

Etude de la potabilité des eaux de boisson utilisées à Bocozele et facteurs de risques sanitaires associés

H. Corantin et E. F. Dor, Département des Sciences et Technologie des Aliments (DSTA), Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV), Université d'État d'Haïti (UEH)

RESUME

Corantin H. et Dor E. F. 2019. Étude de la potabilité des eaux de boisson utilisées à Bocozele et facteurs de risques sanitaires associés. RED 8 (2): 39 - 43

Cette étude a été réalisée entre février 2017 et octobre 2018 pour évaluer les risques sanitaires liés à l'utilisation des eaux de boisson à Bocozele, 5^{ème} section communale de Saint-Marc. Pour ce faire, 10 échantillons d'eau ont été prélevés dans 5 points d'eau différents à savoir Bocozele, Dubuisson, Gervais, Lubin et Poirier, soit 2 prélèvements par localité. Tous les échantillons ont été analysés pour 24 paramètres physicochimiques et 5 paramètres microbiologiques. Pour l'analyse physicochimique, 4 méthodes ont été utilisées, ce sont : les méthodes spectrophotométrique, titrimétrique, potentiométrique et néphélométrique. Sur le plan microbiologique, les dénombrements d'*E. coli*, des coliformes totaux et fécaux, et des bactéries hétérotrophes aérobies ont été effectués par la méthode de filtration sur membrane. La présence des bactéries à détection sulfurée a été vérifiée par le test Patho Screen. Les résultats issus des analyses de laboratoire montrent que les eaux de boisson ne répondent pas aux normes fixées par l'OMS et l'UE. En effet, tous les échantillons contiennent des charges hors-normes de coliformes totaux et fécaux, et des bactéries hétérotrophes aérobies. La majorité des échantillons (80%) contenaient d'*E. coli* et de germes pathogènes et seulement les échantillons de Dubuisson en sont exempts. L'alcalinité totale, la conductivité électrique, la couleur vraie, le fer, l'odeur, le SDT, la température et la turbidité ont affiché des valeurs élevées dans les eaux évaluées. Ces valeurs peuvent être mises en relation avec la nature géologique du terrain parcouru par l'eau et les constituants organiques.

Mots clés : Hygiène publique, assainissement de base, normes de qualité

ABSTRACT

Corantin H. and Dor E. F. 2019. Study of the drinkability of drinking water used in Bocozele and associated health risk factors. RED 8 (2): 39 - 43

This study was carried out between February 2017 and October 2018 to evaluate the health risks related to the use of drinking water in Bocozele, the 5th communal section of Saint-Marc. To do this, 10 water samples were taken from 5 different water points namely Bocozele, Dubuisson, Gervais, Lubin and Poirier, 2 samples per locality. All samples were analyzed for 24 physicochemical parameters and 5 microbiological parameters. For physicochemical analysis, four methods were used: spectrophotometric, titrimetric, potentiometric and nephelometric methods. On a microbiological level, the counts of *E. coli*, total and faecal coliforms, and aerobic heterotrophic bacteria were performed by the membrane filtration method. The presence of bacteria with sulphide detection was verified by the Patho Screen test. Results from laboratory analyses show that drinking water does not meet the standards set by WHO and the EU. Indeed, all the samples contain non-standard loads of total and faecal coliforms, and heterotrophic aerobic bacteria. The majority of samples (80%) contained *E. coli* and pathogenic germs and only Dubuisson samples are exempt. Total alkalinity, electrical conductivity, true color, iron, odor, TDS, temperature, and turbidity were high in the assessed waters. These values can be related to the geological nature of the terrain covered by water and organic constituents.

Keywords: public hygiene, basic sanitation, quality standards

Introduction

L'eau est indispensable pour le fonctionnement de l'organisme humain. Ainsi, l'eau de boisson doit satisfaire un certain nombre de caractéristiques physicochimiques et microbiologiques la rendant propre à la consommation humaine. La disponibilité et l'accessibilité à l'eau potable posent problème un peu partout dans le monde. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, 2 milliards de personnes dans le monde utilisent des points d'eau contaminée par des

matières fécales (8). Or, l'eau contaminée par les organismes pathogènes intestinaux, qu'ils soient bactériens, viraux ou parasites, provenant des porteurs humains ou animaux, peut transmettre des maladies d'origine microbienne (10).

En Haïti, la population n'est pas totalement épargnée au problème d'accès à l'eau potable. Une bonne partie des ménages (26%) n'a pas accès à une source améliorée d'eau de boisson, ce pourcentage est moins élevé en milieu urbain (5%) qu'en en

milieu rural (40%) (3). La connaissance de la source d'approvisionnement en eau de boisson donne une indication sur la qualité et la salubrité de l'eau consommée par le ménage. Près de 3 millions d'Haïtiens puisent l'eau de boisson dans des rivières et des sources non protégées, donc une eau de qualité douteuse contribuant à la prévalence des cas de diarrhée chez les enfants, de choléra, de typhoïde, d'entérite et de calcul rénal (2).

Faisant partie du milieu rural haïtien, Bocozele se trouve dans une situation extrêmement critique concernant l'accessibilité à l'eau potable. La population consomme l'eau du fleuve Artibonite, et parfois celle des canaux d'irrigation et des puits et forages. Vu l'absence d'informations y afférentes, il était nécessaire de conduire une étude sur la potabilité des eaux de boisson utilisées à Bocozele et les facteurs de risques sanitaires associés en vue de faire des recommandations appropriées pour leur amélioration.

Matériels et Méthodes

Présentation de la zone d'étude

Située à 117 Km de Port-au-Prince, Bocozele est la 5^{ème} section communale de Saint-Marc, département de l'Artibonite, Haïti. Elle a une superficie de 189.35 Km² et sa population est estimée à environ 50 412 habitants. Administrativement, cette section comporte 21 habitations et 34 localités (4). Bocozele a un climat de steppe, les précipitations sont peu importantes toute l'année. Selon la classification de Köppen-Geiger, elle est de type BSh (1). En effet, la pluviométrie moyenne annuelle s'élève à 680 mm. Elle a une température moyenne de 26.63°C, le mois d'Août est le plus chaud de l'année avec une température moyenne de 28.1°C, tandis qu'avec une température moyenne de 24.7°C le mois janvier est le plus froid (1).

Détermination de l'accès à l'eau et l'assainissement de base à Bocozele

À partir d'une enquête formelle, les responsables des institutions œuvrant dans le domaine de l'eau et d'assainissement ont été contactés afin d'obtenir et de traiter les informations qui ont été obtenues auprès d'un échantillon stratifié de 200 ménages choisis aléatoirement, soit une population totale de 1 235 personnes dont 602 enfants de moins de 15 ans et 633 adultes dans cinq localités parmi les plus peuplées de la 5^e section, à savoir Bocozele, Dubuisson, Gervais, Lubin et Poirier. L'état hygiénique des lieux et l'influence des activités humaines et animales sur les points d'eau ont été notés.

Détermination de la qualité des eaux utilisées à Bocozele

Échantillonnage et prélèvement d'échantillons

Pour réaliser cette étude, 10 échantillons d'eau ont été prélevés de façon aseptique à raison de 2 par localité. Dans chaque localité, un prélèvement a été fait pendant une semaine sèche et l'autre pendant une semaine pluvieuse. Les échantillons prélevés ont été identifiés avec un numéro, puis ce numéro a été noté sur une fiche de prélèvement indiquant le lieu, la date et l'heure du prélèvement, l'origine, la présence ou l'absence de chlore dans l'eau. Un seul point d'eau a été considéré par localité en fonction de la fréquence de son utilisation par la population lors de l'étude. L'origine des eaux de boisson utilisées pour la consommation humaine a été considérée suivant qu'elle soit de surface ou souterraine. La figure 1 présente la répartition spatiale des sites de prélèvement des échantillons d'eau à Bocozele.

Caractéristiques physicochimiques

Pour la détermination des paramètres physicochimiques 4 méthodes ont été utilisées. Ce sont : la méthode spectrophotométrique pour la détermination de l'aluminium, la couleur, le fer, les nitrates, les sulfates et le zinc ; la méthode titrimétrique ou titrage volumétrique pour

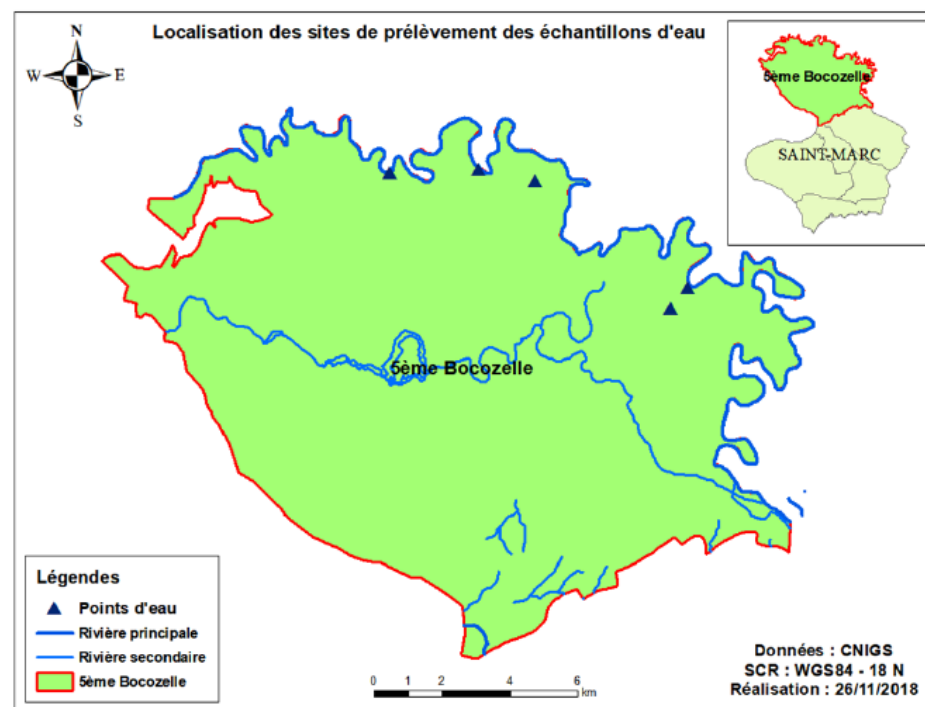


Figure 1. Répartition spatiale des sites de prélèvement des échantillons d'eau à Bocozele

le dosage de l'alcalinité, des bicarbonates, du calcium, des carbonates, des ions chlorures, de la dureté calcique et magnésienne, des hydroxydes et du magnésium ; la méthode potentiométrique pour évaluer la conductivité, le pH, la salinité, le SDT et la température ; et la méthode néphélométrique pour mesurer la turbidité.

Caractéristiques microbiologiques

Pour la détermination du profil microbien des échantillons, 4 germes ont été recherchés suivant les méthodes standards (AFNOR NF EN ISO 9308 et AFNOR NF EN ISO 6222), ce sont : l'*E. coli*, les coliformes totaux et fécaux, et les bactéries hétérotrophes aérobies. La présence des bactéries à détection sulfurée a été vérifiée par le test Patho Screen.

Traitement des données

Les données recueillies ont été saisies sur Excel et des statistiques descriptives (pourcentage, valeurs minimales et maximales, moyennes et écarts-types) ont été calculées. Des numéros aléatoires ont été générés et des graphes appropriés ont été dessinés. Les données de géoréférencement ont été utilisées pour

réaliser la carte de prélèvement des échantillons d'eau sur ARCGIS version 10.3.

Résultats et Discussions

Accès à l'eau de boisson et à l'assainissement de base

Les résultats ont révélé que l'eau de boisson à Bocozele provient à 70% du fleuve Artibonite, à 22% des forages et puits qui sont nettoyés deux fois par an et à 8% d'autres sources comme des kiosques de ventes d'eau se trouvant au centre-ville de Saint-Marc. Le pourcentage de la population de Bocozele qui utilise une source d'approvisionnement en eau améliorée (30%) est deux fois inférieur à celui rapporté par l'IHE et ICF (3) lors de l'EMMUS-VI pour le milieu rural haïtien (60%). Pour son approvisionnement en eau, la population est obligée de marcher en moyenne 35 minutes presque quotidiennement, surtout en période de sécheresse.

Parmi les 92% des ménages qui utilisaient de l'eau de qualité douteuse pour la boisson, seulement 23% utilisent des méthodes de traitement d'eau à domicile (Aquatabs, chlore, filtration, chaleur). 3% des ménages enquêtés avaient un point d'eau per-

sonnel (puits). La vente de l'eau de puits n'est pas pratiquée. Concernant la mise en place d'un système d'adduction d'eau potable dans la zone, 97% des ménages ont déclaré qu'ils sont prêts à contribuer en argent (9.7%) ou en travail (87.3%). 70% des ménages interrogés ont déclaré que l'utilisation de l'eau dont ils disposent donnent des maux et la qualité organoleptique est mauvaise. 79% des ménages ont cru que l'eau de boisson utilisée peut causer des maladies. 21% des ménages ne sont pas conscients des risques encourus en buvant de l'eau provenant des sources non améliorées. Cette inconscience traduit un manque de connaissance sur l'hygiène publique liée à l'utilisation de l'eau de boisson. L'occurrence des symptômes d'origine hydrique probable est répartie de la manière suivante : 82% des ménages comptent fréquemment des cas de colique ; 60% des ménages des cas de trouble digestif ; et 46% des ménages des cas de nausée. À Bocozele, seule-

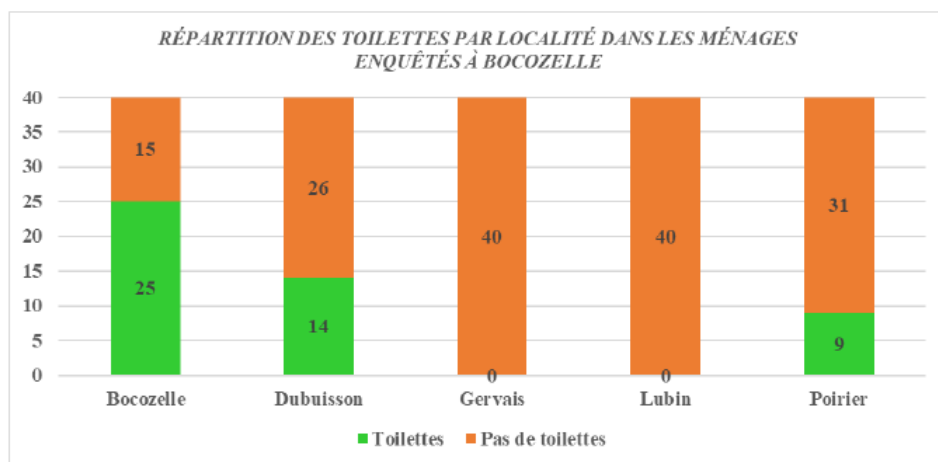


Figure 2. Occurrence des toilettes par localité dans les ménages enquêtés

ment 24% des ménages utilisent des toilettes pour la défécation. Ce nombre est faible, comparé à la moyenne nationale de 64% pour le milieu rural haïtien rapporté par IHE et ICF (3).

Sources éventuelles de contamination des points d'eau

Les informations recueillies et les observations faites sur le terrain ont

démonstré que Bocozele fait face à un grand déficit d'hygiène publique et d'accessibilité au service d'assainissement de base. Ce manque associé aux activités humaines pourrait être à la base des éventuels cas de pollution microbiologique détectée dans les échantillons d'eau prélevés dans les différents points. Ainsi, le faible pourcentage de couverture en assainissement de base, l'absence de

Tableau 1. Concentrations en substances chimiques des échantillons d'eau de boisson

Paramètres	Bocozele (n=2)	Dubuisson (n=2)	Gervais (n=2)	Lubin (n=2)	Poirier (n=2)	Unités	Normes OMS	Normes UE
Alcalinité phénol-phtaléine	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	mg/l CaCO ₃	<500	PVG*
Alcalinité totale	600.00±56.57	267.00±4.24	164.00±22.63	156.00±25.46	297.00±12.73	mg/l CaCO ₃	<500	PVG
Aluminium	0.032±0.004	0.033±0.010	0.063±0.012	0.121±0.026	0.018±0.009	mg/l Al ³⁺	<0.2	< 0.2
Bicarbonates	600.00±56.57	267.00±4.24	164.00±22.63	156.00±25.46	297.00±12.73	mg/l CaCO ₃	PVG	PVG
Calcium	46.445±2.269	38.44±2.26	52.055±7.926	51.249±4.527	72.071±0.001	mg/l Ca ²⁺	<100	PVG
Carbonates	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	mg/l CaCO ₃	PVG	PVG
Chlorures	154.95±77.75	58.48±6.36	7.00±2.12	8.80±0.42	26.745±17.317	mg/l Cl ⁻	<250	<250
Conductivité électrique 25°C	1569.00±263.04	721.00±2.83	322.50±34.65	321.50±31.82	638.50±92.63	µS/cm	<1200	>200 & <1100
Couleur vraie	23.50±3.54	37.00±8.49	61.00±9.89	91.00±1.41	21.00±7.07	UPt/Co	<15	AC**
Dureté calcique	116.00±5.66	96.00±5.66	130.00±19.79	128.00±11.31	180±0	mg/l CaCO ₃	>75 & <200	PVG
Dureté magnésienne	96.00±5.66	48.00±11.31	22.00±2.83	30.00±14.14	92.00±11.31	mg/l CaCO ₃	>30 & <150	PVG
Dureté totale	212.00±11.31	144.00±5.66	152.00±16.97	158.00±2.83	272.00±11.31	mg/l CaCO ₃	>100 & <300	PVG
Fer	0.050±0.028	0.485±0.390	0.14±0.19	0.21±0.29	0.015±0.021	mg/l Fe	<0.2	<0.2
Hydroxydes	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	mg/l OH ⁻		
Magnésium	23.31±1.37	11.655±2.75	5.345±0.686	7.285±3.429	22.34±2.74	mg/l Mg ²⁺	<100	PVG
SDT	783.50±135.06	352.00±1.41	154.10±16.26	153.85±15.20	311.00±45.26	mg/l	<600	<600
Nitrates	4.206±0.939	2.435±2.180	5.32±1.25	6.64±1.88	4.21±0.94	mg/l NO ₃ ⁻	<50	<50
pH	7.690±0.085	7.675±0.130	8.055±0.078	7.76±0.37	7.43±0.15	Unité pH	>6.5 & <8.5	>6.5 & <9
Salinité	0.785±0.134	0.35±0.00	0.150±0.014	0.150±0.014	0.31±0.04	0/00	PVG	PVG
Sulfates	80.00±7.07	22±0	1.500±0.707	1.50±0.71	8.50±4.95	mg/l SO ₄ ²⁻	<250	<250
Température	24.750±0.495	24.85±0.92	24.80±0.85	24.50±0.71	24.70±0.71	°C		25
Turbidité	1.575±0.120	4.645±1.120	78.55±11.67	76.00±6.65	3.70±0.71	UTN	<1	<1
Zinc	0±0	0.02±0.03	0.065±0.064	0.100±0.014	0±0	mg/l Zn ²⁺	<3	PVG

Moy±ET : Moyenne ± Écart-type, n : nombre d'échantillon, *Pas de Valeur Guide, **Acceptable pour Consommateur

services d'approvisionnement en eau potable gérés en toute sécurité, l'agriculture et l'élevage libre sont identifiés comme les principales sources éventuelles de contamination.

76% des ménages pratiquent la défécation à l'air libre, particulièrement à Lubin et à Gervais. Cette pratique constitue un risque de détérioration de la qualité de l'eau de boisson (5). La figure 2 présente la répartition des toilettes disponibles dans 5 localités de Bocozele.

Considérés comme les principales activités de la section, l'agriculture et l'élevage sont pratiqués dans le voisinage immédiat des rivières, des puits et forages. Ces derniers sont utilisés comme points d'eau destinée à la consommation humaine, mais aussi à l'abreuvement des animaux sans séparation aucune de l'aire d'utilisation. Les animaux se désaltèrent au même endroit que les humains. Les engrais chimiques, les pesticides utilisés et les excréments de bétail peuvent être facilement transportés par le vent et les eaux de ruissellement pour éventuellement contaminer les points d'eau.

Qualité physicochimique des échantillons d'eau de boisson

Pour les 24 paramètres physicochimiques évalués dans les eaux de boisson utilisées à Bocozele, les valeurs observées sont présentées dans le tableau 1 sauf pour l'odeur.

Les échantillons de la localité de Bocozele ont des concentrations alcalines hors-normes 640 mg/l et 560 mg/l respectivement, mais les concentrations alcalines des autres échantillons sont conformes aux normes admises par l'OMS (9). Pour la conductivité, les échantillons de

la localité de Bocozele ont également des valeurs hors-normes 1 755 mg/l et 1383 mg/l respectivement. La conductivité électrique des autres échantillons se trouve dans l'intervalle des normes de potabilité admises par l'OMS (9) et l'UE (7). La conductivité électrique des eaux de Bocozele est un signe de teneur élevée en substance minérale permettant d'apprécier le degré de minéralisation totale (11).

La couleur de tous les échantillons dépasse la limite des normes admises par l'OMS (9). Ainsi, la couleur des eaux de boisson utilisées à Bocozele n'est-elle pas acceptable pour les consommateurs. Et elle est due à la présence de matières organiques et minérales qui sont des signes de pollution (9). 40% des échantillons analysés ont des concentrations de fer ne répondant pas aux normes de potabilité admises par l'OMS (9) et l'UE (12). Et ces échantillons présentent de risques sanitaires pour l'homme comme l'atteinte de l'hémochromatose selon l'OMS (9).

Les échantillons de la localité de Bocozele ont des SDT hors-normes 879 mg/l et 688 mg/l respectivement présentant ainsi de risques de santé pour l'homme comme l'atteinte d'insuffisance rénale, mais les autres SDT se trouvent dans l'intervalle des normes admises par l'OMS (9) et l'UE (12). Les concentrations de SDT dans l'eau varient considérablement selon les régions géologiques en raison des différences de solubilité des minéraux (6).

Pour 80% des échantillons, il n'y a pas eu d'odeur. Lors des deuxièmes prélèvements, les échantillons de Bocozele et de Dubuison ont pré-

senté des odeurs indéfinies. L'odeur de l'eau de boisson peut être due à des contaminants chimiques inorganiques ou organiques ou être due à des sources et processus biologiques. Elle doit être acceptable pour le consommateur selon l'UE (12), mais inexistante pour l'OMS (9). La température des échantillons se trouve à 60% dans l'intervalle des normes admises par l'UE (7). Une température élevée de l'eau stimule la croissance des micro-organismes et peut accroître les problèmes liés au goût, à l'odeur, et à la coloration. De plus, la température est l'une des facteurs qui conditionne la solubilité de la plupart de sels dans l'eau, elle influe sur le pH et le SDT (9). La turbidité de tous les échantillons ne respecte pas aux normes fixées par l'OMS (9) et l'UE (12). Étant l'apparence opalescente de l'eau, opposée à sa limpidité, une forte turbidité peut protéger les micro-organismes des effets de la désinfection, stimuler la croissance des bactéries et déclencher une forte demande en chlore (9). Les autres variables physicochimiques évaluées dans les eaux de boisson utilisées ont été conformes aux normes établies par l'OMS et l'UE et ils n'ont pas présenté de risques sanitaires pour l'homme.

Qualité microbiologique des échantillons d'eau de boisson

Pour les 5 variables microbiologiques évaluées dans les eaux de boisson utilisées à Bocozele, les valeurs observées sont présentées dans le tableau 2 sauf pour le test Patho Screen.

Les charges de coliformes fécaux, de coliformes totaux et de bactéries hétérotrophes aérobies pour tous les échantillons sont supérieures aux normes fixées par l'OMS (9) et l'UE

Tableau 2: Charges microbiennes (moyenne $\pm$ écart-type) en UFC/100 ml des échantillons d'eau de boisson pour chaque localité

Paramètres	Bocozele (n=2)	Dubuison (n=2)	Gervais (n=2)	Lubin (n=2)	Poirier (n=2)
Coliformes fécaux	28.00 $\pm$ 5.66	3.00 $\pm$ 1.41	200 $\pm$ 0	147.00 $\pm$ 74.95	171.00 $\pm$ 15.56
Coliformes totaux	65.00 $\pm$ 7.07	11.00 $\pm$ 7.07	200 $\pm$ 0	200 $\pm$ 0	200 $\pm$ 0
Escherichia coli	13.00 $\pm$ 7.07	0 $\pm$ 0	127.50 $\pm$ 10.61	85.50 $\pm$ 70.00	130.00 $\pm$ 45.25
Numération des germes 36°C	200 $\pm$ 0	144.00 $\pm$ 56.57	200 $\pm$ 0	200 $\pm$ 0	200 $\pm$ 0

Nota bene : Pour l'OMS (9) et l'UE (12), un échantillon d'eau doit contenir 0 UFC/100 ml pour les germes suivants : coliformes fécaux et totaux et l'*E. coli*. Et, il ne doit contenir aucun germe pathogène. Pour l'UE, la numération des germes à 36°C doit être inférieure à 20 UFC/100 ml.

(12). Selon l'OMS, la présence des coliformes totaux dans une eau témoigne une contamination fécale récente (9). Les charges d'*E. coli* pour les 80% des échantillons sont supérieures aux normes fixées par l'OMS (9) et l'UE (12). La présence d'*E. coli* apporte la preuve d'une contamination fécale récente et elle indique aussi qu'un risque de présence de micro-organismes pathogènes soit aussi présent (9). Le dénombrement de bactéries hétérotrophes aérobies dans l'eau sert à indiquer une possibilité de détérioration de sa qualité (9). Les résultats du test Patho Screen ont été positifs pour les 80% des échantillons ne répondant pas ainsi aux normes admises par l'OMS (9) et l'UE (12). Ce test permet de confirmer la présence de micro-organismes entéropathogènes comme l'*E. coli* et les salmonelles. Globalement, les résultats microbiologiques obtenus révèlent que les eaux de boisson utilisées présentent des risques sanitaires pour l'homme comme l'atteinte de l'entérite et de la gastro-entérite.

Conclusion

Selon les observations faites et les données recueillies, la population boit de l'eau de mauvaise qualité. Et le taux de couverture en assainissement de base reste encore faible. En somme, cette étude montre que les eaux de boisson utilisées à Bocozele présentent des risques microbiologiques et physicochimiques pouvant avoir des conséquences graves sur la population qui est largement tributaire de ces ressources en eau pour satisfaire leur besoin. Ainsi, toutes les eaux de boisson sont-elles impropres à la consommation humaine. Dans une perspective de préserver la santé, il y a urgence de doter Bocozele de points d'eau potable aptes à satisfaire les besoins de la population.

Tenant compte des résultats obtenus, des mesures pressantes devraient être envisagées dans la perspective de prévenir la population des risques de santé encourus par la consommation de ces eaux.

En ce sens, il serait important : d'engager la mise en œuvre d'un projet de construction d'un système d'adduction d'eau potable pour la section communale avec des points d'eau de boisson saine par localité en vue d'améliorer l'accessibilité et l'approvisionnement de la population ; d'entreprendre un programme de construction de toilettes familiales dans la section communale de Bocozele afin de réduire les risques de contamination hydrofécale dus à la défécation à l'air libre ; de sensibiliser et former les gens sur l'hygiène publique et les opérations de traitement de l'eau par désinfection en vue d'éliminer les microbes qui y sont présents ; et de doter et appliquer à Bocozele un plan de gestion de la sécurité sanitaire de l'eau de boisson se conformant au 6^e Objectif de Développement Durable de l'ONU.

Références bibliographiques

1. Climate-data.org 2018. Données climatiques de Bocozele [en ligne]. [Consulté le 02 novembre 2018]. Disponible sur internet : URL : <https://fr.climate-data.org/amerique-du-nord/haïti/artibonite-department/bertrang-bocozele-719307/>
2. Institut Haïtien de l'Enfance (IHE) et ICF International, 2013 Enquête Mortalité, Morbidité et Utilisation des Services, Haïti, 2012 (EMMUS-V). Pétiot-Ville, Haïti et Calverton, Maryland, USA, Ministère de la Santé Publique et de la Population (MSPP), IHE et ICF International, 510 p.
3. Institut Haïtien de l'Enfance (IHE) et ICF, 2018 Enquête Mortalité, Morbidité et Utilisation des Services (EMMUS-VI 2016-2017). Pétiot-Ville, Haïti, et Rockville, Maryland, USA, IHE et ICF, 646 p.
4. Institut Haïtien de Statistique et d'Informatique (IHSI) 2007. Inventaire des ressources naturelles et potentialités d'Haïti, Commune St-Marc [CD-ROM].
5. Lanoix J. N. et Roy M. L. 1976. Manuel du technicien sanitaire, Genève, Suisse. Organisation

Mondiale de la Santé (OMS), 193 p.

6. Laroche W.-A. 2013. Étude de la potabilité de l'eau fournie par le réseau d'adduction d'eau potable de la ville de Jacmel (Département du Sud-Est) et propositions d'amélioration. Mémoire de Fin d'études. Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV), Université d'État d'Haïti (UEH), Damien, Port-au-Prince, 71 p.
7. Ministère de la santé et des solidarités 2007. Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique. Journal Officiel de la République Française, 6 février 2007, SANP0720201A, texte 17 sur 121, 9 p.
8. Organisation Mondiale de la Santé (OMS) 2015. Eau, assainissement et santé [en ligne]. [Consulté le 24 octobre 2018]. Disponible sur internet : URL : http://www.who.int/water_sanitation_health/mdg1/fr/
9. Organisation Mondiale de la Santé (OMS) 2017. Directives de qualité pour l'eau de boisson : 4^{ème} édition intégrant le premier additif, Genève, Suisse. OMS, 539 p.
10. Organisation Mondiale de la Santé (OMS) 2018. Eau [en ligne]. [Consulté le 14 octobre 2018]. Disponible sur internet : URL : <http://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
11. Saoud I. 2014. Contribution à l'étude hydrochimique de la nappe du Sénonien dans la région de Guerrara (Ghardaïa). Mémoire de Fin d'études de Master d'Hydrogéologie, Université KasdiMebah Ouargla, Algérie, 45 p.
12. Union Européenne (UE) 1998. Directive 98/83/CE du Conseil du 3 novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. Journal Officiel des Communautés Européennes, 5 décembre 1998, L 330, 32-54 p.