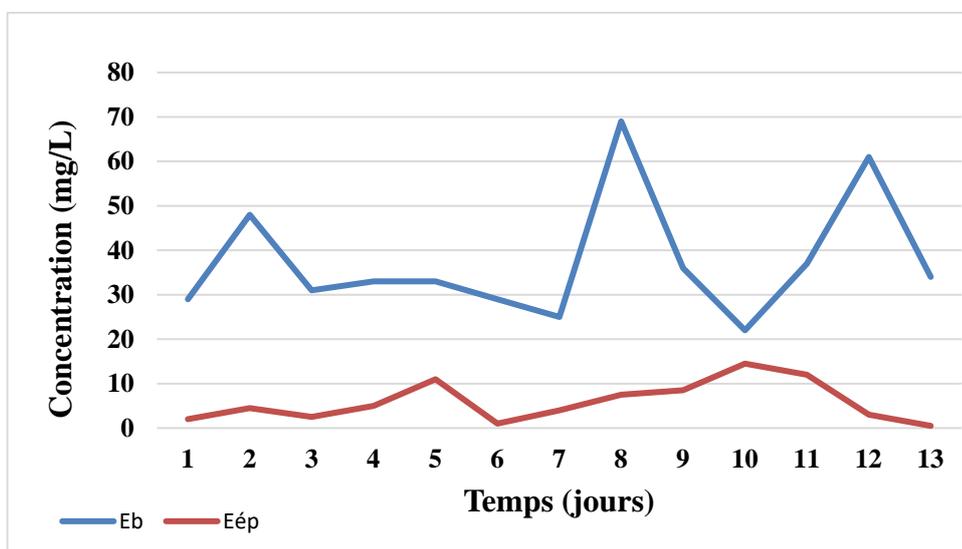


Figure III. 9: Variation d'azote ammoniacal

La figure II.10 montre des charges significatives d'ammonium qui sont enregistrées à l'entrée de la station surtout au jour 8 (54,99 mg/L) et 12 (54,99mg/L) cela s'explique par la présence de la pollution ammoniacale dans l'effluent brute ainsi qu'une bonne ammonification s'est réalisée (transformation de l'azote organique en ammonium en conditions d'aérobies et d'anaérobies) ; à la sortie de la station on remarque des concentrations d'ammonium très faible par rapport à l'entrée, une grande partie est éliminée, cette diminution est due à l'oxydation d'ammonium en nitrite par (nitritation) et les nitrites en nitrate par (nitratation) lors du traitement biologique en conditions d'aérobies. La partie restante de l'ammonium est due au temps de séjour court de la boue dans le réacteur biologique.

Conclusion générale

Conclusion générale

Ce stage au sein de la STEP nous a permis de nous familiariser avec les différents traitements que subissent les eaux usées au niveau de la STEP, et d'évaluer les performances de ces traitements.

Recycler les eaux usées en éliminant les polluants avant leur rejet dans le milieu naturel, à l'aide des quatre procédés suivants :

- Traitement physique : élimination des déchets par dégrillage ;
- Traitement biologique : élimination des matières organiques et minérales par la culture microbienne et par ajout d'oxygène via l'aération ;
- Traitement de clarification : séparation par décantation de l'eau dépolluée et les boues ou résidus secondaires issus de la dégradation des matières organiques ;
- Désinfection : traitement par le chlore pour tuer les germes pathogènes.

Compte-tenu des éléments présents dans les eaux usées, la réutilisation d'une eau de mauvaise qualité peut présenter des risques pour la santé et l'environnement, et poser des problèmes d'ordre technique en colmatant les conduites et les systèmes d'irrigation.

D'un point de vue sanitaire, la quantité de contaminants qui parvient dans l'environnement est appelée la charge expulsée, sa composition dépend de la population à l'origine de la production des eaux usées et notamment de la proportion d'individus infectés et des conditions d'hygiène. Pour les eaux traitées de la station d'épuration de Blida, la charge expulsée est considérablement réduite, grâce à la performance du traitement par boue activée.

Pour les résultats d'analyse non conforme, les recommandations suivantes pourraient être formulées :

- Etablir une fiche d'anomalie dans le compte rendu d'événement, renseignée des éléments d'enquête, des actions immédiates, et des actions correctives, joindre une copie bulletin d'analyse
- Traitement des eaux usées (d'origine industrielle) au niveau de ces usines et unités de la zone industrielles de Blida avant de les rejeter.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] : Alain Damen, guide de traitement des déchets, 2ème édition, Paris, année **2002-2003**.
- [2]: MS Metahri - fshs.ummt.dz. **2012**; Mémoire de master, theme: caractérisation de complexes de Cu (II), de Ni (II) et de Co (II) avec ethylenediamine, une Série diacids amines et une Série de bases azoteas, University Moulid Mamery Tizi-Ouzou
- [3] : Gaid Abd El-Kader « Epuration biologique des eaux usées urbaine » tome 1.**1984**.
- [4] :Slim Zekri, Lamia Ghazel, Taher Aloui, Kamel Djebbi, Les externalités négatives de l'utilisation des eaux usées traitées en agriculture, Séminaire Méditerranéen .**2002**.
- [5] :Jean Rodier, L'analyse de l'eau, les eaux usées résiduaires, eau de mer, Duno, 2ème édition, Paris, **1996**.
- [6] : Brissaud.J. F et A. Faby, l'utilisation des eaux usées épurées en agriculture, Ed. Office nationale de l'eau de Montpellier.**1997**.
- [7] : Jean-Pierre Gontard, Antoine Degremont, Éric Burnier, Nicolaus Lorenz et Marcel Tanner, p. 232–236 ,**1994**.
- [8] : Rejsek, Analyse des eaux : Aspects réglementaires et techniques. Scéen (CRDP AQUITAINE). Coll. Biologie technique. Sciences et techniques de l'environnement. 360p.**2002**.
- [9] : Marcsatin, Bechir Selmi, Bourrier Regis, Guide technique de l'assainissement, 2èmeédition, Paris **1999**.
- [10] : Jean Rodier, L'Analyse de l'eau - Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 8ème édition, Dunod, France,26-31.**2005**.
- [11] : F Medjdoul, K Kadjite -fdsp.ummt.dz.**2018** ; Mémoire de master, Thème : Abatement des concentrations en sels d'alumine dans les eaux traitées de la station SEAAL du barrage de TAKSEBT par des procédés d'adsorption, Université Mouloud Mammeri.
- [12] : journal officiel de la republique algérienne démocratique et populaire conventions et accords internationaux, décisions, 45ème ANNEE.**2006**.
- [13] : Lyonnais des eaux, chapitre 7, J.M Audic présentation des divers éléments des filières de traitement des eaux usées.
- [14] : BOUSSALIA A. Contribution à l'étude de séchage solaire de produits agricoles locaux. p : 775.**2010**.
- [15] : CHAHIDI ELOUAZZANI D. KHALIFA M. CHRISTIAN B. Etude préliminaire de la valorisation des boues de papeterie comme matières premières secondaires dans les mortiers de ciment Portland, Nature & Technologie. P : 18.**2013**

[16] : Guide pour l'étude des technologies conventionnelles de traitement des eaux usées d'origine domestique. Gouvernement du Québec.2002.

[17] : Mémento, technique de l'eau, tome 2, degremont Mai **2005**.

[18] : Fiche technique, Points, Méthode de prélèvements et conservation des échantillons, Par M. DERBAL. **2018**.

[19] :Fiche technique, Méthodes d'analyses des boues produites, Par M. DERBAL. **2018**.

[20] : Fiche technique, Méthode d'analyse de la DB0₅, Par M. DERBAL,**2021**.