

EAUX DE BOISSON ET MALADIES HYDRIQUES À BUNIA (RD CONGO)

DRINKING WATER AND WATERBORNE DISEASES IN BUNIA (DR CONGO)

¹ HANGI NDUNGO Jonathan, ² DJIBIEKAPTCHOUANG Lionel, ³ EWOTI NOAH Olive, ⁴ TAKOUGANG Innocent, ..

¹ Université de Yaoundé I, Faculté de médecine et de sciences biomédicales, Département de santé publique

² Université de Dschang, Faculté des lettres et sciences humaines, Département de géographie

³ Université de Yaoundé I, Faculté des sciences, Département de biologie et physiologie animale

⁴ Université de Yaoundé I, Faculté de médecine et de sciences biomédicales, Département de santé publique

HANGI NDUNGO Jonathan, DJIBIEKAPTCHOUANG Lionel, EWOTI NOAH Olive et TAKOUGANG Innocent, Eaux de boisson et maladies hydriques à Bunia (RD Congo), *Revue Espace, Territoires, Sociétés et Santé* 5 (10), 147-158, [En ligne] Décembre 2022, URL: <https://retssa-ci.com>

Résumé

La présente étude a eu pour centre d'intérêt la qualité des eaux boissons et les maladies hydriques induites. Le travail a été fait à partir de l'analyse au laboratoire des paramètres bactériologiques et physico-chimiques des échantillons d'eau prélevés dans les différents points d'approvisionnement en 2020 et en 2021, et des données cliniques issues des structures

sanitaires de la ville de Bunia entre 2015 et 2019. La densité moyenne d'E. coli varie de $3,7 \pm 12,1$ UFC/100ml à $123,6 \pm 453$, 9UFC/100ml. La densité moyenne la plus faible des coliformes totaux $56,6 \pm 115,6$ UFC/100ml a été observée dans les eaux de forage. La présence des Salmonella sp a parfois été rare dans les puits et les sources aménagées. Il a été par ailleurs relevé un passage progressif de l'acidité vers la basicité des eaux consommées. Avec une maximale de 64,4 NTU des teneurs maximales en NO₂ et NO₃ de 0,35 mg/l et 4,72 mg/l respectivement. Un lien a été fait entre cette contamination des eaux de boisson et la présence à proximité des sources d'approvisionnement, des latrines et des décharges d'ordures. La principale résultante de cette situation est la prolifération des maladies hydriques telles que : la fièvre typhoïde, les diarrhées et les gastrites. Pendant la période d'étude, les maladies diarrhéiques ont été constamment supérieure à 40% et la fièvre typhoïde est passée de 21% à 41%. Il est donc urgent en améliorant la qualité des eaux de boissons, de lutter contre la prolifération des maladies hydriques à Bunia.

Mots clés : Eaux de boisson, qualité, maladies hydriques, Bunia

Abstract

The focus of this study was on drinking water quality and induced waterborne diseases. The work was done from the laboratory analysis of the bacteriological and physico-chemical parameters of the water samples taken from the various supply points in 2020 and 2021, and clinical data from the health facilities of the city of Bunia between 2015 and 2019. The average density of *E. coli coli* ranges from 3.7 ± 12.1 CFU/100ml to 123.6 ± 453 , 9UFC/100ml. The lowest average density of total coliforms 56.6 ± 115.6 CFU/100ml was observed in borehole waters. *Salmonella* sp has sometimes been rare in wells and managed springs. There has also been a gradual shift from acidity to the basicity of the water consumed. With a maximum of 64.4 NTU maximum NO₂ and NO₃ levels of 0.35 mg/l and 4.72 mg/l respectively. This contamination of drinking water has been linked to the presence of nearby sources of supply, latrines and garbage dumps. The main result of this situation is the proliferation of waterborne diseases such as : typhoid fever, diarrhea and gastritis. During the study period, diarrhoeal diseases were consistently over 40%, and typhoid fever increased from 21% to 41%. It is therefore urgent by improving the quality of drinking water, to fight against the proliferation of waterborne diseases in Bunia.

Keywords : Drinking water, quality, waterborne diseases, Bunia

INTRODUCTION

L'eau a toujours été pour l'homme, la source alimentaire la plus indispensable. Les eaux douces (souterraines ou superficielles) représentent environ 0,6% de l'eau de la planète, et sont les plus exploitées pour l'alimentation humaine (Banton et Bangoy, 1997). Pour l'équilibre des écosystèmes, et la pérennisation de l'espèce humaine, sa qualité doit être préservée (OMS, 2000). C'est donc une

thématique majeure sur laquelle se sont penchés de nombreux auteurs. En effet, des études antérieures ont montré que la qualité microbiologique des eaux dans les métropoles africaines reste sujette à réflexion. Elles révèlent que ces eaux sont acides, et faiblement minéralisées (Nola et al., 1998). Elles hébergent une microflore bactérienne variée constituée de bactéries fécales, de bactéries commensales, des bactéries pathogènes opportunistes, dont la dynamique d'abondance subit de variations spatio-temporelles (Nola et al., 1998). Le peuplement de ces micro-organismes est significativement influencé par les facteurs physico-chimiques tels les teneurs en gaz et certains ions dissous, et des facteurs météorologiques tels les précipitations et l'insolation (Nola et al., 2000 ; 2001 ; 2002). Ces études ont aussi montré qu'au cours de la recharge de l'eau souterraine de la région, les bactério-polluants des eaux d'infiltration utilisent la matière organique présente pour se multiplier, leur taux de reproduction variant avec les horizons de sol (Nola et al., 2004). Cependant, de par sa qualité disponible, elle peut être une source de morbidité, et de mortalité relative à la gestion, l'approvisionnement inadéquats et son inaccessibilité (BRGM, 2006). En effet, l'Afrique subsaharienne fait face au développement accéléré et incontrôlé des villes et les multiples naissances des quartiers à habitat spontané qui entraînent une prolifération des systèmes individuels d'assainissement constitués en majorité de latrines, des fosses septiques plus ou moins étanches (Nola et al., 2004), les municipalités locales ne parviennent pas à assurer une distribution optimale de l'eau potable aux populations. Ces dernières sont donc obligées à recourir aux eaux souterraines et de surfaces dans l'ignorance de leur qualité microbiologique (Moungang et al., 2021). En RD Congo par exemple, bien que le réseau hydrographique soit abondant, 55% de la population n'a pas accès à l'eau potable. De plus les hospitalisations de ces populations sont liées à 25% aux maladies hydriques à l'instar des gastroentérites, des diarrhées et aux fièvres

typhoïdes (Delmas et al., 2011 ; Stewart, 2015). Ces informations posent le problème de la qualité des eaux destinées à la boisson et des maladies hydriques induites. La présente étude menée dans la ville de Bunia (RD Congo) vise donc à analyser le rapport entre la qualité des eaux de boisson et la prolifération des maladies hydriques.

1. MÉTHODOLOGIE

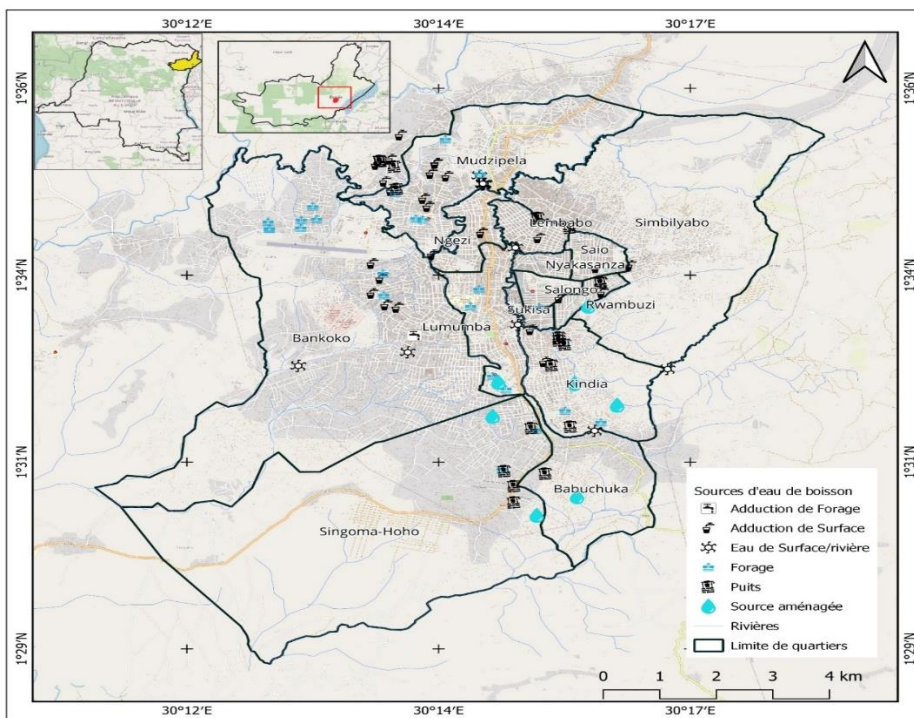
L'étude s'est déroulée dans la ville de Bunia, chef-lieu de la province de l'Ituri au Nord-est de la République Démocratique du Congo. Cette ville a pour coordonnées géographiques 1,559° de latitude, 30,252° de longitude et 1 265 m d'altitude. Son climat de type tropical a quatre saisons : une saison plus sèche de mi-décembre en mi-mars ; une saison chaude (dégagée) de mi-juin en mi-septembre, une saison fraîche de mi-septembre en fin novembre, et une saison pluvieuse, de mi-mars en mi-décembre. La Température annuelle varie de 17 °C à 30 °C et le climat est couvert de nuages toute l'année (Carte n°1).

1.1. Choix des points d'échantillonnage

La ville de Bunia a été choisie pour cette étude en raison des conflits armés et insécurité ayant entraîné la destruction des réseaux d'adduction d'eau, l'instabilité démographique, avec des mouvements des populations (déplacés des guerres). Les divers acteurs interviennent, sans coordination, dans la gestion de l'approvisionnement en eau, le secteur reste mal organisé, entraînant des déficiences dans l'approvisionnement en eau des ménages. La figure 1 présente la ville de Bunia et les points considérés dans l'étude. Au total, 85 points d'eau constitués des sources aménagées, des puits et des forages ont été considérés de façon à couvrir l'ensemble des communes de la zone d'étude.

Dans chaque commune, il a été fait : une identification des parties prenantes du système de gestion des eaux de boisson ; une détermination de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux de boisson de Bunia ; le profil de rapportage de maladies hydriques dans les formations sanitaires et du niveau d'association entre la qualité de l'eau et le profil de rapportage des maladies hydriques à Bunia.

Carte n°1 : Sources d'eau de boisson dans la ville de Bunia et points d'échantillonnage considérés



1.2. Analyses de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux de boisson de Bunia

1.2.1. Analyses de la qualité microbiologique

Les échantillonnages pour les analyses microbiologiques ont été effectués dans des flacons en verre stérile de 500 ml (Diagnostic Pasteur, 1987). Les microorganismes recherchés ont été les bactéries témoins de contamination fécale à l'instar des coliformes fécaux et précisément l'espèce *E. coli* (Marchal *et al.*, 1987). L'isolement de ces microorganismes a été effectué sur le milieu de culture Xylose Lactose Désoxycholate (XLD), suivant la référence normative NM 03.07.003 (Holt *et al.*, 2000). Après isolement des germes, le dénombrement du nombre de colonies a été effectué par la méthode de comptage direct (Holt *et al.*, 2000). En fonction du nombre de colonies et de l'espèce ou groupe de germes recherchés, les critères de jugement sont tels qu'un point d'eau considéré dans l'étude peut avoir un risque faible

(coloration verte), un risque intermédiaire (coloration bleue), un risque élevé (coloration jaune) ou un risque très élevé (coloration rouge) pour les populations qui la consomme.

1.2.2. Analyse de la qualité physico-chimique

Les échantillons d'eau pour les analyses physicochimiques, ont été prélevés dans deux lots de flacons en polyéthylène double bouchage de 1000 ml où l'eau a été introduite sans faire de bulles, destiné à la mesure au laboratoire des paramètres tels que l'oxygène dissous, la turbidité, la couleur entre autres ; de 250 ml dans lequel le CO₂ dissous est fixé sur le terrain avant d'être déterminé au laboratoire par la méthode de volumétrie. L'ensemble placé dans une enceinte réfrigérée et transporté au laboratoire. Les paramètres physicochimiques considérés dans cette étude ont été mesurés sur le terrain et au laboratoire suivant les techniques préconisées par Rodier *et al.*, (2009).

1.3. Détermination du profil de rapportage des maladies hydriques dans les formations sanitaires

Le profil de rapportage des maladies hydriques dans les formations sanitaires dans la ville de Bunia a été effectué à l'aide de la recherche documentaire dans les registres de consultations de routine. Les patients touchés par les maladies hydriques pour la période allant de janvier 2015 à décembre 2019 ont été recensés.

variables par rapport à la zone d'étude. La zone d'intervention pour les entreprises publiques s'étend à 7,06% ; pour les entreprises privées, elle est de 34,12% et pour les entreprises parapubliques, elle est de 30,59%. La zone d'intervention pour les autres gestionnaires comme les ONG, les formations sanitaires, les établissements scolaires et la communauté ou la population elle-même représentent 28,23 % (Figure n°1).

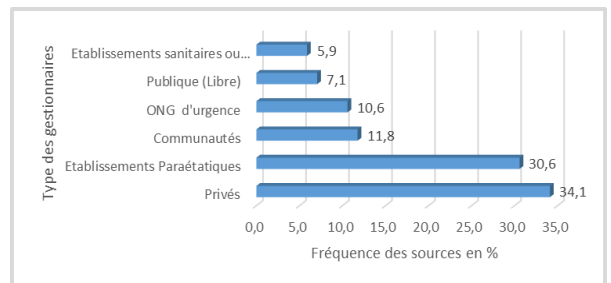
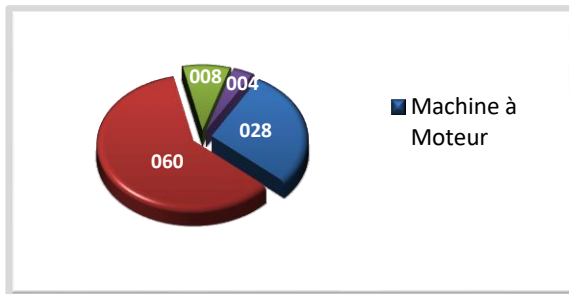
2. RESULTATS

2.1. Identification des parties prenantes du système de gestion des eaux de boisson et outils utilisés pour l'approvisionnement en eau

Les gestionnaires de l'eau identifiés dans la ville de Bunia couvrent des zones d'intervention

Les instruments identifiés pour l'installation de systèmes d'alimentation à partir de sources d'eau souterraines dans la ville de Bunia sont des outils manuels comme houé, bêche, pioche, pelle et binette (60%), suivis des motopompes (28,24%). En plus de ces deux systèmes, des adductions directes ont été observées dans les rivières et dans les sources développées par les populations elles-mêmes. Ces adductions représentent respectivement 8,24 % et 3,53 % (Figure n°1).

Figure n°1 : Types de gestionnaires de sources d'eau potable (A) et d'outils utilisés pour installer les sources d'eau (B) (N = 85).



2.2. Qualité microbiologique et physico-chimique des eaux de boisson de Bunia

2.2.1. Qualité microbiologique et origine des germes

L'étude montre en général que l'ensemble des points d'eau considérés hébergent des microorganismes dont les densités varient en fonction du point d'échantillonnage et de la période de recherche. Sur l'ensemble des points d'échantillonnage, lors de la première campagne, il a été observé que les densités moyennes d'E.

coli varient de $3,7 \pm 12,1$ UFC/100ml à $123,6 \pm 453,9$ UFC/100ml. La densité moyenne la plus faible a été observée dans les eaux de puits alors que celle la plus élevée a été dans les eaux de surface. La densité moyenne la plus faible des coliformes totaux $56,6 \pm 115,6$ UFC/100ml a été observée dans les eaux de forage. La présence des *Salmonella* sp. a parfois été rare dans les eaux de puits et des sources aménagées quel que soit la campagne d'étude considérée (Tableau n°1). De même, les densités moyennes de coliformes fécaux et d'E. coli restent plus élevées dans les

eaux de surface (rivières) quel que soit la campagne d'étude.

Tableau n°1 : densités moyennes des microorganismes isolés par type de points

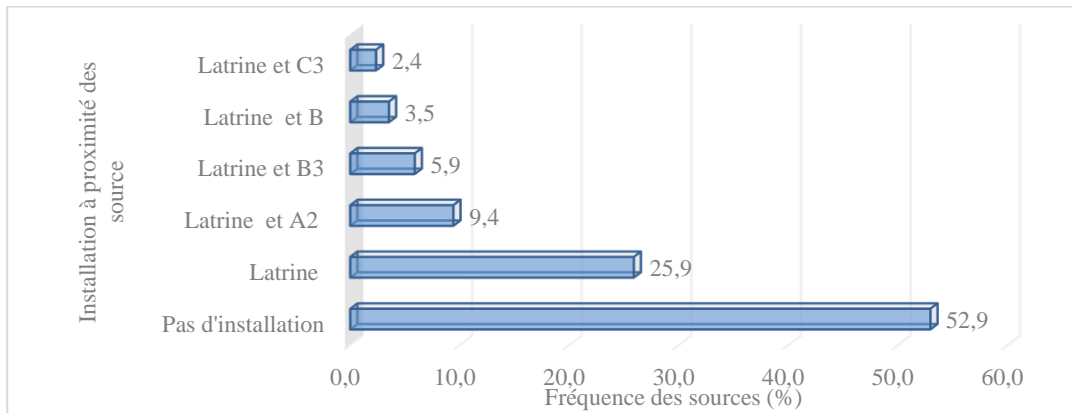
Type de sources d'eau	<i>E. coli</i> (UFC/100ml)	C.T. (UFC/100ml)	<i>Salmonella</i> (UFC/100ml)
1^{ère} campagne de recherche (année 2020)			
Adduction de Surface	123,6 ± 453,9	99,2 ± 471,3	0,8 ± 3,1
Eau de Surface/rivière	3196,7 ± 9427,7	13507 ± 37520,6	7,2 ± 18,8
Forage	10,5 ± 42,6	56,6 ± 115,6	1,1 ± 4,3
Puits	3,7 ± 12,1	86,1 ± 167,6	0 ± 0
Source aménagée	48,3 ± 100,1	120021,7 ± 205897,5	0 ± 0
2^{ème} campagne de recherche (année 2021)			
Adduction de Surface	7,6 ± 23,2	28,6 ± 63,1	3,8 ± 8
Eau de Surface/rivière	392775 ± 553408,6	1221250 ± 1076428	65 ± 98,4
Forage	18,9 ± 46,8	124,4 ± 174,2	2,2 ± 6,5
Puits	5,3 ± 20,7	197,3 ± 364,3	0 ± 0
Source aménagée	40 ± 80	6106,7 ± 14646,3	0 ± 0

C.T. : Coliformes totaux.

Pour vérifier l'origine des germes dans les eaux analysées, une prospection a été effectuée dans l'objectif de recenser les modes de gestion de déchets (solides et liquides), la présence et les types d'installations sanitaires construites aux alentours (± 50 mètres) des points d'approvisionnement en eau potable. Il ressort de l'ensemble que 48,8% des points d'adductions

d'eau de boisson disposent des toilettes (latrines) à proximité. Ces latrines peuvent être accompagnées de trou à ordure/placenta/lavage voitures (2,4%), de décharge brute (3,5%), de trou à ordure/placenta/décharge brute (5,9%), de trou à ordure/placenta (9,4%) ou être seules (25,9%) (Figure n°2).

Figure n°2 : Types de latrines construites à proximité des points d'eau de boisson dans la ville de Bunia (A2 : trou à ordure/placenta ; B : décharge brute ; B3 : trou à ordure/placenta/décharge brute ; C3 : trou à ordure/placenta/lavage voitures).



2.2.2. Qualité physico-chimique

Dans l'ensemble des eaux analysées, le pH minimal a été de 5,6 U.C alors que le pH le plus élevé est de 7,5 U.C. ce résultat montre un passage progressif de l'acidité vers la basicité des eaux consommées. De plus, la turbidité maximale de l'eau est de 64,4 NTU. Les teneurs les plus élevées en NO₂ et NO₃ ont été de 0,35 mg/l et 4,72 mg/l respectivement (Tableau n°2).

Un rapprochement des teneurs de turbidité et NO₂ des normes préconisées par l'OMS (0,4 NTU et 0,09mg/l respectivement) montre que les eaux de la ville de Bunia sont altérées lorsque l'on considère ces variables physicochimiques. En considérant par exemple la turbidité et le pH, 80,25% et 50,62% respectivement des points d'eau utilisée pour la boisson dans la ville de Bunia sont non potable (Tableau n°3).

Tableau n°2 : variation globale d'altération des paramètres physico-chimique des eaux de boisson (N = 81)

	Turbidité	pH	Nitrates (NO ₂)	Nitrates (NO ₃)
Unité de mesure	NTU	–	mg/l	mg/l
Minimum	0,5	5,6	0,001	0,02
Maximum	64,4	7,5	0,350	4,72
Médiane	6,3	6,5	0,006	0,15
Moyenne	8,9	6,6	0,027	0,63
Ecart type	11,0	0,4	0,049	1,12
Valeur normale/ acceptable	0,4	6,5 à 8,5	0 à 0,09	< 26

Tableau n°3 : Indicateur de la qualité physico-chimique des eaux de boisson (N = 81)

Indicateur de	Qualité optimale		Qualité acceptable		Eau non potable	
	n	%	n	%	n	%
Turbidité	/	/	16	19,75	65	80,25
pH	40	49,38	/	/	41	50,62
Nitrites (NO ₂)	74	91,36	7	8,64	/	/
Nitrates (NO ₃)	81	100	/	/	/	/

Note : / la barre oblique indique l'absence des données

2.3. Altération de la qualité physicochimique de l'eau en fonction du type de source dans la ville de Bunia

En fonction du type de source d'approvisionnement en eau de boisson, l'étude montre, lorsque l'on considère la turbidité, 100%

de sources non améliorées sont non potables contre 78,1% des sources améliorées. Toutefois, lorsque l'on considère le pH, 25% des sources non améliorées sont déclarées non potables contre 53,4% des sources améliorées (Tableau n°4).

Tableau n°4 : altérations physico-chimiques (Turbidité, pH et nitrites) des eaux de boisson en fonction de la qualité des Sources d'eau

Indicateurs d'altération	N	Qualité optimale		Qualité acceptable		Eau non potable		OR (IC à 95%)
		n	%	n	%	n	%	
Altération due à la turbidité								
Sources améliorées	73	/	/	16	22,0	57	78,1	
Sources non améliorées	8	/	/	0	0,0	8	100,0	

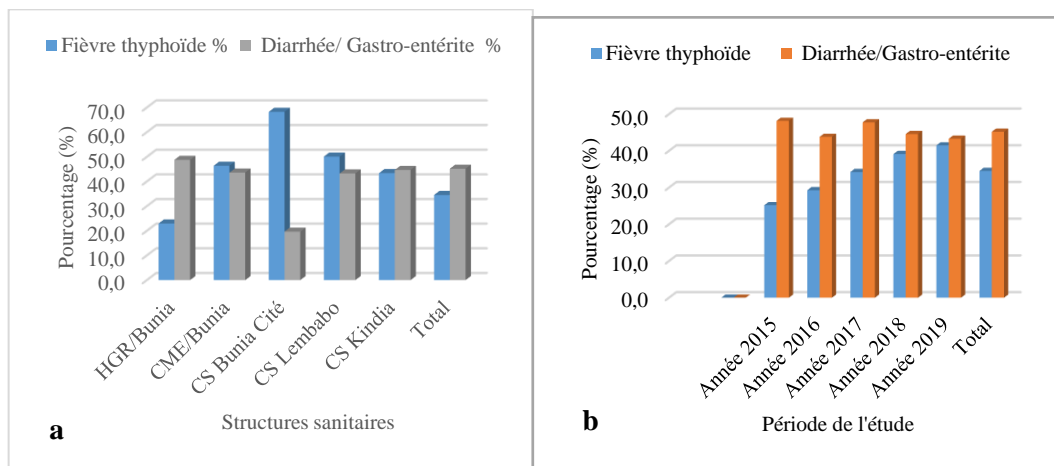
Indicateurs d'altération	N	Qualité optimale		Qualité acceptable		Eau non potable		OR (IC à 95%)
		n	%	n	%	n	%	
Total	81	/	/	16	20,0	65	80,3	
Altération due au pH								
Sources améliorées	73	34	46,6	/	/	39	53,4	
Sources non améliorées	8	6	75,0	/	/	2	25,0	0,29 (0,06 à 1,54)
Total	81	40	49,4	/	/	41	50,6	
Altération due aux nitrites								
Sources améliorées	73	69	94,5	4	5,5	/	/	
Sources non améliorées	8	5	62,5	3	37,5	/	/	10,35 (1,80 - 59, 60)
Total	81	74	91,4	7	8,6	/	/	

2.4. Profil de rapportage des maladies hydriques dans les formations sanitaires

L'analyse microbiologique des eaux échantillonnées a révélé la présence de plusieurs germes témoins de contamination fécales (coliformes), ou responsables des fièvres typhoïdes (*Salmonella* sp) et de gastrites (*E. coli*) (Figure n°4). Ainsi l'ensemble des formations sanitaires enquêtées déclarent la recrudescence de la fièvre typhoïde pouvant atteindre 65% de cas dans le Centre de Santé de la cité de Bunia

alors que les cas de diarrhées et gastro-entérites restent inférieurs à 50% quelle que soit la formation sanitaire considérée dans la ville de Bunia (Figure n°4a). Sur le plan évolutif, l'étude révèle une constance supérieure à 40% des cas des maladies diarrhéiques entre les années 2015 à 2019 dans la ville de Bunia (Figure n°4b). Au cours de cette période, on note une croissance des cas de fièvre typhoïde de 21% à 41%, le nombre de cas le plus élevé ayant été observé en 2019.

Figure n°4 : Profile de la morbidité hydrique dans les structures sanitaires de la Zone de Santé de Bunia (a) et évolution temporelle de la morbidité hydrique dans la Zone de Santé de Bunia : années 2015-2020 (b)



3. DISCUSSION

L'étude montre que les différents acteurs impliqués dans les systèmes de gestion des eaux de boissons dans la ville de Bunia sont les établissements sanitaires, les organisations non gouvernementales, les collectivités territoriales décentralisées, les établissements paraétatiques ou étatiques et les privés à fort revenu mensuel (Figures n°2 et 4). De plus, les outils d'adduction d'eau de boisson dans cette ville sont constitués de machines onéreuses à motricité ou manuelles. Ce résultat montre à suffisance une faible implication des populations locales ou autochtones dans la gestion de leur propre ressource. Toutefois, il est important de savoir que pour un projet de distribution d'eau de boisson pris sur le plan environnemental, la réussite d'un projet exige la participation pour une part importante des populations autochtones (Manning et al., 2018). Selon Lanmafankpotin (2013), l'objectif de la participation du public local est de permettre aux citoyens de se former sur la question environnementale et le développement durable ainsi que participer à la prise des décisions ayant un impact direct et réel sur leur propre vie. En effet, il a été défini que les populations locales possèdent des savoirs écologiques traditionnelles pertinents pouvant avoir une emprise sur les aspects fondamentaux de leur vie. Ces savoirs concernent entre autres les pratiques de recherche et d'utilisation des ressources en eau de boisson disponibles (Vermenten, 2022).

Il a été observé que le profil des maladies hydriques dans les formations sanitaires de la ville de Bunia est constitué d'une recrudescence des fièvres typhoïdes, des diarrhées et des gastrites. Ces maladies sont étroitement liées à la présence dans les eaux de boisson des

microorganismes des Salmonella et Escherichia dans toutes les eaux de boisson analysées (Tableau n°1). La recrudescence des maladies observées pourrait s'expliquer selon le BIT (2015) par l'effet de l'impact cumulatif. En effet, lorsque les populations autochtones ne sont pas associées aux projets d'étude d'adduction d'eau de boisson, il s'ajoute à l'effet produit des conséquences néfastes dues à l'incompréhension des populations autochtones et leur refus de collaboration (Usher, 2000). De plus, la présence des germes Salmonella et Escherichia pourrait s'expliquer par la proximité des toilettes construites des points d'adduction en eau de boisson (Figure n°3). Ce résultat corrobore ceux observés par Njiné et al., 2001 ; Nola et al., 2004. Ces auteurs sont d'avis que, dans la majorité des métropoles des villes dans les pays en voie de développement. Notre zone d'étude n'est pas épargnée de l'absence ou au dysfonctionnement de modes d'évacuation des eaux usées domestiques. Elles sont déversées directement dans la nature sans aucun traitement préalable. Ces eaux sont susceptibles de polluer le sol et le sous-sol, et par suite les eaux souterraines, en raison de leurs teneurs élevées en matières organiques biodégradables, et des concentrations en micro-organismes d'origine fécale atteignant parfois 6×10^7 UFC/100ml (Njiné et al., 2001). De plus, le développement accéléré et incontrôlé des villes et les multiples naissances des quartiers à habitat spontané entraînent une prolifération des systèmes individuels d'assainissement constitués en majorité de latrines, des fosses septiques plus ou moins étanches (Nola et al., 2004). Ce type de fosse est à l'origine de la contamination de la nappe souterraine lors de la recharge de cette dernière par les eaux d'infiltration (Nola et al., 2010). Les microorganismes infiltrés peuvent être de formes

variées, posséder ou non un flagelle et pathogène ou non (Noah Ewoti et al, 2021).

Les résultats montrent une détérioration de la qualité de l'eau sur plan physicochimique (Tableaux n°2, 3 et 4). Ces données pourraient s'expliquer par la nature des activités anthropiques effectuées par les populations riveraines à proximité des points d'approvisionnement en eau de boisson. Dans les pays en voie de développement, ces activités sont la plupart du temps dominées par la lessive, la vaisselle, le bain, le nettoyage des voitures et l'irrigation (Baleng et al., 2021). Elles sont susceptibles de transmettre à l'eau des résidus des substances actives susceptibles de rendre les microorganismes résistants aux antibiotiques (Manoure Njoya et al., 2021 ; Matsopkeng et al., 2019).

CONCLUSION

Il a été soulevée toute question dans cette analyse de se pencher sur la qualité de l'eau de boisson disponible à Bunia et les potentielles maladies hydriques y dérivant. Les échantillons d'eau ont été prélevés à partir de différents points d'approvisionnement en 2020 et en 2021, et les données cliniques ont été obtenues dans les centres de santé de Bunia pour la période 2015-2019. D'après les analyses des paramètres microbiologiques et physico-chimiques, les eaux consommées par les populations de Bunia sont souillées. En effet, la densité moyenne d'E. coli varie de $3,7 \pm 12,1$ UFC/100ml à $123,6 \pm 453,9$ UFC/100ml. La densité moyenne la plus faible a été observée dans les eaux de puits alors que celle la plus élevée a été dans les eaux de surface. La densité moyenne la plus faible des coliformes totaux $56,6 \pm 115,6$ UFC/100ml a été observée dans les eaux de forage. La présence des *Salmonella* sp a parfois été rare dans les eaux de

puits et les sources aménagées quel que soit la campagne d'étude considérée. Pour les paramètres physico-chimiques, il a été relevé un passage progressif de l'acidité vers la basicité des eaux consommées. De plus, la turbidité maximale a été de 64,4 NTU. Les teneurs les plus élevées en NO₂ et NO₃ ont été de 0,35 mg/l et 4,72 mg/l respectivement. Cette pollution des eaux de boisson en partie est liée à la présence des latrines, des décharges d'ordures près des sources d'approvisionnement. Il résulte de cette contamination une prolifération des maladies hydriques telles que : la fièvre typhoïde, les diarrhées et les gastrites. Dans l'ensemble des formations sanitaires, on note une recrudescence de la fièvre typhoïde. Pendant la période d'étude, les maladies diarrhéiques ont été constamment supérieure à 40% et la fièvre typhoïde est passée de 21% à 41%. Pour réduire l'incidence de ces maladies et améliorer la santé des populations de Bunia, des mesures doivent être prises, des stratégies développées pour améliorer et contrôler la qualité de l'eau consommée.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BALENG Samuel Davy, NOAH EWOTI Olive Vivien, KOJI Ernest, TAMSA ARFAO Antoine, MOUNGANG Luciane Marlyse, TUEKAM KAYO Raoul Polycarpe., KOLKOSSOK BADOUANA Urich, POUTOUM YOGNE Yves, and NOLA Moïse, 2021, « Health impact linked to the use of water of questionable microbiological quality in the town of Nkolafamba (Center, Cameroon) », International Journal of Biological and Pharmaceutical Sciences Archive, 2021, 02 (02), 043–051. DOI: 10.53771/ijbpsa.2021.0095, DOI URL: <https://doi.org/ijbpsa.2021.2.2.0095>.

- BIT, 2015, Les peuples autochtones au Cameroun : guide à l'intention des professionnels des médias, Bureau International du Travail. 1ère édition. 41p.
- BANTON Olivier et BANGOY, Lumony M., 1997, Hydrogéologie, Multi science environnementale des eaux souterraines, PUQ/AUPELF.ed, Québec.
- HOLT John G., KRIEG Noel R., SNEATH Peter H. A., STALEY James T., and WHITMAN William Barny, 2000, Bergey's manual of determinative bacteriology. 9th ed., Lipponcott Williams and Wilkins, Philadelphia.
- LANMAFANKPOTIN Georges, 2013, « La participation publique dans l'évaluation environnementale en Afrique francophone », Institut de la Francophonie pour le Développement Durable (IFDD). 188p.
- MANNING Susan, NASH Patricia, LEVAC Leah, STIENSTRA Deborah et STINSON Jane, 2018, Renforcement des évaluations d'impact pour les femmes autochtones, Institut Canadien des Recherches sur les Femmes. 84p.
- METSOPKENG Claire Stéphane, LONTSI DJIMELI Chrétien, NOAH EWOTI Olive Vivien., MOUNGANG Luciane Marlyse, NANA Paul Alain, TAMSA ARFAO Antoine, NGO BAHEBECK Pierrette, SIMO-NGANDO Télespore and NOLA Moïse, 2019, « Morynga Oleifera Seeds Extract activity on Enteropathogenic Escherichia coli and Aeromonas hydrophyla cells in aquatic microcosm », Journal of Applied Biotechnology. 7 (2), 13-30. Doi: 10.5296/jab.v7i2.14917.
- HANGI NDUNGO Jonathan, DJIBIEKAPTCHOUANG Lionel EWOTI NOAH Olive, TAKOUGANG Innocent. (2022). *Revue Espace, Territoires, Sociétés et Santé*, 5 (10), 147-158
- MOUNGANG Luciane Marlyse, YOGNE POUTOUM Yves, NOAH EWOTI Olive Vivien, TAMSA ARFAO Antoine., TAMATCHO KWEYANG Pulchérie Blandine, METSOPKENG Claire Stéphane., NOLA Moïse, 2021, « Activities of Albizia Zygia (Fabaceae) Extracts on Salmonella Typhi Bacteria in Aquatic Microcosm: Influence of Some Abiotic Factors ». Journal of Biotechnology and Bioengineering. 5, (2), 1-11. DOI: <https://doi.org/10.22259/2637-5362.0502001>.
- NJINE Thomas, MONKIEDJE, Adolphe, NOLA Moïse et SIKATI FOKO V., 2001, « Evaluation de la charge polluante et de la charge bactérienne des rejets des stations d'épuration à boues activées à Yaoundé (Cameroun) », Cahiers santé, 11, P.79-84.
- NOAH EWOTI Olive Vivien, EBANG MENYE Daniel, TUEKAM KAYO Raoul.Polycarpe, MOUNGANG Luciane Marlyse, TAMSA ARFAO Antoine, BALENG Samuel Davy, POUTOUM YOGNE Yves, and NOLA Moïse, 2021, « Study on Adhesion of Bacterio-contaminants to Fragments of Rocks Immersed in Water: Impact of Some Chemical Properties of the Medium and Intrinsic to the Cells », Current Approaches in Science and Technology Research. Vol (12), Chapter 9, 21 pages. DOI: 10.9734/bpi/castr/v12/11397D.
- NOLA Moïse, NJINE, Thomas et BOUTIN Claude, 1998, « Variabilité de la qualité des eaux souterraines dans la région de Yaoundé (Cameroun) », Mém. Biospéol., 25, 193-91.
- NOLA Moïse, NJINÉ Thomas, DJUIKOM Emmanuel and SIKATI FOKO, V., 2000, "Bacterial indicator dynamics in wells as

influenced by well depth and well water column thickness, in Yaoundé (Cameroun)”. Afr. J. Sci. Technol., 1, P. 82-91. développement durable au Cameroun et en RDC. 20p.

NOLA Moïse, NJINÉ Thomas and SIKATI FOKO, V., 2001, “Distribution de *Pseudomonas aeruginosa* et *Aeromonas hydrophyla* dans les eaux de la nappe phréatique superficielle en zone équatoriale au Cameroun et relation avec quelques paramètres chimiques du milieu », Rev. Sci. Eau, 14, P. 35-53.

NOLA Moïse, NJINÉ Thomas, DJUIKOM, Emmanuel and SIKATI FOKO, V., 2002, “Faecal coliform and faecal streptococci community in the underground water in equatorial area in Cameroon (Central Africa): the importance of some environmental chemical factors”, Water Research, 36, P. 3289-3297.

NOLA Moïse, NJINE Thomas, BOUTIN Claude, MESSOULI, M., SERVAIS Pierre, FOTO MENBOHAN Samuel, NGO BIDJECK Lydie M., ZEBAZE TOGOUET Hubert Serge et KEMKA Norbert, 2004, « Rétention de *Escherichia coli* d'une eau d'infiltration en sol équatorial au Cameroun (Afrique centrale) : rôle de divers horizons de sol », Revue de l'Académie des Sciences du Cameroun, 2, P. 107-116.

RODIER Jean, LEGUBE Bernard, et MERLET Nicole, 2009, L'analyse de l'eau, 9e édition, DUNOD, Paris, P.1579.

USHER Peter J., 2000, « Traditional Ecological Knowledge in Environment assessment and management ». The artic Institute of North America. 53, (2) : P. 183-193.

VERMEULEN Cobus, 2022, Note de cadrage pour l'étude sur l'état des savoirs des populations locales et autochtones en matière de