

UNIVERSITE DE KINSHASA



FACULTE DES SCIENCES
Département des Sciences de l'Environnement
B.P. 190
KINSHASA XI

**EFFICACITE DU SYSTEME DE TRAITEMENT DES EAUX USEES
HOSPITALIERES**

« CAS DE L'HOPITAL BIAMBA MARIE MUTOMBO A KINSHASA »

Par

MESONGOLO LIALIA Credo

Travail de fin de cycle présenté en vue de l'obtention
du titre de gradué en Sciences

Groupe : Environnement

Directeur : Prof. BIEY MAKALY Emmanuel

Encadreur : Ass. NGANGU BULOKI Hervé

Année Académique 2017–2018

EPIGRAPHIE

J'étais à mon poste, et je me tenais sur la tour ; je veillais, pour voir ce que l'Eternel me dirait, et ce que je répliquerais après ma plainte.

L'Eternel m'adressa la parole, et il dit : Ecris la prophétie : graves-la sur des tables, afin qu'on la lise couramment.

Car c'est une prophétie dont le temps est déjà fixé, elle marche vers son terme, et elle ne mentira pas ; si elle tarde, attends-la, car elle s'accomplira, elle s'accomplira certainement.

HABACUC 2 :1-3

DEDICACE

A l'Eternel Dieu Tout Puissant, Créateur du ciel et de la terre nous dédions ce travail.

A ma chère maman NZINGA MPOLA Sophie qui m'a encouragé, et qui m'a entouré d'amour, que Dieu la garde et la protège.

A mon cher père MESONGOLO LIALIA Credo-Willy. Grâce à lui j'ai trouvé mon chemin,

*A Mes sœurs Rachel MESONGOLO, Emeraude MESONGOLO,
A mes neveux et nièces.*

A Tous les gens qui m'ont donné l'aide de près et de loin.

Ainsi qu'à toute ma famille.

A tous mes amis, les étudiants et les étudiantes de ma promotion.

REMERCIEMENTS

Avant tout, je remercie Dieu tout puissant de m'avoir donné la force, le courage, la santé et la volonté pour pouvoir accomplir ce modeste travail.

Toutes mes reconnaissances et mes remerciements s'adressent à mon Directeur, Monsieur le Professeur BIEY MAKALY Emmanuel, pour avoir dirigé mon travail avec un grand intérêt et pour avoir toujours été disponible pour m'orienter.

Je tiens aussi à remercier l'Assistant NGANGU BULOKE Hervé pour avoir accepté d'encadrer ce travail. Je remercie très vivement Monsieur l'Assistant SEKE VANGU Max, mon oncle, pour son encadrement et ses coaching depuis la nuit des temps.

A mes sœurs : Poupette BOLUMBU, NGOMA NZITA Sarah, Babline NZINGA

Et tous mes frères : Lucien MESONGOLO, Pachely MESONGOLO, Kevin MESONGOLO, Chris MESONGOLO, Hervé NUNGA, Moses MBINGU, Ben MADIDI, Rodrigo CLEMENTE, Martin MVITA,

A Mon Pasteur, MASHALA KABINA Deeps ainsi qu'à son épouse Maman TSHITSHI ;

A mes amis : Robin MOKE, Jeef MULONGIOMO, Lodel KUVASI, Jonathan KATALAY, Hamilton LANDU, Jérémie TOPESA, Berka MENGI, Dieu-Merci BALENGOLA, Zéphirin MUNZONGO, Emmanuel MUKE, Chistian BODUKA, Jadi MOMASIA, Shekinah NDEMBA, Dorcas SOLA, Christian ONGA

A mes neveux et nièces : Rennedy, Divin, Tegra et Mervedy, Freddy et Patricia AMBOYO

A mes grands : Junior MUYAYA WOWO, Jeannot LUKILA NDINGAMBOTE, Joujou MUTEBA YAKABUNGU, Serge MAKWALA NGUIMI, Assistant PETA SEBASTIEN, Audrey BOMBO, Papy EKOMO, Freddy AMBOYO, Patrick OKITO, Jean-Marie NZAPAY, Guy MBEMBA

A toute la Famille SEKE : Tonton Max SEKE VANGU, Richard Dema SEKE, Papa Eddy SEKE, Maman Claudine SEKE, Maman Arlette SEKE MASENGA, Yoanne Rachel SEKE

A mes tantes : Maman Sabine NZINGA, Maman Elisée NZINGA

Mes sincères remerciements s'adressent aux personnels de : L'hôpital BIAMBA MARIE MUTOMBO (HBMM) et spécialement à Monsieur le Médecin Directeur, à Monsieur le Directeur Technique, aux techniciens de la station d'épuration sous la supervision de Papa Oscar MOLEYI.

Je remercie également Papa Luis MWANZA pour des analyses au laboratoire et sa forte contribution pour l'élaboration de ce travail, ainsi qu'à Maman Nelly MWANZA.

Je remercie le Chef de Travaux GAFUENE NKOSI Goslin pour ces conseils, ainsi que le Chef de Travaux KILUNGA ISAKA Pitshouna, le Chef de Travaux MVIINGU Bienvenu, le Chef de Travaux KISONGA Eric pour leurs encouragements.

Je tiens à présenter par la même occasion tout mon respect à tous les enseignants qui ont contribué à ma formation du primaire jusqu'au cycle universitaire.

LISTE DES ABREVIATIONS

°C	: Degré Celsius
DBO5	: Demande biochimique en oxygène
DCO	: Demande chimique en oxygène
HBMM	: Hôpital Biamba Marie Mutombo
MES	: Matière en suspension
NH ₄ ⁺	: Ion d'ammonium
NO ₂ ⁻	: Ion de nitrite
OMS	: Organisation mondial de la santé
STEP	: Station d'épuration
T°	: Température

TABLE DES MATIERES

DEDICACE.....	i
REMERCIEMENTS	iii
LISTE DES ABREVIATIONS	v
TABLE DES MATIERES	vi
INTRODUCTION.....	1
1. Problématique.....	1
2. Hypothèse.....	3
3. Objectifs de l'étude	3
4. Choix et intérêt du sujet	4
5. Délimitation du sujet	4
6. Subdivision du travail.....	4
CHAPITRE 1. REVUE DE LA LITTERATURE	5
1.1. Généralités sur la pollution	5
1.1.1. Effluents hospitaliers	5
1.1.2 Origines des effluents hospitaliers	5
1.1.3. Rejets de nature domestique	5
1.1.4. Rejets de nature spécifique à l'hôpital.....	6
1.1.5. Caractéristiques des effluents hospitaliers	7
1.1.5.1. Paramètres physiques.....	8
1.1.5.2. Paramètres chimiques	9
1.1.5.3. Rejets médicamenteux	9

1.1.6. LES IMPACTS DES EAUX USEES HOSPITALIERES	10
1.1.6.1. IMPACT SUR LA SANTE ET L'ENVIRONNEMENT	10
1.1.6.2. Impact d'ordre écologique	11
1.1.6.3 Impact d'ordre économique	11
1.1.7. Différents procédés de traitements des eaux usées	11
1.1.8. Considérations économiques du traitement des eaux usées	15
1.2 Normes et Règlements	15
CHAPITRE 2. MATERIEL ET METHODES	16
2.1. Présentation du site	16
2.2. METHODES	18
2.2.1. La mesure du potentiel d'hydrogène (pH)	18
2.2.2. La conductivité électrique	18
2.2.3. La Turbidité	18
2.2.4. Matières en suspension	19
2.2.5. Demande Chimique en Oxygène	19
2.2.6. Demande Biochimique en Oxygène	20
2.2.7. Azote Total.....	20
2.2.8. Nitrates	20
2.2.9. Ammonium	20
2.2.10. Ortho phosphate (Phosphores totaux).....	20
CHAPITRE 3. PRESENTATION ET DISCUSSION DES RÉSULTATS	22
3.1. PRESENTATION DES RESULTATS.....	22
3.2. Discussion	25

CONCLUSION ET SUGGESTIONS	28
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	29

INTRODUCTION

1. Problématique

En république démocratique du Congo, la plupart des eaux usées des agglomérations et des structures industrielles sont aujourd'hui rejetées dans le milieu naturel sans un traitement préalable. A Kinshasa par exemple, aucune station d'épuration n'existe dans cette ville de plus de 12 millions d'habitants. Pourtant, la Nouvelle loi portant régime de l'eau stipule dans son article 4 : « sont interdits les déversements, écoulements, rejets, infiltrations, enfouissements, épandages, dépôts direct ou indirect dans les eaux de toute matière solide, liquide ou gazeuse et en particulier les déchets industriels, agricoles et atomiques susceptibles d'altérer à la qualité des eaux de surface ou souterraines, ou des eaux de la mer dans les limites territoriales ; de porter atteinte à la santé publique ainsi qu'à la faune et à la flore aquatique ou sous-marine ; de mettre en cause le développement économique et touristique des régions » (Anonyme, 2000).

Le traitement des eaux usées avant leur rejet dans la nature représente une difficulté majeure pour bon nombre de pays dans le monde. Cette difficulté est plus accentuée dans les pays en voie de développement qui non seulement souffrent d'un manque de capitaux, mais sont confrontés à une urbanisation et une industrialisation anarchiques. En Afrique, la situation d'évacuation et de traitement des eaux usées est dramatique. Bon nombre d'études font ressortir les conséquences négatives du mauvais assainissement, tant sur le plan sanitaire, environnemental qu'économique. Chevalier(2002) mentionne que des centaines de millions de personnes de par le monde souffrent de la schistosomiase, du choléra, de la fièvre typhoïde, de vers responsables de divers troubles de santé et d'autres maladies infectieuses. En plus 3,5 millions d'enfants meurent chaque année de suite de diarrhée, à cause de la précarité des conditions sanitaires. Morel (2002) rapporte que 51 % des pays d'Afrique connaissent une pollution sévère de l'environnement qui risque de porter atteinte aux ressources en eau.

Les hôpitaux pourraient être à l'origine d'une pollution dont il faut tenir compte dans une démarche générale d'évaluation du risque sanitaire et environnemental. Les études déjà réalisées aboutissent à la conclusion que l'effluent hospitalier est à rapprocher qualitativement d'un effluent domestique. Cependant l'importance des volumes d'eau consommés aboutit à des flux de pollution ramenés à un lit d'hôpital supérieurs à ceux définis pour un équivalent habitant (Selman.B, 2013). De plus il semble que les rejets de certains services (radiothérapie,

service de contagieux,...) puissent être considérés à risques. La gestion des déchets hospitaliers s'est bien généralisée et il pourrait être nécessaire de considérer le cas des rejets liquides. (Selman.B, op.cit).

Les centres hospitaliers dont la taille correspond à des petites ou moyennes agglomérations utilisent pour leurs activités et leur hygiène, de grands volumes d'eau qui se trouvent ensuite rejetés, chargés de micro-organismes dont certains sont multi résistants et de produits chimiques souvent toxiques et parfois radioactifs.

Toutes ces technologies nouvelles qui répondent à des progrès en matière de soins (hémodialyse, radiologie, laboratoires de hautes technologies...) ne doivent pas compromettre l'écosystème aquatique de nos rivières et de nos mers.

Dans le contexte mondial actuel d'explosion démographique et de développement industriel, gérer les déchets de manière efficace devient une préoccupation de plus en plus importante pour l'ensemble de la communauté internationale.

Parmi tous les types de déchets, compte tenu du risque que ceux-ci représentent aussi bien pour l'environnement que pour la santé humaine, les déchets biomédicaux (DBM) méritent une attention particulière. L'environnement et la santé sont étroitement liés; il est primordial pour l'assurance d'un développement durable de se préoccuper de la gestion des Déchets Biomédicaux dans les pays en voie de développement. KINSHASA la capitale de la république démocratique du Congo, dispose d'environ 2080 formations médicales (Rapport de la Division urbaine de Sante, 2011) publiques et privées dont l'Hôpital BIAMBA MARIE MUTOMBO (HBMM). Cet hôpital est à la fois un point de convergence d'une exigence de soins de qualité et de technologie de recherche médicale pour les étudiants et les chercheurs.

En raison de la spécificité des soins et du caractère sensible des activités qui se mènent à l'intérieur de ce centre, il est important de s'intéresser à son système d'assainissement. La vision de la politique nationale d'hygiène hospitalière est d'avoir des structures sanitaires conformes aux normes, propres et au sein desquelles les risques infectieux sont réduits à la plus simple expression possible.

Pour améliorer l'hygiène de l'environnement hospitalier au bénéfice des populations et assurer une meilleure protection de la nature, les gestionnaires de l'Hôpital BIAMBA MARIE MUTOMBO (HBMM) ont construit une station d'épuration à bio-disque suivie d'une réfection de tout le réseau d'évacuation des déchets liquides.

Le but de ce travail est de faire un état des lieux sur les différents dangers et les risques que peuvent présenter les effluents d'hôpitaux. Le statut des hôpitaux (activité industriel ou domestique) étant mal défini, un autre objectif est d'évaluer selon les critères appropriés

(toxicité, paramètres physico-chimiques,...), la spécificité d'un rejet d'hôpital. En outre il est important de pouvoir identifier les services hospitaliers se rapprochant plus d'une activité type industrielle ou domestique. Cela permettra de définir le statut des hôpitaux (installation classée pour la protection de l'environnement par exemple).

Cette étude définira l'urgence et l'intérêt d'une gestion des effluents hospitaliers selon le degré du risque qu'ils représentent et des enjeux particuliers pour chaque responsable (assurance qualité pour les hôpitaux, protection de la population et de l'environnement pour les institutions sanitaires et environnementales, protection des infrastructures et des capacités de traitement pour les gestionnaires du réseau et de la station d'épuration)

2. Hypothèse

Différentes hypothèses ont été relevées par rapport à ce sujet :

- L'efficacité du système de traitement des eaux usées hospitalières de Biamba Marie Mutombo contribue à la protection de l'environnement.
- Les effluents de l'Hôpital BIAMBA MARIE MUTOMBO (HBMM) sont bien gérés, moins pollués et n'exposent pas le milieu récepteur naturel et répondent aux normes internationales de rejet d'eau hospitalier.

3. Objectifs de l'étude

3.1. Objectif global

Notre étude a comme objectif global d'évaluer l'efficacité du système de traitement des eaux usées de l'hôpital « MARIE BIAMBA MUTOMBO (HBMM) ».

3.2. Objectifs spécifiques

1. Identifier les stratégies de traitement efficaces des eaux usées et proposer des solutions concrètes pour améliorer l'hygiène et l'assainissement pour la prévention des maladies nosocomiales et autres dangers dans les formations hospitalières;
2. Déterminer la capacité des hôpitaux sur le traitement des eaux usées;
3. Déterminer le type de traitements des eaux usées hospitalières à l'Hôpital BIAMBA MARIE MUTOMBO(HBMM);
4. Déterminer la capacité des équipements et outils disponibles destinés aux traitements des eaux usées.
5. Evaluer quelques paramètres physicochimiques des effluents de l'hôpital de Biamba avant et après la station d'épuration.
6. Proposer quelques recommandations relatives à la gestion des effluents hospitaliers.

4. Choix et intérêt du sujet

Le choix de ce sujet s'avère important parce qu'il va aider à comprendre le fonctionnement des différents systèmes de traitement des eaux usées hospitalières.

Tout travail scientifique présente un intérêt non seulement pour son auteur mais aussi pour d'autres chercheurs qui voudront le compléter et cela dépendamment des objectifs poursuivis et à proprement parlé. Le sujet nous aidera à savoir l'impact des eaux usées hospitalières sur l'environnement.

5. Délimitation du sujet

Notre recherche porte sur l'efficacité du système de traitement des eaux usées hospitalières cas de l'hôpital BIAMBA MARIE MUTOMBO (HBMM), mais bien que ces systèmes soient très diversifiés, nous allons nous intéresser à ceux qui contribuent à l'apport environnemental de ce système dans les hôpitaux.

6. Subdivision du travail

La charpente du présent travail s'articule autour de trois chapitres précédés d'une introduction. Le premier chapitre porte sur la revue de la littérature. Le deuxième chapitre est basé sur le matériel et les méthodes utilisées et enfin le troisième porte sur la présentation des résultats et leur discussion. Une conclusion et suggestions terminent cette étude.

CHAPITRE 1. REVUE DE LA LITTERATURE

1.1. Généralités sur la pollution

La révolution industrielle, avec le prodigieux développement des activités humaines s'est traduite par un accroissement et une diversification des pollutions qui constituent des menaces sérieuses pour l'équilibre futur de la biosphère, de l'hydrosphère, de l'atmosphère et des générations futures de notre espèce. Tout accroissement d'activité, de production, entraîne inévitablement une augmentation des déchets. Si ceux-ci ne sont pas recyclés, détruits ou mis définitivement hors circuit, des problèmes apparaissent: il y a pollution (Barbault, 1983 cité par Tchinda, 2000).

De façon générale, la pollution est toute modification anthropogénique d'un écosystème se traduisant par un changement de concentration des constituants chimiques naturels, ou résultant de l'introduction dans la biosphère de substances chimiques artificielles, d'une perturbation du flux de l'énergie, de l'intensité des rayonnements, de la circulation de la matière ou encore de l'introduction d'espèces exotiques dans une biocénose naturelle (Ramade, 2005).

1.1.1. Effluents hospitaliers

Des polluants tels que métaux, radio-isotopes et autres substances chimiques sont introduits dans le réseau d'assainissement des hôpitaux. Etant donné que les hôpitaux utilisent et rejettent un volume important d'eau, les polluants identifiés se diluent et se retrouvent à des concentrations souvent voisines de celles des effluents domestiques.

Plusieurs auteurs notent que les effluents hospitaliers présentent pour les paramètres globaux (MEST, DCO, DBO5, NTK, Phosphore total) des caractéristiques tout à fait semblables à la moyenne d'eaux résiduaires urbaines à l'exception des détergents qui présentent une concentration significativement plus élevée (Dermon. C, et Hadjali. R 1997).

1.1.2 Origines des effluents hospitaliers

L'hôpital est un grand consommateur de l'eau issue du réseau de distribution publique ajoutée à celle utilisée spécialement par l'établissement (eau stérile par exemple). Outre les volumes d'eau entrant dans l'hôpital qui sont importants, les rejets d'effluents sont également considérables.

Les usages de l'eau à l'hôpital sont très variés : usage alimentaire, sanitaire, technique, et thérapeutique..., et génèrent donc différents types d'effluents. (O.I.D.E 2002)

1.1.3. Rejets de nature domestique

Ce sont les eaux provenant des cuisines, les rejets des produits détergents, les rejets des garages et ateliers, ceux de la blanchisserie, de la chaufferie et de la climatisation. Les eaux grasses rejetées en cuisine ne posent pas de risque sanitaire mais peuvent provoquer un colmatage des réseaux et engendrer un développement bactérien. La consommation de produits d'entretien (blanchisserie, nettoyage des surfaces...) dans un hôpital est considérable et les risques de pollution par ces rejets sont surtout liés à leur nature chimique et à leur utilisation intensive (C.L.I.N 1999).

Les eaux provenant des charges et des ateliers contenant le plus souvent un volume important d'huiles et de détergents, peuvent également provoquer une pollution chimique moindre car les quantités de détergents utilisées sont moins importantes (C.L.I.N 1999).

I.1.4. Rejets de nature spécifique à l'hôpital

Ces rejets sont spécifiques d'une part de l'activité de soins concernant de nombreux services et d'autre part de l'activité de certain service. Ils peuvent contenir des produits chimiques et radioactifs, des liquides biologiques, des déjection/excrétions contagieuses et également des résidus de médicaments éliminés dans les excréta des patients. (Mansotte F et Jestine E .2000)

a) Blocs opératoires

Ce sont les liquides provenant de salle d'opération : matières organiques plus ou moins diluées, liquides biologiques (sang, urines, selles, liquide gastrique, aspiration trachéo-bronchique, liquide d'épanchement péritonéal ou pleural).

Liquides provenant de l'entretien des matériels et des locaux : détergents, détergents désinfectants ou désinfectants plus ou moins concentrés avec des traces de matières organiques ou médicamenteuses. Ils sont déversés dans le réseau d'évacuation, sont également rejetés des résidus d'antiseptiques et des solutions médicamenteuses (C.L.I.N 1999).

b) Stérilisation centrale

La stérilisation centrale prend en charge le traitement de l'instrumentation médico-chirurgicale : le lavage après décontamination, le contrôle, le conditionnement, la stérilisation et la distribution.

Les liquides provenant du traitement des matériels (des détergents, des prés désinfectants, des détartrants, des neutralisants, des lubrifiants) (C.L.I.N 1999) rejoignent également le réseau.

c) Les laboratoires d'analyses et la pharmacie

Dans le cadre de leurs activités, les laboratoires utilisent différents produits chimiques et manipulent des liquides biologiques plus ou moins infectieux dont :

- Les effluents biologiques qui sont les produits biologiques liquides restant après l'analyse (crachats, urines selles, expectorations, cellules...) et qui peuvent être à l'origine d'un risque de contamination de l'environnement s'ils sont rejetés dans les effluents de l'hôpital ;
- Les effluents chimiques qui sont les stocks de produits chimiques liquides périmés : acides, bases, réactifs divers, solvants, produits radioactifs, des produits de rinçage ;
- Les effluents mixtes chimio-biologiques composés de liquides biologiques mélangés à des réactifs chimiques lors des techniques d'analyse manuelles ou automatisées. La pharmacie utilise également dans ses activités des produits chimiques dangereux pour l'environnement et la santé publique. Cependant, de par sa fonction de pharmacovigilance celle-ci est plus apte à évaluer les risques et par conséquent à prendre des mesures adaptées pour éviter ces risques de pollution (O.I.D.E 2002).

d) La radiologie

Les étapes du développement des films génèrent des rejets liquides (effluents) toxiques constitués par :

- Le trop plein des différentes cuves de traitement, notamment
- Les bains de révélateurs usagés.
- Les bains de fixateurs usagés dans lesquels on retrouve plus des 9/10èmes des composés d'argent dissous, issus du développement des films.

Les eaux de rinçage des clichés peu chargées en résidus argentiques mais constituant la plus grande partie des rejets liquides en volume (O.I.D.E 2002).

e) Hémodialyse

Les rejets de ce service sont de deux types, d'une part le rejet consécutif au traitement du malade et d'autre part les rejets de désinfection des appareils. En effet, le principe des appareils d'hémodialyse fonctionne par des procédés de transfert de toxines à travers une membrane depuis le sang du patient vers le circuit de dialysat. Des rejets liquides seront donc générés et qui dans la majorité des cas se déversent à l'égout. Or ils peuvent être chargés en produits chimiques (médicaments...) et facteurs infectieux.

Le second paramètre à prendre en compte les protocoles de désinfection du matériel utilisant des produits chimiques tels que formol, eau de javel dilués à de l'eau osmose. Les rejets s'effectuent directement dans le réseau à l'égout. (C.clin, 1999).

1.1.5. Caractéristiques des effluents hospitaliers

L'étude de la pollution des effluents hospitaliers nécessite la connaissance d'un certain nombre de paramètres : qu'on appellera « paramètres de pollution ». Ils permettent de juger la gravité du problème. L'analyse est primordiale et concerne aussi bien des paramètres

physiques que chimiques. En plus, la recherche du chlore et de métaux lourds donne aussi une idée plus concrète et plus précise sur le type de pollution engendrée par les effluents hospitaliers avec un échantillonnage représentatif.

1.1.5.1. Paramètres physiques

a. Turbidité

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. La turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...). Cependant une turbidité forte peut permettre à des micro-organismes de se fixer sur des particules en suspension. (Mansotte F.2000).

b. Température

Il est très important de connaître la température de l'eau. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz (oxygène dans le milieu récepteur, donc son pouvoir auto épuration). Il est établi que la solubilité d'un gaz diminue avec l'augmentation de la température. Ce phénomène est particulièrement important dans le cas de l'oxygène dissous. Ainsi, plus l'eau est chaude, plus la concentration de saturation de l'oxygène devra diminuer, ce qui conduit à la diminution de la réserve d'oxygène mis à la disposition des micro-organismes intervenants dans les processus d'autoépuration, la multiplication des micro-organismes, affectant ainsi l'épuration biologique. (USEPA, 1989)

c. Conductivité

La conductivité est la mesure de la capacité d'une solution à laisser passer un courant électrique. Cette capacité dépend des sels solubles dans l'eau et de la température. Son unité est Siemens/cm. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. La conductivité est également fonction de la température de l'eau : elle est plus importante lorsque la température augmente. Les résultats de mesure doivent donc être présentés en termes de conductivité équivalente à 20 ou 25°C. (Mansotte 2000, et USEPA, 1989)

d. Matières en suspensions (MES)

Les MES sont les matières solides dans l'eau, et se subdivisent en deux catégories :

*Les matières totales en suspension : obtenues après évaporation à 105°C (en étuve). Le poids du résidu sec obtenu représentera la teneur en MES ramenée au litre d'eau.

*Les matières volatiles en suspensions (MVS): représentent la fraction organique des solides contenue dans l'eau. Après calcination (dans le four) à 600°C.

Les MVS exprimées en mg/L représentent la différence entre les MES totales et le résidu après 600°C. (Mansotte F.2000, et Usepa Preliminary data summary for the hospitals point source category.1989)

1.1.5.2. Paramètres chimiques

a. Potentiel hydrogène pH

Le pH (potentiel hydrogène) exprime le degré d'acidité ou d'alcalinité des eaux usées. Ce paramètre joue un rôle primordial dans les propriétés physico-chimiques (acidité, agressivité), dans les processus biologiques dont certains exigent des limites de pH très étroites se situant entre 5,5 et 8,5 (USEPA, 1989).

b. Demande chimique en oxygène (DCO)

La DCO traduit la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les matières organiques contenues dans un effluent. Elle permet de doser des substances oxydables chimiquement avec des oxydants puissants ; Elle permet même de doser des substances organiques difficilement détectables par la méthode biologique équivalente DBO. Elle permet de déterminer la pollution globale liée aux matières organiques (Tangou, 2016).

c. Demande biochimique d'oxygène (DBO)

Elle correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour dégrader par oxydation et par intervention des bactéries des matières organiques de l'eau usée. La DBO₅ est un paramètre évolutif dont la mesure permet d'étudier le comportement d'une charge organique et plus généralement celui d'un échantillon. Si la DBO₅ est élevée, il y a un appauvrissement en oxygène de l'eau ce qui fait disparaître toute vie aquatique. (Mansotte, 2000, et Lepart, 1999)

d. Azote

L'azote dans l'eau se présente sous plusieurs formes :

L'azote organique : c'est l'azote contenu dans les cellules. C'est un élément essentiel de la constitution moléculaire des cellules.

L'azote ammoniacal $N-NH_4^+$: c'est l'azote de l'ammoniac contenu dans l'eau. L'ammoniac est une substance assimilable par les micro-organismes. Son oxydation conduit aux nitrites $N-NO_2^-$ et aux nitrates $N-NO_3^-$ (USEPA,1989)

1.1.5.3. Rejets médicamenteux

Les effluents hospitaliers auraient donc des caractéristiques différentes des effluents urbains en ce qui concerne les résidus médicamenteux (concentration, types de molécules). Jusqu'à présent, ces caractéristiques ont été peu étudiées. Les études portent ainsi

sur un nombre limité de molécules : les analgésiques, les antibiotiques, les antiépileptiques, les bêtabloquants, les anti-cholestérols et les anticancéreux.

Depuis les années 1980, la présence de traces de médicaments dans les effluents des STEP et dans les eaux naturelles a été identifiée. Ces molécules sont considérées comme des micropolluants pour l'environnement parce qu'elles ont été développées dans l'intention de produire un effet biologique sur l'organisme (CCI du Loiret.2009)

1.1.6. LES IMPACTS DES EAUX USEES HOSPITALIERES

1.1.6.1. IMPACT SUR LA SANTE ET L'ENVIRONNEMENT

En milieu hospitalier, on retrouve des effluents de nature biologique (sang, crachats, urines, etc.), de nature chimique (acides, bases, solvants, etc.) et mixtes chimico-biologique (liquides biologiques mélangés à des réactifs chimiques). Le risque infectieux et toxique est lié aux quantités rejetées et à la qualité de l'effluent. Le risque concerne à la fois l'homme et l'environnement (CLIN, 1999).

Les déchets qui polluent l'environnement peuvent se présenter à l'état gazeux (produits de combustion, produits volatils, composés chimiques dissipés dans l'air par évaporation), à l'état liquide (eaux usées, eaux pluviales et de ruissellement urbain, eaux de ruissellement des Zones agricoles) ou à l'état solide (ordures ménagères, résidus divers). La présente étude porte sur les rejets liquides et elle s'intéresse préférentiellement aux eaux usées hospitalières.

En plus des conséquences environnementales (eutrophisation, propagation des mauvaises odeurs) par les décharges anarchiques des eaux usées dans la nature, on note des conséquences sanitaires qui ont des effets dramatiques spécialement dans les pays en développement qui manquent des systèmes adéquats de traitement des excréta ou des eaux usées contaminées.

Cependant, l'utilisation des eaux usées brutes a été montrée, comme une source potentielle de contaminations microbiologiques et chimiques des nappes d'eaux souterraines et superficielles (Howard et al. 2003; Taylor, 2004). La consommation des eaux de la nappe contaminée par les eaux usées, a pour conséquence le développement des maladies hydriques.

La contamination peut se faire par contact lors des baignades, par la consommation des produits alimentaires aquatiques tels que les poissons ou alors les légumes arrosés avec de l'eau souillée pendant leur culture. Elle peut aussi être chimique et se faire par la piqûre des insectes se développant dans les eaux usées et par la consommation au travers des sources et des puits d'eau de la nappe phréatique souillé par des eaux usées.

1.1.6.2. Impact d'ordre écologique

En plus des germes pathogènes, les eaux usées en fonction de leurs origines peuvent contenir des substances toxiques capables d'engendrer de graves troubles de santé chez l'homme.

La décharge des eaux usées non traitées dans l'environnement peut entraîner d'énormes modifications de l'écosystème qui les reçoit (Agendia et *al.*, 2000). On peut citer entre autres:

- La diminution de la biodiversité aquatique à cause de la toxicité du milieu et l'apparition des espèces nouvelles;
- l'eutrophisation des milieux aquatiques récepteurs;
- la dégradation de l'esthétique du milieu par la propagation des mauvaises odeurs;
- la perturbation du microclimat du milieu récepteur.

1.1.6.3 Impact d'ordre économique

Le manque d'assainissement entraîne sur le plan économique un manque à gagner important:

- l'eutrophisation et la toxicité des étangs destinés à la pisciculture entraînent d'énormes pertes pour les promoteurs des projets dans ce domaine;
- une masse financière importante est dépensée pour traiter les maladies écoulant du manque et du mauvais assainissement, puis il y a baisse de productivité d'une partie de la population affaiblie par les maladies hydriques;
- la perte de l'esthétique du milieu naturel constitue un frein pour l'industrie touristique locale.

1.1.7. Différents procédés de traitements des eaux usées

Une station d'épuration (STEP) est une installation de traitement des eaux usées destinée à les rendre propre, à être rejetées sans inconvénients majeurs dans le milieu naturel et rejoindre le cycle de l'eau. Il ne s'agit en aucun cas d'une usine de traitement des eaux naturelles, de surface ou issues d'un captage en vue de leur potabilisation et de leur fourniture aux besoins des hommes. Le principe d'une station d'épuration est de réduire la charge polluante (matière organiques en suspension et en solution, produits chimiques,...) des effluents afin de ramener les paramètres physico-chimiques et biologiques de ces eaux aux normes compatibles avec l'équilibre biologique du milieu récepteur. Il existe un grand nombre de procédés d'épuration des eaux usées dont l'application dépend à la fois des caractéristiques des eaux à traiter et du degré d'épuration désiré (Miss, 2007). Le traitement des eaux usées dans une STEP nécessite 4 phases:

- le prétraitement;
- le traitement primaire;
- le traitement secondaire;
- le traitement tertiaire.

a. Prétraitement

Le prétraitement permet de séparer les matières grossières et les éléments susceptibles de gêner les étapes ultérieures du traitement. Il comprend le dégrillage pour retenir les déchets volumineux (refus de dégrillage), le dessablage pour obtenir une meilleure décantation, le dégraissage et le déshuilage pour éviter l'encrassement de la station par les corps gras (Ndiayé, 2005; Bassompierre, 2007). On distingue les procédés suivants:

❖ Procédés à barrières

Dégrillage

Il consiste à faire passer l'effluent entre les barreaux d'une grille dont l'écartement se mesure habituellement en centimètres. Il débarrasse l'eau usée des matières les plus volumineuses et soulage le travail de la station d'épuration des points de vue biologique et de protection mécanique de l'ouvrage (Bechac *et al.*, 1983).

Dilacération

Il s'agit de l'opération qui permet de broyer assez finement les résidus de dégrillage pour qu'ils puissent suivre le sort des matières décantables fines.

Tamissage

Le tamissage est un dégrillage poussé, les eaux brutes devant traverser un tamis à mailles + ou - fines. Il permet la récupération de déchets utilisables, évite l'obstruction des canalisations ou des pompes, limite les risques de dépôt et de fermentations, soulage le traitement biologique ultérieur.

❖ Procédés gravitaires

Dessablage

La technique classique du dessablage consiste à faire circuler l'eau dans une chambre de tranquillisation où il est tenté d'obtenir une vitesse constante quel que soit le débit, pour permettre la décantation des grains grossiers. Il est important d'éliminer les sables présents dans l'effluent pour éviter leur sédimentation ultérieure qui peut amener le bouchage des canalisations et protéger les organes mécaniques en mouvement rapide (axes de chaînes, pompe de relèvement, rotor de centrifugeuses à boues).

Dégraissage-déshuilage

Les appareils statiques utilisés sont les matériels les plus simples qui jouent simplement sur la différence naturelle de densité entre les particules grasses et le milieu. Un ralentissement de l'eau permet leur montée en surface d'où elles sont évacuées. L'élimination des graisses est important pour éviter l'envahissement des décanteurs par des flottants, la diminution de la capacité d'aération des boues activées dans les systèmes à aérateur de surface, la mauvaise sédimentation dans le décanteur secondaire, le bouchage des canalisations et des pompes (Bechac *et al.*, 1983).

b. Traitement primaire

Le traitement primaire qui est un procédé physique et/ou physico-chimique visant à éliminer par décantation une forte proportion de matières organiques ou minérales. A l'issue de ce traitement, la DBO5 dans l'affluent est réduite d'au moins 20 % et le total des matières solides en suspension d'au moins 50 % avant le rejet (Liénard, 2004). Ce traitement ne permet d'obtenir qu'une épuration partielle des eaux usées. Le traitement primaire peut se faire par des procédés chimiques ou par des procédés physiques.

❖ Procédés chimiques

Les procédés chimiques généralement utilisés dans le traitement des effluents hospitaliers pour la régulation des débits et du pH sont: la neutralisation, l'égalisation et l'addition de réactifs chimiques et de coagulation (CCLIN, 2002).

Neutralisation

De nombreux rejets industriels contiennent des composés acides ou alcalins. Ce qui entraîne dans certains cas leur pH hors des limites 6-9. Il est nécessaire de procéder à une neutralisation préalable à la chaux, à l'acide sulfurique ou à la soude sous contrôle d'un pH-mètre (Bechac, 1983).

L'égalisation

Elle s'effectue dans des bassins d'égalisation dont le but est de diminuer et contrôler les variations des caractéristiques de l'eau usée en vue de se situer dans des conditions optimum pour les procédés de traitement qui suivent.

Addition de réactifs chimiques et coagulation

Les réactifs de coagulation sont utilisés pour agglomérer les particules à séparer, les alourdir et favoriser ainsi leur séparation par décantation afin d'améliorer les performances de l'ouvrage de traitement ultérieur. Les réactifs de coagulation proprement dits sont: les sels de fer (chlorure ferrique, sulfate ferrique, sulfate de fer chloré), les sels d'alumine (polychlorure d'alumine, sulfate d'aluminium) et la chaux.

❖ Procédés physiques

Décantation

La décantation est le processus principal du traitement primaire. Elle permet d'éliminer les colloïdes, les matières organiques et minérales sédimentables restant en suspension qui représentent une proportion importante de la charge en DCO (45% à 80%, 65% en moyenne) et en DBO5 (30 à 40%).

Flottation

La flottation permet la séparation des phases de densités voisines. On a la flottation à l'air dissous (aéroflottation) et l'électro flottation (Bechac et *al.*, 1983).

c. Traitement secondaire

Le traitement secondaire correspond généralement au traitement biologique des eaux usées. Il reproduit artificiellement ou non. Ces phénomènes d'autoépuration existant dans la nature. L'autoépuration regroupe l'ensemble des processus par lesquels un milieu aquatique parvient à retrouver sa qualité d'origine après une pollution. Les techniques d'épuration biologique utilisent l'activité des bactéries présentes dans l'eau qui dégradent les matières organiques. Ces techniques sont soit anaérobies, c'est-à-dire se déroulant en absence d'oxygène, soit aérobies, c'est-à-dire nécessitant un apport d'oxygène. Parmi les traitements biologiques, on distingue deux groupes de procédés:

- les procédés biologiques extensifs
- les procédés biologiques intensifs

d. Traitement tertiaire

On appelle traitement tertiaire ou mieux complémentaire tout traitement sur de l'eau déjà épurée par voie biologique. Il peut être envisagé en raison soit de l'insuffisamment (biodégradables), soit pour les effluents domestiques à cause de la nécessité d'une protection accrue du milieu récepteur ou dans le souci de réutilisation de l'effluent. Il est recommandé dans le cas des effluents hospitaliers eu égard à la nature de la pollution.

Les trois familles de traitement physique, physico-chimique et biologique envisagées pour l'épuration sont applicables au traitement tertiaire, sous réserve d'une adaptation due au caractère dilué de la pollution à éliminer. Les paramètres les plus fréquemment concernés sont: la DBO5, la DCO, les MES, les nitrates et les phosphates (causes d'eutrophisation), l'ammoniaque, les germes pathogènes et plus rarement d'autres corps chimiques tels que chlorures, sulfates ou métaux lourds. En plus de répondre aux conditions de rejet vers le milieu naturel, le traitement tertiaire vise à une épuration plus poussée des paramètres comme le phosphore et l'azote (Cors, 2007 et Ayo, 2013).

1.1.8. Considérations économiques du traitement des eaux usées

Le coût de traitement d'une eau usée dépend du débit à traiter, de la concentration des différents paramètres physico-chimiques et microbiologiques, mais aussi du type de station d'épuration utilisé et du niveau d'épuration recherché.

1.2 Normes et Règlementations

Face à la dégradation de plus en plus élevée de l'environnement, et les conséquences très fâcheuses que les rejets liquides ont occasionnés en disposition, ont été prises d'abord par les pays développés où le volume et la nature des rejets sont très importants et variés.

Les eaux usées rejetées dans un environnement donné doivent respecter les normes de qualité de rejet d'eau prescrites par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), dans le cadre du respect et de la protection de l'environnement, afin de limiter les risques de pollution et contribuer au processus de développement durable. C'est par exemple le cas des caractéristiques que doivent respecter les effluents des stations d'épuration avant leur rejet dans les milieux récepteurs (Anonyme, 2008).

Les rejets incontrôlés d'eaux usées dans les quartiers sans réseaux d'égouts sont certes inévitables, mais l'existence des règles d'hygiène appliquées par les communautés peut atténuer et même réduire leurs effets néfastes sur l'environnement.

CHAPITRE 2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Présentation du site



Fig 1 : vue de la station d'épuration de l'Hôpital BIAMBA MARIE MUTOMBO (HBMM).

L'Hôpital BIAMBA MARIE MUTOMBO (HBMM) est une branche de la Fondation DIKEMBE MUTOMBO qui est une Association Sans But Lucratif communément appelé ONG de droit Congolais. Fondé par MUTOMBO DIKEMBE lui-même, il a été inauguré le 17 juillet 2007 par Joseph KABILA KABANGE, Président de la République Démocratique du Congo. Il est situé dans la Commune de MASINA, au croisement des Avenues Victoire et Boulevard Lumumba à Kinshasa/RDC. Cet hôpital comprend en son sein une dizaine de services : Pédiatrie, Médecine Interne, Chirurgie, Gynécologie obstétrique, Laboratoire, Soins Intensifs, Imagerie Médicale, les Urgences, l'ORL, Kinésithérapie, les consultations externes et une structure d'accueil. Il a une capacité d'environ 300 lits. Cet établissement hospitalier est alimenté en eau par la Régie de Distribution d'Eau et il produit de nombreux effluents. Ces effluents proviennent de l'activité quotidienne de ses différents services, parmi lesquels les plus grands producteurs sont les toilettes, les WC, les salles des soins, les laboratoires d'analyse et la buanderie. Pour éviter les risques de contamination et la pollution liés à ces effluents, une Station de Traitement des eaux usées a été construite pour traiter ces effluents avant leur rejet dans la nature.

Le traitement des eaux usées est effectué en utilisant la technologie de Bio-disque.

La technologie Bio-disque est un procédé d'épuration mettant en jeu un traitement biologique aérobie à biomasse fixée. Les supports de la microflore épuratrice sont des disques

partiellement immergés dans l'effluent à traiter et animés d'un mouvement de rotation pour assurer à la fois la mise en contact des bactéries avec l'effluent, leur oxygénation et le mélange. En phase immergée du cycle de rotation des disques, la biomasse fixée (fouling) prélève les matières organiques et azotées dans les eaux usées puis les digère et les dégrade. La phase émergée du cycle des disques permet aux bactéries de respirer (Aqua Corp. Actipôle. Chasse-sur-Rhône- France).

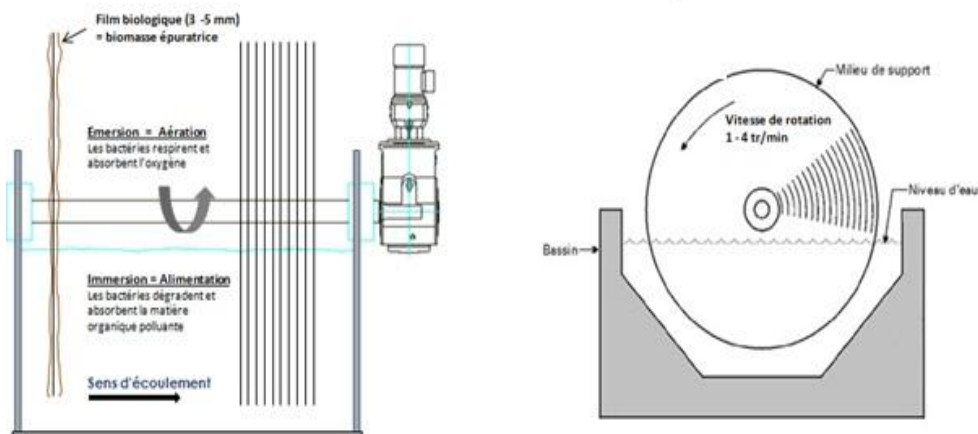


Figure 2: **PRINCIPE DES DISQUES BIOLOGIQUES, PROCÉDÉS**

Réacteur UASB Biodisque LIMNO DAD Aqua Corp. Actipôle Chasse-sur-Rhône- France

Les boues excédentaires ou mortes, détachées des disques biologiques, se retrouvent dans les eaux épurées, dont elles sont séparées puis collectées via une étape de clarification finale (Filtres plantés de roseaux, décanteur lamellaire ou statique).



Réacteur UASB Biodisque LIMNO DAD Aqua Corp. Actipôle. Chasse-sur-Rhône- France

2.2. METHODES

Nous avons procédé à la réalisation des prélèvements au niveau du collecteur principal des eaux usées qui rassemble la totalité des effluents à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration des eaux usées de l'Hôpital BIAMBA MARIE MUTOMBO (HBMM). Pour mener notre travail, nous avons fait une méthode expérimentale ainsi que les paramètres physico-chimiques qui déterminent l'efficacité du système de traitement des eaux usées hospitalières de l'hôpital Biamba Marie Mutombo (HBMM), nous avons réalisé deux prélèvements d'échantillons. Le premier échantillon a été prélevé à l'entrée et le deuxième à la sortie de la station de traitement.

Les prélèvements ont été faits dans des bouteilles en plastiques d'une capacité de 1,5 litre. La température a été prise juste après prélèvement avec un thermomètre à mercure ordinaire.

Au laboratoire, nous avons analysé les paramètres physico-chimiques ci-après : le pH, la conductivité, la turbidité, les matières en suspension, la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biochimique en oxygène (DBO₅), l'azote total, les ions nitrates (NO₃⁻), les ions ammoniums (NH₄⁺), les ions phosphates (PO₄³⁻), et l'Oxygène dissous.

2.2.1. La mesure du potentiel d'hydrogène (pH)

Les mesures du pH et du potentiel redox ont été déterminées à l'aide d'un pH-mètre digital pH-2005 de marque SELECTA. Après calibrage préalable du pH-mètre à l'aide des tampons de valeurs 7,00 et 4,01, l'électrode en verre a été introduite dans 100 ml d'échantillon et les valeurs sont lues sur l'écran à affichage digital.

2.2.2. La conductivité électrique

Les mesures de la conductivité électrique ont été effectuées à l'aide d'un conductimètre digital CD-2005 de marque SELECTA. Cet appareil est muni d'une sonde standard qui est plongée verticalement dans la solution dont on souhaite déterminer la concentration. La valeur de la conductivité est lue sur un écran à affichage digital et s'exprime en $\mu\text{S}/\text{cm}$ ou en mS/cm .

2.2.3. La Turbidité

La détermination de la turbidité a été effectuée sur base de la méthode néphélométrique. Le faisceau lumineux traverse horizontalement la cuvette contenant l'échantillon, une partie de cette lumière est diffusée par effet Tyndall grâce aux particules en suspension. Le photomultiplicateur d'électron situé à un angle de 90° par rapport au faisceau lumineux capte les photons diffusés et transforme cette énergie lumineuse en signal électrique dont le potentiel est fonction de la turbidité. Le mode opératoire :

La détermination de la turbidité a été effectuée sur base de la méthode néphélomètre, à l'aide d'un turbidimètre de marque TurbiDirect/Lovibond. Le faisceau lumineux traverse horizontalement la cuvette contenant l'échantillon, une partie de cette lumière est diffusée par effet Tyndall grâce aux particules en suspension. Le photomultiplicateur d'électron situé à un angle de 90° par rapport au faisceau lumineux capte les photons diffusés et transforme cette énergie lumineuse en signal électrique dont le potentiel est fonction de la turbidité. La mesure se fait de la manière suivante :

- Remplir une cuvette propre et sèche de l'échantillon jusqu'au trait.
- Fermer la cuvette avec le couvercle.
- Tenir la cuvette par le couvercle et l'essuyer en utilisant un torchon doux et non pelucheux pour éliminer les gouttes d'eau, la saleté et les empreintes de doigts.
- Mettre en marche l'appareil et placer ensuite la cuvette dans la chambre de mesure en faisant attention au positionnement.
- Fermer la cuvette par le couvercle et appuyer sur read/Avg ou Read. Le résultat s'affiche à l'écran d'affichage en NTU. Sortir la cuvette et le nettoyer aussi rapidement que possible. (CfrTurbiDirect 2a 01/2001, Mode d'emploi, pages 15-16).

2.2.4. Matières en suspension

La détermination des matières en suspension consiste en première partie à mouiller les papiers filtres Wattmandans l'eau distillée et à les placer à l'étuve à 105°C pendant une heure puis au dessiccateur pendant 20 à 25 minutes pour refroidissement. Peser ensuite les papiers filtres utilisant la balance de précision. Filtrer 50ml des échantillons. Les placer à nouveau à l'étuve pendant une heure pour séchage. Après refroidissement au dessiccateur, peser à nouveau les papiers filtres avec résidu sur une balance de précision.

La concentration a été obtenue en utilisant la formule suivante :

$$MES (mg/l) = \frac{(P_1 - P_0) \times 1000}{V}$$

P₀ : Masse du filtre avant utilisation en mg

P₁ : Masse du filtre après utilisation en mg

V : Volume de l'échantillon utilisé en ml

2.2.5. Demande Chimique en Oxygène

La mesure de la demande chimique en oxygène (DCO) a été faite par la méthode de «digestion au réacteur». Après homogénéisation des échantillons des eaux usées, 2 ml sont prélevés et introduites dans des tubes à DCO, puis incubés en présence d'un témoin à 150 °C pendant 2 heures dans un thermo réacteur (appareil de chauffage multitubes) de DCO

préchauffé pendant 2 heures. Après refroidissement des tubes, la valeur de la DCO de l'échantillon est lue en mg/l, au photomètre Lovibond de marque MD/600 à la longueur d'onde 430 nm. (Système photomètre MD/600, mode d'emploi, page 106).

2.2.6. Demande Biochimique en Oxygène

La Mesure de la demande biochimique en oxygène en 5 jours (DBO_5) a été faite par la méthode dite «manométrique» à l'aide d'un Oxymètre de marque OxiDirect/Lovibond. Les bouteilles à DBO_5 , contenant 244 ml d'eaux usées, auquel est ajouté un inhibiteur de nitrification, sont incubées pendant 5 jours consécutifs à la température de 20 °C. Pendant cette période, les bactéries utilisent l'oxygène présent dans la partie supérieure de la bouteille pour oxyder les matières organiques présentes dans la solution et rejettent le CO_2 . Celui-ci est fixé par l'hydroxyde de potassium (présents dans la cupule placée à la tête de chaque bouteille). La valeur de la DBO_5 est lue directement sur l'écran de l'oxymètre.

2.2.7. Azote Total

La mesure de l'azote total a été faite en utilisant la méthode de minéralisation au persulfate. C'est une méthode test N tube. Le mode d'opération est donné dans le manuel Système photomètre MD/600, mode d'emploi, à la page 34.

2.2.8. Nitrates

Les ions nitrates ont été déterminés par la méthode acide chromotropic à l'aide d'un photomètre de marque MD/600. Après introduction de 1 ml d'échantillon d'eau usée dans un tube contenant un réactif de nitrate, on y ajoute un sachet de Nitrate variochromotropic. Le mélange est ensuite homogénéisé et laissé au repos pendant 5 minutes (temps de réaction). La coloration développée en présence des ions nitrates est ensuite lue au photomètre MD/600 à la longueur d'onde 430 nm (Système photomètre MD/600, mode d'emploi, page 200).

2.2.9. Ammonium

La détermination de l'azote ammoniacal a été faite par la méthode indophénol. La présence d'azote ammoniacal (NH_4^+) dans une eau traduit un processus de dégradation incomplète de la matière organique. Sa détermination se fait par la mise en œuvre d'une réaction colorée suivie d'un dosage photométrique. On verse 10 ml d'échantillon dans une cuvette dans laquelle on ajoute le réactif Ammonia n°1 et n°2. Après 10 minutes (temps de réaction), la lecture est faite au photomètre MD/600 à la longueur d'onde 610 nm.

2.2.10. Ortho phosphate (Phosphores totaux)

La détermination des ortho phosphates s'est faite par la méthode dite Ammonium-molybdate. 10 ml d'échantillon sont dans une cuvette de 24 mm dans laquelle on ajoute un réactif phosphate n°1 et n°2. Après 10 minutes (temps de réaction), la lecture est faite au

photomètre MD/600 à la longueur d'onde 660 nm, et les valeurs sont affichées sous forme d'ortho phosphates (PO_4^{3-}).

Pour avoir les phosphores, la formule de conversion suivante a été utilisée :

$$\text{mg/lP} = \text{mg/lPO}_4 \times 0,33.$$

(Système photomètre MD/600, mode d'emploi, pages 220-221).

CHAPITRE 3. PRESENTATION ET DISCUSSION DES RÉSULTATS

3.1. PRESENTATION DES RESULTATS

Après les analyses de laboratoire, les résultats sont présentés dans les tableaux suivants :

Tableau n°1 Paramètres physico-chimiques des eaux usées à l'entrée et à la sortie de la station de traitement

N°	Paramètres	Symbole et Unités	Normes O.M.S (2006)	Résultats		Efficacité de traitement (%)
				E ₁	E ₂	
1	Température	T (°C)	30	27	26	-
2	Potentiel d'hydrogène	pH	5,5 – 8,5	6,8	7,4	-
3	Conductivité	Cnd (µS/l)	-	42	51	-
4	Turbidité	Tb (NTU)	10-100	62,1	7,1	88,6
5	Matières en Suspension	MES(mg/l)	50	400	100	75
6	Demande chimique en Oxygène	DCO (mg/l)	90	85	12	85,9
7	Demande biochimique en Oxygène à 5 jours	DBO ₅ (mg/l)	30	78	10	87,2
8	Azote total	N (mg/l)	50	54	45	16,7
9	Nitrates	N-NO ₃ ⁻ (mg /l)	50	8,6	1,7	80,2
10	Ammonium (N-NH ₄ ⁺)	N-NO ₄ ⁺ mg/l	2	48	34	29,2
11	Phosphores Totaux	P (mg/l)	2	8,5	5,8	31,7

Légende:

E₁ : Effluent hospitaliers à l'entrée de la STEP

E₂ : Effluent traité à la sortie de la STEP

L'analyse des résultats du tableau n°1 montre que : les eaux usées à l'entrée tout comme à la sortie de la station d'épuration des eaux usées de l'hôpital Biamba Marie Mutombo (HBMM) ont une température inférieure aux normes de rejet.

Le pH qui indique l'acidité ou la basicité du milieu est de 6,8 à l'entrée et de 7,4 à la sortie de la STEP. On note une augmentation de 8% à la sortie du STEP. Elles ont les valeurs de conductivité qui varient entre 42 et 51 µS/cm.

Ces eaux usées sont plus chargées en matières en suspension à l'entrée (400 mg/l) qu'à la sortie de la station (100 mg/l), qui sont supérieures à la valeur normale (≤ 50 mg/l). On observe une diminution de 20% à la sortie de la STEP.

Tableau n°2 Caractéristiques physico-chimiques à la sortie de la station en comparaison avec les normes de rejet

N°	Paramètres	Symbole et Unités	Normes O.M.S	Résultats
				E ₂
1	Température	T (°C)	30	26
2	Potentiel d'hydrogène	pH	5,5 – 8,5	7,4
3	Conductivité	Cnd (μ S/l)	-	51
4	Turbidité	Tb (NTU)	10-100	7,1
5	Matières en Suspension	MES(mg/l)	50	100
6	Demande chimique en Oxygène	DCO (mg/l)	90	12
7	Demande biochimique en Oxygène à 5 jours	DBO ₅ (mg/l)	30	10
8	Azote total	N (mg/l)	50	45
9	Nitrates	N-NO ₃ ⁻ (mg /l)	50	1,7
10	Ammonium (N-NH ₄ ⁺)	N-NO ₄ ⁺ mg/l	2	34
11	Phosphores Totaux	P (mg/l)	2	5,8

Les analyses du tableau n°2 montre que : les eaux usées à la sortie de la station d'épuration ont une température moyenne de 26°C, La température joue un rôle important dans l'augmentation de l'activité chimique, bactérienne et de l'évaporation des eaux, elle varie en fonction de la température extérieure (air) et des saisons. En rapport avec le pH, on peut dire que cette valeur est normales et proche des normes.

Les résultats d'analyses montrent que le taux de MES est très élevé 100mg/l contrairement aux normes qui prévoit ≤ 50 mg/l, un taux due à toute les matières légères flottantes sur l'eau usée (les cations et les anions, les huiles) dégager à partir des différentes services de l'hôpital.

Nous remarquons que la valeur DBO₅ à la sortie est de 10mg/l, une valeur proche de la norme qui est de ≤ 30 mg/l. Nous confirmons que la charge organique polluante est vraiment faible à la sortie cela prouve que cette eau a subi un traitement efficace avant sont rejet. La DCO dans le rejet final est à 12mg/l, ce qui respecte les normes (90 mg/l), ceci s'explique par l'existence d'un traitement efficace en charge.

Les paramètres présents dans l'eau ayant subi une analyse sont : la DCO et DBO₅, l'azote total, les nitrates, l'ammonium, les ortho phosphores (phosphores totaux). Ces valeurs se traduisent à travers l'histogramme suivant :

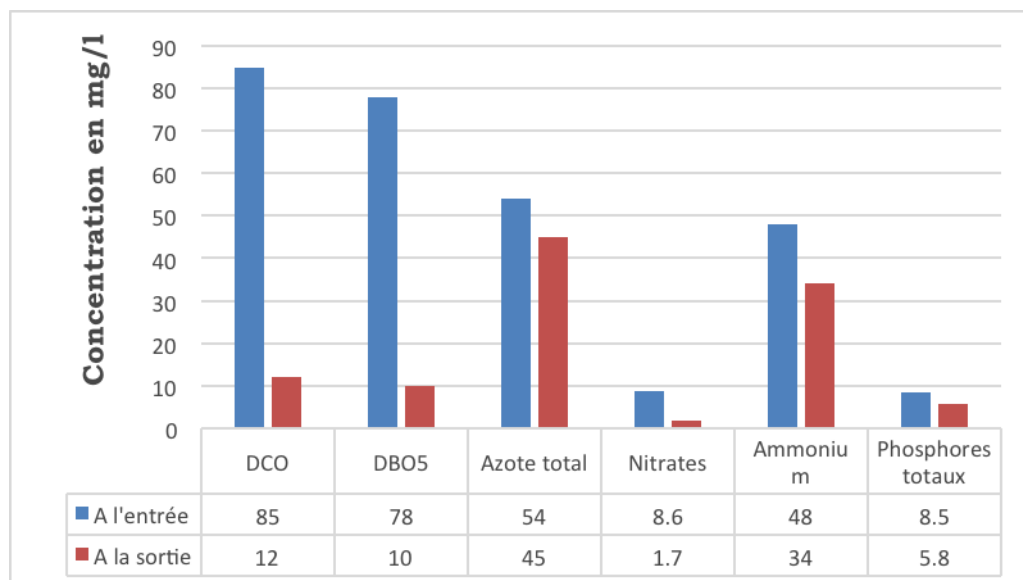


Figure 3. Les paramètres chimiques des eaux usées à l'entrée et à la sortie de la Station d'épuration des eaux usées.

La Demande Chimique en Oxygène et la Demande Biologique en Oxygène présentent des valeurs faibles à la sortie (DCO=12mg/l et DBO₅=10mg/l) par rapport à celle à l'entrée (DCO=85mg/l et DBO₅= 78 mg/l) L'efficacité du traitement est respectivement de 85,9 % et de 87,2 % pour la DCO et la DBO. L'azote total avant traitement a une teneur de 54 mg/l et baisse à 45 mg/l après traitement. Quant aux nitrates, leur teneur est de 8,6 mg/l avant de chuter à une teneur de 1,7mg/l après traitement. Les phosphores totaux passent de 8,5mg/l à 5,8mg/l. L'analyse des graphiques et tableau précédents, montre qu'à part l'ammonium et les phosphores totaux qui ont les teneurs élevés après le traitement, les teneurs des autres polluants ont pratiquement baissé. L'ammonium et le Phosphore comptent parmi les nutriments ou fertilisants capables d'induire l'eutrophisation des rivières réceptrices des effluents. Tout le système de traitement montre une certaine faiblesse dans le retrait des éléments azotés (azote total et ammonium) ainsi que le phosphore.

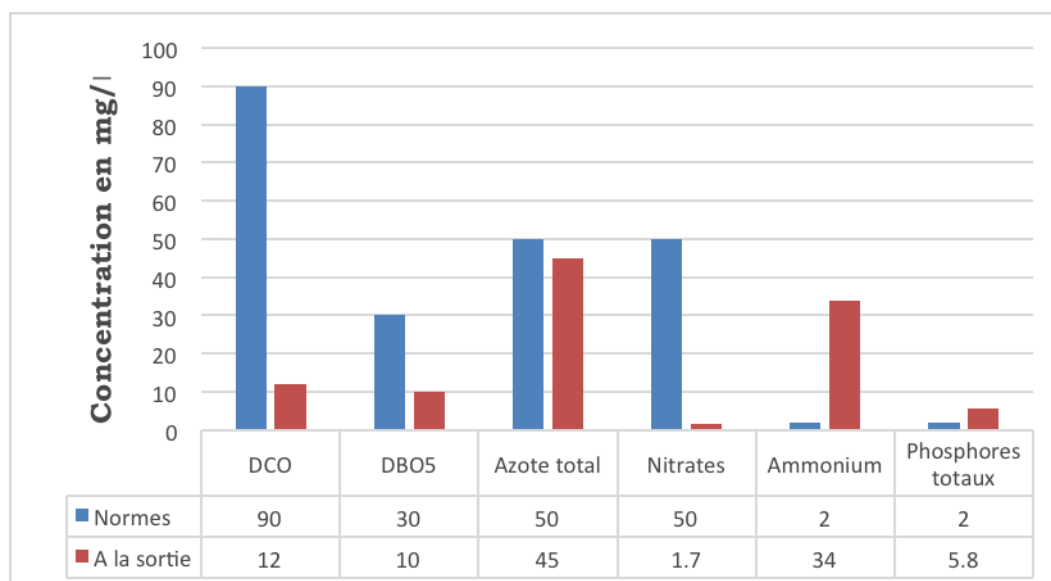


Figure 4. Caractéristiques physico-chimiques à la sortie de la Station en comparaison avec les normes de rejet

La Demande Chimique en Oxygène et la Demande Biologique en Oxygène présentent des valeurs à la sortie faible (DCO=12mg/l et DBO₅=10mg/l) par rapport à celle de la norme de l'OMS (2006) (DCO=90mg/l et DBO₅= 30 mg/l). L'azote total à la sortie baisse à 45 mg/l en comparaison avec la norme de l'OMS (2006) qui est de 50mg/l, ce qui prouve un bon traitement. Quant aux nitrates, leur teneur de 1,7mg/l à la sortie prouve un très bon traitement en comparaison avec la norme de l'OMS qui est de 50mg/l. Les phosphores totaux à la sortie est de 5,8mg/l qui ne respecte pas la norme de l'OMS qui est de 2mg/l. L'ammonium 34mg/l à la sortie présente une valeur élevée par rapport à la norme de l'OMS qui est de 2mg/l.

3.2. Discussion

Pour connaître l'efficacité du système de traitement des eaux usées hospitalières, nous avons étudié la biodégradabilité de l'effluent. Ainsi après les analyses des tableaux et histogrammes précédents, nous constatons que les eaux usées à la sortie répondent aux normes de l'OMS. Les polluants dépassant largement les normes sont : les matières en suspension, l'ammonium, et les phosphores totaux. Ces deux derniers paramètres peuvent être à la base des problèmes d'eutrophisation dans les cours d'eau récepteurs (FAGNIBO, 2012).

A l'Hôpital BIAMBA MARIE MUTOMBO (HBMM), le système de traitement des eaux usées fonctionne et on n'y rencontre pas des problèmes d'ordre technique. Les eaux usées passent par un traitement préalable avant d'être déversées dans la nature. En effet, les personnels et les patients ne sont pas confrontés à l'inhalation d'odeurs nauséabondes sur la station du traitement et dans les environs de la station. On note que, les eaux usées issues de la

station ne sont pas mélangées avec les déchets ménagers. Même pendant la pluie, les eaux de la pluie sont très bien canalisées, ce qui veut dire qu'il n'y a pas un mélange des eaux usées hospitalières et les eaux pluviales. Ainsi, l'eau usée de cette qualité physico-chimique rejetée à la nature après traitement ne présente pas des risques sanitaires pour les populations environnantes, excepté le problème que peuvent poser l'azote total et ammoniacal ainsi que le phosphore dans l'eutrophisation.

Selon une étude réalisée par MBOG MBOG Séverin en 2013 à l'université de Yaoundé 1 dont le thème était : « Evaluation de la gestion des déchets liquides hospitaliers : cas des eaux usées du Centre Hospitalier Universitaire de Yaoundé ». Cette étude montre que : Les eaux hospitalières de l'Université de Yaoundé sont très riches en substances organiques, minérales et particulaires. Les valeurs de DCO à la sortie (150 mg/l) et de DBO5 à la sortie (60 mg/l), alors que les normes de l'OMS concernant la DCO est de 90mg/l et de DBO 30mg/l, prouvent que ces eaux sont très dangereuses pour l'environnement et les populations environnantes une fois jetées sans passer par un traitement efficace. Le système de Biodisque installé au sein de l'Hôpital BIAMBA MARIE MUTOMBO(HBMM) présente une efficacité moyenne de plus de 80 %, excepté pour l'azote total, l'ammonium et le Phosphore. La DCO et DBO sont infiniment petits par rapport aux normes de l'OMS (2006), ce qui prouve que les résultats respectent les normes.

L'étude menée sur la station du Centre National Hospitalier Hubert Koutoukou Maga de Cotonou (Bénin) par FAGNIBO en 2012 sur le thème : « Gestion des effluents domestiques en milieu hospitalier au Centre National Hospitalier Hubert Koutoukou Maga de Cotonou » donne comme résultats :

La température à la sortie de la station est de 29,32°C

Le ph est de 7

La conductivité à la sortie de la station est de 790 µS/l

Les matières en suspension à la sortie de la station, de 66mg/l

La DBO à la sortie de la station de 145mg/l et la DCO à la sortie de la station est de 177mg/l.

Cette formation hospitalière utilisait la station d'épuration à boues activées.

Donc en comparant ces résultats par rapport aux normes de rejet de l'OMS et aux résultats que nous avons trouvés, nous constatons que les résultats trouvés par FAGNIBO au Centre National Hospitalier Hubert Koutoukou Maga de Cotonou ne respectent pas les normes de l'OMS avec un traitement quasiment inexistant. Par rapport à ce que nous avons eu comme résultats, seuls les MES, Azote total, Ammonium et Phosphores totaux sont très élevés et ne respectent pas les normes de l'OMS.

D'après l'étude réalisée sur la station du CNHU de Cotonou au Bénin par M.MAKOUTODE, O.TOURE, M.YAROU et A.M.D'ALMEIDA en 1998 sur le thème « Traitement des déchets liquides au CNHU » ont montré un pH de 7 à l'entrée comme à la sortie de la station. Les valeurs de DCO variaient à l'entrée entre 98,8 mg/l et 450 mg/l et à la sortie de 21,6 mg/l et 78,25mg/l. Les valeurs de la DBO₅ variaient à l'entrée entre 76,5 et 360mg/l et à la sortie entre 24,9 et 90 mg/l. Ainsi, nous pouvons dire que la station d'épuration du CNHU de Cotonou au Bénin qui utilisait le système de boues activées ne fonctionnait pas bien, car les résultats de leurs analyses par rapport aux analyses que nous avons faites pour l'Hôpital BIAMBA MARIE MUTOMBO (HBMM) en comparant avec les normes de l'OMS, montrent une efficacité supérieure de cette dernière formation. Mais dans l'ensemble l'hôpital BIAMBA MARIE MUTOMBO (HBMM) traite assez bien leurs effluents liquides hospitaliers en ce qui concerne certains paramètres. Un effort devrait être fait pour se pencher sur la réduction d'azote total et ammoniacal ainsi que les phosphores totaux et les MES avant de les rejeter dans la nature.

Pour compléter la réduction d'azote ammonium et phosphore ainsi que les MES, cette institution médicale doit penser à procéder aux autres technologies qui aboutissent aux résultats plus importants que celui de biodisques. Par exemple, au département des sciences de l'environnement à la faculté des Sciences à l'Université de Kinshasa, les études ont été faites à l'aide de système UASB pour traiter les effluents hautement pollués comme les lixiviats de Mpsa et les effluents des cliniques universitaires de Kinshasa et ont données des bonnes résultats quand à l'abattement des MES et à la réduction significative de l'azote et du phosphore.

CONCLUSION ET SUGGESTIONS

L'objectif de ce travail était de vérifier l'efficacité de la station d'épuration des eaux usées de l'Hôpital BIAMBA MARIE MUTOMBO(HBMM). Cette formation utilise le système de Biodisque en son sein. Des analyses physico-chimiques effectuées sur les effluents liquides traités au niveau de la STEP, les conclusions suivantes peuvent être tirées :

- Le système Biodisque installé par l'Hôpital BIAMBA MARIE MUTOMBO(HBMM) arrive à traiter ses effluents avec une efficacité moyenne de 80 %, pour la réduction de DCO, DBO, turbidité et Nitrate, répondant ainsi aux normes.
- Ce système ne se montre pas du tout efficace dans la réduction de l'azote totale, l'ammonium ainsi que les phosphores totaux (moins de 31 %) avec des valeurs supérieures aux normes de l'OMS ; ce qui risque de créer des problèmes d'eutrophisation des milieux récepteurs.

Nos suggestions émanent des résultats et des écarts soulevés pendant notre étude, et qu'on présente comme suit :

- Aux gestionnaires de la station de l'hôpital Biamba Marie Mutombo de Filtrer les effluents dans le but d'abattre la charge polluante (MES) ainsi que la réduction de l'azote et des phosphores totaux.
- Aux Ministères de l'environnement et de la Santé, d'imposer l'installation des STEP dans les grandes formations hospitalières de la Ville.
- Nous demandons au monde scientifique à valoriser les études qui tendent à mettre en place les modèles pour rendre la science visible et captivante.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Agendia P.L., Fonkou T., Sonwa D.; Mefenya R., Kengne N.I. Et Zambo A.J.M. 2000. Collecte, épuration et évacuation d'eaux usées dans les lotissements SIC And Economic Appraisal.(eds) Amley Inter Sciences. ELBS.p.241-263.
2. Anonyme, 2000.programme fédérateur de recherche sur l'assainissement des eaux usées en Afrique subsaharienne. Financé par la Coopération Française à travers le programme CAMPUS, projet n° 96313119b.32p.
3. Anonyme, 2002.Elimination des effluents liquides des établissements hospitaliers ; Recommandations. Institut Biomédical des Cordeiens Pub. Paris. 55p.
4. Anonyme, 2008. Normes environnementales et procédure d'inspection des installations industrielles et commerciales au Cameroun. MINEP, Yaoundé. 138 p.
5. Anonyme, 2008.Plan national de gestion des déchets hospitaliers. MINSANTE, Yaoundé. p.1-96.
6. Ayo Anne, 2013. Evaluation des performances épuratoires de la station rénovée d'épuration des eaux usées du Camp-SIC Messa (Yaoundé).p. 12-40
7. Barbault R. 1983.Abrégé d'écologie générale. Masson pub.Paris. 198p.
8. Bassompierre C., 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. 231 p.
9. Bechac J.P., 1983 Mercier B., Nuer P.. Traitement des eaux usées. EYROLE Pub.Paris 281p.
10. C. clin 1999, Élimination des effluents liquides des établissements hospitaliers - Recommandations. Centre de Coordination de la Lutte contre les Infections Nosocomiales de l'Interrégion Paris - Nord, Institut Biomédical des Cordelier : Ile de France, Picardie, Haute- Normandie, Nord Pas-de-Calais, Paris: 74p.
11. CCI du Loiret, 2009. Les points clés d'une analyse environnementale. Groupe de travail < Mise en place de l'ISO 14001 > 01 p.
12. Chevalier P., 2002. Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine : Entérocoques et streptocoques fécaux. Institut national de santé publique, Québec. 5 p.
13. Cors M., 2007. Techniques extensives d'épuration des eaux usées domestiques. Dossier Inter-Environnement Wallonie. 43 p.
14. Dermont.C, Hadjali. R, 1997. La Gestion des Effluents Liquides en Milieu Hospitalier, Compiègne, 30 p.

15. FAGNIBO Harence Floriane, 2012, « Gestion des effluents domestiques en milieu hospitalier au Centre National Hospitalier Hubert Koutoukou Maga de Cotonou.
16. Howard G., Stephen P., 2003. Risk factors contributing to microbiological contamination of shallow groundwater in Kampala, Uganda. *Water Research* 37: 3421-3429.
17. Kengne I.N.M., 2000. Evaluation d'une station de lagunage à macrophytes à Yaoundé: performances épuratoires, développement et biocontrôle des Diptères Culicidae. Thèse Doctorat de 3e cycle, Université de Yaoundé I. 138 p.
18. Koné D., 2002. Epuration des eaux usées par lagunage à microphytes et à macrophytes (*Pistia stratiotes*) en Afrique de l'Ouest et du centre : Etat des lieux, performances épuratoires et critères de dimensionnement. Thèse 2653: 17-31.
19. Leprat P 1999, Caractéristiques et impacts des rejets liquides hospitaliers. *Techniques hospitalières*, Vol. 634, pp. 56-57.
20. Liénard A., Cathérine B., Pascal M., Yvan R., François B. et Bernadette P., 2004. Filtres plantés de roseaux à flux vertical et lagunage naturel en traitement d'eaux usées domestiques en France: comparaison des performances et des contraintes d'exploitation en termes de pérennité et fiabilité. *Ingénieries n° special*. pp. 87-99.
21. Mansotte F, 2000, Les rejets des établissements de santé. DAS Seine-Maritime - Synthèse réalisé et complété sur la base du travail de F. Lebrun - Chargé d'études Environnement – Centre hospitalier du havre - CLIN - Club Environnement: 68p.
22. MBOG MBOG Séverin, 2013, Evaluation de la gestion des déchets liquides hospitaliers : cas des eaux usées du Centre Hospitalier Universitaire de Yaoundé1.
23. Miss F., 2007. Etude des possibilités de valorisation des produits issus de traitement des boues de vidange: cas de Yaoundé, Cameroun. Ecole National d'Enseignement Supérieur d'Agronomie de Dijon (ENESAD). 142 p.
24. Morel M. A. et Kane M., 2002. Le lagunage à Macrophytes, une technique permettant l'épuration des eaux usées pour son recyclage et de multiples valorisations de la biomasse. *Sud sciences et technologies*, 1: 5-16.
25. Ndiayé M. L., 2005. Impacts des eaux usées sur l'évolution chimique et microbiologique des sols: étude de cas à Pikine (Dakar – Sénégal). Mémoire D.E.S.S.N.E n° 110. Université de Lausanne. 102 p.
26. Office International De l'Eau (O.I.D.E), 2002, France, Effluents des établissements hospitaliers : teneur en microorganismes pathogènes, risques sanitaires, procédures particulières d'épuration et de gestion des boues),.

27. OMS, (2006), A compendium of standards for wastewater reuse in the Eastern Mediterranean Region, 24pp.
28. Ramade F., 2005. *Eléments d'Ecologie – Ecologie appliquée*. Edition Dunod, Paris. 63 p.
29. Réacteur UASB Biodisque LIMNO DAD (2015), Aqua Corp. Actipôle des platières-Batiment Aliena-81, Chemin des platières. Chasse-sur-Rhône- France.
30. Selman, B, 2013, Contribution à l'analyse environnemental de l'hôpital MAKOUR HAMMOU d'Ain Defla, thèse de magister de l'Université de HASSIBA BEN BOUALI CHLEF, 1-2p.
31. TANGOU TABOU T, (2016) , *Chimie de l'environnement, pollution et nuisance*, édition du presse universitaire de Kinshasa.
32. Taylor R., Aidan C., et al., 2004. The implications of groundwater velocity variations on microbial transport and wellhead protection. Review of field evidence. *FEMS Microbiology Ecology* 49: 17–26.
33. Tchinda Y., 2000. *Gestion et épuration des eaux usées hospitalières: cas du Centre Hospitalier et Universitaire (C.H.U) de Yaoundé*.Mémoire de maitrise, Université de Dschang p 4-60
34. USEPA 1989, Preliminary data summary for the hospitals point source category. Office of water regulations and standards, Office of water, United States Environmental Protection Agency, Washington, D.C, EPA 440/1-89/060-n, 76 p.

