



## Analyse bactériologique et physico-chimique des eaux des sources publiques aménagées dans le groupement de Kashozi en Chefferie de Kaziba en RDC.

<sup>1,2</sup>Ndeko Mubembe S.D., <sup>3</sup>Murhula Cizungu A., <sup>3</sup>Balagizi Karhagomba I., <sup>2</sup>Bararunyeretse P.,  
<sup>4</sup>Bisimwa Ntagereka P., <sup>2</sup>Ntiharirizwa S. & <sup>2</sup>Buhungu S.

<sup>1</sup>Institut Supérieur Pédagogique de Kaziba/RDC, Département de Biologie-chimie.

<sup>2</sup>Université du Burundi, Faculté de sciences

<sup>3</sup>Institut Supérieur Pédagogique de Bukavu/RDC, Département de Biologie-chimie

<sup>4</sup>Université Evangélique en Afrique, Faculté de sciences Agronomiques

Auteur correspondant: Ndeko Mubembe S.D., E-mail: [ndekomubembe1@gmail.com](mailto:ndekomubembe1@gmail.com)

Reçu: le 03 Janvier 2017

Accepté: le 18 Avril 2017

Publié: le 28 Juin 2018

### RESUME

La disponibilité et l'accessibilité de l'eau potable sont d'une préoccupation de plus en plus grandissante en République Démocratique du Congo (RDC) comme dans le monde entier. La présente étude vise à analyser la qualité microbiologique et physico-chimique des eaux des sources publiques aménagées dans le groupement de Kashozi en Chefferie de Kaziba en RDC. Cinq cycles d'échantillonnages des eaux pour les analyses bactériologiques et des paramètres physico-chimiques ont été réalisés, suivis d'une enquête sur la fréquence des maladies hydriques. L'enquête montre que les maladies hydriques les plus fréquentes sont le trouble digestif et diarrhée (28,8%), la verminose (24,5%) et la fièvre typhoïde (24,4%), ... Les analyses bactériologiques ont relevé des contaminations de toutes les sources en étude par: *Escherishia coli*, autres coliformes, Salmonella et autres entérobactéries. Les moyennes des paramètres physico-chimiques mesurées étaient en dessous des normes fixées par l'Organisation Mondiale de la Santé. Vu, les résultats obtenus et se référant aux normes de potabilité de l'eau selon l'Organisation Mondiale de la Santé, nous pouvons conclure que ces eaux ne sont pas potables et nécessitent un traitement avant toute consommation.

**Mots clés:** Coliformes, entérobactéries, maladies hydriques, eaux potable, localité de Kashozi

### ABSTRACT

The availability and accessibility of drinking water are of growing concern in the world and in DRC in particular. This study is aiming at highlighting microbiological and physico-chemical quality of public well-springs waters settled in Kashozi grouping within Kaziba chieftency in DRC. Therefore, five water sampling series for bacteriological analyses and of the physico-chemical parameters were carried out, before doing an investigation on the frequency of water-borne diseases in the same field research. During the investigation we found out that the frequent water-borne diseases in Kashozi are the digestive disorders followed by diarrhea (28,8), verminosis (24,5) and the typhoid fever (24,4) ... the bacteriological analyses showed the presence of *Escherishia coli*, other coliforms, Salmonella and other enterobacteria in all the well-springs. The average of the physico-chemical parameters measured belowed the World Health Organization standards. Taking into account the results obtained and referring to the standards of potability of water according to the World Health Organization, I can conclude that this water is not drinkable and requires a treatment before its consumption.

**Key words:** Coliformes, enterobacteria, water-borne diseases, drinking water, Kashozi locality

## **INTRODUCTION**

L'eau joue un rôle essentiel tant pour la vie, la santé, que pour la dignité humaine (Niambele et al, 2020; OMS, 2011; Adetunde et Glover, 2011; OMS et UNICEF, 2018; Diallo, 2017). La qualité de l'eau de consommation est appréciée par ses propriétés physico-chimiques et bactériologiques (Adesakin et al, 2020; Sila, 2019; Esharegoma et al, 2018; Bello et al, 2013; Okoli, 2012). L'utilisation et la consommation d'eau polluée ou contaminée est l'une des causes de diverses pathologies humaines (Haslay et Leclerc, 1993; Samake, 2002; Adetunde et Glover, 2011; Dovonou f et al, 2011; Adesakin et al, 2020; OMS et UNICEF, 2018; Ounoki s et Achour, 2014).

L'assemblée générale des nations unies a noté avec une vive préoccupation, en 2018, que près de 900 millions des personnes au monde n'ont pas accès à l'eau potable (OMS et UNICEF, 2018). La contamination des eaux par des agents pathogènes est un problème de pollution qui remonte de très loin dans le temps. Au cours du 19<sup>e</sup> siècle, les maladies d'origine hydrique ont été responsables de vastes épidémies de dysenterie, fièvre typhoïde, choléra, entre autres (Adetunde et Glover, 2011; Saab et al. 2007; O.M.S, 2000; Diallo, 2017; Rodier, 1978; Samake, 2002). Aujourd'hui, ces maladies sont à l'origine d'un taux de mortalité très élevé dans les pays en voie de développement. Dans le monde, 100 millions de personnes souffrent en permanence de gastro-entérites hydriques tandis qu'environ 6 millions d'enfants meurent chaque année suite à ces maladies (OMS et UNICEF, 2018; Diallo T, 2017; WHO, 2011). En Afrique, plus de 300 millions de personnes n'ont pas accès à l'eau potable et les maladies hydriques sont la première cause de mortalité (Bazié, 2014).

Lorsque l'eau de source reçoit des rejets d'origine animale ou anthropique, le nombre et le type de bactéries présentes sont capables de rendre l'eau impropre à l'utilisation humaine (Haslay et Leclerc, 1993; Okoli, 2012; Adetunde et Glover, 2011; Belghiti et al, 2013; Saab et al, 2007; Adesakin et al, 2020; Sila, 2019; Esharegoma et al, 2018; Bello et al, 2013). Les maladies hydriques sont le plus souvent transmises par voie féco-orale et la contamination de l'homme se réalise soit par consommation d'eau de boisson, soit par

consommation d'aliments contaminés par l'eau, soit encore lors d'un bain ou d'un contact avec des eaux à usage récréatif (Adesakin et al, 2020; George et al, 2002; Samake, 2002; Mehanned et al, 2014; Diallo, 2017; Traore et al, 2012).

Les ressources en eaux brutes sur le continent africain sont estimées à plus de 5 400 milliards de m<sup>3</sup> par an. Malgré cette abondance, seuls 4% de cette ressource est utilisée pour les besoins essentiels tels que: l'eau potable, l'agriculture et l'énergie (Bazié, 2014). Quant à la RDC, elle regorge la plus importante hydrographie de l'Afrique. Paradoxalement, seuls 26% de sa population ont accès à l'eau potable. Au Sud-Kivu moins de 46% de la population a accès à l'eau potable, avec un besoin d'au moins 50 millions de dollars pour renforcer son réseau afin lutter contre les maladies hydriques (OMS et UNICEF, 2018).

En 2002, l'IRC (International Rescue Commuty) a aménagé et a procédé par l'adduction de quelques sources d'eaux, qui sont jusqu'aujourd'hui le seul moyen d'approvisionnement en eau potable pour la population de Kaziba. Pour le groupement de Kashozi il s'agit de trois sources (Bihunge, Chiraba et Balegine) localisées dans le centre de ce groupement. Malgré leur aménagement, aucune structure d'assainissement n'est mise en place depuis leur adduction, ce qui peut compromettre l'efficacité d'un tel système. Par exemple le fait que les tuyaux endommagés ne soient pas correctement réparés alors que des dépôts des divers déchets organiques et non organiques ; pouvant nuire à la santé des populations bénéficiaires, s'observent au tour de ceux-ci, les expose à la contamination.

Ainsi, cette étude a pour finalité d'évaluer la qualité microbiologique et physicochimique des eaux de ces sources susmentionnées par la recherche des salmonelles et des coliformes fécaux à travers une analyse bactériologique et des paramètres physico-chimiques afin de trouver l'origine des maladies hydriques observées dans ce milieu. Les résultats de cette étude donnent des indications sur la qualité de ces eaux de consommation et permettent d'envisager les mesures responsables liées à l'usage et à la protection de ces sources.

## I. METHODOLOGIE

### I.1. Description du milieu d'étude

Le groupement de Kashozi est l'un des quinze groupements administratifs de la chefferie de Kaziba en RDC (Figure1). Il est situé à 02.50'18.8'' de latitude Sud et à 028°49'26.2'' de longitude Est. Ce groupement est subdivisé en six localités que voici : Cimboga, Kashozi, Kasigalire, Bushendeko, Mufumbe et enfin Nakashaka. A l'altitude variant entre 1800 et 3200m, le groupement de kashozi arrive jusqu'aux hauts plateaux de Mubuga. Son hydrographie est constituée uniquement des rivières, telles que: Kalango, Kaderhe, Nachibundu, Muguka, Lulindja et Luzinzi. Kashozi connaît un climat équatorial modifié par l'altitude. Les précipitations sont abondantes avec une moyenne de 1500 mm d'eau par an. Les températures y sont faibles avec une moyenne annuelle de 18°C. On y distingue deux saisons, une longue saison de pluie qui dure 9 à 10 mois, elle va de septembre en juin et une courte saison sèche de 2 à 3 mois (soit de juin en aout et ou de juin en septembre). Avec une population de 9765 personnes à dominance féminine (4999 femmes et filles contre 4766

hommes et garçons) (Rapport Kashozi, 2018), le groupement de Kashozi dispose d'un seul centre de santé, le centre de santé de Kasheke. Ce centre de santé fonctionne de manière autonome et est supervisé par un infirmier titulaire.

### I.2. Matériel et méthodes

#### I.2.1. Site d'échantillonnage

Trois sources d'eau (Figure 1) ont fait l'objet d'étude. Celles-ci sont choisies en Tenant compte de leur emplacement (Cimboga, Kasigalire et Kasheke), la durée de leur existence, et du nombre de ménages bénéficiaires. Ces sources sont :

- La source Balegine située à 02°50'13,8'' de latitude Sud et à 028°49'26.4'' de longitude Est et à 1866m d'Altitude.
- La source Ciraba située à 02°50'27,5'' de latitude Sud et à 028°49'30.0'' de longitude Est et à 1875m d'Altitude.
- La source Bihunge située à 02°50'44,2'' de latitude Sud et à 028°49'33.7'' de longitude Est et à 1889m d'Altitude.

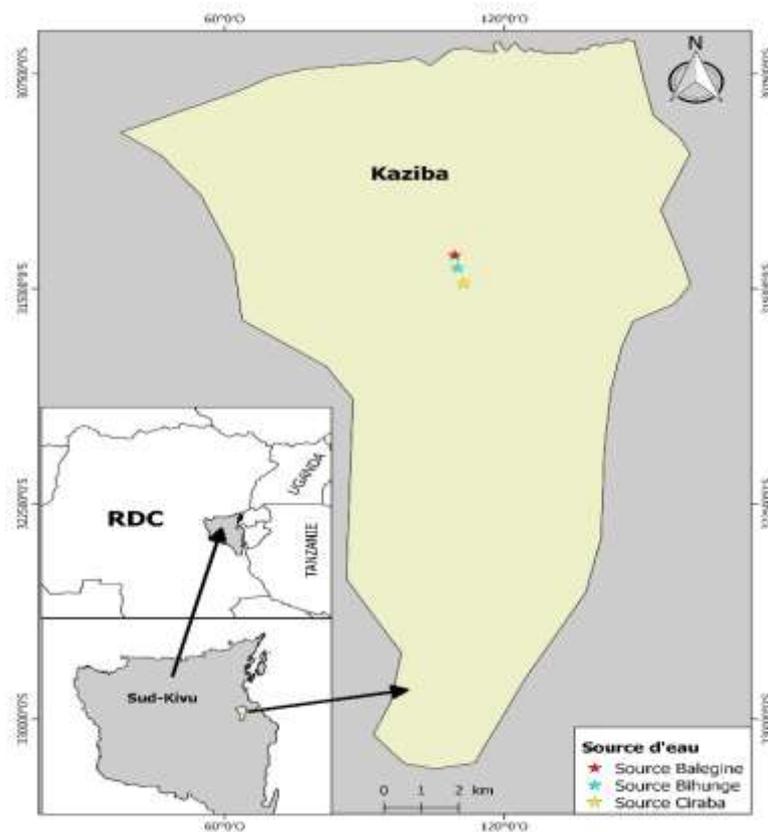


Figure 1: localisation de sources d'eaux dans la chefferie de Kaziba au Sud-kivu en République Démocratique du Congo.

## I.2.2. Enquête

Pour réaliser l'enquête nous avons procédé par une interview orale accompagnée d'une notation. Cette enquête s'est faite au sein du centre de sante de Kashozi. Nous nous sommes adressés aux responsables du centre. Il s'agissait de récolter les informations au sujet des maladies hydriques les plus fréquemment diagnostiquées et/ou traitées à ce centre de santé. Les résultats de cette enquête devraient nous servir à rechercher la corrélation entre la qualité des eaux analysées et la fréquence des maladies hydriques dans notre milieu d'étude.

## I.2.3. Les analyses bactériologiques

### I.2.3.1. Préparation du matériel

Cette étape a concerné essentiellement la verrerie, faite de boites de pétri, des béchers, des ballons, des flacons et des tubes à essai. Après lavage les boites de pétri étaient emballées dans des papiers puis stérilisées au four pasteur à 160°C pendant 2 heures. Les bocal en plastiques qui avaient servi de prélèvements des échantillons étaient trempés dans l'eau chaude de 100°C pendant 15 minutes. Les tips utilisés pour prélever l'inoculum d'eau à ensemercer pour chaque site, étaient placés dans un ballon contenant l'eau distillée, bouchés par l'ouate puis stérilisés à l'autoclave pendant 15 minutes à 130°C. Un GPS de marque Garmin a été utilisé pour la prise de coordonnées Géographiques.

### I.2.3.2. Préparation des milieux de culture

Quatre milieux de culture sélectifs (Marchal et al; 1982; Marshall, 1992; Downes & Kito; 2001 ; Apha, 2001; Leclerc, 1982 ; Haslay et Leclerc, 1993) ont été utilisés. Il s'agit de :

- **Violet Red Bile Agar (VRB-AGAR)** : ce milieu de culture était préparé en se référant à la méthode Iso-4832 (2006). Lors de la préparation de ces milieux, 4,16g de poudre sont dissouts dans 100ml d'eau distillée. La solution est chauffée jusqu'au point d'ébullition puis refroidi à 45°C avant l'écoulement dans les boites de pétri sans autoclavage.
- **Salmonella-Shigella Agar (SS-Agar)** : celui-ci était préparé en se référant à la méthode proposée par Iso-6579 (2007). Lors de sa

préparation 6,3g de poudre ont été dissouts dans 100ml d'eau distillée. Le mélange était par la suite chauffé en agitant jusqu'au point d'ébullition puis reparti sur les boites de pétri sans autoclavage.

- **La gélose chromogène pour bactéries coliformes (CCA)** : celui-ci était préparé en se référant à la méthode proposée par Iso 9308-1(2014). Pour la préparation de ce milieu 3,25g de milieu déshydraté sont mis dans 100ml d'eau distillée. Le tout a été ensuite porté à l'ébullition tout en agitant jusqu'à sa dissolution complète. La solution a été ensuite refroidi à 45°C puis repartie dans des boites de pétri stériles.
- **La gélose chromogène pour salmonelle (ChromID)** : celui-ci était préparé en se référant à la méthode proposée par BioMerieux-SA (2010) et ISO-6579 (2007). Pour la préparation 3,15g du milieu déshydraté ont été mis dans 100ml d'eau distillée. Le mélange a été porté à l'ébullition jusqu'à la dissolution complète puis refroidi à 45°C. Préalablement, un enrichissement en bouillon Rappaport était fait pour faciliter l'ensemencement.

### I.2.3.3. Prélèvement et transport des échantillons

Nous avons effectué cinq prélèvements dans chacun des 3 sites d'étude, soit au total 15 échantillons. Afin d'éviter la contamination des échantillons et de maintenir les germes viables, les prélèvements étaient faits dans de bocal stériles bien fermés et contenant un bouillon nutritif. L'eau était collectée dans les bocal contenant 9 ml de bouillon nutritif chacun. Les échantillons étaient ensuite amenés au laboratoire central de Biologie de l'ISP/Bukavu où ils étaient immédiatement analysés.

### I.2.3.4. Ensemencement et comptage d'unités formant colonies

Se référant aux méthodes de Iso-4832 (2006), Iso-6579 (2007), Iso 9308-1(2014) et BioMérieux-SA (2010); les échantillons d'eau étaient agités pour homogénéisation. Une dilution en série, jusqu'à 10<sup>-2</sup> a été ensuite effectuée en utilisant de l'eau distillée. 0,1ml de chaque échantillon (E) étaient coulés dans des boites de pétrie contenant des milieux de culture

spécifiques des germes microbiens cibles de l'étude. Trois boîtes étaient utilisées pour chaque milieu de culture. Ces boîtes étaient incubées à une température de 37°C pendant une période de 24-72 heures. Comme l'ont fait (Sila, 2019; Adesakin, et al, 2020; Niambele et al, 2020; Belghiti et al, 2013) la lecture des résultats consistait en un comptage d'unités formant colonies (UFC) et le taux de contamination (nombre de germes/100ml d'eau) était calculé en multipliant les colonies obtenues par le facteur de dilution (10<sup>2</sup>).

#### I.2.4. L'analyse des paramètres physico-chimiques

La turbidité de l'eau a été mesurée à l'aide d'un turbidimètre. La mesure de la température, la conductivité, l'oxygène dissous, et le pH ont été mesurées en utilisant la sonde multiparamétrique (Hydrolab). Avant de partir sur terrain cette sonde était préalablement programmée sur un ordinateur. Sur terrain, elle était plongée dans chaque échantillon d'eau, collectée dans un seau, pendant dix minutes. La sonde était amenée au laboratoire de l'UERHA pour lecture des résultats de mesures sur ordinateur en utilisant le logiciel de cette sonde multiparamétrique. Pour permettre une analyse

statistique des résultats, toutes les mesures ont été effectuées en trois répliques et les résultats présentés sont les moyennes des mesures.

#### I.3 Traitement des données

Le logiciel excel version office 2016 était utilisé pour faire les calculs des moyennes (M) et pour tracer les tableaux et les figures. Dans le but d'établir une corrélation entre les variables environnementales avec la distribution bactérienne, le logiciel Canoco. 5 a été utilisé. Les données ont été objet d'une transformation logarithmique log (x+1). La corrélation de Pearson a été déterminée avec le logiciel Past.

## II. RESULTATS

### II.1. Résultats de l'enquête.

Nous observons de ce tableau 1, que le trouble digestif et diarrhée (28,8%), la verminose (24,5%) et la fièvre typhoïde (24,4%) sont les maladies hydriques les plus fréquentes au centre de santé de Kashozi. La fréquence de ces maladies peut être due à la consommation de l'eau contaminée et aux problèmes d'hygiène et assainissement (Tableau 1).

Tableau 1 : l'évolution annuelle des cas des maladies hydriques dans le groupement de Kashozi en 2019

N°	MALADIES	MOIS												TOTAL	%
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
1	Verminose	24	19	21	25	13	21	16	10	6	12	17	18	202	24,5
2	Amibiase	10	4	6	2	3	3	2	4	10	17	11	8	80	9,72
3	Cholera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00	00
4	Fievre typhoïde	26	13	12	17	19	4	15	11	19	28	20	17	201	24,4
5	Trouble digestif et diarrhee	17	12	19	21	19	17	30	29	23	18	15	17	237	28,8
6	Ankylostomiase	0	0	0	2	0	1	0	4	1	0	0	0	8	0,97
7	Paludisme	8	7	15	12	10	0	3	9	8	10	10	3	95	11,5

### II.2. Résultats des analyses bactériologiques des eaux des sources

Les résultats de ces analyses sont présentés dans les figures 2, 3 et 4 ci-dessous.

#### II.2.1. Résultats des analyses bactériologiques des eaux de la source CIRABA

En analysant le résultat de la figure 3, il s'avère que Salmonella présente la moyenne des colonies la plus élevée (673 germes sur le SS agar et 591 sur le ChromID, soit 1264 germes/200ml d'eaux), suivi des autres coliformes (546 germes sur le VRB et 753 sur le

CCA, 1229 germes/200ml d'eaux), ensuite *Escherichia coli* (553 germes sur le VRB et 580 sur le CCA, soit, 1133 germes/200ml d'eaux) et

enfin les autres entérobactéries (213 germes/100ml d'eaux).

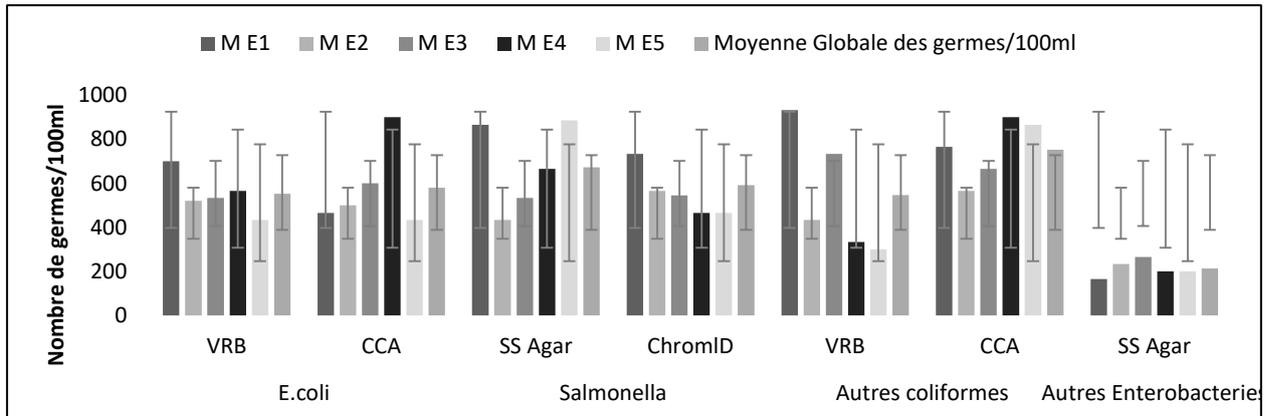


Figure 2 : nombre moyen de germes par 100 ml, développées sur les milieux de cultures pour les échantillons d'eaux de la source Ciraba

### II.2.2. Résultats des analyses bactériologiques des eaux de la source BIHUNGE

Le résultat de cette figure 3 nous montre que les autres coliformes présentent la moyenne des germes la plus élevée (540 germes/100ml sur le VRB et 620/100ml sur le CCA, soit 1160 germes/200ml d'eaux) d'eaux), suivi Germes/100ml d'eaux).

d'*Escherichia coli* (460 germes sur le VRB et 586 sur le CCA, soit, 1046 germes/200ml d'eaux), ensuite Salmonella (206 germes sur le SS agar et 333 sur le ChromID, soit 539 germes/200ml et enfin les autres entérobactéries (253

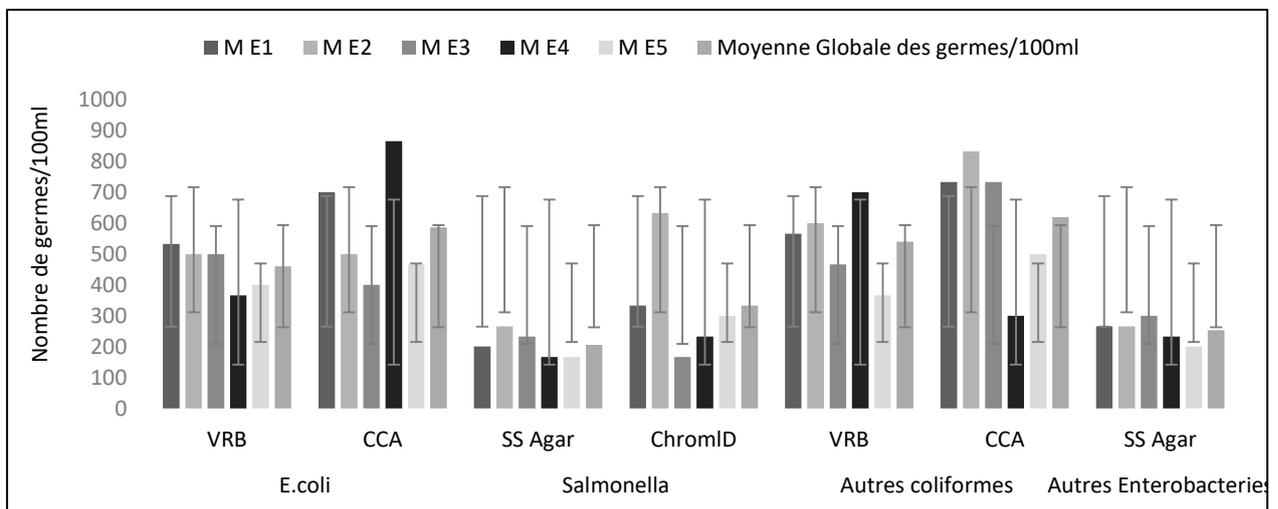


Figure 3 : le nombre moyen de germes par 100 ml, développées sur les milieux de cultures pour les échantillons des eaux de la source Bihunge

### II.2.3. Résultats des analyses bactériologiques des eaux de la source BALEGINE

En observant cette figure 4 ci-dessus, nous remarquons que *Escherichia coli* présente, la moyenne des germes la plus élevée (441

germes/100ml sur le VRB et 533/100ml sur le CCA, soit, 974 germes/200ml d'eaux), , suivi Salmonella (380 germes sur le SS agar et 573 sur le ChromID, soit 953 germes/200ml) , ensuite les autres coliformes (353 germes sur le VRB et 580 sur le CCA, 933 germes/200ml

d'eaux) et enfin les autres entérobactéries (260 germes/100ml d'eaux).

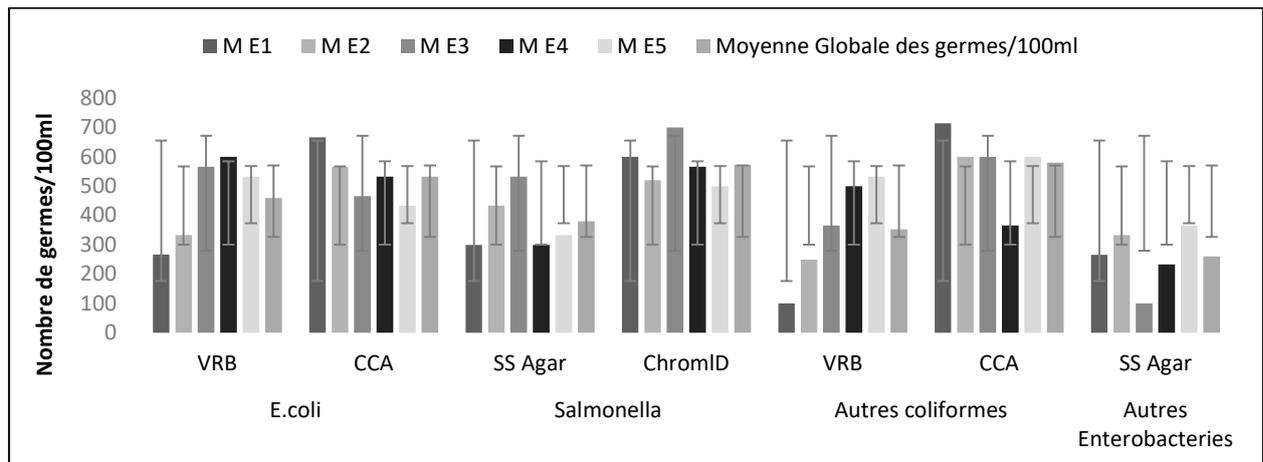


Figure 4 : le nombre moyen de germes par 100 ml, développées sur les milieux de cultures pour les échantillons des eaux de la source Balegine.

### II.3. Résultats des analyses des paramètres physico-chimiques

En analysant la figure 5 ci-dessus, il s'avère que

toutes les valeurs des paramètres physico-chimiques respectent les normes de l'OMS se trouvant entre parenthèses.

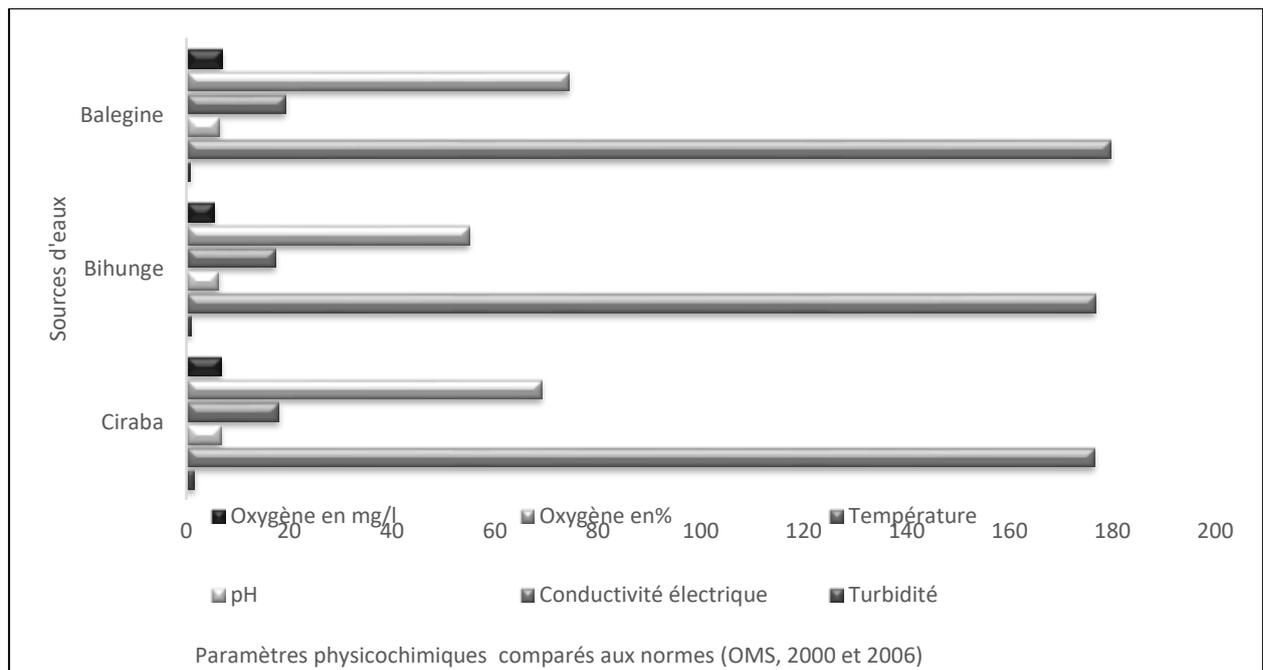


Figure 5 Résultats des paramètres physico-chimiques de ces trois sources

### II.4. Corrélation des variables environnementales avec la distribution bactérienne

Les résultats de la RDA montrent que la corrélation entre les paramètres physico-chimiques et la population bactérienne peut être expliquée par les deux premiers axes cumulant 100% de la variance totale. La température et l'oxygène dissous ont été sélectionnés comme facteurs environnementaux qui

influencent la distribution des organismes bactériens dans les sources Ciraba, Bihunge et Balegine.

D'autre part, la corrélation de Pearson a montré que le pH est significativement corrélé aux Salmonelles ( $r=0.99$ ). D'autres coliformes ont été significativement corrélés à la turbidité ( $r=0.71$ ) et négativement corrélés respectivement à la conductivité électrique ( $r=-0.99$ ) et à l'oxygène ( $r=-$

0.99) à  $p < (0.05)$ .

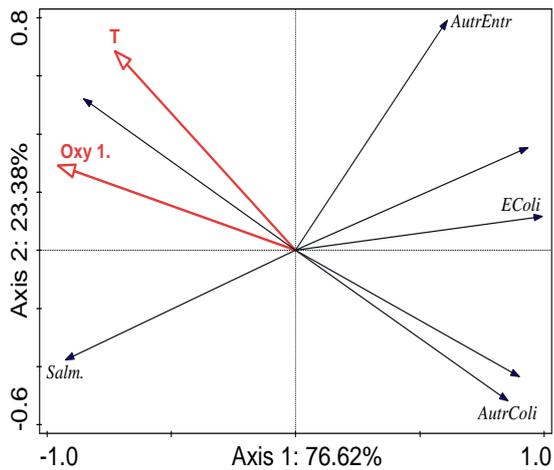


Figure 5 : Analyse de redondance (RDA) montrant les corrélations entre les paramètres physicochimiques et les bactéries des sources Ciraba, Bihunge et Balengine

### III. DISCUSSION DES RESULTATS

Les résultats de notre enquête réalisée au centre de santé de Kashozi comme présentés dans le tableau 1, montrent la présence de différentes maladies hydriques dans ce milieu comme la fièvre typhoïde, la diarrhée, la dysenterie, l'ankylostomiase, l'amibiase, ... Ces maladies sont transmises par voies féco-orales (George et al, 2002 ; Adetunde et Glover, 2011). Les résultats de nos analyses bactériologiques tels que présentés dans les figures 2, 3 et 4 révèlent la présence des germes indicateurs de la contamination et pathogènes dans tous nos échantillons analysés. Les milieux des cultures utilisés nous précisent qu'il s'agit principalement des coliformes dont *Escherichia coli* et de *salmonella* avec d'autres entérobactéries. Les causes de cette contamination bactérienne est attribuables à l'absence des structures d'assainissement depuis l'aménagement de ces sources (Niambele et al, 2020 ; Belghiti et al, 2013 ; Saab et al. 2007).

Par exemple le fait que les tuyaux endommagés ne soient pas correctement réparés alors que l'on y observe des dépôts des divers déchets organiques et non organiques. Il existe différentes causes des maladies hydriques et l'eau impropre est l'un des principaux éléments de leur transmission (Adesakin et al, 2020 ; Sila, 2019 ; Esharegoma et al, 2018 ; Bello et al, 2013 ; Okoli, 2012 ; Ounoki et Achour, 2014 ; Saab et al. 2007 ; Traore et al, 2012 ; Dovonou et al, 2011 ; Samake; 2002; OMS et UNICEF, 2018 ; Adetunde et Glover, 2011). Les résultats de la RDA (Fig. 6) montrent la corrélation entre les paramètres physicochimiques et la

population bactérienne. Omrane et al, (2009) et Bennani et al, (2012) ont démontré que la température, l'oxygène dissous et le pH sont les facteurs environnementaux qui influencent la distribution des bactéries fécales; ce qui est cohérent avec nos résultats. Pour Semenov et al, (2007), *Escherichia coli* est beaucoup plus influencée par la variation de la température que *Salmonella*.

Les résultats de nos analyses physico-chimiques tels que présentés dans la figure 6 montrent que les moyennes des valeurs trouvées respectent les normes fixées par l'OMS (OMS ; 2000 et 2006). Cependant, l'eau peut respecter les normes des paramètres physico-chimiques, mais si elle ne respecte pas ceux des paramètres microbiologiques et inversement, elle reste impropre (Adesakin et al, 2020 ; Sila, 2019 ; Esharegoma et al, 2018 ; Bello et al, 2013 ; Okoli, 2012). Il serait donc important de veiller au contrôle des facteurs pouvant être à la base de cette contamination ; car la présence des coliformes, de *Escherichia coli*, de *Salmonella* et des autres coliformes dans l'eau de consommation fait preuve d'une contamination d'origine fécale et de non potabilité de cette eau quel que soit le nombre de germes, même 1 dans 100 ml d'eau échantillonnée (OMS 2000 et 2006 ; Mehanned et al, 2014 ; Sila, 2019). Les maladies hydriques peuvent être dues aux principaux germes des entérobactéries entre autres les genres *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio* qui en sont les principaux agents pathogènes. Mais nombreuses autres bactéries peuvent être à l'origine d'une intoxication alimentaire, comme les genres *Bacillus*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Proteus*, *Listeria*, *Campylobacter*... (Diallo, 2017 ; Samake, 2002 ; Dovonou et al, 2011, Iso-4832 (2006), OMS, 2000 et 2006). Signalons qu'au cours de notre recherche nous avons remarqué la présence des entérobactéries dans nos échantillons d'eaux analysées, expliquant en partie une relation entre la fréquence des maladies des mains sales trouvées dans le groupement de Kashozi et la contamination des eaux de cette source. La présence des coliformes avec comme genre : *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Citrobacter* donne une indication de la contamination fécale (Saab et al, 2007 ; Sila, 2019 ; Samake, 2002 ; Adesakin et al, 2020).

L'eau destinée à la consommation ne doit pas contenir des substances toxiques, des microorganismes pathogènes ni des germes indicateurs de la contamination fécale (Diallo, 2017 ; Adetunde, et Glover, 2011 ; OMS et UNICEF, 2018). D'où pour diminuer la fréquence des maladies hydriques dans le milieu, les eaux

devraient être protégées et bénéficier d'un traitement avant toute consommation et utilisation par la population (Sila, 2019 ; Adetunde, et Glover, 2011, Samake, 2002, Diallo, 2017).

## CONCLUSION

Ce travail avait pour objectif de Vérifier la qualité microbiologique et physico-chimique des eaux de trois sources (Bihunge, Chiraba et Balegine). Pour réaliser cette recherche, une enquête sur la fréquence des maladies hydriques a été menée au centre de santé de Kashozi, diverses techniques de cultures sur des milieux sélectifs (VRB, SS agar, CCA et ChromID) ont été utilisés pour rechercher les coliformes et les salmonelles. Le turbidimètre et la sonde multiparamétrique étaient utilisés pour prélever les paramètres physico-chimiques. Les résultats obtenus nous indiquent que ces eaux respectent les normes de l'OMS du côté paramètres physico-chimiques, mais elles accusent une contamination du point de vue paramètres microbiologiques car il y a la présence des germes (coliformes et entérobactéries); et parmi ces germes, certains peuvent être à l'origine des maladies hydriques que nous avons trouvées lors de notre enquête menée au centre de santé de Kashozi. Cela étant, la fréquence des maladies hydriques dans ce groupement peut en partie s'expliquer par la contamination des eaux de ces sources.

Les résultats obtenus permettent de conclure que les eaux de ces trois sources que consomme la population de Kashozi, ne répondent pas aux normes d'une eau potable et présente un risque sanitaire pour la population. L'absence des structures efficace d'assainissement et de maintenance du réseau de distribution de cette eau serait une des causes majeures., Il en va de soi que des mesures doivent être prises pour lutter contre ces maladies hydriques et préserver la sante de la population, comme par exemple, celles centrée sur l'entretien régulière et la protection du système de distribution de l'eau, la buisson de l'eau avant son usage en vue d'éliminer les germes pathogènes, l'hygiène et l'assainissement dans leur milieu, ainsi que la mise en place d'un comité chargé de d'entretien de ces sources et de suivi de la mise en œuvre de ces mesures.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Adesakin A. T, Oyewale T. A, Bayero U, Mohammed A. N, Aduwo I. A, Zubeidat P.A, Dalhata N. A, Balkisu I. B. (2020) Assessment of bacteriological quality and physico-chemical parameters of domestic water sources in Samaru

community, Zaria, Northwest Nigeria, *Elsevier, Heliyon* (6) e04773, 13 p.

Adetunde, L.A., et Glover, R.L.K. (2011) *Evaluation of bacteriological quality of drinking water used by selected secondary schools in Navrongo in Kassena- Nankana district of upper east region of Ghana. Prime J. Microbiol. Res.* 1, 47–51.

American Public Health Association, APHA. (2001) *Standard Methods for Examination of Water.*

Bazié, J.B. (2014) Accès à l'eau : l'Afrique entre abondance et pénurie ; *Afrique demain* ; ISSN 0003-7176, N ° 31-32, NF, 28-29, 3p.

Belghiti M.L., CHAHLAOUI A., Bengoumi D., EL Moustaine R. (2013) Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quaternaire dans la région de Meknès (Maroc), *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, pp. 21-36

Bello, O.O., Osho, A., Bankole, S.A., Bello, T.K., (2013) Bacteriological and physicochemical analyzes of borehole and well water sources in ijebu-ode, southwestern Nigeria. *Journal of Pharmaceutical and Biological Research* 8 (2), 18–25.

Bennani M, Amarouch H, Boukanjer A, NADRE H, Lalaoui M, Allali m, Cohen N. (2012) Influence des Facteurs Environnementaux Sur les Charges des Bactéries Fécales Dans le Littoral Méditerranéen du Maroc. *European Journal of Scientific Research* ISSN 1450-216X Vol.71 No.1, pp. 24-35.

Biometieux-SA. (2010) Milieu chromogène pour l'isolement sélectif et la différenciation du genre *Salmonella*, *REF 43 621 / 43 629*, 3 p.

CLD-Kashozi, (2018) La démographie du groupement de Kashozi, Rapport, 37 p.

Diallo T. (2017) Bacteriological quality of drinking water; *Doctoral thesis in Pharmacy, Faculty of Medecine of pharmacy and Odontostomatology, University of Bamako*, 32P.

Dovonou F, Aina M, Boukari M et Alassane A ; (2011) Pollution physico-chimique et bactériologique d'un écosystème aquatique et ses risques écotoxicologiques : cas du lac Nokoue au Sud Benin ; *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 5(4) : 1590-1602

Downes, F.P. & Ito K. (2001) *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of*

Foods. 4th ed. APHA. Washington DC. USA, 97 p.

Esharegoma, O.S., Awujo, N.C., Jonathan, I., Nkonye-Asua, I.P., (2018) *Microbiological and physicochemical analysis of Orogo River, agbor, delta state, Nigeria. International Journal of Ecological Science and Environmental Engineering* 5 (2), 34–42.

George I. et P. Servais. (2002) Sources et dynamique des coliformes dans le bassin de la Seine. *Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, France*, 46 p.

Haslay C. et Leclerc, H. (1993) Microbiologie des eaux d'alimentation. Technique et documentation, *lavoisier, 1<sup>ère</sup> éd., Paris, France*, 495 p.

ISO 4832. (2006) Microbiologie des aliments - Méthode horizontale pour le dénombrement des coliformes - Méthode par comptage des colonies.

ISO 6579. (2007) Microbiologie des aliments. Méthode horizontale pour la recherche des Salmonella spp.

ISO 9308-1. (2014) Qualité de l'eau-Dénombrement des Escherichia coli et des bactéries coliformes. Partie 1: Méthode par filtration sur membrane pour les eaux à faible teneur en bactéries.

Leclerc, H. (1982) Les coliformes, cours de microbiologie des boissons et des produits de la mer, *Ins. Past, Lille*, 116 p.

[Marchal N., Bourdon J. L.](#), Richard CL. (1982) Les milieux de culture pour isolement et identification des bactéries ; *Editeur Doin 2<sup>e</sup> édition, Paris, France*, 482 p.

Marshall, R.T. (1992) Standard methods for the microbiological examination of dairy products. *16th ed.* American Public Health Association, Washington, D.C. USA, 132 p.

Mehanned S., Zaid A, Chahlaoui A (2014) Caractérisation bactériologique du lac réservoir du Barrage Sidi Chahed, *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, pp. 215-225

Niambele D, Diarra O, Bagayoko M.W, Samake S, Samake F, Babana, A.H.; (2020) Evaluation of the Bacteriological Quality of the Drilling Water Analyzed at the National Health Laboratory during the First Half of 2019; *International Journal of Science and Research (IJSR)* ISSN: 2319-7064, 392-

395.

Okoli, E.N., (2012) Evaluation of the bacteriological and physicochemical quality of water supplies in Nsukka, Southeast, Nigeria. *Afr. J. Biotechnol.* 11(48), 10868–10873.

Oms (2000) *Directives de la qualité pour l'eau de boisson*, Vol. III, Contrôle de la qualité pour l'eau de boisson destinée à l'approvisionnement des petites collectivités, 2<sup>ème</sup> édition, *Genève*, 120 p.

Oms ET Unicef (2018) Progrès en matière d'assainissement et d'eau potable ; *Rapport*. 98 p.

Omrane I. B. B, El bour M, El mejri S, Bjaoui B, Mraouna R, Harzallah A, Boudabou A. (2009) Effect of environmental factors on the distribution of different bacterial populations in a shellfish farming area of the lagoon of Bizerte (Northern Tunisia), *Journal of Water Science* 22(1)79-91.

Ouhmidou M et Chahlaoui A (2015) Caractérisation bactériologique des eaux du barrage Hassan Addakhil (Errachidia-Maroc), *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, pp. 183-196

Ounoki S et Achour S (2014) Evaluation de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux usées brutes et épurées de la ville d'Ouargla. Possibilité de leur valorisation en irrigation; *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, pp. 247-258

Rodier J (1978) L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 6<sup>ème</sup> édition *Paris, France*, 1632 p.

Saab H. B, Nassif N, Samrani A.G.E, Daoud R, Medawar S, Ouain N. (2007) Suivi de la qualité bactériologique des eaux de surface (rivière Nahr Ibrahim, Liban). *Journal of Water Science*, 20 (4), 341–352.

Samake H (2002) Analyse physico-chimique et bactériologique au L.N.S des eaux de consommation de la ville de Bamako durant la période 2000 et 2001, 77 p.

Semenov A.V, Ariena H.C. Bruggen V, Overbeek L V, Termorshuizen A. J& Semenov A. M. 2007: Influence of temperature fluctuations on Escherichia coli O157: H7 and Salmonella enterica serovar Typhimurium in cow manure. *FEMS Microbiol Ecol* 60 419–428.

Sila, O.N. (2019) Physico-chemical and bacteriological quality of water sources in rural

settings, a case study of Kenya, Africa; *Elsevier, Scientific African* (2) e0 0 018, 13 p.

Traore A et al (2012) Evaluation des paramètres physiques, chimiques et bactériologiques des eaux d'une lagune tropicale en période d'étiage : la lagune Aghien (Côte d'Ivoire), *Int. J. Biol. Chem. ci.* 6(6): 7048-7058.

Who (2006) Guidelines For Drinking Water Quality, *fourth ed., Technical Report*, World Health Organization, Geneva.

Who (2011) Water Quality and Water borne disease in the Niger River Inland Delta, Mali: A study of local knowledge and response, *Health and Place*, vol.2, 2011, PP