

ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE ET MICROBIOLOGIQUE DES EAUX DE LA RIVIERE LINDI ET SON IMPACT SUR LA VIE DES ETRES VIVANTS DANS LA VILLE DE KISANGANI

Nathan IUNGBI SINGA

Licencier en chimie, Assistant à l'Université Libre de Kisangani, Chercheur dans les domaines de la chimie des eaux et des plantes médicinales, statistique et informatique de Réseau.

Fabrice WEMBO MENDO

Licencier en Santé Publique, Assistant à la Faculté de Médecine de l'Université Libre de Kisangani, Chercheur dans les domaines des maladies Hydriques

ELUMBA KASONGO

Licencier en Santé Publique, Assistant à la Faculté de Médecine de l'Université Libre de Kisangani, Chercheur dans les domaines de la Santé.

KASOLWA TSHINKOBO

Docteur en Médecine, Assistant à la Faculté de Médecine de l'Université Libre de Kisangani, Chercheur en Gynécologie et obstétrique.

MUNGELE BASWENGOLA

Docteur en Médecine, Assistant à la Faculté de Médecine de l'Université Libre de Kisangani, Chercheur en Gynécologie et obstétrique.

Zoé KAZADI MALUMBA

Docteur en Biotechnologie, Professeur à l'Université de Kisangani, spécialiste dans le domaine des eaux.

RESUME

This research focuses on "**physico-chemical and microbiological analysis of the waters of the Lindi River and its impact on the lives of living beings in the city of Kisangani**"

The Physico-chemical analysis shows that the pH of the medium is a little basic, that is to say 7.24, the temperature varies from 20 to 25 ° C and its coloration is 51 units of Jackson. The chlorine content is 0%, which allows the arrival of several microorganisms capable of facilitating the pollution of these waters. The waters of the Lindi River are conducive to living beings in terms of conductivity, with 0.480 against 4 recommended Jackson units. The chemical oxygen demand in its waters is 0.38 mg / l. The chemical analysis of the few measured ions proves that there is: 0.047 mg / l of iron; 29.258 mg / l Calcium; 12.884 mg / l Mg; 0.44 mg / l Nitrite; 0.59 mg / l of nitrate; the Hydroxymetric titre is 43.1151 mg / l of TH; Turbidity is 55. 2.5%.

Microbiological analysis has shown that these waters contain an average of 815,000 colonies of faecal coliforms, which proves the mediocrity of its qualities.

RESUME

La présente recherche porte sur «**analyse physico-chimique et microbiologique des eaux de la rivière Lindi et son impact sur la vie des êtres vivants dans la ville de Kisangani**»

L'analyse Physico-chimique prouve que le pH du milieu est un peu basique, soit 7,24, la température varie de 20 à 25°C et sa coloration est de 51 unités de Jackson. La teneur en chlore est de 0%, ce qui permet l'arrivée de plusieurs microorganismes capables de faciliter la pollution de ces eaux. Les eaux de la rivière Lindi sont favorables aux êtres vivants du point de vue conductivité car on a trouvé 0,480 contre 4 unités de Jackson recommandées. La demande chimique en oxygène dans ses eaux est de 0,38 mg/l. L'analyse chimique des quelques ions mesurés prouve qu'il y a : 0,047 mg/l de Fer ; 29,258 mg/l de Calcium ; 12,884 mg/l de Mg ; 0,44 mg/l de Nitrite ; 0,59 mg/l de Nitrate ; le Titre Hydroxymétrique est de 43,1151 mg/l de TH ; la Turbidité est de 55. 2,5%.

L'analyse microbiologique a montrée que ces eaux contiennent en moyenne 815000 colonies des coliformes fécaux ce qui prouve la médiocrité de ses qualités.

0. INTRODUCTION

01. PROBLEMATIQUE

L'eau douce est une ressource naturelle précieuse et rare. Bien que la surface de la Terre soit constituée de 70% d'eau, moins de 3% de cette eau est douce, dont 2,2% est contenue dans les glaciers et les nappes phréatiques. Il reste donc moins d'1% de l'eau contenue sur la Terre pour assouvir les besoins des êtres humains et des espèces animales et végétales. Malgré l'apparence alarmante de ces chiffres, la quantité d'eau douce dont nous disposons au niveau global devrait être amplement suffisante pour subvenir à nos besoins. Malheureusement, la répartition de la ressource est inégale. Pendant que certaines régions connaissent la sécheresse et deviennent arides, d'autres sont inondées. Et pendant que certains ont un accès facile à des sources d'eau saines, d'autres doivent parcourir des kilomètres avant de trouver le point d'eau le plus proche. Avec la croissance démographique anticipée des prochaines années et le rythme effréné auquel nous consommons cette ressource, le futur reste incertain¹.

L'eau de la planète² pose à présent un problème angoissant des ressources disponibles pour les futures générations. Il est estimé que sur les 40 000 km³ d'eau de pluie par an, 25 000 se perdent à l'occasion des crues et 5 000 s'égarer dans des régions inaccessibles (Nouvelle Guinée, Amazonie...). Il n'en reste donc que 10 000 pour les besoins de l'homme, qui n'en consomme, à présent, que le tiers. Cette large disponibilité n'efface pas la crainte d'une importante pénurie dans les années à venir.

Cette perspective tient à 5 chiffres associés à l'expansion démographique et à la consommation d'eau. Fait sans précédent dans l'histoire de l'humanité, la population de la planète était 2 milliards d'habitants en 1 900, 6 milliards en 2 000 et s'accroître -selon les prévisions- de 90 millions par an jusqu'au milieu du siècle prochain, ce qui conduit à une population de 12 milliards en 2050.

Multiplication des individus vaut multiplication des besoins en eau : 1 000 km³ étaient sollicités en 1 950, 3 000 km³ sont insuffisants aujourd'hui. Aux environs de 2050, l'utilisation pourrait tendre vers 10 000 km³ Aussi, il se pourrait bien que dans quelques siècles, en raison de l'explosion démographique et de variations climatiques, renaissent les cérémonies de supplication aux dieux de la pluie.

La couverture des besoins en eau potable se pose en termes aigus dès le début du XXI^{ème} siècle et le pire est à venir. On parle déjà de guerres, de millions de morts, pour la possession de l'eau. On présuppose, on imagine...pourtant ils sont déjà là, très majoritairement au Sud, ces enfants de moins

¹ROMY HASSAN, Canada Mémoire de la Maitrise à l'Université du QUEBEC à Montréal, Mai 2008 pages 11/123

²MONJOUR L. Faculté de Médecine Pitié-Salpêtrière – Paris : Les Cahiers du MURS n°33 - 2ème trimestre 1997 Les pathologies d'origine hydrique et la potabilité de l'eau

de 5 ans, décimés par le plus grand fléau de notre planète : la pollution pathogène hydrique. Un lourd bilan : 20 000 000 de décès par an dans le monde. C'est un immense échec pour la santé même si la protection de l'eau et la promotion de l'eau potable sont considérées aujourd'hui comme des urgences absolues.

Dès l'Antiquité, la notion d'insalubrité de l'eau était déjà acquise. Les romains, s'inquiétant de la nocivité de l'eau du Tibre, firent construire à la fin du premier siècle, de gigantesques aqueducs délivrant de l'eau de source, plus saine, à raison de 200 litres par habitant et par jour. L'idée d'une transmission des maladies, par l'intermédiaire de l'eau, sera reprise, plus tard après la conquête des Maures, en Espagne.

En 1804, le traitement de l'eau est aussi la préoccupation de John Gibb, blanchisseur de Paisley, en Ecosse. A l'aide de filtres à sable lent, il parvient à éliminer la turbidité et les particules solides en suspension. Les avantages d'une eau claire, pour les habitants de Londres, s'avèrent si évidents qu'en 1852 est rédigé le «Métropolis Water Act» Il exige que l'eau provenant de la Tamise livrée dans un rayon de 5 milles autour de la cathédrale Saint-Paul, soit filtrée avant d'être consommée par la population. Dès 1858, il en résulte une décision opportune de procéder à des observations régulières des approvisionnements en eau. Mais ce n'est qu'en 1885, à la suite des découvertes de Pasteur, que seront inaugurées les analyses bactériologiques.

Toutefois, l'espoir d'une éradication prochaine et définitive d'une maladie parasitaire ne concerne que des méthodes, et application véritable des mesures d'hygiène afin d'aller aux pathologies réservées aux zones tropicales. Son agent infectieux, la pollution de l'eau. Les cyclopes, ingérés avec l'eau de boisson, disparaissent, mais les larves, progressivement, se transforment en adultes, responsables au niveau des membres inférieurs de phlegmons, d'arthrites et d'arthroses imposant des arrêts de travail. Certains épidémiologistes font de la dracunculose le symbole des maladies à transmission hydrique. Mais leur opinion est très contestée, car le goitre endémique, dû à un déficit de l'eau en iode, ou les intoxications par des substances chimiques (ex : nitrates), des engrais ou des pesticides, sont aussi des méfaits de l'eau de boisson.

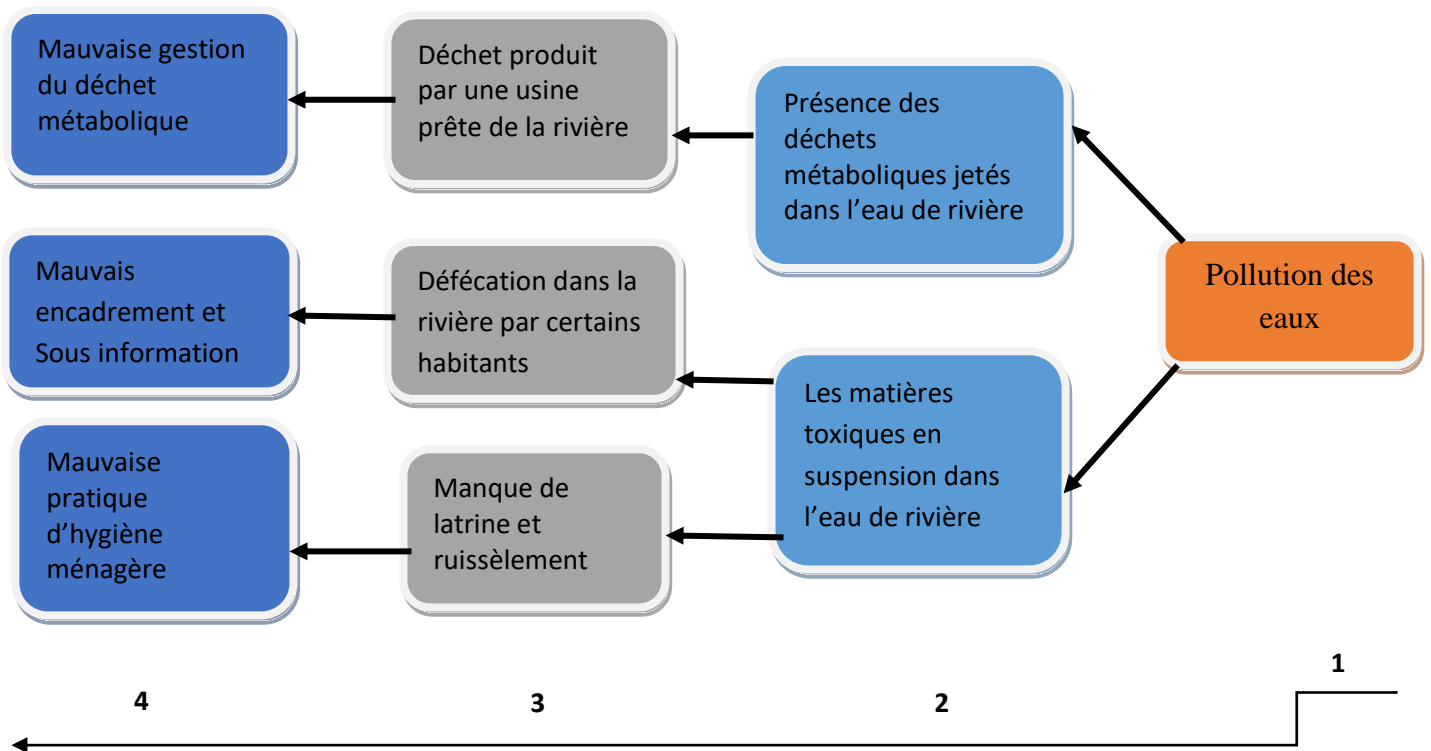
L'eau véhicule des virus, des bactéries, des parasites, des micro-organismes végétaux ou animaux, qui peuvent provoquer des maladies graves, voire mortelles pour l'être humain. Ces maladies liées à l'eau insalubre sont appelées maladies hydriques. Elles tuent environ 5 millions de personnes chaque année, et 2,3 milliards en souffrent.

La rivière Lindi étant une rivière dont en amont il y a la présence de quelques usines chimiques tels que la SOTEXIKI, la BRALIMA sur la rivière tshopo qui se croise comme affluent de la Rivière Lindi, au delà de ces usines chimiques, il y a les déchets de travaux de l'homme qui sont jetés dans ces eaux de la rivière Lindi, elle mérite une étude scientifique analytique pour mettre au clair l'état de ces eaux par rapport à la santé de la population riveraine qui les consomment.

Pour se faire, nous nous sommes posés deux questions suivantes :

- La qualité des eaux de la rivière Lindi est-elle favorable pour les êtres vivants ?
- L'exposition de cette rivière à la présence des industries de fabrication en amont ne serait-elle pas une source de pollution pour cette dernière ?

02. CADRE CONCEPTUEL



1. Problème Général
2. Causes Directes qui expliquent directement le problème général
3. Causes Indirectes qui expliquent indirectement le problème
4. Facteurs Favorisants qui à leurs tours accentuent le problème

Aux deux questions posées, nous proposons des réponses provisoires selon lesquelles :

1. La qualité des eaux de la rivière Lindi serait intolérable pour les êtres vivants en rapport aux directives de l’OMS.
2. Ce non-respect aux normes de l’OMS, serait dû à la présence des industries en amont et aurait de conséquences sur la vie humaine et la biodiversité aquatique.

L’objectif général poursuivi dans cette étude est d’analyser l’influence et le risque de contracter les maladies hydriques dues à la pollution de l’eau de la rivière Lindi dans la ville de Kisangani afin d’interpeler la conscience de tout un chacun du risque qui peut en découler. En cela, cette recherche poursuit les objectifs spécifiques suivants :

1. Analyser la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux de la rivière Lindi
2. Déterminer les conséquences sur la vie humaine et la biodiversité aquatique

Notre étude sert de piste de solution et aide pour la prise de décision dans le domaine de la santé publique après les analyses, mais aussi mettre au clair les habitants de la ville de Kisangani et environs de continuer à consommer ou encore de les informer d’en faire attention si on remarquait un danger pouvant générer soit une maladie en surveillance épidémiologique qui pourrait en

découler et pouvant compromettre le pronostic vital, de la population de prêt ou de loin et contribuer négativement au développement du pays.

Ainsi, notre travail constitue un tremplin pour d'autres chercheurs qui voudront approfondir la recherche dans notre milieu. Le choix porté sur ce sujet se justifie du fait du souci qui nous anime d'analyser la qualité Physico-chimique et microbiologique des eaux de cette rivière susmentionnée dont les êtres qui y sont font partie de l'alimentation nutritionnelle pour les pêcheurs au bord de ladite rivière en font usage pour survivre y compris leurs clients dans la ville de Kisangani.

Outre l'introduction et la conclusion, notre recherche est subdivisée en deux parties, dont la première porte sur les généralités et la seconde sur l'analyse des quelques paramètres physico-chimiques et microbiologiques des eaux de la rivière Lindi.

Première partie : GENERALITE SUR LES EAUX ET LES POLLUTIONS

1.1.EAU

L'eau est un composé inorganique le plus abondant et le plus important de la matière, 60 à 80 % de volume de la cellule est constitué de celle-ci. Nom attribué au corps moléculaire de formule H_2O (2 hydrogènes + 1 oxygène) sous forme liquide. Ceci est à l'origine du concept « L'eau c'est la vie et l'eau potable c'est la santé »³[9]

L'eau, élément sous trois formes (liquide à l'état normal, gazeuse en vapeur, solide en glace),

Parcourt un cycle éternel. L'eau en évaporation lente et incessante des fleuves, des lacs et des mers par condensation, se transforme en pluie. Une fraction des eaux de pluie ruisselle à la surface de la terre et va grossir les cours d'eau et les lacs, d'où elle est sujette d'une part à l'évaporation, d'autre part à l'infiltration à travers le sol. Les eaux d'infiltration sont reprises en partie par la végétation, qu'elles alimentent avant d'être rejetées dans l'atmosphère, et en partie s'accumulent dans le sous-sol pour former des nappes souterraines qui, à leur tour, en s'écoulant, donnent naissance aux sources qui émergent à la surface du sol et le cycle continue⁴ Nous avons trois types d'eau à savoir :

- Eau de surface
- Eau souterraine
- Eau de pluie

1.1.1. EAU DE SURFACE

Les eaux de surface sont principalement les Rivières, les Fleuves, les Lacs, les Mares. Elles sont généralement et fortement polluées. La quantité d'eau de surface varie entre des saisons ; elle nécessite un traitement complexe pour être utilisable.

1.1.2. EAU SOUTERRAINE

Ces sont des eaux de puits, forages, et sources. Les eaux souterraines profondes sont généralement limpides et ont de bonne qualité bactériologique car elles sont filtrées par le sol

³Agence de Santé Océan Indien : Programme d'amélioration de l'accès à l'eau potable par les bornes fontaines (BFM) « Les maladies hydriques à Mayotte » pages 19

⁴Hawa SAMAKE, « Analyse physico-chimique et bactériologique au L.n.s. des eaux de consommation de la ville de BAMAKO » 2001-2002 (MALI) Thèse présentée et soutenue à l'Université de Bamako : Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto Stomatologie pages 11/77

qu'elle traverse, elle peut parfois contenir des substances qui peuvent la rendre impropre à la consommation à cause du goût ou parfois de toxicité. Elles sont moins soumises aux variations saisonnières.

1.1.3. EAU DE PLUIE

Dans les régions non industrialisées, les eaux de pluie sont relativement pures et peuvent être consommées sans traitement en condition d'être recueillies avec certaines précautions ; elles ne peuvent guère constituer une source régulière mais sont parfois une source provisoire ou complémentaire très intéressante. La consommation excessive de l'eau de pluie sans apport complémentaire des minéraux indispensables tel qu'Iode, pose des problèmes à long terme. A cet effet, l'eau de pluie dissous les minéraux dans lesquels elle est stockée, raison pour laquelle ; il ne pas bon de réserver l'eau dans le réservoir métallique.⁵[11] Notre étude se rapproche sur l'analyse systématique des eaux de la rivière par rapport à l'aspect Physique, Chimique, et Microbiologique.

1.2. RIVIERE

Cours d'eau de faible ou moyenne importance qui se jette dans un autre cours d'eau.

1.3. ETRE VIVANT

Un Etre vivant est tout ce qui vie c'est-à-dire qui présente les caractéristiques spécifiques aux êtres vivants à savoir :

1° le mouvement

2° la croissance et le développement

3° la reproduction

4° l'évolution génétique

5° la respiration

6° l'homéostasie :

- Tendance des êtres vivants à maintenir constants et en équilibre leur milieu interne et leur paramètre physiologique
- Processus de régulation par lequel l'organisme maintient les différentes constantes du milieu intérieur
- Caractéristique d'un écosystème qui résiste aux changements (perturbation) et conserve un état d'équilibre.

7° la nutrition

8° la Cellule

9° la mort

⁵ WEMBO F. Hygiène et assainissement, Cours inédit G1 Kisangani, ULK 2018 pages 40

10° la réponse aux stimuli

11° réponse aux facteurs de l'environnement.

NB. Chaque caractéristique est égale vis-à-vis de l'autre c'est-à-dire il n'y a pas la plus importante ni la moins importante que l'autre. La 8^e intervient au premier stade de la vie des êtres vivants et la 9^e à son tour revient au stade final de la vie. Sans oublier que la 3^e est d'applicabilité facultative pour l'un ou l'autre être vivant ; précisément chez l'Homme.⁶ Alors cette vie dont nous faisons allusion, a pour origine à partir de la plante terre actuellement serait d'environ 4,5 milliard d'années.

Elle proviendrait de la fusion des protoplanètes, elle serait chauffée d'abord à une température d'environ 1000°C puis progressivement, elle s'est refroidie au niveau de l'écorce terrestre. C'est alors qu'il existerait une atmosphère primitive composée d'Hydrogène (H₂) de Méthane (CH₄) d'Ammoniac (NH₃) et enfin de vapeur d'eau (H₂O) à partir de ces quatre gaz, la vie a commencé. Le mélange de ces gaz a été bombardé par un rayonnement solaire très intense ultra-violet (UV) pour donner des éléments chimiques qui, formé des composés chimiques divers. Ceux-ci ont été balayés par la vapeur d'eau qui tombait sous forme de pluie sur la surface terrestre dans une mer formant ainsi ce qu'on appelle la soupe chaude primitive. Dans celles-ci, il y a aurait la combinaison des composés chimiques pour donner les macromolécules organiques qui sont à l'origine de la vie.⁷[14]

I.4. LA POLLUTION

La pollution des eaux est définie comme “ tout changement défavorable des caractéristiques naturelles (biologiques ou physico-chimiques) dont les causes sont directement ou indirectement en relation avec les activités humaines. Les différents risques de l'eau sont : le risque d'ingestion ou risque direct, risque de contact et le risque indirect. Selon leur origine, les polluants des eaux se divisent en 3 groupes : les polluants biologiques, polluants chimiques, les polluants radioactifs.⁸ [15]

La pollution est la contamination d'un lieu par des substances impures c'est-à-dire inappropriées au contexte ; c'est donc un mot d'origine religieuse, et qui, de ce fait conserve un caractère sacré assez marqué. Un phénomène ou élément perturbateur d'un équilibre établi et plus particulièrement si cet élément est nuisible à la vie. Il nous convient de mettre au clair nos lecteurs que la pollution peut être anthropique c'est-à-dire créée par l'homme ou non d'origine humaine. La notion de contamination fait appel à un ou plusieurs composants d'écosystème ayant une incidence sur l'écosystème, donc, au-delà d'un seuil ou norme.

⁶ KAZADI Z. « Biologie cellulaire » cours inédit de, UNIKIS Faculté des Sciences 2017-2018 page 1 /83

⁷ YENGA D, « Ecologie Humaine et santé » cours inédit, ULK, 2017-2018 p 10/83

⁸Hawa SAMAKE, « Analyse physico-chimique et bactériologique au L.n.s. des eaux de consommation de la ville de BAMAKO » 2001-2002 (MALI) Thèse présentée et soutenue à l'Université de Bamako : Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto Stomatologie pages 11/77

I.4.1. TYPES DE POLLUTION

i. Pollution Chimique :

Certains éléments chimiques qui se trouvent dans l'eau sont utiles et même indispensables à la santé de l'homme à faibles concentrations mais peuvent devenir toxiques lorsqu'ils sont absorbés en très grande quantité. Ils comprennent les sels minéraux et les composés toxiques. Ce sont des polluants majeurs des cours d'eau par leur abondance et leurs effets biologiques.

Pollution est créée par des agents polluants comme : oxyde de soufre, Fluorure d'hydrogène, Chlorure d'hydrogène, Oxyde d'azote, monoxyde de carbone, les oxydes des métaux lourds tel qu'oxyde de cuivre, plomb, et oxyde de Zinc. Ceci dû aux rejets continus de déchets industriels dans les eaux douces, Océans en créant des perturbations prédictibles à la vie.

ii. Pollution Physique :

Provient des certaines usines qui utilisent de systèmes de réfrigération et les centrales nucléaires qui peuvent considérablement élever la température et le degré d'humidité de l'environnement.

iii. Pollution Radioactive :

La pollution des eaux de surface par des substances radioactives pose un problème de plus en plus grave, imputable au fonctionnement des réacteurs, à l'utilisation des isotopes radioactifs en médecine, dans l'industrie et dans diverses autres branches d'activité civile et aux " retombées provenant des essais d'armes nucléaires. On s'efforce actuellement par tous les moyens de prévenir la pénétration de déchets concentrés dans les eaux de surface, mais les eaux de refroidissement des réacteurs entraînent de faibles quantités de matières radioactives ; Sont des déchets radioactifs issus des usines d'extraction ou de raffinage de produits radioactifs et des radiations émises par les nucléaires ; ces substances diverses émises dans l'atmosphère peuvent être la cause de certaines malformations physiques.

iv. Pollution morale :

Est une pollution liée au développement de civilisations. Elle est accentuée par des facteurs tels que la surpopulation des centres urbains, une vie trop active et trop matérialiste dans laquelle la valeur morale n'a pas de place.

v. Pollution Génétique ou Eugénisme :

Au sein d'une population il se produit des mutations spontanées dont la plupart sont nocives pour l'organisme. Cela est provoqué par des gènes mutants qu'on appelle également gènes délétères, (qui compromettent la vie ou la santé) il est possible que le taux de ces mutations s'élève sous l'action des radiations ou d'agents chimiques.⁹ [16]

⁹ YENGA D, « Ecologie Humaine et Santé » cours inédit, ULK 2017-2018 Pages 47-50/83

1.5. QUALITE MICROBIOLOGIQUE DES COURS D’EAU

La détermination de la qualité d’eau a été trouvée à partir de la grille de qualité des eaux établie depuis 1971 au sein du RNDE (Réseaux Naturel des Données sur l’Eau) et remise à jour en 1997 par le SEQ (Système d’Evaluation de la Qualité des cours d’eaux). Elles définissent 4 classes allant de très bonne à Médiocre. (Merlin, 2001)

Tableau de Classe de Qualité d’eau (Merlin, 2001)

PARAMETRES	CLASSE DE QUALITE			
	1A	1B	2	3
	Très bonne	Bonne	Passable	Médiocre
Coliformes fécaux (N/100ml)	<20	20-2000	2000-20000	>20000

- ✓ Les eaux de deux classes **1A** et **1B** permettent une vie normale des poissons, la production d’eau potable par le traitement simple, la pratique de la baignade et des loisirs aquatiques.
- ✓ Dans les eaux de la classe 2 : la production de certains poissons peut être comprise, la fabrication d’eau potable est difficile, seul le loisir ou les contacts avec l’eau sont exceptionnels y sont possibles.
- ✓ Les eaux de la classe 3 sont polluées. La survie de poisson peut y être compromise, on peut les utiliser encore pour l’irrigation.

**1.6. Situation géographique de la Ville de Kisangani
Cartographie**



Figure 1: Carte de la Ville de Kisangani.

Notre milieu d’étude est situé dans la ville de kisangani.

Elle est la troisième ville de la République Démocratique du Congo et le chef-lieu de la Province de la Tshopo ; avec une superficie de 2,2103 km² est située près de l’Equateur à 25°

11°24.90'' longitude Est et 0° 31'05.75 latitude Nord, elle a un climat équatorial humide avec d'abondantes pluies un peu désordonnées de long de l'année. (IMAGE: DIGITAL GLOBAL, DATA SIQ, NOAA, U.S. NAVY, NGA, GEBCO, 2016).

Notre étude a été menée à la rivière Lindi. Une rivière qui se trouve en République démocratique du Congo dans la province de la Tshopo à 20 Km de la ville de Kisangani route ISANGI. La Lindi prend sa source dans le centre du Nord-Kivu. Elle traverse le parc national de la Maiko et coule vers le nord, et sert de frontière entre les provinces du Nord-Kivu et Orientale avant d'arriver à BAFWASENDE où elle est traversée par la route nationale n°4. Elle coule ensuite principalement vers l'Est, avant de redescendre vers le Sud où elle conflue avec la Tshopo à quelques kilomètres d'où elle se jette dans le fleuve Congo près de Kisangani. Cette rivière a quelques Synonymes à savoir :

- Lindi, ville de Tanzanie ;
- Lindi, région de Tanzanie ;
- Lindi Rural, district de Tanzanie ;
- Lindi Urbain, district de Tanzanie ;
- Lindi, rivière du Congo-Kinshasa, affluent du fleuve Congo¹⁰

2.1.4. TECHNIQUE DE COLLECTE DES DONNEES

Le prélèvement de notre échantillon a été réalisé à la rivière LINDI par la prise d'eau à l'aide des récipients vides d'eaux importées contenant les accumulateurs glaciers, après la prise de cette dernière ; les 'échantillons prélevés ont été transportés au Laboratoire biotechnologique et chimique de la faculté des sciences de l'Université de Kisangani et à la BRALIMA/ Kisangani et à la REGIDESO pour les analyses. La prise de notre échantillon a été effectuée en fonction d'un appareil GPS (Global Positioning System « position globale du système en français », soit :

- N00°c 33.531	N00 °c 33.532
31 m	13 m
- E 025°c 05.446	E 025°c 0.444

Les résultats de nos analyses ont été traités en utilisant le logiciel Epi-info

¹⁰Publication de l'Équipe technique du RÉFEA sur le moteur de la recherche Google rasearch

Deuxième partie : PRESENTATION, ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

1 Analyse Physico-chimique

Tableau 1. Analyse d'Alcalinité

Alcalinité	Fréquence	Pourcentage	Pourcentage cumulé
597,8	1	100,0%	100,0%
Total	1	100,0%	100,0%

95% Conf Limits

597,8 2,5% 0,0%

597,8 mg/l d'alcalinité d'une eau correspond à l'absence des espèces basiques telles que HO⁻, CO₂, et les HCO₃⁻. ce qui nous permet de déterminer le volume d'acide nécessaire pour doser 100 ml d'eau en présence de phénolphthaléine. C'est la capacité de résisté aux substances basiques, le pH trouvé dans ce ces eaux est de 7,24 donc, l'alcalinité a tendance à être basique.

Tableau 2. Analyse de Chlore

Chlore	Fréquence	Pourcentage	Pourcentage cumulé
0	1	100,0%	100,0%
Total	1	100,0%	100,0%

95% Conf Limits

0 2,5% 0,0% L'analyse de ce tableau, montre que les teneurs en chlore dans la rivière Lindi est de zéro pourcent, car ce dernier n'est pas nocif, mais constitue un important indicateur d'arrivée de pollution. Donc, ces eaux ne peuvent pas être consommables car elles renfermeraient beaucoup de micro-organismes qui auraient entraîné les problèmes de santé.

Tableau 3. D'analyse de la Coloration

Couleur HAZEN	Fréquence	Pourcentage	Pourcentage cumulé
51	1	100,0%	100,0%
Total	1	100,0%	100,0%

95% Conf Limits

51 2,5% 0,0%

S’agissant de la couleur, le tableau ci-dessus nous présente le résultat de 51 unités de Jackson pour la couleur, hors l’OMS exige pour qu’une eau soit déclarée potable et consommable, elle doit avoir 15 unités de Jackson.

Tableau 4. Analyse selon la Conductivité des eaux

Conductivité	Fréquence	Pourcentage	Pourcentage cumulé
0,480	1	100,0%	100,0%
Total	1	100,0%	100,0%

95% Conf Limits

Ce tableau nous montre que les eaux de la rivière Lindi sont favorables aux êtres vivants du point de vue conductivité car on a trouvé 0,480 contre 4 unités de Jackson recommandées.

Tableau 5. Analyse de la Demande chimique en oxygène

Demande chimique en oxygène	Fréquence	Pourcentage	Pourcentage cumulé
0,38	1	100,0%	100,0%
Total	1	100,0%	100,0%

95% Conf Limits

Après les analyses, nous avons trouvé 0,38 mg/l de la demande chimique en oxygène dans les eaux de la rivière Lindi. Lorsque la concentration en oxygène dissous mesurée est inférieure à la valeur de saturation. Par exemple, la nuit les végétaux consomment de l’oxygène, et s’il y a trop de végétaux dans peu d’eau (sécheresse) la faune peut être menacée d’asphyxie. (Anoxie) surtout en fin de nuit. En dessous de 6 mg/l.

La faune aquatique est en danger. Sursaturation en oxygène dissout Quand une oxygénation supplémentaire est apportée par exemple le jour par les plantes vertes qui produisent de l’oxygène à la lumière du soleil. La teneur en oxygène des eaux d’une rivière peut donc varier en cours de journée de plusieurs mg/l suivant la température et la présence ou non de végétaux aquatiques (jusqu’aux environs de 20mg/l en cas d’eutrophisation).

La teneur en oxygène des eaux d’une rivière varie aussi selon la profondeur : très faible en eau profonde, pouvant approcher le taux de saturation près de la surface.

Tableau 6. Analyse par rapport au Fer (mg/l)

Fe	Fréquence	Pourcentage	Pourcentage cumulé
0,047	1	100,0%	100,0%
Total	1	100,0%	100,0%

95% Conf Limits

0,047 2,5% 0,0% Dans ce tableau, on a 0,047 mg/l trouvé après les analyses du Laboratoire, il convient d'élucider que la forte concentration de fer dans les eaux de surface amène les dalles de forages ou puits soient alors colorées en brun/rouille et les populations se désintéressent parfois de la ressource car l'utilisation d'une eau chargée en fer pour la lessive colore le linge et, consommée directement ou sous forme d'infusion (thé), peut avoir un goût prononcé.

Tableau 7. Analyse en rapport avec l'Ion Calcium (mg/l)

Ion Calcium	Fréquence	Pourcentage	Pourcentage cumulé
29,2581	1	100,0%	100,0%
Total	1	100,0%	100,0%

95% Conf Limits

29,258 1 2,5% 0,0% 29,258 mg/l trouvés après les analyses dans les eaux de la rivière Lindi. Cet élément joue le même rôle sur la santé avec le Magnésium comme repris en détail au tableau 8.

Tableau 8. Magnésium Mg (mg/l)

Magnésium Mg	Fréquence	Pourcentage	Pourcentage cumulé
12,8843	1	100,0%	100,0%
Total	1	100,0%	100,0%

95% Conf Limits

12,884 3 2,5% 0,0%

Nous avons trouvé 12,884 mg/l. Le magnésium (Mg) provient du sous-sol où il est abondant. Il contribue avec le calcium à la dureté de l'eau. Il est bénéfique pour la santé (anti-stress notamment).

Tableau 9. Analyse de Nitrite (NO₂) mg/l

NO ₂	Fréquence	Pourcentage	Pourcentage cumulé
0,44	1	100,0%	100,0%
Total	1	100,0%	100,0%

95% Conf Limits

0,44 2,5% 0,0% 0,44 mg/l de Nitrite ont été trouvés après les analyses du Laboratoire dans les eaux de la rivière Lindi. Chez les mammifères, la consommation d'eau chargée de nitrites perturbe la fixation de l'oxygène par l'hémoglobine du sang. (D'où la méthémoglobinémie ou la « maladie bleue du nourrisson »). Il ne doit donc pas avoir de nitrites dans l'eau du robinet et très peu de nitrates, car ils peuvent une fois être bu se transformer en nitrates dans l'estomac. Les nitrites, peuvent se transformer en nitrosamines réputées cancérigènes. Dans l'eau les nitrites sont toxiques pour les poissons surtout lorsque le pH de l'eau est inférieur à 7.

Des concentrations même < 1 mg NO₂/l entraînent des mortalités piscicoles. Elles posent problème au-dessus de 0,01mg/l. pour les truites. L'effet de toxicité des nitrites est plus rapide que par celle de l'ammoniac, (voir plus haut) car elle entraîne la dégradation de l'hémoglobine des globules rouges et l'asphyxie des poissons. Même en petite quantité les nitrites causent des stress chez les poissons, provoquant des problèmes respiratoires, affaiblissement, maladies, vulnérabilité... Les nitrites sont également toxiques pour les humains...On comprend pourquoi la concentration en nitrites ne devrait pas dépasser 1 mg NO₂/l dans les rejets de stations d'épuration. (0,5mg/l dans l'eau du robinet).

Tableau 10. Analyse de Nitrate (NO₃) mg/l

NO ₃	Fréquence	Pourcentage	Pourcentage cumulé
0,59	1	100,0%	100,0%
Total	1	100,0%	100,0%

95% Conf Limits

0,59 2,5% 0,0% Les analyses ont trouvé 0,59 mg/l de Nitrate NO₃ dans les eaux de la rivière Lindi. Bien que les nitrates soient énormément moins toxiques nocifs que les nitrites, il ne doit pas y en avoir plus de 50mg/l. dans l'eau du robinet. En effet une fois consommés, ils peuvent évoluer en nitrites dans l'estomac puis se transformer en nitrosamines toxiques et réputées cancérigènes. Chez les poissons adultes, la toxicité des nitrates semble très faible. Il n'en est pas de même sur les œufs ou les larves dont la mortalité serait multipliée par deux selon les espèces.

Tableau 11. Potentiel d'hydrogène (pH)

Potentiel D'HYDROGENE	Fréquence	Pourcentage	Pourcentage cumulé
7,24	1	100,0%	100,0%
Total	1	100,0%	100,0%

95% Conf Limits
 7,24 2,5% 0,0% Nous avons trouvé 7,24 de potentiel d'hydrogène dans les eaux faisant l'objet de notre recherche. Donc, le pH trouvé est normal. Selon le pH trouvé, ces eaux peuvent être toléré à la consommation.

Tableau 12. La Température des eaux analysées

Température	Fréquence	Pourcentage	Pourcentage cumulé
25	1	100,0%	100,0%
Total	1	100,0%	100,0%

95% Conf Limits
 25 2,5% 0,0% Nous avons également remarqué que la température des eaux de la rivière Lindi est dans les normes du point de vue température qui varie entre 20 et 25°C car ici, les analyses ont trouvé 25°C.

Tableau 13. Analyse selon le Titre Hydroxymétrique (TH) en mg/l

Titre Hoxymétrique	Fréquence	Pourcentage	Pourcentage cumulé
43,1151	1	100,0%	100,0%
Total	1	100,0%	100,0%

95% Conf Limits
 43,1151 2,5% 0,0% Après nos analyses au Laboratoire, nous nous sommes rendu compte d'un résultat de 43,1151 mg/l de TH contre la valeur admise qui varie entre 0 à 40. Une eau est dite douce ou dure selon sa charge en calcium et en magnésium. La somme des deux éléments constitue le Titre Hydrotimétrique qui s'exprime en France en degrés français (symbole °f ou °fH) sur une échelle de 0 à 40. (1°f = 4mg/l de calcium ou 2,4mg/l de magnésium).

- Une eau sera dite dure si son TH est > à 15 °f. Une eau trop dure a pour inconvénients d'entartre les canalisations et un usage plus important de détergents pour le lavage.
- Une eau sera dite douce si son TH est < à 15 °f. Une eau trop douce sera dite « agressive » parce que corrosive pour les conduites.

Tableau 14. Analyse de la Turbidité des eaux

Turbidité	Fréquence	Pourcentage	Pourcentage cumulé
55	1	100,0%	100,0%
Total	1	100,0%	100,0%

95% Conf Limits

55. 2,5% 0,0 % sur le point de vue turbidité, les analyses ont montré que les eaux de la rivière Lindi sont dites troubles car on a trouvé 55 contre 50 vu en rapport avec les directives.

ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE		
N°	PARAMETRE ANALYSE	
1	COULEUR	51
2	TURBIDITE	55
3	TEMPERATURE	25
4	CONDUCTIVITE	0,48
5	POTENTIEL D'HYDROGENE (pH)	7,24
6	NITRATE (NO3)	0,59
7	NITRITE (NO2)	0,44
8	FER (Fe)	0,47
9	CHLORE	0
10	DEMANDE EN OXYGENE (DCO)	0,38
11	ALCALINITE	597,8
12	TITRE HYDROXYMETRIQUE (TH)	43,1151
13	ION CALCIUM	29,2581
14	MAGNESIUM	12,8843

PHYSIQUE
CHIMIQUE

2. ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

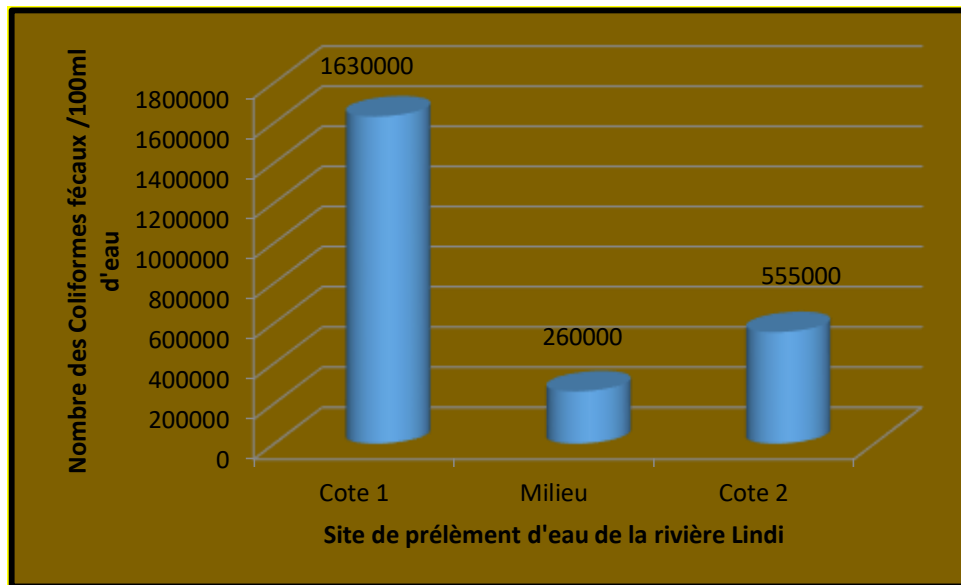


Figure 2 : Teneur en coliformes fécaux (CFU/100 ml)

La figure ci-dessus, révèle que l'eau de la rivière Lindi contient en moyenne 1630000 CFU/100 ml, 260000 CFU/100 ml et 555000 CFU/100 ml respectivement sur la cote 1, milieu et cote 2.

En se référant à la détermination de la qualité d'eau remise à jour en 1997 par le SEQ (Système d'Evaluation de la Qualité des cours d'eaux). Nous déclarons l'eau de la rivière Lindi de qualité microbiologique médiocre. Par conséquent, la survie de certains poissons peut y être compromise, on peut les utiliser encore pour l'irrigation.

CONCLUSION

Nous bouclons cette recherche en demandant à la population riveraine vivant au bord de la rivière Lindi et utilisant ces eaux pour la consommation sans traitée, de faire attention, car elles ne répondent pas aux normes recommandées par OMS pour la santé des humains et elles sont à la base de plusieurs maladies hydriques que cette population subissent sans le savoir. Avant de les utiliser, prière de traiter celles-ci même avec les comprimés contenant des chlores pouvant éliminer quelques micro-organismes et empêcher le développement des celles-ci.

BIBLIOGRAPHIE

1. Ministère de la santé Publique RDC (D4) Direction de lutte contre les Maladies : plan stratégique de Choléra 2008-2012 édition décembre 2007
2. ROMY HASSAN, Canada Mémoire de la Maîtrise à l'Université du QUEBEC à Montréal, Mai 2008 pages 11/123
3. MONJOUR L. Faculté de Médecine Pitié-Salpêtrière – Paris : Les Cahiers du MURS n°33 - 2ème trimestre 1997 Les pathologies d'origine hydrique et la potabilité de l'eau
4. MONJOUR L.« Maladies hydriques » Paris, Les Cahiers du MURS n°33 - 2ème trimestre 1997

5. ESSISO ASIA AMANI, méthode de la recherche en science sociale cours et inédit G2 SPA, FSSAP-UNIKIS 2017
6. ESSISO ASIA AMANI, méthode de recherche en science sociale cours inédit G2 SPA, FSSAP-UNIKIS 2010 p.24
7. MAURICE DUVERGER démarche d'une hypothèse dans une étude scientifique
8. A. TAGOTO, « Epidémiologie » cours inédit Kisangani, ULK, édition 2017-2018, 5^e chapitre « études épidémiologiques » pages 43^e /80 version PDF.
9. Agence de Santé Océan Indien : Programme d'amélioration de l'accès à l'eau potable par les bornes fontaines (BFM) « Les maladies hydriques à Mayotte » pages 19
10. Hawa SAMAKE, « Analyse physico-chimique et bactériologique au L.n.s. des eaux de consommation de la ville de BAMAKO » 2001-2002 (MALI) Thèse présentée et soutenue à l'Université de Bamako : Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto Stomatologie pages 11/77
11. WEMBO, Hygiène et assainissement G1, Cours inédit Kisangani, ULK 2018 pages 40
12. KAZADI, Z. « Biologie cellulaire » cours inédit Kisangani, UNIKIS Faculté des Sciences 2017-2018 pages 2/83
13. KAZADI, Z « Biologie cellulaire » cours inédit Kisangani, UNIKIS Faculté des Sciences 2017-2018 page 1 /83
14. YENGA Dimanche, « Ecologie Humaine et santé » cours inédit, Kisangani, ULK, 2017-2018 p 10/83
15. Hawa SAMAKE, « Analyse physico-chimique et bactériologique au L.n.s. des eaux de consommation de la ville de BAMAKO » 2001-2002 (MALI) Thèse présentée et soutenue à l'Université de Bamako : Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto Stomatologie pages 11/77
16. YENGA Dimanche, « Ecologie Humaine et Santé » cours inédit, Kisangani, ULK 2017-2018 Pages 47-50/83
17. Publication de l'Équipe technique du RÉFEA sur le moteur de la recherche Google rasearch
18. BUNDIMBANI YAMBU
19. CICERON DODET (2007)
20. MUNYAZPARA ANDY, 2013 « Analyse et Traitement des données »
21. Extraits de l'arrêté du 12 novembre 1998 portant modalités d'agrément des laboratoires pour certains types d'analyses des eaux ou des sédiments modifiés par l'arrêté du 26 janvier 1999,
22. Guide technique Relatif à l'évaluation de l'état des eaux de surface continentales
(Cours d'eau, canaux, plans d'eau) Mars 2016
23. Thomas Margueron, Maladie hydrique à MAYOTTE « cellule de veille, d'alerte et de gestion sanitaire de Mayotte 26 novembre 2016
24. CPEPESC (Commission de Protection des Eaux, du Patrimoine, de l'Environnement, et du Sous-Sol et chiroptères) France-Comité, 3 rue Beauregard 25000 Besançon tel. 03 81 88 66 71
fax. 03 81 80 52 40 contact@cpepesc.org
25. LAMBERT R., 1989 : Microbiologie des aliments, Université de Louvain, Louvain la neuve, pp35-39.
26. Merlin 2001 : Synthèse de la qualité des eaux douce Réunionnaises : Etat lors de la campagne d'hydrobiologie d'octobre-novembre 2000. 34 P