

Evaluation socio-environnementale des eaux de puits consommées au quartier Mamabalako dans la ville de Mbandaka

Matthieu Sekalo Mandele¹, Dieudonné Musibono², Camille Ipey Nsimanda², and Gracien Ekoko²

¹Institut Supérieur de Développement Rural de Mbandaka Province de l'Equateur, RD Congo

²Faculté des sciences, département de l'environnement, Université de Kinshasa, RD Congo

Copyright © 2020 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The present investigation is focused in the evaluation of social and environmental impact of well water consumed in Mama Balako Area of Mbandaka City in the Democratic Republic of Congo.

It was observed that the construction of these well water does not respect the standard fixed by the World Health organization (Who) in this matter.

This biological analysis of these drinking waters was made both in dry and rainy seasons and the experimental resultants revealed the presence of total and fecal coli forms. The physical and chemical parameters selected pure Who's on order to evaluate the portability of drinking Water showed acceptable values closed to the Who's ones, except for PNA₃, PNA₄, and PNA₅. Where the pH values observed were standard, less than the Who's Standards, testifying that the waters are acid.

The authors seek the Congolese government to take care of these well waters management instead of the concerned population.

Some Sustainable possible strategies are proposed by the authons of present investigation for these water management in order to reduce the pollution and increase the health's population.

KEYWORDS: Well waters, Mamabalako, Evaluation, socio-economical.

RESUME: Une évaluation socio- environnementale des eaux de puits consommées dans la ville de Mbandaka, et leur impact sur la santé humaine, a été réalisée dans le quartier Mama Balako, dans la province de l'Equateur, en République Démocratique du Congo.

Dans ce quartier, le captage des eaux souterraines se fait par des puits construits sans respect des normes en la matière.

L'analyse biologique de ces eaux tant en saison sèche qu'en saison de pluie a révélé la présence des coliformes totaux et fécaux et les paramètres physico-chimiques retenus par l'OMS pour apprécier la potabilité d'une eau présentent des valeurs moins inquiétantes du point de vue environnemental sauf le PNA₃, PNA₄ et PNA₅ où les valeurs de pH observées sont inférieures à la limite de norme fixées par l'OMS témoignant des eaux acides.

Les résultats obtenus montrent que la gestion qualitative et quantitative de ces eaux devrait plus concerner les gouvernants de la province que la population consommatrice. Quelques stratégies de gestion durable de ces eaux ont été protégées par les auteurs afin de mieux réduire la pollution et améliorer la situation socio-environnementale de la population consommatrice.

MOTS-CLEFS: Eau de puits, Mamabalako, Evaluation, Socio-environnemental.

1 INTRODUCTION

Il est établi que l'eau est un élément fondamental sans lequel toute vie est impossible, la gestion rationnelle de l'eau doit être considérée comme un impératif de responsabilité collective. L'eau est une nécessité absolue pour l'hygiène personnelle et collective, et pour la quasi-totalité des activités humaines. L'absence ou l'insuffisance d'une eau saine, rapporte Monnier et al [1]., est une cause majeure des déficiences sanitaires observées dans les pays en développement. Quoi qu'en quantités variables, tous les processus industriels utilisent d'une manière ou d'une autre l'eau. C'est pour cela que l'on dit que « l'eau c'est la vie » Gislain [1].

Malgré son abondance à la surface de terre qui fait baptiser celle-ci de « planète de l'eau ». Binzangi [1], selon Rapinat (1982), les problèmes d'approvisionnement en eau ne cessent de s'amplifier à raison des quantités (pays pauvres en eau, pays

à pénurie d'eau, pays arrosés) et des qualités exigées pour chaque usage. On assiste déjà à d'innombrables conflits à travers le monde autour de la « ressource en eau ». Donc, en ce XXI^{ème} siècle, la gestion de l'eau s'annonce comme l'une des préoccupations majeures. Et pour l'UNESCO cité par l'OMS (1984), la pauvreté d'un fort pourcentage de la population mondiale est à la fois symptôme et la cause de la crise de l'eau. Donner aux pauvres un meilleur accès à une eau mieux gérée peut contribuer à éradiquer la pauvreté, comme le démontre le rapport mondial sur la mise en valeur des ressources en eau (*World Water Development Report*, WWDR cité par l'OMS [4])

Cette amélioration de la gestion permettra de faire face à la diminution des ressources en eau par personne dans plusieurs régions du monde en développement.

La République Démocratique du Congo (RDC), avec une population d'environ 80 millions d'habitants, est l'unique pays d'Afrique possédant les ressources hydrologiques les plus importantes. Cependant elle fait face à une crise aigüe de l'approvisionnement en eau potable.

En effet, seuls 26% de sa population ont accès à une eau potable, une estimation bien en-dessous de la moyenne de 60% pour l'ensemble de l'Afrique subsaharienne. Musibono [3].

En outre, en R.D.C, 51 millions de personnes soit les trois quarts de la population n'ont pas accès à l'eau potable, même si le pays détient plus de la moitié de réserves en eau d'Afrique, selon une étude des Nations Unies pour l'Environnement. Cité par Nsimanda [1].

En raison des infrastructures endommagées, fragilisées par des années de sous-investissement et des conflits, de la croissance rapide de la population, le taux de couverture de l'approvisionnement en eau, a décliné jusqu'à récemment. Les conséquences sociales et sanitaires de la rupture des services d'eau ont été considérables. Les tranches les plus pauvres de la société ont été touchées de façon disproportionnée par le déclin de la prestation des services et la hausse des prix de l'eau. Cette situation a été observée dans les zones rurales, mais également de façon croissante dans les villes connaissant une expansion rapide [2].

La Province de l'Équateur par contre, sur une population d'environ 267.414,18 habitants, il n'y a que 23% de la population ayant accès à l'eau potable. Et une densité de 20 habitants par km². (Rapport mixte du système des Nations Unies, 2015).

Il s'avère que la majorité de la population de la ville de Mbandaka en général et du quartier Mama Balako en particulier vit dans l'insuffisance d'eau potable. Elle utilise l'eau de puits pour tous les besoins humains (boisson, l'hygiène corporelle, lessive, cuisine, élevage, le jardin...) sans subir un moindre traitement préalable. En plus ces puits sont en aval par rapport aux latrines dont la plupart sont en amont, la moyenne de profondeur de ces puits est estimée à 7 mètres et les distances qui les séparent des latrines ne vont pas au-delà de 15mètres.

- Mbandaka, Chef-lieu de l'Équateur fut parmi les foyers de choléra en RDC avec 866 cas dont 267 cas pour les enfants de 0-5 ans et 599 cas des personnes âgées de plus de 5 ans hébergés dans le Centre de Traitement de Cholera de l'Hôpital Général de Wangata et **12** morts (étude menée en 2011).
- Et récemment 2016, cette même épidémie a rebondi avec **2571**cas et **82** morts, un problème réel qui touche la santé environnementale de la population de la province de l'Équateur. Ce rebondissement serait entre autre dû au manque d'hygiène, assainissement et d'une bonne stratégie de gestion durable des déchets dans les ménages, ces déchets sont gérés à l'air libre;
- 99% des puits identifiés sont non protégés avec un état environnemental très déplorable,
- 99% des populations de l'Équateur/Mbandaka n'ont pas accès aux latrines appropriées.

Tenant compte des observations pré-signalées, la présente investigation concerne l'étude de la potabilité des eaux consommées dans le quartier Mama Balako et leur effet sur la santé de la population. Les résultats obtenus permettront de sensibiliser les gouvernants et la communauté consommatrice.

2 MATERIEL ET METHODES

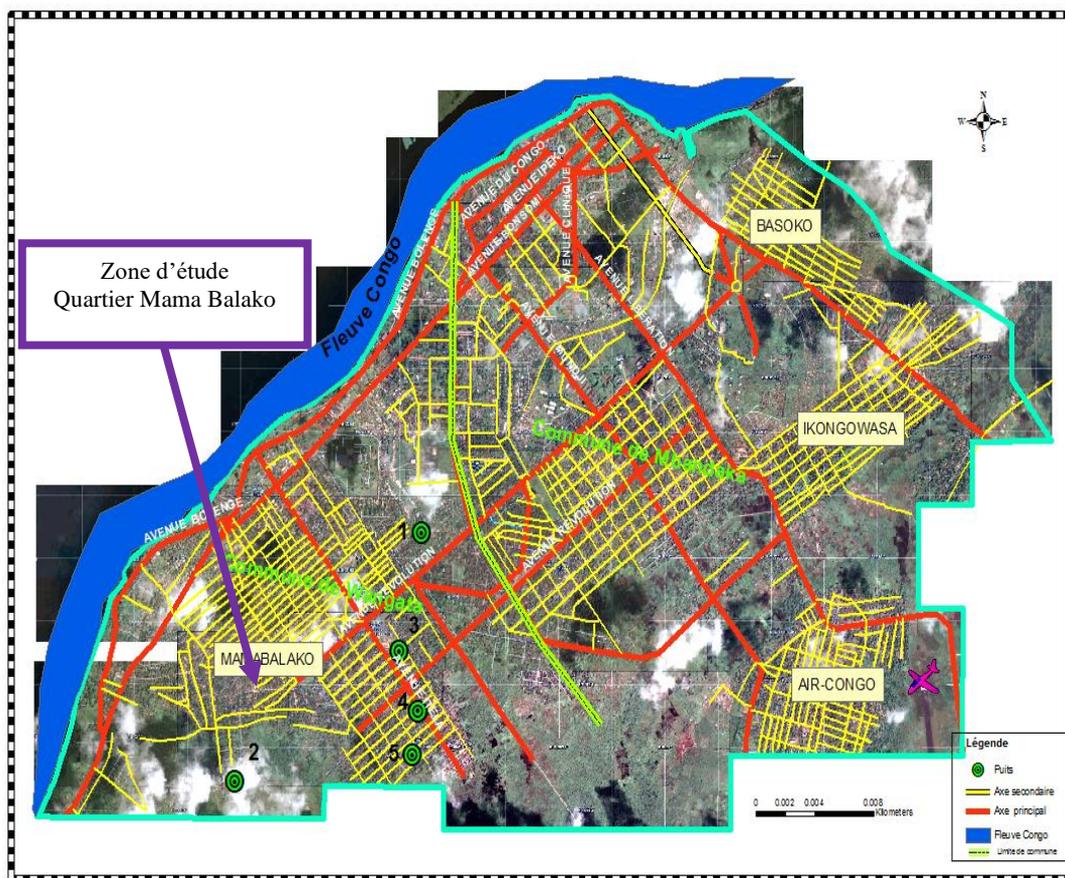
2.1 MATERIEL

Le matériel d'études est essentiellement constitué des eaux des puits et les équipements ci-après ont été utilisés dans notre investigation:

- Le GPS, c'est un outil qui nous a servi de prendre les coordonnées géographiques de tous les points d'eau sous analyses. Cela nous a aidés également à informatiser la cartographie de nos sites, leur positionnement géographique, (latitude et la longitude), (voir carte n°1).

- Le flacon de 500 ml en plastique, muni de bouchon rodé pour l'échantillonnage, les deux ont été stérilisés avant la prise d'échantillon;
- ✓ Equipements de laboratoire utilisés dans la présente étude:
- pH mètre modèle 3pH ®3
 - étuve;
 - balance de précision de marque Mettler 200 (Suisse)
 - autoclave électrique de marque Webeco (Allemagne)
 - conductimètre marque HCH;
 - marmite à pression;
 - ballon jaugé 100ml;
 - lampe à alcool;
 - boîte de pétrie;
 - anse de patine;
 - tube à essai;
 - pipette graduée (1cc, 5cc, 10cc)
 - réchaud
 - microscope; centrifugeuse etc.

Tel est l'équipement utilisé pendant les analyses physico-chimiques et microbiologiques. Il nous a permis d'avoir les résultats de notre recherche sur la qualité de l'eau utilisée par la population du quartier Mama Balako comme eau de boisson.



Carte 1: Carte de la ville de Mbandaka et les puits d'eau (points verts), nos données du site

2.2 METHODOLOGIE

2.2.1 PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS

Les prélèvements des échantillons destinés pour l'analyse microbiologique ont été effectués aseptiquement à l'aide des tubes stériles munis de bouchons rodés. Lors du prélèvement, les tubes ont été remplis au $\frac{3}{4}$ de volume total pour éviter une éventuelle contamination avec le milieu extérieur du récipient.

Après le prélèvement, les échantillons ont été transportés aussi vite que possible au laboratoire pour les analyses. Pour les échantillons destinés aux analyses physico-chimiques, les flacons en plastique (eau vive) étaient remplis aussi complètement que possible puis bouchés aussitôt et transportés immédiatement au laboratoire.

Nous référant à Henri Roques (1979) [1], les échantillons récoltés sont immédiatement amenés au laboratoire pour l'analyse. Le laboratoire de l'Office Congolais de Control (O.C.C en sigle) a permis d'analyser ces échantillons d'eau.

2.2.2 PROTOCOLES EXPERIMENTAUX

2.2.2.1 PHYSICO-CHIMIQUES

(Rodier, 1984) [1].

1. Titre alcalimétrique simple (TA) et Titre alcalimétrique complet (TAC):

Le mode opératoire pour la détermination de TA et TAC était:

- prélever 100 ml d'eau du réseau dans un erlenmeyer;
- ajouter une gélule de phénophtaléine;
- s'il n'y a pas de changement de coloration, TA=0;
- ajouter 3 gouttes de méthylorange;
- titrer avec H₂SO₄N/50 jusqu'à la coloration rouge brique;
- lecture sur une burette: 1ml multiplié par 10 donne les milligrammes par litre de TAC.

2. La conductivité, la température et le TDS ont été déterminés à l'aide d'un conductimètre de marque Hach.

3. Le pH a été déterminé (à 20°C) à l'aide d'un pH-mètre de marque Sension 1 Hach.

(Rodier, 1984) [1].

2.2.2.2 PARAMETRES BACTERIOLOGIQUES

a) Préparation du matériel

Cette préparation consiste à:

- stériliser des filtres et les réservoirs dans l'étuve à 150°C;
- stériliser la rampe filtrante en y brûlant de l'alcool dedans;
- stériliser le matériel de prélèvement (pince, flacon, ...);
- préparation du milieu de culture.

Les milieux de culture solide (M-endoagar, M-enterococcus agar, plate count agar...) utilisés dans la présente étude ont été préparés en suivant le mode opératoire proposé par le fabricant.

b) Préparation de l'échantillon à analyser

Cette préparation était faite en disposant les étapes ci-dessous:

- placer une petite quantité de milieu de culture dans la boîte de pétri jusqu'à solidification;
- filtrer l'échantillon d'eau à analyser sur une membrane sur rampe filtrante;
- après filtration, introduire la membrane dans la boîte de pétri contenant le milieu de culture;
- placer la boîte de pétri à l'incubateur pour une incubation à la température du corps (37°C) pendant 24 heures.
- lire les résultats tout en tenant en compte que:
 - les tâches blanches indiquent la présence des coliformes totaux;
 - les tâches rouges indiquent la présence des coliformes fécaux et
 - les tâches avec éclat métallique indiquent la présence des Escherichia coli. Mitricon [1].

3 PRESENTATION DES RESULTATS

3.1 RESULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

Tableau 1. Valeur normative des paramètres chimiques et physico – chimiques d'Eau potable (OMS 1970) [4]

Élément minéral	Valeur maximale admissible
NH ⁺ ₄	0,5mg/l
Pb	10mg/l
Hg	1mg/l
Al	0,2mg/l
Cd	5mg/l
Cl ⁻	200mg/l
Cyanure (CN ⁻) totaux	50mg/l
SO ⁻ ₄	250mg/l
Ca ²⁺	< 100 mg/l
Mg ²⁺	50 mg/l
Na ⁺	150 mg/l
K ⁺	12 mg/l
Anion bicarbonate (HCO ^o ₃)	183 mg/l
F ⁻	1,5 mg/l
Nitrate (NO ⁻ ₃)	8 mg/l
Nitrite (NO ⁻ ₂)	-
Fe ²⁺	0,3 mg/l
Cu ²⁺	1 mg/l
Mn ²⁺	0,2 mg/l
Ph	6,5-8,5
Turbidité	< 1 UNT
Température	25°C
Conductivité	< 450 µ/cm
T.D.S mg/l	< 315

Organisation Mondiale de la Santé, 1970 [4].

Ces valeurs admissibles marquent la limite de risque, et une eau potable doit contenir sans excès un certain nombre d'éléments minéraux qui lui confèrent une saveur agréable. En fait l'eau de boisson devait avoir une valeur inférieure ou égale à cette valeur normative.

Lorsque la concentration dans l'eau brute est supérieure à cette valeur, il est recommandé de mettre en œuvre le traitement correspondant. L'objectif étant de protéger la santé des personnes des effets néfastes de la contamination des eaux destinées à la consommation humaine en garantissant la salubrité et la propreté de celles-ci.

Tableau 2. Quelques paramètres physico-chimiques obtenus pour nos échantillons

Echantillon Paramètre	PA1	PA2	PNA3	PNA4	PNA5	Normes OMS	Observation
Ph	6,3	6,1	5,8	5,3	5,5	6,5 – 8,5	Non conforme
Température	20,35	20,75	21,75	20,95	22,55	25°C	Non conforme
Turbidité (UNT)	0,026	0,023	0,029	0,034	0,024	< 1 UNT	Conforme
Conductivité µSm/cm	50	40	50	80	60	< 450	Conforme
T.D.S (mg/l)	40	40	15	30	20	< 315	Conforme

Source: Nos analyses expérimentales.

Les Paramètres physico-chimiques analysés sont: les pH, la conductivité, la turbidité et le TDS.

Il ressort du tableau relatif à l'analyse des quelques paramètres physico – chimiques que certains paramètres physico-chimiques révèlent que l'eau de ces puits n'est pas dans les normes (notamment le pH et la t°).

Le pH observés pour les eaux de tous les puits ont les valeurs ne dépassant pas la norme établie.

Les puits 3 (PNA3), 4 (PNA) et 5 (PNA5) sont des puits qui ont présenté un pH plus bas (acide) respectivement 5,3, 5,5 et 5,8. Même si le pH indique que l'eau est à réaction acide ou alcaline et que pour Dégréement (1978) et Taylor *et al.* Cités par OMS (1984), il n'a pas une signification hygiénique, et qu'il représente une notion très importante pour la détermination seulement de l'agressivité de l'eau; par contre les travaux de Spitany K.C. *et collaborateurs*, tel que cités par OMS (1987) montrent que la consommation d'eau dans des environnements acides (cas de nappes aquifères) peut suffire à aggraver les risques de certains toxicoses comme la fluorose.

Ces puits étant construits sous les arbres et dans un milieu marécageux peuvent bien recevoir des eaux de décomposition des feuilles.

La turbidité par contre est en relation avec la mesure des matières en suspension, elle donne une idée de la teneur en matières colloïdales d'origine minérale ou organique; la turbidité est liée, à la transparence; Il n'y a aucun puits étudié qui a montré une turbidité supérieure aux normes de l'OMS qui est de <1 UNT.

Le taux des solides dissous (TDS) est influencé par les ions carbonate, bicarbonate, chlorure, sulfate, nitrate, sodium, potassium, calcium, et magnésium, selon OMS (1984). En considérant que la classification de Bruvold et al. (TDS<300mg/l): eau excellente; entre 300et 600 mg/l: bonne eau; entre 600 et 900 mg/l: moins bonne eau; entre 900 et 1200 mg/l: mauvaise eau; TDS >1200 mg/l eau inacceptable), on peut considérer que les eaux analysées sont excellentes par rapport à ce paramètre.

3.2 RESULTATS DES ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

Le tableau 3 donne les valeurs maximales admissibles pour la présence de bactéries dans une eau de boisson.

Tableau 3. Paramètres microbiologiques d'une eau potable

	Valeur maximale admissible
Escherichia coli	0
Entérocoque	0
Pseudomonas aeruginase	0
Nombre de bactérie aérobies	< 100
Nombre de coliforme dans 100 ml	0
Nombre de coliforme thermo tolérant	0
Nombre de staphylocoque	0
nombre des streptocoques fécaux dans 10 ml	0
Nombres des spores de bactérie anaérobie sulfitons réductrice dans 20 ml	0
nombre de salmonelle dans 5 litres	0
Nombre de staphylocoque pathogène dans 100 ml	0
Bactériophages fécaux dans 50 m	0

Organisation Mondiale de la Santé, 1970 [4].

Ce tableau résume les valeurs admissibles pour les germes tests. Une eau destinée à l'alimentation humaine ne doit contenir aucun organisme pathogène en particulier des salmonella dans 5 litres d'eau prélevée; de staphylocoques pathogènes dans 100 millilitres d'eau.

La contamination par les matières fécales est décelée par la présence d'Escherichia Coli et Streptocoques fécaux (entérocoques). La présence de ces germes témoigne une contamination fécale; qui conduit à considérer l'eau comme impure du point de vue bactériologique et elle est déclarée polluée. D'une manière globale, la qualité de l'eau potable se définit en fonction de ses caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques. La qualité bactériologique de l'eau se mesure par la présence d'organisme indicateur de pollution (bactéries coliformes). Leur présence indique que l'eau a été polluée par les excréta d'origine humaine et animale. C'est pourquoi chaque pays est appelé à développer ses propres normes et considérer les normes de l'OMS que comme directives Kiyombo, [1].

Notre étude a consisté à rechercher la qualité bactériologique des eaux de puits consommées dans le quartier Mama Balako à Mbandaka en la comparant avec les directives microbiologiques telles que souhaité par l'OMS. En effet, il s'agissait pour nous de faire:

- le dénombrement des flores totales;
- le dénombrement des coliformes avec l'identification d'Escherichia coli.

Le tableau 4, résume l'essentiel de l'analyse bactériologique.

Tableau 4. Résultats 2: Des analyses bactériologiques

Puits Tubes	PA1	PA2	PNA3	PNA4	PNA5
T1	-	-	+	+	+
T2	-	+	-	+	+
T3	-	+	+	+	-

Légende: + Croissance de bactéries

- pas de croissance de bactéries

PA1: Puits aménagé 1

T1: Tube 1

La lecture de ce tableau 4 révèle que: toutes les eaux de puits non aménagés (PNA3, 4 et 5) ont été testées positifs. Ce qui reste à croire que ces puits sont contaminés par les coliformes totaux.

En ce qui concerne les puits aménagés (PA1 et PA2), le PA2 était testé positif tandis que le PA1 a été testé négatif.

En nous référant à la description de ces puits faites ci-haut, nous pouvons résumer les raisons de cette contamination en ceci:

- les distances entre les puits d'eau et les latrines sont inférieures à 30 m.
- tous les puits non aménagés ne sont pas protégés et construits dans les parcelles non clôturées;
- mauvaise utilisation par une population (en majorité les pygmées) sans éducation environnementale en la matière, car aucune sensibilisation ne se fait dans ce sens.

3.3 RESULTATS DES ENQUETES AU CENTRE DE SANTE MAMAN BALAKO

Les résultats de nos enquêtes sont résumés dans le tableau 5: les résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques nous ont donné une idée sur la qualité de l'eau consommée au quartier Mama Balako, qualité qui n'est pas acceptable. C'est pour cette raison que nous nous sommes résolu d'aller consulter les fiches de consultation des malades au Centre de santé (qui porte le nom du même quartier) pour vérifier si réellement la population qui utilise les eaux de ces puits est à risque et/ou et menacée par des maladies dites hydriques.

Tableau 5. Taux d'incidence des maladies d'origine hydrique au centre de santé Mama Balako (Source: Archives du centre de santé)

Année	Nombre de personnes consultés	Tranche d'âge			Autres Maladies
		0 – 5 ans	Plus de 5ans	Total	
2009	574	112	159	271	303
2010	1020	266	247	513	507
2011	783	298	210	508	275
TOTAL	2377	676	616	1292	1085

Il ressort dans ce tableau que: pendant une période allant de 2009 à 2011, le Centre de santé Mama Balako a reçu 2377 cas; dont 1292 étaient d'origine hydrique; tandis que, 1085 cas étaient d'origines diverses (non liée à la consommation de l'eau autre que l'eau).

La proportion de la population affectée par les maladies hydriques est plus élevée chez les enfants de moins de 5 ans avec un taux de 676 Cas enregistrés que chez ceux de plus de 5 ans. Ces résultats confirment le taux de mortalité très élevé chez les

enfants de moins de 5 ans dans la ville de Mbandaka. En dépit de la volonté de rapport de DSCR (Document de Stratégie de la Croissance de Réduction de la Pauvreté) de rendre l'accès à l'eau pour 36% de la population rurale, ce qui impliquerait desservir 1,4 millions de nouveaux usagers chaque année de 2010 à 2015, ceci apparaît utopique et irréalisation néanmoins à la seule ville de Mbandaka où il y a presque plus des infrastructures sanitaires.

Cette situation très malheureuse fait de Mbandaka et ses environs l'un des foyers du Choléra en RDC où on avait décelé dans les 3 zones de santé de Mbandaka 866 cas dont 267 cas pour les enfants de 0-5 ans et 599 cas des personnes âgées de 5 ans et plus (CTC 2016) à la période allant du 15/06 au 25/10/2016 dont les cas étaient plus élevés dans le quartier Mama Balako qui est notre champ d'investigation.

4 CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Notre objectif était d'identifier et d'analyser les problèmes et les impacts environnementaux, afin de proposer une amélioration durable de la qualité d'eau de boisson dans la ville de Mbandaka en général et au quartier Mama Balako en particulier.

La mauvaise position des points d'eau (puits), par rapport aux installations hygiéniques, ainsi que le rejet de déchets incontrôlés constituent les causes de la dégradation de la qualité environnementale de la nappe phréatique.

La Température, la turbidité, la conductivité et le TDS qui sont analysés; leurs valeurs selon les normes de l'Organisation Mondiale de la Santé, sont de loin inférieures et donc conformes. L'analyse bactériologique des toutes les eaux étudiées, dans l'ensemble est très inquiétante, surtout avec la présence des coliformes fécaux observés dans les puits non aménagés.

La proportion de la population affectée par les maladies hydriques est plus élevée chez les enfants de moins de 5 ans avec un nombre de 676 Cas enregistrés que chez ceux de plus de 5 ans soit 616 Cas.

Au regard de nos résultats obtenus, nous suggérons ce qui suit:

- vulgarisation et mise en application de la loi sur la bonne Gestion Intégrée de Ressource en Eau;
- sensibilisation permanente de la notion d'Eau, d'Assainissement et Hygiène à tous les niveaux;
- conception et mise en œuvre des projets pilotes d'assainissement Ecologique des points d'eau (puits et sources) dont le but est de prévenir la contamination fécale pathogène et d'améliorer la qualité de l'eau des puits et sources prioritaires fournissant l'eau potable à la population;
- organisation d'une planification de ces eaux souterraines qui reposera sur l'évaluation de la réserve et de la qualité de la ressource.
- organisation d'un système de drainage des eaux usées et, ainsi qu'un système de gestion de déchets.
- prise des mesures immédiates pour sécuriser les périmètres autour des sources d'eau potable, et promotion de l'approche gestion intégrée de ressource en eau.
- organisation d'une évaluation de la réserve des aquifères en vue d'une bonne gestion de l'eau, cette ressource de plus en plus stratégique.

La réussite à toutes ces stratégies ne sera possible que dans un cadre institutionnel approprié qui s'attellera au respect de la législation en matière de construction des puits et sources d'eau, ainsi qu'à l'élaboration des normes ou directives nationales.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient tous les bienfaiteurs qui ont appuyé cette recherche, en particulier le laboratoire provincial de l'Office Congolais du Contrôle, le laboratoire d'Eco toxicologie et Biotechnologie Environnementale ERGS à la Faculté des sciences de l'Université de Kinshasa, l'Unicef /Antenne provinciale, ainsi que le ministère Provincial de la Santé Publique de leurs interventions respectives en faveur de cette étude.

REFERENCES

- [1] Ghislain ponzo (2009); Tome1. P88, Parti Ecologiste Congolais.
- [2] Henri Roques (1980), Fondements théoriques du traitement biologique des eaux, volume I, techniques et documentation, Paris, France, 871p.
- [3] Jacques Bordet (2007), L'eau dans son Environnement rural Paris vol. 317.
- [4] Jean Rodier jet cool (1984), Analyse de l'eau: eau naturelle, eaux Résiduels, eau de mer, *chimie, physico, bactériologique*, 7ème Ed. Dunandavec la collaboration de H.Beuff, M. Burmaud, J.P Broumn, Chgeoff, Ray.
- [5] Musibono D.E (2010), L'effort de l'eau comme indicateur du niveau de développement.comm.pers.au Forum Mondial de l'eau à Copenhague. 12pp.
- [6] Musibono D.E (1992), Qualité de l'eau et aquaculture, une approche d'écodéveloppement, éd. MTD Engineering, Kinshasa, p184.
- [7] Mitricon (2010), Vive l'eau, édition Odile Zimmen (corpus) P33.
- [8] Monnier J.Deschamps et al. (1980), Santé publique: Santé de la communauté, Simep, France. p444.
- [9] OMS (1984), Guidelines for drinking-water quality, vol. 2 *Health criteria and other supporting information*, OMS, Belgium, p 335.
- [10] OMS (1987), Technologie de l'environnement en eau et de l'assainissement dans le pays en développement, rapport Technique, Genève, 42p.
- [11] PNUÉ (2011), Evaluation environnementale post-conflit en RDC, (Rapport synthèse, Kinshasa, pp.
- [12] Unicef (2011), <http://www.oieau.fr/ReFEA/fiches/CaptEauSout/1puits moderne.htm> 2011 lu le 15 décembre 2011.