



Qualité bactériologique des eaux de boisson et risque hydrique d'acquisition du cholera à Bukavu en République Démocratique du Congo

Albert M. Mumbumbu¹, Zacharie K. Tsongo², Etienne A. Shindano³,
Théophile B. Kabesha⁴, Stanis O. Wembonyama⁵

¹ Département de Médecine Interne, Faculté de Médecine, Université Catholique de Bukavu, Bukavu, République Démocratique du Congo.

² Département de Médecine Interne, Faculté de Médecine, Université de Kisangani, Kisangani, République Démocratique du Congo.

³ Département de Médecine Interne, Faculté de Médecine, Université de Kindu, Kindu, République Démocratique du Congo.

⁴ Département de Chirurgie, Faculté de Médecine, Université officielle de Bukavu, Bukavu, République Démocratique du Congo.

⁵ Département de Pédiatrie, Faculté de Médecine, Université de Lubumbashi, Lubumbashi, République Démocratique du Congo.

Résumé

Introduction : Identifier les sources d'approvisionnement en eau ingérée par les malades de choléra ainsi que d'apprécier leur degré de contamination par *V. cholerae*.

Matériel et Méthodes : Il s'agit d'une étude transversale et descriptive à visée analytique réalisée de septembre 2020 à septembre 2021 dans les trois zones de santé du district sanitaire de Bukavu. Elle a concerné 1510 malades et 92 sources d'eau de consommation. L'échantillonnage était systématique et exhaustif pour les malades et probabiliste par tirage aléatoire simple pour les sources et les puits. Un questionnaire – interview adressé aux malades ainsi que l'analyse bactériologique des eaux de sources et des puits ; et des selles des malades ont permis la récolte des données.

Résultats : Seulement 33% de malades n'utilisaient que l'eau de robinet comme source exclusive d'approvisionnement en eau de boisson et globalement 73% n'avaient pas l'habitude de purifier l'eau de boisson toutes sources confondues. Dans l'ensemble, le *V. cholerae*, a été retrouvé dans la majorité des eaux examinées (57%) mais plus fréquemment dans la Zone de santé d'Ibanda (75%). Par rapport à l'analyse des selles, le *V. cholerae* est moins retrouvé dans les selles des patients consommant exclusivement l'eau de robinet et ceux ayant l'habitude de purifier l'eau de boisson avant consommation ($p < 0,001$).

Conclusion : Les différentes sources d'eau de consommation des malades étaient contaminées de *V. cholerae* pendant et après l'épidémie. Le caractère endémo – épidémique du choléra est associé à l'ingestion de ces eaux insalubres.

Mots-Clés : Choléra, Sources d'eau, Qualité bactériologique, Bukavu.

Correspondance:

Albert M. Mumbumbu. Département de Médecine Interne, Faculté de Médecine, Université Catholique de Bukavu, Bukavu, République Démocratique du Congo.

Téléphone: +243 853 792 049 - Email: wembostanis@yahoo.fr

Article reçu: 13-05-2024 Accepté: 07-07-2024

Publié: 09-07-2024



Copyright © 2024 Albert M. Mumbumbu *et al.* 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.

Pour citer cet article: Mumbumbu AM, Tsongo ZK, Shindano EA, Kabesha TB, Wembonyama SO. Qualité bactériologique des eaux de boisson et risque hydrique d'acquisition du cholera à Bukavu en République Démocratique du Congo. Journal of Medicine, Public Health and Policy Research. 2024;4(2):1-9.

Introduction

L'eau potable est un bien nécessaire mais limitée pour la population des pays en Développement. Bien que l'eau soit la matière la plus abondante et commune de notre planète, seulement 0,003% du total est de l'eau douce disponible pour être utilisée dans les ménages [1,2]. Les villes de l'Afrique subsaharienne en général et de la République Démocratique du Congo (RDC) en particulier, sont confrontées depuis quelques années à une importante pénurie d'eau [3]. En RDC, environ 71 millions de personnes soit les trois quarts de la population, n'ont pas accès à de l'eau potable, alors que le pays détient plus de la moitié des réserves d'eau d'Afrique [3].

En outre, plus de 4,3 millions d'enfants congolais de moins de cinq ans, soit un sur cinq dans ce groupe d'âge, sont régulièrement atteints de diarrhée. Cela est lié aux conflits, à la dégradation de l'environnement, à l'urbanisation et au manque d'investissement dans les infrastructures [4]. Cette situation est commune dans la sous-région du grand Lac. Alors que cette ressource « eau » est vitale pour la survie et la santé de tous les êtres humains c'est-à-dire, qu'aucune vie n'est possible sans cette commodité première qu'est l'eau. Elle reste donc un besoin et un droit fondamental des êtres humains [1,5,6].

Néanmoins, elle constitue le véhicule le plus commun et plus important de la transmission des maladies Bendi [7]. En plus, La qualité de l'eau est un paramètre important qui touche à tous les aspects du bien-être des écosystèmes et de l'homme tels que la santé d'une communauté, les activités économiques, la santé des écosystèmes et la biodiversité. En conséquence, la qualité de l'eau a également une influence sur la détermination des niveaux de pauvreté, de richesse et d'éducation de l'homme [1,8]. C'est pour cela qu'il faut mener une surveillance la plus sévère pour la soumettre aux normes de qualité et de quantité [9], car la carence en eau potable est préjudiciable à l'homme. Il convient de signaler que la situation au niveau mondial révèle qu'un être sur cinq n'a pas accès à l'eau potable, soit 1,3 milliards de personnes [5,10,11].

L'accès à une eau de boisson saine est une condition indispensable à la santé, un droit humain élémentaire et une composante clé des politiques efficaces de protection sanitaire. L'importance de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène pour la santé et le développement transparait dans les conclusions d'une série de forums politiques internationaux, tels que la Conférence mondiale sur l'eau de Mar del Plata (Argentine), les objectifs du Millénaire pour le développement, adoptés par l'Assemblée générale des

Nations Unies. Malheureusement, de nos jours, on estime que 4 millions de personnes meurent chaque année de maladies diarrhéiques parmi lesquelles le choléra et qui ravagent la population surtout dans les pays en développement [12]. Ces maladies sont liées au manque d'eau, à son insuffisance et/ou son insalubrité et à l'absence de services d'analyse et d'assainissement de base [13]. La présence de différentes impuretés impose donc l'analyse et le traitement des eaux avant l'utilisation pour la rendre apte aux applications envisagées [14].

En RDC, particulièrement à l'Est, certaines Zones de Santé sont déclarées zones endémiques à cause du caractère récurrent des flambées [10]; c'est le cas du district sanitaire de Bukavu où la récurrence des épisodes épidémiques suivies de périodes de basse transmission a conféré au choléra le caractère endémo – épidémique observé depuis bientôt plus de 15 ans dans ce district.

En tout état de chose, la récurrence de cette infection hydrique et épidémique dans ce milieu nous a incité à réfléchir sur la qualité bactériologique de l'eau consommée par la population dans ce district en particulier par les malades de choléra. Plus particulièrement, il est question de savoir quelles étaient les sources d'approvisionnement en eau ingérées dans ce district ? Lesquelles de ces sources sont – elles contaminées des *Vibrio cholerae* ?

C'est pour répondre à ces questions que nous avons réalisé cette étude transversale et descriptive à visée analytique portant sur l'identification des sources d'approvisionnement en eau de boisson et la recherche de *Vibrio cholerae* dans ces sources.

Matériel et Méthodes

Milieu d'étude

District Sanitaire de Bukavu est composé de trois communes qui forment la ville de Bukavu. La ville Bukavu anciennement appelée Costermansville, est une ville de la république démocratique du Congo située sur la rive sud-ouest du lac Kivu, et elle est le chef-lieu de la province du Sud-Kivu. Sa population totale en 2007 était estimée à environ 1 190 000 habitants (Rapport de la maire de Bukavu, 2023). Cette ville compte trois zones de santé urbaines : Kadutu, Bagira et Ibanda, constituant le district sanitaire de Bukavu, étendues sur une superficie d'environ 60 km².

Bukavu possède un climat désertique chaud et sec (BWh) selon la classification de Köppen-Geiger. Sur l'année, la température moyenne à Bukavu est de 25°C et les précipitations sont en moyenne de 494,6 mm. Les saisons sèches sont courtes et chaudes ; les saisons de pluies sont courtes, confortable et précipitation ; et le climat est

nuageux dans l'ensemble tout au long de l'année. Au cours de l'année, la température varie généralement de 14°C à 26°C et est rarement inférieure à 12°C ou supérieure à 28°C.

A Bukavu il y a un problème de canalisation et d'approvisionnement d'eau. En plus quand il pleut, plusieurs ménages en profitent pour vider leurs

poubelles, leurs pots des selles dans la rue et les caniveaux. Des immondices sont constituées essentiellement de déchets ménagers. Les habitants pensent que tous ces déchets seront drainés par l'eau jusque dans le lac. Souvent, il y a des changements d'utilisation des terres qui sont associés à la dégradation des sources d'eau potable.



Figure 2. Carte administrative de la ville de Bukavu

Echantillonnage et collecte de données

L'étude était réalisée de septembre 2020 à septembre 2021 dans les trois Zones de Santé du District Sanitaire de Bukavu. Elle avait concerné les sujets malades de choléra qui étaient hospitalisés au Centre de Traitement de Choléra (CTC) du district. En plus du Centre de Traitement de Choléra; les sites d'étude étaient constitués des sources d'approvisionnement en eau de boisson et travaux ménagers. Il s'agit notamment; des sources d'eau et des puits dont l'eau avait été prélevée pour des analyses bactériologiques au laboratoire.

Concernant les sujets malades de choléra, il s'est agi d'une enquête de type questionnaire – interview. Dans la période d'étude, 1752 malades ont été hospitalisés dans le district et l'inclusion a été exhaustive et systématique. Au total, 1510 malades (soit 86%) avaient répondu aux critères d'éligibilité à savoir: présenter les signes caractéristiques du choléra, habiter l'une des trois Zones de Santé du district et n'avoir pas subi un traitement antibiotique et/ou antiseptique intestinal avant

l'hospitalisation au Centre. Un questionnaire leur a été adressé dans le but d'identifier leurs sources d'approvisionnement en eau de boisson et la purification préalable de celle – ci.

S'agissant de sites d'enquête, notamment des sources d'approvisionnement en eau; il est important de signaler que 52 sources et 40 puits ont été tirés de manière aléatoire et simple par un tirage au sort dans les trois Zones de Santé (ZS) du district, soit un total de 92 sources d'approvisionnement en eau de boisson.

Au total 298 prélèvements ont été effectués pendant et après les poussées épidémiques; respectivement 152 dans la Zone de Sante (ZS) d'Ibanda, 104 dans la ZS de Kadutu et 42 pour la ZS de Bagira.

Les échantillons d'eau des sources, des puits et de rivière étaient prélevés dans des flacons stériles de 200 ml toujours entre 7h00 et 8h00. Aussitôt prélevés, les échantillons étaient acheminés endéans une heure au laboratoire de l'Hôpital Provincial Général de Référence de Bukavu (HPGRB) pour analyse. Leur transport était

réalisé dans des boîtes isothermes à une température moyenne de 2° à 8° Celsius.

L'isolement du *V.cholerae* dans ces échantillons d'eaux était fait par la technique de la galerie de Léménor. Celle – ci consiste à :

- Prélever stérilement 5 ml d'échantillon et l'enrichir dans l'eau péptonnée alcaline pendant 18 heures à 24 heures ;
- Repiquer sur le milieu d'isolement (TCBS) puis incuber à 37° Celsius pendant 18 heures à 24 heures ;
- Evaluer l'aspect des colonies qui ont poussé ;
- Si colonies jaunâtres, passer à la coloration des grams puis procéder à la lecture ;
- Si bâtonnets grams négatifs, réaliser l'identification de Léménor. Après lecture de l'identification, confirmer les résultats par le test à l'oxydase et de filamentation;
- Si ces deux tests sont positifs, on confirme la présence des Vibrions Cholériques dans l'échantillon;
- Si le test d'oxydase est positif et celui de Léménor est négatif, on confirme la présence des aéromonases;
- Si test d'oxydase négatif, on confirme la présence d'autres entérobactéries que le Vibron Cholérique.

Traitement et analyses statistiques

Les données recueillies ont été entrées et codées directement dans une feuille Excel v13. Les données catégoriques ont été présentées sous forme de fréquences et de pourcentages ou graphiquement à l'aide d'histogrammes. Toutes les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel SPSS (Statistical Package for Social Sciences) pour Windows version 23.

Résultats

Il importe de préciser que l'étude était réalisée dans l'objectif d'identifier les sources d'approvisionnement en eau de boisson consommée dans le district sanitaire de Bukavu et en particulier par les malades de choléra au courant de la poussée endémo-épidémique de septembre 2020 à septembre 2021 ; apprécier le traitement préalable de cette eau par ces malades et identifier parmi les sources susdites, celles contaminées de *V. cholerae*.

Sources d'approvisionnement et traitement de l'eau à boire

Les résultats de nos enquêtes sur les sources d'approvisionnement et le traitement de l'eau de boisson se trouvent dans le tableau 1.

Globalement parmi 1510 malades enquêtés dans la ville de Bukavu, 1109 (73%) n'avaient pas procédé au traitement préalable de l'eau de boisson. Cependant en fonction des sources d'approvisionnement, 565 (37%) malades avaient consommé exclusivement l'eau de robinets, parmi eux 405 (72%) ne la traitaient avant consommation. Quatre cent cinquante malades (30%) l'avaient puisée exclusivement aux puits et aux sources ; parmi eux 333 (74%) ne la purifiaient jamais avant sa consommation. Parmi 495 malades (33%) qui avaient puisée l'eau à boire concomitamment aux sources, aux puits et aux robinets ; 371 (75%) n'avaient jamais procédé à sa purification avant l'ingestion.

De façon globale, il apparaît que le type de sources d'approvisionnement ne semble pas influencer la survenue de la maladie ($p=0,461$) mais au contraire le $\frac{3}{4}$ des malades ne purifient pas l'eau avant consommation quelle que soit la source (*tableau 1*).

Tableau 1. Sources d'approvisionnement et traitement de l'eau à boire

Sources d'approvisionnement	N=1510	Traitée	Non traitée	<i>p-value</i>
Robinetts exclusivement	565 (37%)	160 (28%)	405 (72%)	0,461
Sources et puits exclusivement	450 (30 %)	117 (26%)	333 (74%)	
Robinetts, sources et puits	495 (33%)	124 (25%)	371 (75%)	
Total	1510 (100%)	401 (27%)	1109 (73%)	

Présence du *Vibrio cholerae* dans les eaux de Bukavu

Les résultats de l'analyse des échantillons des eaux des sources (aménagées et non aménagées et des puits) se trouvent dans le graphique 1 sur 298 échantillons prélevés équilibrés d'eau (52 sources d'eau et 40 puits).

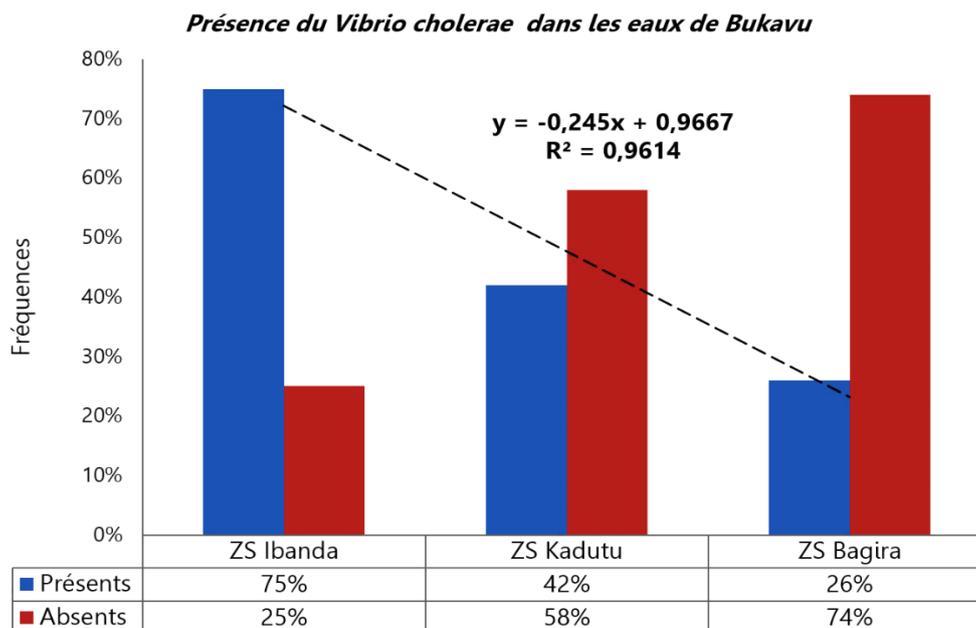


Figure 2. Présence du *V. cholerae* dans les eaux de sources, de puits

Dans l'ensemble de prélèvements des eaux réalisés dans le district de Bukavu montre que le coefficient de détermination est élevé pour l'ensemble de district sanitaire et *V. cholerae* était détecté dans 165 échantillons (57%), respectivement 75% dans la Zone de Santé d'Ibanda, 42% dans celle de Kadutu et 26% dans la Zone de santé de Bagira. Ceci montre que la fréquence la plus élevée est dans la zone de santé d'Ibanda où la majorité de quartiers utilise l'eau des puits et de sources.

Selles par rapport au traitement préalable des eaux de boisson par les malades

Les résultats d'analyses des Selles des 1510 malades de cholera par rapport au traitement préalable des eaux de boisson par les malades se trouvent dans le tableau 2.

Sur 1510 échantillons des selles des malades prélevés et analysés ; *V. cholerae* était détecté dans 790 échantillons

(52%) ; parmi ces malades, 660 (84%) n'avaient pas purifié l'eau de boisson. Parmi 720 malades dont *V. cholerae* n'était pas détecté dans les échantillons des selles ; 449 (62%) n'avaient pas purifié l'eau de boisson. Globalement 1109 malades (73%) n'avaient procédé à la purification de l'eau de boissons provenant des différentes sources d'approvisionnement confondues. Les résultats statistiques montrent une forte association entre le choléra et la purification préalable de l'eau de boisson ($p < 0,001$).

Hormis la souche de *V. cholerae* observée dans les selles des malades, nous avons trouvé aussi d'autres agents pathogènes responsables de la diarrhée. Il s'agit notamment de: *Schistosomiasis*, *Salmonella typhi*, *Antemoeba histolitica*, *Entamoeba coli*, *Giardia lamblia*, *Ankylostoma sp.*, *Strongyloides sp.*, *Hymenolepis nana* ou *H. nana*, *T.saginata* et *S. mansoni*.

Tableau 2. Résultats des selles par rapport au traitement préalable des eaux de boisson par les malades

Examens des selles N= 1510	Ne purifient pas	purifient	Total	<i>p-value</i>
Résultats positifs	660 (84%)	130 (17%)	790 (52%)	<0,001
Résultats négatifs	449 (62%)	271 (38%)	720 (48%)	
Total	1109 (73%)	401 (27%)	1510 (100%)	

Résultats des selles par rapport aux sources d'approvisionnement en eau de boisson

Les résultats de nos enquêtes sur l'analyse des selles par rapport aux sources d'approvisionnement en eau de boisson se trouvent dans le tableau 3.

Tableau 3. Résultats des selles par rapport aux sources d'approvisionnement en eau de boisson

Résultats des selles/source	Sources, puits et robinets (n=495)	Sources et puits (n= 450)	Robinet exclusivement (n= 565)	Total	p-value
Positifs	384 (78%)	301 (67%)	105 (19%)	790 (52%)	< 0,001
Négatifs	111 (22%)	149 (33%)	460 (81%)	720 (48%)	
Total	495 (100%)	450 (100%)	565 (100%)	1510 (100%)	

Il ressort de ces résultats que ; parmi 790 (52%) malades dont *V. cholerae* était détecté dans les selles ; 384 (78%) ont consommé l'eau puisée concomitamment aux sources, aux robinets et aux puits ; 301 (67%) l'ont puisée exclusivement aux sources et aux puits ; 105 (19%) l'ont puisée exclusivement aux robinets. Les résultats statistiques montrent que le choléra est fortement associé aux sources d'approvisionnement en eau de boisson ($p < 0,001$).

Discussion

Dans les grandes villes africaines, plusieurs facteurs rendent difficiles la maîtrise de l'assainissement et l'accès à l'eau potable. Il s'agit surtout du surpeuplement dû à la forte croissance démographique ; l'exode rural, les guerres en répétition etc. et presque toutes les villes évoluent par des occupations spontanées que par une volonté et un souci réel de planification spatiale et d'aménagement. Pour cela, dans les quartiers de villes du Bénin où la couverture du réseau d'adduction d'eau publique est faible, les habitants mènent une vie précaire [12].

Certains ménages se contentent d'utiliser les eaux de puits pour la consommation. Cette situation est beaucoup plus alarmante pour les populations riveraines. Selon l'OMS [15], pour une accessibilité raisonnable en ressource d'eau, il faut l'existence d'un point d'eau potable permanent à une distance inférieure à 200 mètres de la concession, ce qui n'est pas toujours le cas dans les zones périurbaines d'Afrique. Les puits constituent alors la principale source d'approvisionnement en eau pour ces populations.

Provenance des malades

Parmi 1510 malades hospitalisés au CTC du district, 710 (47%) étaient de la Zone d'Ibanda qui est la commune – ville du district. Cependant, cette commune est constituée d'une grande étendue péri – urbaine (rurale) non suffisamment alimentée en eau par la Régideso et où la majorité de la population utilise pour boisson les eaux de sources, de puits et de rivière parce que celles de

robinets est de temps à autre inaccessible parfois pendant plusieurs jours. Il convient de signaler en plus que, c'est dans cette Zone où *V. cholerae* était identifié dans 75% de différentes sources d'approvisionnement d'eau de boisson.

Sources d'approvisionnement et traitement de l'eau de boisson

Outre qu'il est lui – même cause de morbidité et de mortalité, le choléra est aussi un indicateur de l'insuffisance sous – jacente entre autre de système d'approvisionnement en eau. Au cours de la plupart de grandes épidémies, le rôle de l'eau dans la transmission de la maladie apparaissait nettement [16]. Les résultats de l'étude ont montré que la majorité (63%) de malades n'avait pas accès exclusif à l'eau potable de robinet. En plus, parmi eux 74% n'avaient pas traité l'eau de boisson puisée à de sources autres que les robinets.

En 2010, les résultats de l'étude réalisée pour identifier les facteurs de choléra dans la ville de Bukavu par Mitima [17], avaient montré que 70% des enquêtés buvaient l'eau puisée concomitamment aux robinets, aux sources, aux puits et/ou à la rivière. Selon les résultats de l'étude réalisée par Mumbumbu et Shindano [18], plus de 81% de la population de Bukavu ne la purifiaient avant l'ingestion.

Suivant Mumbumbu et Shindano [19], parmi 300 ménages enquêtés, dans une autre étude visant à identifier les déterminants du choléra dans la même ville ; 61,7% des enquêtés s'approvisionnaient en eau de boisson concomitamment aux robinets, aux sources et/ou à la rivière versus 15% qui la puisait exclusivement aux sources, aux puits et/ou à la rivière [20].

Contamination des eaux de sources, de puits et de la rivière

Il est ressorti de l'étude que 57% de sources d'eau et de puits du district sont contaminées de *V. cholerae* ; respectivement 75% dans la Zone de santé d'Ibanda, 42% dans la Zone de santé de Kadutu et 26% dans celle de

Bagira. Ces résultats corroborent les fréquences de cas de choléra dans les trois Zones de santé du district. L'UNESCO estime que 3,1% de la mortalité mondiale est liée entre autre aux eaux insalubres et par manque d'assainissement [21].

Au monde, le manque d'eau de bonne qualité et d'aménagement de distribution, d'assainissement provoque de nombreuses maladies diarrhéiques. Les personnes s'approvisionnent parfois dans les eaux de surface (rivières, sources puits...) où prolifèrent insectes, vecteurs de nombreuses espèces. Ces points d'eau utilisés pour tous les besoins domestiques sont de ce fait contaminés [22].

Il est essentiel de rappeler qu'il a été prouvé que les eaux du lac Kivu et celles de petits lacs Rwandais grâce à leur alcalinité à potentiel en hydrogène situé entre 8 et 9 constituent un élément favorable à la conservation des entérobactéries [23]. L'eau sale est à l'origine de 9,1% de maladies, et 6% de décès enregistrés chaque année dans le monde. En 2009 ; 1,1 milliard de personnes n'avaient aucun accès à une source d'eau salubre. La conséquence directe est que 1,6 millions de personnes mourraient chaque année de maladies diarrhéiques, 90% était des enfants de moins de 5ans vivant pour la plupart dans les pays en développement [4].

Dans la Zone de santé de Kadutu, parmi les sources d'eau analysées en 2014 lors d'une poussée endémo – épidémique de choléra, les eaux des sources de Saint François, Chemu Fariala et Kadhuru contenaient un nombre élevé des colonies de *Vibrio - cholerae* d'après Mumbumbu et Idumbo [20].

Rappelons que que dans beaucoup de villes du tiers monde, la moitié seulement de la population a accès à l'eau potable et est satisfaite à ce besoin [24].

Au Mozambique, en 1983, la consommation préférée de l'eau de pluie ou de puits bien qu'elle ne soit potable parce que celle de robinet était salée a été responsable de 205 cas de choléra. En outre dans certains quartiers l'habitude de la population étant d'utiliser la plage comme latrine, *Vibrio - cholerae* était présent dans les échantillons de l'eau de mer [23]. Il convient de signaler que pour les épidémies de choléra observées en Europe notamment en Italie (273 cas dont 25 morts en 1973), au Portugal (2467 cas et 48 décès en 1974), en France (37 cas) ; l'origine strictement hydrique de l'infection était parfaitement démontrée, des *Vibrions* pathogènes ayant été isolés dans les sources d'eau, les puits et les coquilles [25].

Par contre aux Etats Unis, les norovirus est la cause la plus rependue des maladies transmissibles par des sources d'eau et les aliments provoquant 57% des épidémies en

2010. Que ça soit en Europe et en Amérique du Nord, le problème de pollution d'eau est énorme : plus de 90% de cours d'eau ont une forte concentration de Nitrates [26]. La contamination d'eau de boisson a aussi été incriminée comme étant à l'origine de l'épidémie de 14 cas de choléra observée sur une plate – forme pétrolière du Golfe. Les résultats de l'étude réalisée au Malawi en 2018 sur 784 cas de choléra ont rapporté que le choléra et sa propagation rapide dans le camp des réfugiés étaient favorisés par l'utilisation de l'eau des puits peu profonds, contaminée par les matières fécales de latrines pendant les périodes de pluies qui ont détruit la moitié des latrines deux semaines avant que l'épidémie n'ait éclaté selon le rapport de l'OMS [27].

Il importe de mentionner en outre que dans certains pays, les produits de la mère, des lacs sont responsables des épidémies de choléra. En Malaysia (1971) lors d'une épidémie de choléra, *Vibrio Eitor* était détecté dans les crevettes et les huitres [15].

La présente étude porte néanmoins quelques limites. Premièrement, le caractère transversal ne permet pas d'établir le véritable lien de cause à effet des différents paramètres évalués. D'autre part, elle n'a essentiellement évalué que l'eau de boisson puisée des sources autres que les robinets de la Regidésó comme potentielle source de contamination alors qu'il existe d'autres sources de contaminations notamment alimentaires.

Conclusion

Il apparait enfin évident que dans le district sanitaire de Bukavu, le choléra et son caractère endémo – épidémique semblent en partie associé à l'ingestion sans purification préalable d'eaux de sources et des puits contaminées de *V. cholerae* pendant et après l'épidémie. Ceci indique que l'approvisionnement en eau potable reste encore et malgré toutes les stratégies et tous les programmes proclamés par le gouvernement ; un problème sanitaire très sérieux dans ce district. Il est opportun de souligner que la réduction considérable des maladies diarrhéiques liées à l'eau en occurrence le choléra n'aura lieu que lorsque les communautés mettront aussi en place le meilleur apprentissage de l'hygiène et les principes d'assainissement à savoir entre autre l'approvisionnement en eau propre et le respect systématique des règles d'hygiène hydrique et alimentaire.

Conflicts d'intérêt : Aucun.

Références

1. Soncy K, Djeri B, Anani K, Eklou-Lawson M, Adjrah Y, Karou DS, Ameyapoh Y, de Souza C. Evaluation de la qualité bactériologique des eaux de puits et de forage à Lomé, Togo, *Journal of Applied Biosciences*. 2015;91(1):8464-8469. Accessible sur : <https://dx.doi.org/10.4314/jab.v91i1.6>.
2. Sokegbe OY, Djeri B, Kogno E, Kangnidossou M, Mensah RT, Soncy K, & Ameyapoh Y. Les risques sanitaires liés aux sources d'eau de boisson dans le district n 2 de Lomé-commune: cas du quartier d'Adakpamé. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 2017 ;11(5),2341-2351. Accessible sur : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i5.31>.
3. PND. Millions de personnes manquent d'eau potable. L'actualité mondiale Un regard humain. 2023 : 73. Accessible sur : <https://news.un.org/fr/story/2011/03/212422>.
4. IRD (2014). Etude des facteurs de pollution de ressources en eau, 42 p <https://lemag.ird.fr/fr/gestion-de-leau-un-enjeu-de-developpement-durable>.
5. Soro N, Ouattara L, Dongo K, Kouadio EK, Ahoussi EK, Soro G, Oga MS, Savane I, Biemi J. Déchets municipaux dans le District d'Abidjan en Côte d'Ivoire: sources potentielles de pollution des eaux souterraines. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 2010 ;4(6): 2203-2219. Accessible sur : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v4i6.64952>.
6. Tampo L, Ayah M, Kodom T, Tchakakla I, Boguido P, Bawa L, & Djaneye B. Impact de la demande en chlore et de la chloration sur la désinfection des eaux de puits des quartiers de Lomé: cas des quartiers de Démakpoé et d'Agbalépédogan (Togo). *Journal of Applied Biosciences*. 2014 ; 75, 6272-6281.
7. Bendib A, Bougoudogo F, Messast M, Rezkallah D, Hamchi L, Bellouche Y, Aidoud NS, Keddouri A, Fournier JM, Dodin A. Intérêt de la recherche des anticorps vibriocides en zones d'endémie à *Vibrio cholerae*. *Bull Soc Pathol Exot*. 1994 ;87(1) : 33-7.
8. Kazadi M. Contribution à l'étude de la qualité et de la gestion de l'eau de boisson dans la région de Kisangani, Thèse de doctorat, université de Kisangani. 2012.
9. Sohler R, Schwartz D. *Revue d'épidémiologie et de santé publique*. Masson, Paris. 1989 :419 – 426.
10. Bompangi D. Dynamique des épidémies de choléra dans la région des grands lacs : cas de la République Démocratique du Congo. Thèse de doctorat dissertation. Université de Franche-Comité. 2009. Accessible sur : <https://theses.hal.science/tel-00441534>.
11. Tampo L, Ayah M, Kodom T, Tchakala I, Boguido P, Bawa LM, Djanéyé-Bouindjou G. Impact de la demande en chlore et de la chloration sur la désinfection des eaux de puits des quartiers de Lomé : cas des quartiers de Démakpoé et d'Agbalépédogan (Togo). *Journal of Applied Biosciences*. 2014 ;75(1):6272-6281. Accessible sur: <https://dx.doi.org/10.4314/jab.v75i1.12>.
12. Tchibozo MAD, Ayi-Fanou L, Lozes E, Fadonougbo R, Anago GD, Agbangla C & Ahanhanzo C. Impacts sanitaires liés à l'usage des eaux de puits, à l'assainissement et à l'aménagement à Gbôdjê dans l'arrondissement de Godomey au Bénin. *International Journal of Biological and chemical sciences*. 2012;6(2): 592-602.
13. UNHCR. Module de formation de superviseurs en Eau, Hygiène et Assainissement (EHA). Enquête standardisée élargie UNHCR-Sens pour les populations de réfugiés. Genève, Suisse, 2021. Accessible sur : https://www.unhcr.org/sens/wpcontent/uploads/sites/155/2021/01/UNHCR_SENS_Module_7_EHA_v3_FR.pdf.
14. ORANA. L'épidémie de choléra dans les camps des réfugiés. 2002 : 13. Accessible <https://www.unhcr.org/fr/actualites/briefing-notes/lepidemie-de-cholera-dans-le-camp-de-refugies-de-dadaab-au-kenya-est>.
15. Organisation Mondiale de la Santé. Rapport sur les systèmes d'assainissement, archives des Nations Unies. Genève, OMS ; 2023. Accessible sur : <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/61368/49230.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
16. Merrell DS, Butler SM, Qadri F, Dolganov NA, Alam A, Cohen MB, Calderwood SB, Schoolnik GK, Camilli A. Host-induced epidemic spread of the cholera bacterium. *Nature*. 2002;417(68/89): 642-5. Accessible sur: <https://dx.doi.org/10.1038/nature00778>.
17. Mitima K. Etude des facteurs déterminants l'endémicité du choléra dans la ville de Bukavu en RDC ? mémoire de licence, Institut supérieur des techniques médicales de Bukavu - Licence en santé publique. 2010.
18. Mumbumbu M et Shindano M. Facteurs de choléra à Bukavu en 2010. *Bulletin d'études sociales et humaines(BESH)*. 2014 ;1 :72-81.
19. Mumbumbu M et Shindano M. Facteurs favorisant le choléra dans le district sanitaire de Bukavu. *Bulletin d'études sociales et humaines (BESH)*. 2015 ;2 :34-38.

20. Mumbumbu M et Idumbo O. Analyse bactériologique de l'eau des sources consommée par la population de la commune de Kadutu : Bulletin d'études sociales et humaines (BESH). 2014 ;1 :45-51.
21. UNESCO. De l'eau propre pour un monde sain. 2010. Accessible sur : https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000187217_fre.
22. Tubaya D. Etude des facteurs de risque de choléra. 2014. Mémoire en ligne sur <https://www.memoireonline.com/01/09/1832/Etude-des-facteurs-de-risques-du-cholera.html>.
23. Gentilini M. Médecine Tropicale ; Médecine - Sciences, Flammarion Paris, 1993 : 328.
24. UNICEF-OXFAM. Rapport sur le choléra (Ministère de la santé publique) : Analyse et cartographie des marchés de l'accès à l'eau potable, aux produits de traitement de l'eau à domicile et aux latrines, Bukavu, RDC. 2013 : 42.
25. ORANA. Les maladies diarrhéiques dans le Sahel, données épidémiologiques de premiers résultats de programme de lutte. 2013 :15.
26. UNICEF. Eau potable pour tous les pays. 2017 : 23. Accessible sur : <https://www.unicef.org/media/92986/file/UNICEF-rapport-annuel-2007.pdf>.
27. Organisation Mondiale de la Santé. Journal sur la santé au monde. Genève, OMS, 2012 : 17p. Accessible sur : https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44857/9789242564440_fre.pdf?sequence.