

Thomas Kayobola Kangombe

La qualité physico-chimique de l'eau de consommation dans la zone d'Illet au Kenya

Journal International Sciences et Technique de l'Eau et de l'Environnement,

Vol. (viii), No.1, Mars 2023, pp.54-60

ISSN Online: 1737-9350; ISSN Print: 1737-6688, Open Access

[www.iiste.org](http://www.iiste.org)

Scientific Press International Limited

Received: Received: 10 February 2023 / Revised: 13 March 2023 / Accepted: March 2023 / Published: March 2023



## La qualité physico-chimique de l'eau de consommation dans la zone d'Illet au Kenya

Thomas Kayobola Kangombe<sup>1</sup>

Département de l'Environnement et Développement Durable, Institut Supérieur de Développement Rural de Kindu

### Résumé

*An Kenya, Kenya Bureau of Standards (KEBS) est l'organe public qui fixe les normes. La qualité de l'eau potable est fixée par la norme KS EAS 12 : 2014, inspirée de la norme de la Communauté de pays de l'Afrique de l'Est. En milieu rural, notamment à Illet, la qualité de l'eau potable pose un problème majeur, aucune norme n'est donc observée en matière de potabilisation de l'eau. Neuf (9) sources ont été concernées par notre étude, correspondant à neuf villages choisis dans la zone. Les habitants d'Illet ont recours pour certains aux eaux du lac Turkana, des sources intermittentes non protégées et creusées à la main sur les lits ou sur les bords des cours d'eau asséchés, pour d'autres des forages et puits et moins de gens utilisent la petite quantité d'eau dessalée mise à la disposition par l'institut de recherche Turkana Bassin Institute installé dans la zone. La qualité de l'eau potable a été mesurée en faisant une comparaison des valeurs des paramètres évalués sur terrain à partir des échantillons analysés au laboratoire et les standards fixés par la norme nationale en la matière. L'eau consommée dans la zone d'Illet est très turbide avec des valeurs qui atteignent des valeurs supérieures à 2000NTU. Elle présente un goût très salé confirmé par une concentration qui varie entre 440 ppm à parfois plus de 9 000 ppm pour les forages et les eaux du lac Turkana pendant que la norme fixe le sodium à 200mg/l. Une forte concentration de fluorures a été observée, jusqu'à 8,58mg/l alors que la norme nationale kenyane exige 1,5mg/l. Cette concentration en fluorures serait à la base de la couleur brunâtre que présentent les dents de la majorité de la population. D'autres paramètres dont les chlorures, les nitrates, les nitrites, le plomb, les sulfates sont parfois aussi présents dans l'eau à des proportions supérieures à la norme. En dehors des autres sources concernées par l'étude, le forage de Gouoro avait une concentration d'Arsenic de 0,076mg/l qui est supérieure à la norme fixée à 0,01mg/l. Cette étude nous a donc permis d'effectuer des analyses physiques et chimiques de l'eau de consommation dans la zone d'Illet, en déterminer la concentration des paramètres retenus pour l'analyse et les effets qu'ils peuvent avoir sur la santé de consommateurs*

**Mots clés :** Analyse de l'eau, qualité de l'eau, paramètres physico-chimiques, l'eau potable, Illet

### Physical and chemical quality of water in Illet ward in Kenya

### Abstract:

*In Kenya, the Kenya Bureau of Standards (KEBS) is the government body that defines standards. Drinking water quality is regulated by KS EAS 12: 2014, which is based on the East African Community standard. In rural areas, especially in Illet, drinking water quality is a major problem, so no standards are observed for drinking water. Nine (9) springs were concerned by our study, corresponding to nine selected villages in the area. The inhabitants of Illet use for some of them water from Lake Turkana, unprotected intermittent springs dug by hand on the beds or banks of dry rivers, for others boreholes and wells and less people use the small quantity of desalinated water provided by the Turkana Basin Institute, a research institute installed in the area. The quality of the drinking water was measured by comparing the values of the parameters assessed in the field from samples analysed in the laboratory with the standards required by the national drinking water standard. The water consumed in the Illet ward is very turbid with values reaching over 2000NTU. It has a very salty taste confirmed by a concentration that varies from 440 ppm to sometimes more than 9,000 ppm for boreholes and Lake Turkana water, while the norm sets sodium at 200mg/l. A high concentration of fluoride was observed, up to 8.58mg/l, whereas the Kenyan national standard requires 1.5mg/l. This fluoride concentration is believed to be the reason for the brownish colour of the teeth of the majority of the population. Other parameters such as chlorides, nitrates, nitrites, lead and sulphates are also sometimes present in the water in proportions higher than the standard. Apart from the other sources concerned by the study, the Gouoro borehole had an arsenic concentration of 0.076mg/l, which is higher than the standard fixed at 0.01mg/l. This study therefore enabled us to carry out physical and chemical analyses of the drinking water in the Illet area, to determine the concentration of the parameters selected for analysis and the effects they may have on the health of consumers*

**Key Words:** Water analysis, water quality, physiochemical parameters, drinking water, Illet

<sup>1</sup> Corresponding author: [kakathomas2000@yahoo.fr](mailto:kakathomas2000@yahoo.fr)

## INTRODUCTION

L'eau est une ressource très précieuse, l'homme l'utilise pour plusieurs besoins de sa vie : d'abord comme boisson, pour l'hygiène, pour la cuisson des aliments, etc. d'où dit-on « l'eau c'est la vie » [1]. Mais elle devient à ce jour vecteur et récepteur avec l'intensification des activités humaines, elle est devenue le récepteur et le vecteur d'un bon nombre de substances polluantes d'origines diverses [1]. L'accès à l'eau de qualité et en quantité suffisante est une condition indispensable pour une bonne santé et pour le développement aux niveaux national, régional et local [1]. Les Nations Unies l'ont déclaré comme un droit de l'homme essentiel. Vu cette importance, les Nations Unies, en adoptant les Objectifs de Développement, d'abord les OMD et puis les ODD. En 2015, les États signataires de l'Agenda 2030 ont consacré un objectif, l'ODD 6, qui consiste à garantir l'accès de tous à l'eau et l'assainissement et assurer une gestion durable des ressources en eau en incluant une cible et des indicateurs pour la sécurité sanitaire de l'eau de boisson [2] et fait appel à la réduction du nombre de personnes souffrant de la rareté de l'eau. Signataire de l'Agenda 2030, le Kenya a aussi fait sien cet objectif en l'adaptant selon le contexte local. La loi sur l'eau a été votée en 2016 et a fourni un environnement favorable à l'accès universel à l'eau en séparant les rôles politique, de réglementation et de mise en œuvre. Les unités administratives locales ont été dotées d'une politique opérationnelle et des procédures pour la participation des communautés locales à la gestion de l'eau et de l'assainissement. En ce temps-là, le pays promettait d'atteindre un taux de 80% de la population nationale ayant accès à une eau saine tout en ciblant en même temps 2,8 millions des personnes vivant dans les milieux ruraux défavorisés en 2022 [3]. Mais selon le rapport sur le développement durable 2022, seuls 61,6% de la population ont un accès à l'eau saine. D'énormes défis restent à relever pour une tendance restée stationnaire [4]. Le gouvernement du comté de Marsabit à son niveau s'est aligné aux Objectifs de Développement Durable s'engageant de réaliser quelques actions en faveur de l'eau notamment la réduction des distances à parcourir par les familles rurales à la recherche de l'eau par la construction des infrastructures rurales d'approvisionnement en eau [5, 6]. Mais les sources d'eau dans la zone d'Illetet contraste avec l'engagement des autorités du pays et celles du comté de Marsabit. La population a recours à des sources d'eau non aménagées, principalement celles creusées à la main sur les lits des cours d'eau asséchés, le lac Turkana ou forages abandonnés à la suite du goût salé de ses eaux.

C'est pour cette raison que notre étude s'est penchée sur la qualité physico-chimique de cette eau afin que nous nous rendions compte du risque sanitaire probable que court la population en consommant l'eau issue de ces sources à court, moyen et long terme. Le goût salé de l'eau dans la zone et la fluorose dentaire caractérisée par la coloration brunâtre des dents chez les adultes et chez les enfants laissent penser à un excès de certaines substances chimiques dans l'eau.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Zone d'études

Illetet (également orthographié Illeret) est l'une des zones du comté de Marsabit, au Kenya. Il est situé dans le nord du Kenya, sur la rive orientale du lac Turkana, au nord du parc national de Sibiloi et près de la frontière éthiopienne.

Actuellement, les habitants d'Illetet en particulier et de tout le comté de Marsabit en général, subissent une sécheresse permanente après trois saisons consécutives sans pluie. Le comté de Marsabit fait partie des sept comtés que l'Autorité nationale de gestion de la sécheresse (NDMA) a désignés comme connaissant une aggravation de la situation d'insécurité alimentaire (classification intégrée par phases L3 avec une gravité et une échelle croissante). Le rapport d'avril 2022 de l'Autorité nationale de gestion de la sécheresse classe toujours Marsabit dans la phase d'alarme de la sécheresse avec tous les indicateurs en termes de tendance à l'aggravation (par exemple, la tendance des enfants à risque de malnutrition à Marsabit s'aggrave, la mortalité du bétail 15% mouton/chèvre, chameau, l'accès à l'eau pour les ménages et le bétail devient une lutte quotidienne en raison de la longue distance et de la qualité). Les cas de malnutrition augmentent en raison de la sous-alimentation, l'accès à l'assainissement et à l'eau potable est limité.

Les différents villages que compte la zone longent principalement la rive Est du lac Turkana considéré comme espace de vie. Tous ces villages sont situés entre 04.45348° et 04.21822° de latitude Nord et entre 36.24425° et 36.32617° de longitude Est. Cette région du Kenya est habitée par les Daasanach, un peuple éleveur et nomade.

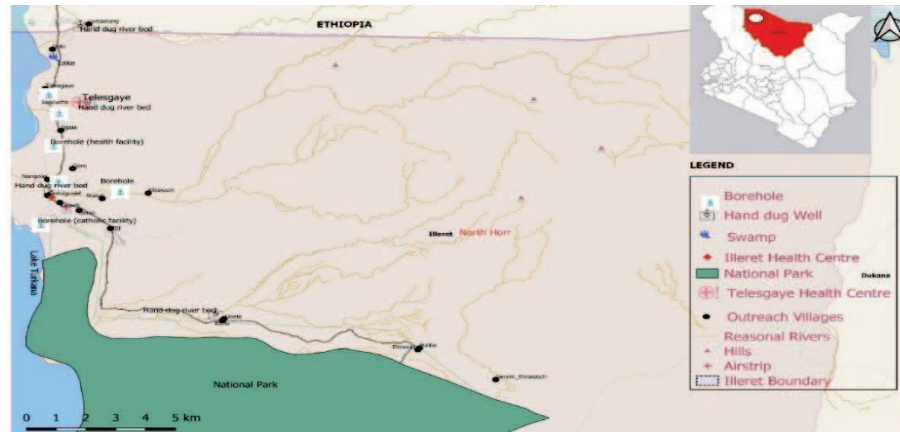


Figure 1 - Carte de la zone d'Illeret

La zone connaît un climat chaud et aride. Selon les données recueillies à la station météorologique de Lodwar de l'autre rive du lac Turkana mais dans le comté de Turkana, les températures mensuelles moyennes varient entre 28,4°C et 30,1°C, avec des minima entre 21,9°C et 24,8°C, et des maximums entre 33,2°C et 36,2°C ([lodwar.climatemps.com](http://lodwar.climatemps.com)).

La zone est essentiellement pastorale et ses habitants sont souvent nomades et s'installent sur la côte du lac Turkana afin de bénéficier du pâturage et de l'eau pour leurs troupeaux. Ils sont estimés à plus ou moins 14,881 personnes réparties dans plus ou moins 3,675 ménages. L'eau est rare, la population vit dans une insécurité et un stress hydriques permanents faisant que les familles ont recours à la pratique de prêt de l'eau à rembourser [7]. L'approvisionnement en eau est difficile, les eaux de surface (lac Turkana) et les eaux souterraines (forages) sont salées. Les pluies sont très rares. Les gens ont recours aux sources intermittentes non protégées et creusées à la main sur les lits ou sur les bords des cours d'eau asséchés, localement appelées laga. Le village de Watali détient deux puits modernes équipés des pompes solaires et deux châteaux d'eau. Turkana Bassin Institute qui fait des recherches dans la zone dispose d'une unité de dessalement par osmose inverse et approvisionne les villages de Baulo, Kerech, Namuguse et Watali en eau potable même si la quantité ne satisfait pas toute la demande de la population. Les autres villages, Aibete, Nango'lei, Ilgele, Sieslucho, Lomadang, Ilole, Telesgaye, Guoro et Elbokoch utilisent essentiellement les eaux du lac Turkana pour certains en plus des sources intermittentes non protégées et creusées à la main sur les lits ou sur les bords des cours d'eau asséchés. Les forages et puits qui existent ne sont pas exploités à cause de leur salinité. Pendant la saison de pluies, les puits creusés sur les lits ou sur les bords des cours d'eau asséchés sont inondés des sables, tombent en panne et deviennent inexploitable.

#### Prise d'échantillons et analyses

Les échantillons d'eau à analyser ont été prises entre le 12 et le 31 Août 2022. Sur chacune de neuf sources sites identifiés dans les villages, nous avons prélevé deux volumes d'eau dans deux vases distincts : un volume dans un bécier bien rincé de 1 litre transparent servant pour les tests in-situ et un autre d'un échantillon de 500 ml dans des bouteilles en plastique d'eau minérale pour les autres examens au laboratoire. Ces bouteilles ont été nettoyées, rincées avec de l'eau à prélever et puis remplies et transmises au laboratoire d'analyse des paramètres chimiques dans des glacières. Pour chaque prélèvement, douze (12) paramètres physico-chimiques ont été mesurés. Certains ont été réalisés in-situ.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les résultats de l'étude sont présentés ci-dessous selon différents paramètres physiques ou chimiques visés.

Tableau I - Quelques paramètres physico-chimiques de l'eau dans la zone d'Illet

| Village   | Température (°C) | Turbidité (NTU) | pH  | Conductivité (µS) | Sodium (ppm) |
|---|------------------|-----------------|-----|-------------------|--------------|
| Watali (puits avec pompes solaire)  | 32,7             | 5               | 7,6 | 890               | 160          |
| Sieslucho (sources intermittentes non protégées et creusées à la main sur les lits ou sur les bords des cours d'eau asséchés) | 30,4             | 200             | 7,6 | 3999              | 280          |
| Sieslucho (Pompe manuelle)  | 34               | 30              | 7,8 | 3999              | 9000         |
| Nango'lei (Pompe manuelle)  | 32,8             | 50              | 7,6 | 3999              | 9000         |
| Iloilo (l'eau du lac Turkana)   | 30,5             | 2000            | 7,8 | 3385              | 800          |
| Illet, (Robinet paroisse catholique)  | 34               | 5               | 7,6 | 3994              | 900          |
| Centre de santé d'Illet (Robinet devant maternité)  | 28,2             | 5               | 7,6 | 1985              | 440          |
| Illet ((sources intermittentes non protégées creusées à la main sur les lits ou sur les bords des cours d'eau asséchés)       | 31,1             | 300             | 7,5 | 950               | 170          |
| Guoro (Borne fontaine du forage)  | 33,1             | 5               | 7,5 | 2410              | 460          |

Selon les mesures que nous avons effectuées, la température de l'eau à Illet varie entre 25°C et 34°C. Elle varie selon qu'il s'agit d'une source à une autre, l'eau souterraine est particulièrement chaude. Le type de réservoir de stockage compte encore plus sur cette variation, les réservoirs en bétons produisent de l'eau moins chaude que ceux en plastique. Cependant, il est important de noter que la variation de la température de l'eau n'a aucune signification en termes de contamination [15]. Une température élevée de l'eau stimule la croissance des micro-organismes et peut accroître les problèmes liés au goût, à l'odeur, à la coloration et à la corrosion [1].

Le pH de l'eau analysée affiche des valeurs supérieures à 7 mais inférieures à 8. Ces valeurs sont comprises dans la marge entre 5.5 et 9.5 édictée par la norme nationale KS EAS 12 : 2014 pour l'eau potable [16]. Le pH sert à mesurer l'acidité ou la basicité de l'eau. Il est aussi une mesure de la salinité qui affecte grandement le goût de l'eau et il indique la présence d'ions dissous.

Une conductivité électrique élevée est causée par des sels ionisables plus élevés dans l'eau et cela affecte la germination des graines dans les cultures, ce qui entraîne de faibles rendements [17]. La conductivité de l'eau des différentes sources affiche des majoritairement des valeurs supérieures (2,500µS) aux exigences définies par la norme KS EAS 12 : 2014 basée sur la norme de la Communauté de l'Afrique de l'Est sur l'eau potable applicable dans le pays pour l'eau potable naturelle [16].

Les des sources intermittentes non protégées et creusées à la main sur les lits ou sur les bords des cours d'eau asséchés, échantillonnées avaient une concentration en sodium comprise entre 170 ppm et 280 ppm. Elle était légèrement inférieure à la salinité des forages équipés d'une pompe solaire, qui variait de 440 ppm à 900 ppm, et à celle des forages équipés d'une pompe manuelle, qui était inconfortablement supérieure à 9 000 ppm. L'eau prélevée dans le lac Turkana de la côte d'Iloilo avait une salinité de 800ppm. Ces valeurs sont supérieures à celles (200mg/l) fixées par les normes KS 05 – 459 KS EAS 12 : 2014 applicable dans le pays pour l'eau potable naturelle [16, 18] et Asher Y. Rosinger et al. (2021) confirment que la salinité des sols et des eaux souterraines dans cette région est due à l'altération minérale à long terme due à l'aridité extrême et à l'évaporation [18, 19].

La rivière Omo et les autres rivières éphémères et intermittentes drainent les sédiments issus des roches volcaniques de nature basalte des collines vers le Lac Turkana [20]. Parce qu'aussi malgré que la rivière Omo apporte plus de 80% du débit entrant du lac Turkana, celui-ci est hydro-géologiquement fermé car ne dispose pas d'exutoire, ce qui augmente la salinité des eaux du lac et souterraines dans la zone. Asher Y. Rosinger et al (2021) [19] démontrent que la salinité dépend du niveau du lac et de la saison, la conductivité étant la plus faible pendant la saison des pluies, lorsque le débit entrant de la rivière Omo est le plus élevé ; la conductivité augmente plus au sud, loin du delta de l'Omo, et est la plus élevée pendant la saison sèche. Les roches volcaniques du bassin versant de la rivière Omo produisent des eaux de ruissellement riches en sodium [19].

Environ 95% des ions dans la plupart des eaux souterraines sont représentés par les principaux cations et anions ; ces cations comprennent des ions comme le sodium, le potassium, le calcium et le magnésium et les anions comme le fluorure, le chlorure, le sulfate, le bicarbonate et le nitrate. Lorsque ces espèces ioniques interagissent dans l'eau, elles ont tendance à contribuer à la salinité et donc à la forte minéralisation de l'eau, ce qui entraîne finalement une augmentation des solides dissous totaux [21]. Bien qu'il n'existe pas de directives concernant les niveaux de salinité maximum de l'eau pour la santé, le goût et l'acceptabilité de l'eau sont généralement signalés comme insatisfaisants à des niveaux supérieurs à 200 mg/L [22, 23].

Tableau II - Quelques paramètres chimiques de l'eau dans la zone d'Illetet

| Localisation/source d'eau   | As<br>(mg/l) | Cl<br>(mg/l) | Fl<br>(mg/l) | NO3<br>(mg/l) | NO2<br>(mg/l) | Pl.<br>(mg/l) | SO4<br>(mg/l) |
|---|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Watali (puits avec pompes solaire)  | 0,007        | 28,1         | 0,95         | 26,7          | 0,024         | 0,03          | 36            |
| Sieslucho (sources intermittentes non protégées creusées à la main sur les lits ou sur les bords des cours d'eau asséchés)  | 0,007        | 28,6         | 0,75         | 39,9          | 1,479         | 0,009         | 30            |
| Sieslucho (Pompe manuelle)  | 0,007        | 19970        | 0,99         | 71,5          | 0,048         | 0,009         | 19606         |
| Nango'lei (Pompe manuelle)  | 0,007        | 24570        | 3,1          | 117,8         | 0,336         | 0,009         | 18956         |
| Ilo (l'eau du lac Turkana)  | 0,007        | 435          | 8,58         | 1,3           | 0,095         | 0,009         | 33            |
| Illetet, (Robinet paroisse catholique)  | 0,007        | 1158         | 0,99         | 5,2           | 2,951         | 0,041         | 2             |
| Centre de santé d'Illetet (Robinet devant la maternité)   | 0,007        | 169,4        | 2            | 2,5           | 0,012         | 0,009         | 2             |
| Illetet (sources intermittentes non protégées et creusées à la main sur les lits ou sur les bords des cours d'eau asséchés) | 0,007        | 21,6         | 0,41         | 1,3           | 1,028         | 0,041         | 33            |
| Guoro (Borne fontaine du forage)  | 0,076        | 50           | 3,15         | 7,7           | 0,018         | 0,009         | 49            |

La population d'Illetet a recours à l'eau issue du lac Turkana, des puits, des forages et des sources intermittentes non protégées et creusées à la main sur les lits ou sur les bords des cours d'eau asséchés. La recherche de certains paramètres au laboratoire a donné des résultats intéressants sur la qualité de l'eau.

Il a été observé la présence de l'arsenic dans les eaux des sources échantillonnées (0,007mg/l) mais à des proportions inférieures à 0,01mg/l fixées par la norme KS EAS 12 : 2014. C'est uniquement l'eau du forage de Guoro qui présente une valeur d'arsenic élevée allant jusqu'à 0,76mg/l. L'arsenic est présent dans la nature et dans les eaux souterraines qui drainent les roches plutoniques [24]. L'OMS estime que l'arsenic n'a pas de rôle essentiel démontré chez l'homme mais son excès naturel, comme pour les fluorures, les nitrates et les nitrites, constitue aussi un grand risque chimique pour la santé publique. Il a été établi un lien causal entre l'ingestion d'arsenic à des niveaux élevés à travers la consommation de l'eau de boisson et le développement de cancer de la peau, des poumons, de la vessie et des reins, du foie, de la prostate ainsi que d'autres affections de la peau, telles que l'hyperkératose et des changements de pigmentation [1,15], L'arsenic est aussi connu pour son rôle dans les maladies vasculaires, des effets neurologiques et des anomalies de développement chez le nourrisson [1]. Le forage de Guoro ayant une concentration supérieure à 0,6mg/l, les enfants de ce village courent le risque des effets vasculaires [1].

Les valeurs des chlorures des eaux échantillonnées répondent aux normes en vigueur fixées par l'OMS [23] excepté les eaux du lac Turkana et celle issues des forages dont les valeurs atteignent plus de 24000 mg/l. De fortes concentrations de chlorures peuvent restreindre l'utilisation de l'eau en raison de la saveur qu'ils donnent et l'effet laxatif qu'ils peuvent causer [25]. Les méthodes conventionnelles de traitement des eaux n'éliminent pas les chlorures. Leur élimination peut se faire par désalinisation (osmose inverse) ou par électrodialyse, (échange d'ions) [25].

Dans différentes sources d'eau de la zone d'Illetet, la concentration de fluorures dans l'eau de boisson s'étend sur une plage de concentration de 0,41mg/l à 8, 58mg/l alors que la norme KS EAS 12 : 2014 la fixe à 1,5mg/l. Les échantillons de l'eau du lac Turkana présentent une valeur supérieure (8,58mg/l). Elle varie entre 1,60mg/l et 3,15mg/l pour les eaux des forages et moins de 1,5mg/l dans les eaux des sources intermittentes non protégées et creusées à la main sur les lits ou sur les bords des cours d'eau asséchés. Selon l'OMS, les eaux des puits peuvent avoir des concentrations en fluorures de plus ou moins 10 mg/l [1]. Les fluorures sont naturellement présents dans les eaux de surface, ils proviennent parfois aussi des rejets dans l'atmosphère dues à l'activité humaine. [26]. Les conditions locales et climatiques nécessitent l'adaptation d'une concentration de fluorure supérieure à 1,5mg/l mais selon le Conseil de régulation des services de l'eau - Directive sur la qualité de l'eau potable et la surveillance des effluents, dans des cas exceptionnels, une teneur en Fluorure de 3mg/l peut être acceptable au Kenya pour l'eau en bouteille [27]. Chez l'homme, les fluorures ont un effet bénéfique dans la prévention des caries dentaires mais leur ingestion à long terme peut occasionner les effets nocifs sur les tissus squelettiques dont la fluorose squelettique pour les os et la fluorose dentaire [1].

Les nitrates sont présents en traces dans l'eau de surface et leur concentration peut être élevée. Bien que la norme KS EAS 12 : 2014 fixe la concentration des nitrates à 45mg/l et celle de nitrites à 0,9mg/l, les forages de Sieslucho et Nango'lei ont respectivement 71,5mg/l et 117,8mg/l de nitrate alors que les autres points d'eau mesurés sont en dessous de la norme.

Mais les sources intermittentes non protégées et creusées à la main sur les lits ou sur les bords des cours d'eau asséchés de Sieslucho et d'Illetet et le robinet à la paroisse catholique ont eu une forte concentration en nitrites alors que les autres sources d'eau mesurées sont en dessous de la norme. Les nitrates constituent avec l'arsenic et le fluorure, trois produits chimiques qui peuvent potentiellement provoquer de graves problèmes de santé. Le nitrite provient de l'activité microbienne et peut n'apparaître qu'à intervalles. Une forte concentration des nitrates et des nitrites dans l'eau est à la base de la méthémoglobinémie ou syndrome du bébé bleu, qui se produit chez les nourrissons habituellement nourris au biberon [8, 17]. Il peut aussi occasionner le cancer ou affecter la reproduction chez certains adultes [9, 28, 29].

Le plomb est un constituant naturel très mineur des eaux de surface et des eaux souterraines. Ses rejets dans l'environnement se font à travers l'altération des cristaux, des activités volcaniques ou à partir de sources anthropogènes liées à l'activité industrielle, à la production d'électricité (au charbon et au pétrole), au trafic, à la pêche, aux eaux usées municipales et à la navigation [30]. La

norme KS EAS 12 : 2014 limite de sa concentration dans l'eau de boisson à 0,01mg/l. La forte concentration a été observée dans les sources autour de Illeret centre avec 0,03mg/l pour le puits de Watali, 0,041mg/l pour l'eau du robinet à la paroisse catholique et les sources intermittentes non protégées et creusées à la main sur les lits ou sur les bords des cours d'eau asséchés. La concentration du plomb dans les eaux des autres sources a été de 0,009mg/l, valeur inférieure à la norme. L'exposition au plomb peut être source à plusieurs problèmes de santé. Les enfants et les femmes enceintes sont plus vulnérables. Elle peut occasionner des retards de développement physique ou mental, déficits de l'attention et des capacités d'apprentissage [15], des encéphalopathies graves chez les enfants et des nourrissons [31], des troubles rénaux et l'hypertension chez les adultes ainsi que des troubles de la fertilité et des issues défavorables de la grossesse chez les femmes [1].

Les sulfates dans les eaux souterraines sont d'origine naturelle [1]. La norme KS EAS 12 : 2014 limite sa concentration à 400mg/l dans l'eau de boisson. Pour les forages de Nango'lei et de Sieslucho, les concentrations sont très élevées variant entre 18 956mg/l et 19 606mg/l. Les autres localités présentent des valeurs inférieures à la norme. Bien que les concentrations élevées des sulfates dans l'eau de boisson de soient préoccupant pour la santé [1], ils peuvent être à la base des effets laxatifs pouvant apparaître chez certains à plus de 500 mg/l [32].

## CONCLUSION

L'étude que nous avons menée se proposait d'évaluer la qualité de l'eau de boisson de la zone d'Illeret au Kenya et son impact sur la santé de la population.

Neuf (9) sources d'eau fréquemment utilisées par la population des villages de la zone concernée ont été concernées à travers l'analyse de douze (12) paramètres que nous avons mesurés.

Il ressort de cette analyse que l'eau consommée par la population d'Illeret n'est pas de bonne qualité du point de vue physique et chimique. Si pour les eaux de forages l'eau a un goût très salé très élevée, l'eau des sources intermittentes non protégées et creusées à la main sur les lits ou sur les bords des cours d'eau asséchés, est trop turbide, avec des valeurs jusqu'à plus de 2000NTU/ Elle est extraite et manipulée dans les conditions hygiéniques précaires.

Les analyses ont aussi montré que la qualité chimique de l'eau constitue un problème majeur pour cette population. Le plomb, l'arsenic, les nitrates, les nitrites et les fluorures sont présents dans une ou dans l'autres sources parfois à des valeurs supérieures aux directives de l'OMS et aux normes nationales applicables pour l'eau potable. La population est ainsi exposée à des risques des maladies dues à la présence dans l'eau potable de ces éléments chimiques à des valeurs supérieures à la norme comme par exemples la fluorose dentaire qui affecte la plupart de habitants des villages concernés.

Cette étude a permis ainsi de confirmer la vulnérabilité dans la quelle vit la population d'Illeret non seulement suite à l'insécurité alimentaire due au climat aride caractérisé par l'absence des pluies occasionnant une sécheresse prolongée, une insécurité et un stress hydriques permanents mais aussi et surtout le risque sanitaire que court la population suite à la présence en excès des certaines substances chimiques comme les fluorures, de nitrates/nitrites et d'arsenic dans l'eau qu'elle consomme.

## REFERENCES

1. WHO, 2017, Guidelines for Drinking-water Quality 4<sup>th</sup> Edition incorporating first addendum. Geneva : WHO, World Health Organization
2. Programme Solidarité – Eau, Les Objectifs de Développement Durable pour les services d'eau et d'assainissement, Décryptage des cibles et indicateurs, Édition revisitée, mars 2018
3. The National Treasury and Planning State Department for Planning SDGs, Status Report – Implementation of the Agenda 2030 for Sustainable Development in Kenya, 2019
4. Jeffrey D. Sachs, et al., Sustainable Development Report 2022, From Crisis to Sustainable Development : the SDGs as Roadmap to 2030 and Beyond, Cambridge press, 2022).
5. Marsabit County Republic of Kenya, SDGs voluntary county reporting
6. County Government of Marsabit Republic, 2019, County Annual Development Plan, CADP 2020/21).
7. Leslie Ford et al., 2022, Water Insecurity, Water Borrowing, and Psychosocial Stress Among Daasanach Pastoralists in Northern Kenya
8. Médecins Sans frontières, Technicien Sanitaire en situation d'urgence, 2010
9. HANNA INSTRUMENTS, Manuel d'utilisation HI98311 - HI98312 EC/TDS/°C-mètres étanches, 2020
10. HORIBA Group, Instruments compacts pour mesures électrochimiques LAQUAtwin
11. Jean Rodier et al., 2009, L'Analyse de l'eau Contrôle et Interprétation 10<sup>ème</sup> édition, Dunod, Paris.
12. HACH, 2014, Colorimètre DR 900 Méthodes d'analyse.
13. HACH, 2013, Water Analysis Guide, Edition 1
14. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, 1999, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th edition
15. CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology, 2013, Introduction à l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson.
16. Kenya Bureau of Standards (KEBS), 2015, Kenya Standards, Potable water — Specification KS EAS 12 : 2014
17. Jain, S., & Agarwal, M., 2012, Study on physico-chemical characteristics of ground water of various villages around Raiser, India. Journal of Chemical, Biological and Physical sciences, 2(3), 1551-1555.
18. Mugai E.N., 2004, Salinity characterization of the Kenyan saline soils, Soil Science and Plant Nutrition
19. Asher Y. Rosinger et al., 2021, Drinking water salinity is associated with hypertension and hyperdilute urine among Daasanach pastoralists in Northern Kenya, Sci. Total Environ.

Thomas Kayobola Kangombe /IJWSET -JISTEE, Vol. (viii), Issue 1, Mars 2023, pp. 54-60

20. Geowater & Environmental Consultants Ltd, 2018, Hydrogeological and Geophysical Investigations Illeret Ward, Marsabit County.
21. Sundaram. B., et al., 2009, Ground water sampling and analysis, Geoscience, Australia. Vol 27.
22. Benneyworth L, et al., 2016. Drinking water insecurity: water quality and access in coastal south-western Bangladesh. International Journal of Environmental Health Research 26
23. WHO, 2008, Guidelines for Drinking Water Quality, 3<sup>rd</sup> ed. Vol.1. Incorporating the first and Second Addenda. Geneva : WHO, World Health Organization.
24. J. Ndunla, 2007, Caractéristiques biologiques et physico-chimiques de l'eau de consommation et influence du mode d'approvisionnement sur la santé des populations à Dschang.
25. Fondation Nationale de la Santé, 2013, Manuel pratique de l'analyse de l'eau 4<sup>ème</sup> édition, Brasilia.
26. INERIS, 2022, Fluorures inorganiques.
27. Water Services Regulatory Board (WARSEB), 2008, Guidelines on Water Quality and Effluent Monitoring.
28. Ayesha Durrani. (2012). Physico-chemical parameters of ground water. African Journal of Basic & applied Sciences. 4(2) : 28-29.
29. WHO. (2011). Guidelines for Drinking-Water Quality, 4<sup>th</sup> Edition. Geneva : World Health Organization
30. OSPAR Commission, 2009, Background document on lead.
31. F. Dovonou et al., 2015, Pollution des eaux souterraines par les métaux lourds et leur impact sur l'environnement : cas de l'aquifère superficiel du champ de captage intensif de Godemey au Sud-Benin
32. Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2011, Water Quality 101 : Potable Water Micro-System Fundamentals, Canada.