



Gestion et approvisionnement de l'eau de consommation humaine dans les zones en conflit de guerre : cas du camp des déplacés de Kanyaruchinya (Est-République Démocratique du Congo)

Mapendo Ruhambuzo B. *, Issa Kakozi, Kabengele Kabengele, Shabani Ekyamba

Département de Conservation et Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables, Domaine des Sciences et Technologies, Université de Goma

*Auteur correspondant: benjaminmapendo97@gmail.com

Article info: reçu: 23 février 2025, accepté: 26 juin 2025, publié: 30 juin 2025

Résumé : La qualité de l'eau destinée à des usages alimentaires ou d'hygiène nécessite d'être connue. La présente étude avait pour objectif d'évaluer la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau de consommation humaine utilisée quotidiennement par les déplacés de guerre vivant dans le camp de Kanyaruchinya dans l'est de la République Démocratique du Congo. Pour y parvenir, des échantillons d'eau de 200 ml ont été récoltés d'octobre à novembre 2024. Ces échantillons de six différents réservoirs d'eau établis comme sites d'échantillonnage ont été minutieusement analysés. Une enquête a été simultanément effectuée en vue d'appréhender la manière dont l'eau est distribuée et utilisée. Des paramètres physico-chimiques à l'instar du pH, de la température, des solides totaux dissous (pris de manière détaillée), de la demande biochimique en oxygène, de la conductivité électrique ainsi que de la salinité ont été prélevés et leurs valeurs moyennes par site ont été comparées aux normes de l'Organisation Mondiale de la Santé. En outre, des mesures faites au laboratoire ont permis d'estimer le nombre des germes totaux, celui de coliformes fécaux en plus de réaliser l'analyse GRAM et la culture microbienne. Les différents résultats obtenus révèlent que l'eau consommée à Kanyaruchinya présente des risques majeurs sur la santé des consommateurs ; elle contient des éléments significativement élevés de pollution tant sur le plan physico-chimique que sur le plan microbiologique. Cela est attesté par sa concentration élevée en solides dissous, en ions électriquement chargés, en matière organique ainsi que la présence des germes pathogènes en son sein ; ce qui, en principe, l'exempte de toute consommation humaine avant traitement préalable. Au regard du constat lié à la pollution de l'eau, il s'avère nécessaire de prendre rapidement des dispositions permettant de garantir la sécurité sanitaire des consommateurs en plus de rétablir la bonne qualité de l'eau.

Mots clés : qualité de l'eau de consommation humaine, Kanyaruchinya, paramètres physicochimiques et microbiologiques, pollution

Abstract: The quality of water intended for food or hygiene uses needs to be known. The objective of this study was to assess the physicochemical and microbiological quality of human drinking water used daily by war-displaced people living in the Kanyaruchinya camp in the eastern part of the Democratic Republic of Congo.

To achieve this purpose, 200 ml water samples were collected from October to November 2024. These samples from six different water reservoirs established as sampling sites were properly analysed. A survey was simultaneously carried out to understand the way in which water is distributed and used. Physicochemical parameters such as pH, temperature, total dissolved solids, biochemical oxygen demand, electrical conductivity as well as salinity were taken and their average values per site were compared to World Health Organisation standards. In addition, measurements taken in laboratory made it possible to estimate the number of total germs, fecal coliforms in addition to carrying out GRAM analysis and microbial culture. The results obtained reveal that the



water consumed in Kanyaruchinya presents major risks to the health of consumers. It presents high levels of pollution both on physicochemical level and on microbiological one. This reality is evidenced by its high concentration of dissolved solids, electrically charged ions, organic matter as well as the presence of pathogenic germs within. That exempts it from any human consumption before adapted processing. In view of the water pollution situation, measures need to be taken quickly to guarantee consumer health safety and restore good water quality.

Keywords: quality of water for human consumption, Kanyaruchinya, physicochemical and microbiological parameters, pollution.

1. Introduction

L'eau est indispensable à la survie de tous les êtres vivants (Haidar, 2014 ; Vital et al., 2018); l'homme y compris ; elle mérite donc une attention toute particulière. Elle reste également indispensable au bon fonctionnement de nombreux secteurs de l'économie (Yassine, 2020). C'est une ressource non substituable quel que soit l'endroit où l'homme peut se trouver et quelles que soient les conditions de vie qu'il mène. Elle constitue une source de plaisir (thalassothérapie, baignade...), et d'appréhension (pollution, catastrophe naturelle...) (Achour et Abdellaoui, 2019).

Quant à lui, l'organisme humain a besoin d'environ deux litres et demi d'eau par jour. Sur le plan diététique, l'eau permet l'hydratation du corps, son rafraichissement ou encore sa purification ainsi que son enrichissement en éléments minéraux. Qui plus est, elle sert à véhiculer les éléments nutritifs en plus de maintenir un équilibre électrolytique à l'intérieur des cellules (Achour et Abdellaoui, 2019).

Par ailleurs, si cette eau n'est pas potable et propre donc à la consommation, elle peut contenir des parasites responsables de la transmission des maladies dites hydriques (Region, 2022) et pouvant en conséquence hypothéquer la vie de l'homme. De même, l'eau, disponible en quantité insuffisante peut être à l'origine de plusieurs maladies du fait de son utilisation non conforme aux règles sanitaires. Les risques de propagation des maladies d'origine hydrique comme le choléra, les hépatites, la dysenterie... dont la plupart des invertébrés sont vecteurs deviennent plus importants lorsque l'eau destinée à la consommation humaine est polluée (Orelien, 2017) alors qu'en principe, la principale qualité de l'eau de consommation humaine est d'être potable et donc exempte de tout germe pathogène et de tout organisme parasite (Kanouté et Traoré, 2019).

En Afrique, le risque sanitaire lié à la consommation de l'eau polluée paraît évident alors que, l'OMS, dès sa création en 1948, s'est toujours préoccupée de définir les valeurs limites (Yassine, 2020) car pour la santé humaine, il est important de disposer facilement, sur les plans qualitatif et quantitatif, d'une eau salubre que ce soit pour la boisson ou pour un autre usage domestique. D'ailleurs, déjà dès 2010, l'assemblée générale des Nations Unies a explicitement reconnu le droit à l'eau potable et à l'assainissement comme un « droit de l'Homme ». C'est en



ce sens que chacun a le droit à un accès sûr, suffisant, continu, acceptable et abordable à de l'eau pour son usage personnel et domestique (Kanouté et Traoré, 2019).

Dans nombreux pays, la problématique de cette denrée est devenue un enjeu majeur à cause notamment de la dégradation de sa qualité. Cette détérioration de la qualité de l'eau reste influencée aussi bien par des processus naturels qu'anthropiques (Yassine, 2020). Généralement, plus la présence humaine est importante dans un bassin versant, plus sont élevés les risques de contamination bactériologique.

L'eau contaminée associée au manque d'assainissement entraînent la transmission des maladies telles que le choléra, l'hépatite A, la fièvre typhoïde ou la poliomyélite (Kanouté et Traoré, 2019). Ces derniers auteurs estiment à plus de 842 000 décès par an liés à la diarrhée dans le monde avec pour origine l'insalubrité de l'eau de boisson à laquelle s'ajoute le manque d'assainissement et d'hygiène. A eux de renchérir que l'eau est à l'origine de la disparition de 8 millions d'êtres humains chaque année, soit une personne toutes les 15 secondes ; constituant à cet effet la principale cause de la mortalité sur Terre, bien avant le paludisme et les conflits armés.

Le Ministère du Développement Durable, de la Faune et des Parcs du Québec (MDDEFP) (2013) classe en trois grandes catégories les organismes pathogènes pouvant contaminer les eaux de surface. Il s'agit de :

- Des bactéries : *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Strigella*, etc.
- Des virus : *hépatite A*, *norovirus*, *rotavirus*, etc.
- Des parasites : *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium*, etc.

Les maladies liées à l'eau notamment le choléra, la typhoïde ne cessent de se manifester de nos jours en RDC plus particulièrement dans les différents camps des déplacées des guerres. Même les baigneurs ne sont aucunement écartés du danger. Se référant aux conclusions du MDDEFP (2013), les personnes utilisant de l'eau contaminée aux matières fécales pour la baignade sont susceptibles de contracter des maladies gastro-intestinales, des maladies des voies respiratoires ainsi que des infections cutanées.

Les eaux utilisées par les déplacés de guerre dans le camp de Kanyaruchinya seraient de deux origines : le lac Kivu et la pluie. Se référant à l'environnement du milieu, il s'avère peu probable que de ces deux sources provienne de l'eau potable propice à la consommation. Cela d'autant plus que d'une part, les ressources hydrauliques du lac Kivu sont soumises à d'intenses pressions anthropiques qui ne peuvent que détériorer la qualité de l'eau. Ce lac, en effet, est devenu pour les habitants du territoire qui l'entoure, un dépotoir. En plus, on assiste à une multiplication des engins motorisés qui y déverseraient des résidus d'hydrocarbures, des déchets plastiques (tels que les emballages, les bouteilles, les sacs plastiques...), des métaux lourds issus de certains de leurs composants (à l'instar des batteries ou des peintures), des huiles, des selles humaines, etc. En sus, en RDC, les lois en matière de protection environnementale dans le secteur aquatique sont quasi inexistantes.



D'autre part, les eaux de pluie dans une région volcanique (se référant à la dernière éruption du volcan Nyiragongo du 22 mai 2021 et à d'autres activités volcaniques de la région) ne peuvent pas être épargnées d'une pollution provenant du potentiel contact des eaux de pluie avec des éléments chimiques en suspension dans l'atmosphère.

Cette étude visait à dégager l'état de l'eau de consommation dans ce camp des déplacés aux fins d'aider les décideurs politico-humanitaires à bien gérer cette ressource dans la perspective de diminuer les risques sanitaires inhérents à sa consommation.

2. Matériel et méthodes

2.1. Milieu d'étude

Le camp des déplacés de guerre de Kanyaruchinya est localisé dans le territoire de Nyiragongo, en province du Nord-Kivu, dans la partie orientale de la République Démocratique du Congo (Figure 1). D'après les données recueillies à partir de Google Earth Pro, ce camp est situé dans la partie sud-est du territoire de Nyiragongo à environ 4000 mètres au nord de la ville de Goma de part et d'autre de la Route Nationale numéro 2 (RN2). De même, il a une superficie de 1,06 Km² en plus d'un périmètre de 8,13Km.

A en croire les données recueillies auprès de son équipe d'administration, ce camp renferme 238 999 déplacés de guerre, repartis en 47 787 ménages soit environ 5 personnes par ménage. Ici, chaque ménage habite dans une maison de fortune (construite essentiellement des bâches) dont l'aire basale ne dépasserait pas généralement les douze mètres carrés. Ces ménages sont repartis en 627 blocs, eux-mêmes repartis en 117 sites. Chaque site est administré par un chef de site qui à son tour fait rapport au président du camp.

L'eau y consommée provient essentiellement du lac Kivu. Ce dernier a un bassin versant bordé dans sa partie nord-est par les villes de Goma (en RDC) et de Gisenyi (au Rwanda).

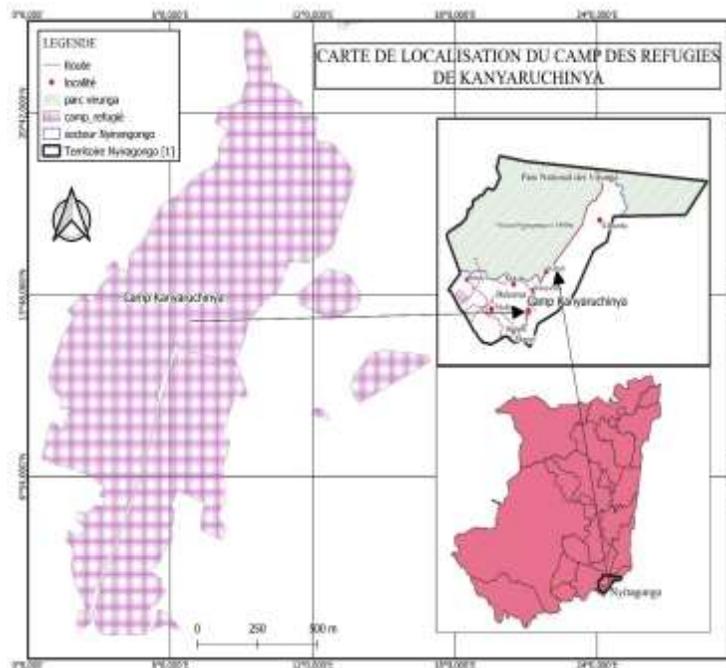


Figure 1: Carte de localisation du camp de Kanyaruchinya

2.2. Démarches méthodologiques

Les activités de prélèvement des échantillons d'eau et d'enquête ont été réalisées entre octobre et novembre 2024.

Cette étude a été menée à partir des étapes et des matériels suivants :

2.2.1. Dispositifs, prélèvement et transport de différents échantillons d'eau

Les flacons de 200 ml stérilisés d'avance ont été étiquetés. Les prélèvements des échantillons ont été effectués et ceux-ci ont été conservés dans une enceinte réfrigérée à 4 °C.

2.2.2 Mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau

Les paramètres physico-chimiques de l'eau comme la température, la conductivité électrique, la salinité, le pH et les solides totaux dissouts ont été mesurés directement sur terrain à l'aide d'une sonde multiparamétrique (Digital water quality tester TDS/EC/Salinity/pH/Temperature meter). L'eau distillée servait à rincer la sonde avant tout comme après chaque prélèvement alors qu'un GPS de marque GARMIN servait dans la géolocalisation des six sites d'échantillonnage.

200 ml d'eau ont été prélevés dans chaque site d'échantillonnage et placés dans des flacons étiquetés, ensuite transportés au laboratoire du Centre de Recherche et d'Analyse



(CEREA/Nordkivu en sigle), où ont été déterminés les nitrates, les nitrites, les phosphates, les fluorures, les sulfates et la demande biochimique en oxygène.

2.3. Mesure des paramètres microbiologiques de l'eau

A cet effet, les données relatives à la composition de l'eau ont subi, en plus d'une interprétation, une analyse pertinente. L'étude microbiologique portait sur la quantification des germes totaux, des coliformes fécaux, de l'analyse GRAM et de la culture microbienne.

2.4. Investigation auprès des déplacés de guerre

Une enquête auprès des déplacés internes a été menée au moyen de l'application Kobocollect. Elle visait à ressortir la quantité d'eau journalièrement reçue par chaque déplacé de guerre, la manière dont cette eau est utilisée, le besoin optimal en eau de consommation par jour, l'écart observé entre l'eau reçue et l'eau susceptible de combler les besoins journaliers et l'état de connaissance des maladies hydriques les plus récurrentes dans le camp.

Les logiciels R (tests Shapiro et de conformité) et Excel ont été utilisés pour les analyses. Ils ont respectivement permis de dégager la normalité dans la distribution de l'eau entre les différents déplacés de guerre et d'élaborer les différents graphiques afférents aux paramètres de l'eau.

3. Résultats et discussion

3.1. Les paramètres physico-chimiques

3.1.1. Le pH

Kahoul et Touhami (2014) affirment que l'acidité de l'eau ne pose pas de problème vis-à-vis de la santé du consommateur. Par ailleurs, l'eau acide distribuée par un réseau de canalisation peut indirectement porter une menace sur la santé du consommateur imprudent ou mal informé. En effet, l'eau acide est corrosive et peut libérer des métaux qui constituent les canalisations à savoir le zinc, le fer, le plomb, le cuivre, le chrome ou encore le nickel. L'eau peut alors changer de goût et d'aspect. Aussi, au-delà de 8,5 comme valeur de pH, le risque d'entartrage est élevé (MangouaAllali et al., 2021).

Les valeurs moyennes de pH mesurées dans les échantillons d'eau varient de 7,51 à 8,04. Elles sont alors comprises dans l'intervalle de 6,5 à 8,5 tel qu'exigé par l'OMS.

3.1.2. La température

La température est un facteur qui influe sur le métabolisme et la croissance des organismes vivant dans l'eau, du moins ceux microscopiques. Elle est de ce fait directement liée à la vitesse de dégradation de la matière organique mais également à la température du milieu (Bounoua et al., 2017).



Tenant compte des normes de potabilité de l'eau de consommation humaine tel que fixées par l'OMS (2004), l'eau est :

- **Excellente** : si la valeur de température est comprise entre 20 et 22°C ;
- **Passable** : si cette valeur se situe entre 22 et 25°C.
- **Médiocre** : si elle oscille entre 25 et 30°C.

Les valeurs moyennes de température mesurées dans les échantillons d'eau sont comprises entre 22 et 25°C pour les sites 1 et 3 ; ici l'eau est donc passable tandis que pour les autres sites, la qualité de l'eau est médiocre.

3.1.3. Les nitrates (NO₃)

Les nitrates sont des ions naturels que l'on retrouve partout dans l'environnement ; ils constituent la forme azotée dominante dans les nappes d'eau souterraine et dans les cours d'eau (Ouedghiri et al., 2014). Ils dérivent de l'oxydation de l'azote par les microorganismes dans les plantes, l'eau ou le sol, et dans une moindre mesure, par les décharges électriques à l'instar de la foudre. Les sources des nitrates dans l'eau comprennent les matières animales et végétales en décomposition, le fumier, les engrais agricoles, les eaux usées domestiques et les formations géologiques contenant des composés azotés solubles (Kahoul et Touhami, 2014).

Les fortes concentrations en nitrates engendrent des problèmes de santé (Mangoua-Allali et al., 2021). En effet, à l'intérieur de l'appareil digestif chez les enfants, les nitrates sont réduits en nitrites. Et dans le sang, les nitrites transforment les hémoglobines en méthémoglobines qui inhibent le transport de l'oxygène vers les différents tissus du corps ; ce qui conduit à ce qu'on appelle « syndrome des enfants bleus » ou la méthémoglobinémie.

Chez les adultes par contre, les nitrates se transforment en nitrites au niveau de la bouche, ensuite en nitrosamines et autres composés nitrosés au niveau de l'estomac.

Se référant aux normes internationales, il est recommandé pour le cas des nitrates une concentration inférieure à 50 mg par litre. Pourtant les valeurs moyennes mesurées dans les échantillons d'eau sont comprises entre 3,5 et 3,8 mg par litre ; ce qui pousse à conclure que sur le plan de concentration en nitrates, cette eau ne représente aucun risque pour la santé des consommateurs.

3.1.4. Les nitrites (NO₂)

Généralement dans l'eau, les nitrites sont rencontrés à de faibles doses. Une eau à concentration élevée en nitrites peut alors être considérée comme suspecte. Une teneur d'azote nitreux supérieur à 0,1 mg par litre suppose un apport d'eaux riches en matières organiques en voie d'oxydation.

La toxicité aiguë du nitrite provoque la relaxation des muscles lisses, une vasodilatation, l'abaissement de la pression sanguine ; méthémoglobinémie et des changements histopathologiques dans le cœur et les poumons (Ouedghiri et al., 2014).



Les valeurs moyennes de concentration en nitrites dans l'eau consommée à Kanyaruchinya varient entre 2,86 et 3,55 mg/l ; des valeurs de loin supérieures à 0,1 mg/l (norme de l'OMS). Cela étant, cette eau n'est pas potable.

3.1.5. La salinité

La salinité de l'eau fait référence à la quantité de sels dissous qu'elle contient.

Des études ont révélé qu'une salinité élevée dans les eaux de boisson peut poser des risques pour la santé, notamment l'hypertension, la prééclampsie et l'hypertension gestationnelle (Mangoua et al., 2021).

La valeur moyenne de salinité mesurée dans nos échantillons équivaut à 0,06 ; de loin inférieure aux normes de l'OMS qui fixe la valeur limite à 0,15%. Cette eau est donc moins concentrée en chlorure de sodium.

L'on note l'absence de corrélation directe entre la salinité et la conductivité électrique. En effet, généralement, la conductivité électrique varie proportionnellement avec la salinité.

Le cas de l'eau consommée dans le camp des déplacés de guerre de Kanyaruchinya est atypique.

La forte conductivité électrique mesurée serait due, d'une part, à une forte concentration en ions non liés au sodium ou aux chlorures tels que les ions calcium (Ca^{2+}) et Magnésium (Mg^{2+}) qui n'influent pas directement sur la salinité. D'autre part, elle résulterait des méthodes employées par les organisations distributrices de l'eau lors du traitement. En effet, certains traitements peuvent ajouter ou laisser certains ions augmentant ainsi la conductivité électrique sans significativement modifier la salinité.

3.1.6. La conductivité électrique

La conductivité électrique renseigne sur le degré de minéralisation globale de l'eau d'autant plus que la majorité des matières dissoutes dans l'eau se trouve sous forme d'ions électriquement chargés (Bounoua et al, 2019 ; Kahoul et Touhami, 2014).

Les mesures effectuées indiquent des valeurs moyennes variant entre 1175,66 et 1271,5 micro siemens par centimètre ; des valeurs largement supérieures à 400 micro siemens par centimètre tel que recommandé par l'OMS.

3.1.7. La demande biochimique en oxygène

La DBO indique la quantité de matières organiques présentes dans l'eau ; plus elle est élevée plus la pollution organique est importante.

Elle exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation des matières organiques présentes dans l'eau par les microorganismes.



Les valeurs moyennes de DBO prélevées varient entre 4,4 et 4,57 mg/l ; elles sont supérieures à 3mg/l fixés par l’OMS. Ceci conduit à conclure que cette eau contient une quantité anormalement importante de matières organiques.

3.1.8. Les solides totaux dissouts

Les STD constituent un indicateur de la qualité esthétique et gustative de l’eau. Ils désignent l’ensemble de substances organiques et inorganiques dissoutes dans l’eau.

L’OMS établit des recommandations basées sur des préférences organoleptiques :

- <300 mg/l : excellente qualité ;
- Entre 300 et 600 mg/l : bonne qualité ;
- Entre 600 et 900 mg/l : acceptable ;
- >900 mg/l : mauvaise qualité.

Les valeurs moyennes prélevées sur nos échantillons conduisent à conclure que cette eau est d’une « bonne qualité » pour les sites 1 (587,33), 3 (592,5) et 5 (599,5) alors que sa qualité est jugée « acceptable » pour les sites 2 (613,33), 4 (600,5) et 6 (633,5).

3.1.9. Les phosphates (PO_4^{3-})

Des fortes teneurs en phosphates peuvent contribuer à la prolifération des microorganismes notamment les algues dans les réservoirs d’eau, conduisant à la dégradation de la qualité de l’eau.

Nombreux auteurs fixent à 2 mg/l la concentration maximale dans l’eau de consommation humaine alors que les valeurs moyennes prélevées dans nos échantillons varient de 146 à 166 mg/l. Ceci révèle une fois de plus le caractère « pollué » de cette eau.

3.1.10. Les fluorures

Les fluorures dans l’eau peuvent être issus de la dissolution des minéraux contenant du fluor (apatite, fluorite, etc.) ou de la pollution anthropique.

A teneur inférieure à 1,5 mg/l (norme de l’OMS), ils renforcent l’émail des dents et par ricochet préviennent les caries dentaires.

A des fortes teneurs, les risques de fluorose dentaire et de fluorose osseuse sont élevés.

Les valeurs moyennes prélevées dans nos échantillons oscillent entre 1,32 et 1,68 mg/l ; lesquelles valeurs répondent aux normes pour le site 2 et légèrement supérieures au seuil établi par l’OMS pour les autres sites.

3.1.11. Les sulfates (SO_4^{2-})

Les sulfates sont des composés naturellement présents dans l’eau. Ils sont généralement issus de la dissolution des roches contenant des sulfates (gypse, pyrite, barytine, etc.).



Une grande teneur en sulfates dans l'eau peut conduire à la diarrhée chez le consommateur. Les valeurs moyennes prélevées dans nos échantillons oscillent entre 12 et 15,66 mg/l ; des valeurs largement inférieures aux 500 mg/l maximum fixés par l'OMS.

3.2. Les analyses microbiologiques

3.2.1. Les germes totaux

Les germes totaux désignent l'ensemble de microorganismes vivants présents dans l'eau : bactéries et dans une moindre mesure les levures et moisissures. Ils constituent de ce fait l'indicateur par excellence de la qualité microbiologique de l'eau de consommation humaine. Nos analyses ont révélé la présence de $10 \cdot 10^4$ germes par millilitre d'eau. Quoique la revue de la littérature ne nous a pas permis de trouver le seuil admis sur la quantité de germes dans l'eau destinée à la consommation humaine, une dizaine de millions de germes nous semble excessive pour une eau potable.

3.2.2. Les coliformes fécaux

C'est l'ensemble de bactéries présentes dans les excréments humains et animaux. Ils vivent essentiellement dans les intestins de l'homme et des animaux à sang chaud. Leur présence dans l'eau indique généralement une contamination fécale récente.

Nos analyses ont estimé à 2 par 100 ml le nombre de cellules (bactéries) viables capables de se multiplier ; un nombre supérieur à zéro et donc susceptible d'impacter la potabilité de l'eau.

3.2.3. L'analyse GRAM

Il s'agit d'une technique de laboratoire utilisée pour classer les bactéries sur base de la coloration de Gram. L'on est en présence du Gram positif quand la coloration est violette ou du Gram négatif lorsqu'elle est rose.

Nos analyses ont attesté la présence des bactéries à Gram négatif dont une *Enterobacter* sp. Ce qui représente une réelle menace pour la santé humaine. Notons que les bactéries à Gram négatif sont plus résistantes à la désinfection au chlore.

Leur présence dans l'eau utilisée par les déplacés de guerre de Kanyaruchinya serait due à un manque d'entretien des installations si pas à une défaillance dans le traitement de l'eau.

3.3. Enquêtes

280 personnes ont été interrogées. Chaque déplacé de guerre de Kanyaruchinya consomme en moyenne 44 litres d'eau par jour. Il les emploie de la manière ci-après : (1) eau de bain : 10,18 litres, (2) eau de boisson : 2,5 litres, (3) eau de cuisson : 11,5 litres, et (4) autres usages domestiques (lessive, vaisselle, arrosage, etc.) : 19,82 litres.

43, 21% (121 personnes) des enquêtés affirment avoir été victimes ou connu au moins une victime d'une maladie d'origine hydrique. Ils citent selon l'ordre de fréquence la fièvre



typhoïde, le choléra et les infections cutanées locales comme maladies les plus récurrentes. Qui plus est, les enquêtés lient, vraisemblablement par méconnaissance, le signe de diarrhée, de toux, de grippe et le paludisme aux maladies d'origine hydrique.

80% (224 personnes) des enquêtés attestent l'insuffisance de la quantité d'eau disponible par jour. Ils estiment une moyenne de 49, 43 litres par individu la demande journalière en eau supplémentaire pour combler tous les besoins ménagers.

Quant à l'accessibilité à cette denrée alimentaire, les analyses attestent qu'il n'existe pas de normalité de distribution ou d'accessibilité à l'eau au camp de Kanyaruchinya (le test shapiro donne un p-value de $1,862 \cdot 10^{-16}$). En effet, les déplacés de guerre de ce camp se trouvent éparpillés dans plusieurs blocs et éprouvent de nombreuses difficultés telles que :

- l'insuffisance criante des récipients pour puiser et stocker de l'eau ;
- des ruptures intempestives dans l'approvisionnement en eau pour certains réservoirs : ce qui pousse les concernés à se contenter de l'eau de pluie avec tous les risques sanitaires y afférents. D'autres n'ont pas souvent d'autre choix que d'acheter des litres d'eau auprès des autochtones du milieu qui possèdent plus des récipients pour le stockage.
- la lointaineté de certains réservoirs : certains blocs du camp n'ont pas été dotés des robinets ou des réservoirs ; ce qui pousse les enfants à traverser la RN2 pour aller puiser. Cette situation ne reste pas sans conséquence d'autant plus qu'elle est à l'origine des accidents de circulation routière.
- l'inaccessibilité de l'eau pour certains blocs durant les heures vespérales. En effet, les agents des organisations régulant l'accès à l'eau dans certains blocs retournent à leurs domiciles à partir de 16 h00 heure locale limitant ainsi l'accès à l'eau. Ce qui handicape les déplacés de guerre qui s'adonnent régulièrement à des activités champêtres et commerciales loin du camp.

Conclusion

La qualité de l'eau consommée par les déplacés de guerre du camp de Kanyaruchinya est désormais connue. Cette eau présente des risques non négligeables à la santé humaine lorsqu'on compare ses paramètres aux normes fixées par l'Organisation Mondiale de la Santé.

La présence, en son sein, des germes pathogènes est un signal d'alerte tant à l'endroit des organisations d'approvisionnement de cette denrée alimentaire, à l'endroit des décideurs politiques du pays qu'à l'endroit des consommateurs eux-mêmes. Ceci confirme notre première hypothèse qui présumait une concentration élevée en éléments physico-chimiques et bactériologiques. Ce qui reflète une certaine défaillance dans le traitement de l'eau ; une situation susceptible de conduire à la propagation des maladies d'origine hydrique.

Par contre, la quantité de l'eau utilisée journalièrement par chaque individu dans le camp est un peu plus de 44 litres ; ce qui infirme la deuxième hypothèse qui présumait que cette quantité n'excéderait pas 20 litres.



Au regard du constat lié à la pollution de l'eau, il s'avère nécessaire de prendre rapidement des dispositions permettant de garantir la sécurité sanitaire des consommateurs en plus de rétablir la bonne qualité de l'eau.

Vu l'urgence, il est donc souhaitable de procéder par :

- identifier les causes de cette pollution ;
- prendre des mesures afférentes à la désinfection de l'eau ;
- informer les consommateurs sur les risques qu'ils encourent ainsi que les précautions à prendre ;
- mettre en place un plan efficace de prévention et de lutte contre les maladies d'origine hydrique.

Remerciements : Sans le concours des plusieurs, je n'aurais pas achevé cette étude. Raison pour laquelle je tiens vivement à remercier l'Association Africaine de l'Eau et de l'Assainissement, AAEA en sigle, pour la subvention m'octroyée ayant permis de financer une grande partie des activités de recherche.

Références bibliographiques

- Achour, N., Abdellaoui, M. (2019). Évaluation de la qualité physico-chimique des eaux embouteillées commercialisées en Algérie.
- Ayad, W., Kahoul, M. (2016). Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de puits dans la région d'El-Harrouch (N.E-Algérie). *Journal of Materials and Environmental Science*, **7** : 1288– 1297
- Bruand, A., Coquet, Y. (2005). Les sols et le cycle de l'eau. Id : hal-00090203. 345–363.
- Fedoua, R., Rym, R. (2018). Evaluation de la qualité de l'eau potable distribuée dans la commune de Hamma Bouziane (wilaya de Constantine). 1–66.
- Bounoua, C., Muziti, K., Sahli, R. (2017). Analyses physico-chimiques des eaux usées au niveau de la station d'épuration de la Wilaya de Bordj Bou Arreridj (comparaison avec les normes algériennes et l'OMS). Mémoire de Master, Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.
- Granier, A. A. (2007). Rôle des prairies dans le cycle de l'eau. Comparaison avec la forêt. HAL Id : hal-02663255.
- Haidar, C. (2014). Évaluation de la qualité de l'eau du bassin inférieur de la rivière du Litani, Liban : approche environnementale : HAL Id.
- Kahoul, M., Touhami, M. (2014). Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux de consommation de la ville d'Annaba (Algérie).
- Kanouté, M. Y., Traoré, B. B. (2019). Evaluation de la qualité de l'eau de boisson à Mopti et Sévaré. 1–152.
- Laurent, F. (2012). Agriculture et pollution de l'eau : modélisation des processus et analyse des dynamiques territoriales.
- Mangoua-Allalia, L.C., Kouame, D., Coulibaly L. (2021). Evaluation de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux de puits et du marigot de la ville de Bocanda, Côte d'Ivoire.



- MDDEFP (Ministère du Développement Durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec) (2013). Guide pour l'évaluation de la qualité bactériologique de l'eau en lac.
- Orelien, F. (2017). Etude de la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine dans le sous-bassin versant de Ravine Diable (Anse-a-Veau). Mémoire de master 85.
- Ouedghiri, K., Oualti, A., El Ouchy, M., Zerrouq, F., Chahdi, F., EIA, Lalami, O. (2014). Risques sanitaires liés aux composés chimiques contenus dans l'eau de boisson dans la ville de Fès: cas des ions nitrates et nitrites. *Journal of Materials and Environmental Science*.
- Region, S. (2022). Analyses qualitatives des eaux de puits dans la commune urbaine de Bealanana, région Sofia, Madagascar. 239–252.
- Rodier, J. (1996). L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduelles, eau de mer. 8^{ème} Edition, DUNOD, Paris.
- Vital S.N.C., Robert, N., Benoît, N. M. (2018). Pollution de l'eau de consommation humaine et risques sanitaires à court terme: Cas Du Bassin Versant De La Menoua (OuestCameroun). *European Scientific Journal*, **14** : 96.
- Yassine, M. (2020). Evaluations de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de surface de trois sous bassins de Tensift. 79.
- Yasmine, B., Rym, B. (2021). Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines brutes dans la wilaya de Constantine. 2020–2021.