

Évaluation des pratiques de potabilisation des eaux de boisson en zone rurale : cas de Sindia au Sénégal

Cheikh DIOP*, Aminata TOURE, Mathilde CABRAL, Mamadou THIANDOUM et Mamadou FALL

Université Cheikh Anta DIOP de Dakar, Faculté de Médecine, Pharmacie et Odontologie, Département des Sciences Pharmaceutiques, Physiques et Chimiques, Laboratoire de Toxicologie et Hydrologie, BP 5005, Dakar Fann, Sénégal

* Correspondance, courriel : cheikhkoki@hotmail.com

Résumé

L'objectif de cette étude est d'évaluer les pratiques de traitement des eaux de boisson et la fréquence des maladies diarrhéiques chez les enfants de moins de cinq ans en milieu rural. Notre approche méthodologique consiste à faire des enquêtes sur les modalités de traitement de l'eau à domicile et sur les cas de diarrhées chez les enfants de moins de cinq ans. Des prélèvements d'eau sont effectués pour l'analyse du chlore libre, du chlore total et du chlore combiné à l'aide d'un IPT 1011 DPD chlore. Les résultats montrent que 38 % des concessions ne traitent pas l'eau avant consommation, 47 % font de la filtration et décantation et 15 % de la javellisation. Seulement 20 % des eaux désinfectées ont des concentrations en chlore résiduel acceptables selon les normes Sénégalaises. La consommation d'eau inefficacement traitée pourrait être à l'origine de maladies infectieuses et en particulier chez les enfants de moins de 5 ans qui sont très sensibles aux pathologies d'origine hydrique. Il ressort des résultats de l'étude que 66,6 % des cas de diarrhée sont observés dans les concessions où aucun moyen de traitement de l'eau n'est appliqué. Malgré l'utilisation de l'eau de javel pour la désinfection de l'eau dans certaines concessions, les cas de diarrhée chez les enfants de moins de 5 ans (28,3 %) restent encore élevés.

Mots-clés : *eau de boisson, traitement, maladies diarrhéiques, zone rurale.*

Abstract

Evaluation of drinking water treatment practices in rural area: case of Sindia in Senegal

The objective of this study is to evaluate drinking water treatment practices and the prevalence of diarrheal diseases observed in children under five in rural areas. Our methodological approach is to investigate home water treatment methods and cases of diarrhea in children under five. Water samples are taken for analysis of free chlorine, total chlorine and combined chlorine using an IPT 1011 DPD chlorine. The results show that 38 % of the concessions do not treat water before consumption, 47 % make filtration and decantation and 15 % of the bleaching of which only 20 % have acceptable chlorine residual concentrations according to Senegalese standards. Consumption inefficiently treated water could be a source of infectious diseases especially in children under five who are most susceptible to waterborne infections. The results of the study show that 66.6 % of cases of diarrhea are observed in concessions where no means of water treatment is applied. Despite the use of bleach for disinfection of water in some concessions, cases of diarrhea in children under 5 (28.3 %) remain high.

Keywords : *drinking water, treatment, diarrheal diseases, rural area.*

1. Introduction

L'eau est une ressource indispensable à la vie et aux activités humaines ; sa qualité est donc prioritairement une exigence de santé [1]. C'est la raison pour laquelle, il est nécessaire de la traiter puisque les ressources en eau de la planète sont aujourd'hui confrontées à des menaces croissantes : la pollution de l'environnement due à l'utilisation des pesticides [2], la contamination des sols par la déjection des animaux d'élevages [3], les rejets d'égouts domestiques et industriels [4]. L'eau est un véhicule idéal pour la transmission des micro-organismes pathogènes (virus, bactéries, parasites, champignons, etc.) [3]. Sa potabilisation avant consommation est très importante pour garantir la santé de la population car elle permet de limiter l'impact de diverses pathologies hydriques envers l'homme. Du point de vue de la santé publique, les conséquences d'une eau non potable sont catastrophiques. La diarrhée, reconnue par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) comme l'une des causes majeures de mortalité dans le monde (1,5 million de décès en Afrique et en Asie chez les enfants de moins de cinq ans), est le symptôme d'une infection causée par des bactéries, virus et parasites qui se transmettent, pour la plupart d'entre eux, par l'eau contaminée par des matières fécales [1]. Les maladies hydriques comme l'amibiase causent entre 40000 à 100000 décès à travers le monde [5]. La contamination de l'homme aux entérovirus à l'origine de la poliomyélite se fait par voie digestive par l'intermédiaire de l'eau contaminée ou des aliments [6]. A cette pathologie virale transmise par l'eau, s'ajoute l'hépatite A dont la prévention reste basée, depuis 2005 en France, sur le traitement des eaux usées urbaines et le maintien des normes rigoureuses pour les eaux de distribution publique [7].

Ces données montrent l'importance de la potabilisation de l'eau car cette dernière est une nécessité vitale. Sa consommation quotidienne est au centre des préoccupations de santé publique puisque l'eau contaminée par des micro-organismes a été à l'origine d'épidémies dans de nombreux pays [5]. Face à cette problématique, de nombreuses techniques de traitement des eaux pour éliminer des matières solides, des composés organiques, des molécules toxiques, mais également des microorganismes pathogènes à l'homme sont mises en œuvre dans certaines concessions surtout en zone rurale. Ces techniques, appliquées seules ou en cascade, permettent d'améliorer le niveau de qualité de l'eau de consommation. La désinfection par le chlore occupe une place importante dans le traitement de l'eau. Elle permet de garantir une salubrité de l'eau jusqu'à la consommation [8]. Au Sénégal, 9 % des populations n'ont pas accès à l'eau potable [9]. Ce phénomène est plus remarquable en zone rurale où ce taux passe à 32 % [10]. Sindia, zone de notre étude, fait partie de ce groupe puisque dans les ménages, l'eau de consommation ne provient pas d'une source améliorée c'est-à-dire l'eau n'est pas traitée avant la distribution. Ainsi, la qualité de l'eau distribuée ne répond pas aux critères de potabilité définis par la norme sénégalaise [11] ; ce qui conduit les populations à procéder elles-mêmes, à domicile, au traitement de l'eau selon différents procédés. C'est ainsi que cette étude est effectuée dans l'objectif de contribuer à une meilleure connaissance de la fréquence des gastroentérites chez les enfants de moins de 5 ans selon le type de traitement de l'eau appliqué par les populations de Sindia.

2. Matériel et méthodes

2-1. Zone d'échantillonnage

Cette étude est réalisée dans la commune rurale de Sindia située dans le département de Mbour de la région de Thiès. Elle est délimitée au Nord par la commune de Diass, au Sud par Malicounda, à l'Est par Sandiara et Ndiagianiao et à l'Ouest par l'Océan Atlantique. Elle polarise 19 villages avec une population de 28728 habitants [12]. L'unique forage public de la commune rurale est alimenté par le maestrichtien. Ce travail est mené dans les différents villages durant la période de recensement des compteurs de robinets en 2018.

L'échantillonnage est limité sur 100 concessions choisies de façon aléatoire dans tous les villages, utilisant ou pas un moyen de potabilisation de l'eau. Les prélèvements d'eau de boisson sont réalisés au niveau des domiciles lorsque l'eau a été désinfectée par javellisation.

2-2. Techniques analytiques

La conductivité et le pH sont déterminés sur les échantillons d'eau par mesure directe respectivement à l'aide d'un conductimètre et d'un pH-mètre METTLER TOLEDO 355. Pour la détermination du chlore résiduel actif sur les micro-organismes pathogènes, 5 mL de l'eau à analyser sont introduits dans une première éprouvette qui est ensuite placée dans un orifice de comparateur pour servir de blanc. Deux gouttes du réactif Chlorine DPD A (Diphenyldiamine) et une goutte du réactif Chlorine DPD B (mélange de DPD et de tampon phosphate) sont ensuite introduites dans une deuxième éprouvette (vide), en tenant le compte-goutte verticalement, après agitation, puis 5 mL de l'eau à analyser y sont ajoutés. Lorsque du chlore actif est présent dans l'échantillon d'eau, il apparaît une coloration violette dont l'intensité est proportionnelle à la concentration de chlore libre actif. En comparant l'intensité de la coloration de l'échantillon à la couleur correspondant le mieux sur le comparateur de couleur, la concentration de chlore libre y est lue directement. Pour déterminer la concentration de chlore total, deux gouttes du réactif Chlorine DPD C (iodure de potassium) sont ensuite ajoutées à l'échantillon précédent. L'intensité de la coloration de l'échantillon va augmenter en présence de chlore combiné après une minute de réaction, puis on compare les couleurs comme indiqué ci-dessus. Le chlore combiné résulte de la différence de concentration entre le chlore total et le chlore libre.

2-3. Méthodes d'enquête

Au niveau des domiciles, l'enquête est réalisée à l'aide d'un questionnaire agencé suivant les objectifs que nous nous sommes fixés, à savoir le type de potabilisation et les maladies diarrhéiques chez les enfants de moins de 5 ans. Le questionnaire s'adresse principalement aux chefs de famille. Dans chaque village, les familles sont choisies de façon aléatoire. L'enquête consiste à demander sur la base d'une fiche préétablie le nombre d'enfants de moins de cinq ans atteints de maladies diarrhéiques au cours des 12 derniers mois et les moyens de traitement de l'eau utilisés dans la famille. A terme, cent familles ont été enquêtées pour un total de deux cents enfants recensés. Ce travail est complété au niveau du poste de santé de la commune rurale où il est relevé dans le registre de consultation le nombre de cas de maladies diarrhéiques, en particulier chez les enfants de moins de cinq ans durant l'année 2017. Il s'agit d'une étude rétrospective couvrant la période de Janvier à Décembre.

3. Résultats et discussion

3-1. Types de traitement des eaux dans les concessions

Les résultats des différents types de traitement des eaux de boisson pratiqués dans les concessions sont présentés sur la *Figure 1*.

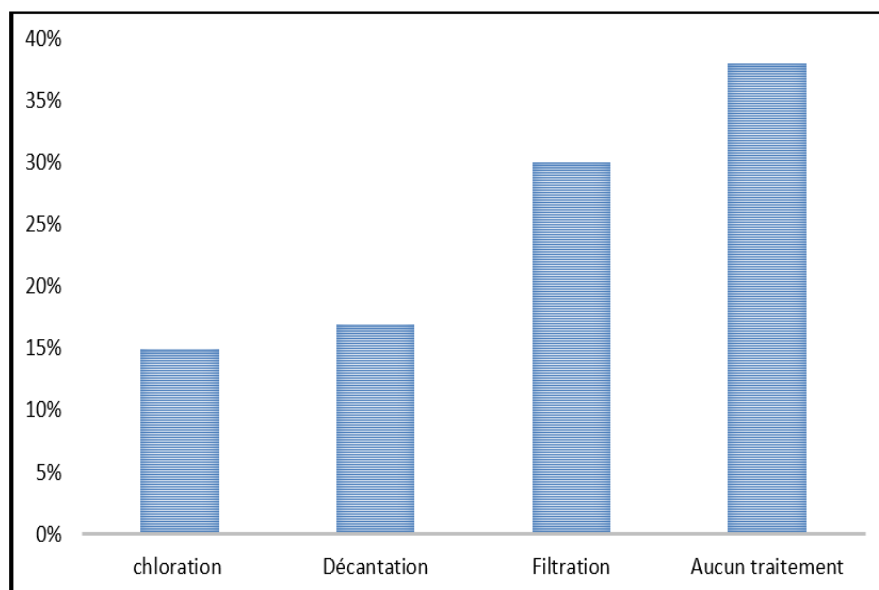


Figure 1 : Types de traitement des eaux de boisson dans les domiciles

Les résultats montrent que les techniques de traitement utilisées sont essentiellement la filtration (30 %), la décantation (17 %) et la désinfection à l'eau de Javel (15 %). Les mêmes pratiques de potabilisation de l'eau sont observées dans d'autres pays en Afrique [13]. Il ressort de ces résultats que la désinfection de l'eau par javellisation est peu pratiquée par les populations comme l'indiquent les données de l'enquête démographique de santé (EDS) au Sénégal avec un taux de 14 % en milieu rural [10]. Des études ont montré que ce faible taux de javellisation de l'eau est lié à l'ignorance de la nécessité de la pratique ou la méconnaissance du dosage de l'eau de javel [14]. La décantation est un moyen de traitement de l'eau peu utilisé avec 17 % des ménages. Par ailleurs, la filtration, moyen le plus privilégié par rapport aux autres, occupe 30 %. Toutefois, nos résultats montrent qu'une bonne partie de la population enquêtée, soit 38 %, n'utilise aucun moyen de traitement de l'eau de boisson avant consommation, ce qui est de loin en deçà des résultats de l'EDS où ce taux avoisine 67 % [10]. Ces résultats témoignent des disparités qui peuvent exister selon les réalités socioculturelles entre des zones géographiques données en milieu rural. La filtration et la décantation sont les deux principaux modes de traitement pratiqués dans les ménages pour rendre salubre l'eau de boisson (**Figure 1**). Ce résultat s'explique par un caractère douteux des paramètres organoleptiques de l'eau, en particulier la coloration mais également la turbidité. En effet, l'eau est momentanément composée de paramètres chimiques en excès (niveau de calcaire élevé) ce qui accentue sa turbidité. La décantation vise, ici, à débarrasser l'eau des matières en suspension qui se déposent sous l'effet de leur propre poids permettant d'obtenir une eau limpide [15]. Seuls les caractères organoleptiques permettent aux consommateurs de juger de la qualité de l'eau [13]. Pour la population, en rendant l'eau limpide, la décantation et la filtration seraient suffisantes pour obtenir une eau de bonne qualité. Cependant, ces pratiques ne permettent pas de rendre l'eau microbiologiquement potable [1]. Seule la désinfection de l'eau va permettre d'obtenir une eau potable c'est-à-dire une eau pouvant être consommée sans danger pour la santé des populations [11].

3-2. Teneurs en chlore des eaux désinfectées dans les concessions

Le chlore est déterminé sous ces différentes formes dans l'eau (chlore libre, chlore combiné et chlore total) au niveau de 15 concessions où la désinfection a été pratiquée. La mesure est faite après un temps de contact suffisant du chlore avec l'eau (au minimum 30 minutes). Les résultats obtenus sont présentés dans le **Tableau 1**.

Tableau 1 : Concentrations de chlore (mg.L⁻¹) dans les eaux désinfectées

N° Concession	pH	Chlore libre	Chlore combiné	Chlore total
1	6,61	0,1	0,1	0,2
2	7,52	0,0	0,1	0,1
3	7,62	0,0	0,1	0,1
4	7,26	0,2	0,1	0,3
5	6,51	0,1	0,0	0,1
6	7,15	0,1	0,1	0,2
7	7,34	0,0	0,1	0,1
8	6,61	0,1	0,1	0,2
9	6,32	0,3	0,0	0,3
10	7,54	0,0	0,1	0,1
11	7,75	0,1	0,1	0,2
12	7,58	0,2	0,0	0,2
13	6,32	0,1	0,0	0,1
14	7,41	0,1	0,1	0,2
15	6,82	0,1	0,1	0,2

Ces résultats montrent des concentrations en chlore libre variant de 0,1 à 0,3 mg.L⁻¹. Selon l’OMS, la concentration de chlore libre de l’eau désinfectée par chloration doit être entre 0,2 et 0,5 mg.L⁻¹ [16]. Toutefois, dans 27 % des concessions qui pratiquent la chloration, il n’a pas été trouvé de chlore libre. Sur les 15 échantillons dosés, seuls 3 (soit 20 %) respectent la teneur en chlore libre définie par la directive de l’OMS sur la qualité de l’eau de boisson. De plus, 53,3 % des échantillons ont des teneurs en chlore qui sont en dessous du minimum exigé par l’OMS, ce qui témoigne d’une mauvaise pratique de chloration de l’eau. Ces résultats montrent, d’une part, l’ignorance de la population quant à la quantité de chlore nécessaire pour désinfecter efficacement l’eau de boisson. En effet, des études antérieures ont montré que 62 % des populations en zone rurale méconnaissent la quantité d’eau de javel nécessaire pour traiter efficacement l’eau [17]. D’autre part, par crainte du goût du chlore et de sa toxicité, la majorité des populations réduit au minimum la quantité d’eau de javel utilisée pour la désinfection de l’eau ; ce qui peut expliquer les faibles concentrations de chlore dans l’eau. Par ailleurs, dans l’eau, le chlore se lie aux matières organiques pour les éliminer. De cette réaction naissent les sous-produits de la chloration (SPC) qui participent à ce goût du chlore que l’on retrouve de temps en autre [18]. Lors de l’enquête, il a été aussi remarqué que dans les concessions, l’eau est exposée à la chaleur dans des réservoirs (barils, canaris, etc.) avec le risque de voir l’hypochlorite de sodium se décomposer plus rapidement sous l’effet de la chaleur, ce qui conduit, par conséquent, à une désinfection inefficace. De plus, la présence de matières en suspensions dans l’eau résultant d’une contamination domestique réduit l’efficacité du traitement par chloration [19] ; d’où l’intérêt d’une éducation des populations sur les bonnes pratiques des techniques de désinfection de l’eau afin de garantir la qualité de l’eau consommée.

3-3. Fréquence des diarrhées chez les enfants selon les types de traitement

Au niveau des concessions, les résultats relatifs à la fréquence des diarrhées chez les enfants de moins de 5 ans selon le mode de traitement de l’eau sont présentés sur la **Figure 2**.

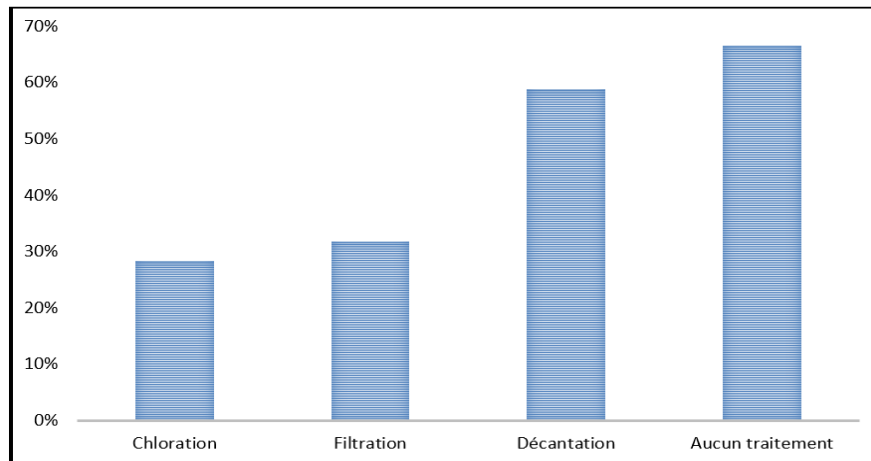


Figure 2 : Fréquence des diarrhées selon les types de traitement des eaux

La **Figure 2** montre que la désinfection de l'eau par le chlore est l'un des meilleurs moyens de traitement pour réduire les maladies diarrhéiques liées à l'eau chez les enfants en zone rurale. Ces résultats montrent une fréquence élevée de diarrhées dans les concessions n'utilisant aucun moyen de traitement de l'eau ; 66,6 % de cas relevés contre seulement 28,3 % et 31,8 % pour celles qui utilisent respectivement l'eau de javel et la filtration. La majorité des ménages considère que ces diarrhées sont liées à la mauvaise qualité de l'eau qui est contaminée par des micro-organismes pathogènes. Des études ont montré des corrélations positives significatives entre la consommation d'une eau non traitée et la survenue de diarrhées particulièrement chez les enfants [20, 21]. La manipulation de l'eau stockée la rend davantage vulnérable ; en effet, par manque de distribution quotidienne des eaux du réseau, la population se trouve dans une situation qui l'oblige à stocker de l'eau souvent dans des conditions précaires. Généralement, l'eau est stockée dans des réservoirs à des durées assez longues, ce qui favorise la prolifération des micro-organismes [22, 23]. La décantation et la filtration qui sont les moyens de traitement privilégiés rendent l'eau limpide mais ne permettent pas une élimination maximale des micro-organismes d'où la fréquence des maladies diarrhéiques retrouvées avec 58,8 % de cas dans les concessions qui utilisent la décantation et 28,3 % de cas pour celles qui utilisent la filtration (**Figure 2**). Des études ont montré que pour une eau limpide, à une concentration de quelques milligrammes par litre et un temps de contact d'environ 30 minutes, le chlore libre inactive généralement plus de 99,99 % des entérobactéries et virus [24].

Si cette efficacité n'est pas obtenue dans la désinfection de l'eau dans les concessions à Sindia, cela s'explique par un manque de maîtrise de cette pratique par les populations. L'eau de javel est utilisée par des mesures approximatives qui ne permettent pas de déterminer la quantité de chlore nécessaire pour une désinfection efficace de l'eau. De plus, les paramètres tels que la température et le pH ne sont pas pris en compte puisque l'eau désinfectée peut rester exposée aux rayons solaires, ce qui conduit à une perte de chlore et rend inefficace le traitement. La filtration se fait à travers des morceaux de gaze ou des bougies en céramique peu poreux qui laissent passer l'eau et retiennent les matières en suspensions. Diverses études portant sur l'impact des filtres en céramique poreux font état d'une réduction importante de la morbidité par maladies diarrhéiques avec des taux d'élimination d'*Escherichia coli* à hauteur de 99 % [25]. En effet, les matières en suspension sont des supports des microorganismes et leur élimination participe à la réduction considérable des germes dans l'eau. La décantation par stockage inerte de l'eau dans de bonnes conditions d'hygiène pendant une journée permet d'éliminer plus de 50 % de la plupart des bactéries [26]. Le stockage permet à la décantation des matières en suspensions et de certains germes pathogènes d'avoir lieu. Toutefois, la décantation faite au niveau des concessions laisse douter sur l'efficacité de cette pratique car des maladies diarrhéiques y sont fréquemment observées (58,8 %).

3-4. Prévalence des diarrhées au niveau du poste de santé

Afin de confirmer les résultats de l'enquête domiciliaire, nous avons relevé sur le registre de consultation de l'année 2017 du poste de santé de la zone d'étude les maladies supposées d'origine hydrique. Il s'agit de maladies diarrhéiques fréquemment observées chez les enfants de moins de 5 ans en particulier. Les résultats sont présentés à la **Figure 3**.

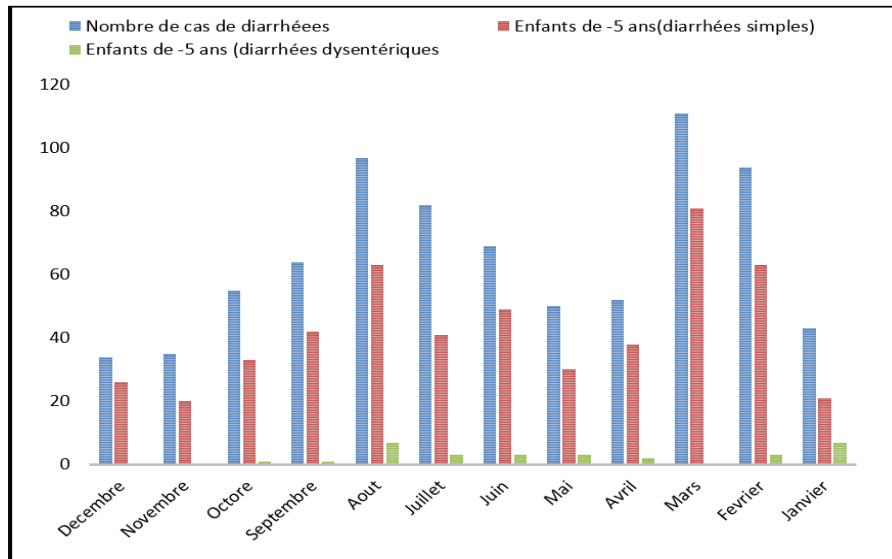


Figure 3 : Prévalence des diarrhées durant l'année 2017 à Sindia

L'analyse des données du diagramme fait remarquer que l'incidence annuelle de la diarrhée simple reste la plus élevée durant la période 2017 chez les enfants de moins de 5 ans. Il a été aussi noté quelques cas de dysenteries chez ces enfants. Cette incidence élevée de la diarrhée simple durant cette période pourrait être attribuée à la contamination microbienne de l'eau qui est en lien avec l'hygiène de l'environnement de stockage de l'eau [22]. En effet, le transport et le stockage de l'eau ne sont pas à l'abri de la contamination. L'élément qui est probablement le plus polluant de l'eau est la matière fécale humaine dont la population ne sait pas correctement s'en débarrasser et qui s'est disséminée en raison d'un manque d'assainissement et d'hygiène élémentaire [27]. Les jeunes enfants étant les plus vulnérables que toutes autres tranches d'âge aux effets néfastes de l'eau insalubre et du manque d'hygiène d'où une répétition importante d'épisodes de diarrhées. C'est une affection fréquente, parfois grave (dysenterie) et urgente chez les enfants [28]. Chaque année, dans le monde, deux milliards de cas de diarrhées sont recensés chez les enfants de moins de 5 ans et dont la moitié se trouve en Afrique et en Asie du Sud. L'OMS estime que 94 % des cas de diarrhées hydriques sont évitables moyennant des interventions visant à accroître l'approvisionnement en eau de bonne qualité et une amélioration de l'hygiène et l'assainissement [29].

4. Conclusion

Les résultats de cette étude montrent qu'en zone rurale, les populations ignorent les bonnes pratiques de potabilisation de l'eau de consommation. Elles disposent rarement d'une eau de bonne qualité liée aux conditions d'hygiène de l'environnement de stockage de l'eau de consommation, ce qui est à l'origine de pathologies diarrhéiques majoritaires chez les enfants. C'est ainsi qu'il serait utile à tous les acteurs œuvrant pour l'accès à l'eau potable en milieu rural d'intégrer des actions d'éducation sanitaire afin de lutter contre ces maladies hydriques.

Références

- [1] - OMS, *Directives de qualité pour l'eau de boisson : 4^e éd. intégrant le premier additif*, Genève, (2017) 564 p.
- [2] - K. P. CANTOR, *Cancer Causes and Control*, 8(1997) 292 - 308
- [3] - P. HARTEMANN, *EMC Toxicologie Pathologie*, 1 (2004) 63 - 78
- [4] - R. D MORRIS, *Environmental Health Perspectives*, 103 (8) (1995) 225 - 231
- [5] - R. VILAGINES, *Eau, Environnement et Santé publique*, 3^{ème} Ed. Tec et Doc, Paris, (2010)
- [6] - C. DELARRAS, *Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux*, 2^{ème} Ed. Tec et Doc, Paris, (2010)
- [7] - E. COUTURIER, E. DELAROCQUE-ASTAGNEAU, J. L. DUPONCHEL, E. DUSSAIX and B. HOEN, *Guide pour l'investigation, la prévention et l'appui à la gestion des cas d'hépatite aiguë A.*, Institut de veille sanitaire, Paris, (2009) 23 p.
- [8] - J. M ROVEL, *Memento technique de l'eau*, 10^{ème} Ed. Degrémont, Paris, (2005)
- [9] - OFOR, *Rapport sur la performance du Sénégal pour l'accès à l'eau potable et à l'assainissement*, Dakar, (2018) 15 p.
- [10] - ANSD, *Rapport Enquête Démographique et de Santé Continue*, Dakar, (2018) 644 p.
- [11] - ASN, NS 05-033, Dakar, (1995) 15 p.
- [12] - ANSD, *Rapport définitif du Recensement général de la population au Sénégal*, Dakar, (2014) 418 p.
- [13] - L. C NKOUNKOU, R. F. LOUZAYADIO-MVOUEZOLO, N. AYEISSOU, A. M. ELOUMA-NDINGA, C. M. G DIOP and J. M. OUAMBA, *European Scientific Journal*, 13 (21) (2017) 474 - 498
- [14] - P. NDIAYE, I. O. BA, M. DIENG, C. FALL et A. TAL DIA, *Santé Publique*, 22 (2) (2010) 193 - 200
- [15] - R. K. OROU, K. J. COULIBALY, G. A. TANO, E. K. AHOUSI et N. SORO, *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 28 (2016) 243 - 272
- [16] - OMS, *Directives de qualité pour l'eau de boisson : 3^e éd*, Genève, (2014) 110 p.
- [17] - A. FAYE, N. M. NDIAYE, D. FAYE et A. TAL DIA, *Med Trop*, 71 (2011) 45 - 48
- [18] - F. LE CURIEUX, D. MAZIN et F. ERB, *Rev. Sci. Eau*, 9 (1) (1996) 75 - 95
- [19] - S. GUERGAZI and S. ACHOUR, *Larhyss Journal*, 4 (2005) 119 - 127
- [20] - I. SY, D. TRAORE, A. N. DIENE, B. KONE, B. LO, O. FAYE, J. UTZINGER, G. CISSE et M. TANNER, *Santé Publique*, 29 (5) (2017) 741 - 750
- [21] - E. W. VISSIN, H. S. S. AIMADE, L. D. DOUGNON, M. SOHOUNOU, E. Y. ATIYE and G. A. A. ATCHADE, *Journal of Applied Biosciences*, 106 (2016) 10300 - 10308
- [22] - A. KABORE, B. SAVADOGO, J. SAWADOGO, A. KONATE, P. W. SAVADOGO W., I. B. KABORE, Z. P. L. NIKIEMA et D. DIANOU, *Rev. Cames*, 05 (02) (2017) 13 - 17
- [23] - G. NKURUNZIZA, *"Etude de la qualité de l'eau de boisson le long de la chaîne de l'eau dans les ménages de trois régions du Burkina Faso : cas des villages de Kamboinsé, Koubri, Sikoro et Bapla"*, Mémoire de Master II, 21E, Ouagadougou, (2013) 84 p.
- [24] - L. TAMPO, M. AYAH, T. KODOM, I. TCHAKAKLA, P. BOGUIDO, L. BAWA and B. DJANEYE, *Journal of Applied Biosciences*, 75 (2014) 6272 - 6281
- [25] - L. F. AWHANGBO, *"Elaboration de filtres en céramique pour le traitement à domicile des eaux destinées à la consommation au Bénin"*, Mémoire de Master II, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, (2015) 139 p.
- [26] - D. DESSILE, Programme Solidarité Eau, Paris, (2012) 37 p.
- [27] - I. SY, D. TRAORE, B. KONE, A. N. DIENE et B. LO, *Journal International des Géosciences et de l'Environnement*, (2016) 166 - 181
- [28] - P. BOURÉE, *Médecine et Santé tropicales*, 29 (1) (2019) 27 - 27
- [29] - OMS, *Un monde durable en héritage ? Atlas de la santé infantile et de l'environnement*. Genève, (2018) 139 p.