

## Etat microbiologique des eaux de la rivière Kalamu de Boma et son influence sur la santé de la population

Wanga B. M.<sup>1</sup>, Musibono D. E.<sup>2</sup>, Mpiana P. T.<sup>2\*</sup>, Mafuana L<sup>3</sup>, Kiza N.J<sup>1</sup>, Diana<sup>4</sup>

### Abstract

#### Microbiological status of Boma's Kalamu river and its influence on the health of the population

The city of Boma, like most cities in the Democratic Republic of Congo, lacks adequate sanitation program. Kalamu River, the main river of the city, has become a deposit of various municipal wastes. Though the river water is used by population of Boma for various chores and bathes. This exposes them to various diseases. This work aims to identify major waterborne diseases in the city of Boma, see their evolution over time and make a microbiological analysis in order to establish a possible link between water pollution and these diseases. Analysis of archives documents of the Central Board of Boma Health Zone allowed accessing the disease evolution over time. Bacteriological studies have been carried out by culturing microorganisms from water samples appropriate culture media. The results show the presence of contamination test-germs *i.e.* total coliforms, faecal coliforms and *Escherichia coli* in all sampling sites. The presence of these bacteria increases gradually as the river flows through populated areas indicating that the effect of human activities on the pollution of the river. The data obtained at Boma health zone indicate the existence of waterborne diseases with an annual growth rate for three main water-based diseases namely diarrhea, amoebiasis and typhoid fever. This study shows that the river Kalamu is contaminated due to improper waste management. The use of this improper water may be the root of many waterborne diseases that affect the population.

Published online:  
27 March, 2014

#### Keywords:

Kalamu River, total coliforms, fecal coliforms, *Escherichia coli*, waterborne diseases

<sup>1</sup> Laboratoire Centre de Recherche en Sciences Naturelles/Luviro, Sud Kivu, RD Congo

<sup>2</sup> Faculté des Sciences B.P. 190, Université de Kinshasa, Kinshasa XI, D R Congo

<sup>3</sup> Centre de santé RYM/BOMA, R D Congo

<sup>4</sup> Médecins Sans Frontières /Antenne de Boende, Boende, R.D. Congo d'Ecologie Végétale, Département de Biologie, Université de Kinshasa

\* To whom correspondence should be address: E-mail address: [ptmpiana@yahoo.fr](mailto:ptmpiana@yahoo.fr)

## INTRODUCTION

Le manque d'eau potable et d'assainissement figurent parmi les premières causes de maladies et de décès à travers le monde. Chaque année, plus de 5 millions de personnes meurent de maladies liées à l'eau : environ 3 millions de la diarrhée et 2 millions du paludisme [OMS, 2013].

En outre, la quantité de déchets produits dans les cités africaines dépasse largement les capacités de ramassage, de traitement et de gestion des déchets. Seul un tiers de ces déchets est correctement géré. Cette mauvaise gestion des déchets, est entre autre à la base de la pollution de l'eau [PNUE, 2005].

En RDC, environ 95% de la population rurale du pays n'a pas un accès facile à l'eau potable. Dans toutes les

provinces 70 à 98% de la population doivent marcher pendant plus de 15 minutes ou aller au-delà de 100 mètres pour disposer de l'eau à boire salubre. Le fardeau qui pèse sur les femmes en milieu rural et en milieu urbain, à la quête de l'eau, est particulièrement lourd [UNICEF, 2002].



Figure 1. Carte de la ville de Boma : Rivière Kalamu

La ville de Boma, comme la majorité de villes de la RDC n'échappe pas à cette réalité et est dépourvue d'un programme d'assainissement adapté au développement industriel et à l'accroissement démographique du moment. La rivière Kalamu, principal cours d'eau de cette ville, est devenue un lieu d'aboutissement de divers déchets municipaux [Coopération française, 1988; Mambambu, 2001]. Pourtant l'eau de cette rivière est utilisée par la population de Boma pour divers travaux ménagers et pour la baignade.

L'objectif de ce travail est de recenser les principales maladies d'origine hydrique dont souffrent les habitants de Boma, de voir leur évolution dans le temps et de faire une analyse microbiologique de l'eau de la rivière Kalamu à partir des échantillons prélevés à différents sites pour pouvoir établir un possible lien entre cette pollution et la recrudescence de ces maladies dites des mains sales. Ce travail vise à tirer la sonnette d'alarme et permettre à différents services de la mairie de Boma de prendre les mesures qui s'imposent pour mieux gérer l'environnement et préserver la population.

## MATERIEL ET METHODES

### Milieu d'étude

Ce travail a été réalisé dans la ville de Boma située dans la province du Bas Congo, à plus ou moins 500 Km de Kinshasa, capitale de la R D CONGO. Cette ville couvre une superficie de 4.332 Km<sup>2</sup>. Elle est bornée : au Nord, par la province angolaise de Cabinda et le territoire de Lukula ; au Sud, par la République d'Angola ; à l'Est, par le territoire de Seke – Banza ; à l'Ouest, par l'Océan Atlantique (Figure II).

La Ville de Boma est située le long du fleuve Congo, à 05°55' Sud et 12°10' Est. Boma s'étire de part et d'autre de la rivière Kalamu qui est l'épine dorsale de l'hydrographie de la ville. Elle est limitée à l'Ouest et à l'Est par deux chaînes de collines et jouit d'un climat tropical de type AW selon la classification de Koppen [Wikipédia, 2013]. La ville de Boma regorge dans sa partie Ouest des torrents très encaissés qui, pendant les saisons de pluies, alimentent considérablement la rivière Kalamu en eau et la rend ainsi très agressive pour les inondations que redoute la ville. On pouvait estimer la population à 400.000 habitants en 2006 [Mairie de Boma, 1997].

### Prélèvement et conditionnement des échantillons

Les prélèvements ont été réalisés entre les mois d'avril et de mai 2006. Quatre sites ont été choisis en partant de l'entrée de la rivière dans la ville (Intu-a-pompi) jusque vers sa sortie (Pont de la régie des voies maritimes). Il s'agit de **Intu-a-pompi** (1er site), du **Pont Boma II** (2ème site), du **Pont GIJZEGEM** (3ème site), et du **Pont RVM/Boma** (4ème site).

Les échantillons ont été prélevés sur la rivière Kalamu à ces différents sites entre 9 h 00' et 15 h 00'. Ils ont été conditionnés dans des flacons en plastique bien nettoyés avec l'acide nitrique, ensuite avec de l'eau distillée et, enfin, avec de l'eau de la rivière Kalamu au moment du prélèvement. Sur chaque site quatre échantillons ont été prélevés. Les échantillons prélevés ont été conservés à la température de 4 à 10°C pendant le transport de Boma à Kinshasa.

### Analyse microbiologique des échantillons

Les études bactériologiques ont été réalisées au laboratoire d'analyse de la Faculté de Médecine de l'Université de Kinshasa. Pour la numération des coliformes totaux et fécaux, des dilutions décimales jusqu'à la 1/10.000 ème dans une solution de Ringer ont été effectuées. Ensuite, 0,1 ml de chacune de dilutions est étalé sur la surface du milieu solide Mac Conkey Agar (MCA) contenu en boîte de Pétri. Les boîtesensemencées sont incubées à 37 ou 44°C pour respectivement dénombrer les coliformes totaux ou isoler les coliformes fécaux. Le résultat est exprimé en unités formant des colonies (UFC) par 100 ml d'échantillon selon l'équation générale suivante :

$$UFC/100\text{ ml} = \frac{(\text{nombre des colonies dénombrées})}{(\text{volume d'échantillonensemencéen ml})} \times 100$$

Pour la mise en évidence d'*Escherichia coli*, les échantillons ont été dilués respectivement dans les bouillons de Mac Conkey Broth [MCB] et d'Azide Dextrose Broth (ADB). Après 4 heures d'incubation à 37°C, à l'aide d'une anse flambée, des aliquotes de ces pré-cultures sontensemencées sur la surface du milieu solide Mac Conkey

Agar (MCA). L'incubation a eu lieu à 44°C pendant 24 heures. La «Galerie Leminoir» composée des tubes contenant chacun le milieu de Kligler, de Citrate Simmons ou de Sim Medium a été utilisé pour identifier les souches correspondant à celles d'*Escherichia coli*. [Edberg et al., 2000 ; Craun et al., 1997].

### Revue des maladies d'origine hydrique de Boma

En ce qui concerne les données sur les maladies d'origine hydrique dues à la dégradation de l'environnement dont souffre la population de Boma, les documents fournis par le Bureau Central de la Zone de Santé de Boma ont été analysés. La période allant de 2000 à 2004 a été choisie selon la disponibilité des données. Cette analyse documentaire des archives du Bureau Central de la Zone de Santé de Boma a permis de suivre l'évolution des maladies dans le temps.

## RESULTATS

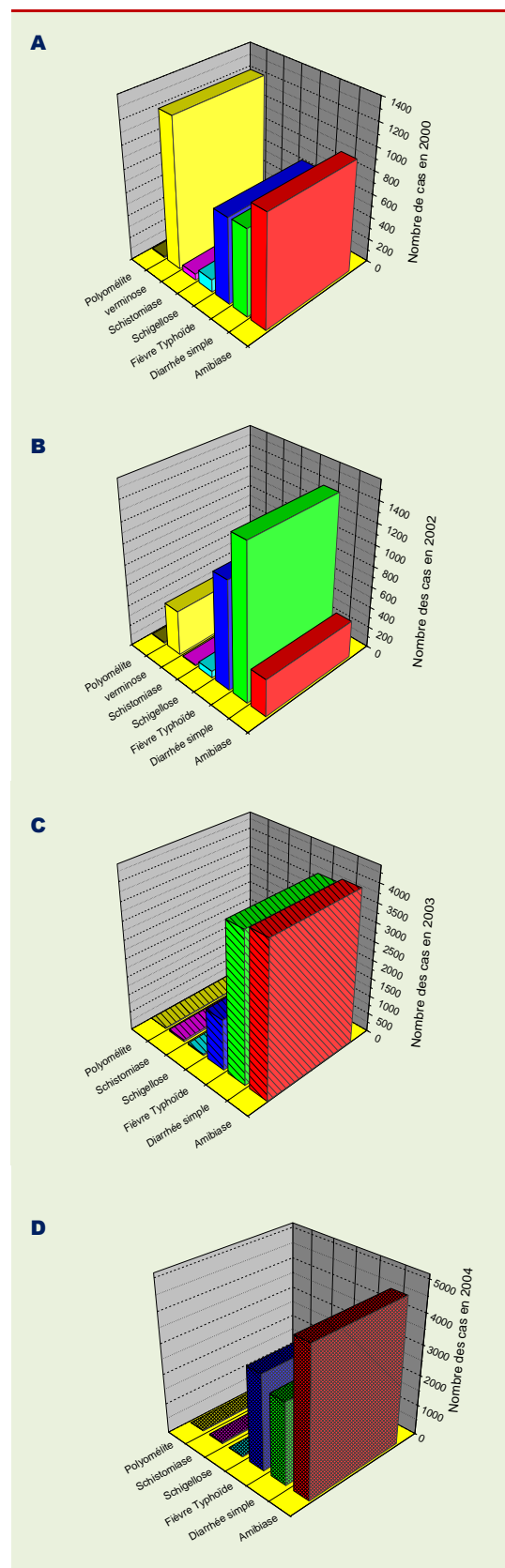
Les résultats de l'analyse bactériologique de l'eau de la rivière Kalamu de Boma pour les quatre sites de prélèvement sont résumés dans le [Tableau I](#).

**Tableau I :** Coliformes mis en évidence dans les eaux de la rivière Kalamu de Boma

Site de prélèvement	Germe	Résultat
I : Site Intu-a-pompi	Coliformes totaux	+
	Coliformes fécaux	+
	<i>Escherichia coli</i>	+
II : Site Pont Boma II	Coliformes totaux	++
	Coliformes fécaux	++
	<i>Escherichia coli</i>	++
III : Site Pont GJZEGEM	Coliformes totaux	++
	Coliformes fécaux	++
	<i>Escherichia coli</i>	++
IV : Site Pont RVM/Boma	Coliformes totaux	+++
	Coliformes fécaux	+++
	<i>Escherichia coli</i>	+++

+++ : Présence excessive de germes (> 1000 colonies/ml ou 100.000 UFC/100ml) ; ++ : Présence de germes (> 100 colonies/ml ou 10.000 UFC/100ml) ; + : Présence de germes (< 100 colonies/ml ou 10.000 UFC/100ml)

Ce tableau indique qu'en considérant la moyenne des échantillons prélevés sur chacun des quatre sites, au site Intu-a-mpopi situé avant l'entrée de la rivière dans la ville de Boma, on trouve moins de 100 colonies par ml. Au niveau des sites Pont Ngambo et Gijzegem, on constate que la présence de ces trois catégories des germes dépasse déjà les 100 colonies par ml. Tandis qu'au site du Pont RVM/Boma la présence des germes est excessive dépassant 1000 colonies par ml d'eau.



**Figure II.** Représentation figurale de nombre de cas de maladies d'origine hydrique pour les années 2000 (A), 2002 (B), 2003 (C) et 2004 (D).

La Figure II montre que selon les années c'est soit les diarrhées simples, les amibiases, les verminoses

et la fièvre typhoïde qui ont été les plus remarquables dans cette zone de santé. La Figure III quant à elle donne le nombre des cas cumulés pour 5 ans.

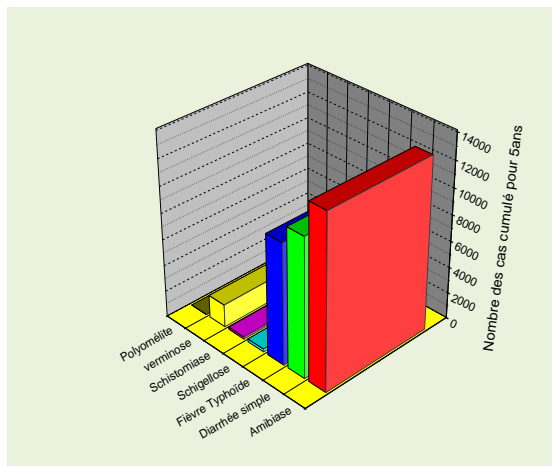


Figure III. Nombres des cas des maladies cumulés pour 5 ans

Cette figure montre que ce sont les amibiases, les diarrhées simples et la fièvre typhoïde qui sont les cas les plus fréquents pour les maladies hydriques à Boma. Nous avons voulu voir l'évolution annuelle de ces trois principales maladies d'origine hydrique de 2000 à 2004 (Figure IV).

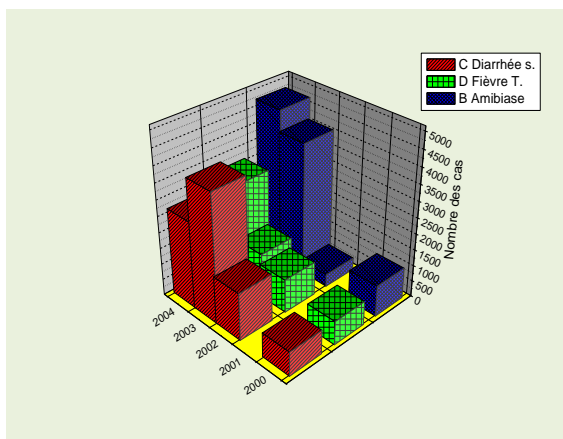


Figure IV. : Evolution des nombres des cas des trois principales maladies hydriques de 2000 à 2004

La Figure III montre que le nombre des cas des principales maladies d'origine hydrique de la zone de santé de Boma croît pratiquement constamment d'année en année de 2000 à 2004. Ce qui indique, à part l'effet de croissance démographique, une dégradation croissante de l'environnement et de la qualité de l'eau. Ces maladies ont conduit à un nombre important de décès, La Figure IV donne la répartition des nombres des décès par maladie pour la totalité de la période d'étude.

Il ressort de cette figure que les diarrhées simples ont été la principale cause des décès en ce qui concerne les maladies d'origine hydrique suivi de la fièvre typhoïde.

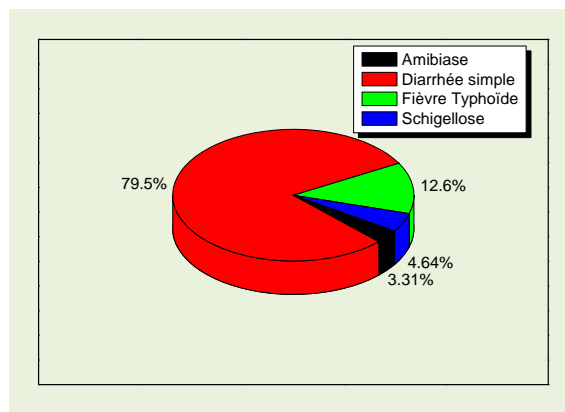


Figure V. Répartition du nombre total des cas des décès par maladie

## DISCUSSION

Les résultats de l'analyse microbiologique montrent que plus l'eau de la rivière Kalamu traverse les zones habitées plus elle est contaminée. Les trois paramètres choisis donnent une indication sur la contamination de cette rivière. En effet, les coliformes totaux n'entraînent en général aucune maladie, mais leur présence indique qu'une eau est peut-être contaminée par des micro-organismes plus nuisibles [Brion et al., 2000 ; Bitton, 1999]. Quant aux coliformes fécaux, leur présence témoigne habituellement d'une contamination d'origine fécale, bien que dans certains cas ces microorganismes puissent provenir des effluents industriels [Barthe et al., 1998; OMS, 2000]. Leur quantité de plus en plus croissante dans l'eau de la rivière Kalamu quand elle traverse la zone habitée indique que les résidus fécaux sont déversés dans cette rivière ce qui constitue un danger de santé publique pour les utilisateurs de cette eau notamment pour la vaisselle. La présence de plus en plus élevée de *Escherichia coli* conforte cette hypothèse.

En effet, *E. coli* est une bactérie du groupe des coliformes qu'on trouve naturellement dans les intestins des humains et des animaux à sang chaud. Elle constitue habituellement 80 à 90 % des coliformes fécaux. Cette bactérie n'est habituellement pas présente dans d'autres environnements naturels tels que les plantes, les sols ou l'eau. Sa présence dans une eau est un indicateur d'une récente contamination d'origine fécale [Eckner, 1998; Elmund et al. 1999]. La densité élevée de *E. coli* dans l'eau de la rivière Kalamu est peut-être une indication de la présence de micro-organismes entéropathogènes comme les salmonelles responsables des maladies comme la fièvre typhoïde et même le poliovirus sauvage responsable de la poliomyélite [Santé Canada, 1991].

Les résultats d'une enquête réalisée par Mambambu et collaborateurs [Mambambu, 2001] sur la gestion des déchets au niveau de la rivière Kalamu et ses riverains, ont montré que:

- 81,3 %, des parcelles de Boma jettent leurs ordures soit dans les torrents, soit dans la rivière.

- Seul 63,8 % des parcelles de Boma disposent des toilettes, soit 36,2 % des parcelles ne possédant pas des installations hygiéniques. On peut donc comprendre le nombre croissant des coliformes fécaux au fur et à mesure que la rivière traverse les zones habitées. On imagine que les matières fécales de ses 36,2% des parcelles se retrouvent d'une manière ou d'une autre avec le ruissellement des eaux des pluies dans cette principale rivière.

La sous alimentation de la ville de Boma en eau potable qui pousse la population à utiliser cette eau polluée pour les travaux ménagers et pour le bain ne peut qu'entraîner la forte prévalence des maladies d'origine hydrique comme l'indiquent les résultats du bureau central de la zone de santé de Boma représentés dans les différentes figures. En effet, les données épidémiologiques obtenues au Bureau Central de la Zone de Santé de Boma pour les années 2000 à 2005 montrent une croissance continue des diverses maladies d'origine hydriques.

Ceci explique la présence des maladies dues à la mauvaise gestion des matières fécales comme la poliomyélite malgré les différentes campagnes de vaccinations. Mais aussi des nombreux cas des diarrhées qui occasionnent des nombreux décès surtout chez les enfants.

La croissance permanente des trois maladies d'origine hydrique les plus importantes durant la période d'étude à Boma à savoir : l'amibiase, la diarrhée et la fièvre typhoïde, indique que la croissance démographique accentue la dégradation de l'environnement et les besoins en eau ce qui expose de plus en plus d'individus à ces maladies. Le pouvoir public et la mairie de Boma devraient améliorer la gestion des déchets et renforcer les services d'hygiène pour que les matières fécales ne se retrouvent plus dans l'eau de la rivière Kalamu en vue de préserver la santé de la population. Il n'a été heureusement pas constaté le cas de choléra dans la zone de santé de Boma durant notre période d'étude. L'apparition d'une maladie si contagieuse dans ces conditions serait catastrophique.

## CONCLUSION

Cette étude montre que l'eau de la rivière Kalamu de Boma est contaminée par les Coliformes totaux, fécaux et *Escherichia coli*. Cette contamination augmente au fur et à mesure que la rivière traverse les zones habitées, ce qui indique que cette pollution serait due à la mauvaise gestion des déchets. L'utilisation de cette eau impropre par la population pourrait être corrélée à l'augmentation des cas de maladies d'origine hydrique notamment les maladies diarrhéiques à la base de nombreux décès. La gestion durable des déchets et l'assainissement du milieu seraient un pas dans la bonne direction.

## RESUME

La ville de Boma comme la majorité de villes de la République Démocratique du Congo est dépourvue d'un programme d'assainissement adéquat. La rivière Kalamu, principal cours d'eau de cette ville, est devenue un lieu d'aboutissement de divers déchets municipaux. Pourtant l'eau de cette rivière est utilisée par la population de Boma pour divers travaux ménagers et pour la baignade. Ce qui expose cette population à de diverses maladies.

L'objectif de cette étude est de faire une analyse microbiologique de l'eau de la rivière Kalamu, recenser les principales maladies d'origine hydrique de la ville de Boma et voir leur évolution dans le temps afin d'établir un possible lien entre la pollution de l'eau et la recrudescence de ces maladies.

L'analyse documentaire des archives du Bureau Central de la Zone de Santé de Boma a permis de voir l'évolution des maladies dans le temps. Quant aux études bactériologiques elles ont été réalisées en faisant la culture des microorganismes provenant des échantillons d'eau récoltés dans des milieux de cultures appropriés.

Les résultats obtenus montrent la présence des germes-test de contamination à savoir les Coliformes totaux, Coliformes fécaux et *Escherichia coli* sur tous les sites de prélèvement. La présence de ces germes augmente au fur et à mesure que la rivière traverse les zones habitées ce qui indique l'effet des activités humaines sur la pollution des eaux de cette rivière. Les données obtenues de la zone de santé de Boma indiquent l'existence des maladies d'origine hydrique avec une croissance annuelle des cas pour les trois principales maladies hydriques à savoir : diarrhées, amibiases et fièvre typhoïde.

Cette étude montre que l'eau de la rivière Kalamu de Boma est contaminée suite à une mauvaise gestion des déchets. L'utilisation de cette eau impropre serait à la base des nombreuses maladies d'origine hydrique dont souffre la population.

**Mots clés :** rivière Kalamu, Coliformes totaux, Coliformes fécaux, *Escherichia coli*, maladies hydriques.

## REFERENCES ET NOTES

- Barthe C, Perron J et Perron JMR (1998). Guide d'interprétation des paramètres microbiologiques d'intérêt dans le domaine de l'eau potable. Document de travail (version préliminaire), ministère de l'Environnement du Québec.
- Bitton G (1999). Wastewater Microbiology. John Wiley & Sons, New York.
- Brion GM et Mao HH (2000). Use of total coliform test for watershed monitoring with respect to atypicals. J. Env. Engin.-ASCE, 126: 175-181.
- Coopération française (1988), Plan de développement Urbain de Boma, éd. Boma

- Craun GF**, Berger PS, Calderon RL (1997). Coliform bacteria and water borne disease outbreaks. *Journal of the American Water Works Association*, **89**(3): 96-104.
- Eckner KF** (1998). Comparison of membrane filtration and multiple-tube fermentation by the Colilert and Enterolert methods for detection of waterborne coliform bacteria, *Escherichia coli*, and enterococci used in drinking and bathing water quality monitoring in southern Sweden. *Appl. Env. Microbiol.*, **64**: 3079-3083.
- Edberg SC**, Rice EW, Karlin RJ, Allen MJ (2000). *Escherichia coli*: the best biological drinking water indicator for public health protection. *Journal of Applied Microbiology*, **88**: 106S-116S.
- Elmund G.K.**, Allen M.J. and Rice E.W. (1999). Comparison of *Escherichia coli*, total coliform and fecal coliform populations as indicators of wastewater treatment efficiency. *Water Environ. Res.*, **71**: 332-339.
- Mairie de Boma** (1997). Rapport annuel, ministère de l'intérieur et des affaires coutumières, Boma, RDC inédit
- Mambambu A** (2001). La gestion des Ordures dans la vallée de la rivière Kalamu, TFC, ISP-Boma/RDC ; inédit
- OMS** (2000). Directives de qualité pour l'eau de boisson; volume 2 – critères d'hygiène et documentation à l'appui. 2e éd, [www.who.int/water\\_sanitation\\_health/GDWQ/Summary\\_tables.13/7/2013](http://www.who.int/water_sanitation_health/GDWQ/Summary_tables.13/7/2013)
- OMS** (2013). Eau, assainissement et santé [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/fr/28/12/2013](http://www.who.int/water_sanitation_health/fr/28/12/2013).
- PNUE** (2005). L'Avenir de l'Environnement en Afrique / Notre Région-Notre Vie, Nairobi, Kenya.
- Santé Canada** (1991). La qualité bactériologique. Document de support aux « recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada ». [www.hc-sc.gc.ca/ehp/dhm/dpc\\_eau\\_qualite/eauguide.htm](http://www.hc-sc.gc.ca/ehp/dhm/dpc_eau_qualite/eauguide.htm) 12/7/2013.
- UNICEF** (2002). Enquête nationale sur la situation des enfants et des femmes MICS2/2001 <http://www.childinfo.org/files/drc.pdf> 13/7/2013.
- Wikipédia** (2013). Classification de Köppen, [http://fr.wikipedia.org/wiki/Classification\\_de\\_K%C3%B6ppen](http://fr.wikipedia.org/wiki/Classification_de_K%C3%B6ppen) 28/12/2013