

Quatorzième article : **Évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de surface dans les zones montagneuses du sud-ouest du Togo : cas de Lavié**

Par : A. S. Ahonon, K. Gnandi, B. Simtako et H. Amouzou

Pages (pp.) 111-119.

Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) - *Numéro Spécial Productions Végétales, Animales et Halieutiques, Économie Rurale, Sociologie Rurale, Agronomie, Environnement, Développement Durable & Sécurité Alimentaire de l'Institut Togolais de Recherche Agronomique (ITRA) – Octobre 2019*

Le BRAB est en ligne (on line) sur les sites web <http://www.slire.net> & <http://www.inrab.org>

ISSN sur papier (on hard copy) : 1025-2355 et ISSN en ligne (on line) : 1840-7099

Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin



## **Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)**

**Centre de Recherches Agricoles à vocation nationale basé à Agonkanmey (CRA-Agonkanmey)**

**Programme Information Scientifique et Biométrie (PIS-B)**

01 BP 884 Recette Principale, Cotonou 01 - République du Bénin

Tél.: (229) 21 30 02 64 / 21 13 38 70 / 21 03 40 59 ; E-mail : [brabinrab@yahoo.fr](mailto:brabinrab@yahoo.fr) / [craagonkanmey@yahoo.fr](mailto:craagonkanmey@yahoo.fr)

## Évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de surface dans les zones montagneuses du sud-ouest du Togo : cas de Lavié

A. S. Ahonon<sup>26</sup>, K. Gnandi<sup>27</sup>, B. Simtako<sup>28</sup> et H. Amouzou<sup>28</sup>

### Résumé

Lavié, à l'instar des autres milieux ruraux du Togo, ne cesse de s'étendre. L'eau des rivières Vivo et Lafia, des rivières de montagne, est prise en amont pour alimenter tout le village à travers un réseau de distribution. L'objectif de l'étude était d'évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de surface dans les zones montagneuses du sud-ouest du Togo. Quelques paramètres physico-chimiques et bactériologiques de dix échantillons d'eau dont cinq à la source et cinq au robinet ont été déterminés pour apprécier la qualité de l'eau. Les prélèvements d'échantillons ont été réalisés en saison sèche au mois de février. La pollution anthropique associée à l'érosion des formations géologiques modifient la teneur des éléments chimiques dans les eaux. L'analyse des échantillons d'eau au laboratoire a permis de comparer leur teneur en éléments chimiques aux normes internationales pour l'eau de boisson. Les résultats ont mis en exergue la présence de l'arsenic et du plomb dans l'eau. Le cuivre et le fer y étaient présents avec un taux inférieur aux normes de l'OMS. Le cadmium et le zinc ont été indétectables dans les eaux. Les eaux ont été faiblement minéralisées. L'analyse physique a révélé une température moyenne de 29,8°C, un pH légèrement acide (6,43) et une conductivité électrique moyenne de 23,84 µs/cm. Sur le plan bactériologique, aucune chloration de l'eau captée n'a été constatée et les germes retrouvés dans les eaux ont été les coliformes totaux, les thermotolérants et les anaérobies sulfite-réducteurs.

**Mots clés:** Source, pollution, germe, qualité physico- chimique, chloration, Togo.

### Assessment of the physico-chemical and bacteriological quality of surface water in the mountainous areas of south-west Togo: Lavié case

#### Abstract

Lavié, like other rural areas in Togo, continues to expand. Water from the Vivo and Lafia rivers, mountain rivers, is taken upstream to supply the entire village through a distribution network. The objective of the study was to assess the physico-chemical and bacteriological quality of surface water in the mountainous areas of southwestern Togo. Some physico-chemical and bacteriological parameters of ten water samples, five at the source and five at the tap were determined to assess the quality of the water. Sampling was carried out in the dry season in February. Anthropogenic pollution associated with the erosion of geological formations modify the content of chemical elements in water. Analysis of the laboratory water samples compared their chemical content to international standards for drinking water. The results highlighted the presence of arsenic and lead in the water. Copper and iron were present there at a rate below WHO standards. Cadmium and zinc were undetectable in the waters. The waters were weakly mineralized. Physical analysis revealed an average temperature of 29.8 ° C, a slightly acidic pH (6.43) and an average electrical conductivity of 23.84 µs/cm. From a bacteriological point of view, no chlorination of the captured water was observed and the germs found in the water were total coliforms, thermotolerants and anaerobic sulfite-reducers.

**Key words :** Source, pollution, germ, physicochemical quality, chlorination, Togo.

#### INTRODUCTION

L'eau est essentielle à tout être vivant. Sans eau, il n'y aurait pas de vie sur terre. Au tout début de la civilisation, les Hommes s'installaient près des points d'eau, au bord des rivières, des lacs et au voisinage des sources naturelles. Toutefois, plus de personnes meurent de maladies liées à l'insalubrité de l'eau chaque année, que des accidents et autres maladies (UNESCO, 2018). Pour

---

<sup>26</sup>MSc. Awovi Selom AHONON, Institut togolais de recherche agronomique (ITRA), BP 1163 Lomé, E-mail : [ahononson@gmail.com](mailto:ahononson@gmail.com), Tél. : (+228)90176158, République du Togo

<sup>27</sup>Dr Kissao GNANDI, Laboratoire de Gestion traitement et valorisation des déchets (GTVD), Université de Lomé, BP1515, E-mail : [kgnandi@yahoo.fr](mailto:kgnandi@yahoo.fr), Tél. : (+228)90366968, République du Togo

<sup>28</sup>MSc. Baléma SIMTAKO, Office de développement et d'exploitation forestière (ODEF), BP334, E-mail : [simtakob2007@yahoo.fr](mailto:simtakob2007@yahoo.fr), Tél. : (+228)91912140, République du Togo

MSc. Honoré AMOUZOU, ODEF, BP 334, E-mail : [honoamouz65@yahoo.fr](mailto:honoamouz65@yahoo.fr), Tél. : (+228)90076447, République du Togo

OMS et ONU-HABITAT (2018), la pollution des eaux de surface représente un risque pour la santé de dizaines de millions de personnes. La mauvaise qualité de l'eau présente des risques pour la santé publique, la sécurité alimentaire ainsi que d'autres services et fonctions liés aux écosystèmes. En effet, les eaux usées domestiques non traitées contiennent des agents pathogènes, des matières organiques et des nutriments ; les eaux usées issues des industries et d'autres établissements professionnels peuvent également contenir, outre des éléments organiques, diverses substances dangereuses, notamment des métaux lourds. Watkins *et al.*, (2006) cité par Gnimadi *et al.*, (2015) estime qu'en ce début du XXIème siècle, l'eau insalubre est la deuxième cause de mortalité chez l'enfant à travers le monde. En Afrique subsaharienne, les pertes subies représentent environ 5% du PIB, soit en moyenne 28,4 milliards USD par an, un chiffre qui dépasse le montant total de l'aide et de l'allègement de la dette alloué à la région en 2003 Watkins *et al.*, (2006) cité par (Gnimadi *et al.*, 2015). La recherche de la potabilité de l'eau est un souci constant en zone rurale où la ressource est souvent non contrôlée. Le seuil pour la consommation d'eau par jour et par personne est estimé par la Banque Mondiale en 2004 à 100 litres. Toutefois, dans les pays en voie de développement en général et au Togo en particulier, la consommation réelle par jour et par personne est très souvent en dessous de cette estimation. Un examen de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau consiste essentiellement à la détermination des composés chimiques, physiques et bactériologiques contenus dans cette eau. Une eau de bonne qualité physico-chimique et bactériologique est nécessaire pour son acceptation par la population, pour la protection sanitaire du consommateur et du réseau de distribution (OMS, 2000).

Lavié est un village situé à 12 km au nord-ouest de Kpalimé. Sa population est de 12 000 habitants et s'occupe des activités agricoles. L'eau des rivières a été depuis longtemps la principale source d'approvisionnement en eau de ce village. Pour rendre cette eau accessible à la population, un réseau d'adduction d'eau a été construit en 1983 par le projet USAID (projet américain). Ce projet a permis de capter les eaux des rivières (Lifia et Vivo) pour alimenter toute la population par l'intermédiaire d'un réseau de distribution. Le procédé de traitement adopté consiste en une filtration des débris végétaux à travers les mailles d'une crépine. Les eaux de surface sont d'une mauvaise qualité et doivent subir un traitement efficace pour les rendre potables. L'objectif de l'étude était d'évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de surface dans les zones montagneuses du sud-ouest du Togo.

## ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude Lavié est située au sud-ouest du Togo dans la préfecture de Kloti et faisant partie de la région des plateaux (Figure 1).

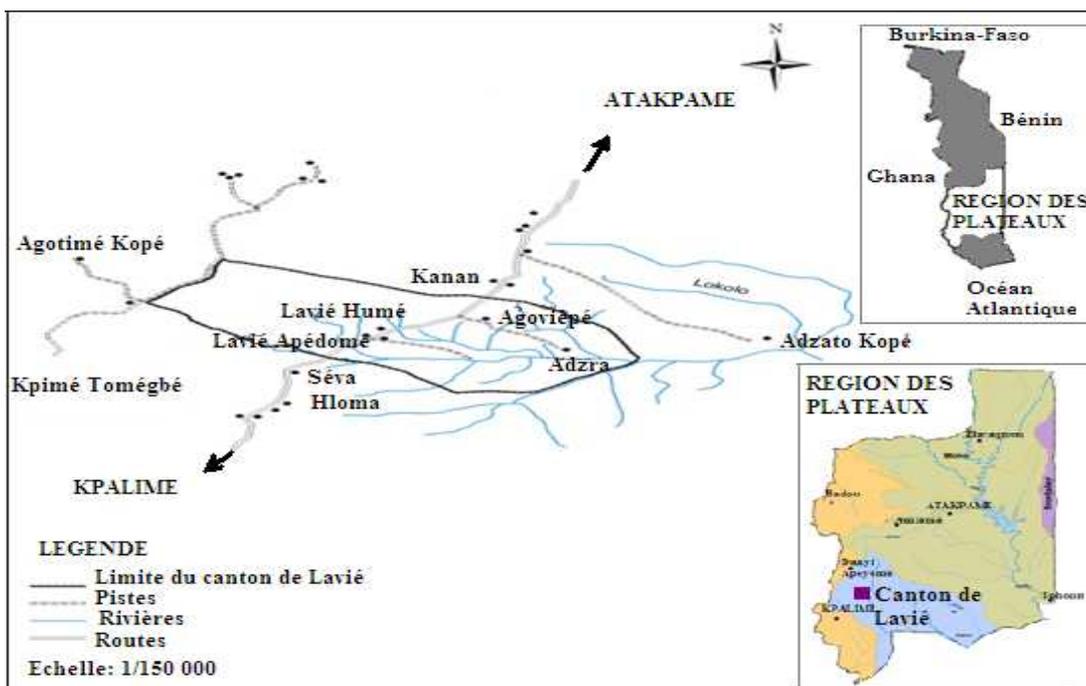


Figure 1. Carte illustrant la zone d'étude

La zone d'étude est limitée au nord par la sous-préfecture de Kpele-Akata, au sud par Kpiméséva, à l'ouest par la chaîne de l'Atacora et à l'est par la préfecture de Haho. Le canton de Lavié est localisé dans la zone intertropicale et jouit d'un climat subéquatorial (Adewi *et al.*, 2010). Comme le souligne Badameli et Dubreuil (2015), le climat subéquatorial est chaud, humide et caractérisé par la mousson et l'harmattan. Ce climat se caractérise par l'alternance de deux saisons sèches (une grande, de décembre à mars ; une petite de juillet à août) et deux saisons pluvieuses (une grande allant de fin mars ou avril à juin et une petite qui s'étale de septembre à fin octobre). Sur le plan géomorphologique, Lavié est une zone accidentée, située au flanc de la chaîne de l'Atacora (Gnongbo, 1996). Cette situation provoque une érosion des roches magmatiques de type intrusif (granite), des roches métamorphiques (micaschistes d'Akata) et des roches sédimentaires (sables et galets).

## MATÉRIELS ET MÉTHODES

La démarche méthodologique a consisté à identifier et à localiser le réseau d'adduction le 24 Décembre 2010 et les 17, 18 et 19 Février 2011 à Lavié. Les enquêtes de terrain, les interviews et l'observation ont permis de procéder à un échantillonnage ayant favorisé l'analyse physico-chimique et bactériologique. L'eau de Lavié a été prélevée dans 10 flacons de Voltic de 1,5 litres de contenance dont cinq échantillons à la source marqués « S » et cinq échantillons au niveau des bornes fontaines (robinets) marqués « R » en saison sèche. L'échantillonnage au niveau des robinets a été fait de façon à respecter l'écoulement gravitaire de l'eau dans le réseau. Un autre échantillonnage a été fait dans deux flacons stérilisés de 250 ml de volume dont un à la source marqué « S » et un au robinet marqué « R » situé au point le plus bas du village.

Les flacons d'eau destinés à une analyse bactériologique ont été mis à l'écart. Les autres flacons ont été rincés à l'eau. Les échantillons ont été acheminés vers les laboratoires et ont été conservés dans les conditions requises par ces derniers (condition normale de température et de pression). Les paramètres physico-chimiques (Cu, du Cd, du Pb, du Zn, du Fe, de l'As et des cations tels que le K, le Ca, le Na et le Mg) ont été dosés par la méthode de spectrophotométrie d'absorption atomique après addition de quelques gouttes d'acide chlorhydrique sur chaque solution.

Les techniques d'analyse de germes recherchés dans l'eau ont consisté au dénombrement des (i) coliformes totaux en milieu liquide (Bouillon Lactosé au Bromo Crésol Pourpre ; BLBCP en simple et en double concentrations ; (ii) coliformes thermotolérants en milieu liquide (Bouillon Lactosé Bilié au Vert Brillant ; BLBVB) et (iii) streptocoques fécaux par deux tests : le test présomptif sur le milieu de Rothe et le test confirmatif sur le milieu de Litsky. A partir des analyses statistiques, les moyennes des mesures ont été calculées grâce à la formule de la moyenne  $M = (X_1 + X_2 + \dots + X_n)/n$ .

Dans l'étude, les normes internationales françaises (Gafou, 2007) et les directives de l'OMS (OMS, 1965 ; OMS, 1996 ; OMS, 2006) pour les métaux et le dosage des cations, et celles de l'Union Européenne pour la pollution bactériologique ont été prises comme référence compte tenue de l'inexistence des normes togolaises sur la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### *Interviews et observations*

A l'issue de l'enquête de terrain, la population de Lavié ne s'était pas plainte de la qualité organoleptique de l'eau qui leur a été fournie. Toutefois, elle a déclaré qu'en saison pluvieuse, l'eau devenait trouble. Cette situation était due aux eaux de ruissellement et au bouchage de la crépine au point de captage par les débris végétaux. Pendant ces moments difficiles, la population avait recours au ruisseau du village où aucun traitement ni aucun contrôle de la qualité de l'eau ne s'était effectué. L'accès à une eau de boisson saine est un droit humain élémentaire et une condition indispensable à la santé. Lavié est un village desservi par un réseau d'adduction d'eau sans traitement préalable. Les enquêtes sur le terrain, les observations et les analyses au laboratoire permettent de déterminer la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau afin d'appréhender les éventuels risques liés à sa consommation et à la santé des populations.

### *Caractéristiques physiques des échantillons d'eau*

Les échantillons ont eu une température comprise entre 29,6°C et 30°C avec une moyenne de 29,8°C (Tableau 1). La température moyenne des eaux à la source (29,7°C) a été égale à celle des eaux au robinet (29,9°C). Pour les eaux de Lavié, le pH est compris entre 6,29 et 6,58 avec une moyenne de 6,43. Le pH des eaux a varié de 6,39 à la source à 6,48 au robinet. Par conséquent, l'eau a été plus

acide à la source qu'au robinet. Les eaux ont eu une conductivité variant entre 23 µs/cm et 25,8 µs/cm avec une moyenne de 23,84 µs/cm. A la source la conductivité a été de 24,46 µs/cm contre 23,22 µs/cm au robinet. La turbidité de ces eaux a varié de 1,3 UTN à 3,1 UTN avec une moyenne de 2,3 UTN.

**Tableau 1. Paramètres physiques des échantillons d'eau**

Échantillons	T °C	pH	Conductivité électrique (µs/cm)	Turbidité (UTN)
Source S <sub>1</sub>	29,70	6,29	23,60	1,3
Source S <sub>2</sub>	29,80	6,40	23,70	2,8
Source S <sub>3</sub>	29,70	6,31	25,00	1,8
Source S <sub>4</sub>	29,70	6,38	24,20	2,6
Source S <sub>5</sub>	29,60	6,58	25,80	2,2
Robinet R <sub>1</sub>	29,90	6,58	23,00	3,1
Robinet R <sub>2</sub>	30,00	6,39	23,30	Pas mesurés
Robinet R <sub>3</sub>	29,80	6,60	23,20	Pas mesurés
Robinet R <sub>4</sub>	29,90	6,43	23,20	Pas mesurés
Robinet R <sub>5</sub>	29,90	6,40	23,40	Pas mesurés
<b>Minimum</b>	<b>29,60</b>	<b>6,29</b>	<b>23,00</b>	<b>1,3</b>
<b>Maximum</b>	<b>30,00</b>	<b>6,58</b>	<b>25,80</b>	<b>3,1</b>
<b>Moyenne</b>	<b>29,80</b>	<b>6,43</b>	<b>23,84</b>	<b>2,3</b>
<b>Normes OMS</b>	<b>25</b>	<b>6,5&lt;pH&lt;8,5</b>	<b>1.500 (à 20°C)</b>	<b>&lt;5</b>

**UTN : Unité de Turbidité Néphélométrique.**

**La température** est le degré de froid ou de chaleur de l'eau. D'après l'OMS (2006), une eau de boisson doit avoir une température de 25°C. La température des eaux du milieu d'étude est nettement élevée. Cela s'explique par la localisation de Lavié dans la zone intertropicale où les températures sont élevées. Toutefois, cette élévation favorise une autoépuration et la mort de certains micro-organismes.

**Le pH** de l'eau représente son acidité ou son alcalinité. Selon les directives de l'OMS pour l'eau de boisson en 1985 cité par Koudjonou (1987), le pH se situe entre 6,5 et 8,5. La moyenne du pH des eaux de Lavié est en-dessous de l'intervalle requise par l'OMS. Ces eaux sont acides. Cette acidité provoque une augmentation de la solubilité des métaux lourds dans l'eau.

La mesure de **la conductivité** permet d'apprécier la quantité de sels dissouts dans l'eau. Elle est fonction de la température de l'eau et importante quand celle-ci est élevée. Ahadjitse (1991), a indiqué dans les résultats de ses travaux les valeurs de la conductivité suivantes :

- conductivité > 500 µs/cm : eaux très minéralisées ;
- 500 µs/cm < conductivité < 200 µs/cm : eaux moyennement minéralisées ;
- conductivité < 200 µs/cm : eaux faiblement minéralisées.

Les eaux du site d'étude sont minéralisées (23,84 µs/cm). Par conséquent, ces eaux contiennent des faibles teneurs en cations et en anions. La faible minéralisation de cette eau est due à la composition géologique des terrains traversés par ces cours d'eau et comme le mentionne Amegantsega (2008), dans ses travaux, les sources de montagne sont très faiblement minéralisées. Les mesures de l'étude sont à une température ambiante (29,8°C). Cette situation ne permet pas de faire la comparaison à la norme (1500 µs/cm à 20°C).

La turbidité traduit la présence de fines particules en suspension dans l'eau. L'OMS a recommandé que la turbidité de l'eau de boisson soit inférieure à 5 UTN. Or la turbidité moyenne des eaux du site tourne autour de 2,3 UTN. Aussi, en saison sèche la turbidité est-elle faible par rapport à la saison pluvieuse où l'apport des eaux de ruissellement augmente la turbidité de l'eau. Cela s'explique par la faible teneur des eaux en matières colloïdales, plancton et en organismes microscopiques (OMS, 2000). Par conséquent, les eaux de Lavié sont légèrement acides et faiblement minéralisées. Leur turbidité varie en fonction des saisons.

## Caractéristiques chimiques des échantillons d'eau

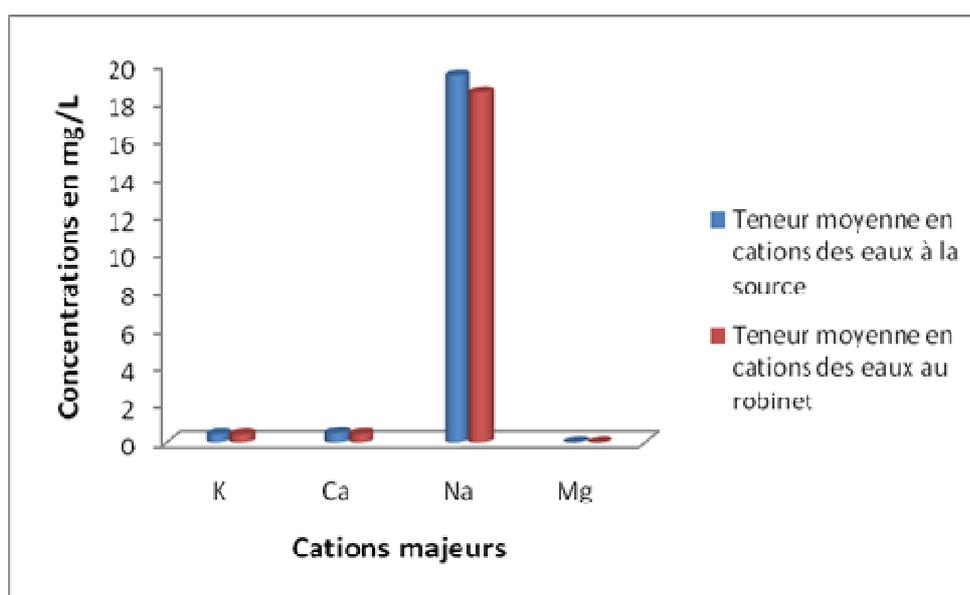
### Teneurs en cations et en anions majeurs de l'eau

Les teneurs moyennes en cations des eaux de Lavié ont été de 0,40 mg/litre pour le Potassium, de 0,44 mg/litre pour le Calcium, de 18,93 mg/litre pour le Sodium et de 0,0001 mg/litre pour le Magnésium (Tableau 2 et Figure 2).

**Tableau 2. Dosage des cations et des anions majeurs**

Échantillons	Valeurs moyennes en mg/litre de						
	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
Source S1	0,39	0,64	19,95	≤ 0,0001	1,0	< 0,2	4,2
Source S2	0,38	0,47	19,78	-	0,8	< 0,2	3,8
Source S3	0,37	0,41	19,42	-	0,9	< 0,2	4,6
Source S4	0,48	0,39	18,88	-	0,9	< 0,2	4,9
Source S5	0,41	0,43	18,98	-	1,00	< 0,2	4,6
Robinet R1	0,40	0,41	18,81	-	0,9	< 0,2	6
Robinet R2	0,40	0,41	18,43	-	Pas mesurés		
Robinet R3	0,41	0,44	18,16	-			
Robinet R4	0,41	0,46	18,33	-			
Robinet R5	0,35	0,37	18,54	-			
Minimum	0,35	0,37	18,16	-			
Maximum	0,48	0,64	19,95	-	1	<0,2	6
Moyenne	0,40	0,44	18,92	-	0,91	< 0,2	4,68
Normes de pollution	12**	75*	200*	50*	50*	-	150**
Facteur de pollution	0,033	0,0059	0,094	-	0,0182	-	0,0312

\* Normes OMS, 1965 et (Koudjonou, 1987) ; \*\* Normes françaises (Gafou, 2007)



**Figure 2. Teneur moyenne en cations comparées des eaux à la source et des eaux au robinet**

Ces valeurs moyennes comparées à la concentration maximale tolérable de l'OMS (1965) dans l'eau de boisson ont été mises en exergue par des concentrations qui ont été très faibles; ce qui n'a pas reflété une pollution (Tableau 2). La présence de cations dans l'eau provient de l'attaque des roches et des sols par les eaux de ruissellement. Toutefois, la teneur en cations des eaux à la source est plus

élevée que celle des eaux au robinet. La composition chimique des eaux naturelles se modifie par celle des roches ou des sols dans lesquels elles cheminent (Ahadjitse, 1991). Des échanges s'effectuent entre le sol aquifère et l'eau afin d'établir l'équilibre chimique.

Les teneurs moyennes des eaux en Nitrates et en Sulfates sont faibles. Elles sont respectivement de 0,91 mg/litre et de 4,68 mg/litre. Ce qui engendre une absence de goût et d'odeur dans cette eau (OMS, 2000). Le Phosphate est presque indécélable dans les eaux du milieu d'étude, ce qui empêche le développement des algues dans les ouvrages de stockage d'eau (châteaux) comme dans les conduits du réseau Rodier (1996).

### Teneurs en métaux lourds de l'eau

Les résultats ont été présentés sous forme d'histogramme en vue d'une meilleure comparaison des eaux (Figure 3).

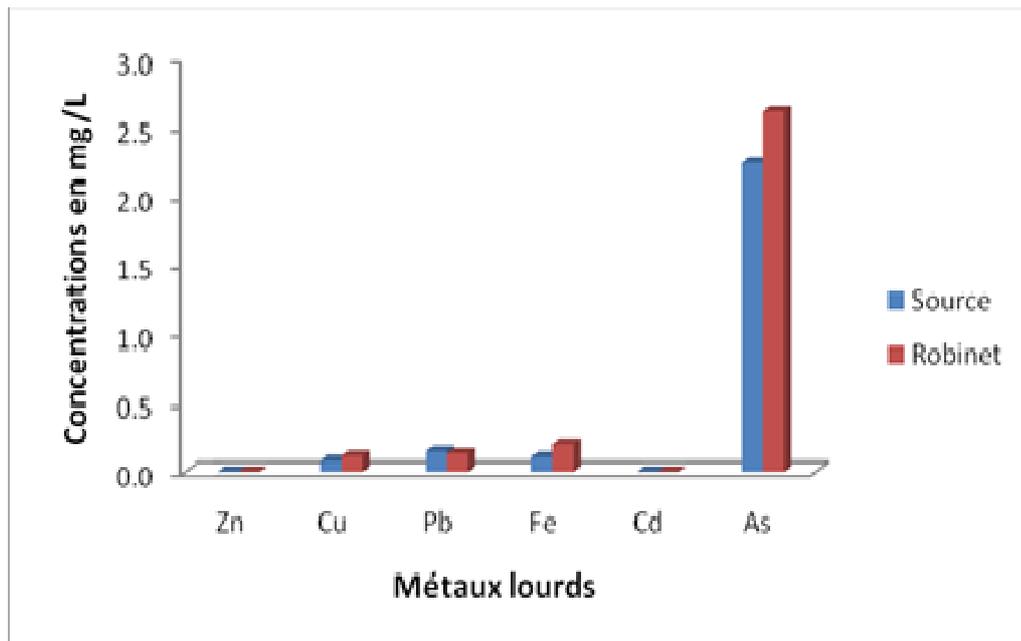


Figure 3. Teneurs moyennes des métaux lourds comparées des eaux à la source et des eaux au robinet

Les teneurs en métaux toxiques des eaux de Lavié ont varié de 0,06 à 0,15 mg/litre pour le Cuivre, de 0,05 à 0,21 mg/litre pour le Plomb, de 0,07 à 0,48 mg/litre pour le Fer et de 0,53 à 61,25 mg/litre pour l'Arsenic. Les teneurs de Zinc et du Cadmium ont été très faibles et ont été indécélables dans l'eau. Les teneurs moyennes ont été de 0,0926 mg/litre pour le Cuivre, de 0,1356 mg/litre pour le Plomb, de 0,1474 mg/litre pour le Fer et de 2,4275 mg/litre pour l'Arsenic (Tableau 3). L'arsenic et le plomb présentent une pollution très élevée contrairement au Fer et au Cuivre dont les concentrations sont inférieures à la norme OMS. La source d'émission des métaux lourds est naturelle et anthropique (Tchaou, 2009). La forte toxicité des eaux en arsenic s'explique par l'altération chimique des roches du socle de la chaîne de l'Atacora (Tableau 3 et Figure 3). En effet, la région des plateaux est un domaine exclusif d'érosion, la seule qui fournit du matériel au transport fluvial. La pollution au plomb est due à l'utilisation de l'essence contenant du plomb par les cyclomoteurs jusqu'en 2005, l'année à laquelle la législation togolaise interdisait l'usage de ce type d'essence. Le plomb est utilisé dans les produits inflammables comme un antidétonant pour prévenir toute explosion au contact de l'oxygène (air) et les moteurs à combustion interne émettent du plomb sous forme d'aérosol. Lavié est une localité où l'agriculture est la première activité économique. Les cultures vivrières et de rente font intervenir des biocides (pesticides, herbicides, conservateurs) et les engrais. Pourtant, les biocides renferment du plomb et les engrais comportent aussi bien le plomb que le nickel et le cadmium. Le taux de cadmium est très minime et même indécélable dans les eaux du site d'étude.

Le nickel n'est pas étudié. Le point de captage de l'eau est une zone très accidentée, ce qui limite les activités agricoles autour du site. Néanmoins quelques plants de café-cacao, de palmiers et de manioc sont présents. Une forte augmentation du taux d'arsenic, du fer et du cuivre dans l'eau au robinet se constate contrairement à l'eau de la source. Le taux élevé d'arsenic, du fer et du cuivre

s'explique par le parcours que subit l'eau depuis la source. En effet, la nature même des matériaux de canalisation ainsi que la vétusté des installations induisent une contamination de l'eau en ces éléments.

Ces valeurs moyennes comparées aux concentrations maximales tolérables par les normes de l'OMS dans les eaux de boisson ont donné des facteurs de pollution suivants : 0,0463 pour le Cuivre ; 13,56 pour le Plomb ; 0,4913 pour le Fer et 2427,5 pour l'Arsenic. Par conséquent, l'Arsenic et le Plomb ont présenté une pollution élevée tandis que le Fer et le Cuivre ont enregistré une concentration inférieure à la norme de l'OMS.

**Tableau 3. Dosage des métaux lourds**

Echantillons	Zn (mg/l)	Cu (mg/l)	Pb (mg/l)	Fe (mg/l)	Cd (mg/l)	As (mg/l)
Source S1	-	0,06	0,15	0,09	-	33,16
Source S2	-	0,08	0,07	0,11	-	0,53
Source S3	-	0,07	0,19	0,07	-	18,99
Source S4	-	0,07	0,14	0,07	-	47,09
Source S5	-	0,08	0,14	0,13	-	0,74
Robinet R1	-	0,15	0,11	0,48	-	0,88
Robinet R2	-	0,12	0,05	0,16	-	0,63
Robinet R3	-	0,09	0,11	0,09	-	61,25
Robinet R4	-	0,07	0,12	0,08	-	36,51
Robinet R5	-	0,09	0,21	0,13	-	17,84
<b>Minimum</b>		<b>0,06</b>	<b>0,05</b>	<b>0,07</b>		<b>0,53</b>
<b>Maximum</b>		<b>0,15</b>	<b>0,21</b>	<b>0,48</b>		<b>61,25</b>
<b>Moyenne</b>		<b>0,088</b>	<b>0,13</b>	<b>0,14</b>		<b>21,76</b>
<b>Normes internationales</b>	<b>3***</b>	<b>2***</b>	<b>0,01***</b>	<b>0,3***</b>	<b>0,003****</b>	<b>0,01***</b>
<b>Facteur de pollution</b>	-	<b>0,04</b>	<b>12,9</b>	<b>0,46</b>	-	<b>217,6 2</b>

Sources : \*\*\*\* Directives de l'OMS, 1996 ; \*\*\* Directives de l'OMS, 2006

### Analyses bactériologiques de l'eau

Le nombre des germes dans les eaux à la source s'est élevé de  $27.10^5$  pour les germes totaux, de 310 pour les coliformes totaux et de 20 pour les coliformes thermotolérants et les anaérobies sulfito-réducteurs (Tableau 4).

**Tableau 4. Nombre de germes présents dans l'eau**

Germes	Source	Robinet	Normes de l'Union Européenne
Germes totaux (30°C)	27.105	37.105	0 à 20/1 ml
Coliformes totaux (30°C)	310	400	0/100 ml
Coliformes thermotolérants (44°C)	20	30	0/100 ml
Escherichia coli (44°C)	0	0	-
Streptocoques fécaux (37°C)	0	0	0/100 ml
Vibrien (37°C)	0	0	-
Salmonelles (37°C)	0	0	-
Anaérobies sulfito-réducteurs (44°C)	20	30	20/20 ml

Dans les eaux au robinet, le nombre de ces germes a été de  $37.10^5$  pour les germes totaux, de 400 pour les coliformes totaux et de 30 pour les coliformes thermotolérants et les anaérobies sulfito-réducteurs. Le nombre moyen des germes dans les eaux a varié de  $32.10^5$  pour les germes totaux, de 355 pour les coliformes totaux et de 25 pour les coliformes thermotolérants et les anaérobies sulfito-

réducteurs. Une absence totale d'*Escherichia coli*, de streptocoques fécaux, de vibrion et des salmonelles dans les eaux du milieu d'étude a été constatée.

Les coliformes totaux et les coliformes thermotolérants (44°C) sont des germes d'origine fécale indicateurs des manquements aux règles d'hygiène. Les germes saprophytes et les germes dits pathogènes qui se développent respectivement à 22°C et à 37°C sont les deux catégories de germes totaux qui s'observent sur le plan hygiénique. Cette distinction permet de constater qu'à 22°C, le développement des germes spécifiques de l'eau est facile et qu'à 37°C (température du corps humain), les micro-organismes proviennent de l'homme ou des animaux à sang chaud, de leurs sécrétions et en particulier des matières fécales. Vouloir définir le degré de pureté d'une eau sur la base de son contenu en bactéries totales est une illusion. De plus une eau parfaitement saine, potable peut contenir un nombre élevé de bactéries (Haslay et Leclerc, 1993).

Les streptocoques fécaux sont des entérocoques du groupe D vivant dans les intestins de l'homme et des animaux. Dans les directives de l'OMS (2006), ils permettent de mesurer l'efficacité des traitements des eaux de consommation ou de déterminer l'origine (animale ou humaine) de la contamination. Les germes anaérobies sulfite-réducteurs se définissent comme étant des anaérobies stricts dans l'intestin de l'homme et des animaux et dans le sol ou sur les feuilles mortes, très résistants et protégés par des spores.

La présence de ces germes dans les eaux peut être d'origine naturelle (sol et végétation) et non humaine. Ce qui se confirme dans les analyses par l'absence d'*Escherichia coli* dans les eaux. La présence de coliformes totaux dans l'eau traitée, ou le dépassement des normes réglementaires n'implique pas nécessairement un risque pour la santé publique. En effet, la plupart des espèces de ce groupe se retrouvent naturellement dans le sol ou la végétation. Le nombre élevé de ces germes dans les eaux au robinet s'explique par la température et la durée de rétention de l'eau, la présence de nutriments comme le carbone organique assimilable qui favorise leur croissance rapide.

## CONCLUSION

La localité de Lavié se dessert par une eau sans traitement préalable. A travers l'étude, les enquêtes de terrain et les analyses de laboratoire, l'eau fournie à la population de Lavié est légèrement acide et faiblement minéralisée. Pourtant, elle présente une pollution élevée pour l'arsenic et le plomb et une concentration inférieure à la norme de l'OMS pour le cuivre et le fer. Le cadmium et le zinc sont presque indétectables dans l'eau, ce qui répond aux normes de l'OMS. Sur le plan bactériologique, les germes tels que les coliformes totaux, les coliformes thermotolérants et les anaérobies sulfite-réducteurs dans les eaux sont présents. En tenant compte des risques liés à la consommation des eaux de surface qui connaissent les pollutions biologiques accidentelles, il est impérieux de faire, pour cette localité, une chloration de l'eau par mesure de sécurité. Cette eau, trouble en saison pluvieuse peut être purifiée par filtration grâce à des filtres appropriés. Dans une approche de la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE), la GIRE est un processus qui favorise le développement et la gestion coordonnés de l'eau, des terres et autres ressources connexes en vue de maximiser le bien-être économique et social qui en résulte de façon équitable sans compromettre la pérennisation des écosystèmes vitaux. Cette approche s'avère être un outil utile pour relever les défis spécifiques du développement et optimiser le rôle de l'eau dans la réalisation des objectifs sociaux, économiques et environnementaux. Un élément crucial de la GIRE, mentionné dans son troisième principe à Dublin en janvier 1992, est le rôle central des femmes dans l'approvisionnement, la gestion et la sauvegarde de l'eau. Ceci est important car la manière dont on gère les ressources affecte les femmes et les hommes différemment.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adewi, E., K. M. S. Badameli, V. Dubreuil, 2010 : Évolution des saisons des pluies potentiellement utiles au Togo de 1950 à 2000. Climatologie, vol. 7, 89-107.
- Ahadjitse, N. K., 1991 : Contribution à l'étude chimique des eaux souterraines de la région de Kévé. Mémoire de Technicien Supérieur en Génie Sanitaire, 74 p.
- Amegantsega, K. S., 2008 : Evaluation de la qualité physico-chimique de l'eau en milieu rural : cas du réseau d'adduction d'eau potable de Kpéle-Sud Kloto. Mémoire de Technicien Supérieur en Génie Sanitaire (EAM)/UL, 55 p.
- Badameli, A., Dubreuil, V., 2015 : Diagnostic du changement climatique au Togo à travers l'évolution de la température entre 1961 et 2010. XXVIIIe Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Jul. 2015, Liège, Belgique. pp.421-426. (halshs-01176808)

- CIR (Centre International de Référence pour l'approvisionnement en eau collective et l'assainissement), 1983 : Alimentation en eau des petites collectivités. Technologies appropriées pour les petites installations dans les pays en voie de développement. Documents techniques, Centre International de Référence, La Hayes, 350 p.
- Gafou, G., 2007 : Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux souterraines des quartiers périphériques non-assainis de la ville de Lomé : cas de Zogbédji. Mémoire d'Ingénieur en Microbiologie alimentaire, ESTBA/UL : 434/08, 51 p.
- Gnimadi, C. C., K. M. Pofagi, S. M. Hoteyi, A. M. Igue, G. A. Mensah, 2015 : Evolution de l'approvisionnement en eau potable à Founougo A, Founougo B et Kandèrou, Commune de Banikoara au nord-est du Bénin, Document Technique et d'Information, Direction Nationale de la Santé Publique, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, Centre Béninois de la Recherche Scientifique et de l'Innovation, Dépôt légal N° 7711 du 13/01/2015, 1er trimestre, Bibliothèque Nationale du Bénin, 16 p.
- Gnongbo, T. Y., 1996 : Le Togo méridional : étude de géographie physique. Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux 3, France. 305 p. <https://www.theses.fr/027548392>
- Haslay, C., Leclerc, H., 1993 : Microbiologie des eaux d'alimentation. Livre, Lavoisier / Tec & Doc, 496 p.
- Koudjonou, K. D, 1987 : Etude analytique de la composition minérale des eaux de consommation de la région de Kévè. IUT de santé et des Sciences biologiques/UB, BCUL : 001M.AC-BB CHE, 78 p.
- OMS, 1965 : Normes internationales pour l'eau de boisson. 2<sup>e</sup> éd, p. 31. [whqlibdoc.who.int](http://whqlibdoc.who.int).
- OMS & IPCS (Organisation mondiale de la Santé & International Programme on Chemical Safety), (2000) : Directives de qualité pour l'eau de boisson. vol. 2 : critères d'hygiène et documentation à l'appui, 2<sup>e</sup> éd. Geneve: Organisation mondiale de la Santé, 1070p. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42250>
- OMS (Organisation mondiale de la Santé) & ONU-HABITAT, 2018 : Progrès relatifs au traitement et à l'utilisation sans danger des eaux usées : Mise à l'essai de la méthode de suivi et résultats préliminaires relatifs à l'indicateur 6.3.1 des ODD, Suisse, 35 p.
- Rodier, J., 1996 : Analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8<sup>e</sup> éd. Paris, 1383 p.
- Tchaou, M.C., 2009 : Evaluation de la pollution par les métaux lourds de quelques poissons du lac artificiel du barrage hydroélectrique de Nangbeto : cas du Pb, du Cd, du Cu et du Ni. Mémoire d'Ingénieur en Microbiologie alimentaire. ESTBA/UL : 510/09, 50 p.
- UNESCO, 2019 : Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2019. 198 p.