

## Analyse physico-chimique et microbiologique des eaux de sources consommées par la population du Secteur de Kakongo/Kongo Central en République Démocratique du Congo

MUMA WA MUMA Cyrille<sup>1</sup>, MBUMBA MASIALA Albert<sup>1</sup>, BAFUANUSUA MAMOSO Floribert<sup>1</sup>, and TSHIPELE ONDAS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables, Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques, ISEA Tshela, Kongo Central, RD Congo

<sup>2</sup>Institut Technique Médical, ISTM TSHELA, RD Congo

Copyright © 2019 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:** Contributing to the fight against waterborne diseases in the Kakongo sector in the DRC is the overall objective of this research. Water samples taken from sixteen sources in sixteen villages belonging to four groups in this sector were sent to the laboratory in accordance with WHO standards. Indeed, the results of physico-chemical analyzes in the laboratory have shown that almost all the sources of water consumed by the population of this sector is not drinkable. Microbiological analyzes have shown that 50% of the sources are started with *Escherichia coli*, 81.2% with total germs and 68.7% with faecal coliforms, proof that on the basis of WHO requirements, the waters of these sources are unfit for human consumption. The danger remains open in this sector, it is imperative and urgent to develop these sources, popularize good techniques of household waste management and consider sustainable environmental education among the people of the province of Kongo Central in general and the Kakongo sector in particular, if we want to save a multitude of lives at risk as advocated by the Millennium Development Goals. The consumption of these waters without any treatment presents very serious health risks for the population.

**KEYWORDS:** water sources, analysis, quality, consumption, MDGs.

**RÉSUMÉ:** Contribuer à la lutte contre les maladies hydriques dans le secteur de Kakongo en RDC, est l'objectif global visé dans cette recherche. Les échantillons d'eau, prélevés dans seize sources de seize villages appartenant dans quatre groupements dudit secteur, ont été acheminés au laboratoire avec respect des normes édictées par l'OMS. En effet, les résultats des analyses physico-chimiques au laboratoire ont montré que la quasi-totalité des sources des eaux consommées par la population de ce secteur est non potable. Les analyses microbiologiques ont démontré que 50% des sources sont entamées avec *Escherichia coli*, 81,2% avec des germes totaux et 68,7% avec des coliformes fécaux, preuve que sur base des exigences de l'OMS, les eaux de ces sources sont impropres à la consommation humaine. Le danger reste à ciel ouvert dans ce secteur, il est donc impérieux et urgent d'aménager ces sources, de vulgariser les bonnes techniques de gestion des déchets ménagers et d'envisager une éducation environnementale durable auprès de la population de la province du Kongo Central en général et du secteur de Kakongo en particulier, si l'on veut sauver une multitude de vies humaines en péril tels prônent les objectifs du millénaire pour le développement. La consommation de ces eaux en dehors de tout traitement présente des risques sanitaires très graves pour la population.

**MOTS-CLEFS:** sources d'eau, analyse, qualité, consommation, OMD.

## 1 INTRODUCTION

La population du Secteur de Kakongo en DRC, consomme au quotidien l'eau des sources non aménagées, lesquelles sources constituent en même temps, les lieux d'abreuvement des animaux domestiques notamment les chèvres, les porcs, et les moutons. Or les deux derniers types de bétails, jouent un rôle prédominant dans la contamination des eaux tant superficielles que souterraines (GELDREICH, 1976). Il est important de signaler que les maladies contagieuses causées par les bactéries pathogènes, les virus et les parasites sont très souvent liés à la consommation d'eau ne répondant pas à des critères minimaux de potabilité. Elles constituent pour la santé le risque le plus commun et le plus répandu. Il est donc important d'établir des normes et des indicateurs de potabilité et de qualité et surtout de vérifier qu'elles sont respectées, notamment sur les points d'accès à l'eau et si nécessaire de les adapter selon les zones et les particularités locales. Jusqu'ici des inquiétudes demeurent croissantes dans ce secteur par le fait que les maladies hydriques s'accroissent et on enregistre un taux élevé de personnes hospitalisées à cause des maladies hydriques si bien qu'elles éprouvent d'énormes difficultés de paiement pour accéder aux soins de santé basique. Cette triste situation est préoccupante non seulement pour la population de ce Secteur, mais aussi pour celle de toute la province du Kongo central.

Si quelques recherches scientifiques, axées sur cette thématique, ont déjà eues lieu dans les autres parties de la province du Kongo central en général, aucune n'a été menée dans le Secteur de Kakongo de façon particulière selon la revue de la littérature disponible. C'est pourquoi il est nécessaire d'entreprendre d'autres recherches et les publier en vue de sauver de nombreuses vies humaines qui sont menacées dans cette province. De ce fait, l'ONU (2010) n'a-t-elle pas déclaré que l'accès à l'eau potable est un droit pour le développement durable ? Quant à nous, sur base de la fréquence de maladies d'origine hydrique trop élevées, constatée dans ce secteur et, la divagation des bêtes utilisant les mêmes ressources pour s'abreuver, l'évacuation non correcte des excréments due au manque des toilettes décentes d'autre part, avons voulu répondre aux préoccupations suivantes :

- Quelle est la disponibilité de la ressource en eaux dans ce Secteur,
- Et quelle est la qualité de ces eaux disponibles sur le plan physico-chimique et microbiologique ?

C'est dans cette perspective que cette recherche vise à lutter contre les maladies hydriques et le taux de mortalité élevé en déterminant la qualité des eaux des sources consommées par la population du Secteur de Kakongo, après analyses physico-chimique et microbiologique.

L'eau étant un aliment très consommé par les vivants, la connaissance de sa qualité et du droit d'accès à l'eau potable par la population, revêt un intérêt particulier à l'échiquier mondial. Ces deux derniers aspects, justifient l'importance du choix accordé par cette recherche scientifique. Partant des investigations jusqu'aux prélèvements, la recherche a été réalisée en temps pluvieux et c'est dans une période allant du 10/11/2018 au 23/01/2019, soit quatre mois.

## 2 MATERIELS ET METHODE

### 2.1 MATERIELS

#### 2.1.1 PRÉSENTATION DU MILIEU D'ÉTUDE ET SUBDIVISION ADMINISTRATIVE

Créé le 15 juin 1944, le Secteur de Kakongo est l'un des secteurs de la province du Kongo central, situé dans le Territoire de Lukula de l'ex-District de Bas-fleuve et couvre une superficie de 1.135Km<sup>2</sup>. Il est situé à 120 Km de la ville de Boma et est naturellement limité : au nord par la rivière Lukula, au Sud par le Secteur de Boma-Bungu, à l'Est par le Secteur de Patu, à l'Ouest par la province de Cabinda en République d'Angola.

Sur le plan administratif, ce dernier possède huit groupements : le groupement de Makungu-Lengi, de Kiala Mongo, de Kainitu, de Kiphata, de Luvu, le groupement de Bidi, celui de Lele Sikila et le groupement de Mvungu. Ils sont reliés entre eux par des routes non asphaltées qui sont généralement à l'état de délabrement. On observe une alternance de deux des saisons (saison des pluies et saison sèche). Le relief est constitué des montagnes, des vallées, des plaines et des plateaux. Le paysage est couvert des forêts et savanes. Cela prédispose avantageusement le Secteur à une diversité de choix et à un large éventail d'options pour l'agriculture et l'élevage. La population qui le compose, est estimée à 40.739 habitants. Elle parle les langues suivantes : Kikongo, lingala et comme dialectes : Kiwoyo, Kiyombe et Kisundi. La majorité de cette population est analphabète, ce qui caractérise le sous-développement social, mental et économique de ce Secteur.

### 2.1.2 SITES DE PRÉLÈVEMENT DES DONNÉES (GROUPEMENTS, VILLAGES, POSTES DE SANTÉ, CENTRE DE SANTÉ, HÔPITAUX ET SOURCES D'EAU)

Seize échantillons d'eau de sources ont été prélevés dans seize villages appartenant dans quatre différents groupements du Secteur. Les groupements et les villages choisis sont ceux les plus peuplés et facilement accessibles. Peu importe le nombre de sources que peut contenir un village, l'échantillon d'eau à analyser au laboratoire, a été collecté dans la source la plus fréquentée par la population de ce village.

Le bilan de personnes souffrant des maladies hydriques enregistrées annuellement a été dégagé dans les différentes structures sanitaires de ce Secteur. Suivant l'ordre croissant, ces points sanitaires visités où les responsables ont été interrogés au sujet des personnes souffrant des maladies hydriques dans ce Secteur sont les suivants : les postes de santé (P.S), les Centres de santé (C.S) et les hôpitaux. Les renseignements ont été recueillis par enquête au moyen d'un questionnaire bien structuré, voir annexe.

Le tableau 1 ci-dessous, reprend respectivement les groupements, les villages où les échantillons ont été prélevés, les postes, les centres de santé et les hôpitaux visités ainsi que les sources où les échantillons d'eau ont été collectés.

**Tableau 1.** *Groupements, villages où les échantillons ont été prélevés, les postes, les centres de santé et les hôpitaux visités ainsi que les sources où les échantillons d'eau ont été collectés*

Groupements	Villages	Postes, centres de santé et hôpitaux (P., C., H.)	Sources (S)
Makungu-Lengi	Kivudu	C.S. de Makungu-lengi	Masiala (S1)
	Kimvindu	-	Kusima (S2)
	Kingongolo	-	Mvumu (S3)
	Ngovonsoki	-	Minzienzi (S4)
Mvuangu	Tsimbali	Hôpital de Mvuangu	Kusiesi (S5)
	Kiphanga-Nombe	-	
	Mayezi	-	Tsasa (S7)
	Kiphanga Pfuati	-	Sima (S8)
Kai-Nsitu	Kai-Nsitu	P.S. de Kinkutu	Kulemba (S9)
	Tsialu	P.S. de Tsialu	Kusele (S10)
	Kipholo	P.S. de Yanga	Kuyanga (S11)
	Yema di yanga	Hôpital mbambi centre	Mbula (S12)
Kiphata	Kiphata	C.S de Khanga	Buami (13)
	Nzundi-Tsiliambu	-	Kusiata (S14)
	Nzundi-Tsikapa	C.S de Nzundi	Bulami (S15)
	Nzundi- Masinga	C.S de Nguela	Maliongo (S16)

### 2.1.3 MATÉRIELS UTILISÉS

Les matériels ci-après ont été utilisés lors de notre recherche:

- Une moto pour circuler dans différents villages en vue de procéder aux prélèvements des échantillons d'eau à tester,
- Des bouteilles ex canadien pure de 250 ml, pour prélever les eaux à tester,
- De l'alcool pour stériliser les bouteilles avant prélèvement,
- Une glacière pour la conservation des échantillons d'eau issus de différentes sources,
- L'ancre correctrice, pour marquer les échantillons d'eau

Pour analyser les échantillons au laboratoire, ces matériels et réactifs ont été utilisés. Ceux utilisés pour l'analyse physico-chimique sont : les burettes, les pipettes graduées, les plaques chauffantes, les erlenmeyers 250ml. Les matériels comme le pH-mètre et le rouge de phénol ont permis d'apprécier le niveau du pH, le spectrophotomètre/flacons colorimétriques pour la couleur, le turbidimètre pour la turbidité, l'équilibre acido-basique pour le Titre alcalimétrique et le méthylorange utilisé comme réactif pour la mesure du Titre alcalimétrique complet. Ces matériels spécifiques ont été aussi utilisés, il s'agit de : Statif monté, compte-goutte, pied gradué de 10ml, une cuvette. Leurs utilités et manipulation, sont indiquées dans la partie méthodologie.

Pour les analyses microbiologiques, les matériels utilisés sont conformes à ceux utilisés dans le cas des analyses physico-chimiques mais les milieux de culture utilisés à cette fin, ont marqué la différence. Pour ce faire nous avons fait usage à:

l'agitateur magnétique chauffante type 78-1, l'étuve koterman type 2712, la balance analytique type ST2, le compteur des colonies, boîte de pétri, les spatules et les pipettes pasteur, l'autoclave, l'incubateur du type IB-9052A, le bain marie, compteur des colonies, tube à essai.

Les milieux de culture utilisés sont les suivants : la gélose nutritive et l'eau distillée pour le dénombrement des germes totaux et des streptocoques fécaux, citrate de Simmons et l'eau distillée pour l'identification de l'Escherichia coli, du tergitol pour les coliformes.

## **2.2 METHODE**

### **2.2.1 ENQUÊTE AUPRÈS DE LA POPULATION ET DES STRUCTURES SANITAIRES DU SECTEUR**

Quatre-vingt personnes d'âges et de genre différents ont été interrogées en raison de vingt par groupement et cinq personnes par village. Chacune d'elles était soumise à un questionnaire préétabli et répondant à une série de questions dont les réponses étaient enregistrées dans les fiches. Etant en français, un interprète a facilité la traduction du questionnaire en vue de le rendre compréhensible aux enquêtés n'ayant aucun niveau d'instruction. Le questionnaire était axé sur l'accessibilité en eau, la gestion des déchets ménagers et les problèmes encourus par la population après consommation des eaux des sources. Et sur les données statistiques et/ou bilan annuel de personnes malades en général et celles souffrant des maladies hydriques en particulier en les regroupant en tranche d'âges. Ces informations ont été collectées auprès des responsables des structures sanitaires visitées et c'est par interview.

### **2.2.2 PRÉLÈVEMENT DES ÉCHANTILLONS D'EAU**

Seize échantillons d'eau à analyser ont été prélevés dans seize sources les plus fréquentées par la population. Les investigations ont été menées dans quatre groupements du secteur à raison de quatre villages par groupement et une source par village.

Avant de prélever l'échantillon à analyser, vider intelligemment et rincer trois fois les bouteilles ex Canadian pure avec l'alcool dénaturé et de l'ouate brûler, de manière à ne pas les contaminer. Marquer l'échantillon et le placer immédiatement dans la glacière. C'est de cette manière que tous les échantillons ont été collectés. Tous les prélèvements ont été réalisés en date du 23/01/2019. Tenant compte de la distance qui sépare les sites des prélèvements par rapport au laboratoire, tous les échantillons ont été acheminés et reçus au laboratoire le même jour des prélèvements puis gardés à la température ambiante du laboratoire. Ensuite, ils ont été analysés de part et d'autre pour une durée de 48 heures, timing normal tel que recommandé par l'OMS (1965).

### **2.2.3 ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX DES SOURCES**

Ces analyses ont été réalisées au laboratoire sous régionale de contrôle de qualité d'eau de la REGIDESO/BOMA, situé dans la ville de Boma, province de Kongo central en République Démocratique de Congo. Ce laboratoire est implanté au bord du fleuve Congo, dans la partie Sud-Ouest de la RDC, aux coordonnées géographiques suivantes : 5°25' de Latitude Sud et 13°5' de longitude Est.

Les paramètres tels que la température, le pH, la couleur, la turbidité, la M.E.S, T.A, T.A.C et la conductivité de l'eau ont été mesurés en ex-situ. Pour réaliser les analyses physico-chimiques, les méthodes ci-dessous ont été utilisées

### **2.2.4 ANALYSES MICROBIOLOGIQUES**

L'analyse microbiologique a porté sur la recherche des germes totaux, coliformes fécaux, l'Escherichia coli et les streptocoques fécaux, les trois premiers étant indicateurs d'une probable contamination des eaux par les matières fécales des humains ou des animaux. Cette analyse essentielle pour la santé, a permis de détecter la présence d'éventuels parasites présents dans l'eau des sources consommée par la population de ce Secteur.

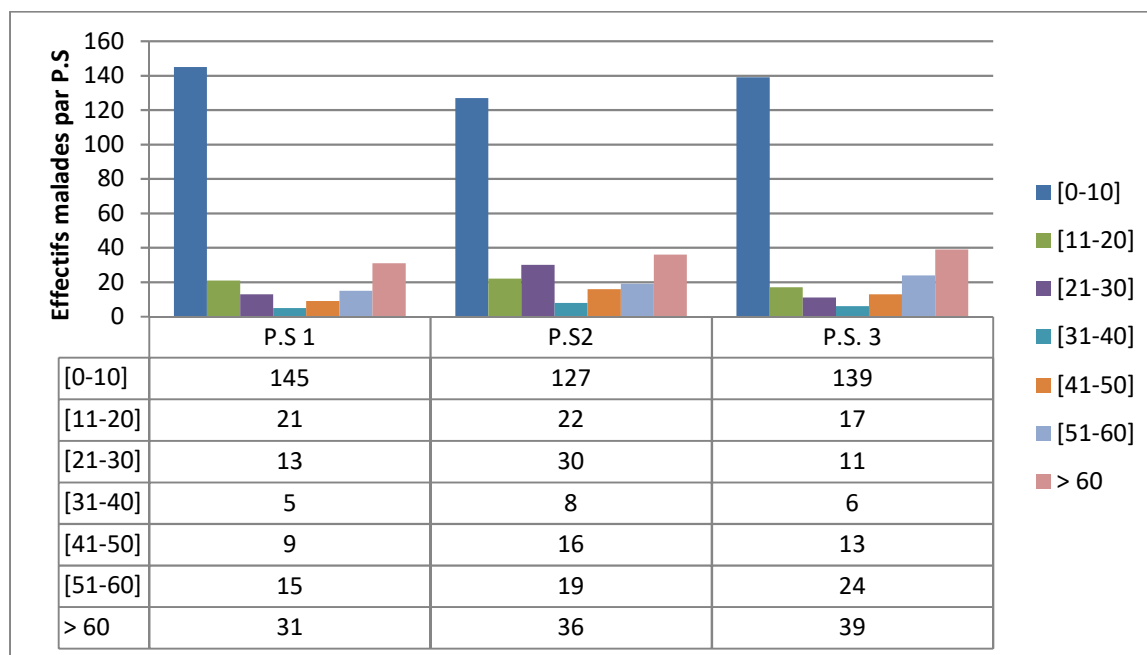
Les Symptômes des maladies hydriques remarquables par la population, les tranches d'âges de personnes malades dans ce secteur, la température, la conductibilité, TA, TAC, la matière en suspension, la présence des microorganismes nuisibles dans l'eau de boisson, sont les paramètres pris en compte dans ce travail.

### 3 RÉSULTATS

Les figures 1, 2 et 3, indiquent en tranches d'âges, les bilans annuels de personnes souffrant des maladies hydriques dans les structures sanitaires visitées du secteur de Kakongo. Les informations qui y sont figurées, sont collectées dans les registres de malades consultés dans trois postes de santé, quatre centres de santé et dans deux hôpitaux de proximité.

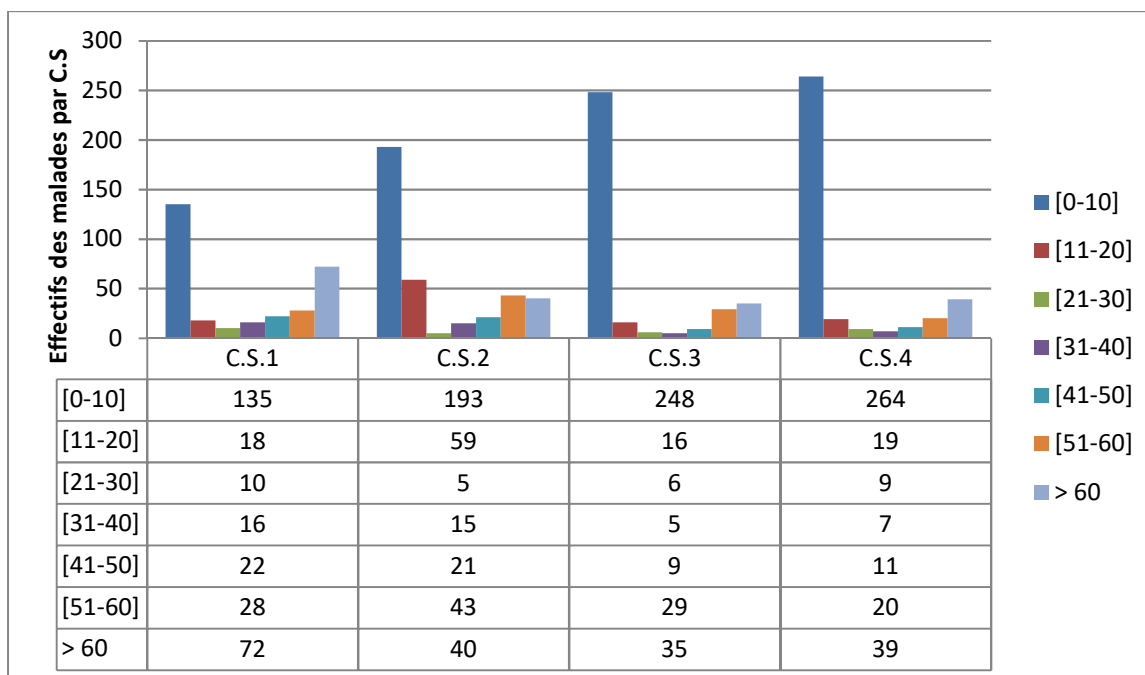
#### 3.1 TRANCHES D'ÂGES DE PERSONNES SOUFFRANT ANNUELLEMENT DES MALADIES HYDRIQUES DANS LES POSTES DE SANTÉ VISITÉS

Figure 1 annonce le bilan annuel des personnes souffrant des maladies hydriques. Ces données ont été recueillies dans les trois postes de santé visités.



P.S1, P.S2, PS3. Poste de santé 1, 2,3.

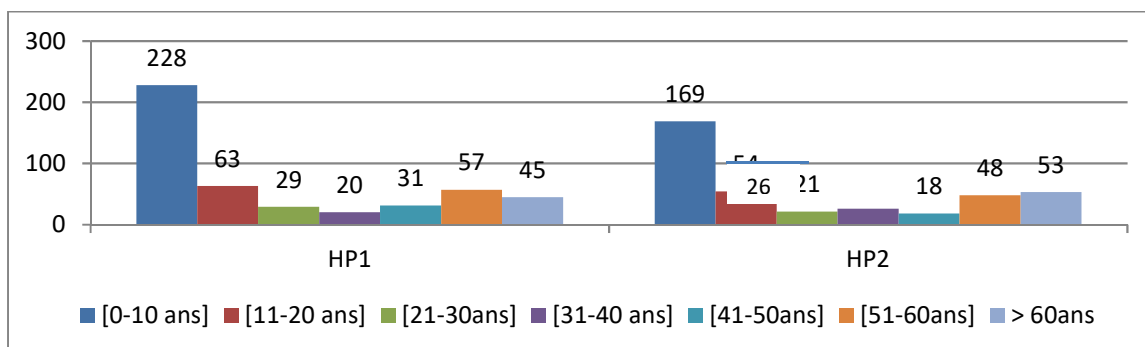
Figure 2 ci-dessous, indique le bilan annuel des personnes souffrant des maladies hydriques dénombré dans quatre centres de santé visités.



C.S.1...4. Centre de santés 1, 2, 3 et 4

### 3.2 TRANCHES D'ÂGES DE PERSONNES SOUFFRANT DES MALADIES HYDRIQUES DANS DEUX HÔPITAUX VISITÉS

Figure 3. Tranches d'âges de personnes souffrant des maladies hydriques dans ce secteur.

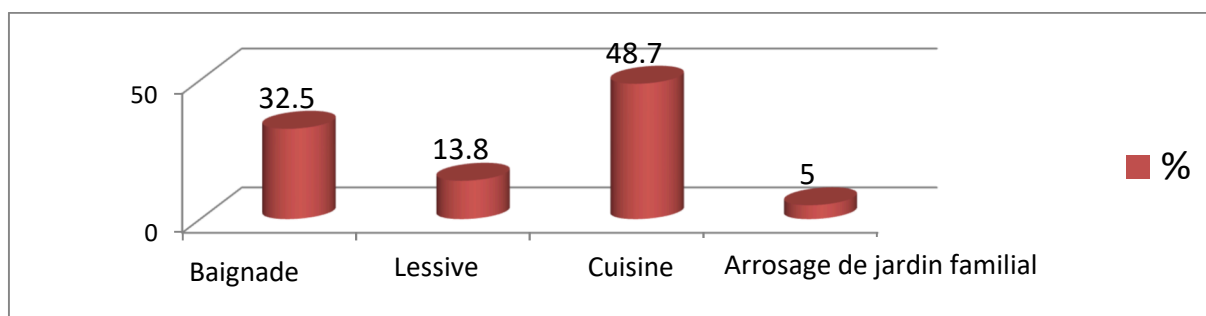


HP1, HP2 : Hôpital 1 et 2

Il ressort des figures 1,2 et 3 que, les personnes des tranches d'âges compris entre 0-10ans et celles qui ont l'âge supérieur à 60ans, sont les plus victimes des maladies hydriques dans ce secteur. Cette réalité corrobore aux données statistiques de l'OMS (1915), lesquels dénotent que les enfants de 0-5ans et les personnes les plus âgées sont plus vulnérables aux maladies hydriques partout dans le monde.

### 3.3 AUTRES USAGES FAIT DES EAUX DES SOURCES PAR LA POPULATION DU SECTEUR DE KAKONGO

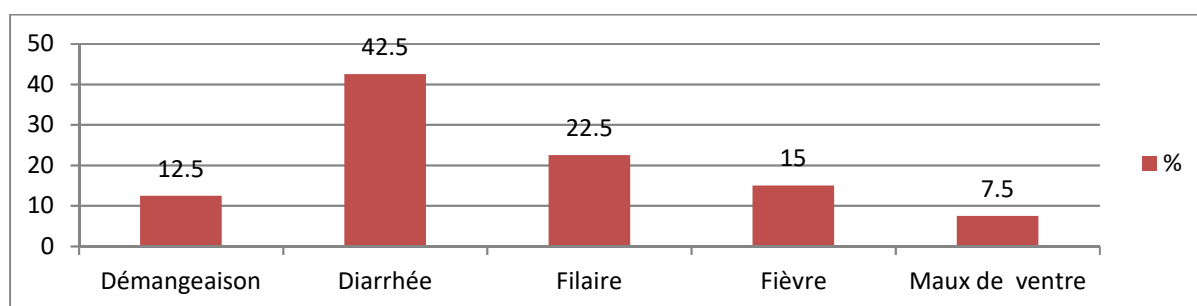
Dans la figure 4 sont signalés, les autres usages des eaux des sources tirés par la population dans le secteur de Kakongo.



Il ressort de la figure 4 que les différents usages offrant à l'homme la possibilité d'ingérer l'eau représentent une grande proportion aux risques de contamination par rapport à l'arrosage servant comme moyen d'alimenter les plantes.

### 3.4 SYMPTÔMES DES MALADIES HYDRIQUES REMARQUABLES PAR LA POPULATION

La figure 5 indique les différents symptômes des maladies hydriques présentés par la population dans le secteur Kakongo.



La figure 5 indique les symptômes des maladies observés par les usagers des eaux de sources du Secteur de Kakongo. Il ressort de cette figure que la consommation des eaux de sources dans ce Secteur, a des répercussions sur la santé de la plupart de personnes qui souffrent de la diarrhée soit 42,5%. Celles qui présentent les symptômes de filaire s'élevaient à 22,5%. Les personnes menacées par la fièvre ont représenté 15%. Celles frappées par des démangeaisons après utilisation des eaux des sources ont été évaluées à 12,5% et 7,5% de personnes consommant les eaux des sources se plaignent des maux de ventre intenses.

### 3.5 ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

Dans le tableau ci-dessous sont présentés les résultats des analyses physico-chimiques

Tableau 2. Résultats d'analyses physico-chimiques

PARAMETRES	UNITES	EXIGENCE OMS	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16
PH		6,5-8,5	5,1	6,6	8,5	5,4	6,6	6,2	6,2	6,1	6,0	5,6	6,8	5,8	6,6	6,3	6,2	6,9
COULEUR	Mg/l	0-20	20	3	380	12	4	0	0	6	13	4	14	16	127	4	0	153
TURBIDITE	NTU	0-5	3,4	1,1	32,7	2,7	1,2	0,6	0,7	1,6	1,9	0,8	2,1	3,1	8,9	1,8	0,2	7,9
M.E.S	Mg/l	0-5	3	1	42	1	1	0	0	0	1	1	2	0	9	0	0	7
CONDUCTIVITE	Us/cm	1500	27,4	70	108	59	15,1	33,2	32,4	15,3	17,2	18,2	23,4	26,5	22,7	25,5	24,8	39,8
T.A	0-50°f	-	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T.A.C	0-50°f	-	0,4	1	29	0,5	0,3	0,5	0,3	0,6	0,3	0,4	0,3	0,4	0,6	0,5	0,5	0,4
TEMPERATURE	Oc	8-15	29,5	29,9	29,6	29,7	29	29,5	29,6	29,6	29,3	29	29,1	29,7	29,5	29,4	29,5	29,5

Légende : PH (Potentiel d'hydrogène), M.E.S (Matière en suspension), T.A (titre alcalimétrique), T.A.C (titre alcalimétrique complet)





Tableau 4. Analyse quantitative des pathogènes véhiculés par l'eau et transmis par voie orale (détectés par observations directes)

Paramètres	Méthodes	Exigences	RESULTATS															
			S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16
Protozoaires	Observations directes	Absence	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Helminthes	Observations directes	Absence	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Virus	Observations directes	Absence	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Levures	Observations directes	Absence	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+

Légende : S1, S2, S3... : Source1, 2, 3, etc. + : présence d'un pathogène, - : absence d'un pathogène

Les résultats des analyses quantitatives directes au laboratoire démontrent que les échantillons S2, S3, S5, S6 et S7 contiennent des protozoaires comme Entamoeba observé dans (S2), le Trichomonas détecté dans S3, S5, S7 et, le Balantidium coli dans S6. Ils renseignent également la présence des levures dans S1, S2 et S9, S11, S13 et S16. L'ingestion de ces germes pathogènes dans le tractus digestif humain peut être responsable de maladies hydriques très graves surtout chez les immunodéprimés (personnes âgées) et chez les enfants qui consomment directement les eaux portant ces germes ou indirectement par la consommation des aliments non cuits qui sont des foyers porteurs de ces germes.

#### 4 DISCUSSION DES RÉSULTATS

La présence de ces pathogènes dans l'eau est un indicateur de la pollution (P. Singleton 2005), laquelle pollution est non seulement due par les bêtes qui se ressourcent et qui souillent l'eau en déposant leurs excréments mais aussi par les eaux des pluies qui ruissellent vers les cours d'eau, véhiculant ainsi les germes pathogènes et autres substances indésirables dépréciant la qualité des eaux (Denis 2001). Au regard des résultats présentés ci-haut, force est de signaler que les mêmes causes provoquent les mêmes effets si l'on compare ces résultats à ceux de Mavungu (2016) dans le Secteur de Bulanaku où plusieurs personnes souffrent des maladies hydriques dues par la consommation des eaux de sources réputées de mauvaise qualité. Eu égard aux résultats de ces trois tableaux, il convient de souligner que les eaux prélevées dans les seize sources du Secteur de Kakongo, sont impropres à la consommation humaine nonobstant la conformité de certains paramètres physico-chimiques (Prescott, L.M et al. 2010). Il est donc impérieux comme le déclare (Tortora et al. 2012) de soumettre toutes les eaux de ces sources à un traitement de désinfection ou de clarification avant toute consommation, afin de garantir la santé d'une multitude de personnes résidant dans ce Secteur ainsi que celles qui proviennent d'ailleurs.

#### 5 CONCLUSION

L'objectif global de cette étude est de contribuer à la lutte contre les maladies hydriques dans le Secteur de Kakongo par l'approvisionnement en eau de bonne qualité à la population dudit Secteur. Après analyse des échantillons d'eau de sources consommées par la population de ce Secteur, les résultats démontrent que :

Les eaux de toutes ces seize sources prélevées dans différents groupements de ce Secteur sont incompatibles aux normes de l'OMS et sont donc impropres à la consommation humaine. Même si pour quelques sources, certains paramètres physico-chimiques soient conformes aux normes de potabilité édictées par l'OMS, il convient de signaler par ailleurs, qu'aucune source n'a rempli toutes les conditions de potabilité après analyses.

De la source 1 (S1) jusqu'à la source 16 (S16), on y a détecté non seulement d'innombrables germes et coliformes fécaux mais aussi pour certaines, des Escherichia Coli qui sont responsables de pollutions fécales récentes. Les eaux des autres sources ont montré la présence des protozoaires, des virus et des levures qui sont également les causes des maladies hydriques redoutables.

Eu égard aux résultats trouvés, il s'avère important de signaler au public que, les eaux des sources consommées par la population du Secteur de Kakongo contiennent des germes pathogènes nuisibles à la santé. De ce fait, la consommation par la population de Kakongo, des eaux de sources à l'état brut et qui contiennent des germes pathogènes, est l'une parmi les causes principales des maladies hydriques dans ce Secteur. Ce dernier aspect confirme l'hypothèse de départ selon laquelle les eaux des sources consommées par la population du Secteur de Kakongo contiennent des germes pathogènes qui sont à l'origine des maladies hydriques dans ce Secteur.

En effet, la population ne doit pas consommer ces eaux sans les traiter, elle devra également assainir son environnement en gérant tous les déchets ménagers. Les enfants doivent éviter de chier près des sources d'eau. Les agriculteurs devront réaliser leurs champs à une distance acceptable par rapport aux sources d'eau. Les éleveurs doivent protéger leurs animaux dans les enclos et le service vétérinaire doit veiller sur cet aspect et punir sévèrement les réfractaires. L'eau d'usage familial doit être conservée dans les bonnes conditions.

Les structures sanitaires du Secteur doivent encadrer la population dudit Secteur par la sensibilisation et vulgarisation sur l'hygiène, l'assainissement et sur les techniques de traitement de l'eau destinée pour les usages domestiques.

Les autorités de Territoire de Lukula et du Secteur de Kakongo doivent envoyer fréquemment au moyen d'une programmation, les agents pour le contrôle et suivi sur la gestion des déchets et des conditions hygiéniques dans les villages,

Les ONGD tant nationales qu'internationales d'aider la population de ce secteur dans l'aménagement des sources d'eau consommée, d'accompagner la population de ce secteur pour assainir son environnement par la vulgarisation de bonnes techniques de gestion des déchets ménagers et la construction de toilettes pour une bonne gestion des excréta humains.

Les ONGD, qui particulièrement, œuvrent dans le domaine de l'environnement ou de l'agriculture, devront projeter les films sur l'éducation sanitaire dans ce secteur et sur la gestion, recyclage des déchets ménagers et sur les risques encourus de personnes sujettes des maladies hydriques.

Aux autres chercheurs scientifiques, de reprendre la même étude en saison sèche dans le même secteur, pour tester si le facteur pluie, n'a pas influencé les résultats dans quelques sources et d'étendre cette recherche dans les autres secteurs non seulement du Territoire de Lukula mais aussi dans toute la province du Kongo central.

La réalisation de cette recherche ne pourra aboutir sans concours de plusieurs personnes scientifiques et de quelques experts que nous remercions d'avance. Les remerciements sont également adressés aux lecteurs et à toute l'équipe de la revue où est soumis le texte pour sa publication. Grâce à leur apport combien enrichissant que ce texte a pris la forme d'une publication acceptable tant sur le plan tant national qu'international.

## REFERENCES

- [1] 2005. Les maladies liées à l'eau. Dans Sagascience. p25.
- [2] 2011. Lignes directrices concernant les travaux analytiques en microbiologie, DR-12-SCA-02. Québec: 2011.
- [3] Berryman D. et al. 2003. Suivi des nonylphénols éthoxylés dans l'eau brute et l'eau traitée de onze stations de traitement d'eau potable au Québec. Ministère de l'Environnement, Gouvernement du Québec.2003.
- [4] Bricha S. et al. 2007. Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de la nappe phréatique M'nasra (Maroc). Afrique SCIENCE. Pp 391– 404.
- [5] F. Denis, M-C. Ploy, C. Martin, E. Bingen, R. Quentin, Bactériologie médicale - Techniques usuelles, 2<sup>e</sup> édition, éditions Elsevier Masson, 2011. Pp 215-241
- [6] J. Perry, J. Staley et S. Lory, Microbiologie, éditions Dunod, 2004.
- [7] J. Tortora, B. R. Funke, C. L. Case, L. Martin, Introduction à la microbiologie, 2<sup>e</sup> édition, ERPI, 2012.
- [8] L. M. Prescott, J. P. Harley, D. A. Klein, L. Sherwood, J. Willey, C. Woolverton, Microbiologie, 3<sup>e</sup> édition, éditions De Boeck, 2010.
- [9] Levallois P. et al. 2003. Environnement et santé publique-Fondements et pratiques. Paris: Éditions Tec & Doc; 2003. Qualité de l'eau; pp. 333-368.
- [10] M. Archambaud, D. Clavé, J. Grosjean et C. Pasquier, Bactériologie et Virologie Pratique, 2<sup>e</sup> édition, éditions De Boeck, 2011.
- [11] M. T. Madigan et J. M. Martinko, Brock Biology of Microorganisms, 13<sup>e</sup> édition, Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2010.
- [12] M. T. Madigan et J. M. Martinko, Brock, Biologie des micro-organismes, 11<sup>e</sup> édition, Pearson, 2007.
- [13] OMS. 1965. Directives de qualité pour l'eau de boisson; volume 2 – C critères d'hygiène et documentation à l'appui. 2<sup>e</sup> édition. OMS; 2000. p. 1050.
- [14] P. Singleton, Bactériologie : pour la médecine, la biologie et les biotechnologies, cours, 6<sup>e</sup> édition, éditions Dunod, 2005.
- [15] RAMADE 1995. Elément d'écologie appliquée. Ediscience International. Pp 587-600