

## QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE ET BACTERIO DES EAUX DE CONSOMMATION A BOGUEDIA DE 2014 A 2018

### Auteurs

BAKAYOKO AB<sup>1</sup>,  
GBAGBO TG<sup>1</sup>,  
KPAIBE SA<sup>1</sup>,  
CLAON JS<sup>2</sup>,  
SACKOU KJ<sup>2,4</sup>,  
AMIN NC<sup>1,3</sup>,  
KOUADIO L<sup>1,2</sup>.

### Services

1- Institut National d'Hygiène Publique, Abidjan, Côte d'Ivoire  
2- Département de Santé Publique, Hydrologie et Toxicologie, UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan  
3- Département de Chimie Analytique Bromatologie, Chimie générale, Chimie Minérale, UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan  
4- Institut National de Santé Publique, Abidjan, Côte d'Ivoire

### Correspondance

BAKAYOKO A. BEDOU  
BP V14 Abidjan Email:  
[bakibou72@yahoo.fr](mailto:bakibou72@yahoo.fr)

### RÉSUMÉ

Une étude rétrospective à partir des données de surveillance sanitaire de la qualité des eaux de consommation à Boguédia de 2014 à 2018, a été réalisée. L'objectif de ce travail était de faire le bilan de la qualité des eaux de consommation de cette localité. Le contrôle de la qualité des eaux a porté sur 28 échantillons pour l'eau d'adduction publique et 6 échantillons d'eau de puits, forage et marigot. Sur ces échantillons, 16 paramètres physico-chimiques et 3 paramètres microbiologiques ont été analysés pour l'eau d'adduction. Les fluorures ont été dosés pour les autres sources d'eau. Les résultats des analyses d'échantillons d'eau d'adduction publique ont révélé que 100% des échantillons étaient non conformes en référence aux directives de potabilité de l'OMS. Les non-conformités portaient sur les fluorures (100%), le chlore résiduel (75%), la turbidité (28,6%) et le pH (10,7%). Au plan microbiologique, 7,14% des échantillons étaient positifs à la recherche de coliformes totaux et d'*E. coli*. Le dosage des fluorures dans les forages et les puits a mis en évidence des concentrations maximales en fluorures respectivement de 4,5 mg/L et 2,5 mg/L.

Des investigations complémentaires sont nécessaires pour déterminer l'origine des fluorures dans ces eaux et leurs effets sur la santé.

**Mots-clés :** Eaux de consommation; Contrôle qualité; Fluorures; Boguédia

### PHYSICOCHEMICAL AND BACTERIOLOGICAL QUALITY OF DRINKING WATER AT BOGUEDIA FROM 2014 TO 2018

### SUMMARY

A retrospective study based on a database of health monitoring for the quality of drinking water in Boguedia was carried out from 2014 to 2018. The aim of this work was to take stock of the quality of drinking water in this locality. Quality control of water covered 28 samples from public supply water and 6 samples of water from wells, boreholes and backwaters. On these samples, sixteen physicochemical parameters and 3 microbiological parameters were analysed for water adduction. Fluorides were measured for other water sources. Result analyses of samples from public water supply revealed that 100% of the samples did not comply with the WHO guidelines concerning

*drinking water. Non-conformities concerned fluorides (100%), residual chlorine (75%), turbidity (28, 6%) and pH (10, 7%). According to microbiology assays, 7, 14% of the samples were positive for total coliforms and E. coli. The fluoride assay in the boreholes and wells revealed maximum fluoride concentrations of 4, 5 mg/L and 2, 5 mg/L, respectively. Because of excessive amounts of fluorides in the locality's groundwater, further investigations are necessary to determine their origin and their effects on people's health.*

**Keywords:** *Drinking water; quality control; fluorides; Boguédia*

## **INTRODUCTION**

Dans le monde, la mauvaise qualité de l'eau constitue encore une forte menace de santé publique. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime que 80% des maladies affectant la population mondiale sont directement associées à la qualité de l'eau [OMS, 2004]. Chaque année, les maladies diarrhéiques sont responsables du décès de 1,8 millions de personnes par an (dont 90% sont des enfants de moins de 5 ans). Ces décès sont attribuables dans 98% des cas, à une insuffisance de la qualité de l'eau de consommation associée à de mauvaises conditions d'assainissement [OMS 2011]. Il est donc admis que l'accès à une eau en quantité et en qualité satisfaisantes peut avoir un bénéfice tangible pour la santé [Cutler D, 2005]. Ainsi, l'Objectif de Développement Durable 6 vise à garantir l'accès de tous à l'eau et à l'assainissement et gérer les ressources en eau de façon durable [OMS,2015]. Conformément à cette vision, la Côte d'Ivoire a déployé d'importants efforts pour l'approvisionnement en eau potable des communautés aussi bien en milieu urbain que rural [Diabagaté A,2016]. Les investissements consentis par l'Etat ont permis à 81% de la population d'avoir accès à l'eau potable (Kouamé A, 2019). Cependant, la présence d'infrastructures d'alimentation en eau potable n'est pas systématiquement une garantie de la qualité de l'eau qui en résulte [Bain R,2014]. Des épidémies en rapport avec une contamination de l'eau des réseaux d'adduction publique ont été rapportées dans la littérature [Montandon,1998].

Une épidémie ayant occasionné 500 décès en Zambie était due à une contamination du réseau d'adduction par l'eau usée à la suite d'une défaillance du système d'assainissement et une détérioration des infrastructures d'alimentation en eau potable [Bousquet A,2004]. Par ailleurs, une étude réalisée sur le réseau ivoirien d'adduction en eau potable a mis en évidence des risques sanitaires liés à la présence d'*Escherichia coli* [Amin N,2008]. Dès lors, la surveillance de l'eau de boisson est primordiale pour garantir la qualité hygiénique de l'eau et assurer la sécurité des consommateurs. Ce travail s'inscrit dans le cadre des missions de surveillance sanitaire dévolues au Ministère en charge de la Santé, à travers l'Institut National d'Hygiène Publique (INHP) ; avec pour objectif d'analyser des paramètres de qualité des eaux de consommation mesurés de 2014 à 2018 dans une localité du Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire.

## **METHODES**

### **Cadre de l'étude**

Boguédia est une sous-préfecture du département d'Issia dans la région du Haut-Sassandra, avec pour Chef-lieu de région Daloa, au centre-ouest de la Côte d'Ivoire. Elle

est comprise dans le degré carré de la ville de Daloa dont les coordonnées géographiques sont 6° et 7° Nord et 6° et 7° Ouest (Figure 1). Elle bénéficie d'un climat tropical de type Attiéen, avec deux (02) saisons de pluies et deux (02) saisons sèches. La population était estimée à 20943 habitants au dernier recensement [RGPH, 2014]. Sur le plan sanitaire, la localité dépend du district sanitaire d'Issia ; elle dispose d'un Centre de Santé Urbain (CSU) dirigé par un Médecin-Chef. Ce centre comprend un dispensaire et une maternité couvrant une population d'environ 22 000 habitants. Les données épidémiologiques de la localité sont dominées par les infections respiratoires aiguës, le paludisme et les maladies diarrhéiques avec des incidences annuelles respectives de 630‰, 300‰ et 93‰, en particulier chez les enfants de moins de 5 ans. En matière d'hydraulique, sur les 18 villages de la localité, seulement sept sont dotés de forages [Kouamé A,2019]. Le Chef-lieu de Sous-préfecture de Boguédia et le village de Liga bénéficient d'un réseau d'adduction d'eau potable [Rezo-Ivoire.net,2019].

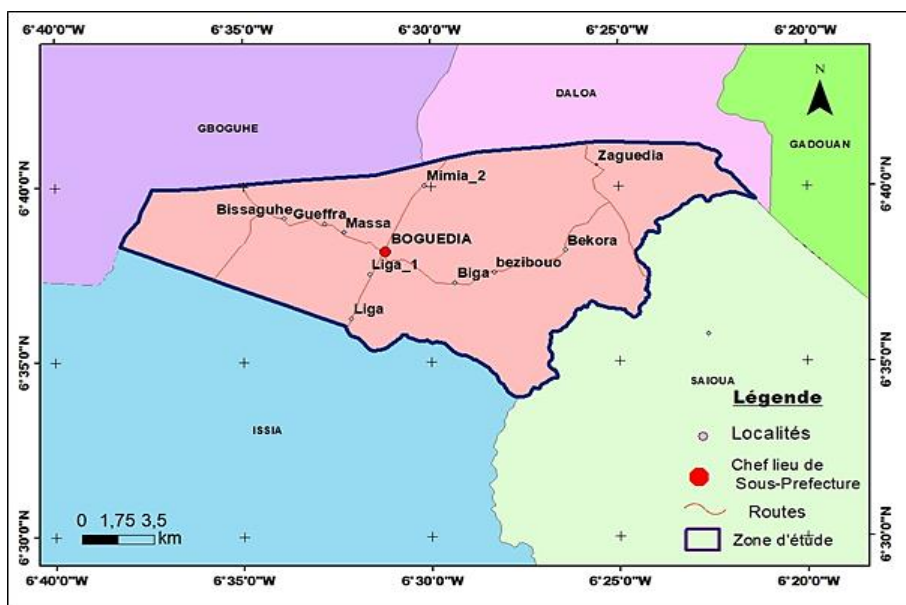


Figure 1 : Présentation de la zone d'étude [Kouamé A, 2019]

### Type et période d'étude

L'approche méthodologique a reposé sur une étude rétrospective descriptive transversale portant sur les données du contrôle de la qualité de l'eau de 2014 à 2018.

### Matériel d'étude

La base documentaire a été constituée à partir des données issues du contrôle de la qualité de l'eau d'adduction publique de 2014 à 2018, d'une part et de l'eau des autres sources utilisées par la population en 2016, d'autre part.

### Recueil des données

Les données du contrôle de la qualité de l'eau d'adduction : les paramètres physico-

chimiques comprenaient le pH, les nitrates, les nitrites, l'ammonium, la matière organique, les chlorures, le chlore résiduel, l'aluminium, le fer, les fluorures, le manganèse, le degré hydrotimétrique (DHT), le titre alcalimétrique complet (TAC). Les paramètres microbiologiques étaient constitués par les coliformes totaux (CT), les coliformes thermotolérants (CTT), *E. coli*, les streptocoques fécaux et les spores de clostridies. Les données du contrôle de la qualité de l'eau des autres sources d'eau : des prélèvements complémentaires ont été réalisés et ont porté sur le forage servant de point de captage pour l'eau d'adduction publique, trois puits, un forage surmonté d'une pompe à motricité humaine et un marigot. Pour ces sources d'eau, seuls les fluorures ont été dosés.

### **Traitement et analyse des données**

La conformité des paramètres physico-chimiques et bactériologiques a été analysée par rapport aux directives de potabilité de l'eau proposées par l'OMS [OMS,2011]. Un échantillon d'eau a été déclaré non conforme lorsqu'au moins un des paramètres physicochimiques ou bactériologiques analysés n'était pas conforme à la directive. L'analyse statistique des données a été effectuée à l'aide du logiciel Excel version 2013 qui a permis de réaliser une statistique descriptive des résultats des analyses physico-chimiques et microbiologiques. Des pourcentages de non-conformité et des moyennes des paramètres ont été calculés. Pour déterminer l'origine des concentrations observées, et pour évaluer l'effet de l'environnement sur la qualité des eaux, nous avons utilisé une Analyse en Composantes Principales (ACP) qui permet de transformer les variables quantitatives initiales, toutes corrélées entre elles, en nouvelles variables quantitatives, non corrélées, appelées composantes principales [Devis JC,1986]. C'est une méthode largement utilisée pour interpréter les données hydrochimiques [Domenico P,1998].

### **RESULTATS**

De 2014 à 2018, le nombre d'échantillons d'eau prévu par l'INHP était de 20, soit 53,3% du nombre d'échantillons recommandés dans les directives de potabilité de l'OMS, en fonction de la taille de la population. Deux campagnes de prélèvement supplémentaires inopinées ont été réalisées en 2016 et 2018 portant le nombre d'échantillons à 28 sur les 5 années. L'analyse de la qualité de l'eau d'adduction a montré que 100% des échantillons étaient non conformes aux directives de potabilité de l'OMS (Tableau I).

Ces non-conformités portaient sur les fluorures (100%), le chlore résiduel (75%), la turbidité (28,57%), et le pH (10,71%). Le nombre de paramètres physico-chimiques à l'origine de la non-conformité de l'échantillon était unique dans 3,13%, double dans 53,1% et triple dans 40,6% des cas. Au plan microbiologique, sur les 28 échantillons analysés, 7,14% (n=2) étaient positifs à la recherche de coliformes totaux, de coliformes thermotolérants et d'*E. coli* en 2014 et en 2015. Aucune contamination aux streptocoques fécaux ni aux spores de clostridies n'a été observée sur l'ensemble de la période d'étude (Tableau I).

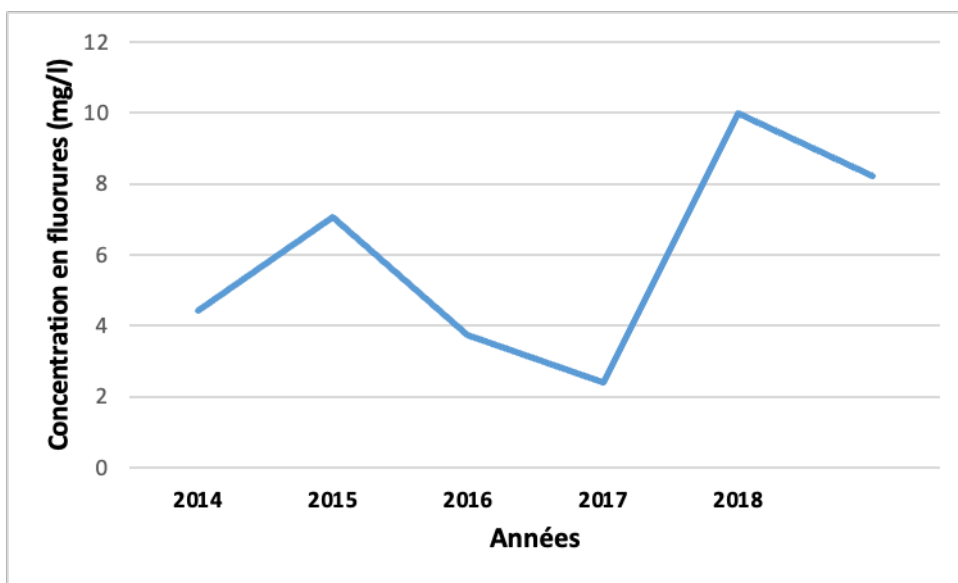
**Tableau I :** Teneur moyenne des paramètres physico-chimiques et bactériologiques de l'eau d'adduction publique de la ville de Boguédia de 2014 à 2018

	2014 (n= 4)	2015 (n= 4)	2016 (n= 8)	2017 (n= 4)	2018 (n= 8)	Directives OMS
Couleur ( <b>UVC</b> )	05	05	05	10	18,75	<b>15</b>
Turbidité ( <b>UNT</b> )	0,40	0,60	1,15	0,40	2,60	<b>1</b>
Minéralisation ( <b>mg/L</b> )	174,7	143,0	136,7	137,7	103,4	<b>1000</b>
Température ( <b>°C</b> )	28,8	28,6	28,8	29,4	24,8	---
pH	6,80	6,45	7,35	6,9	6,23	<b>6,5-8,5</b>
Nitrates ( <b>mg/L</b> )	1,99	1,39	0,65	1,20	0,54	<b>50,0</b>
Nitrites ( <b>mg/L</b> )	0,015	0,078	0,19	0,24	0,14	<b>0,1</b>
Ammonium ( <b>mg/L</b> )	0,075	0,078	0,19	0,24	0,14	<b>1,5</b>
Matière organique ( <b>mg/L</b> )	0,64	0,045	0,29	0,16	1,76	<b>5,0</b>
Chlorures ( <b>mg/L</b> )	6,88	6,60	7,71	8,03	7,01	<b>250,0</b>
DHT ( <b>mg/L</b> )	66,3	58,8	50,63	80	54,40	<b>500</b>
TAC	120	117,5	96,5	283,75	183,75	---
Chlore résiduel ( <b>mg/L</b> )	0,13	0,61	0,86	1,5	0,93	<b>0,2-1</b>
Fer ( <b>mg/L</b> )	0,19	0,02	0,005	0,15	0,06	0,3
Manganèse ( <b>mg/L</b> )	0,037	0,008	0,009	0,001	0,001	<b>0,1</b>
Aluminium ( <b>mg/L</b> )	0,005	0,01	0,008	0,05	0,010	<b>0,2</b>
Fluorures ( <b>mg/L</b> )	5,005	7,0	3,12	2,38	8,08	<b>1,5</b>
C T ( <b>UFC/100ml</b> )	3	3	0	0	0	<b>0</b>
C Th ( <b>UFC/100ml</b> )	3	3	0	0	0	<b>0</b>
<i>E. coli</i> ( <b>UFC/100ml</b> )	3	3	0	0	0	<b>0</b>
<i>S. faecalis</i> ( <b>UFC/100ml</b> )	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Clostridies ( <b>UFC/50ml</b> )	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Conformité des échantillons	NC	NC	NC	NC	NC	

NC= Non conforme

**Tableau II:** Fréquence de dépassement des paramètres physico-chimiques et bactériologiques dans l'eau d'adduction publique de la ville de Boguédia de 2014 à 2018 (n=28)

Paramètres	Directives OMS 2011	Fréquence absolue	Fréquence relative (%)
Couleur (UCV)	15	01	3,57
Turbidité (UNT)	≤1	08	28,57
pH	6,5-8,5	3	10,71
Chlore résiduel (mg/L)	0,2-1	21	75
Fluorures (mg/L)	≤1,5	28	100
C T (UFC/100ml)	0	2	7,14
C Th (UFC/100ml)	0	2	7,14
<i>E. coli</i> (UFC/100ml)	0	2	7,14



**Figure 2 :** Evolution des teneurs moyennes en fluorures dans l'eau d'adduction de la ville de Boguédia de 2014 à 2018

La teneur en fluorures était élevée sur toute la période d'étude avec des extrêmes de 1,52 et 15 mg/L selon le stade du réseau (entrée, milieu et fin). Cependant, cette élévation n'était pas constante sur l'ensemble de la période. La valeur moyenne la plus élevée a été observée en 2018 avec 8,09 mg/L (Figure 2). Ces fortes teneurs en fluorures sur l'ensemble des points de prélèvement du réseau d'adduction publique ont suscité des investigations complémentaires à travers la mesure des concentrations de fluorures dans d'autres types de ressources en eau en 2016. La figure 3 présente les concentrations en fluorures mesurées dans les échantillons d'eau brute de ces différentes sources d'eau. Ces concentrations confirment la présence de fluorures à des teneurs élevées dans les

eaux souterraines de la localité de Boguédia avec des concentrations allant de 2,05 à 4,5 mg/L selon les sources.

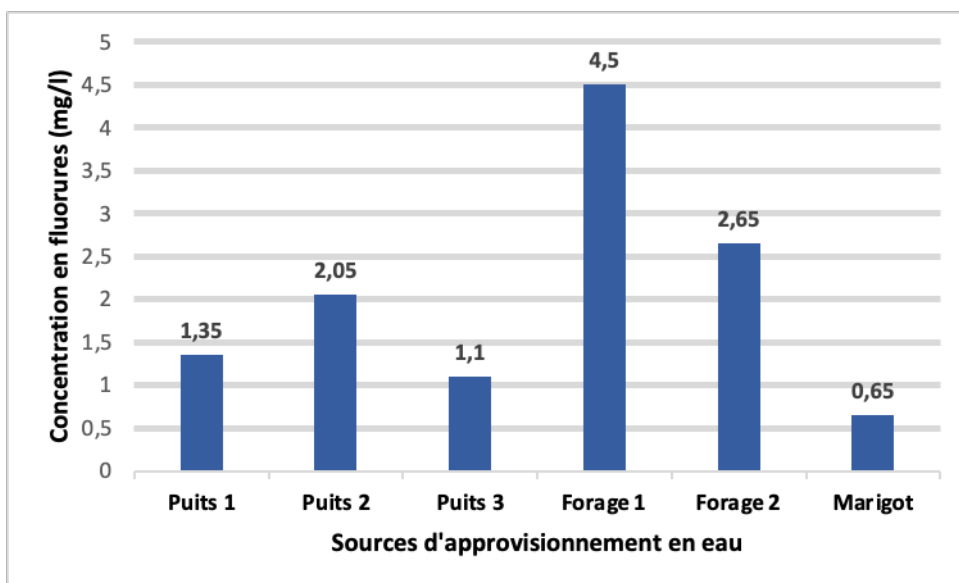


Figure 3: Concentration en fluorures des sources d'eau de la ville de Boguédia en 2016

Les résultats de la caractérisation de l'eau d'adduction publique par l'Analyse en Composantes Principales (ACP) ont montré que les valeurs propres représentent 38,57% de la variance exprimée. Ils peuvent donc permettre d'interpréter les résultats obtenus. L'analyse des plans factoriels (Figure 4) révèle une corrélation entre les paramètres physico-chimiques et microbiologiques des eaux étudiées. Ainsi, le facteur F1 dans les plans factoriels F1-F2 représente 22,38% de la variance totale et il est déterminé par la turbidité, le pH, le nitrate, l'ammonium, le magnésium, la température, *E. coli* et coliformes totaux. Cet axe met en évidence une pollution chimique d'origine anthropique et une pollution microbienne d'origine fécale des eaux. L'axe 2 quant à lui représente 16,19% de la variance totale dans le plan factoriel F1-F2 et est défini par la conductivité, les ions fluorures et les ions chlorures. Ce facteur exprime une minéralisation et une pollution inorganique des eaux.

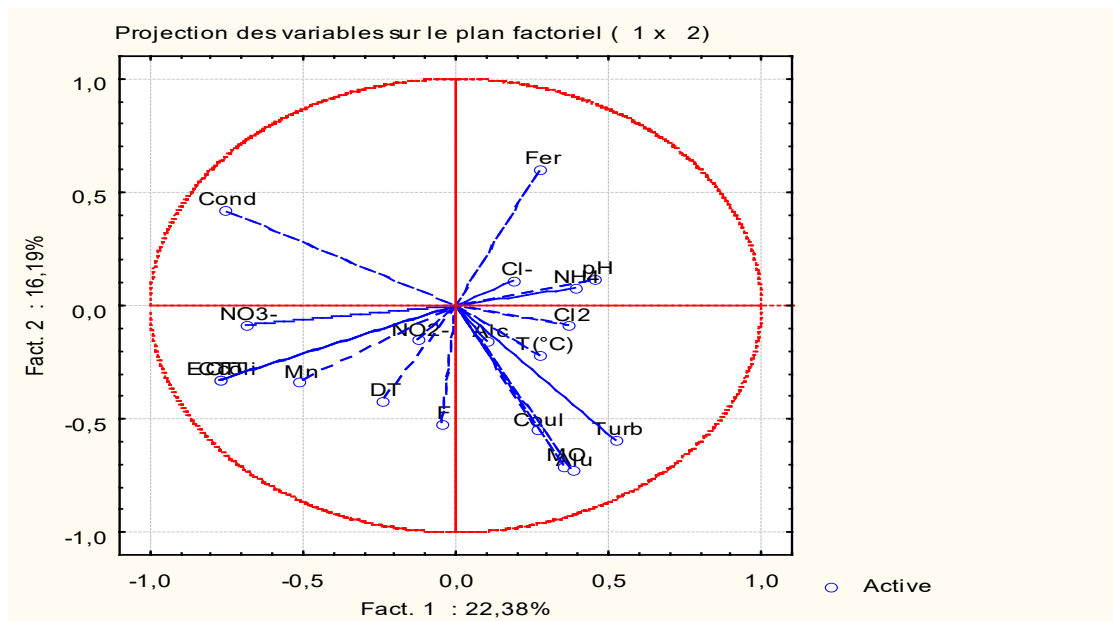


Figure 4 : Projection sur le plan factoriel (1 x 2) des paramètres physico-chimiques et bactériologiques

## DISCUSSION

Le bilan de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de consommation de la ville de Boguédia a été réalisé de 2014 à 2018. Le nombre d'échantillons prélevés sur cette période représente la moitié des effectifs selon les recommandations de l'OMS estimées à partir de la taille des populations [OMS, 1985]. Ce faible niveau des campagnes de prélèvement d'eau sur les réseaux d'adduction des différentes localités est dû à l'insuffisance des moyens logistiques et à la faiblesse du budget de l'INHP [Amin N, 2008]. Cette insuffisance des ressources financières n'est pas propre à la Côte d'Ivoire. En effet, la surveillance de la qualité de l'eau dans les pays à faible revenu est souvent entravée par le non-respect de la réglementation et des ressources financières, humaines et logistiques insuffisantes [Crocker J, 2014]. La caractérisation physico-chimique et bactériologique de l'eau d'adduction a été faite par la méthode de l'analyse en composantes principales (ACP) qui est largement utilisée pour interpréter les données hydro-chimiques [Bennasser L, 1997]. L'analyse du plan factoriel au niveau des variables physico-chimiques a montré 38,57% de la variance totale. Les axes F1 et F2 des variables physico-chimiques ont exprimé la minéralisation de ces eaux d'adduction publique et une forte corrélation entre les fluorures et la turbidité. Les taux de variance exprimés sont faibles par rapport à ceux de Lagnika [2014] de 66,95% pour les eaux des puits de la commune de Pobé au Bénin et proches de ceux d'Aka [2013] de 35,25% pour les eaux des nappes d'Altérites du département d'Abengourou au Sud-Est de la Côte d'Ivoire. Le contrôle de la qualité de l'eau du réseau d'adduction de 2014 à 2018 a montré des non-conformités tant au plan

physico-chimique que bactériologique. Au plan physico-chimique, les échantillons d'eau d'adduction publique étaient non conformes dans 100% des cas au regard des critères de potabilité de l'OMS [OMS,2011] en vigueur en Côte d'Ivoire. Ces non-conformités étaient dues principalement aux paramètres que sont les fluorures (100%), le chlore résiduel (75%) et la turbidité (28,6%). La teneur en fluorures était élevée sur toute la durée de la période d'étude, avec des taux allant parfois jusqu'à 15 mg/L selon le stade du réseau (entrée, milieu, fin). Devant ces teneurs élevées en fluorures, des explorations complémentaires ont été réalisées par le dosage des fluorures dans d'autres sources d'eau. Ces dosages ont confirmé la présence de fluorures à des teneurs élevées dans les deux forages et un puits avec des concentrations de 2,05 et 4,5 mg/L. Ces éléments suggèrent fortement que les eaux souterraines de cette localité pourraient être riches en fluorures. Plusieurs travaux dans la littérature ont montré la présence de fluorures à des concentrations élevées dans les eaux souterraines. Jaoudi [2014] a trouvé des teneurs en fluorures dans les eaux de puits au Maroc avec des extrêmes de 8,95 mg/L. L'OMS a défini la dose optimale de fluor dans l'eau de boisson. Elle varie en fonction de la température et de l'altitude. Selon les régions, l'OMS a fixé cette dose à 0,8 mg/L pour les pays chauds et 1,5 mg/L pour les pays à climat tempéré [OMS, 2004]. Cette dose est celle qu'un individu peut ingérer quotidiennement en fonction de son âge sans courir le risque d'une intoxication chronique dont la première manifestation est la fluorose dentaire [Fejerskov O,1988]. Ainsi, d'un point de vue sanitaire, la présence de l'ion fluorure dans l'eau de boisson favorise certes la prévention des caries dentaires ; cependant, les fluorures font partie des substances chimiques pour lesquelles l'on a mis en évidence des effets sur la santé humaine de grande ampleur à la suite d'une exposition à travers l'eau de boisson, du fait de leur présence en quantités excessives [OMS, 2011]. Plusieurs travaux ont été effectués sur les effets des fluorures sur la santé. Une étude réalisée dans une commune rurale du Niger a montré un désordre du développement osseux chez des jeunes enfants en rapport avec une forte concentration en fluorures des eaux de forage alimentant le réseau d'adduction publique de 3,24 à 4,77 mg/L après deux années d'exposition [Guidah S,2012]. Dans certaines régions du Sénégal, la prévalence de la fluorose dentaire s'élevait à 100% pour une teneur en fluorure de l'eau supérieur à 4 mg/L. Chez les femmes enceintes vivant en zone endémique, la fluorose dentaire était associée à la survenue d'un faible poids à la naissance [Diouf M,2012]. Des recherches ont montré un rapport quantitatif entre la concentration en fluorures des approvisionnements en eau et la gravité des symptômes [Ouendenop P,1982]. En Côte d'Ivoire, quelques études ont été réalisées sur l'intérêt de l'utilisation du fluor dans la prévention de la carie dentaire par Bakayoko-Ly [1993] et Ly [1989] et sur la cartographie du fluor sur 63 villes par Yaméogo [1994]. Les résultats ont montré que les teneurs en fluorures des eaux de consommation étaient en général faibles. Toutefois, cette teneur restait sensiblement élevée dans la ville de Daloa où le taux était de 0,772 ppm. Plusieurs années après cette étude, on pourrait penser que les teneurs en fluorures ont augmenté dans le temps. Il est donc nécessaire pour l'INHP, organisme chargé de la surveillance sanitaire des eaux de consommation sur toute l'étendue du territoire, de mener des investigations plus poussées dans cette zone dont fait partie la ville de Boguédia, cadre de la présente étude, en vue de déterminer l'origine des teneurs excessives en fluorures dans les eaux souterraines, ses effets sur la santé et les moyens de remédiation.

En ce qui concerne les autres paramètres physico-chimiques, le taux de chlore résiduel était faible en 2014 et élevée en 2017 avec une valeur maximale de 3,20 mg/L, ce qui dénote d'une non-maitrise de l'étape de la désinfection, pourtant indispensable. En effet, en cas de concentrations élevées en matière organique, les composés chimiques toxiques comme les trihalométhanes pourraient être générés par la chloration et nuire à la santé des consommateurs. De plus, ce traitement pourrait générer des composés halogénés pouvant affecter le caractère organoleptique de l'eau à des concentrations de l'ordre du microgramme par litre. Ces résultats montrent que le risque chimique lié à l'eau de boisson est bien présent à Boguédia. Le contexte épidémiologique de la Côte d'Ivoire a relégué au second plan les maladies d'origine chimique du fait de la prédominance des maladies infectieuses et parasitaires [Amin N, 2008]. A l'opposé du risque microbiologique qui s'exerce à court terme, le risque chimique s'exerce essentiellement à moyen et long terme [Payment P, 1998]. Il convient pour l'INHP de prendre toutes les précautions pour prévenir ces risques chimiques liés à l'eau de consommation. Les non-conformités dues aux paramètres microbiologiques étaient moins fréquentes (7,4%). A l'exception des années 2014 et 2015, aucun micro-organisme indicateur de pollution fécale n'a été retrouvé sur le réseau. Ceci est d'autant compréhensible, vu qu'à cette même période, le taux de chlore résiduel était soit dans la norme ou excessivement élevé.

## CONCLUSION

Les données recueillies au cours de cette étude ont permis de dresser un portrait de la qualité chimique et microbiologique des eaux de consommation de la ville de Boguédia de 2014 à 2018. Les résultats ont montré une prédominance des non-conformités de la qualité de l'eau en rapport avec les paramètres physico-chimiques dont les plus importants étaient les fluorures et le chlore résiduel. Le risque majeur mis en évidence a été celui des fluoroses dentaires et squelettiques. Des explorations hydrogéologiques en vue de déterminer l'origine des teneurs élevées en fluorures dans les eaux souterraines de cette localité devront être menées. Ces explorations devraient être complétées par une enquête sanitaire au sein de la population pour déterminer les effets de ces fortes concentrations en fluorures sur la santé. Il apparaît également nécessaire d'accroître la fréquence des campagnes de prélèvement par une meilleure allocation des ressources financières en vue de détecter à temps les risques sanitaires associés à la consommation des eaux de boisson.

## REFERENCES

- Aka N. Etude hydrochimique et microbiologique des nappes d'Altérites sous climat tropical humide : Cas du Département d'Abengourou (Sud-est de la Côte d'Ivoire). LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2602-7828. 2013.
- Amin N, Lekadou K, Attia A, Claon J, Agbessi K. Qualité physico-chimique et bactériologique des eaux d'adduction publique de huit communes en Côte d'Ivoire. J Sci Pharm Biol. 2008; 9:22-31.
- Bain R, Cronk R, Wright J, Yang H, Slaymaker T, Bartram J. Fecal contamination of drinking-water in low- and middle-income countries: a systematic review and meta-analysis. PLoS Medicine. 2014 ;11 : e1001644.
- Bousquet A. Desserte collective des quartiers pauvres en Zambie, un long apprentissage. Flux. 2004:71-86.
- Bennasser L. Diagnose de l'état de l'environnement dans la plaine du Gharb : suivi de la macro-pollution et ses incidences sur la qualité hydrochimique et biologique du bas Sebou. Thèse de Doctorat d'état Es Science. 1997 :157.
- Bakayoko-Ly R, Kattie A, Roux H, Agneroh-Eboi G, Koffi A, Guinan J, Die-Kacou H. Le fluor chez l'enfant ivoirien-Pourquoi et Comment ? Revue Trimestrielle Du COSA-CMF. 1993 ;1 :9-13.

- Crocker J, Bartram J. Comparison and cost analysis of drinking water quality monitoring requirements versus practice in seven developing countries. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2014; 11:7333-46.
- Cutler D, Miller G. The role of public health improvements in health advances: the twentieth-century United States. *Demography*. 2005; 42:1-22.
- Diabagaté A, Konan GH, Koffi A. Stratégies d'approvisionnement en eau potable dans l'agglomération d'Abidjan (Côte d'Ivoire). *Geo-Eco-Trop*. 2016 ;4 :345-60.
- Diouf M, Cisse D, Lo C, Ly M, Faye D, Ndiaye O. Femme enceinte vivant en zone de fluorose endémique au Sénégal et faible poids du nouveau-né à la naissance : étude cas-témoins. *Revue d'épidémiologie et de Santé Publique*. 2012 ;60 :103-8.
- Domenico PA, Schwartz FW. *Physical and chemical hydrogeology*. vol. 506. Wiley International. New York, Etats Unis : Wiley New York ; 1998.
- Davis JC, Sampson RJ. *Statistics and data analysis in geology*. vol. 646. (2è edn). Wiley. New York, Etats Unis; Wiley New York; 1986.
- El Jaoudi R, Ait El Cadi M, Bouslimane Y, Fekhaoui M, Bouklouze A, Cherrah Y. Teneur en fluorures des eaux de puits des régions rurales au Maroc. *Tropical Dental Journal*. 2014;37.
- Fejerskov O, Manji F, Baelum V. *Dental Fluorosis: A Handbook for Health Workers*. Copenhagen : Elsevier Science Health Science Division ; 1988.
- Guidah S, Moumouni H, Badio Souna B, Koini M. Effets du fluor sur l'os en développement : A propos de 104 cas observés dans une communauté rurale du Niger. *J AfrImag Méd*. 2012 ;4 :66-73.
- Kouamé A. Evaluation qualitative des eaux souterraines de la Sous-Préfecture de Boguédia. *Univ.Félix Houphouët Boigny-Côte d'Ivoire* ; 2019.
- Lagnika M, Ibikounle M, Montcho J, Wotto VD, Sakiti NG. Caractéristiques physico-chimiques de l'eau des puits dans la commune de Pobè (Bénin, Afrique de l'ouest). *Journal of Applied Biosciences*. 2014 ;79:6887-95.
- Ly R, Touré SH, Djaha K, Adiko E. Cartographie du fluor en Côte d'Ivoire. Etude partielle, Abidjan, *Revue Odontostomatologie Tropicale*. 1989 ; XII : p.107-110.
- Montandon P-E (1998): Incidents dus à *Cryptosporidium* dans les systèmes d'adduction d'eau potable. *gwa/98.78:18-27*
- OMS.2015. La santé dans le programme de développement durable à horizon 2030. Rapport du Secrétariat: EB138/14.14p. [cited 2022 September 22]. Available from: [https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf\\_files/EB138/B138-14-fr.pdf](https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/EB138/B138-14-fr.pdf)
- OMS. Guidelines for Drinking-water quality. Recommendations (4 th edn). Organisation Mondiale de la Santé : Geneva. 2011. [cited 2020 August 4]. Available from:
- OMS. 2004. [cited 2020 August 19]. Available from: [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/guidelines/fr/](https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/guidelines/fr/).
- [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/2011/dwq\\_guidelines/en/](https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/dwq_guidelines/en/).
- OMS. Directives de qualité pour l'eau de boisson (3ème éd). Organisation Mondiale de la Santé : Genève, Suisse.
- Ouendenop P. Fluorose dentaire et teneur en fluorures dans la région de Kaolack. *Afr Méd*. 1982 ;200.
- Payment P, Hartemann P. Les contaminants de l'eau et leurs effets sur la santé. *Revue Des Sciences de l'eau/ Journal of Water Science*. 1998 ;11 :199-210.
- Rezo-Ivoire .net. Rezo-Ivoire .net | la sous-préfecture de Boguédia. <https://RezoivoireNet/Ivoire/Villes-Villages/1864/La-Sous-Prefecture-de-BoguediaHtml#YKF9mNL7TIU> Consulté Le 2019-01-20 à 20 :16:45. 2019. [cited 2019 January 20]. Available from: <https://rezoivoire.net/ivoire/villes-villages/1864/la-sous-prefecture-de-boguedia.html#YKF9mNL7TIU>.
- RGPH. Données sociodémographiques. Secrétariat Technique Permanent du Comité Technique du RGPH, p 26. 2014.
- Yaméogo H. Le fluor dans la prévention de la carie dentaire : cartographie et modes d'apport du fluor en Côte d'Ivoire. Centre Universitaire de Cocody, Faculté d'Odonto-Stomatologie. 1994.