



# QUALITÉ PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX TRAITÉES PAR LA STATION D'ÉPURATION DE L'HOPITAL DERMATOLOGIQUE DE BAMAKO

Maïmouna SISSOKO<sup>1</sup>, Balla DIAWARA<sup>2</sup>, Assata B TRAORE<sup>2</sup>, Yacouba MAÏGA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Institut d'Économie Rural de Sotuba, Mali*

<sup>2</sup>*Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée, Katibougou, Mali*

<sup>3</sup>*Faculté des Sciences et Techniques, Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako. BP E 423, Mali. Tel : (0223) 20 70 77 71*

\*Auteur correspondant : E-mail : [maimounasissoko1988@gmail.com](mailto:maimounasissoko1988@gmail.com) (00223) 76 61 20 96

## Résumé

Cette recherche sur la qualité physico chimique des eaux traitées de la station de l'Hôpital Dermatologique de Bamako (HDB) de Djikoroni-Para, fonctionnant par boues activées a été faite au moyen d'une détermination des paramètres physico-chimique de ces eaux traitées. L'objectif général de ce travail est d'évaluer l'efficacité du système de traitement des eaux usées de l'Hôpital Dermatologique de Bamako. Dix (10) échantillons d'eaux ont été prélevés en cinq (5) campagnes dans les différents compartiments du système entre novembre et décembre à l'entrée et à la sortie de la station. Les résultats et les taux d'abattement obtenus indiquent que le traitement de la STEP de HDB a besoin d'un traitement supplémentaire pour un affinage du traitement garantissant une sécurité environnementale et sanitaire. Ce système est efficace en raison des abattements. Les résultats obtenus montrent que les eaux usées traitées issues du HDB (entrée du système) présentent des taux d'abattements indicateurs de surcharges comme le phosphate avec une valeur de (-47,67%), le cobalt (-28,81%), l'argent (-10,29%), le nitrite (-632,71%), le nitrate (-85,40%), le sulfate (-6,15%) et le fluorure (-56,54%). Des valeurs de faible élimination ont été constatées au niveau du pH (0,03%), de la Conductivité (5,1%), de la température (1,60%) et de l'oxygène dissous (35,82%). La turbidité avec une valeur de (67,42%), MES(48,63%), le Chlorure(53,69%), le Nickel (83,69%) et le Manganèse(55,02%) ont présenté des taux d'abattement considérables. Toutefois, certains paramètres de pollution à la sortie ont été observés (MES, NO<sup>2-</sup> et PO<sup>4</sup><sup>3-</sup>) et sont supérieurs aux normes Maliennes du rejet dans la nature et les autres paramètres sont restés Invariables.

**Mots-clés** : Eaux usées, station d'épuration, performances, Bamako.

## I. INTRODUCTION

L'eau est une ressource vitale pour l'homme, dont sa survie, sa santé, son alimentation, ses activités agricoles, économiques. La qualité de son environnement en dépend étroitement, cependant elle est le réceptacle universel de tous types de pollution (Malika, 2017).

La protection de l'environnement et la pérennité des ressources hydriques superficielles et souterraines, nécessitent une prise de conscience directe pour assurer un développement durable d'un pays. L'assainissement et l'épuration des eaux usées constituent des techniques qui se sont perfectionnées depuis des décennies dans les pays développés. Par contre, dans les pays en développement le déficit d'infrastructure en matière d'assainissement a contribué à la banalisation des rejets des eaux usées dans les milieux naturels, en les exposant aux risques de la pollution et de la contamination des ressources hydriques, ce qui aggrave considérablement la crise d'eau et diminue le potentiel des ressources exploitables (Ismail, 2007).

Dans le monde, le traitement des eaux usées avant leur rejet dans la nature représente une difficulté majeure pour bon nombres de pays. Cette difficulté est plus accentuée dans les pays développement qui non seulement souffrent d'un manque de capitaux, mais sont confrontés à une urbanisation galopante et une industrialisation anarchique. En Afrique, la situation d'évacuation et le traitement des eaux

usées est dramatique. La plupart des réseaux d'évacuation d'eaux usées raccordés à des stations d'épuration mécanisées mise en place au lendemain des indépendances sont aujourd'hui non fonctionnels et les eaux usées brutes produites sont évacuées vers les bas-fonds (REOUNODJI, 2016).

Les accroissements démographiques, économiques et urbaine sont à l'origine de différentes sources de pollution environnementale (pollution atmosphérique, pollution des eaux de surface et de profondeur, pollution du sol, ...), et ce, en particulier dans les pays en développement moins préoccupés et moins sensibilisés par les risques sanitaires. Parmi ces sources de pollution, la production d'eau usée souvent rejetée dans le milieu récepteur (mer, fleuve, rivière, sol) sans traitement préalable génère de nombreuses maladies hydriques et une propagation des épidémies (Malika, 2017).

Au Maroc, le volume des eaux usées a été estimé à 500 mm<sup>3</sup> en l'an 2000 et devrait atteindre 700 mm<sup>3</sup> en l'année 2020, dont 74% sont véhiculées au niveau des réseaux d'assainissement(CSEC, 1994).

Au Mali, la production de déchets biomédicaux est estimée à 585 tonnes par an soit 1603kg/jr (M.NGANKEM, 2014). Les déchets biomédicaux liquides comptent parmi ceux qui représentent le plus grand risque pour la santé de la population (OMS, 1983).

En février 1991, le Mali a pris des dispositions relatives à l'environnement en ce qui concerne

l'établissement de normes de rejets d'eaux industrielles pouvant avoir une influence significative sur l'environnement. Selon la nature et l'importance de la pollution, un grand nombre de procédés peuvent être mis en œuvre pour traiter les rejets d'eaux résiduaires en fonction de leurs caractéristiques spécifiques.

Dans l'optique de réduire la toxicité des rejets d'eaux résiduaires, l'État Malien à travers l'Agence Nationale de Gestion des Stations d'Épuration du Mali (ANGESEM) a installé une station d'épuration pour traiter les eaux usées de la zone industrielle de Bamako mais aussi celle des hôpitaux avant leur rejet dans le fleuve Niger. Comme tous les rejets d'eaux usées, les eaux résiduaires industrielles peuvent contenir des microorganismes pathogènes, des matières en suspensions, des substances comme l'huile, la graisse et d'autres produits chimiques (Diener, 2006). D'où la nécessité de connaître les concentrations des paramètres physico-chimiques des eaux résiduaires rejetées.

La composition d'une eau usée domestique, les eaux des formations sanitaires sont plus riches en détergents, en produits chimique et surtout en germes pathogènes et en parasites (CCLIN, 2002).

Ainsi, toutes les structures telles que les hôpitaux sont particulièrement interpellés à traiter les déchets liquides avant leur rejet dans le milieu récepteur.

L'Hôpital Dermatologique de Bamako (ex CNAM) est l'un des plus grands anciens établissements hospitaliers du Mali.

Dans le cadre de notre projet de fin d'études, nous avons eu l'occasion d'effectuer un stage au Laboratoire National des Eaux et tous les échantillons provenaient de la station de traitement des eaux usées de HDB à Djikoroni-Para qui relève de l'ANGESEM, afin de suivre les divers traitements que subissent ces eaux usées. La présente étude porte sur les rejets liquides et s'intéresse préférentiellement aux eaux usées traitées de HDB.

Le travail consiste à caractériser la qualité physico-chimique de l'eau traitée de la STEP de HDB de Djikoroni-Para (ex. CNAM).

## II. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

### Objectif général :

L'objectif général est de contribuer à la sauvegarde de la qualité physico-chimique de l'eau du fleuve Niger.

### Objectifs spécifiques

- Caractériser les eaux résiduaires à l'entrée et à la sortie de la STEP ;
- Déterminer l'état de pollution des eaux résiduaires de la STEP déversées vers le fleuve Niger.

## III. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 4.1. Matériel :

Cette section détaille d'une manière générale, l'ensemble du matériel analytique utilisé lors

des différentes campagnes de prélèvement d'échantillons d'eaux usées et au sein de la station. Elle met également en évidence la méthodologie appliquée pour déterminer la teneur de chaque paramètre physico-chimique

dans l'ensemble des eaux résiduaires collectées durant la période de stage pratique.

Les paramètres physiques et chimiques ont été analysés dans tous les échantillons d'eaux usées prélevées à l'aide des appareils :



Appareil multi-paramètre WTW model Multi 9620 IDS



Turbidimètre Sciencem Tech SCT-JERA



Chromatographie ionique METROHM



Dispositif pour la détermination de la MES

### Milieu d'étude

Situé dans l'ancien quartier des malades de la lèpre de Bamako, Djikoroni-Para, l'Hôpital Dermatologie de Bamako (HDB) rayonne dans toute l'Afrique de l'Ouest. Son historique remonte aux temps du Soudan français, construit en 1934, le service prophylactique de la lèpre fut inauguré le 31 janvier 1935, sous l'appellation de l'Institut Central de la Lèpre en Afrique Occidentale Française et baptisé en

1945 Institut Marchoux en hommage au célèbre médecin bactériologiste français Emile Marchoux.

Une station d'épuration des eaux usées (STEP) est installée dans l'enceinte du centre avec une capacité de traitement de 100 m<sup>3</sup>/jour pour répondre aux risques infectieux liés aux effluents hospitaliers. Pour alimenter la station, un réseau d'égouts de 1286 mL a été réalisé avec 77 regards de visite.

## **4.2. Méthodologie**

### **4.2.1. Échantillonnage :**

Les échantillons d'eaux usées ont été prélevés du mois de novembre à décembre 2022 à l'entrée et à la sortie de la STEP de HDB à l'aide d'un échantillonneur et ramenées en laboratoire pour le suivi des paramètres physico-chimiques et organiques. Durant la période de stage, au total, dix (10) échantillons d'eau usée ont été prélevés en raison de cinq (5) prélèvements soit 3fois dans le mois sur un intervalle de 10 jours. Chaque dix (10) jour ces prélèvements sont effectués entre 08heures 30mn et 09 heures du matin. Des flacons de 1,5L ont été utilisés pour les prélèvements destinés aux analyses physico-chimiques.

Toutefois, des mesures de précaution ont été prises suivies d'usage du matériel analytique adéquat et de haute qualité pour que les prélèvements d'échantillons d'eaux usées fassent dans les meilleures conditions.

Après chaque prélèvement, l'échantillon d'eau a été étiqueté sur le terrain avec la lettre du mois correspondant suivit de l'année, le lieu de prélèvement et la date. Une fois terminé, les bidons sont rangés dans une glacière à basse température pour être immédiatement acheminés et analysés au laboratoire National des Eaux et celui de l'ANGESEM cette fois ci avec une nouvelle référence (numéro de laboratoire).

### **4.2.2. Les analyses des résultats :**

Après avoir fait un diagnostic préalable du site d'étude, nous avons effectué des analyses des

eaux à l'entrée et à la sortie de la station ce qui nous a permis de caractériser la qualité des eaux rejetées de la STEP de HDB par la mesure des différents paramètres. Les eaux usées sont caractérisées par la mesure de leurs paramètres physico-chimique et biologique dont les valeurs doivent être inférieures ou égales à certains seuils pour le rejet sans grand danger dans la nature.

### **4.2.3. Traitement des données :**

Les données sont saisies sous le Logiciel Excel, La comparaison des moyennes à l'entrée et à la sortie a été faite au seuil de 5 % pour confirmer ou infirmer nos objectifs de départ. Il nous a permis d'observer les différences et les variations des paramètres étudiés à l'intérieur d'une campagne de prélèvement et entre les différents échantillonnages réalisés. Les résultats des différents paramètres analysés sont exprimés sous forme de moyenne  $\pm$  écart-type. Ces moyennes sont présentées sous forme de tableaux ou histogrammes grâce au Logiciel Excel 2013.

## **IV. Résultats**

Nous avons déterminé les caractéristiques physico-chimiques des eaux usées de HDB, à l'entrée puis à la sortie de la station afin d'apprécier leur qualité. Les résultats obtenus des dix (10) échantillons d'eau analysés sont présentés et discutés.

#### 4.1. Resultats des paramètres globaux de la pollution des eaux usées à l'entrée et à la sortie de la station de HDB

##### 4.1.1. Variation de la turbidité à l'entrée et à la sortie

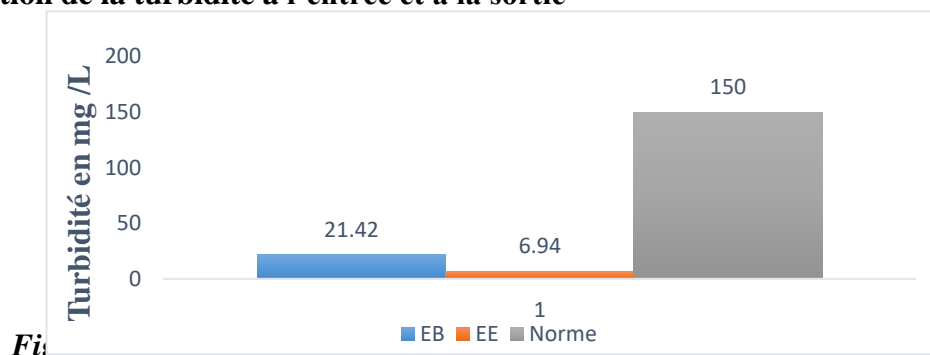


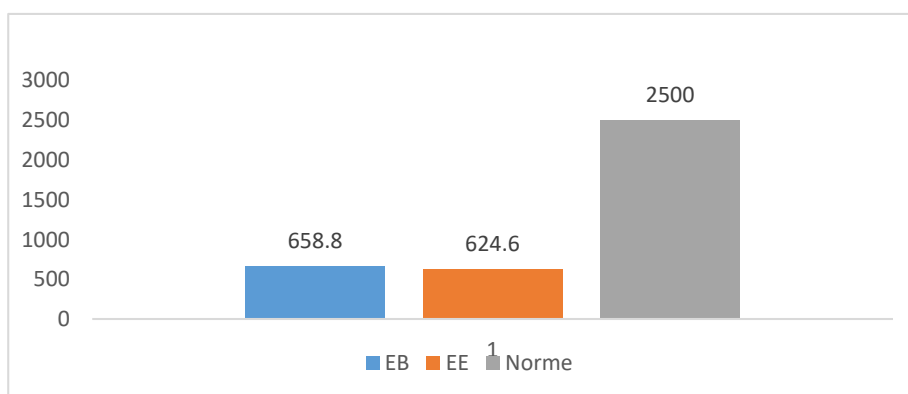
Fig.

**EB** : Eau Brute ; **EE** : Eau Epurée.

Nous constatons que toutes les valeurs obtenues à l'entrée comme à la sortie sont

largement inférieures à la norme malienne du rejet des eaux usées dans la nature.

##### 4.1.2. Variation de la Conductivité à l'entrée et à la sortie

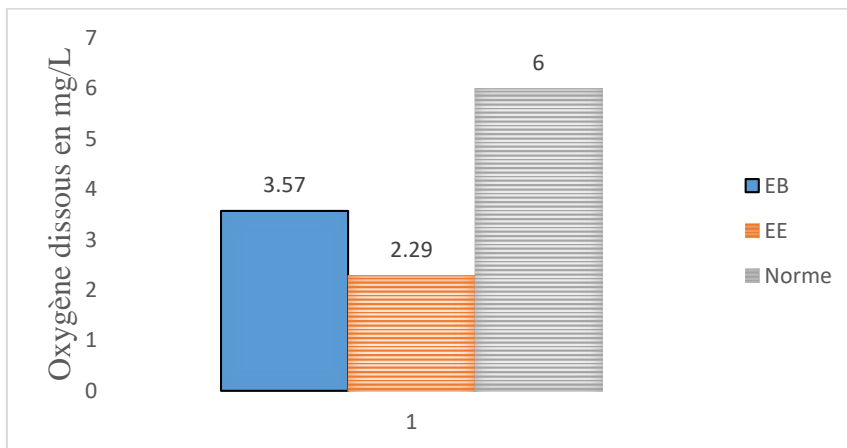


*Figure 2: Variation de la Conductivité à l'entrée et à la sortie*

D'après ces résultats, nous remarquons que la valeur de la conductivité de l'eau brute à l'entrée enregistrant une moyenne de 658,80 µs/cm alors que celle de l'eau épurée à la sortie tourne autour de 624,6 µs/cm comme la moyenne. Toutes ces valeurs sont au-dessous

de la norme du rejet. Cette légère fluctuation qui a été enregistrée entre les valeurs de l'eau brute et l'eau épurée est due à la perte des portions de la salinité aux cours des étapes de l'épuration. (Figure 2)

### 4.1.3. Evolution de l'oxygène dissout mg/L

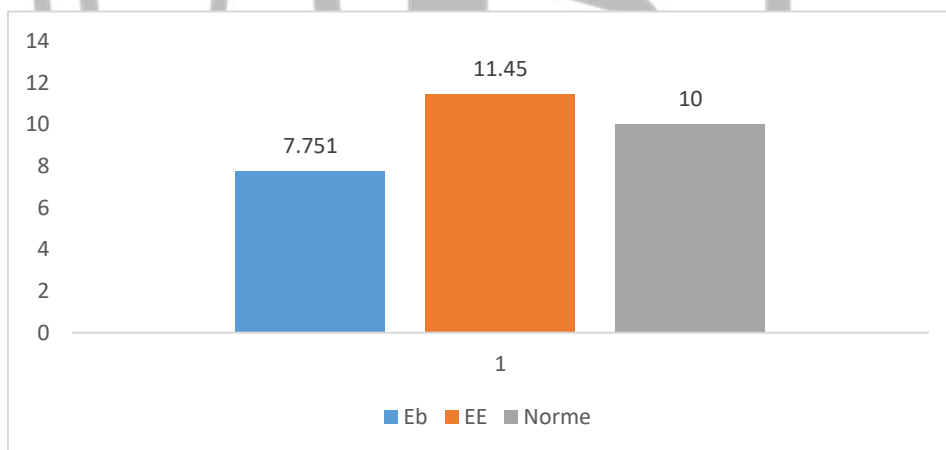


**Figure 3:** Evolution de l'oxygène dissout à l'entrée et à la sortie

Les valeurs moyennes de l'oxygène dissout à l'entrée et à la sortie sont respectivement 3,57mg/L et 2,29mg/L. Toutes ces valeurs sont largement au-dessous de la norme de rejet ce qui pourrait freiner les phénomènes

photosynthétiques qui contribuent à la ré-aération de l'eau. Ce phénomène peut être accéléré par la présence d'une forte proportion de matières organiques consommatrice d'oxygène (figure 3).

### 4.1.4. Variation des phosphates à l'entrée et à la sortie

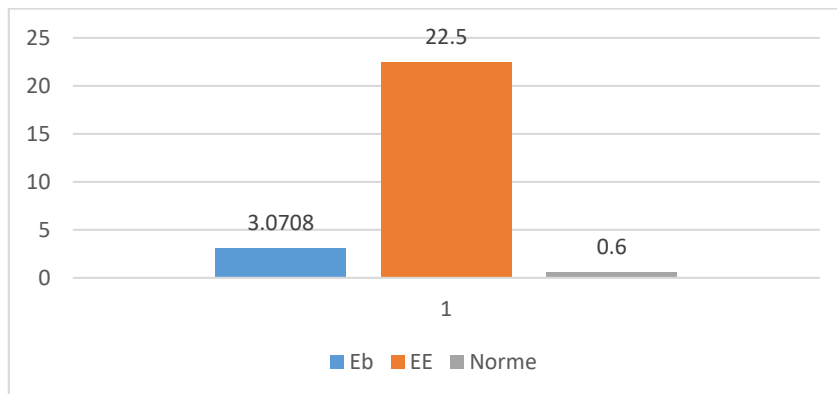


**Figure 4:** Variation des phosphates à l'entrée et à la sortie

Les valeurs des phosphates à la sortie ont dépassé les normes de rejet cela est dû aux fortes utilisations des produits qui sont très riches en détergents ce qui pourrait engendrer à

une eutrophisation des cours d'eau, caractérisant la prolifération anarchique d'algues et une sur consommation de l'oxygène dissout dans l'eau (figure 4).

#### 4.1.5. Variation des Nitrites à l'entrée et à la sortie

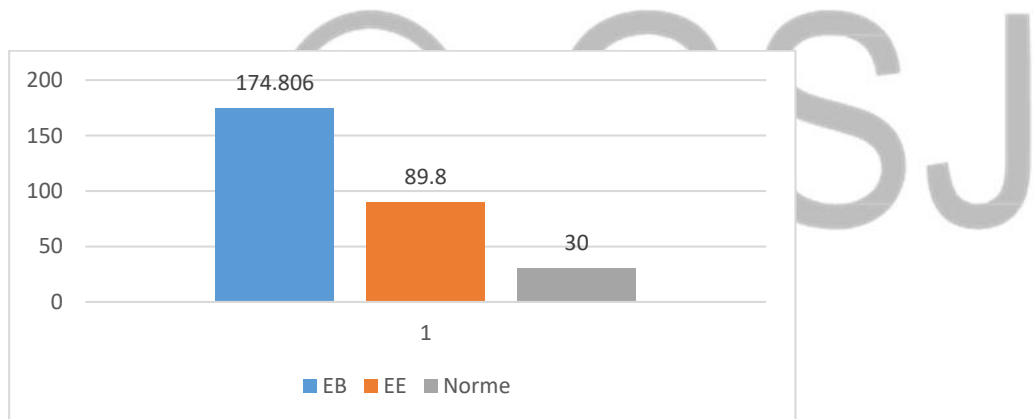


**Figure 5:** Variation des Nitrites à l'entrée et à la sortie

Les valeurs enregistrées des nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) dans les échantillons sont comprises entre 3,0708 mg/L à l'entrée et 22, mg/L à la sortie

sont supérieures à la valeur guide de rejet (figure 5)

#### 4.1.5. Variation de la MES à l'entrée et à la sortie de STEP de HDB



**Figure 6:** Variation de la MES à l'entrée et à la sortie

Les résultats montrent un dépassement considérable des valeurs guides de MES à l'entrée et à la sortie de la station. La présence de MES peut empêcher la pénétration de la lumière et occasionner un affaiblissement de la concentration en oxygène dissous. Ceci peut entraîner une limitation du développement aquatique à long terme une eutrophisation du milieu récepteur voire le fleuve Niger (figure 6).

#### 4.1.6. Taux d'abattement :

Cette partie a pour objectif d'évaluer l'efficacité de traitement de la station d'épuration de HDB. L'étude de performances épuratoire de la station a été effectuée dans différents paramètres de fonctionnement de la station d'épuration à savoir : le pH, la conductivité. Au niveau de réacteur biochimique pour évaluer la MES, le phosphore, le nitrite pour le développement



des microorganismes. Et au niveau des éléments trace métallique comme : le Manganèse, le nickel et le fer. Les performances de la STEP sont exprimées en termes de taux d'abattement sur les paramètres.

Le taux d'abattement est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$R(\%) = \frac{Pe - Ps}{Pe} \times 100$$

**R (%)** : est le taux d'abattement pour un paramètre donné ;

**Pe** : est la valeur du paramètre à l'entrée de la station ;

**Ps** : est la valeur du paramètre à la sortie de la station.

Les résultats obtenus sont enregistrés dans le tableau 5 ci-dessous :

Le taux d'abattement obtenu des différentes analyses des paramètres physico-chimiques montre que le système épuratoire de la station de HDB présente une défaillance dans l'élimination de certains paramètres notamment les métaux lourds (le nickel et le cuivre (0,00%), le cobalt (-28,81%) et l'argent(-10,29%) et certaines anions (les nitrites (-632,71%), le nitrate (-85,40) et le sulfate (-6,15%)). Il faut noter aussi un faible taux d'abattement de la température (1,60%), de la conductivité (5,19%). Les autres paramètres ont un taux d'abattement supérieurs comme (MES : 48,63%, Turbidité : 67,42% et Oxygène dissous : 35,82%). Ces taux montrent un bon fonctionnement de la station qui est un procédé chimique et

biologique. Il se base sur la dégradation de la matière organique grâce à des microorganismes hétérotrophes auxquels est fourni l'oxygène nécessaire à leur développement. Celui-ci permet de déstabiliser des particules colloïdales et d'augmenter artificiellement la taille des particules. Nous assistons donc à une très forte diminution de la résistance de la boue permettant ainsi un drainage plus rapide.

## V. DISCUSSIONS :

Certains des paramètres physico-chimiques des eaux traitées ainsi rejetées sont supérieurs aux normes appliquées dans plusieurs pays. De plus, elles renferment des substances chimiques dangereuses qui proviennent des laboratoires d'analyse, des germes pathogènes liés à la contamination et de l'activité de radiologie. Ce déversement participe à la pollution, à la contamination, à l'eutrophisation du fleuve Niger et constitue un risque grave de propagation de maladies d'origine hydrique dans la population dont une partie utilise les eaux de ce fleuve à plusieurs fins dont l'agriculture, le ménage, la pisciculture et le jardinage. Cette pollution entraîne aussi la diminution de la bio-diversité naturelle et l'introduction dans les chaînes trophiques des substances dangereuses comme les métaux lourds (Fonkou et al., 2002).

Durant toute la période de cette étude, le pH était supérieur à 7, ce qui laisse supposer l'existence d'un milieu légèrement alcalin. Les valeurs moyennes à l'entrée comme à la sortie se situent entre 7,43 et 7,44. Ces résultats sont

en droite ligne avec les travaux de (Blinda, 2007) qui a trouvé des valeurs de pH compris entre 5 et 9 permettent un développement normal de la faune et de la flore.

Ce résultat est aussi similaire à ceux trouvés par Oulkheir (2002), El Halouani (1995) et El Hamouri et al. (1993) dans le cas de différents types d'eaux usées de plusieurs villes Marocaines. Les valeurs du pH mesurées sont acceptables selon les normes marocaines de qualité des eaux usées destinées à l'irrigation CNS (1994). De même, ces valeurs sont généralement comprises entre 6.5 et 8.5 considérées comme valeurs limites de rejets directs dans le milieu récepteur.

L'analyse des résultats montre que les concentrations moyennes en chlorures dans les eaux usées de HDB oscillent entre 29,86mg/L et 11,85mg/L. En comparaison avec la norme malienne du rejet ( $\leq 1200$  mg/L), les concentrations enregistrées sont largement au-dessous de la valeur guide du rejet.

Les concentrations en MES, donnent également à l'eau une apparence trouble, un mauvais goût et une mauvaise odeur (Baumaut, 2003) ; elles oscillent entre 308 mg/L à l'entrée et 89,80 mg/L à la sortie. Elles sont supérieures aux normes exigées par (OMS) qui sont de 30 mg/L. Les Matières en Suspension, représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux usées. Leurs effets sur les caractéristiques physico-chimiques de l'eau sont très néfastes (modification de la turbidité

des eaux, réduction de la pénétration de la lumière donc de la photosynthèse).

Les variations des phosphates présentent de fortes concentrations avec un pic de 11,45 mg/L à la sortie et faibles de 7,75mg/L à l'entrée. Ceci serait dû à la forte utilisation des détergents dans les hôpitaux. Selon (Festy al., 2003). Les phosphates proviennent des lessivages. Ils participent en première ligne au processus d'eutrophisation, phénomène aux conséquences environnementales (développements algaux) et sanitaires (libération de toxines algales). Les valeurs enregistrées des phosphates sont semblables à celles décrites par (Birguyal., 2008) dans les cours d'eau d'Ouagadougou et celles de (Jain, 2002) dans les eaux montagneuses du Gange en Inde.

Les valeurs maximales obtenues d'ordre de (0,025 ; 0,48 ; 0,134 ; 0,247 ; 0,005 ; 0,247 ; 0,0077 ; 0,032 ; 0,363) des éléments traces métalliques comme (Cu, Ni, Co, Mn, Cd, Zn, Pb, Ag, Fe) sont largement inférieurs à la norme du rejet et les valeurs minimales sont restées insignifiantes (0,008 ; 0,03 ; 0,041 ; 0,013 ; 0,002 ; 0,009 ; 0,007 ; 0,021 ; 0,022). Il est à signaler que l'activité de radiologie est source de rejets en métaux lourds. Cependant leur concentration dans les rejets de STEP pourrait entraîner des dangers pour l'homme.

Les résultats de l'analyse de l'oxygène dissous obtenus durant les campagnes de mesure montrent que les moyennes à l'entrée affichent 3,75 mg/L et 2,29 mg/L à la sortie

sont inférieures à la valeur guide du rejet. Cette valeur est supérieure à celle de la moyenne obtenue par CNS (1994) qui est de 0.3 et de 2.1 mg/L avec une concentration moyenne de 1,7 mg/L. La signification de ce paramètre est très claire puisque la présence d'oxygène dissous conditionne les réactions de dégradation aérobie de la matière organique et plus généralement l'équilibre biologique des milieux hydriques. Dans le HDB des eaux usées, sa disparition complète s'accompagne généralement de l'apparition d'H<sub>2</sub>S dans l'air, provenant de la réduction des composés soufrés présents dans les effluents, et corrélativement du phénomène d'attaque acide du béton des canalisations Thomas (1995). Comme on peut le voir, le manque de législation ou le non application des réglementations en vigueur en matière de gestion des eaux usées industrielles expose les milieux aquatiques et terrestres à toute forme de pollution dont les conséquences, à court ou à long terme, finiront par atteindre l'homme et les animaux.

Les valeurs enregistrées des nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) dans les échantillons sont comprises entre 3,99 mg/l à l'entrée et 7,39 mg/l à la sortie. Ces résultats sont en droite ligne avec les travaux de (Slim et al. 2005) ont constaté qu'une quantité infinie des nitrates dans les eaux de surface est liée soit à la croissance algale accrue dans ces sites, soit au phénomène conjoint de dénitrification qui transforme le nitrate NO<sub>3</sub><sup>-</sup> en azote N<sub>2</sub> grâce à la présence de la matière organique.

Les valeurs enregistrées des nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) dans les échantillons sont comprises entre 3,07mg/l à l'entrée et 22,5 mg/l à la sortie ont dépassé la valeur guide de rejet.

Les valeurs trouvées pour les nitrites sont largement supérieures aux normes de l'OMS (2001). Selon (Potelon et Zysman, 1998), les nitrites présentent une forme transitoire instable lors de la nitrification ou la dénitrification, leur présence dans le milieu naturel est faible. Les concentrations obtenues pour les nitrites concordent avec celles de (Derradji al., 2007) pour les eaux superficielles dans le nord-est algérien, (Mouni al.,2009) pour les eaux de l'oued Soummam en Algérie et (Baig al.,2009) pour les eaux de surface de la ville de Jamshoro au Pakistan.

## VI. CONCLUSION

La station d'épuration (STEP) à boues activées qui a été construite pour traiter les effluents du HDB est fonctionnelle depuis quelques années à l'image de plusieurs autres existantes dans le pays. Ceci entraîne le déversement d'eaux usées traitées en provenance d'Hôpital Dermatologique de Bamako dans un milieu aquatique.

Les eaux du milieu récepteur sont utilisées en aval par des populations à diverses fins, malgré les risques de pollution, de contamination et de toxicité qu'elles présentent. L'étude menée en vue de contribuer à la caractérisation de ces eaux usées a permis d'évaluer puis d'apprécier l'efficacité de la STEP.

Les résultats et les informations obtenus pendant l'étude, la qualité physico-chimique des eaux traitées de la STEP montre que le degré de pollution physico-chimique, dans l'ensemble des paramètres étudiés (turbidité, Cond, pH, O<sub>2</sub>dissous, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) se situent dans la tranche des concentrations faibles et celles de la trace d'éléments métalliques ou métaux lourds sont restés insignifiantes.

Toutes ces valeurs sont conformes à la norme malienne de rejet des eaux usées mais à l'exception du MES, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) qui présentent des valeurs supérieures à la valeur guide de rejet des eaux usées.

Cette contreperformance épuratoire pourrait s'expliquer par l'augmentation du volume et la variation du débit par rapport à la capacité de la station.

Les contraintes des résultats sont dues au nouveau branchement à tout moment de la station ce qui pourrait perturber la quantité d'eau usée dans le bassin, le débit ainsi que le traitement. Ils jouent également sur l'efficacité du traitement.

Au vu des effets néfastes de ces effluents sur l'environnement et sur l'homme (toxicité, eutrophisation, contamination du milieu récepteur, contamination et pollution des nappes souterraines, propagation des maladies d'origine hydriques), ils devraient être complètement épurés avant leur rejet dans le milieu.

Donc l'eau traitée de la STEP pendant la période d'étude ne peut pas être rejetée dans le milieu récepteur.

## Bibliographie

ANGSEM. 2006. *Pojet des normes maliennes novembre 2006*(document interne Bamako )

**AgendaP L., FonkouT., SonzaD et Mefenya., KengneN.I. ZamboA.J.2000.**

**2002.***Collecte, épuration et évacuation d'eaux usées dans les lotissements SIC Qnd Economic Apparisal(eds) AmleyInter Science.elbs.p.241-263. 2002.*

**Alexandre. 2016.***memoir de master. 2016.*

**BADIA Go, dard,. 1996.***l'assainissement des eaux usées. Ed. la lettre du cadre Territorial. Série Dossier d'experts. P 9-11 et 172-173. 1996.*

**BADIA Gondard. 1996.***L'aissainissement des eaux usées.Ed. La lettre du cadre Territorial. Série Dossier d'experts. P 9-11 et 172-173. 1996.*

**Bassomoierre. 2007.***Procédé à boues activées pour le traitement d'effluents papetiers : de la conception d'un pilote à la validation de modèles. Thèse de Doctorat de l'INP(Institut National Polytechnique ) Grenoble. 231P. 2007.*

**Baumaut. 2003.***Réutilisation des eaux usées épurées: risques sanitaires et faisabilité en Ile de France, Paris.p 12-29. Paris : s.n., 2003.*

**Bechac, al. 1983.***Traitement des eaux usées .EYROLE Pub.Paris 281p.. PARIS : s.n., 1983.*

**Bréhima, DIALLO. 1996.***Analyse et controle de la pollution des eaux du fleuve Niger par les rejets liquides urbains et industriels du district de Bamako. Bamako : s.n., 1996.*

**Cavichi. 2008.***Service Public d'Assainissement non collectif Edition Pays de Clermontois.18P. Clermontois : s.n., 2008.*

**CCLIN. 2002.***CCLIN Paris-Nord,. Paris : s.n., 2002.*

**CSEC. 1994.***Conseil Superieur de l'Eau et du Climat, Réutlisation des eaux usées en agriculture. CSEC,. Rabat : s.n., 1994.*

**(DEVAUX, 1999 et ECOSSE, 2001).**

**2001. TRAITEMENT DES EAUX USEES. NIAMEY :**  
s.n., 2001.

**De Villers al., 2005 Cit. Letah, 2012. 2012.** *Qualité physico-chimique des eaux de surfaces: cadre général. Institut Bruxellois pour la Gestion de l'environnement/Observatoire des Données de l'Environnement. 16p. 2012.*

**Diener, Antoine Morel and Stefan.**

**2006.** *Greywater Management in Low and Middle Countries, Review of different treatment systems for households or neighborhoods. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag). Switzerland. 96p. Swiss : s.n., 2006.*

**Djermakoye, Moussa Hamsatou et**

**Moumouni.** *Les eaux résiduaires des tanneries et teintureries: Caractéristiques physico-chimiques, bactériologiques et impacts sur les eaux de surfaces et les eaux souterraines P. 35-36.*

**E, Chevalier. 2008.** *Service Public d'Assainissement non Collectif. Edition de Clermontois. 18 p. 2008.*

**ELKHOUMSI-WAFAE, Pr. 2018.** *Traitement des eaux usées: CARACTERISATION DES EAUX USEES. 2018.*

**Festy al., 2003. 2003.** *Qualité de l'eau. Edition Tec & Doc, p. 37. 2003.*

*Gestion des déchets des hôpitaux et autres établissements de soin de santé. Bergens : s.n., 1983.*

*Greywater Management in low and Middle-Income Countries, Review of different treatment systems for households or neighborhoods. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag). Switzerland. 96p. Swiss : s.n., 2006.*

**Habib et El Rhazi. 2012.** *Impact sanitaire de la réutilisation des eaux usées. Projet de fin de Licence-SV, Université Cadi Ayyad Marrakech. 18 p.. 2012.*

**Habib et El Rhazi, 2007 cit. Letah. 2012.** *Impact sanitaire de la réutilisation des eaux usées. Projet*

*de fin de License-SV, Université Cadi AYYAD Marrakech. 18 p... . 2012.*

**Ismail, Mlle BENSAYAH Nassima Asma & Mr LEKEHAL. 2007.** *L'étude des systèmes de collecte et épuration du Groupement urbain de Tlemen. 2007.*

**Jean RODIER, Bernard LEGUBE, Nicole MERLET et Coll. 2009.** *Analyse de l'eau, méthode instrumentale pour l'analyse des anions. Paris : DUNOD, 2009. p. 153. Vol. 9e édition.*

**KEITA, Kalifa. 2021.** *COURS MASTER GIRE. Bamako : s.n., 2021.*

**Letah, N., 2011. 2011.** *charges hydroliques et performances épuratoires des filtres plantes a echinocloa pyramidalis(lam.)&hitchc. chase dans le traitement du percolat des boues de vidange. 13-45p. 2011.*

**M, Cors. 2007.** *Techniques extensives d'épuration des eaux usées domestiques. Dossier Inter-Environnement Wallonie. 43 p.. 2007.*

**M. NGANKEM, NGANKEM II Aurelien Flavien. 2014.** *Evaluation de la gestion des déchets biomédicaux liquides dans les centres Hospitaliers universitaires du point G et Gabriel Touré. Bamako : s.n., 2014.*

**Maiga. 2022.** *La pollution de l'air et les impacts sanitaires sur la population: cas de Bamako. Bamako : s.n., 2002.*

**Malika, ALOUANE Nouara & BOUCHIFAT. 2017.** *Gestion des sous produits de l'épuration des eaux usées urbaines de la station d'épuration de la ville de Bouira. Bouira : s.n., 2017.*

**Malika, ALOUANE Nouara e BOUCHIFAT. 2017.** *Gestion des sous produits de l'épuration des eaux usées urbaines de la station d'épuration de la ville de Boura. Boura : s.n., 2017.*

**Malika, ALOUANE Nouara et BOUCHIFAT. 2017.** *Gestion des sous produits de l'épuration des eaux usées urbaines de la station d'épuration de la ville de Bouira. 2017.*

**Malika, ALOUANE Nouara et BOUCHIFAT. 2017.** *Traitement des eaux usées par lagunage naturel en milieu désertique (oasis de Figuig: performances épuratoires et aspect*

*phytoplanetonique.These de doctorat:production vegetale;\$.Ouja:Faculté des sciences specialité ecologie vegetale.122P.. 2017.*

**MBOG, Séverin MBOG. 2012.***Evaluation de la gestion des dechets liquides hospitaliers du Centre Hospitalier Universitaire de Yaoundé I(CHU):cas des eaux usées. 2012.*

**OMS.***Evaluation de la pollution des eaux usées collectées par le réseau d'assainissement de la ville de Mohammedia: Cas d'un collecteur principal.*

**P, Chevalir. 2002.***Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine: Entérocoques et Streptocoques fécaux. Unstitut national de santé publique, Québec.5 p. Quebec : s.n., 2002.*

**Rapport. 2012.***Rapport d'expérience Afrique Moyen-orient (documentinterne de Total. 2012.*

**REOUNODJI, ALEXANDRE. 2016.***Evaluation de la gestion des eaux usées de l'abattoir d'Etoudi:Impacts environnementaux et sociaux. 2016.*

**RODIER. 2007.***L'analyse de l' eau (eaux naturelles, eaux residuaires, eaux de mer). 8ème édition. Edition DUNOD. 1384 p. 2007.*

**SY S . et Tall S. P. 2003.***Etude de réhabilitation de la station de Saly Portudal.P.139. Dakar : s.n., 2003.*

**SY S. et TallS.P. 2003.***Etude de réhabilitation de la station d'épuration de Saly Portudal. Projet de fin d'étude. Ecole Superieure Polytechnique,Université Cheick Anta Diop de Dakar, 139p. Dakar : s.n., 2003.*

**TEDJANI. 2010.***Traitement biologique d'un effluent agroalimentaire. 2010.*

**VAILLANT, 1977 et GHOUALEM. , 2008.***RAPPORT DE MEMOIRE. , 2008.*

**www.leprosyhistory.org.***L'Institut Central de la Lèpre( les archives).*