

UNIVERSITE DE KISANGANI

**Département des Sciences
Biotechnologiques**

FACULTE DES SCIENCES



**B.P: 2012
KISANGANI**

**ANALYSE BACTERIOLOGIQUE DE L'EAU DE BAINNADE A
Kisangani : Cas des chutes Wagenia et Plage Jennifer**

Par

Ghislain NGABU SHALO

TRAVAIL DE FIN DE CYCLE

Présenté en vue de l'obtention du titre de gradué en Sciences

Option : Biologie

Orientation : Sciences Biotechnologiques

Directeur : Pr. René OLEKO WOTO

Encadreur: CT. Leonard MAKELELE KAMBALE

ANNEE ACADEMIQUE: 2014-2015

DEDICACE

A l'Éternel tout puissant, pour la vigueur et la persévérance qu'il nous a donné durant notre parcours du premier cycle à l'Université de Kisangani malgré les difficultés rencontrées ;

A mes parents Emmanuel Batsi Tsera et feu maman Véronique Love safarihi que son âme repose en paix

A mes Frères et Sœurs : Erick Bahati, Odette Furaha, Claude Lobo, Justin Maki, Natalie Mave

Ghislain NGABU SHALO

REMERCIEMENTS

Qu'il plaise l'Éternel de recevoir l'expression de notre gratitude qui coule au fond de notre âme, face à tout ce qu'il a fait pour nous depuis le premier pas jusqu'au dernier pas de notre parcours.

De façon tout aussi affective et sincère, nous exprimons notre vive reconnaissance envers tous les professeurs, chefs de travaux et assistants de l'université de Kisangani en général et ceux de la Faculté des Sciences, qu'ils se réjouissent chacun en ce qui le concerne, de sa contribution à l'édification de notre personne.

Nous sommes ainsi redevable pour adresser nos sincères remerciements au Professeur René OLEKO WOTO, qui malgré ses multiples occupations, a accepté la direction de ce modeste travail, ses remarques et suggestions ont contribué énormément à son amélioration.

Nos remerciements se dirigent également vers le Chef de Travaux Léonard MAKELELE KAMBALE encadreur de ce travail pour son optimisme et enthousiasme inébranlables face à nos résultats de recherche parfois déroutants ainsi que pour toutes les conversations que nous avons eues.

Toutes nos gratitudes à ceux-là qui vont s'acquitter de la lourde tâche et qui vont accepter volontiers d'évaluer ce manuscrit en étant membres du jury.

A vous mon cher Papa Emmanuel Batsi et feu Maman Véronique Love, pour votre tendre amour inoubliable à ma mémoire.

Nous pensons à notre famille biologique en général et aux oncles paternels et maternels Ngulo Shâko, à nos frères et sœurs Erick Bahati, Odette Furaha, Claude Lobo, Justin Maki, Natalie Mave, Sharite, Volonte Batsi, Shukuru, Richard Lokana, petit Bahati Shukuru, Bunu, maman Adele, Papa Mande, maman Ngabusi kabibi pour qui nous adressons l'expression de notre sentiment de gratitude.

Nos remerciements s'adressent aussi aux ami(e)s, camarades et compagnons de lutte : Rehema Milay, Martin Besakwe, Eustache Ngununu, Omari Ramazani, Kitambo Wako, Joliciel Masawu, Nicole Asoba, Heritier Lotitikimoto, Katusi Bofefo, Opendu Bauduin, Selemani Abedi, Kahenga Albert, Batchangondua Beyanga, Ebonda Madeleine, Kabu Marie-Jeanne, Matabishi Gracia, Kasaviera Joseph, Abubakar Amani Héritier, Abaka Héritier, Bipoo Akawa

Moise, Nzazu Vivuya et Vivuya Sarah. A nos connaissances Justin NDJABU, Serge LONEMA, Kelvin LOKANA, Jérémie ARIMARI, Jean-Marie LONDJIRINGA, Joseph LOGO

Que tous nos compagnons de lutte, particulièrement ceux de premier cycle en Chimie, Géologie, Hydrobiologie trouvent ici l'expression de notre reconnaissance pour ce moment crucial que nous avons partagé ensemble.

A vous qui n'êtes pas mentionnés sur cette page, vous ne valez pas moins que les personnes citées ci-haut, car nous sommes reconnaissants pour vos aides précieuses.

RESUME

Kisangani à l'instar de nombreuses villes des pays en développement, ne cesse de s'étendre. Sa population est de plus en plus croissante. Une étude sur la qualité bactériologique de l'eau de baignade de Kisangani a été effectuée.

Ainsi, l'objectif principal assigné à cette étude était de faire l'analyse bactériologique de l'eau de baignade en vue d'évaluer le degré de pollution et la qualité des sites étudiés.

Pour atteindre ces objectifs 10 échantillons de chute Wagenia, 10 échantillons de la Plage ont été prélevés à l'aide des bocaux stériles.

Ces échantillons ont servi pour les analyses bactériologiques (dénombrement des coliformes et streptocoques fécaux) par la méthode d'enrobage.

Les résultats de ces analyses ont relevé que les eaux de baignade de quelques sites de Kisangani sont hors normes et pollués. La qualité de l'eau de baignade est de très mauvaise qualité.

La pollution de ces eaux a des effets sur la santé de la population (maladie d'origine hydrique).

Mots clés : Eaux de baignade, bactériologie, Kisangani.

ABSTRACT

Kisangani manner of many towns in developing countries is constantly growing. Its population is more and more crescent. A study on bacteriologic quality of Kisangani's swimming water has done.

Thus, the main subject assigned in this study was to do the bacteriologic analysis of swimming water in order to evaluate the pollution level and the quality of studied sites.

For reaching these subjects, 10 samples of Wagenia fall and 10 samples of beach have been taken by means of jars with sterile mayonnaises.

Those samples were useful for bacteriologic analysis (count of coliforms and streptococcus fecal).

The results of those analyses proved that some sites of Kisangani swimming water are out of norms and polluted.

The pollution of those waters has the facts on people's health (origin drinking diseases).

Key words: Swimming waters, bacteriology, Kisangani.

INTRODUCTION

0.1. PROBLEMATIQUE

La population de la République Démocratique du Congo vit à proximité du fleuve, rivière ou lac et la baignade demeure l'une des activités récréatives les plus souhaitées par les riverains et la population en général.

La notion de baignade désigne toutes les formes de natation, ou d'ablutions, pratiquée dans le milieu naturel, ou dans un bain ou un bassin. Elle peut être pratiquée en tant que telle ou de manière associée à d'autres activités. C'est un paramètre d'évaluation environnementale important pour les loisirs aquatiques, le tourisme, ainsi que pour les écosystèmes des zones humides, la faune et la flore. (<http://www.pseau.org>)

La qualité bactériologique des eaux des rivières et du fleuve n'est pas améliorée. Depuis plusieurs années, les plages ou les sites de baignade connaissent une dégradation de la qualité bactériologique de leurs eaux. Une qualité dégradée de l'eau peut conduire à des infections de santé, le plus souvent bénignes, par contact cutané ou compte tenu de la possibilité d'ingérer ou d'inhaler de l'eau. (HEBERT, 2008)

La qualité chimique de l'eau de baignade est généralement stable. Sauf cas exceptionnel (pollution par déversement de produit chimique qui provient de l'industrie, par exemple), elle ne présente donc pas de danger pour la santé lors de la pratique de la baignade. En effet, les sites de baignade sont profondément contaminés avec des dépassements fréquents du nombre guide en coliformes et streptocoques fécaux. (HEBERT, 2008)

Lorsque les usages d'un cours d'eau sont utilisés pour l'alimentation en eau potable, la baignade ou les autres activités récréatives, un diagnostic de la qualité de l'eau est nécessaire. Autant pour l'eau de baignade que pour les usages récréatifs, la première contamination à surveiller est la contamination microbienne. Sur la base de critères de qualité pour la protection des activités récréatives et à l'aide de programmes de suivi, il faut établir le portrait de situation de la qualité, à la fois pour les rivières et pour le fleuve.

La baignade et les autres usages récréatifs requièrent une eau de qualité afin d'éviter des problèmes de santé à la population. Or, les eaux de surface reçoivent, à des degrés divers, des eaux usées municipales et des eaux de ruissellement agricole. Celles-ci contiennent généralement des microbes constituant un risque pour la santé humaine. (www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/recreative/glossaire.htm)

Afin d'informer la population sur le niveau de contamination de l'eau, les coliformes fécaux sont des bactéries qui vivent naturellement dans l'intestin des animaux à sang chaud, soit les oiseaux et les mammifères. Leur présence dans un cours d'eau indique donc nécessairement une contamination par les matières fécales et les microbes qui y sont ensemble. (www.vertigo.revues.org)

La qualité de l'eau de baignade est un sujet bien important pour les nombreuses populations de Kisangani. En effet, vu l'importance de l'eau de baignade pendant la période chaude, la population de Kisangani profite de l'eau de baignade pour la beauté et la santé de ceux qui décident de prendre un bain à la plage. En outre, les populations de Kisangani prennent bain au niveau du fleuve ou de la rivière pour se détendre et de laver les vêtements.

Cependant, malgré elle, la population de Kisangani est exposée à une eau impropre, que ce soit par l'eau de boisson ou lors de la baignade. Il existe une multitude de risques, auxquels font face les enfants et les immunodéprimés, qui sont plus vulnérables. Des plaies ou lésions de la peau (gale, lèpre, impétigo ...) exposent aussi à un risque plus élevé d'infection pour la baignade.

La directive concernant la gestion de la qualité des eaux de baignade vise ainsi à réduire davantage les risques sanitaires liés à la baignade. Les paramètres « indicateurs fécaux » conservés dans la proposition de directive révisée sont les coliformes fécaux et streptocoques fécaux, fournissant la meilleure correspondance entre la pollution fécale et les effets sur la santé dans les eaux de baignade. Le choix des valeurs et des paramètres microbiologiques a été basé sur les preuves scientifiques disponibles fournies par des études épidémiologiques. (HEBERT, 2007)

L'analyse de l'eau fait partie des étapes d'entretien incontournables de la piscine. Le taux de désinfectant, la dureté de l'eau, les variations du pH. L'équilibre de l'eau se joue entre trois paramètres : l'acidité, la dureté et l'alcalinité de l'eau. Pour la santé des baigneurs et pour la durabilité des équipements de piscine, l'eau du bassin ne doit pas être trop calcaire ou agressive, ni trop douce. C'est en cela que l'analyse de l'eau est importante. (<http://www.guide-piscine.fr/analyse-traitement-eau/outils...>)

Le fait que de nombreux pays n'aient pas fait de la qualité de l'eau une de leurs priorités a eu pour résultat une diminution des ressources allouées à ce secteur, la faiblesse des institutions et un manque de coordination pour traiter les problèmes de qualité de l'eau. (MERGAT, 1994)

La qualité de l'eau se détériore lorsque les infrastructures de traitement des eaux municipales et industrielles et/ou d'assainissement sont surchargées, qu'il n'existe pas d'infrastructures appropriées ou que celles qui existent archaïques et que les déchets et les eaux usées sont déversés directement dans l'environnement d'où ils passent dans les eaux de surface ou souterraines (MERGAT, 1994)

Différentes causes sont à l'origine de l'altération de la qualité de l'eau : charge organique (par exemple eaux usées), organismes pathogènes, notamment présence de virus dans l'influx de déchets provenant des êtres humains et des animaux domestiques, ruissellement dans le domaine de l'agriculture et déchet humains chargés de nutriment (par exemple nitrate et phosphates)qui provoque eutrophisation et désoxygénation des voies fluviales, salinisation due a l'irrigation aux dérivations de l'eau, métaux lourds, pollution par les hydrocarbures, les produits chimiques de synthèse et de polluants persistants(par exemple matière plastiques et pesticides), résidus de produits pharmaceutiques, hormones mimétiques et leurs sous-produits, pollution radioactive et même pollution thermique provenant de la libération des eaux de refroidissement d'installations industrielles et de réservoirs (JOHNSTON, 2003)

Les changements climatiques et en particulier la hausse des températures et les changements des schémas hydrologiques tels que sécheresses et inondations auront une incidence sur la qualité de l'eau et exacerberont sa pollution provenant de sédiments, de nutriment, de carbone organique dissous, d'agent pathogène, de pesticides et de sel, de même que de la pollution thermique. (TOTINGO, 2007)

0.2 HYPOTHESES

De tout ce qui précède, nous avons formulé les hypothèses suivantes :

- Les eaux de baignades de quelques sites de la ville de Kisangani sont polluées ;
- Elles contiennent plus des bactéries indicatrices de pollution fécale dans les sites plage que la chute Wagenia pendant l'après midi.

0.3 OBJECTIFS

❖ *objectif général*

La présente étude a pour objectif général de contribuer à l'analyse de la qualité hygiénique de quelque site de baignade.

❖ *objectifs spécifiques*

Pour réaliser notre objectif, nous avons émis les objectifs spécifiques suivants :

- Dénombrer les bactéries pathogènes liées à la pollution fécale (*coliformes fécaux* et *streptocoques fécaux*) ;
- comparer les analyses de dénombrement avec la norme qualité en vue d'apprécier la qualité hygiénique des sites analysés.

0.4 INTERET

Cette étude a un intérêt sanitaire dans la mesure où les résultats pourraient aider les responsables de service de santé communautaire de prendre les mesures dans le domaine de santé publique.

CHAPITRE PREMIER : GENERALITES

L'eau est un facteur écologique important qui intervient dans les fonctionnements de la biosphère (KAKULE, 1984). Le seul fait relativement simple en ce qui concerne l'eau, est qu'à l'état pur, ce corps est un composé chimique constitué de deux atomes d'hydrogène liés à un atome d'oxygène. Dans le code des scientifiques cela s'exprime par H₂O (KAMANGA, 1983). Elle est un composé chimique extrêmement stable, solvant remarquable. L'eau joue un rôle exceptionnel dans la marche du monde (KAKULE, 1984).

L'eau se rencontre dans l'écosphère sous ses trois états : gazeux, solide, et liquide. Seul, le dernier d'entre eux constitue une ressource indispensable aux activités humaines. L'eau est présent dans chacun des compartiments de l'écosphère : l'atmosphère, la lithosphère et hydrosphère, terme qui désigne l'ensemble des océans et des eaux continentales (RAMADE, 1983)

Les eaux continentales se différencient en : eaux courantes, qui sillonnent la surface du globe. Au point de vue de leur importance relative en longueur, on distingue : les ruisselets, les petites rivières, les grosses rivières et les fleuves.

Aux cours d'eau naturels sont venus s'adjoindre les canaux, les rivières artificielles lentes comprenant des biefs et des écluses ; eaux stagnantes qui portent des noms différents selon leur importance et spécialement selon leur profondeur.

C'est ainsi que l'on distingue : les lacs, les étangs, les mares et les marécages ; et les eaux à caractères spécial. On distingue donc les eaux souterraines, les eaux périodiques, les eaux thermales, la neige, les eaux saumâtre ainsi que les eaux salées. (KAMANGA 1983).

Presque toute l'eau de l'hydrosphère est contenue dans les océans, les océans et les mers occupent 70% de la surface terrestre. Près de 50% de cette énorme superficie est constituée par le seul océan pacifique. (BILL, 1981).

Sans entrer dans le détail, rappelons que les eaux douces sont des eaux qui ne sont pas salées et qui sont riches en sels dissous, généralement les bicarbonates de calcium et magnésium constituent le gros sel dissous. (CEBEDEAU, 1954)

L'eau est un milieu de vie des microorganismes indispensables à la persistance des activités biologiques. Ceux-ci participent au recyclage des éléments aux dégradations et aux synthèses sans lesquels la vie s'arrêterait. Ce pendant, elle héberge beaucoup de germes pathogènes

comme *Vibrio cholera* ou *Vibrio coma*, *Shigella dysenteria* ou *Sh. Paradysenteria*, etc.....
(DEGREMONT, 1978)

1.1. LES BACTERIES DE L'EAU

Des bactéries que l'on peut rencontrer principalement dans l'eau sont les suivantes :

- Des bactéries aquatiques (*Spirillum*, *Vibrio*, *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Chromobacterium*, quelques espèces de *Micrococcus* et *Sarcina*), qui ont un optimum de température voisine de 25°C et qui se développent sur les milieux simples ;
- Bactéries du sol (*Bacillus*, *streptomyces* et quelques saprophytes dans l'eau par lessivage et qui ont un optimum de température égale ou inférieure à 25°C ;
- Des bactéries d'origines fécales (*Eschirichia-coli*, *Streptococcus faecalis*, *Clostridium perfringens* et des pathogènes tels que *Salmonella* et *Vibrio*, ...) provenant d'une pollution de l'eau et ayant un optimum de température voisine de 37°C (RODIER, 1978)

1.2. LA POLLUTION DE L'EAU

De nos jours, les problèmes de pollution constituent un danger de plus en plus important pour l'homme. Nous avons consigné dans le tableau 1 les maladies transmises par l'eau et leurs germes responsables (MUSIBONO, 1992 ; GENTILLINI, 1993)

Tableau 1 : Maladies transmises par l'eau souillée et les germes incriminés

Maladies	Germes incriminés
a) Origine bactérienne	
Fièvre typhoïde	<i>Salmonella typhi</i>
Gastro-enterites	<i>Souches pathogènes d'E-coli</i>
Leptospirose	<i>Leptosira sp.</i>
Choléra	<i>Vibrio cholerae</i>
Dysenterie bactérienne liée à Shigella	<i>Shigella dysenteriae</i>
b) Origine virale	
Paralysie infantile	<i>Polyomyelitus virus</i>
Hépatite virale	<i>Virus hepatitis A</i>
c) Contamination par des Protozoaires	
Dysenterie amibienne	<i>Entamoeba histolytica</i>
Giardia	<i>Giarda leablia</i>

Parmi ces problèmes, la contamination de l'eau se pose avec acuité.

En effet, l'eau est affectée de façon croissante par des matières minérales et organiques et même des microorganismes dont certains sont pathogènes donc dangereux pour la santé.

La pollution est une dégradation de la qualité de l'eau. L'analyse chimique d'une eau révèle la présence de certains éléments en solution ou en suspension. Ce sont la qualité et la quantité de ces éléments d'une part définissent une eau, et d'autre part précisent et limitent son emploi aux divers usages.

La pollution de l'eau peut avoir plusieurs sources notamment :

❖ *Eaux domestiques*

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se repartissent en eaux ménagères, qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines, et sont généralement chargées de détergent, de graisses, de solvants, de débris organiques, etc. et en eaux «vannes », il s'agit des rejets des toilettes, chargés des diverses matières organiques azotées et de germes fécaux.

❖ *Les eaux industrielles*

Elles sont très différentes des eaux domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures. Certaines d'entre elles doivent faire l'objet d'un prétraitement de la part des industriels avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte. (ESREY *et al.*, 1985 ; FAME, 2005).

❖ *Les eaux pluviales*

Elles peuvent, elles aussi, constituer la cause de la pollution importante de cours d'eau, notamment les périodes orageuses. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles), puis en ruisselant, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidage, carburant, résidus de pneus et métaux lourds....). En outre, lorsque le système d'assainissement est dit « unitaire », les eaux pluviales sont mêlées aux eaux usées domestiques. En cas de fortes précipitations, les contraintes de préservation des installations d'épuration peuvent imposer un déversement (délestage) de ce mélange très pollué dans le milieu naturel. En fin, dans

les zones urbaines, les surfaces construites rendent les sols imperméables et ajoutent les risques d'inondation à celui de la pollution (ESREY et *al.*, 1985 ; FAME, 2005)

En effet, la pollution de l'eau peut être d'ordre croissante par des matières minérales et organiques et même des microorganismes dont certains sont pathogènes et donc dangereux pour la santé. La pollution fécale nous intéresse plus dans ce travail, elle a une conséquence directe sur la vie et la santé des hommes et des animaux.

Presque toutes les maladies à transmission hydrique résultent de la pollution fécale des eaux de boisson et baignade. Selon Yves (1987), 30 % des maladies qu'affecte la pollution mondiale sont directement associées à l'eau. L'organisation des nations unies(O.N.U) estime par ailleurs que les eaux polluées sont responsables de 50 % de cas de mortalités infantiles. L'organisation mondiale de la santé (O.M.S, 1985) estime pour sa part que 80 % des maladies des enfants sont dues à l'impureté de l'eau.

1.3. CONTAMINATIONS MICROBIOLOGIQUES LIEES A LA QUALITE DES EAUX

La pollution microbiologique des eaux de baignade est essentiellement d'origine fécale. Les eaux usées provenant des habitations, les déjections des animaux et les effluents d'élevages rejetés dans le milieu et qui pollueraient des sites de baignades, peuvent être la cause d'une mauvaise qualité de l'eau.

La pluie peut également provoquer des débordements des ouvrages de collecte et de traitement des eaux usées ou des ruissellements importants sur des surfaces souillées.

Les troubles de santé liés à la qualité microbiologique de l'eau sont généralement bénins (ex : gastro-entérites, affections de la sphère ORL (oto-rhino-laryngologie)).

Certaines personnes malades émettent des germes dits pathogènes que l'on pourra également retrouver dans les eaux usées rejetées. Les baigneurs eux-mêmes, par ailleurs, apportent des germes dans l'eau. Le contact avec des germes pathogènes en quantité peut entraîner des maladies de la sphère oto-rhino-laryngée ou de l'appareil digestif. Dans l'eau, les germes pathogènes sont assez difficiles à détecter ; on recherche donc les germes banals, dits germes témoins de contamination fécale (www.ars.languedocroussillon.sante.fr).

1.4. LES PRINCIPAUX RISQUES LIES A LA BAIGNADE

Une eau de baignade, dans laquelle les normes sont respectées, ne présente pas de risque pour la santé du baigneur. A contrario, il est difficile d'identifier précisément le risque encouru par une personne qui se baigne dans une eau dite de mauvaise qualité. Ce risque dépend de l'état de santé du baigneur lui-même. Certaines personnes pourront se baigner dans une eau polluée sans contracter la moindre maladie.

Toutefois, pour une population prise dans son ensemble, la baignade en eau polluée correspond à une augmentation du risque d'apparition de troubles de santé.

1.5. RISQUES LIES A LA MAUVAISE GESTION DE L'EAU

L'eau contaminée est susceptible de transmettre plusieurs maladies. En effet, la pollution fécale peut introduire dans l'eau de baignade des risques :

- ❖ A court terme lorsque les sources de pollution sont urbaines, il s'agit du déversement incontrôlé de teinture, des eaux domestiques.
 - i. des mesures de gestion adéquates soient prises, y compris le contrôle, l'alerte précoce et la surveillance, afin d'éviter une exposition des baigneurs à la pollution, notamment au moyen d'un avertissement ou, si nécessaire, d'une interdiction de se baigner ;
 - ii. des mesures de gestion adéquates soient prises pour prévenir, réduire ou éliminer les sources de pollution,
- ❖ A moyen terme lorsque les sources de pollution sont industrielles. Il peut s'agir des industries polluantes par leurs déchets.

Les différents risques de l'eau sont souvent le risque d'ingestion ou risque directe ; le risque de contact et le risque indirect. Le péril fécal pollue l'eau par les excréments dans les ressources aquatiques, directement lorsque celles-ci sont de surface (rivière, lac...). Le ruissellement des eaux de pluies, lessivant les sols, la collecte ou stockage de l'eau de baignade peuvent aussi être des occasions de souillure fécale de l'eau. (KIKI, 1993)

Les pathologies liées à l'eau peuvent être d'origine bactérienne, virale, parasitaire, liées au manque d'eau et liées à la présence de substance chimique dans l'eau. Les principaux risques sanitaires sont de deux types : le risque microbiologique et le risque chimique. On remarque ainsi que le risque microbiologique intervient au premier plan des risques sanitaires liés à l'eau de baignade.

L'eau contient trois catégories de micro-organismes d'inégale importance :

➤ **Les agents importants dans la santé humaine :**

Tous les micro-organismes pathogènes pour l'homme portés par les eaux ne sont pas d'égale importance en santé publique. Certains d'entre eux, incluant la plupart des germes pathogènes présentent un risque sérieux de maladie toutes les fois qu'ils sont présents en eau, et il est important d'accorder une priorité élevée à leur élimination.

Ils concernent par exemple les bactéries : *Escherichia-coli*, *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio cholerae*, *Yersinia enterocolitica*, et *Campylobacter jejuni*.

❖ **Les pathogènes opportunistes :**

Certains micro-organismes naturellement présents dans l'environnement peuvent causer des maladies opportunistes sans pourtant être naturellement considérés comme pathogènes. Ces organismes provoquent des maladies chez les personnes dont les moyens de défense sont altérés (personnes âgées, jeunes enfants, malades dans les hôpitaux, patient des traitements d'immunosuppresseurs, personnes atteintes du SIDA). Nous pouvons citer en guise d'exemples : *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Acinetobacter*, *Klebsiella*, *Legionella* et *Serratia* comme pathogènes opportunistes (MALEK *et al.*, 1996)

❖ **Les micro-organismes nuisibles :**

Ce dernier type de micro-organisme ne cause pas de problème en santé publique, mais confère des problèmes de turbidité, de goût et d'odeur à l'eau. En plus de donner des caractéristiques désagréables à l'eau, ces micro-organismes indiquent que le traitement de l'eau, l'entretien et la réparation du système de distribution sont défectueux.

1.6. LES MALADIES DE L'EAU

Les maladies d'origine hydrique peuvent être réparties en quatre catégories selon leurs origines (MALEK *et al.*, 1996)

- Le déficit corporel en eau ou des effets de la chaleur sur l'organisme humain : en climat tempéré, l'absorption quotidienne d'eau par l'homme est en moyenne de 2,5 litres, dans les régions tropicales, une telle consommation entraîne une déshydratation. Pour lutter contre la chaleur, l'homme a de très grandes facultés d'évaporation ; mais une évaporation trop importante a des conséquences physiologiques variées telles que des coups de chaleur qui

sont rares chez les hommes en bonne santé et acclimatés mais fréquents et graves chez l'enfant malade et mal nourri, celui-ci peut subir une déshydratation aiguë pouvant entraîner la mort. On peut aussi citer des pertes en eau et sels que provoquent de crampes de chaleur. Une perte d'eau de 10 % dans l'organisme provoque des troubles graves, de 20 à 22 % elle entraîne la mort ;

- Les maladies causées par un manque d'eau salubre nécessaire à l'hygiène : à la nécessité de boire pour éviter la déshydratation répond la nécessité de se laver avec une eau salubre pour prévenir les processus de contagion comme des affections cutanées ou maladies de la peau (gale, lèpre, impétigo ...) ;
- Les maladies transmises par des vecteurs liés à l'eau (c'est-à-dire par des insectes qui se reproduisent dans l'eau ou piquent près de l'eau). Le paludisme est la première cause de la mortalité dans le monde. Cette maladie transmise par les moustiques qui se développent grâce aux eaux stagnantes, concerne plus de 2 milliards d'hommes vivant en quasi-totalité dans les pays pauvres ;
- Les maladies d'origine hydrique ou contractées en buvant de l'eau contaminée : *le choléra* : quelques rares cas se manifestent chaque année en Europe et aux Etats-Unis qui ne provoquent jamais d'épidémie. Mais, en Afrique, en Amérique Latine et en Asie, les victimes se comptent chaque année par milliers. L'Amérique Latine (Pérou d'abord puis rapidement les pays limitrophes) a été frappée en 1991 par une épidémie de choléra : au moins 2000 morts et 70.000 personnes touchées, selon les chiffres officiels du début de l'épidémie (MALEK *et al.*, 1996).

1.7. EVALUATION DES RISQUES

Pour évaluer ces risques, un certain nombre d'indicateurs de contamination fécale ont été retenus :

❖ *Les coliformes fécaux*

Les coliformes constituent les groupes des bactéries appartenant à la famille d'*Enterobactériaceae* et comprenant tous les *bacilles* en bâtonnet gram négatif, non sporulés.

Les coliformes sont communément trouvés dans l'intestin de l'homme et des animaux mais certaines bactéries de ce groupe n'ont pas une origine exclusivement fécale. Ils se trouvent également dans le sol non contaminé et de là dans l'air et autres substances : végétaux, lait, œuf, animaux.....

Les coliformes dits « coliformes fécaux » sont considérés comme des germes d'origine exclusivement fécale, comprennent les espèces de genres : *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia* et *Klebsiella*, fermentent le lactose à 44°C en moins de 24 heures avec la formation d'acide et de gaz tandis que ces coliformes non fécaux (*Clostridium sulfito-reducteur*) ne se font pas. (RODIER, 1978).

❖ *les streptocoques fécaux*

Les streptocoques fécaux sont des bactéries gram positifs aérobie facultatif appartenant à la famille de *Streptococaceae*, immobile et non sporulé sans capsule et sans pigment. Ils ne supportent pas l'acidité, coagulent le lait et produit des colonies rondes et blanches sur les géloses. Ils sont saprophytes sur la muqueuse de la cavité buccale, larynx et sur la peau.

Tout comme *Escherichia-coli*, les *Streptocoques fécaux* sont des témoins de la pollution fécale des eaux des consommations ou des baignades et cela quelque soit l'espèce mise en évidence. Un des caractères communs à toutes ces espèces de ce groupe est la très forte résistance vis-à-vis de l'inhibition bactérienne telle que l'hydroxyde de sodium, de potassium ou l'éthyl violet colorant bactéricide. (RODIER, 1978)

1.8. CONSEQUENCE DE LA POLLUTION DES EAUX

La pollution de l'eau sous toutes les formes engendre les perturbations importantes qui affectent les compositions chimiques et bactériologiques ainsi que l'état physique de celle-ci, la pollution d'origine microbienne semble être la plus inquiétante pour l'homme car elle présente de conséquence directe sur la vie des baigneurs. Pourtant, la pollution du type chimique provenant généralement des produits toxiques, des produits cancérigènes et radioéléments présentant des conséquences grave sur la santé des usagers et très souvent difficiles, voir même impossible à remédier (LITUMANYA, 2000).

1.9. LUTTE CONTRE LA POLLUTION DES EAUX

Pour lutter contre la pollution des eaux, trois objectifs sont poursuivis à savoir :

- La prévention : assurée en priori par une réglementation basée sur des recherches et expérimentation
- La détection ou contrôle par le réseau de surveillance de la qualité de l'eau
- La parade des moyens techniques appropriés et la décontamination très difficile dans l'état des techniques actuelles.

1.10. NECESSITE DES ANALYSES D'EAU

L'analyse d'une eau révèle la présence de gaz, de matières minérales et matières organiques en solution ou en suspension. Ce sont la qualité et la quantité de ces divers constituant qui caractérisent une eau, précisent et limitent son emploi aux divers besoins (alimentation de l'homme et des animaux domestiques, besoins ménagers, besoins industriels, irrigation, etc.). L'eau, celle des océans comme celle des rivières, est traditionnellement considérée comme un milieu d'évacuation d'une partie des déchets humains.

Aujourd'hui, ce ne sont plus seulement des déchets organiques qui parviennent à la rivière ou à la cote, mais outre ces déchets, des masses de plus en plus considérables et de plus en plus concentrées de produits chimiques aux multiples effets nocifs : destructeurs directs de certaines formes de vie, opérant des massacres de poissons, mais aussi un anéantissement des algues et des bactéries des eaux.

Les principaux cortèges de pollution des eaux douces sont les pollutions organiques et bactériennes, les pollutions par les hydrocarbures, les déchets industriels, les produits de traitement de l'agriculture, les produits chimiques ménagers. A cela s'ajoutent, plus pour la mer que pour les rivières, la pollution par les déchets radioactifs. (RODIER, 1978 ; GEORGE, 1981).

1.11. CONTROLE BACTERIOLOGIQUE DE L'EAU DE BAIGNADE

Une eau de baignade de qualité nécessite d'être analysée régulièrement d'un point de vue bactériologique. La contamination des eaux par le biais de matières fécales indiquent entre autre le développement d'agents pathogènes qui sont, quant à eux, à l'origine de la présence et de la propagation de maladies infectieuses dans l'eau de baignade.

Dans le cadre des analyses bactériologiques de l'eau de baignade, on recherche à évaluer la présence de germes indicateurs, dont la densité est plus élevée au sein des matières fécales humaines et animales. La présence de ces germes dans l'eau de baignade permet de voir s'il y a ou non une contamination par le biais de matières fécales. Les *Coliformes fécaux* et les *Streptocoques fécaux* sont à compter au nombre de ces germes indicateurs.

Lorsque de telles bactéries sont détectées dans l'eau de baignade, il est bon de prendre des mesures rapidement. Ceci est également valable lorsque ces bactéries ne sont pas jugées pathogènes. Ces bactéries agissent finalement comme des indicateurs de la présence potentielle de germes pathogènes dans l'eau de baignade.

L'analyse de l'eau de baignade est réglementée en détail par la norme. Le nombre des germes aérobies mésophiles est par exemple une preuve de l'efficacité de la désinfection. En revanche, le test concernant les coliformes fécaux et streptocoques fécaux fournissent un certain nombre d'indices quant aux contaminations fécales dues aux baigneurs. La détermination de la teneur en *Pseudomonas aeruginosa* sert quant à elle à contrôler les installations de traitement des eaux de baignade. (MONJOUR, 2006)

1.12. EAUX DE BAIGNADE DE SURFACE

Les contaminations présentes dans l'eau des lacs et des rivières sont dues aux évacuations directes d'eaux usées ou bien aux eaux usées qui sortent des stations d'épuration et qui ne sont pas suffisamment traitées. L'analyse des coliformes fécaux et des streptocoques fécaux permet de déterminer si tel ou tel emplacement peut être admis en tant que lieu de baignade. Selon les atteintes dont ils font l'objet, les points de baignade aux lacs et aux rivières sont classés en fonction de leurs qualités. (GARBA, 1995)

CHAPITRE DEUXIEME : MATERIEL ET METHODES

2.1. MILIEU D'ETUDE

Kisangani, chef-lieu de la province de la Tshopo. Sa superficie est de 1910 km², son relief est caractérisé par un plateau unique des faibles pentes et des terrasses. La ville de Kisangani est située dans la partie Nord-est de la cuvette congolaise à 0°31' et 25°11' à l'altitude moyenne de 396 m (YASENGE Y, 2012)

Selon la division provinciale de l'administration du territoire, le dernier recensement de 2009 dénombrait près de 715 383 habitants dans la ville de Kisangani, dont 384 642 adultes (181 664 hommes et 202 978 femmes) et 330 747 enfants (160 661 garçons et 169 970 filles). Lubunga est la commune la plus peuplée mais la moins dense, tandis que Mangobo est la plus dense (KAZADI, 2012).

Nous avons effectué notre étude sur le fleuve au niveau de la chute Wagenia qui se trouve sur la rive gauche et à la rivière Tshopo au niveau de la plage Jennifer.

2.2. SITUATION CLIMATIQUE

Située près de l'Equateur, la ville de Kisangani bénéficie d'un climat équatorial du type continental appartenant à la classe Afrique de la classification de Koppen.

Dans ce système de classification « A » désigne un climat chaud avec les 12 moyennes mensuelles supérieure à 18°C « f » le climat humide la pluviosité et répartie sur toute l'année c'est-à ce saison sèche absolu et dont la hauteur mensuel de pluies du mois le plus sec est supérieurs à 60mm « i » indique une très faible attitude thermique (JUAKALY, 2007).

Selon Soki (1994), la T° varie entre 25, 3°C en Mars et 23,5°C en Aout, avec une moyenne annuelle de 24,4°C de moyenne mensuelle de température abondantes de toute l'année avec une hauteur moyenne annuelle de 1782,7mm. En période qui correspondent aux saisons subsèche de notre région, les maxima sont constatés en Mai (178,7mm) et en octobre (237,4mm) mois qui correspondent aux périodes des grandes pluies à Kisangani.

Dans la région de Kisangani, les précipitations sont abondantes, mais irrégulièrement répartis sur l'année la moyenne annuelle pluviométrie calculée pour une période de 50 ans (de 1956 à 2005) affiche 1,724mm, pour une température annuelle des moyennes de 25,3°C. La hauteur mensuelle de précipitation est supérieure à 60mm (KAHINDO, 2011).

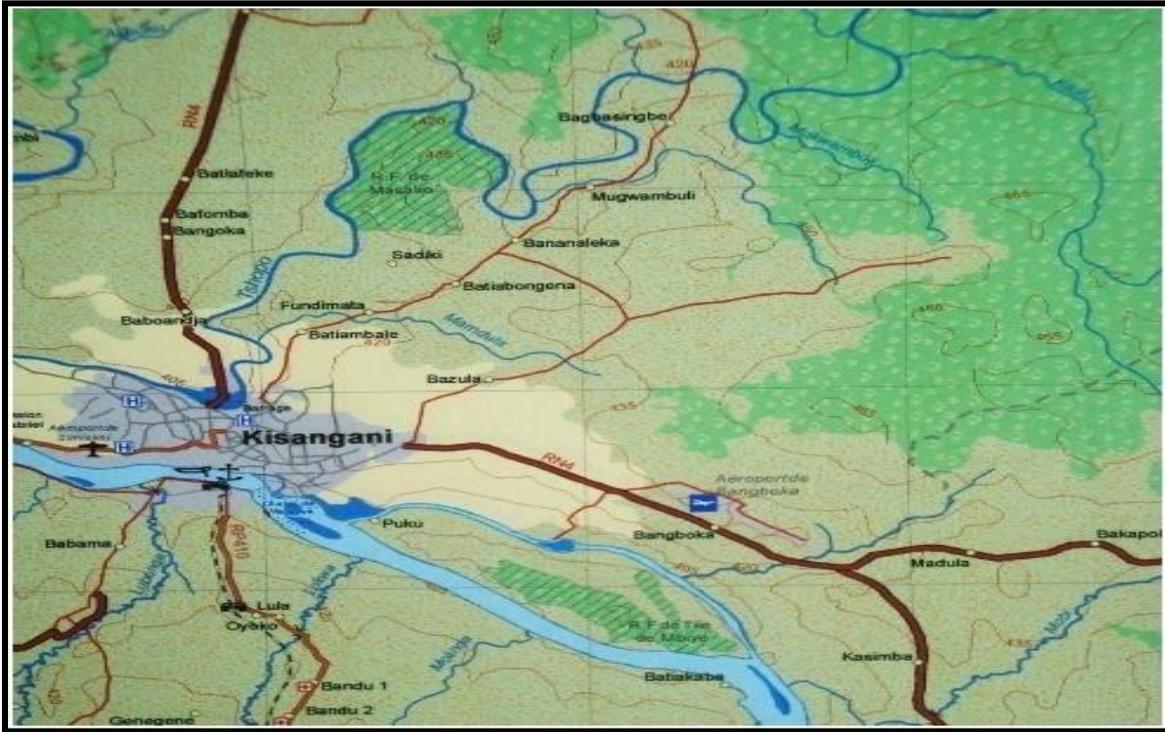


Figure 4 : Carte de la ville Kisangani (image Landsat, collection 2005-2010, Daum : WGS 84, Labo carto RRN/PO in Ndjele, 2015).

2.3. ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

2.3.1. Echantillonnage

Au total, 20 échantillons soit 250 ml d'eau ont été prélevés dans les deux sites d'étude, en raison de 10 échantillons par site.

2.3.2. Technique de prélèvement

Nos échantillons ont été prélevés à environ 1m de la rive et 20 cm de profondeur. Le choix des endroits où le prélèvement doit avoir lieu, a été sélectionné de manière aléatoire, séparé d'au moins 10 mètre l'un de l'autre.

2.3.3. Transport

Les échantillons prélevés ont été mis dans une glacière, puis acheminés au laboratoire où ils étaient immédiatement analysés ou conservés au réfrigérateur à 4°C avant les analyses.

2.3.4. DÉNOMBREMENT DES COLIFORMES FÉCAUX À 44°C

Il se fait à la dilution 10^{-3} , 1 ml de dilution est introduit dans une boîte de Petri auquel la gélose de Mac Conkey est ajoutée. Après solidification, une 2ème couche est coulée en surface. L'incubation à lieu à 44°C pendant 24 à 48 heures. Seules les colonies bien rouges de diamètre supérieur à 0,5 mm et ayant poussé en profondeur sont dénombrées (Diouf, 1992)

2.3.5. DÉNOMBREMENT DES STREPTOCOQUES FÉCAUX À 44°C

Il se fait à la dilution 10^{-3} , 1 ml de dilution est introduit dans une boîte de Pétri auquel la gélose de columbia blood Agar est ajoutée. Après solidification, une deuxième couche est coulée en surface. L'incubation à lieu à 44°C pendant 24 à 48 heures. Seules les colonies avec centre rouge sont dénombrées (Kenner, BH *et al.*, 1961)

2.3.6. Les critères d'évaluation de la qualité de l'eau

❖ Les paramètres contrôlés

- les paramètres microbiologiques sont des germes témoins de contamination fécale qui ne sont pas dangereux en eux mêmes, mais dont la présence peut s'accompagner de celle de germes pathogènes. Le risque sanitaire augmente avec le niveau de contamination de l'eau par ces indicateurs de pollution.

Trois germes sont recherchés en routine, et permettent le classement des eaux de baignade :

- les coliformes totaux ;
- les coliformes fécaux ou *Escherichia coli* ;
- les streptocoques fécaux ou entérocoques intestinaux. (<http://baignades.sante.gouv.fr>)

Au cours de notre étude, nous avons vérifié la qualité de pollution fécale des eaux de baignades, en analysant juste ces eaux, en recherchant les Coliformes fécaux et les streptocoques fécaux

Tableau 2 : Normes qualité microbiologiques des eaux de baignades (extraits annexe 1 du décret N°81-324 du 7 avril 1981)

Germes indicateurs de pollution dans 100 ml H ₂ O	Normes UFC		Qualité	eau de baignade		
	V. Guide	V. Impérative		<u>Moyenne</u>	<u>Mauvaise</u>	<u>Très Mauvaise</u>
• <u>Coliformes Totaux (30°C)</u>	500	10000	≤ 500	500 - 10000	10000 - 13300	> 13300
• <u>Coliformes thermo tolérants (44°C)</u>	100	2000	≤ 100	100 - 2000	2000 - 2660	> 2660
• <u>Streptocoques fécaux (44°C)</u>	100	N/A	≤ 100	N*	100 - 130	> 130
Germes indicateurs de pollution dans 1000 ml H₂O						
• <u>Salmonelles</u>	N*	0	0	0 - 30	> 30	N/A
Germes indicateurs de pollution dans 10000 ml H₂O						
• <u>Entérovirus</u>	N*	0	0	0 - 30	> 30	N/A

Légende

1. V. guide: Valeur guide
2. V.impérative: Valeur impérative
3. N*: Valeur non indiqué
4. UFC : Unité Formant Colonie

Interprétation

1. Chaque résultat est interprété par rapport à ces seuils de qualité :
2. L'eau est de bonne qualité lorsque les résultats sont inférieurs aux nombres de guides
3. L'eau est de qualité moyenne lorsque les résultats obtenus sont supérieurs aux nombres de guides mais restent inférieurs aux nombres impératifs
4. L'eau est de mauvaise qualité lorsque les résultats sont supérieurs aux nombres impératifs

CHAPITRE TROISIEME : RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Qualité hygiéniques des eaux de baignades à Kisangani

L'analyse bactériologique des eaux de baignades a été réalisée après analyses de dénombrements des germes indicateurs de pollution fécale :

- *Coliformes fécaux (CF 44°C)*
- *Streptocoques fécaux. (SF 44°C)*

Les résultats de ces analyses sont représentés dans les tableaux 3, 4, 5, 6,7, 8 et 9

Tableau 3. Qualité microbiologique de 2 sites des eaux de baignades à Kisangani: cas de sites Wagenia (n=10) et Plage (n=10) en coliformes fécaux

Germes indicateurs de pollution	sites de baignades				Total	
	Plage		Wagenia			
	n	%	n	%	N	%
CF (44°C)						
Qualité Microbiologique						
1) Bonne	2	20,00	4	40,00	6	30,00
2) Moyenne	0	0,00	0	0,00	0	0,00
3) Mauvaise	0	0,00	0	0,00	0	0,00
4) Très mauvaise	8	80,00	6	60,00	14	70,00
Total	10	100,00	10	100,00	20	100,00

Légende

1. C.F (44°C) : coliformes fécaux
2. n : Nombre de prélèvements analysés
3. N : effectif de prélèvement classés selon la qualité microbiologique

Les résultats de dénombrement de bactéries indicatrices de pollution fécale notamment ceux des *coliformes fécaux*, tels que décrit dans le tableau 3, montrent que sur l'ensemble des échantillons prélevés du site Plage, 2 sur 10 soit 20 % d'échantillons présentent une eau de bonne qualité alors que ceux du site des Chutes Wagenia, 4 sur 10 soit 40 % présentent une

eau de baignade de bonne qualité. Il ressort également que 80 % d'échantillons du site plage et 60 % de ceux du site Wagenia présentent une eau de baignade de très mauvaise qualité

Tableau 4. Qualité microbiologique de 2 sites des eaux de baignades à Kisangani : cas de sites Wagenia (n=10) et Plage (n=10) en streptocoques fécaux

Germes de pollution	indicateurs	Sites de baignades					
		Plage		Wagenia		Total	
		N	%	n	%	N	%
<i>SF (44°C)</i>							
Qualité Microbiologique							
1) Bonne		0	0,00	1	10,00	1	5,00
2) Moyenne		0	0,00	0	0,00	0	0,00
3) Mauvaise		0	0,00	0	0,00	0	0,00
4) Très mauvaise		10	100,00	9	90,00	19	95,00
Total		10	100,00	10	100,00	20	100,00

Légende

1. *S.F*(44°C) : Streptocoques fécaux
2. n : Nombre de prélèvements analysés
3. N : effectif de prélèvement classés selon la qualité microbiologique

Les résultats de dénombrements de bactéries indicatrices de pollution fécale notamment ceux des *Streptocoques fécaux*, tels que décrit dans le tableau 4, montrent que l'ensemble des échantillons prélevés du site Plage sont de mauvaise qualité (100 %) alors que ceux du site des Chutes Wagenia, 9 sur 10 soit 90 % présentent une eau de baignade de mauvaise qualité.

En comparant les résultats de dénombrements des indicateurs de pollutions fécales (SF et CF) avec les normes de potabilité des eaux de baignades, tous les 2 sites de baignades analysés sont des sites impropres à la baignade.

Tableau 5. Qualité microbiologique de sites des eaux de baignades selon le temps de prélèvements avant et après midi à Kisangani: cas de sites Wagenia (n=10) en coliformes fécaux

Germes indicateurs de pollution	Site Wagenia					
	Avant midi		Après midi		Total	
	n	%	n	%	N	%
<u>CF (44°C)</u>						
Qualité Microbiologique						
1) Bonne	2	40,00	2	40,00	4	40,00
2) Moyenne	0	0,00	0	0,00	0	0,00
3) Mauvaise	0	0,00	0	0,00	0	0,00
4) Très mauvaise	3	60,00	3	60,00	6	60,00
Total	5	100,00	5	100,00	10	100,00

Légende

1. C.F (44°C) : Coliformes fécaux
2. n : Nombre de prélèvements analysés
3. N : effectif de prélèvement classés selon la qualité microbiologique

Dans ce tableau, nous observons que quelque soit l'heure de prélèvement, les résultats sont les mêmes, 3 échantillons de mauvaises qualités et 2 de bonne qualité. L'heure de prélèvement ne semble pas avoir d'influence sur la contamination de l'eau de baignade.

Tableau 6. Qualité microbiologique de 2 sites des eaux de baignades selon le temps de prélèvements avant et après midi à Kisangani: cas de site de la Plage (N=10) en coliformes fécaux

Germes indicateurs de pollution	Site Plage				Total	
	Avant midi		Après midi		N	%
	n	%	n	%		
<i>CF (44°C)</i>						
<i>Qualité Microbiologique</i>						
1) Bonne	2	40,00	0	0,00	2	20,00
2) Moyenne	0	0,00	0	0,00	0	0,00
3) Mauvaise	0	0,00	0	0,00	0	0,00
4) Très mauvaise	3	60,00	5	100,00	8	80,00
Total	5	100,00	5	100,00	10	100,00

Légende

1. C.F (44°C) : coliformes fécaux
2. n : Nombre de prélèvements analysés
3. N : effectif de prélèvement classés selon la qualité microbiologique

Après dénombrement des coliformes fécaux (tableau 6), nous avons constatés que :

- Avant-midi, 2 sur 5 soit 40 % d'échantillons présentent une eau de bonne qualité
- Après midi : aucun échantillon ne répond aux critères.

Nous pensons que dans le site Plage, l'activité des baignades est beaucoup plus importante dans l'après midi.

Tableau 7. Qualité microbiologique de 2 sites des eaux de baignades selon le temps de prélèvements, avant et après midi à Kisangani: cas de Wagenia (N=10) en streptocoques fécaux

Germes indicateurs de pollution	Sites de la Wagenia				Total	
	Avant midi		Après midi		N	%
	n	%	n	%		
<i>SF (44°C)</i>						
<i>Qualité Microbiologique</i>						
1) Bonne	0	0,00	1	20,00	1	10,00
2) Moyenne	0	0,00	0	0,00	0	0,00
3) Mauvaise	0	0,00	0	0,00	0	0,00
4) Très mauvaise	5	100,00	4	80,00	9	90,00
Total	5	100,00	5	100,00	10	100,00

Légende

1. *S.F* (44°C) : Streptocoques fécaux
2. n : Nombre de prélèvements analysés
3. N : effectif de prélèvement classés selon la qualité microbiologique

Après dénombrement des *Streptocoques fécaux* (tableau 7), nous avons constatés que :

- Avant-midi, 100 % d'échantillons présentent une eau de très mauvaise qualité
- Après midi : 80 % échantillons sont également de très mauvaise qualité.

Nous pensons que dans le site Wagenia, l'activité humaine (baignade, nettoyage véhicules et motos, vaisselles et lessives, pêche) est beaucoup plus importante dans l'avant midi.

Tableau 8. Qualité microbiologique de 2 sites des eaux de baignades selon le temps de prélèvements, avant et après midi à Kisangani : cas de Site de la Plage (N=10) en streptocoques fécaux

Germes indicateurs de pollution	Sites de la Plage				Total	
	Avant midi		Après midi		N	%
	n	%	n	%		
<u>SF (44°C)</u>						
Qualité Microbiologique						
1) Bonne	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2) Moyenne	0	0,00	0	0,00	0	0,00
3) Mauvaise	0	0,00	0	0,00	0	0,00
4) Très mauvaise	5	100,00	5	100,00	10	100,00
Total	5	100,00	5	100,00	10	100,00

Légende

1. S.F (44°C) : Streptocoques fécaux
2. n : Nombre de prélèvements analysés
3. N : effectif de prélèvement classés selon la qualité microbiologique

Après dénombrement des *Streptocoques fécaux* (tableau 8), nous avons constatés que :

Avant comme après midi, tous les échantillons analysés sont de très mauvaise qualité.

Tableau 9 : Comparaison de densité moyenne des UFC (CF et SF) selon le site et l'heure de prélèvement.

Site prélèvement	Wagenia		Plage		Wagenia		Plage	
	AM	AP	AM	AP	AM	AP	AM	AP
	CF	CF	CF	CF	SF	SF	SF	SF
	0	1	2	1	31	1	2	17
	0	0	0	10	1	0	6	31
	8	0	0	1	14	1	31	23
	11	6	7	1	7	4	13	8
	10	2	2	2	7	1	5	6
Moyenne	5,80	1,80	2,20	3,00	12,00	1,40	11,40	17,00

Légende

AM : Avant midi

AP : Après midi

CF : Coliformes fécaux

SF : Streptocoques fécaux

NB : les valeurs du tableau sont à multiplier par 10^3 qui sont le facteur de dilution

Le tableau 9 montre que

1) Site Wagenia :

- est plus polluée dans les avant midi que dans les après-midi pour tous les indicateurs analysés

2) Site Plage :

- est plus polluée dans les après-midi que les avant midi pour tous les indicateurs analysés

En cela, nous pouvons dire dans l'ensemble que les eaux de baignades au niveau de deux sites présentent une très mauvaise qualité ou une forte densité de la pollution au point de vue bactériologique. En se référant aux normes d'utilisation de l'eau de baignade telle que montre le décret n°81-324 du 7 avril 1981 fixant les règles d'hygiène et de sécurité applicables aux piscines et aux baignades aménagées du Journal officiel des communautés européennes du 26 septembre 1991 qui stipule que pour les activités récréatives comme le baignade, il faut qu'il ait moins de 100 coliformes fécaux dans 100 ml d'eau analysée et inférieur à 100 streptocoques fécaux dans 100 ml d'eau analysée.

Nous pouvons alors dire que ces deux sites de l'eau de baignade sont hors normes car ils présentent des valeurs qui sont supérieures aux normes exigées et cela nous permet de dire que les eaux de baignades de ces deux sites sont polluées par le point de vue bactériologique.

CONCLUSION ET SUGGESTION

Notre travail s'est intéressé à l'étude de la qualité bactériologique des sites de baignades (plage et chute Wagenia).

Le but majeur poursuivi est de dénombrer les coliformes et streptocoques fécaux en vue d'évaluer le degré de pollution bactériologique et de déterminer la qualité de la pollution bactériologique de l'eau de baignade.

Ce travail pourrait contribuer d'une part au renforcement des mesures à prendre dans le domaine de la santé publique.

Notre hypothèse était formulée de la manière suivante : les eaux de baignades de quelques sites de la ville de Kisangani sont polluées.

Pour vérifier notre hypothèse, nous avons dénombré les coliformes et streptocoques fécaux après culture sur la gélose.

Les résultats des moyennes observées montrent que

- Site Wagenia :
 - o est plus polluée dans les avant midi que dans les après-midi pour tous les indicateurs analysés
- Site Plage :
 - o est plus polluée dans les après-midi que les avant midi pour tous les indicateurs analysés

Les deux sites de baignades contiennent les eaux polluées impropres aux activités récréatives et baignade. Elles sont donc potentiellement sources de plusieurs maladies hydriques.

De ce qui précède nous suggérons :

- L'organisation des campagnes d'éducation sanitaire de masse ;
- L'assainissement de l'environnement et utilisation obligatoire des fosses septiques.

Ainsi, nous recommandons aux chercheurs de faire une large étude réalisée sur un grand nombre d'échantillon pour confirmer ou infirmer ces observations et au gouvernement congolais de confier la tâche d'élaboration des valeurs ou normes de la qualité microbiologique de l'eau de baignade propres à notre pays à l'une des institutions de recherche scientifique telle que la Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- Bill, G., 1981 : L'eau. Paris- Montréal, pp 6, 35-36, 40.
- Cebedeau, 1954 : Livre de l'eau. 2^e éd. Bruxelles, pp. 217-549
- Degremont, 1978 : Mémento technique de l'eau. 8^e édition, Paris
- Diouf, S., 1992 : Sciences et technique de l'eau. édition Gret, France, 263 p.
- Esrey, S., A., Feachem R. G and Hunges J., M., 1985: Interventions for the control of diarrhoeal diseases among young. Meeting Basic Needs *Water International*, Washington, D.C.21 (2), 83-92.
- Fame: www.fame2005.org
- Garba, L., 1995 : Perspective des eaux usées au shabel, Gestion et traitement. Thèse de Doctorat, Univ. Montréal(France), 233 p.
- Gentilini, M., 1993 : Médecine tropicale. Ed. flammariion. Medecine Science. paris 522 p.
- George, P., 1981 : L'environnement. 3^e éd. PUF, Paris, 109 p.
- Hébert, S., 2007 : Qualité bactériologique de sites potentiels de baignade dans le Saint-Laurent, étés 2005 et 2006, Revue culturelle, n°124, 180 p.
- Hébert, S., 2008 : Qualité bactériologique de sites potentiels de baignade dans le Saint-Laurent, été 2007. Revue culturelle, n°125, 230 p.
- Johnston, 2003: Questions les plus fréquentes à propos de l'eau. éd. Hatier, Paris, 92 p.
- Juakali, M., 2007 : Macrofaune et misofaune du sol dans un système de culture sur brûlis en zone équatoriale (Kisangani, Masako, RD Congo) distribution spéciale et temporelle, Dissertation Inédite, Fac. des Sciences, Unikis, 86 p.
- Kahindo, M., 2011 : Potentiel en produits forestiers autres que le bois d'œuvre dans les formations forestières de la région de Kisangani, cas de notion Enemospatha Craulle Villeana de wild et la Ecosperma secundi florum (p. Beauv.) kuntze de la réserve forestière de Yoko (Province Orientale, RDCongo). Thèse Inédite. Unikis, 269 p.
- Kakule, S., 1984 : Construction à l'étude physico-chimique d'une petite Rivière de la sous Région Urbain de Kisangani : Makiso. Monographie, Fac. des Sciences, 25 p.
- Kamanga, W., K., 1983 : Les caractéristiques physiques et chimiques de l'eau dans réservoir d'eau douce à Kisangani (Cas d'un étang du Grand Séminaire). Monographie, Fac. des Sciences, 40 p.

- Kazadi, Z., 2012 : Contribution à l'étude de qualité et de la gestion de l'eau de boisson dans la Région de Kisangani. Thèse inédite, Fac.des Sciences, Unikis, 246 p
- Kenner, ba., Clark HF., Kabler PW., 1961: Fecal *streptococci*. cultivation and enumeration of *streptococci* in surface water. Appl. Microbiol.9.15
- Kiki, L. V., 1993 : Problématique de la gestion des déchets dans les mégaloilles africaines et perspectives d'avenir : cas de la ville de Cotonou. Thèse, Fac. médecine 90 p.
- Litumanya, 2000 : Contrôle de la qualité d'eau de quelques sources aménagée dans la commune de Makiso à Kisangani. Mémoire inédit, Fac. des Sciences, 37 p.
- Malek, K., Mino, J.C., et Lacombe K., 1996 : Santé publique, médecine légale, médecine du travail, collection Med – Line, 185 p
- Mergat, J., 1994 : Les Ressources en eau, éditions BRGM, FAO, 184 p
- Monjour, L., 2006 : Désinfection et chloration de l'eau dans les pays du tiers monde. <http://www.oieau.fr/ciedd/contribution/at1/contribution/monjour.http>.
- Mosibono, D., 1992 : Qualité de l'eau et aquaculture M.T.D. engineering, Kinshasa 160 p
- Ndjele M., 2015 : Evaluation de l'activité antifongique des extraits de quelques plantes médicinales sur les souches d'*alterinaria alternata*, *alternaria solani* et *fusarium sp.* à Kisangani. Fac. des .Sciences, 40 p
- Oms, 1985 : Directives de qualité pour l'eau de boissons. Vol. 1, Recommandations, Genève, 65 p
- Ramade, F., 1983 : Ecologie des ressources naturelles. Ed. Masson, 134-135 p
- Rodier, J., 1978 : Analyse de l'eau. Dunod, 6^e éd., Paris.
- Yasenge, Y., 2012 : Contribution à l'étude de la qualité microbiologique et physico-chimique de l'eau de boisson après la désinfection par le rayon solaire et ébullition. Mémoire, Fac. des Sciences, 30 p
- Soki, K., 1994 : Biologie et écologie des termites (*Isoptera*) des forêts ombrophiles du Nord-est du Zaïre (Kisangani), Thèse inédite, Fac. des Sciences., ULB, 320 p
- Totingo, B., 2007 : Qualité bactériologique de ruisseau Djubu-Djubu de Kisangani. Mémoire. Fac. des. Sciences. 23 p
- Yves, 1987 : Vademecum du chef d'usine d'eau destinée à consommation. Lavoisier, Paris, 132 p

SITES WEB

www.ars.languedocroussillon.sante.fr

www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/recreative/glossaire.htm

<http://baignades.sante.gouv.fr>

<http://vertigo.revues.org>

<http://www.guide-piscine.fr/analyse-traitement-eau/outils>

<http://www.pseau.org>

TABLE DES MATIERES

DEDICACE.....	i
REMERCIEMENT	ii
RESUME.....	iv
SAMMURY	Erreur ! Signet non défini.
0. INTRODUCTION.....	1
0.1. PROBLEMATIQUE	1
0.2 HYPOTHESES	4
0.3 OBJECTIFS.....	4
0.4 INTERET	4
CHAPITRE PREMIER : GENERALITES	5
I.1. LES BACTERIES DE L’EAU.....	6
I.2. LA POLLUTION DE L’EAU.....	6
❖ <i>Eaux domestiques</i>	7
❖ <i>Les eaux industrielles</i>	7
❖ <i>Les eaux pluviales</i>	7
I.3. CONTAMINATIONS MICROBIOLOGIQUES LIEES A LA QUALITE DES EAUX.....	8
I.4. LES PRINCIPAUX RISQUES LIES A LA BAINNADE.....	9
I.5. RISQUE LIES A LA MAUVAISE GESTION DE L’EAU	9
I.6. LES MALADIES DE L’EAU.....	10
I.7. EVALUATION DES RISQUES.....	11
❖ <i>Les coliformes fécaux</i>	11
❖ <i>les streptocoques fécaux</i>	12
I.8. CONSEQUENCE DE LA POLLUTION DES EAUX.....	12
I.9. LUTTE CONTRE LA POLLUTION DES EAUX.....	12
I.10. NECESSITE DES ANALYSES D’EAU	13
I.11. CONTROLE BACTERIOLOGIQUE DE L’EAU DE BAINNADE	13
I.12. EAUX DE BAINNADE DE SURFACE	14
CHAPITRE DEUXIEME : MATERIEL ET METHODES	15
II.1. MILIEU D’ETUDE	15
II.2. SITUATION CLIMATIQUE	15
II.3 ANALYSES MICROBIOLOGIQUES.....	16
II.3.1 Echantillonnage	16
II.3.2 Prélèvements.....	16

II.3.4 Traitement de l'échantillon	Erreur ! Signet non défini.
❖ Les paramètres contrôlés	17
II.4. DÉNOMBREMENT DES COLIFORMES FÉCAUX À 44°C.....	17
II.5 DÉNOMBREMENT DES STREPTOCOQUES FÉCAUX À 44°C.....	17
Tableau 2 : Qualité microbiologique eaux de baignades selon les normes extraits annexe 1 N°91-324 du 7 avril 1981.....	18
CHAPITRE TROISIEME : RESULTATS ET DISCUSSION	19
III.1. Qualité hygiéniques des eaux de baignades à Kisangani	19
<i>Tableau 3. Qualité microbiologique de 2 sites des eaux de baignades à Kisangani (RD Congo, 2015) : cas de sites Wagenia (n=10) et Plage (n=10) en coliformes fécaux.....</i>	19
Tableau 4. Qualité microbiologique de 2 sites des eaux de baignades à Kisangani (RD Congo, 2015) : cas de sites Wagenia (n=10) et Plage (n=10) en streptocoques fécaux	20
Tableau 5. Qualité microbiologique de sites des eaux de baignades selon le temps de prélèvements avant et après midi à Kisangani (RD Congo, 2015) : cas de sites Wagenia (n=10) en coliformes fécaux	20
Tableau 6. Qualité microbiologique de 2 sites des eaux de baignades selon le temps de prélèvements avant et après midi à Kisangani (RD Congo, 2015) : cas de site de la Plage (N=10) en coliformes fécaux	22
Tableau 7. Qualité microbiologique de 2 sites des eaux de baignades selon le temps de prélèvements, avant et après midi à Kisangani (RD Congo) : cas de Wagenia (N=10) en streptocoques fécaux.....	23
Tableau 8. Qualité microbiologique de 2 sites des eaux de baignades selon le temps de prélèvements, avant et après midi à Kisangani (RD Congo) : cas de Site de la Plage (N=10) en streptocoques fécaux	24
Tableau 9 : Comparaison de densité moyenne des UFC (CF et SF) selon le site et l'heure de prélèvement..	25
CONCLUSION ET SUGGESTION	27
REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE.....	28
TABLE DES MATIERES.....	31
ANNEXE	33

ANNEXE I

<i>N°</i>	<i>B.I.P</i>	<i>HP</i>	<i>Site</i>	<i>UFC(D)</i>	<i>UFC/ml</i>	<i>UFC/100ml</i>	<i>Qualité microbiologique</i>
1	<i>CF (44°C)</i>	AM	<i>Wagenia</i>	0	0,00E+00	0,E+00	Bonne
2	<i>CF (44°C)</i>	AM	<i>Wagenia</i>	0	0,00E+00	0,E+00	Bonne
3	<i>CF (44°C)</i>	AM	<i>Wagenia</i>	8	8,00E+03	8,E+05	très mauvaise
4	<i>CF (44°C)</i>	AM	<i>Wagenia</i>	11	1,10E+04	1,E+06	très mauvaise
5	<i>CF (44°C)</i>	AM	<i>Wagenia</i>	10	1,00E+04	1,E+06	très mauvaise
6	<i>CF (44°C)</i>	PM	<i>Wagenia</i>	1	1,00E+03	1,E+05	très mauvaise
7	<i>CF (44°C)</i>	PM	<i>Wagenia</i>	0	0,00E+00	0,E+00	Bonne
8	<i>CF (44°C)</i>	PM	<i>Wagenia</i>	0	0,00E+00	0,E+00	Bonne
9	<i>CF (44°C)</i>	PM	<i>Wagenia</i>	6	6,00E+03	6,E+05	très mauvaise
10	<i>CF (44°C)</i>	PM	<i>Wagenia</i>	2	2,00E+03	2,E+05	très mauvaise
11	<i>CF (44°C)</i>	AM	<i>Plage</i>	2	2,00E+03	2,E+05	très mauvaise
12	<i>CF (44°C)</i>	AM	<i>Plage</i>	0	0,00E+00	0,E+00	Bonne
13	<i>CF (44°C)</i>	AM	<i>Plage</i>	0	0,00E+00	0,E+00	Bonne
14	<i>CF (44°C)</i>	AM	<i>Plage</i>	7	7,00E+03	7,E+05	très mauvaise
15	<i>CF (44°C)</i>	AM	<i>Plage</i>	2	2,00E+03	2,E+05	très mauvaise
16	<i>CF (44°C)</i>	PM	<i>Plage</i>	1	1,00E+03	1,E+05	très mauvaise
17	<i>CF (44°C)</i>	PM	<i>Plage</i>	10	1,00E+04	1,E+06	très mauvaise
18	<i>CF (44°C)</i>	PM	<i>Plage</i>	1	1,00E+03	1,E+05	très mauvaise
19	<i>CF (44°C)</i>	PM	<i>Plage</i>	1	1,00E+03	1,E+05	très mauvaise
20	<i>CF (44°C)</i>	PM	<i>Plage</i>	2	2,00E+03	2,E+05	très mauvaise
21	<i>SF (44°C)</i>	AM	<i>Wagenia</i>	31	3,10E+04	3,E+06	très mauvaise
22	<i>SF (44°C)</i>	AM	<i>Wagenia</i>	1	1,00E+03	1,E+05	très mauvaise
23	<i>SF (44°C)</i>	AM	<i>Wagenia</i>	14	1,40E+04	1,E+06	très mauvaise
24	<i>SF (44°C)</i>	AM	<i>Wagenia</i>	7	7,00E+03	7,E+05	très mauvaise
25	<i>SF (44°C)</i>	AM	<i>Wagenia</i>	7	7,00E+03	7,E+05	très mauvaise
26	<i>SF (44°C)</i>	PM	<i>Wagenia</i>	1	1,00E+03	1,E+05	très mauvaise
27	<i>SF (44°C)</i>	PM	<i>Wagenia</i>	0	0,00E+00	0,E+00	Bonne
28	<i>SF (44°C)</i>	PM	<i>Wagenia</i>	1	1,00E+03	1,E+05	très mauvaise
29	<i>SF (44°C)</i>	PM	<i>Wagenia</i>	4	4,00E+03	4,E+05	très mauvaise
30	<i>SF (44°C)</i>	PM	<i>Wagenia</i>	1	1,00E+03	1,E+05	très mauvaise
31	<i>SF (44°C)</i>	AM	<i>Plage</i>	2	2,00E+03	2,E+05	très mauvaise
32	<i>SF (44°C)</i>	AM	<i>Plage</i>	6	6,00E+03	6,E+05	très mauvaise
33	<i>SF (44°C)</i>	AM	<i>Plage</i>	31	3,10E+04	3,E+06	très mauvaise
34	<i>SF (44°C)</i>	AM	<i>Plage</i>	13	1,30E+04	1,E+06	très mauvaise
35	<i>SF (44°C)</i>	AM	<i>Plage</i>	5	5,00E+03	5,E+05	très mauvaise
36	<i>SF (44°C)</i>	PM	<i>Plage</i>	17	1,70E+04	2,E+06	très mauvaise
37	<i>SF (44°C)</i>	PM	<i>Plage</i>	31	3,10E+04	3,E+06	très mauvaise
38	<i>SF (44°C)</i>	PM	<i>Plage</i>	23	2,30E+04	2,E+06	très mauvaise
39	<i>SF (44°C)</i>	PM	<i>Plage</i>	8	8,00E+03	8,E+05	très mauvaise
40	<i>SF (44°C)</i>	PM	<i>Plage</i>	6	6,00E+03	6,E+05	très mauvaise

Légende

- a) UFC(D)= UFC comptés sur BP ($D=10^{-3}$)
- b) UFC/ml= ufc dénombré par ml d'eau
- c) UFC/100ml= ufc dénombré dans 100ml d'eau
- d) AM= avant-midi
- e) PM= après-midi
- f) CF= coliformes fécaux
- g) SF= streptocoques fécaux

ANNEXE II

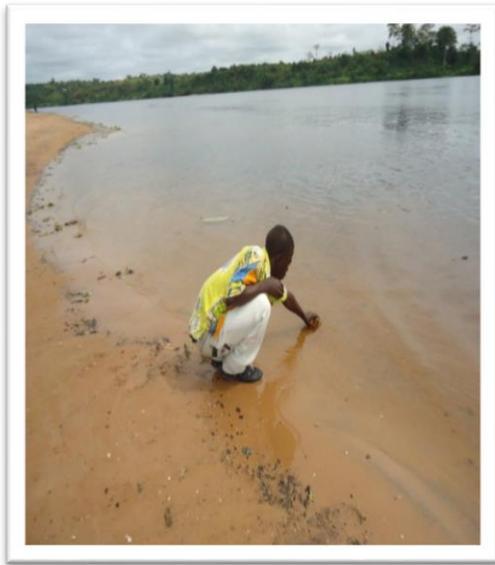


Photo 1 : Site de baignade de la plage

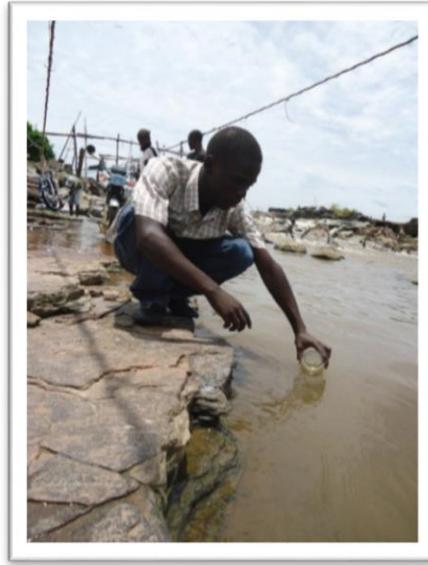


Photo 2 : Site de baignade de la chute Wagenia



Photo 3 : Dilution des échantillons au laboratoire



Photo 4 : Ensemencement des colonies

ANNEXEIII



Photo 5 : Etape de l'incubation



Photo 6 : Comptage de colonies



Photo 7 : Présentation des coliformes fécaux

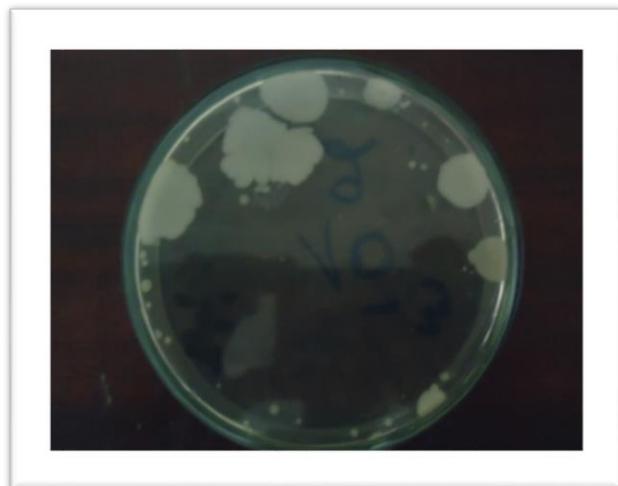


Photo 8 : Présentation des streptocoques fécaux