

ÉVALUATION DE LA QUALITÉ MICROBIOLOGIQUE ET PHYSICOCHIMIQUE DE L'EAU DES POMPES À MOTRICITÉ HUMAINE EN MILIEU RURAL DANS LES DÉPARTEMENTS DE KORHOGO, FERKESSEDOUGOU, SINEMANTIALI ET BOUNDIALI

CLAON JEAN STEPHANE^{1,3}, GNALI GBOHOUNOU FABRICE², VAKOU N'DRI SABINE², KOFFI N'GORAN STÉPHANIE JOËLLE¹, BERTHE IBRAHIMA³, DOSSO MIREILLE², KOUADIO KOUAKOU LUC¹

RÉSUMÉ

L'accès à une eau potable est un droit humain fondamental et essentiel à la santé humaine, au bien-être, à la production économique et au développement durable d'un pays.

Les milieux ruraux en Côte d'Ivoire, tels que les villages des départements de Sinémantiali, Ferkessedougou, Boundiali et Korhogo ont pour principale source d'approvisionnement en eau des hydrauliques villageoises. Afin d'éviter aux populations, les maladies hydriques et leur assurer une eau exempte de matière toxique, il faudrait contrôler la qualité de l'eau du forage. Cette étude descriptive a donc eu pour objectif d'évaluer la qualité microbiologique de l'eau des Pompes à Motricité Humaine des villages de

la Direction Régionale SODECI Korhogo au nord de la Côte d'Ivoire.

L'inspection sanitaire a été réalisée en suivant les orientations du guide des inspections sanitaires des systèmes d'alimentation en eau de boisson développé par l'OMS. La recherche de microorganisme a été réalisée suivant les méthodes microbiologiques classiques.

Cette étude a permis de mettre en évidence plusieurs sources de contamination, l'absence de clôture autour des forages. La présence d'*Escherichia coli* et d'entérocoque intestinal étaient à l'origine de la mauvaise qualité de l'eau dans certaines localités.

Mots-clés : Inspection sanitaire, Contrôle qualité, Pompes à Motricité Humaine, Milieu rural

SUMMARY

Access to clean drinking water is a fundamental human right, essential to human health, well-being, economic production, and the sustainable development of a country.

Rural areas in Côte d'Ivoire, such as villages in the departments of Sinémantiali, Ferkessedougou, Boundiali and Korhogo, have village hydraulics as their main source of water supply. To prevent water-borne diseases and ensure that the water supply is free of toxic substances, the quality of the borehole water needs to be monitored. The aim of this descriptive study was therefore to assess the microbiological quality of water from Human Motricity Pumps in the villages of the SODECI Korhogo Regional Office in northern Côte d'Ivoire.

The sanitary inspection was carried out in accordance with the guidelines for sanitary inspections of drinking water supply systems developed by the WHO. Microorganisms were detected using conventional microbiological methods.

The study revealed several sources of contamination, including the absence of fencing around boreholes, and the presence of *Escherichia coli* and intestinal enterococci, which were responsible for poor water quality in certain localities.

Keywords: Health inspection, Quality control, Human Powered Pumps, Rural environment

-
- 1- Département des Sciences Analytiques et Santé Publique, UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques, Université Félix Houphouët-Boigny
 - 2- Unité de Chimie et Microbiologie Environnementale, Institut Pasteur de Côte d'Ivoire
 - 3- Laboratoire d'Analyse et de Contrôle de la Qualité des Eaux, Office National de l'Eau Potable de Côte d'Ivoire (LACQUE)
 - 4- UFR Sciences de Gestion de l'Environnement, Université Nangui Abrogoua d'Abidjan

Auteur correspondant : CLAON Jean Stephane, Email : claonjs@yahoo.fr; claonstephane@gmail.com

INTRODUCTION

L'eau source de vie, représente environ 60% du poids corporel de l'être humain (Fasunwon et al. (2010)). Elle est donc indispensable pour le bien-être et la santé des populations. Cependant, une eau non potable expose les populations aux maladies infectieuses d'origine hydrique (Anonyme 1, 2013). Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), bien que l'accès à l'eau potable et à l'assainissement soit un droit pour l'Homme et un des Objectifs de Développement Durable (ODD), 1,1 milliards de personnes, soit 17% de la population mondiale, n'y ont toujours pas accès (Anonyme 2, 2017). Ceci serait à l'origine de plusieurs épidémies d'origine hydrique. En Afrique, les eaux souterraines, souvent à l'abri des contaminations constituent la principale source d'alimentation des populations en cette substance en milieu rural. (Lapworth et al., 2020). Cependant, selon plusieurs études, l'eau de forage pouvait être contaminer. Pour exemple, une contamination fécale des eaux de forage due au manque d'assainissement a été mis en évidence en milieu rural au Nigeria en 2005 (Ibe et al., 2005) et en Afrique du Sud en 2015 (Sigudu et al., 2015). Selon Ferguson et al. (2011) au Bangladesh, les pompes à motricité humaine peuvent être à l'origine des contaminations microbiennes. Toutes ces études démontrent d'une contamination

secondaire. Aussi, le mode de gestion des eaux en milieu rural sont-ils des sources de contamination dans les ménages (Makoutode et al., 1999).

En Côte d'Ivoire, les services d'eau potable enregistrent un taux de couverture nationale de 70% en milieu urbain et 48% en milieu rural alimenté principalement par des forages (Kouamé et al., 2021). Toutefois, l'eau des forages obtenue est consommée sans un contrôle préalable de sa qualité (Soro et al., 2019). Certains auteurs ont montré que les pratiques agricoles telles que l'utilisation d'engrais chimique, les déchets domestiques et industriels pourraient entraîner une contamination chimique de ces forages (Kouassi et al., 2012 ; Douagui et al., 2019). Djadé et al., (2021) a montré que la dégradation de la couleur et du goût de l'eau des forages a entraîné son rejet systématique par les villageois pour les eaux de surface plus à risque. D'où la nécessité de surveiller la qualité de l'eau des forages. C'est dans ce contexte qu'une étude sur la qualité de l'eau dans plusieurs villages du nord de la Côte d'Ivoire a été mise en place.

Ce travail avait pour objectif l'évaluation de la qualité de l'eau des pompes à motricité humaine en milieu rural dans les départements de Korhogo, Ferkessédougou, Sinématiali et Boundiali.

1. METHODOLOGIE

L'évaluation de la qualité de l'eau des pompes à motricité humaine (PMH) en milieu rural dans le Nord de la Côte d'Ivoire a été réalisé par une étude descriptive. Cette étude s'inscrit dans le cadre du programme de contrôle de qualité dénommé Projet social du gouvernement (PS-GOUV) conduit par l'Office National de l'Eau Potable. Le PS GOUV a concerné 4 départements de 3 régions distinctes à savoir Korhogo et Sinématiali pour la région du Poro, Ferkessédougou pour la région du Tchologo et Boundiali pour la région du Bagoué. Les prélèvements ont été réalisés du 5 au 11 octobre 2022.

1.1. DÉTERMINATION DE LA TAILLE DE L'ÉCHANTILLON

C'est l'étude de la qualité de l'eau distribuées par 365 PMH sélectionnées par un sondage aléatoire en grappe sur 5 zones géographique de la Côte d'Ivoire. Elle a concerné les hydrauliques villageoises des vil-

lages de Korhogo, Sinématiali, Boundiali, Ferkessédougou (DR SODECI) Korhogo. Un total de 65 PMH ont été choisi de façon aléatoire dans 45 villages sur l'ensemble du périmètre d'étude.

1.2. ENQUÊTE SANITAIRE ET CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DE L'EAU DES PMH

L'enquête de l'inspection sanitaire a été réalisée à l'aide d'un questionnaire (Fiche d'enquête) établi sur la base d'un guide d'inspection de l'OMS. Elle s'est faite d'une part par observation à la recherche de 16 facteurs de risque consignés dans la fiche de collecte et d'autre part par l'administration de questionnaire aux artisans réparateurs et aux gestionnaires des pompes. Le contrôle qualité des eaux des PMH quant à lui s'est effectué par des analyses au laboratoire de prélèvements d'eaux issues de ces pompes à motricité humaine (PMH).. .

1.3. RÉALISATION DES PRÉLÈVEMENTS BIOLOGIQUES

Les prélèvements des échantillons d'eau ont été réalisés à l'aide d'un kit de prélèvement d'eau et d'un appareil Multi-paramètre portable HANNA® IDS 3620-WTW pour les paramètres in situ.

L'eau a été prélevée tôt le matin avant le lever du soleil directement sur la sortie de la PMH dans les flacons de 500 ml remplis en respectant la ligne de marquage de la capacité puis placés dans la glacière contenant des accumulateurs de froid.

1.4. TECHNIQUE D'ANALYSE MICROBIOLOGIQUE

La recherche des bactéries s'est faite selon la norme ISO 9308-1 pour *Escherichia coli* et des Bactéries coliformes, selon la norme ISO 7899-2 pour entérocoques intestinaux.

Un volume 100 ml de chaque échantillon a été filtré sur membrane cellulosique de 47mm de diamètre et 0,45 µm de porosité à l'aide de l'appareil de filtration membranaire (figure 1). Chaque filtre

obtenu est par la suite transféré sur les milieux de cultures spécifiques à chaque entérobactérie.



Figure 1 : Appareil de Filtration membranaire (Photo LACQUE)

1.5. TRAITEMENT ET ANALYSES DES DONNÉES

Les paramètres physicochimiques et bactériologiques ont été interprétés à partir des directives de l'OMS.

L'enregistrement des données et les analyses statistiques ont été réalisés à l'aide des logiciels EPI Info 7™ et Microsoft EXCEL 2016

2. RESULTAT

2.1. RÉSULTATS DE L'INSPECTION SANITAIRE

2.1.1. Répartition des pompes selon les départements

L'enquête a été réalisée sur 64 pompes dont 61 pompes à main et 3 pompes à pied. La répartition des points d'eau selon les départements est illustrée par la figure 2.

Quinze (15) pompes ont été sélectionnées à Korhogo, 15 à Ferkessédougou, 11 à Sinématiali et 23 à Boundiali.

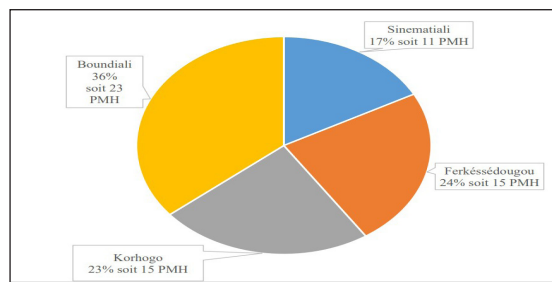


Figure 2 : Points d'eau prélevés suivant les départements (N=64)

2.1.2. Situation des pompes vis-à-vis de sources de pollution probables

Seulement 1,2% des forages étaient situées à proximité de latrine, d'un enclos d'animaux ou d'un cimetière ou une tombe. Cependant, il faut noter dans 86,7% des cas, la présence des animaux aux points d'eau étant donné l'absence ou le manque de clôture en bon état près des PMH. (Figure 3)

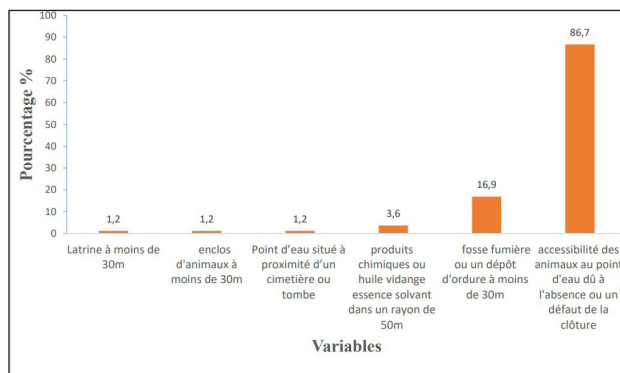


Figure 3 : Points d'eau en fonction de la source de pollution probable (N=64)

2.1.3. Répartition des pompes en fonction de leur usures

Sur les 64 pompes villageoises étudiées, 69% des PMH avaient été totalement remplacées (réparées ou neuves), et respectaient toutes les normes de sécurité d’une PMH, tandis que 31% était d’ancienne pompes (figure 4).

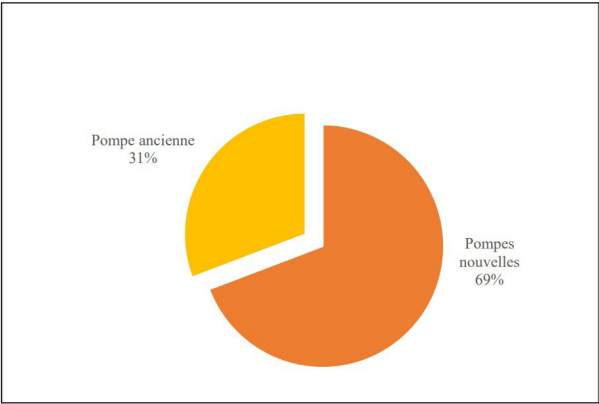


Figure 4 : Pompes en fonction de leur usure (N=64)

2.1.4. Etat de la pompe

L’état de la pompe est traduit dans la figure 5. Les pompes prélevées étaient majoritairement stables et ne présentaient pas de cassures. Néanmoins, une minorité d’entre elles (3,6%) avaient des fuites au niveau de la partie du sol de la pompe.

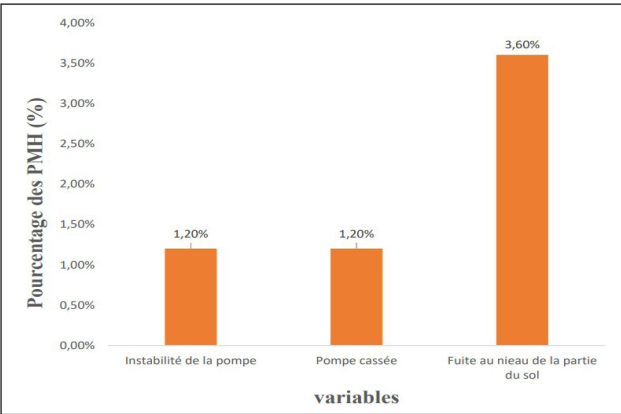


Figure 5 : Pompes en fonction de leur état (N=64)

2.1.5. Etat de la dalle de béton et évacuation globale des eaux hors du point d’eau

Seulement 15,7% des pompes présentaient des cassures ou fissures sur le canal d’évacuation

ou sur la margelle autour de la pompe et 21,7% avait de l’eau stagnante sur la margelle, dans le canal d’évacuation ou autour du point d’eau. Par ailleurs, un tiers (1/3) des pompes avait leurs margelles ou leur canal d’évacuation des eaux sales et quelques-unes avaient le puisard et l’abreuvoir débordant figure 6.

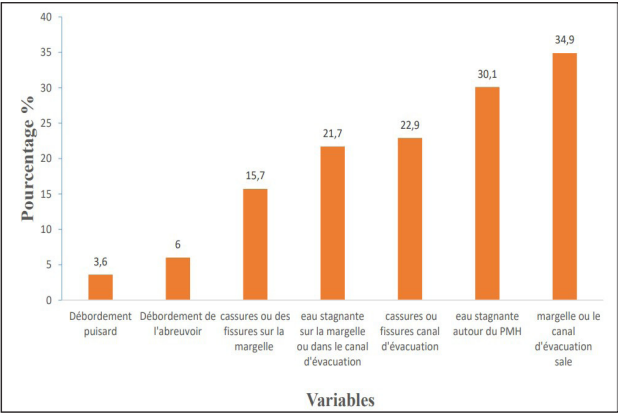


Figure 6 : Répartition des PMH selon les anomalies de leur environnement (N=64)

2.1.6 Niveau de Risque de contamination

Sur les 64 échantillons d’eau des PMH étudiées, 76,56 % (n=49) avaient un risque de contamination bas et 23,44% (n=15) avaient un risque de contamination intermédiaire (tableau I).

Tableau I : répartition des PMH selon le niveau de risque de contamination (N=64)

Niveau de risque de contamination	Fréquence (n)	Proportion (%)
Bas	49	76,56
Intermédiaire	15	23,44
Elevé	0	0,00
Très élevé	0	0,00

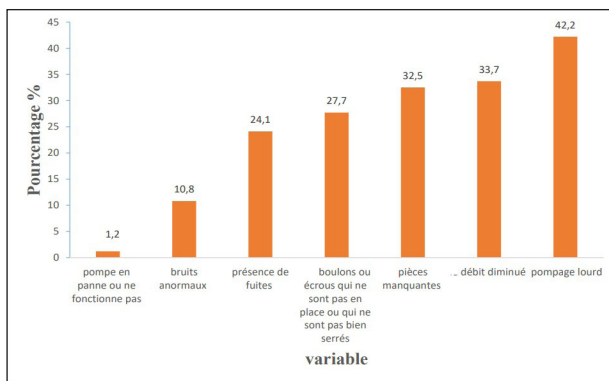
En ce qui concerne l’inspection (tableau II) les risques sanitaires sur l’état du point d’eau étaient bas pour 77% des forages et intermédiaire pour 23% de PMH. Toutes les pompes remplacées avaient un score de risque de contamination bas tandis 80% des ancienne pompes avaient un risque de contamination intermédiaire.

Tableau II : Risque de contamination en fonction de l'Etat des Pompes (N=64)

		Score de Risque de contamination	
		Bas (%)	Intermédiaire (%)
Etat des pompes	Pompes nouvelles (n=44)	100	0
	Pompes Anciennes (n=20)	20	80

2.1.7. Anomalie révélées sur les PMH

En ce qui concerne l'état et le fonctionnement des pompes (figure 7), 32,5% des pompes présentaient des pièces manquantes et 27,7% avaient des boulons ou écrous manquants ou défectueux. De plus, 24,1% des pompes présentaient des fuites et le tiers d'entre elle avait des débits d'eau à la baisse. Aussi, il faudrait souligner que 42,2% des points d'eau avait un pompage lourd, 10,8% produisait des bruits anormaux et seulement une seule pompe sur toutes celles enquêtées ne fonctionnait pas.

**Figure 7: PMH selon les anomalies relevées (N= 64)**

2.1.8. Fonctionnement des pompes

La répartition des points d'eau en fonction du fonctionnement de la pompe est présentée dans le tableau III. Elle démontre que 67,5% d'entre elles avaient leur dernière panne qui remonte à plus d'un an, deux tiers (2/3) des pompes observaient une période de 7 à 14 jours entre la panne et la réparation, 9,6% avait le matériel de réparation

rapidement disponible et la majorité des réparations des pompes en panne se faisait grâce aux cotisations des villageois.

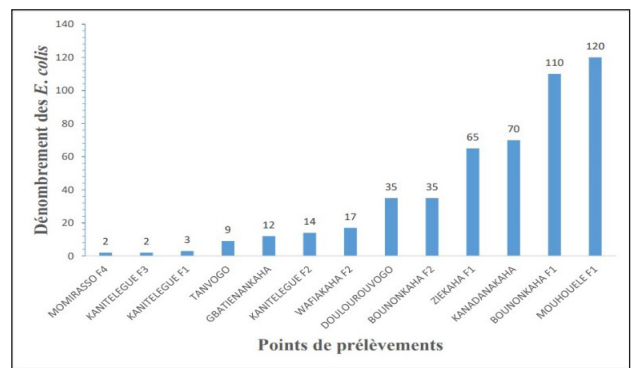
Tableau III : Répartition des pompes en fonction de leur fonctionnement (N=64)

Variables	Modalités	Proportions (%)
Date de la dernière panne	Moins d'un mois	2,4
	Plus d'un mois	30,1
	Plus d'un an	67,5
Temps écoulé entre la dernière panne et la réparation	1 à 3 jours	25,3
	4 à 7 jours	67,5
	Plus de 7 jours	7,2
Disponibilité du matériel de réparation en cas de panne	Oui	12,5
	Non	87,5
Réparation des pompes en panne	Existence d'un fond	6,0
	Cotisation villageoise	94,0

2.2. RÉSULTATS DES ANALYSES MICROBIOLOGIQUES DE L'EAU

2.2.1. Résultat du dénombrement de E. coli lors du contrôle qualité de l'eau

L'analyse microbiologique a montré que les coliformes thermos tolérants en l'occurrence E. coli étaient absents dans la majorité des échantillons. Cependant, ils étaient présents dans 13 échantillons, représentés sur la figure 8. Certains échantillons ont présenté des concentrations relativement élevées en E.Coli

**Figure 8 : Dénombrement de E. coli dans les points de prélèvements (N=13)**

2.2.2. Résultat du dénombrement des entérocoques lors du contrôle qualité de l'eau

Pour le dénombrement des entérocoques, 43 échantillons n'avaient pas enregistré de colonies d'entérocoques. Les 21 échantillons contenant des entérocoques sont présentés dans la figure 9.

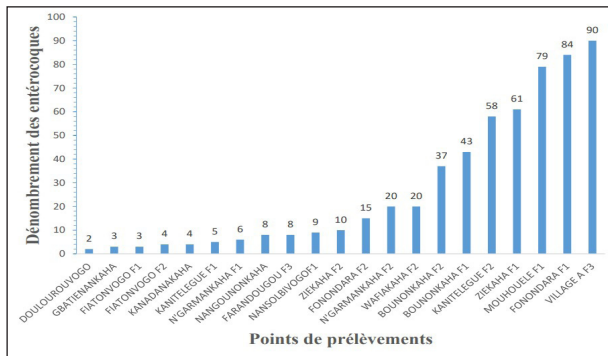


Figure 9 : Dénombrement d'entérocoques dans les points de prélèvements (N=21)

2.2.3. Résultat de l'analyse de la présence de contamination de l'eau

La qualité microbiologique de l'eau des pompes peut ainsi être traduite par la figure 10 par laquelle les résultats nous montrent que près de 58% des PMH c'est-à-dire plus de la moitié des pompes présentaient une absence de contamination fécale.

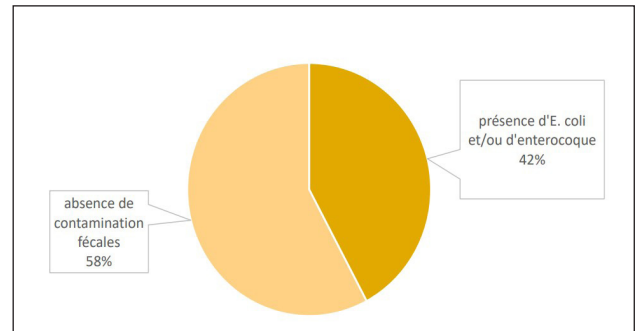


Figure 10 : Points de prélèvements selon la qualité microbiologique de l'eau (N=64)

3. DISCUSSION

L'objectif de cette étude était d'évaluer la qualité microbiologique et physicochimique de l'eau des forages des villages de la Direction Régionale SODECI Korhogo dans le nord de la Côte d'Ivoire, afin de protéger ses consommateurs des maladies hydriques. L'inspection sanitaire des forages a révélé que les animaux avaient accès aux PMH par manque de clôtures, ce qui peut fortement entacher la qualité de l'eau.

Les fissures autour de la pompe et le manque d'entretien des canaux d'évacuation, peuvent être une source de contamination anthropique de l'eau des forages. Aussi la longue durée d'attente de réparation des pompes après les pannes peuvent conduire les populations vers d'autres sources d'eau moins sûres. De même, la maintenance des ouvrages n'était pas toujours effectuée.

Les eaux étudiées contiennent les coliformes thermo tolérants du type Escherichia coli. Cela montre que les eaux sont soumises à une pollution microbiologique d'origine humaine ou animale. En effet, comme dans la majorité des villages de la Côte d'Ivoire, les sites d'études étaient dépourvus d'un système d'assainissement adéquat. Les latrines étaient inexistantes, les populations déféquaient dans la nature. Cependant dans les sites d'études, les animaux étaient les premiers responsables de la contamination microbiologique. Ces résultats sont similaires à ceux d'Ahoussi et al (2013) à Mangouin Yrongouin ou la présence d'excréments humains s'observait également autour des points d'eau. La consommation de ces eaux pourrait exposer la population de cette localité à de nombreuses maladies hydriques d'origine biologique telles que les diarrhées bactériennes, virales et parasitaires

BIBLIOGRAPHIE

1. FASUNWON OO, ASUNWON OO, LAWAL AO. A comparative study of borehole water quality from sedimentary terrain and basement complex in South-Western, Nigeria. 2010 [cité 1 juill 2022]; <https://ir.unilag.edu.ng/handle/123456789/9602>
2. Les maladies liées à l'eau non potable, première cause de mortalité au monde [Internet]. La Revue Internationale. 2013 [cité 26 juill 2022]. <https://www.revue-internationale.com/2013/03/les-maladies-liees-a-leau-non-potable-premiere-cause-de-mortalite-au-monde/>

3. 8-1997-Indian-Journal-of-Medical-Research.pdf [Internet]. [cité 18 juill 2022]. <https://www.cmcwtrl.in/publications/8-1997-Indian-Journal-of-Medical-Research.pdf>
4. Lapworth DJ, MacDonald AM, Kebede S, Owor M, Chavula G, Fallas H, Wilson P, Ward JST, Lark M, Okullo J, Mwathunga E, Banda S, Gwengweya G, Nedaw D, Jumbo S, Banks E and Cook P and Casey V.. Drinking water quality from rural handpump-boreholes in Africa. *Environ. Res. Lett.* 2020 ; 15 : 064020
5. Sigudu TT, Tint KS and ARCHER B. Epidemiological description of cholera outbreak in Mpumalanga Province, South Africa, December 2008–March 2009. *Southern African Journal of Infectious Diseases.* 2015;30(4):125-8.
6. IBE SN and OKPLENVE JI. Bacteriological analysis of borehole water in Uli, Nigeria. *African Journal of Applied Zoology and Environmental Biology.* 2005;7:116-9
7. Ferguson AS, Mailloux BJ, Ahmed KM, van Geen A, McKay LD and Culligan PJ. Hand-pumps as reservoirs for microbial contamination of well water. *J Water Health.* 2011;9(4):708-17. doi: 10.2166/wh.2011.106. PMID: 22048430; PMCID: PMC5920553.
8. Makoutode M, Assani A, Ouendo EM, Agueh V and Pm, D. Qualité et mode de gestion de l'eau de puits en milieu rural au Bénin : cas de la sous-préfecture de Grand-Popo. 1999;7
9. Kouamé YF, Kedi ABB, Kouassi SS, Konan NJA, Assohoun ES, Yapo OB and Gnagne T. Caractéristiques physico-chimiques des eaux de forages à usage domestique dans la ville de Daloa (centre-ouest de la Côte d'Ivoire). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 2021 ; 15(2): 835-845. DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v15i2.33>
10. Soro TD, Soro G, Ahoussi KE, Oga YMS and Soro N. Hydrogeochemical and Groundwater Quality Studies in the High Bandama Watershed at Tortiya (Northern of Côte d'Ivoire). *Journal of Geoscience and Environment Protection.* 2019;7(2):49-61.
11. Kouassi MA, Ahoussi EK, Koffi BY, Ake YA, Biemi J. Caractérisation hydrogéochimique des eaux des aquifères fissurés de la zone Guiglo-Duekoué (Ouest de la Côte d'Ivoire). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 2012 ;6(1): 504-518. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v6i1.45>
12. Douagui A, Kouamé I, Mangoua J, Kouassi A and Savané I. Using Water Quality Index for Assessing of Physicochemical Quality of Quaternary Groundwater in the Southern Part of Abidjan District (Côte d'Ivoire). *Journal of Water Resource and Protection.* 2019 ; 11 : 1278-1291. doi: [10.4236/jwarp.2019.1110074](https://doi.org/10.4236/jwarp.2019.1110074).
13. Djadé PJO, Keuméan KN, Traoré A, Soro G. and Soro N. Assessment of Health Risks Related to Contamination of Groundwater by Trace Metal Elements (Hg, Pb, Cd, As and Fe) in the Department of Zouan-Hounien (West Côte d'Ivoire). *Journal of Geoscience and Environment Protection.* 2021 ; 9 : 189-210. doi: [10.4236/gep.2021.98013](https://doi.org/10.4236/gep.2021.98013).
14. Ahoussi KE, Koffi YB, Kouassi AM, Soro G and Biemi J. Etude hydrochimique et microbiologique des eaux de source de l'ouest montagneux de la Côte d'Ivoire: Cas du village de Mangouin-Yron-gouin (Souspréfecture de Biankouman). *Journal of Applied Biosciences,* 2023 ; 63 : 4703-4719. <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v63i1.87245>
15. Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Guide des inspections sanitaires des systèmes d'alimentation en eau de boisson. 2007 : 203 pages