



Evaluation de la qualité des eaux en sachet vendues dans la commune de Diffa au Niger

Salifou Issa^{1,2}, Toudjani Assane Anabi³, Abdourahamane Barry⁴, Zanguina Adamou⁵, Ibrahim Natatou⁵.

¹Laboratoire Polyvalent de l'Université de Diffa BP : 78 Diffa, Niger,

²Département Eau et Ressources Halieutiques, Institut Supérieur en Environnement et Ecologie, Université de Diffa, Niger,

³Département Eau et Environnement, Faculté des Sciences Agronomiques et Ecologiques, Université de Diffa, Niger,

⁴Département de Biologie, Faculté des sciences et techniques de l'université de Labé, Labé, République de Guinée,

⁵Département de Chimie, Faculté des Sciences et Techniques, Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger,

Résumé

De nos jours pour des raisons de commodité les populations urbaines et même rurales utilisent beaucoup les eaux en sachet communément appelées "Pure Water" comme eau boisson. Ces eaux bien que très usitées présentent quelques fois des problèmes de qualité tant sur le plan physicochimique que microbiologique. En effet ces eaux proviennent dans une large majorité de forages implantés par les producteurs eux même et dont le suivi qualité est inexistant. C'est dans ce contexte que s'inscrit cette étude qui consiste à déterminer l'état des caractéristiques physicochimiques et microbiologiques des eaux pour conclure sur leur potabilité. Ainsi sur le plan physicochimique la détermination de l'IQE révèle que 90% des échantillons présentent des eaux d'excellente qualité, les 10% étant de mauvaise qualité. Sur le plan microbiologique 60% des échantillons présentent des coliformes totaux dont 40% des échantillons ont un taux inférieur à 100 UFC et les 20% des échantillons disposent d'un taux supérieur à 100 UFC. A cela il faut ajouter que 50% des échantillons présentent des coliformes fécaux dont 30% des échantillons ont un taux inférieur à 100 UFC et les 20% des échantillons disposent d'un taux supérieur à 100 UFC. La détermination de l'IQM révèle que 20% des échantillons présentent un IQM faible confirmant ainsi la présence d'une contamination fécale et le degré de pollution révélé par les paramètres microbiologiques. Ainsi chez 50% des producteurs, les eaux en sachet produites sont de très mauvaise qualité car la norme OMS recommande zéro coliforme fécal dans une eau de consommation, ce qui rendrait ces eaux impropres à la consommation humaine.

Mots clés : Eau en sachet, paramètres physicochimiques et microbiologiques, IQE, IQM, commune de Diffa au Niger

Quality assessment of water in bags sold in the municipality of Diffa, Niger

Abstract

Nowadays, for the sake of convenience, both urban and rural populations frequently consume water sold in sachets, commonly known as "Pure Water." Although widely used, this water sometimes presents quality issues regarding both physicochemical and microbiological parameters. Indeed, the vast majority of this water comes from boreholes drilled by the producers themselves, with no quality monitoring in place. This study was conducted against this backdrop to assess the physicochemical and microbiological characteristics of the water and determine its potability. Physicochemical analysis using the Water Quality Index (WQI) revealed that 90% of the samples were of excellent quality, while 10% were of poor quality. Microbiologically, 60% of the samples contained total coliforms: 40% showed levels below 100 CFU, and 20% showed levels above 100 CFU. Additionally, 50% of the samples contained fecal coliforms, with 30% showing levels below 100 CFU and 20% showing levels above 100 CFU. The Microbiological Quality Index (MQI) analysis showed that 20% of the samples had a poor MQI rating, confirming the presence of fecal contamination and the level of pollution indicated by the microbiological parameters. Consequently, the water produced by 50% of the manufacturers is of very poor quality; since WHO standards recommend zero fecal coliforms in drinking water, this renders the water unfit for human consumption.

Keywords: Water in bags, physicochemical and microbiological parameters, WQI, MQI, municipality of Diffa in Niger

¹ Corresponding author : sirete2000@yahoo.fr

1. INTRODUCTION

L'eau est une ressource rare, partagée par toute l'humanité[1]. Dans la plupart des pays en développement l'accès à l'eau potable reste au centre des problèmes de santé publique[2]. Au Niger, l'accès à l'eau potable reste un souci majeur pour la population et le politique. Cependant, la couverture en eaux des populations demeure toujours faible[3].

Cette situation a conduit le Niger à l'instar des pays voisins à la commercialisation de l'eau par les secteurs privés dans le but de répondre aux besoins des ménages sans cesse croissant. C'est dans ce contexte que la vente d'eau par les fontainiers ainsi que la vente d'eau conditionnée en sachet communément appelée "Pure Water" ont vu le jour[3]. Ces eaux ont capté l'attention des consommateurs du fait de leur prix accessible, de leur facile disponibilité et du fait que le public pense que leur qualité est meilleure. Aujourd'hui une bonne partie de la population nigérienne utilise cette eau pour la boisson[3].

Mais de plus en plus, la qualité de cette eau est sujette à de multiples interrogations dont entre autres sa conformité aux normes de potabilité. Or l'usage d'une eau en sachet de faible qualité comme boisson peut causer aux populations des maladies hydriques[4].

En effet plusieurs études ont relevé la pollution des eaux par les microorganismes dont entre autres celles de Benajiba *et al.* [5] Soncy *et al.* [6], Hounsino *et al.* [7], Zerhouni *et al.* [8] et Issa. [9], mais aussi qui ont rapporté une contamination des eaux due à la présence de Coliformes totaux et de Coliformes thermotolérants ([9];[10]). D'après l'Organisation Mondiale de la Santé près de 500 millions d'individus subissent des maladies infectieuses d'origine hydrique, dont les 20 millions succombent, ce qui place au monde la qualité microbiologique de l'eau au premier rang des préoccupations de santé publique ([11]; [12]; [13];[9]).

Il apparaît clairement que les aspects qualitatif et hygiénique des eaux sont alors placés au second rang par certains producteurs et quelque fois ils ne sont même pas considérés.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre étude qui consiste à faire un état des lieux sur les qualités physicochimiques et microbiologiques des eaux en sachet produites dans la commune de Diffa au Niger.

2. MATERIEL ET METHODES

Pour le besoin de l'étude nous avons sélectionné dix (10) producteurs qui desservent la commune de Diffa. La figure 1 nous donne la répartition des différents producteurs de "pure water" retenus et dont les eaux ont été échantillonnées pour cette étude.

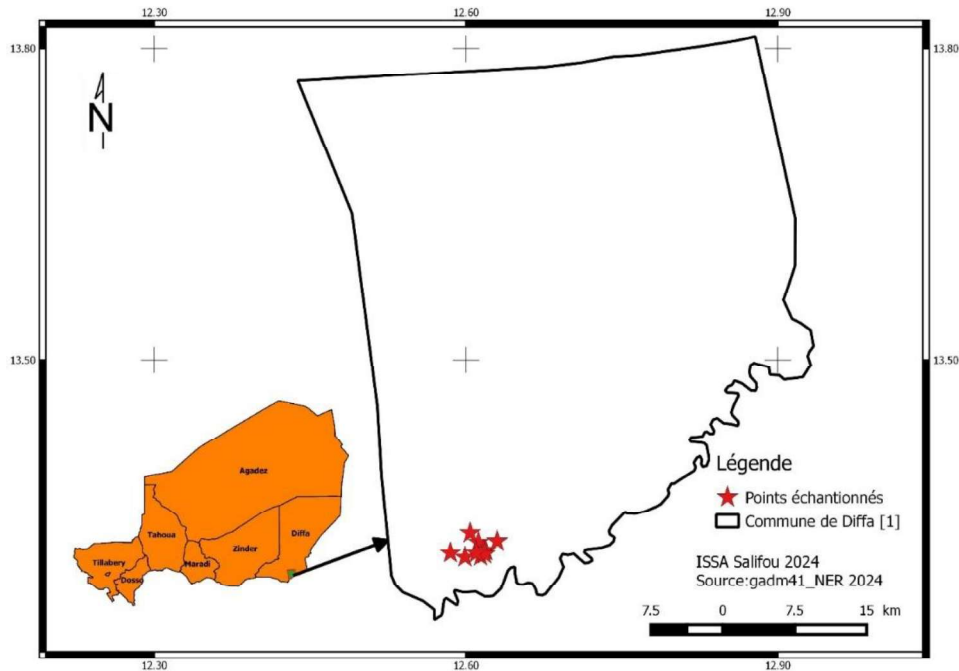


Figure 1 : Carte de la localisation géographique des producteurs de Pure water

Au cours de cette étude, les analyses effectuées portent sur les paramètres physicochimiques déterminés par potentiométrie, spectrophotométrie et volumétrie ainsi que les paramètres microbiologiques déterminés par la méthode de colimétrie sur membrane filtrante.

Le logiciel de diagramme est utilisé pour déterminer le faciès chimique des eaux. Les méthodes de traitement de données portent d'une part sur l'indice de la qualité de l'eau et d'autre part sur l'indication de la contamination fécale (Bovesse et Depelchin. 1980), appelée aussi indice de la qualité microbiologique (IQM).

La détermination de l'Indice de la Qualité de l'Eau (IQE) a été faite à partir de certains paramètres physiques et chimiques selon l'équation suivante :

$$IQE = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i \cdot W_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

Avec :

Q_i : échelle d'évaluation de la qualité de chaque paramètre ;

W_i : le poids de chaque paramètre selon son importance relative dans la qualité des eaux de boisson.

Ainsi selon la valeur de l'IQE obtenue, les classes de qualité des eaux et leurs différents usages possibles sont définies conformément au Tableau 1.

Tableau 1: Variation de la qualité de l'eau selon son indice de qualité arithmétique pondérée (IQE).

Classe d'IQE	Type d'eau	Usage possible
0-25	Excellente qualité	Eau potable, irrigation et industrie
26-50	Bonne qualité	Eau potable, irrigation et industrie
51-75	Mauvaise qualité	Irrigation et industrie
76-100	Très Mauvaise qualité	Irrigation
>100	Eau non potable	Traitement approprié requis avant utilisation

L'indice de la qualité microbiologique (IQM) se calcule à partir des concentrations de l'eau en coliformes totaux et fécaux et ou E-coli.

Cinq (5) classes de concentrations sont définies pour chacun de ces paramètres (tableau 2). Cet indice est la moyenne des numéros des classes de chaque paramètre. Le niveau de pollution est donné selon cinq (5) classes de qualité (tableau 3) qui correspondent aux couleurs standards (figure 2).

Pollution nulle
Pollution faible
Pollution modérée
Pollution forte
Pollution très forte

Figure 2 : Classes de qualité correspondant aux couleurs standards.

Tableau 2 : Classes de qualité correspondant aux différents paramètres.

Classes	Bactéries Totales/ml	Coliformes fécaux/ml	Streptocoques fécaux/ml
5	< 2 000	< 100	< 5
4	2 000 – 9 000	100 -500	5 – 10
3	9 000 – 45 000	500 – 2 500	10 – 50
2	45 000 – 360 000	2 500 – 20 000	50 – 500
1	> 360 000	> 20 000	> 500

Tableau 3 : Classification des paramètres pollués selon cinq classes de qualité (IQM).

IQM	Contamination fécale
4,3 – 5,0	Nulle
3,5 – 4,2	Faible
2,7 – 3,4	Modérée
1,9 – 2,6	Forte
1,0 – 1,8	Très forte

Les méthodes de traitement des données sont basées sur une représentation graphique de la variation des paramètres analysés sur ces eaux.

Les logiciels qgis 3.12 et Microsoft Excel ont conduit à la réalisation de cartes de localisation et de spatialisations des paramètres mesurés sur ces eaux et de l'indice de la qualité microbiologique (IQM).

3. RESULTATS ET DISCUSSION

Ci-dessous, nous présentons le résultat des analyses physicochimiques et microbiologiques. Le traitement des résultats physicochimiques par le logiciel de diagramme ainsi que les valeurs calculées de l'indice de la qualité de l'eau à partir du résultat des analyses physicochimiques et de l'indice de la qualité microbiologique des eaux à partir des résultats des analyses microbiologiques des eaux échantillonnées au niveau des différents producteurs. A partir des résultats des analyses physicochimiques (tableau 3) nous parvenons au digramme de piper (figure3).

Tableau 3 : Paramètres physicochimiques des eaux

Producteur	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃	NO ₂	Na ⁺	K ⁺	Fe tot.
P1	0,21	0,08	0,01	0	0,7	2,5	0,24
P2	0,24	0,63	0,01	0	0,48	0,1	0
P3	0,18	0,27	0	0	0,43	0,31	0
P4	0,45	0,15	0,01	0	0,96	0,1	0
P5	0,25	0	0	0	0,3	0,08	0
P6	0,39	0	0,02	0	0,39	0,08	0
P7	0,34	0,44	0,01	0	1,74	0,08	0
P8	0,31	0,29	0,01	0	0,57	0,08	0
P9	0,38	0,56	0	0,04	0,48	0,09	0
P10	0,17	0	0,01	0	0,7	0,11	0

Tableau 3 suite

Producteur	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃	pH	cond (CE)
P1	25,6	8,26	2,96	7,86	330
P2	1,37	0,16	1,6	8,04	440
P3	0,8	6,56	2	7,76	300
P4	1,88	0,77	4	8	340
P5	0,5	0,17	1,2	8,14	310
P6	0,86	0,26	1,6	8	300
P7	0,6	0,04	2,4	6,92	180
P8	0,95	0,11	1,6	7,24	190
P9	1,2	0,51	1,74	7,93	130
P10	1,56	0,04	2,9	8,37	370

Sur le plan physicochimique les paramètres mesurés sur ces eaux répondent aux normes fixées par l'OMS pour une eau de consommation.

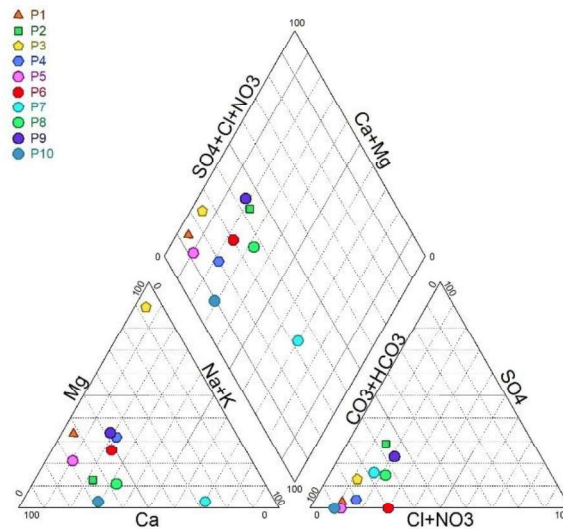


Figure 3 : Faciès des eaux

L'analyse du diagramme de piper nous révèle deux types de faciès, 90% des eaux échantillonnées présente un faciès bicarbonaté calcique et les 10% présente un faciès bicarbonaté sodique potassique.

Le tableau 4 présente les indices de la qualité des eaux. Il ressort de ces résultats que chez 90% des producteurs les eaux sont de qualité excellente et chez 10% cette qualité est mauvaise.

Le tableau 4 : Indice de la qualité des eaux

Nom	IQE
P1	70,7549655
P2	2,30045846
P3	2,32061186
P4	2,29796679
P5	2,35655536
P6	2,28337765
P7	1,9757587
P8	2,06621023
P9	2,38003573
P10	2,39488155

La répartition des paramètres microbiologiques est donnée par les figures 4 et 5.

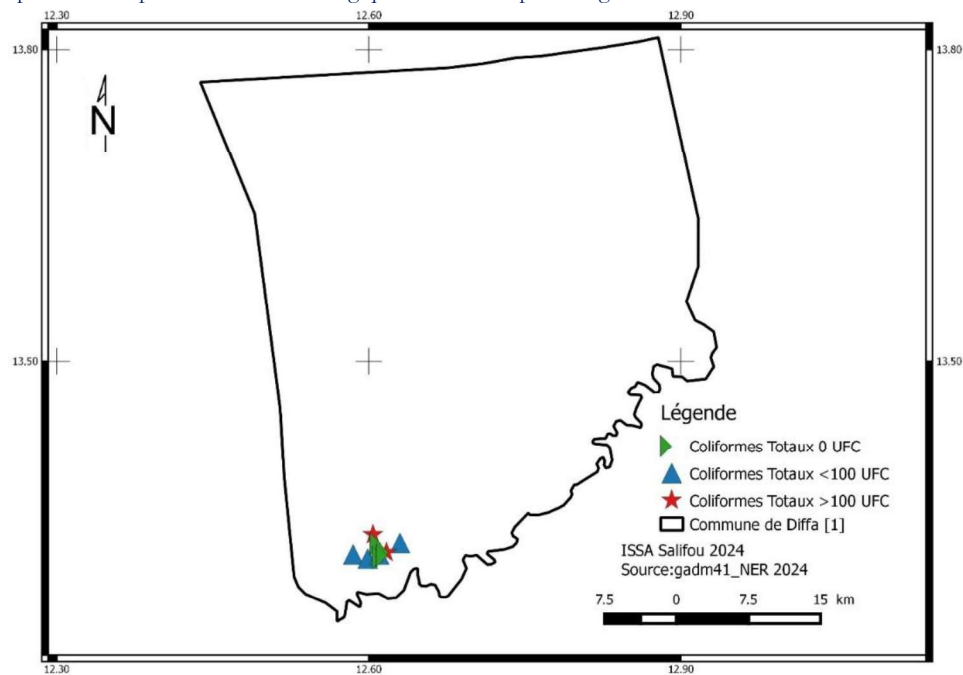


Figure 4 : Carte de la variation des coliformes totaux

La détermination des coliformes totaux sur ces eaux a révélé une absence de ce paramètre sur 40% des échantillons, avec un taux inférieur à 100 UFC sur 40% des échantillons et un taux supérieur à 100 UFC sur les 20%. Nos résultats sont respectivement largement supérieurs à ceux Dieng *et al.* [10] qui ont enregistré 15% de coliformes totaux sur les échantillons d'eau de boisson conditionnés en sachet vendues dans la région de Dakar

au Sénégal et ceux de Soncy *et al.* [6] qui ont observé une présence de coliformes totaux sur 26,72% des échantillons d'eau de forages de Lomé au Togo, mais restent respectivement inférieurs à ceux de Soumaré [14] qui a relevé la présence de coliformes totaux sur 73% des échantillons d'eau de boisson vendues sur la voie publique à Dakar, de Zerhouni *et al.* [8] qui ont enregistré sur les eaux souterraines périurbaines de la ville de Sebaa Ayoun (Meknes, Maroc) une présence de coliformes sur 88,88% de l'échantillon total et de Benajiba *et al.* [5] qui ont relevé sur les eaux de la nappe phréatique de Martil au Maroc une présence de coliformes totaux sur l'ensemble des ouvrages.

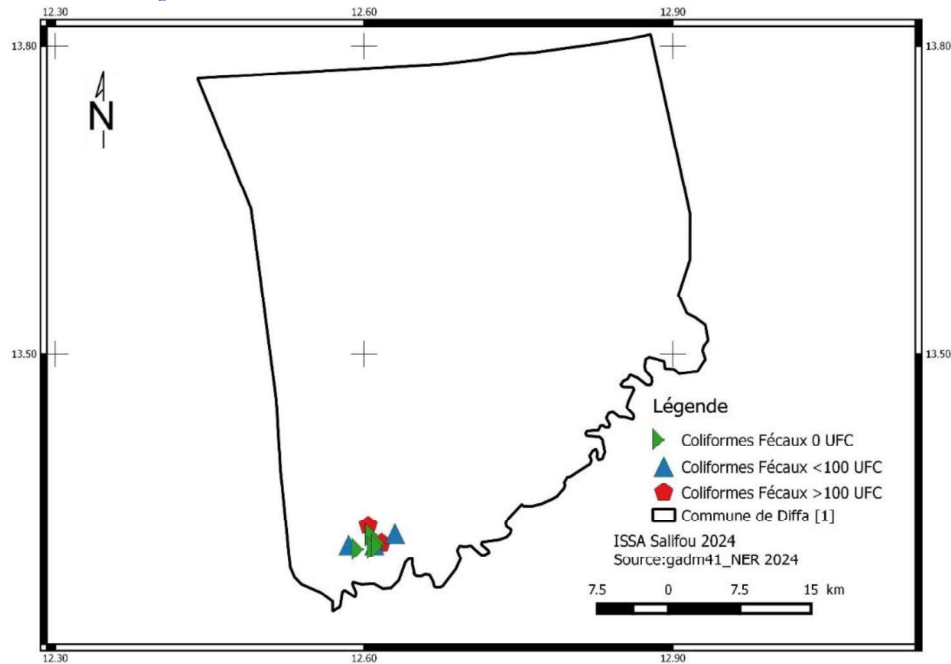


Figure 5 : Carte de la variation des coliformes fécaux

La détermination des coliformes fécaux sur ces eaux nous a révélé une absence de ce paramètre sur 50% des échantillons, avec un taux inférieur à 100 UFC sur 30% des échantillons et un taux supérieur à 100 UFC sur les 20%. Nos résultats sont supérieurs à ceux de Diop [15] qui a observé la présence de coliformes thermo tolérants sur les eaux de boisson conditionnées en sachet et vendues sur la voie publique dans la région de Dakar sur 30% des échantillons. Cependant ils se rapprochent de ceux de Soumaré [14] qui a observé la présence de coliformes fécaux sur 56% des échantillons des eaux de boisson vendues sur la voie publique à Dakar. Ils restent néanmoins inférieurs à ceux de Zerhouni *et al.* [8] qui ont travaillé sur les eaux souterraines périurbaines de la ville de Sebaa Ayoun (Meknes, Maroc) avec une présence sur 77,77% de l'échantillon total et de Benajiba *et al.* [5] qui ont travaillé sur les eaux de la nappe phréatique de Martil au Maroc avec une présence de 96,66% de coliformes fécaux sur l'ensemble des ouvrages.

L'interprétation des valeurs de l'indice de la qualité microbiologique (IQM) indique le niveau de la contamination fécale observé des eaux (figure 6).

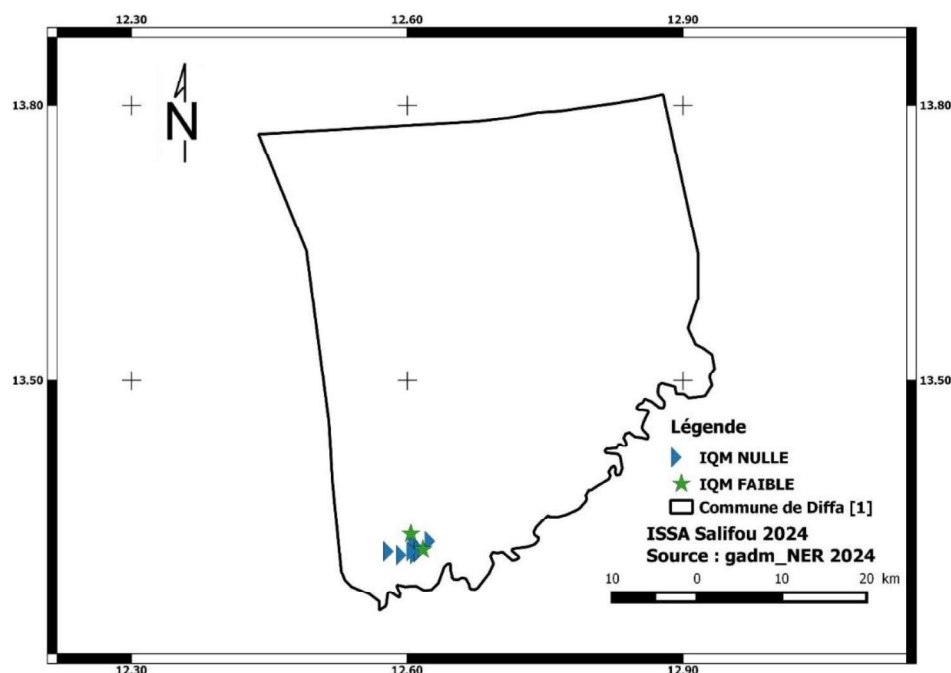


Figure 6 : Carte de la répartition de l'IQM

La figure 6 nous révèle que chez 80% des producteurs l'indice de la qualité microbiologique est compris entre $4,3 < IQM < 5$ ce qui veut dire que la contamination fécale est nulle chez ces producteurs. D'où une conservation de la qualité microbiologique de l'eau chez ces derniers. Chez 20% des producteurs l'indice de la qualité microbiologique est compris entre $4,2 < IQM < 3,5$ ce qui veut dire que la contamination fécale est faible chez ces producteurs. D'où une détérioration de la qualité microbiologique de l'eau chez ces derniers. Ces résultats sont inférieurs à ceux de Hounsou *et al.* [7] qui ont observé un IQM faible en saison sèche comme en saison des pluies sur l'ensemble des forages de la commune d'Abomey-Calavi au Bénin. Cependant ces résultats restent supérieurs à ceux de Issa *et al.* [16] qui ont observé un IQM nulle sur les eaux de forage de Belbedji au Niger.

CONCLUSION

A l'issue de cette étude les eaux produites par les différents producteurs révèlent deux types de faciès autour d'un seul anion dont des faciès de type bicarbonaté calcique et des faciès de type bicarbonaté sodique potassique. Sur le plan physicochimique ces eaux restent conformes aux normes de potabilité cependant le calcul de l'IQE révèle une faible proportion d'eau de mauvaise qualité. Sur le plan microbiologique 60% des échantillons présentent des coliformes totaux alors qu'il est observé des coliformes fécaux sur 50% des échantillons. La détermination de l'indice de la qualité microbiologique a révélé à un IQM faible sur 20% des échantillons ce qui dénote d'une contamination fécale de ces eaux signe d'une détérioration majeure de la qualité des eaux. Ainsi microbiologiquement la moitié des échantillons retenus n'est pas potable.

Une enquête sociologique couplée à des analyses qualitatives des eaux sur les processus de production des eaux en sachet permettra de mieux discriminer l'origine de la pollution.

Références

- [1] S. Issa, A. Alassane, A. Zanguina, I. Natatou, M. Boukari, D. Sohounhloue, D. Mama, Hydrogeochemical Characterization of Continental Inter calary, Terminal, the Base and the Korama Aquifers Groundwater Found in five local Governments in the Zinder region in the Republic of Niger, Research Journal of Chemical & Environmental Sciences, 3(2015), 9-16.
- [2] M. B. Hounsou, E. K. Agbossou, B. Ahamide, I. Akponikpe, Qualité bactériologique de l'eau du bassin de l'Ouémé: Cas des coliformes totaux et fécaux dans les retenues d'eau de l'Okpara, de Djougou et de Savalou au

- Bénin, International Journal of Biological and Chemical Sciences, 4(2010) 377-390. <https://doi.org/10.4314/Ijbc.v4i2.58128>
- [3] B. M. Sahirou, M. S. Laouali, A. A. Mahamane, H. H. Adamou, H. Amadou, A. S. Manzola, B. G. Hassane, Evaluation de la qualité des "pure water" vendues à Niamey (Niger), Int. J. Biol. Chem. Sci. 14(9) (2020), 3412-3427. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbc.v14i9.35>
- [4] O. L. R. Akiyo, Consommation de l'eau en sachet et ses effets socio-environnementaux dans la Commune de Parakou, Int. J. Biol. Chem. Sci. 11(4) (2017), 1727-1740. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbc.v11i4.25>.
- [5] M. H. Benajiba, Y. Saoud, A. Lamribah, M. Ahrikat, N. Amajoud, O. Ouled-Zian, Evaluation de la qualité microbienne des eaux de la nappe phréatique de Martil au Maroc, Revue des Sciences de l'Eau 26 (3) (2013), 223-233.
- [6] K. Soncy, B. Djeri, K. Anani, M. Eklou-Lawson, Y. Adjrah, D. S. Karou, Y. Ameyapoh, C. De Souza, Évaluation de la qualité bactériologique des eaux de puits et de forage à Lomé, Togo, Journal of Applied Biosciences 91 (2015), 8464 – 8469.
- [7] D. Mama, F. Dovonou, A. Alasane, Seasonal evolution of the quality microbiological of the natural waters in the township of Abomey-Calavi (South Benin), British Journal of Earth Sciences Research 3(1) (2015), 30-41.
- [8] J. Zerhouni, F. F. Rhazi, A. Aboulkacem, Qualité et facteurs de risque de pollution des eaux souterraines périurbaines de la ville de Sebba Ayoun (Meknes, Maroc), Larhyss Journal 22 (2015), 91-107.
- [9] S. Issa, Valorisation d'un matériau local (une argile de Kolmé dans le Liptako) dans le traitement des eaux souterraines à forte teneur en ions fluorures et état bactériologique de l'eau de la collecte au point de stockage dans la région de Zinder au Niger, Thèse de Doctorat Unique, Université d'Abomey Calavi, 2019.
- [10] M. Dieng, J. Kindossi, N. Diop, M. Mbengue, Qualité Des Eaux De Boisson Conditionnées En Sachet Vendues Dans La Région De Dakar Au Sénégal European Scientific Journal, ESJ, 17(21) (2021), 104-114. <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n21p104>
- [11] C. A. P. Gantzer, J. M. Audic, L. Schwartzbrod, Detection of Infectious Enteroviruses, Enterovirus Genomes, Somatic Coliphages, and Bacteroides fragilis Phages in Treated Wastewater, Applied and Environmental Microbiology, 64 (1998), 4307- 4312.
- [12] ONU, L'eau une responsabilité partagée, 2ème Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau, 2007. http://www.unesco.org/water/wwap/index_fr.shtml 797 S.
- [13] Constantin, M. Leroux, R. Amable, M.-C. Mesnardrobbe, A. Rimbault, C. L'eau en capitale, Paris Info.
- [14] I. G. SOUMARE, Contribution à l'étude de la qualité hygiénique des eaux de boisson vendues sur la voie publique, Th : Méd. vet : Dakar, 1997.
- [15] C. I. K. DIOP, Etude de la qualité microbiologique des eaux de boisson conditionnées en sachet et vendues sur la voie publique dans la région de Dakar. Mémoire de diplôme d'études approfondies de productions animales, Université Cheikh Anta Diop, 2006.
- [16] S. Issa, D. Mama, A. Zanguina, I. Natatou, M. Boukari, D. Sohounhloué, Study of Microbiological Quality along the Water Chain in Belbedji in the Republic of Niger, Journal of Environmental Protection, 8 (2017). 787-798. <https://doi.org/10.4236/jep.2017.87049>