Geo-Eco-Trop, 46, 1: 43-62.

Eléments d'appréciation d'un bassin versant en vue d'un contrat de rivière : Cas de la Kalamu à Boma (Kongo Central, RD. Congo)

Elements for the assessment of a watershed towards a river contract: Case of the Kalamu at Boma (Kongo Central, DR. Congo)

Alexis VUNI SIMBU[1]*, Serge PANGU SANGHY[2] , Philippe MABIALA MULOMBA[3] , Françis LELO NZUZI[4] , Rubin KOY KASONGO[5] , Jules ALONI KOMANDA[6] , François MALAISSE[7] & Clément NZAU UMBA-DI-MBUDI[8]

Abstract: In the watershed of the Kalamu river, the demographic upsurge is accompanied by an improper use of water, pedological and vegetable resources. The anthropic activities in the watershed are very varied, liable of creating environmental pollution problems. The city of Boma in general and the Kalamu watershed in particular expand without neither an efficient sanitation system nor an integrated water resources and related ecosystems management programme. The investigation carried out in the watershed reveals that at present, rivers are used by local population as landfills for dumping both municipal wastewater and domestic solid wastes, severely menacing human health and the environment. The results of the physico-chemical analyses indicate that water of the Kalamu watershed is of acceptable quality for various uses, whilst the bacteriological analyses put in evidence of a heavy of total coliforms, fecal and *Echerichia coli*, making its consumption dangerous as drinking water and for swining. Thus, a river contract using the assessed elements of the Kalamu watershed is needed to restore the health integrity of this aquatic ecosystem.

Key words : Kalamu, Watershed, River, River contract, Boma.

Résumé : Dans le bassin versant de la rivière Kalamu, la poussée démographique s'est accompagnée d'une utilisation abusive des ressources hydriques, pédologiques et végétales. Les activités anthropiques dans le bassin versant sont très variées, susceptibles de créer des problèmes de pollution environnementale. La ville de Boma en général et le bassin versant de la Kalamu en particulier se développent sans un système efficace d'assainissement et un programme de gestion intégrée des ressources en eau et des écosystèmes connexes. L'investigation réalisée dans ce bassin versant révèle que la rivière devient actuellement un lieu d'aboutissement de divers déchets liquides municipaux et solides domestiques qui en font une décharge publique sauvage des populations riveraines, menaçant sévèrement la santé humaine et l'environnement. Les résultats des analyses physico-chimiques montrent que les eaux du bassin versant de la Kalamu sont de qualité acceptable pour des usages variés, tandis que les analyses bactériologiques mettent en évidence une forte présence de coliformes totaux, fécaux et *Echerichia coli*, rendant sa consommation dangereuse comme eau de boisson et de baignade. Un contrat de rivière utilisant les éléments évalués du bassin versant de la rivière Kalamu est donc nécessaire pour restaurer la sante intégrale de cet écosystème aquatique.

Mots clés : Kalamu, Bassin versant, Rivière, Contrat de rivière, Boma.

[1*]Assistant, Groupe de recherche Groupe de recherche Géo-Hydro-Energie/Mention Géosciences, Faculté des Sciences et Technologies, Université de Kinshasa, B.P. 190 Kinshasa XI, République Démocratique du Congo, Adresse mail : vunitresor@gmail.com , auteur de contact.
[2] Professeur, Mention Géosciences, Faculté des Sciences et Technologies, Université de Kinshasa, B.P. 190 Kinshasa XI, République Démocratique du Congo, Adresse mail : romserge.pangu@gmail.com
[3]Assistant, Laboratoire Central d'Analyses (Commissariat Général à l' Energie Atomique/ Centre Régional d'Etudes Nucléaires de Kinshasa (CREN-K BP 868 Kinshasa XI), Université de Kinshasa, B.P. 190 Kinshasa XI, République Démocratique du Congo, Adresse mail : phimabiala63@gmail.com
[4] Professeur Ordinaire, Mention Géosciences, Faculté des Sciences et Technologies, Université de Kinshasa, B.P. 190 Kinshasa XI, République Démocratique du Congo, Adresse mail : lelolonzuzi@yahoo.fr
[5] Professeur Ordinaire, Laboratoire de Pédo-Géochimie/ Mention Géosciences, Faculté des Sciences et Technologies, Université de Kinshasa, B.P. 190 Kinshasa XI, République Démocratique du Congo, Adresse mail : kasongo125@yahoo.fr
[6] Professeur émérite, Mention Géosciences, Faculté des Sciences et Technologies, Université de Kinshasa, B.P. 190 Kinshasa XI, République Démocratique du Congo, Adresse mail : alonikomanda@gmail.com
[7] Professeur émérite, Unité Biodiversité et Paysage, Gembloux Agro-Bio Tech, Université de Liège, Belgique, Adresse mail : malaisse1234@gmail.com
[8] Professeur, Groupe de recherche Géo-Hydro-Energie/ Mention Géosciences, Faculté des Sciences et Technologies, B.P. 190 Kinshasa XI, République Démocratique du Congo, Adresse mail : clement.mbudi@unikin.ac.cd

INTRODUCTION

Face à l'explosion démographique et la multiplication des activités anthropiques, aujourd'hui la Rivière Kalamu située à Boma dans la Province du Kongo Central en République Démocratique du Congo, et tout son bassin versant, se trouvent confrontés à la dégradation environnementale et à la pollution de l'eau par des activités humaines non contrôlées, dont les rejets des déchets ainsi que la mauvaise opération des latrines entraînant des nuisances dans l'environnement.

Indispensable à la vie sous toutes formes et dimensions, l'eau est nécessaire non seulement pour tous les êtres vivants, mais aussi au développement des sociétés humaines (ABRAHAM, 1991). En effet, l'eau participe à des nombreux usages (domestique, hydroélectricité, industrielle, agricole, etc.). Certaines utilisations peuvent avoir un impact sur cette ressource et compromettre à la fois le bon fonctionnement du milieu naturel et des autres usages qui en dépendent (ANCTIL, 2008). Sa protection est cependant complexe à gérer suite à la diversité des problèmes qui impliquent la prise en compte du fonctionnement du milieu physique, biophysique et anthropique.

Depuis Dublin 1992 et le sommet « Planète terre » de Rio (ONU, 1993), la notion de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) a progressivement pris en compte une « gestion coordonnée de l'eau, de l'usage de la terre et des ressources connexes, en vue de maximiser, de manière équitable, le bien-être économique et social, sans pour autant compromettre la pérennité des écosystèmes vitaux » (GWP - Global Water Parnership, 2000). Lors de réunions ultérieures, en particulier le Sommet mondial pour le développement durable de Johannesbourg de 2.002, on a de nouveau souligné que la GIRE est un critère nécessaire du développement durable, dans le sens qu'elle est un processus qui favorise l'exploitation coordonnée et la gestion de l'eau, des sols et des ressources connexes pour offrir, de façon équitable, un maximum de bien-être économique et social sans compromettre la viabilité des écosystèmes vitaux (GWP -Global Water Parnership, 2000).

Ainsi, les catastrophes liées à l'eau comme les inondations et les sécheresses doivent être intégrées dans la gestion des ressources en eau en privilégiant les interactions avec les activités humaines et la structuration des politiques publiques et elle n'appartient pas seulement au domaine de la technique, non plus à la disponibilité (SIWI, 2006), mais requiert une approche intégrée et transversale aux dimensions environnementale, économique, sociale et culturelle ancrée dans les réalités locales en partenariat avec les acteurs de l'eau, comme développé au 4ème Forum mondial de l'eau à Mexico en mars 2006, concernant des actions locales pour un défi global (ROSILLON, 2006). Les contrats de rivières sont des outils de gestion basés sur la philosophie de la GIRE. Le concept « contrat de rivière » tire ses fondements du principe selon lequel, la rivière est un théâtre d'enjeux, de conflits, de réflexions et d'actions partagées entre diverses fonctions naturelles et divers usages de l'eau. Il s'agit de mettre autour d'une même table tous les acteurs de la vallée, représentants des mondes politique, administratif, enseignant, socio-économique, associatif, scientifique, les habitants d'un même bassin, et les usagers d'un même cours d'eau, en vue de définir ensemble un programme d'actions de restauration des cours d'eau, de leurs abords et des ressources en eau du bassin.

En Europe la gestion intégrée des ressources en eau à l'échelle du bassin hydrologique est règlementée par la Directive Cadre sur l'Eau (DCE, 2000), dont la « Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques » (LEMA, 2006) est la transposition en droit français. De nombreux outils d'aide à la gestion de la ressource et à la prise de décision, basés sur des approches scientifiques et intégratives, sont actuellement développés. Ces outils présentent un caractère de sophistication tel que le coût de leur développement et de leur usage approprié dépasse les capacités des organismes gestionnaires ou des collectivités. C'est en France, en 1.981, que l'on a vu naître les premiers contrats de rivières.

A l'instar d'autres régions du monde, l'Afrique centrale s'est engagée depuis 2007, lors de la 13ème session ordinaire de la Conférence des Chefs d'Etat et de Gouvernement de la Communauté Economique des Etats de l'Afrique Centrale (CEEAC), à promouvoir la GIRE en tant que modèle pour la gestion des ressources en eau dans cette partie du continent et à mettre en place le Système Régional d'Information sur l'Eau (SIE). Cette initiative, soutenue par le financement de la Banque Africaine de Développement (BAD), avait permis depuis juin 2.014 aux Etats de l'Afrique Centrale de se doter de leur Plan d'Action Régional pour la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (PARGIRE).

La Belgique compte actuellement 18 contrats de rivière couvrant ainsi 80% du territoire wallon. De telles expériences ont déjà été réalisées avec succès au Burkina Faso dans la vallée de Sourou par l'équipe du Dr. Rosillon pour sauver la rivière Sourou en détresse hydrique. Lors du premier colloque international sur l'eau en République Démocratique du Congo, organisé par l'Université de Kinshasa en mai 2.007, Monsieur Detienne avait présenté la communication du Dr. Rosillon portant sur le contrat de rivière. C'est en 2.013, grâce au soutien du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), que l'Association des Usagers du Bassin versant de la Rivière Lukaya était parvenue à consolider l'approche GIRE. Actuellement la République Démocratique du Congo compte un seul contrat de rivière, celui de la Rivière Lukaya.

L'objectif principal de la présente recherche est de faire une analyse de la politique de gestion actuelle des ressources en eau dans le bassin versant de la rivière Kalamu en vue d'élaborer des stratégies nécessaires pour la

mise en œuvre d'une GIRE à travers le contrat de rivière. De manière spécifique, l'étude a mis un accent particulier sur les activités suivantes : (i) Analyser le système d'assainissement actuel des eaux usées et des déchets solides, (ii) Proposer des travaux d'entretien de la rivière et son bassin versant, (iii) Sensibiliser la population sur l'utilisation durable des ressources en eau et des écosystèmes aquatiques du bassin versant, (iv) Réaliser des analyses physico-chimiques et microbiologiques des eaux du bassin versant, (v) Mettre en place un cadre de concertation permanente des communautés locales et des acteurs, (vi) Proposer un programme de renforcement des capacités des communautés locales sur le contrat de rivière, (vii) Réaliser une étude socio-économique et environnementales dans le bassin versant, (viii) Évaluer la qualité de l'eau de la rivière.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Milieu d'étude

Le bassin versant de la rivière Kalamu intègre la ville de Boma. La Kalamu prend sa source en milieu rural sur la route de Matadi sur un site marécageux situé à une altitude de 300 m d'où elle descend par plusieurs chutes rocheuses d'une colline en pleine forêt, pour atterrir aux pieds de cette colline à 181 m d'altitude en pleine savane. Plus loin, la rivière se scinde et draine les villages de Kimbanza, Nkazu et Kinkudu avant de se jeter dans le Fleuve Congo aux environs du port de Boma (Figure 1, présentée à la page suivante). Son profil en long est assez variable et connait des nombreux affluents sur son trajet. Ce bassin versant a une superficie de 68,8 km^2 et un périmètre de 44,4 km. Il règne à Boma un climat tropical humide caractérisé par deux saisons bien contrastées : la saison sèche allant de mai à la fin octobre et la saison pluvieuse pour le reste de l'année. La température moyenne est de 25,2^{0}C, les précipitations annuelles moyennes sont de 1.693 mm et l'humidité relative annuelle moyenne est de 79,4%. Sous ces conditions climatiques, la végétation de Boma est constituée par une forêt claire et une savane boisée, qui font suite à la forêt dense humide du Mayumbe. Le sol a des possibilités pour les cultures vivrières, telles que le manioc, le riz, le maïs, le haricot (VUNI et al., 2020) et son lit au maraîchage.

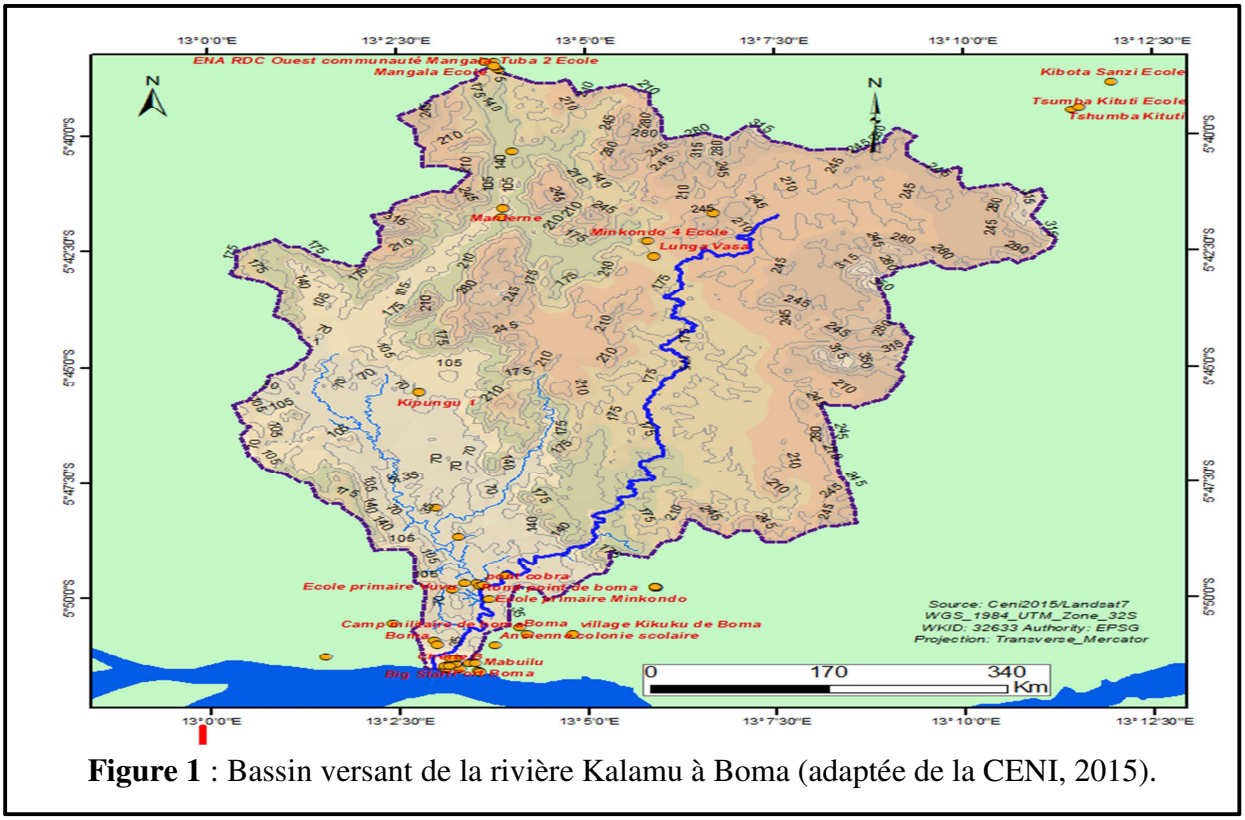


Figure 1 : Bassin versant de la rivière Kalamu à Boma (adaptée de la CENI, 2015).

Approche méthodologique

Pour la collecte des données, les techniques suivantes ont été utilisées à savoir : la recherche documentaire, l'observation directe, l'interview, et l'échantillonnage. L'interview a été utilisée auprès des responsables des bureaux administratifs municipaux, acteurs du bassin versant et à la zone de santé afin d'obtenir les informations

utiles pour une bonne connaissance du milieu. Pour un bon diagnostic de l'écosystème étudié, il nous a paru important de dresser d'abord un état des lieux en consultant la littérature disponible sur la gestion intégrée des ressources en eau, le contrat de rivière, la qualité de l'eau et des études antérieures sur le bassin versant de la Kalamu. Cette revue de littérature a été suivie par des observations directes sur le terrain. Des échantillons ont été prélevés tout le long de la rivière, depuis Intu-popi jusqu'à l'exutoire, constituant un total de 9 prises. Le choix des points d'échantillonnage a été effectué après avoir pris connaissance du terrain de manière à être représentatifs des diverses activités pratiquées dans le bassin versant. Les principaux sites de prélèvement sont les suivants : Intu-popi, Mbangu, Kifua, Sindi, Kabondo, Pont ville, Sinaï, premier bassin et exutoire (Tableau 1). A chaque point d'échantillonnage, les coordonnées géographiques (altitude, longitude, latitude) ont été mesurées à l'aide d'un GPS Garmin 64 st.

Tableau 1 : Principaux sites échantillonnés.

Code des sites de prélève-ment	Latitude Sud	Longitude Est	Code des sites de prélève-ment	Latitude Sud	Longitude Est
FSG 202101	5°48'14,25''	13°3'13,83''	FSG 202106	5°49'43,69''	13°3'44,52''
FSG 202102	5°48'19,62''	13°2'41,46''	FSG 202107	5°49'44,22''	13°3'42,80''
FSG 202103	5°51'4,72''	13°3'14,12''	FSG 202108	5°51'22,50''	13°2'56,46''
FSG 202104	5°48'15,23''	13°3'15,09''	FSG 202109	5°49'42,36''	13°3'36,63''
FSG 202105	5°48'44,96''	13°3'44,15''			

Sources : Alexis VUNI SIMBU, 2022

Analyses et traitement des données

Les matériels utilisés pour le laboratoire sont les suivants : Incubateur (MELAG), Unité de filtration à Membrane, Boîtes de Petri, Milieux de culture, Pinces brucelles, Autoclave, Agitateur magnétique chauffant (Wils), Balance de précision (KERN), Motopompe, Alcool, Flamme, conductimètre, pH-mètre. Le traitement des données des enquêtes a été effectué à l'aide du logiciel SPSS 19. Pour l'élaboration des cartes, nous avons utilisé ArcGIS 10.8 et Qgis 3.18.

RÉSULTATS

Activités humaines dans le bassin versant

Les activités humaines sont intenses dans l'ensemble du bassin versant de la Kalamu, parce que la majorité de la population locale ne vit que de l'agriculture péri et intra-urbaine. Ce bassin versant offre des nombreux autres services écologiques exploités pour la survie au quotidien de la population. Parmi ces activités, les principales sont l'agriculture, la pêche, l'extraction de sable, les carrières de pierres, la fabrication de briques, la lessive, la baignade, et le lavage des voitures et motos.

La pratique agricole est encore traditionnelle et extensive. Le bassin versant de la Kalamu à Boma est un secteur dominé par une activité agricole centrée principalement sur le maraîchage (Figures 2a et 2b) utilisant les engrais minéraux. Les jardins se font tout au long de la rivière, les cultures varient selon les saisons et se font généralement par plates-bandes.

Ce sont des produits vivriers : maniocs, maïs, patates douces, arachides, haricots, petits pois, bananes plantains, piments, taros, ignames, cannes à sucres, oignons, épinards, choux de chine, céleris, les légumes, tomates, ails, et aubergines. Certains jeunes, pour payer leurs études, cultivent principalement des légumes

(céleris, oseilles, tomates, épinards, amarantes, piments, aubergines, salades, choux pommés, gombos) dans le bassin versant.

Figures 2a et 2b : Maraîchages dans le bassin versant.
Sources : Alexis VUNI SIMBU, Novembre 2021/Bassin versant de la rivière Kalamu à Boma.

Cette activité a besoin de l'eau, avec néanmoins un impact sur cette ressource à cause de l'usage abusif des engrais minéraux qui polluent le versant. Les techniques culturales pratiquées ne sont pas favorables à l'environnement et à la protection des ressources naturelles telles que les eaux, la végétation et les sols. Il s'agit de l'agriculture itinérante sur brûlis dont les conséquences sont entre autres la dégradation des terres et la destruction de la végétation.

La pêche par battue (Figure 3c) est une activité plutôt pratiquée par des jeunes gens comme un moyen de vivre. Elle est artisanale, peu développée et pratiquée occasionnellement parce que la rivière, contrairement à jadis, est actuellement peu poissonneuse, signature d'un écosystème aquatique en mauvaise santé, vraisemblablement suite à la pollution. La pêche à la ligne est pratiquée aussi par la population jeune pour la capture de subsistance. Les poissons constituent une source alimentaire très importante pour plusieurs familles dans la ville de Boma. À ce jour, la pêche reste essentiellement artisanale, orientée vers la capture des poissons.

Figure 3c : Pêche artisanale dans le bassin versant.
Source : Alexis VUNI SIMBU, Novembre 2021/Bassin versant de la rivière Kalamu à Boma.

La Figure (4d) montre une carrière de pierres et la Figure (4e) le concassage manuel des grosses pierres pour la production de caillasses de diverses dimensions à la périphérie de la ville. Le site est divisé en espaces appartenant à un groupe d'individus appelé « chef de terre ». Ces carrières produisent les matériaux utilisées dans la construction des maisons dans la ville de Boma. Les clients procurent les blocs de pierres que les jeunes doivent ensuite concasser manuellement en caillasses. A l'époque de l'enquête (2021), le cours de change était

de 1 dollar pour 2.000 Francs Congolais, le pousse-pousse de caillasses coutait 20.000 Francs Congolais (10 dollars), un camion benne de 20 tonnes revenait à 180.000 Francs Congolais (90 dollars).

Figures 4d : Carrière de pierre et 4e : Concassage manuel pour la production de caillasses,
Source : Alexis VUNI SIMBU, novembre 2021/Bassin versant de la rivière Kalamu à Boma.

L'extraction du sable (Figure 5f) est une activité lucrative dans le bassin versant de la rivière Kalamu. La quantité de sable tiré du lit de la rivière est importante pendant les deux saisons (sèche et pluvieuse). L'extraction artisanale du sable tout comme celle des pierres perturbent évidemment systématiquement des écosystèmes aquatiques du fait que cela trouble l'eau et remet en suspension des polluants en métaux lourds enfouis dans les sédiments, lesquels entrent finalement dans la chaîne d'eutrophisation.

Figure 5f : Carrière de sable dans le bassin versant.
Source : Alexis VUNI SIMBU, Novembre 2021/Bassin versant de la rivière Kalamu à Boma.

La fabrication des briques cuites et adobes (Figures 6g et 6h) est surtout développée pendant la saison sèche qui en facilite le séchage. C'est une pratique artisanale très ancienne, qui a toujours contribué à la construction dans la ville. La production est de 150 à 200 briques/personnes/jour, tandis qu'un four de briques adobes pour leur cuisson peut contenir jusqu'à 10.000 pièces. Les briques sont brûlées à l'aide de bois provenant des arbres fruitiers et non fruitiers qu'on trouve dans le voisinage. Les briquetiers utilisent beaucoup de bois fournis par des particuliers qui s'improvisent bucherons.

3c

Figures 6g et 6h : Fabrication des briques cuites et adobes.
Source : Alexis VUNI SIMBU, novembre 2021/Bassin versant de la rivière Kalamu à Boma.

Figure 7j : Lieu de nettoyage des motos et Figure 7i : Lieu de baignade.
Source : (Alexis VUNI SIMBU, Novembre 2021/Bassin versant de la rivière Kalamu à Boma).

Le nettoyage des motos est une des activités anthropiques majeures à la base de la pollution de l'eau de la rivière Kalamu. Il est donc déconseillé de se baigner n'importe où dans la rivière, surtout que l'eau de la rivière Kalamu est polluée. Cette pollution serait liée en outre aux autres activités humaines le long de la rivière et au déversement des déchets issus des maraichères et des ménages. Les risques pour la santé humaine et de l'environnement sont multiples. La rivière Kalamu constitue ainsi une source de menace permanente en maladies d'origine hydrique. En effet, les dépôts sauvages des déchets représentent des milieux favorables à la prolifération d'une part, de germes de tout genre, et d'autre part, de divers arthropodes (mouches, moustiques) et des rongeurs qui peuvent être porteurs de typhus, leptospirose, salmonellose, trichinose, histoplasmose et tularémie (VUNI et al., 2020).

Outre le fait que la population ne connaissait pas la notion de la GIRE, nous remarquons (Figure 8) un taux dominant de 26% (manque de financement) contre 16% (absence d'une structure des acteurs pour appliquer cette politique), il s'en suit un taux de 15% (non implication des structures locales), 12% (non implication des acteurs et parties prenantes), 12% (mentalité des populations et acteurs locales), 9% (manque de motivation des populations locales) 7% (manque de sensibilisation des acteurs sur la GIRE) et un taux de 3% (manque d'implication de l'état). Par rapport aux données représentées à la Figure 9, nous pouvons conclure que l'impact sur l'environnement est évident, d'abord sur le plan physique par l'inondation qui représente le principal retentissement et la disparition des poissons qui constitue le moindre choc. Signalons aussi la présence de déchets dans et en bordure de la rivière comme mode d'évacuation non approprié des ordures.

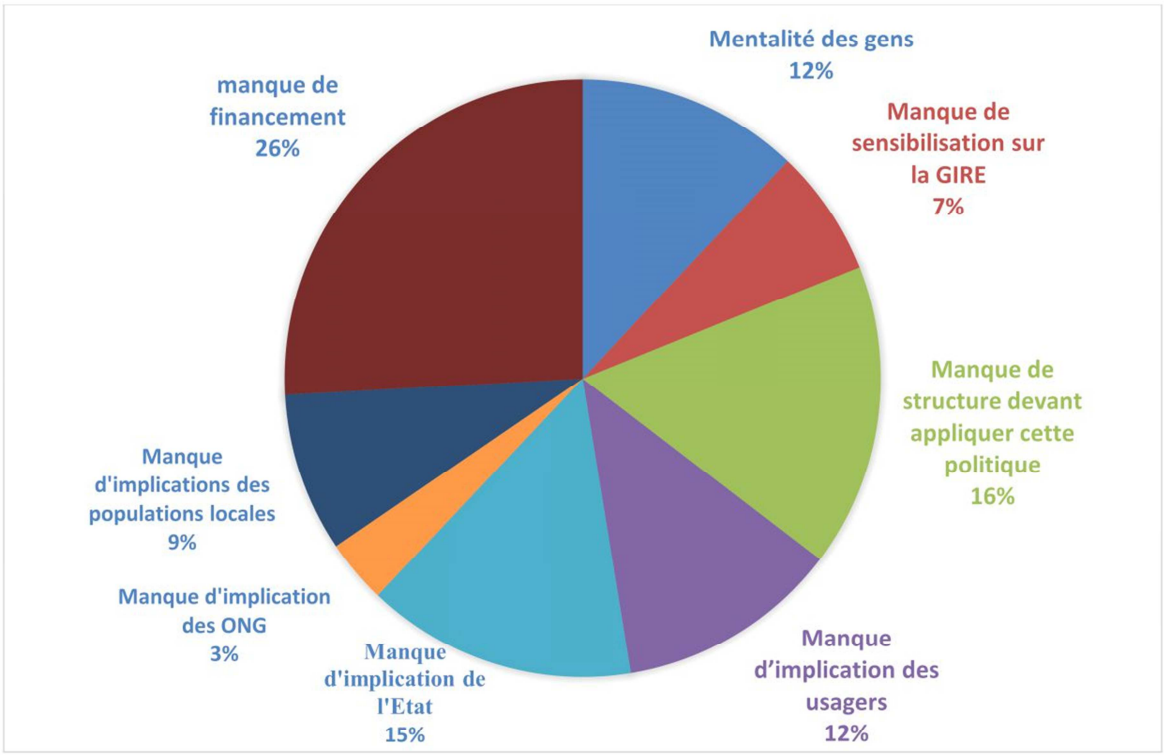


Figure 8 : Organisation de la GIRE dans le bassin versant de la Kalamu à Boma.

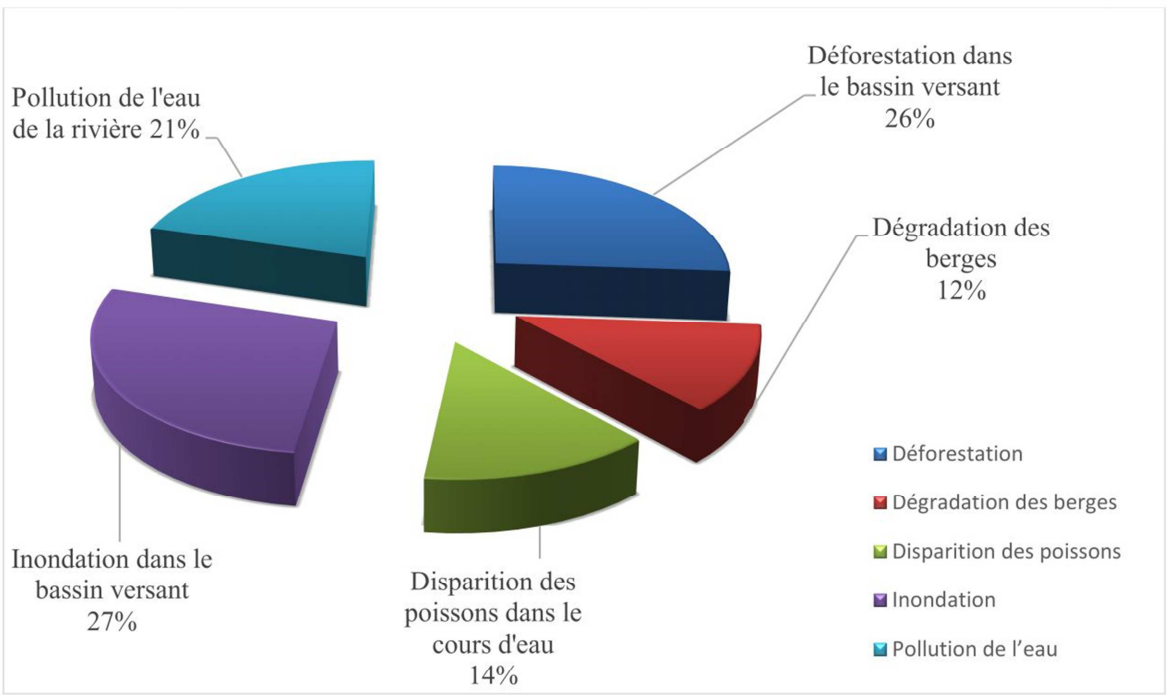


Figure 9 : Impacts des activités humaines dans le bassin versant de la rivière Kalumu à Boma

En ce qui concerne les impacts des activités humaines dans le bassin versant de la Kalamu (Figure 9), la majorité des répondants avec un taux de 27% pense aux inondations contre 26% pour la déforestation, 21%

pollution de l'eau de la rivière, 14% disparition des poissons dans le cours d'eau, et 12% dégradation des berges. Les autres impacts observables sur le bassin versant sont nombreux et ont déjà été décrits ailleurs (VUNI et al., 2020).

La Figure 11présente les modes d'évacuation des ordures par la population dans le bassin versant de la rivière Kalamu à Boma. Elle prend en considération 580 ménages. Elle montre que 250 ménages, soit 43% pratiquent le rejet dans les rivières ; 70 ménages, soit 12% pratiquent le dépôt dans la rue ; 65 ménages, soit 11% pratiquent le compostage ; 60 ménages, soit 10% pratiquent l'incinération sur place ; 50 ménages, soit 9% pratiquent dépôt dans les caniveaux ; 45 ménages, soit 8% pratiquent l'enfouissement sur place, et enfin 40 ménages, soit 7% pratiquent le dépôt dans les champs.

Figure 10 k: L'impact des activités humaines dans le bassin versant.
Source : (Alexis VUNI SIMBU, Novembre 2021/Bassin versant de la rivière Kalamu à Boma).

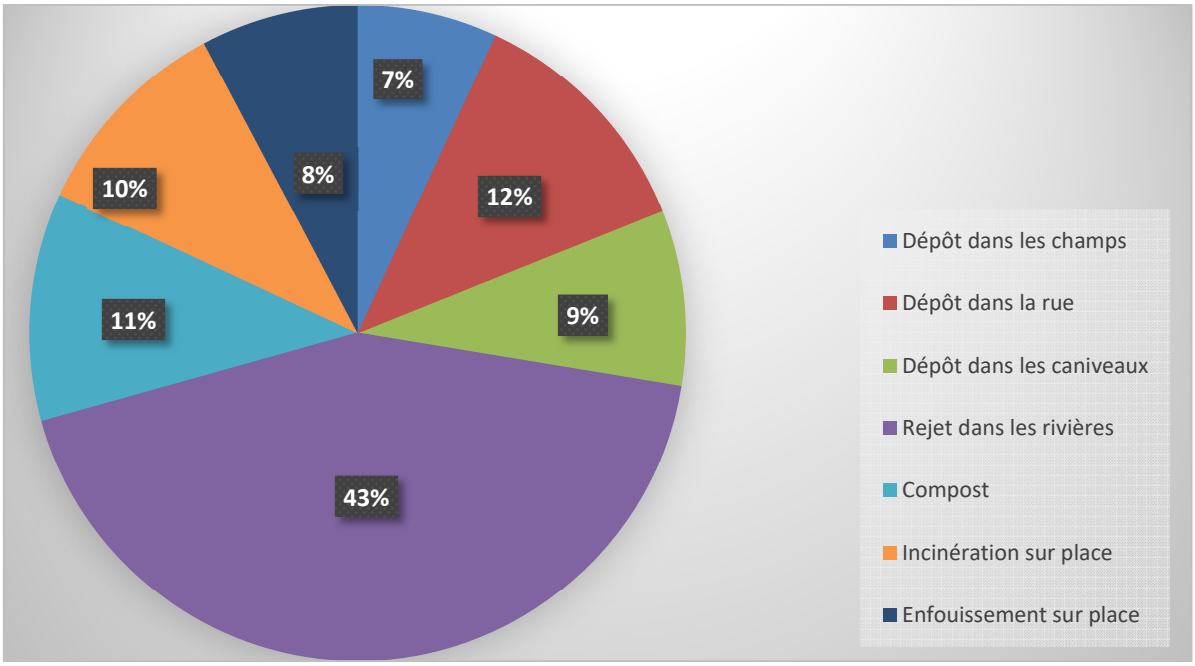


Figure 11 : Modes d'évacuation des déchets.

Le rejet des immondices dans les rivières (Figures 12l et 12m) est donc de loin le mode le plus utilisé d'évacuation des déchets exprimé par la grande majorité des personnes enquêtées. Ce rejet diminue la section d'écoulement des eaux et donc susceptible de causer des inondations.

Par rapport à l'évacuation des déchets, 43% utilisent le rejet dans les rivières, 9% dépôt dans les caniveaux, 12% dépôt dans la rue, 7% dépôt dans les champs, 8% l'enfouissement sur place, 10% incinération sur place et 11% le compost.

Figures 12l et 12m: Présence des déchets solides dans le cours d'eau.
Source : Alexis VUNI SIMBU, Novembre 2021/Bassin versant de la rivière Kalamu à Boma.

L'absence d'un service public de ramassage des ordures ménagères dans le bassin versant explique le recours à ces différents modes d'évacuation non hygiéniques. Le manque de stratégie adaptée de gestion des déchets et le déficit d'infrastructures (centre de transfert, tris, points de regroupement, décharges finales) de gestion provoque une anarchie dans toute la filière d'assainissement.

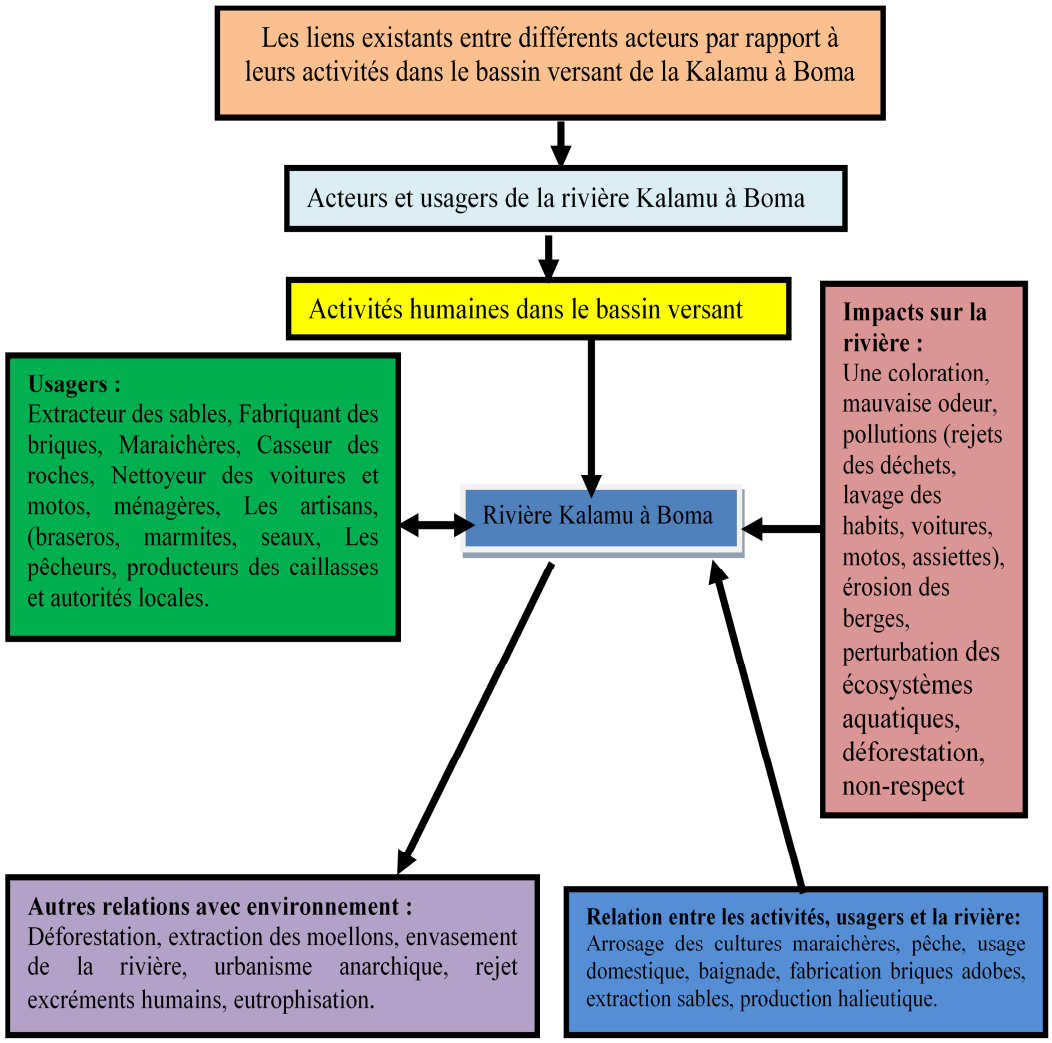
Il résulte de cette négligence la présence de dépôts sauvages un peu partout dans le bassin versant de la rivière Kalamu à Boma (VUNI et al., 2020). Pourtant, d'après nos enquêtes sur terrain, il existe bien des liens entre les différents acteurs par rapport à leurs activités dans le bassin versant de la rivière Kalamu à Boma (Figure 13, reprise à la page suivante).

Ces dépôts sauvages représentent, des milieux favorables à la prolifération d'une part, de germes responsables des maladies et infections de tous genres, et d'autre part, des arthropodes (mouches, moustiques) et des rongeurs qui peuvent être porteurs de typhus, leptospirose, salmonellose, trichinose, histoplasmose et tularémie (WANGA et al., 2015) et surtout dans notre contexte, le paludisme récurrent et autres maladies d'origine hydrique.

Ces dépôts sauvages représentent, des milieux favorables à la prolifération d'une part, de germes responsables des maladies et infections de tous genres, et d'autre part, des arthropodes (mouches, moustiques) et des rongeurs qui peuvent être porteurs de typhus, leptospirose, salmonellose, trichinose, histoplasmose et tularémie (WANGA et al., 2015) et surtout dans notre contexte, le paludisme récurrent et autres maladies d'origine hydrique.

Par ailleurs, les analyses physico-chimiques de l'eau dans le bassin versant révèlent une nette variation des paramètres entre les différents points de prélèvements (Tableau 2). Cette situation peut être causée par la variété des activités anthropiques exercées dans le bassin versant : rejets directs des déchets solides, liquides domestiques, de lixiviats, nettoyage des motos et voitures, garage au bord de la rivière et effluents des huileries.

Figure 13: Liens entre différents acteurs par rapport à leurs activités dans le bassin versant de la rivière Kalamu à Boma.



(Source : Alexis VUNI SIMBU, 2021/Enquête sur le terrain).

Les résultats des analyses microbiologiques indiquent la présence des coliformes totaux, entérocoques et *Escherichia coli* à des niveaux indiquant une contamination sévère du bassin versant de la rivière (Tableau 3). La contamination fécale dépasse les normes pour une utilisation domestique notamment lessive et baignade) et agricole avec plusieurs risques sanitaires pour la santé humaine. Le bassin versant fait face à des activités humaines entrainant la pollution fécale dans la rivière.

Tableau 2: Résultats des analyses physico-chimiques.

N°	Point de prélèvement	Conductivité électrique (µS/cm)	pH	TDS	Pressions urbaines	Activités majeures
1	Kalamu (Intu popi)	165	7.08	80	Absences de la population	Zone agricole, lessive et baignade, et non résidentielle
2	Kalamu (Sinai)	109	7.17	56	Tissu urbain continu	Zone agricole et résidentielle
3	Kalamu (1er bassin)	253	6.97	127	Forte densité de la population	Zone agricole et résidentielle
4	Kalamu (Pont ville)	228	7.00	114	Forte densité de la population	Zone agricole et résidentielle
5	Kalamu (Exutoire)	251	6.82	126	Forte densité de la population	Zone agricole et résidentielle
6	Sindi	286	7.02	145	Tissu urbain continu	Zone agricole, résidentielle, lessive et baignade
7	Kifua	271	7.12	137	Tissu urbain continu	Zone agricole, résidentielle et nettoyage des motos, voitures, lessive et baignade
8	Mbangu	914	7.40	402	Forte densité de la population	Zone agricole, résidentielle et nettoyage des motos, voitures, lessive et baignade
9	Kabondo	914	7.40	402	Forte denité de la population	Zone résidentielle et agricole
	Norme OMS	1.200	65-85	600		

Sources : Alexis VUNI SIMBU, 2022

Figure 14n : Matières fécales dans le cours d'eau.
Source : Alexis VUNI SIMBU, Novembre 2021/Bassin versant de la rivière Kalamu à Boma.

Tableau 3: Résultats des analyses microbiologiques.

N°	Point de prélèvements	*Escherichia coli* (UFC/ 100 ml)	Coliformes totaux (UFC/ 100 ml)	Entéroco-ques (UFC/100 ml)	Pressions urbaines	@
1	Kalamu (Intu-popi)	2.160	Au-delà de 4.000 colonies	1.400	Absence de la population	α
2	Kalamu (Sinaï)	470	Au-delà de 4.000 colonies	3.000	Tissu urbain continu	β
3	Kalamu (1er bassin)	420	Au-delà de 4.000 colonies	5.700	Forte densité de la population	γ
4	Kalamu (pont ville)	1.600	Au-delà de 4.000 colonies	1.500	Forte densité de la population	β
5	Kalamu (exutoire)	600	Au-delà de 4.000 colonies	600	Forte densité de la population	β
6	Sindi	300	Au-delà de 4.000 colonies	300	Tissu urbain continu	δ
7	Kifua	2.160	Au-delà de 4.000 colonies	2.160	Tissu urbain continu	ε
8	Mbangu	510	Au-delà de 4.000 colonies	510	Tissu urbain continu	ε
9	Kabongo	3.200	Au-delà de 4.000 colonies	3.200	Forte densité de la population	γ

Sources : Alexis VUNI SIMBU, 2022

Avec α = Zone agricole, lessive, baignade et non résidentielle ; β = Zone agricole et résidentielle ; γ = Zone résidentielle et agricole ; δ = Zone agricole, résidentielle, lessive et baignade ; ε = Zone agricole, résidentielle, nettoyage des motos, voitures et baignades.

Maladies d'origines hydriques

Ce sont des maladies causées notamment par l'eau contaminée par des déchets humains et animaux dont les vecteurs ont une partie de leur cycle de développement se faisant dans l'eau ou par voie chimique. Les maladies hydriques comprennent entre autres : le choléra, la typhoïde, la polio, la méningite, l'hépatite A et E, la diarrhée, et le paludisme. Ces maladies sont dues à la mauvaise qualité de l'eau.

Ces maladies peuvent être évitées si l'eau est traitée avant la consommation ou d'être utilisée. La figure 14 donne le type de maladies et le nombre de cas entre 2010 à 2021. Ces maladies affectent tout le pays. Cependant, elles peuvent être contrôlées facilement grâce à une meilleure hygiène, mais aussi à l'approvisionnement adéquat en eau potable. D'ailleurs, la population de la ville de Boma sous-estime les risques pathologiques qui pèsent sur elle. Les maladies hydriques causées principalement par les eaux contaminées provoquent chaque année plusieurs cas de diarrhées simples, diarrhées avec déshydratation, diarrhées avec déshydratation sévère et fièvres typhoïdes. La plus fréquente est la fièvre typhoïde, elle a culminé entre 2013 et 2014, puis 2018 et 2019 à plus de 6.000 cas/an). Ces chiffres sont curieusement proches aux années des graves inondations de Novembre 2015 (4 morts) et Décembre 2016 (50 morts) (VUNI et al., 2020).

Le risque hydrique survient de manière directe ou indirecte par un contact de l'eau contaminée ou eau usée avec la peau et les muqueuses par l'intermédiaire d'aliments ou d'air contaminés de qualité impropre, des végétaux consommés crus et des poissons. Les contaminants hydriques sont essentiellement de nature biologique ou chimique (OMS, 1994). Les premiers sont des bactéries (saprophytes, opportunistes ou pathogènes), des virus, des parasites, des fungi et des (micros) algues.

Le risque hydrique microbien est de loin le plus évident à l'échelle mondiale. Il se manifeste à court terme et il est d'origine « fécale ». Dans les pays développés, il survient le plus souvent dans des circonstances accidentelles, mais il revêt un aspect permanent et chronique dans les pays en développement, du fait d'une maitrise insuffisante de la gestion des eaux usées résiduaires et d'alimentation. Pour assurer une protection de la

population vis-à-vis des risques hydriques liés aux eaux d'alimentation, la gestion technique et sanitaire doit être la plus préventive possible et, à ce titre, s'appliquer dès le choix de la réalisation des installations.

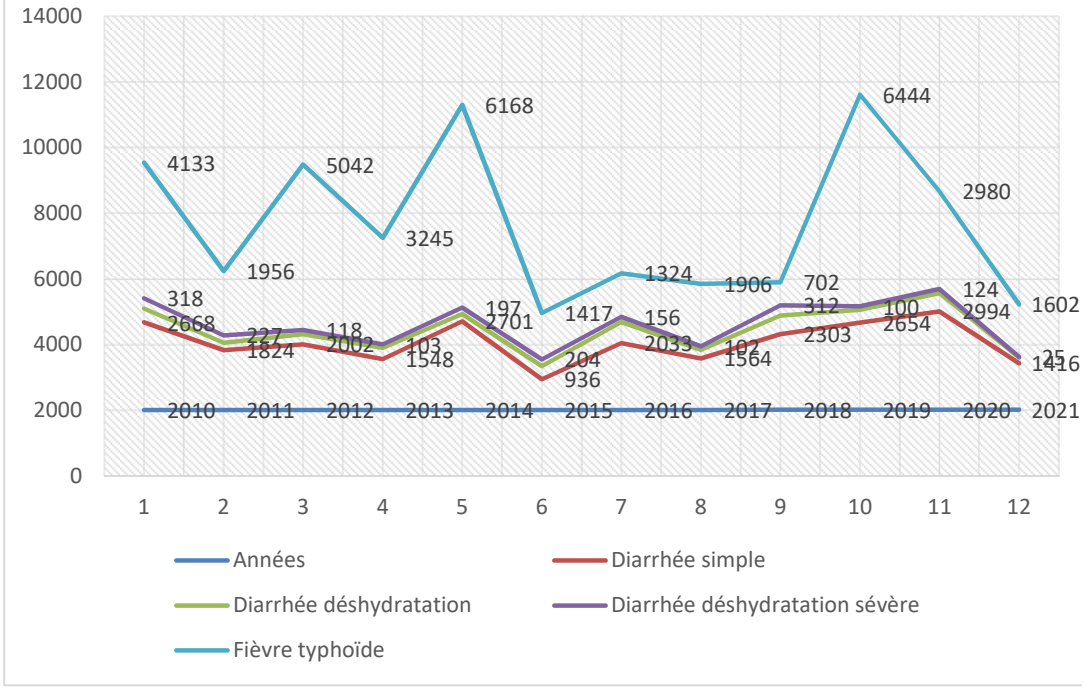


Figure 15 : Profil des maladies les plus enregistrées à Boma.

Source : Rapport annuel de 12 dernières années par la zone de santé Boma, 2021.

A côté des usages dictés par l'alimentation et l'hygiène, l'eau est utilisée depuis des millénaires à des fins récréatives. Les activités ludiques en rapport avec l'eau sont nombreuses et variées. La baignade est largement répandue au-delà de sa fonction récréative, elle joue un rôle social important, car elle peut être pratiquée à tous les âges de la vie.

Elle ne nécessite pas des conditions physiques particulières, mais au contraire, peut être recommandée aux personnes souffrant des handicaps et les femmes enceintes, voire au plus grand nombre. Si l'utilisation de l'eau à des fins récréatives est source de bienfaits, la principale source de pollution est constituée de baigneurs eux-mêmes. Ce risque est avant tout microbiologique. Pour des nombreux parasites, l'homme n'est qu'un hôte dans leur cycle vital, et les matières fécales sont un véhicule de concentration.

Les eaux usées rejetées dans les eaux de surface constituent alors un excellent moyen de transmission. Les pays dans lesquels le niveau socio-économique et d'hygiène sont les plus faibles sont aussi les plus exposés. La contamination des eaux de surface, que ce soit par les eaux usées urbaines, par des sources ponctuelles de pollution–fosses septiques ou par les excréments d'animaux domestiques contribue à une augmentation de fréquence des maladies entériques, des maladies respiratoires ou des affections cutanées, comme l'ont montré plusieurs études épidémiologiques. En pratique, le contrôle de qualité des eaux de baignade repose essentiellement sur l'évaluation des niveaux de concentration de bactéries indicatrices de risque fécal (coliformes thermotolérants, *E. coli*, entérocoques), de pathogènes fécaux (*Salmonella*) ou non (Staphylocoques) et, éventuellement d'entérovirus dont la détection requiert des techniques beaucoup plus difficiles et onéreuses que les indicateurs bactériens. Le contrat de rivière : une alternative pour protéger la rivière Kalamu.

Inondations

La ville de Boma est confrontée à des inondations récurrentes de ses rivières, particulièrement la Kalamu, qui pour la nième fois à occasionné d'énormes dégâts matériels et plusieurs pertes en vies humaines. Les pluies diluviennes qui tombent en trompe dans le bassin versant de la rivière Kalamu à Boma sont à la base des inondations dramatiques qui en novembre 2015 avaient causé la perte en vies humaines de 4 personnes et en décembre 2016 causeront la mort plus de 50 personnes et plusieurs dégâts matériels, constituent un danger pour la population riveraine. Ce sont les quartiers (Boma ville, Minkondo, Mvuangu, Mao, Bunzi, Ngomuila, Buanionzi et Tshutuzi) qui sont touchés fréquemment par les inondations (VUNI et al., 2020). La nouvelle

approche de gestion participative de cours d'eau appelée « contrat de rivière » est une solution efficace à ce problème, parce qu'elle déjà montré son efficacité dans les rivières Lukaya en RDC et Sourou au Burkina Faso. Le contrat de rivière est une alternative pour la protection de l'environnement et de lutter contre les causes qui sont à l'origine de la dégradation du bassin versant et les inondations récurrentes.

DISCUSSION

Au Burkina Faso, ROSILLON et BADO-SAMA (2010), ont montré sur la base d'une étude menée dans la vallée de Sourou que les activités anthropiques incluant la défécation sauvage des hommes, la présence des latrines, des eaux usées et des déchets solides constituent les principales sources de pollution qui diffusent les nitrates dans l'eau, le cas est certainement pareil dans le bassin versant de la rivière Kalamu à Boma. L'usage de la dynamite constitue également une source probable de diffusion de nitrates dans les eaux. L'amélioration de la qualité de l'eau en ce qui concerne les nitrates passe par la mise en place des périmètres de protection, l'éducation sanitaire des populations et la restriction de l'usage des dynamites lors de la construction de nouvelles carrières et forages. Les normes de l'OMS en matière d'eau potable devraient être révisées pour les pays en voie de développement et des actions urgentes portant sur l'éducation sanitaire et la désinfection de l'eau mériteraient d'être engagée pour lutter contre les maladies hydriques.

Le diagnostic participatif a permis de mettre en évidence les causes de dégradation en rappelant que par le passé, la vallée du Sourou a été l'objet de divers aménagements hydrauliques en vue d'augmenter la productivité agraire de la région. L'installation de périmètres irrigués, l'érection de vannes barrage pour accroître les possibilités d'irrigation, une occupation agricole des sols jusqu'en crête de berge ont conduit à une disparition des formations ripicoles et à une dégradation du cours d'eau et des sols de la vallée. Pour ces auteurs, la situation est d'autant plus préoccupante que si aucunes mesures ne sont prises, à l'horizon 2020-2025, le Sourou (une des rares rivières encore permanentes au Burkina Faso) risque de se transformer en marigot avant de disparaître complètement suite à l'ensablement du lit. Dans le programme d'actions du contrat de rivière Sourou approuvé par les trois comités de rivière en décembre 2005, la protection des ressources en eau et des sols a été prise en compte. Les premières actions réalisées ont contribué à ralentir la dégradation en recréant un espace tampon entre la rivière et les zones cultivées, à l'instar des formations ripicoles anciennes.

D'après ALONI & MITI (2008), le contrat de rivière Sourou s'inscrit dans le contexte institutionnel Burkinabé. Suite à la conférence des Nations Unis sur l'Environnement et le Développement organisée à RIO en juin 1992, le Burkina Fasso avait adopté en Juillet 1999 son Plan National de lutte contre la désertification. Par ailleurs, le gouvernement s'est lancé dans une politique de décentralisation en confiant aux collectivités locales, la mise en œuvre de plans locaux de développement. Ce souci de décentralisation au niveau local renforce institutionnellement l'adéquation du contrat de rivière au contexte Burkinabé. De plus, en adoptant en mars 2003 la Plan d'Action National de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (PAGIRE), l'Assemblée nationale a reconnu le contrat de rivière (PAGIRE) comme un des outils possibles qui puisse contribuer à la mise en œuvre de la GIRE au Burkina Fasso. La vallée du Sourou a été sélectionnée comme terrain d'expérimentation de ce nouveau mode de gestion. Par le passé, cette vallée a attiré des populations d'autres régions du Burkina et de pays voisins comme le Mali, à la recherche de terres irriguées en continu ou d'un cours d'eau permanent.

ROSILLON & VANDER BORGHT (2001) avaient réalisé une étude sur une période de dix années d'expérience de contrat de rivière en Région wallonne. L'étude avait permis de dresser un bilan à l'adéquation d'un outil pour une gestion durable de l'eau en s'appuyant sur une gestion participative organisée à un niveau local. Concrètement, cette approche patrimoniale avait été traduit essentiellement au niveau de la gestion des cours d'eau et des milieux aquatiques considérés comme un patrimoine à transmettre aux générations futures. Sur le plan environnemental, ont été essentiellement mis en exergue le passage d'une gestion sectorielle, centrée sur la ressource, à une gestion écosystémique des milieux ainsi qu'à un décloisonnement des politiques d'environnement. Sur le plan juridique, si le contrat ne crée pas de droit, l'engagement volontaire et moral de la part des signataires est cependant suffisamment fort pour garantir un taux de réalisation du programme d'actions satisfaisant (71 % pour le contrat Semois, 92 % pour le contrat Munos). Le modèle wallon de contrat de rivière, par ailleurs reconnu internationalement par l'OCDE ou par l'Académie de l'eau, est un des atouts offerts à la Wallonie pour réussir la mise en œuvre de la nouvelle directive pour une gestion communautaire de l'eau qui consacre une approche par bassin.

Le contrat de rivière ne se limite pas à des réunions sans lendemain. Au quotidien, celui-ci produit ses effets tant sur le plan social qu'environnemental. Le point de départ d'un contrat de rivière est basé sur le fait que des citoyens manifestent un sentiment d'appartenance à une rivière et un attachement culturel à une vallée et s'accordent sur une philosophie et une prospective. Par l'identification d'enjeux, de tensions, voire parfois de conflits, les usagers se sentent concernés au plus haut point par l'eau. Le contrat de rivière permet donc de transcender un enjeu ponctuel lié à un usage local de l'eau pour une approche globale par bassin versant. Les enjeux et tensions sont appréhendés collectivement par les acteurs. Mais le contrat de rivière exige plus que de se sentir concerné.

Il implique une adhésion des futurs partenaires à la démarche concertée. Se préparer à entrer en contrat de rivière, c'est décider d'être acteur de son développement en citoyen responsable, faire preuve de solidarité et miser sur la confiance mutuelle entre partenaires, adhérer au mode de prise de décision par la concertation, accepter de remettre en cause sa façon de faire et se former à de nouvelles techniques, quitter le nombrilisme sectoriel et raisonner en termes de bassin versant, faire preuve d'ouverture envers d'autres politiques et autres secteurs de l'environnement. Par ailleurs, le contrat de rivière fournit l'illustration que la gouvernance en matière de gestion de l'eau est possible. Cette gouvernance doit s'organiser autour de collectivités locales remotivées pour reconstruire le développement durable à l'échelon local. Sur le plan environnemental, le contrat permet une approche écosystémique globale et le respect de l'intégrité de l'écosystème. Cette gestion intégrée est rencontrée dès l'instant où tous les représentants des différents secteurs sont associés à la décision. Les solutions retenues dans les programmes d'actions intègrent les aspects techniques, naturels, paysagers, sociaux… mis en évidence lors de la concertation.

ROSILLON (2014) avait réalisé un contrat de rivière dans le bassin versant de la rivière Moustiques, dans le département du Nord-Ouest d'Haïti. Les bassins versants, particulièrement dégradés en Haïti, constituent un terrain d'actions pour une gestion intégrée et participative. Selon l'auteur, la GIRE ne peut se résumer à des orientations de politique générale mais elle doit se décliner au quotidien à travers des réalisations concrètes au service des haïtiens. Cette visibilité de la GIRE ne pourra que renforcer le degré d'adhésion et de participation d'une communauté d'usagers en vue d'une gestion durable de l'eau. Ces propos ont été illustrés par la démarche de GIRE entreprise depuis plusieurs années dans le bassin versant de la rivière Moustiques, dans le département du Nord-Ouest d'Haïti. C'était aussi l'occasion pour l'auteur de souligner le caractère holistique de la GIRE et l'importance d'associer les usagers au processus de décision. Enfin, quelques éléments en vue de renforcer la GIRE en Haïti avaient été mis en exergue. L'eau, miroir de la société, peut constituer pour le peuple haïtien un levier de développement. Dans le monde entier et particulièrement en Haïti, le droit à la vie, le droit à la santé, le droit à un environnement de qualité et le droit à l'eau devraient constituer un même combat qui mobilise tous les acteurs concernés. Pour ce qui est des écosystèmes, la dégradation des bassins versants accentue la situation en affectant les ressources.

En 2008, la couverture forestière était de 3,7 %, soit une diminution de 11,6 % par rapport à 1990. La déforestation et la destruction de la couverture végétale conduisent à un appauvrissement des écosystèmes qui ne peuvent plus fournir les services attendus par la population. Parallèlement à une amélioration des connaissances en appui à un diagnostic de la situation du bassin versant, la réflexion a aussi porté sur la structuration des usagers à travers la mise en place du comité de bassin versant de la rivière Moustiques (CBVRM). Celui-ci rassemble des représentants de l'association des irrigants, des comités d'eau potable, des directions départementales de l'agriculture, du plan et de l'environnement, des autorités locales : Mairies, Conseil d'Administration de Section Communale (CASEC), Assemblée des Sections Communales (ASEC) et l'ONG ODRINO qui contribue depuis de nombreuses années au développement de cette région. Un des défis à relever en Haïti est la protection des bassins versants. Le pays a bien compris qu'on ne pouvait vivre décemment dans un environnement dégradé et que celui-ci procure à travers les services écosystémiques rendus, des réponses aux besoins des populations.

VALENTINO (2015) avait réalisé une étude intitulée : Structure de gestion intégrée et participative de la ressource en eau dans un pays en voie de développement : le cas du nord-est d'Haïti. L'étude montre qu'au Nord-Est d'Haïti avait des problèmes de pauvreté, de précarité économique, de dégradation de l'environnement, de risques d'érosion, de vulnérabilité aux catastrophes naturelles, de pollution faible mais croissante des ressources en eau ; les bassins versants du réseau hydrographique du Nord-Est comportent aussi des défauts et des lacunes majeures où nous enregistrons : assèchement, rareté, mauvaise gestion du réseau et de la ressource en eau. Plus spécifiquement, le réseau hydrographique existant ne fournit pas l'eau en quantité suffisante et en qualité acceptable à cette communauté.

L'objectif général de son étude était de proposer aux autorités compétentes du département du Nord-Est d'Haïti une méthodologie à suivre en rapport avec la mise en place d'une structure de gestion intégrée et participative de la ressource en eau (GIPARE) conforme aux orientations contextuelles du gouvernement haïtien et aux principes internationaux reconnus en matière de développement durable (DD) afin d'aider les intervenants responsables à assurer la gestion durable de l'aquifère du Nord-Est. Spécifiquement, il s'agit de gérer l'eau sur tous les plans (technique, social, économique et institutionnel) en intégrant la population cible du Nord-Est d'Haïti aux nouveaux changements du DD et en la sensibilisant à participer à la nouvelle vie communale. La solution privilégiée été la suivante : doter le Nord-Est d'Haïti d'un outil de GIPARE efficace et tout aussi efficient. Après son application, cette approche prioritaire aurait comme avantage de réduire l'impact environnemental de cette pénurie d'eau annoncée d'ici 2025.

Cette étude montre que sur le plan environnemental, le bassin versant de la Kalamu a connu une modification écologique à cause des activités humaines diverses. Cette étude a établi un diagnostic assez exhaustif et répertorier les actions à réaliser pour la GIRE dans ce bassin versant. Les résultats du diagnostic montrent que la rivière Kalamu est en déséquilibre écologique et risque de disparaitre de la carte hydrographique

de la RDC si rien n'est fait maintenant. La population locale est consciente et est prête à participer aux travaux de sa survie à travers un contrat de rivière. Cette volonté populaire nous avez encouragé à plaider pour la mise en œuvre effective d'un contrat de rivière pour la Kalamu à Boma en vue de restaurer sa santé écologique et préserver son eau en nous basant sur les succès Africains et d'ailleurs dans le monde des contrats de rivières tels que déclinés par moults auteurs précités.

WANGA et al. (2014) avaient réalisé une étude sur l'état microbiologique des eaux de la rivière Kalamu de Boma et son influence sur la santé de la population qui affermissent nos observations. En effet, les résultats montrent la présence des germes-test de contamination à savoir les Coliformes totaux, Coliformes fécaux et *Escherichia coli* sur tous les sites de prélèvement. Cette étude montre que l'eau de la rivière Kalamu de Boma est contaminée suite à une mauvaise gestion des déchets. 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 maladies d'origine hydrique notamment les maladies diarrhéiques à la base des nombreux décès. La gestion durable des déchets et l'assainissement du milieu seraient un pas dans la bonne direction. Les résultats de l'enquête 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. Seules 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 qu'est la Kalamu.

WANGA et al. (2015) avaient réalisé une étude concernant l'évaluation de la qualité physico-chimique des eaux de la rivière Kalamu de Boma, R.D. Congo. Les résultats des paramètres physico-chimiques des eaux de la rivière Kalamu de Boma montre que la couleur (93,83 Pt Co/l), la température (29,95°C), le pH (7,34), la conductivité (72,42µs/l), la turbidité (48,33 NTU), le TDS (46,4 mg/l), les matières en suspension (45,5mg/l), l'oxygène dissous (6,47mg/l), la saturation en O2 (84,58mg/l), le NH+4 (0,16mg/l), le Ca2+ (214mg/l), le Mg2+(106,11mg/l), le Pb2+ (70,41mg/l), le Cd2+(20,49 mg/l), le Cl- (58,9mg/l), le Al3+(3,03mg/l), la DBO3 (18,5mg d'O2/l), la DCO (61,04mg/l), le PO43- (76,28mg/l), le NO3- (111,44mg/l) et le SO42- (7,61mg/l). Tous ces paramètres indiquent que les eaux de la rivière Kalamu de Boma sont polluées par une forte charge organique et minérale.

WANGA et al. (2015) avaient réalisés une étude intitulé rivière Kalamu dans la ville de Boma en RDC: site touristique en voie de disparition. Les résultats montrent que la rivière Kalamu fut un site touristique fréquenté par diverses catégories de gens (pêcheurs, marins, agents de la CVM, population, etc.) d'une part. L'auteur avait observé que la rivière Kalamu a perdu son lit normal et qu'à la moindre pluie importante, elle provoque des inondations catastrophiques. Sa pollution signe des risques d'eutrophisation, des maladies hydriques, perte du beau paysage, etc., d'autre part. Et que le site dit Baobab de Stanley reste un endroit particulier de visite pour les touristes de toute catégorie.

Cette publication est un appel à la conscience pour la préservation environnementale de nos sites touristiques. Cette même étude montre que 81,3 %, soit 8.360 sur 10.277 parcelles jettent leurs ordures soit dans les torrents, soit dans la rivière. Le faible pourcentage qui reste, brûle ou enterre ses ordures. Sur 10.277 parcelles visitées, 6.562, soit 63,8 % sont dotées de toilettes contre 3.715, soit 36,2 % des parcelles ne possédant pas des installations hygiéniques. Certains propriétaires de parcelles vont déféquer soit chez le voisin, soit dans tout autre endroit obscur des rues ; d'autres les font curieusement dans des sachets qu'ils se contentent de jeter n'importe où, mais le plus souvent dans la rivière Kalamu. Certains occupants expliquent l'absence de toilettes par le manque de moyens, la négligence des bailleurs, l'hostilité du terrain et la petitesse des parcelles.

Le Plan d'Actions pour la Gestion Intégrée des Ressources en Eau du bassin versant de la rivière Lukaya, PAGIREL en sigle, constitue un document de référence pour le développement durable du bassin versant. Parti de l'analyse des principaux problèmes observés par les usagers, il propose une série d'actions à mener pour apporter des solutions. Le plan comporte ainsi une série d'actions réparties entre quatre enjeux majeurs que sont l'eau et le milieu. Toutes ces actions répondent aux principes de la GIRE, avec pour soucis l'amélioration des moyens de subsistance des communautés, garantir une eau brute de qualité et la réduction des risques de catastrophes.

Le PAGIREL est un premier essai de mise en œuvre de la GIRE à l'échelle locale en République Démocratique du Congo qu'il faudra soutenir. Surtout que le pays avait promulgué le 31 Décembre 2015 la loi relative à l'eau qui fait elle aussi référence à la GIRE. Avant tout, l'approche GIRE repose sur une démarche participative impliquant à travers une gestion concertée et consensuelle, tous les acteurs et usagers des ressources en eau. Dans cet esprit et s'inspirant du modèle de contrat de rivière, les acteurs et usagers du bassin versant de la Lukaya se sont organisés au sein d'une association dénommée Association des Usagers du Bassin versant de la rivière Lukaya, AUBRL en sigle. C'est pour la première fois que le pays accueille un projet de développement durable aussi structuré et basé essentiellement sur l'eau.

Les signes de pollution de la rivière Kalamu à Boma ont été avérés par les résultats des analyses et la Figure 13r. Ces résultats, appuyés sur d'autres obtenues antérieurement. Les éléments d'appréciation relevés ici, ainsi que ceux déjà décrit par (VUNI et al., 2020) se complétant et indiquent que c'est l'ensemble du bassin versant de la rivière Kalamu qui est concerné. Par conséquent, la GIRE serait la bienvenue pour résoudre les problèmes écologiques dans ce bassin versant. La rivière Kalamu est agressée par plusieurs sources, toutes aussi polluantes les unes que les autres notamment à cause de la défaillance du service de distribution d'eau de la REGIDESO. En effet, la rivière Kalamu est devenue la source principale d'approvisionnement en eau potable, mais on y fait aussi entre autres le lavage de vaisselles, la lessive domestique des vêtements, le nettoyage des motos et voitures sur les rives.

La loi sur l'eau de 2015 traite aussi des questions relatives à la gestion des ressources en eau fondée sur l'approche GIRE. Cette loi représente sans doute une étape majeure dans le processus de réforme de la gouvernance et des institutions liées au secteur de l'eau. La loi sur l'eau trouve son fondement dans la constitution tout en incluant les dispositions relatives aux compétences constitutionnelles concurrentes et à celles exclusivement dévolues aux provinces. Elle respecte les principes universels de gestion des ressources en eau et du service public de l'eau.

CONCLUSION

Dans la ville de Boma, la rivière Kalamu est considérée comme une poubelle de tous les déchets produits dans cette ville. Le présent travail se rapporte à la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) dans le bassin versant de la rivière Kalamu à Boma. La GIRE constitue l'un des enjeux majeurs dans la zone sous étude. La question exige d'autant plus d'attention que les contraintes qui ne cessent de croitre, pèsent sur l'environnement du bassin versant. La GIRE dans la zone sous étude requiert par conséquent une réflexion globale dans l'ensemble des problèmes, les contraintes et enjeux de l'espace Kalamu. L'analyse systématique a permis de mettre en évidence les effets perturbateurs de la gestion défectueuse de l'espace sur le système de gestion des ressources en eau. Aujourd'hui, les eaux de la rivière Kalamu à Boma reçoivent directement les rejets ménagers sans aucun traitement préalable, ce qui représente localement une menace pour la santé de la population riveraine.

Comme toute ressource naturelle dégradable, l'eau doit être gérée au mieux pour concilier divers usages parfois antagonistes : eau potable pour la population, eau pour les secteurs économiques notamment l'agriculture mais aussi les mines ou autres industries. Dans un contexte où les besoins en eau croissent en raison de l'augmentation de la population et du changement climatique, il devient urgent de mettre en œuvre la GIRE, ce qui manque jusqu'ici à Boma pour à la fois préserver la ressource et concilier les divers usages.

Mentionnons aussi que la pollution observée dans les eaux est liée aux types d'activités humaines et à la mauvaise gestion des déchets solides et liquides dans ce bassin versant. Une enquête sur la perception environnementale, économique et sociale dans le bassin versant de la rivière Kalamu auprès des acteurs a été réalisée. Les acteurs constatent que l'environnement du bassin versant et de la rivière elle-même est en train de se dégrader davantage. Cette prise conscience serait un atout majeur pour la concertation de tous les acteurs du bassin versant au contrat de rivière. La gestion intégrée des ressources en eau au travers le contrat de rivière peut constituer un cerveau moteur de développement pour la ville de Boma, il suffit de mettre en place un programme d'actions pour la restauration du bassin versant dégradé. Le frein potentiel majeur à la mise en œuvre du contrat de rivière est le non application de la loi relative à l'eau par manque des textes.

BIBLIOGRAPHIE

ABRAHAM J.-P. (1991). *L'Homme, l'eau et l'alimentation*. Nantes : ADEMART, ISBN 9782-909256-08-5, 46 p.

ALONI KOMANDA J. & MITI TSETA F. (2008). Actes du premier colloque international sur la problématique de l'eau en République Démocratique du Congo. *Annales de la Faculté des Sciences*. Numéro spécial **4/**Presses de l'Université de Kinshasa, 301 p.

ANCTIL F. (2008). *L'eau et ses enjeux*. Les presses de l'université Laval, ISBN 978-2-80115694-7, 248 p.

GLOBAL WATER PARTNERSHIP (2000). Integrated Water Management. Comité technique consultatif, Tac Background Paper n°4, Stockholm (Sweden), 80 p.

GLOBAL WATER PARTNERSHIP (2002) et le Réseau international des organismes de bassin (RIOB) (2002). Manuel de gestion intégrée des ressources en eau par bassin. 111, 47, 10 p.

LAAERRE F. (2009). *Quand le dragon Chinois a soif, gestion de l'eau en Chine et concertation sur les bassins transfrontaliers.* 4ème Séminaire France-MFU sur « Etudes du Mékong à Regards Croisés », Chiang Rai, Thaïlande, Février 2009, 1-11.

LEMA (2006). Loi n°2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques, JORF n°303 (31/12/2006), Texte n°3, p. 20285. Disponible sur : http://www.legifrance.gouv.fr/

PARROT L., SOTAMENOU J. & KAMGNIA DIA B. (2009). Municipal solid waste management in Africa: Strategies and livelihoods in Yaoundé, Cameroon. *Waste Management*, **29**(2): 986-995.
PARTENARIAT MONDIAL DE L'EAU ET LE RÉSEAU INTERNATIONAL DES ORGANISMES DE BASSIN (2009). *Manuel de gestion intégrée des ressources en eau par bassin*, 111 p.
ROSILLON F. (2006). Local action through the experiences for a river contract in Belgium and in Burkina Faso (West Africa). World Water Forum, Mexico, March 2006, Local action 0818.
ROSILLON F. (2014). Contribution à la gestin intégrée des eaux et des sols à travers l'application du contrat de rivière Sourou au Burkina Faso. *Actes des JSIRAUF*, Hanoi, 6-9 novembre, 7 p.
ROSILLON F. (2015). La gestion intégrée de l'eau en réponse aux besoins des Haïtiens et à la protection des écosystèmes. *Haïti Perspectives*, **3**: 34. Printemps 2014/Maison Henri Dechamps, Les entreprises Deschamps-Frisch SA., Cahier thématique – Gestion intégrée, 25-40.
ROSILLON F. & BADO-SAMA E. (2010). Contribution à la gestion intégrée des eaux et des sols à travers l'application du contrat de rivière Sourou au Burkina Faso. *In La Gire décryptée, éléments de renforcement de la Gire en Haïti et dans les PED.* 7 p.
ROSILLON F. & VANDER BORGHT P. (2001). Mobilisation au fil de l'eau : dix années d'expérience de contrat de rivière en Wallonie. *Annales des Mines*, **octobre 2001**: 39-54.
ROSILLON F., VANDER BORGHT P., VANHEES V., CAUSSE E. & GIOT B. (2005). Impact de l'abreuvement du bétail sur la qualité écologique des cours d'eau : étude de cas en Région wallonne de Belgique. *Cahier de l'Association Scientifique Européenne pour l'Eau et la Santé*, **10**(1): 59-70.
STOCKHOLM INTERNATIONAL WATER INSTITUTE (SIWI) (2006). World water week in Stockholm. http://w.w.w.worldwaterweek.org
VALENTINO N. (2014). Structure de la gestion intégrée et particiative de la ressource en eau dans un pays en voie de développement : le cas du nord-est d'Haïti. *Haïti Perspectivzs*, **3**(1) printemps: 48-54.
VUNI SIMU A., ALONI KOMANDA J., LELO NZUZI F. & UMBA-DI-MBUDI C. (2020). Kalamu à Boma, une rivière agressée : Diagnostic en vue d'un contrat de rivière. *Bulletin du Centre de Recherches Géologiques et Minières*, Numéro Cumulatif, XIII (décembre): 195-213.
WANGA B.M., MUSIBONO D.E., MPIANA P.T., MAFUANA L. KIZA N.J. & DIANA (2014). Etat microbiologique de eaux de la rivière Kalamu de Boma et son influence sur la santé de la population. *Congo Sciences*, **2**(1, March 2014): 14-20.
WANGA B.M., MUSIBONO D.E., MPIANA P.T., MAFUANA L. KIZA N.J. & DIANA (2015). Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux de la rivière Kalamu de Boma. *Congo Sciences*, **3**(1, March 2015): 56-57 (8 pages).
WANGA B.M., WAFULA M.D., MAFUANA L.C. & MBANDU Z.V. (2015). Rivière Kalamu dans la ville de Boma en RDC : Site touristique en voie de disparition. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 11 (1):118-128.