



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Caractérisation des eaux d'ablutions utilisées dans les lieux d'aisance : cas des toilettes publiques de la commune de Yopougon (Abidjan)

Wolfgang Toussaint YAPO^{1*}, George Aubin Tchapé GBAGBO¹,
Franck-Renaud Djedjro MELESS², Philippe André Sawa KPAIBE^{1,2},
Thérèse Agbessi KOUASSI^{1,2} et Christophe Ncho AMIN^{1,2}

¹Laboratoire d'Analyses des Eaux et Aliments, Institut National d'Hygiène Publique, Abidjan, Côte d'Ivoire.

²Département des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire.

*Auteur correspondant ; E-mail: twolfgang2y@gmail.com; Tél : (00225) 07 08 63 09 45.

Received: 04-01-2023

Accepted: 18-05-2023

Published: 30-06-2023

RESUME

Les eaux des toilettes publiques quelquefois utilisées pour des ablutions présentent de nombreux risques sanitaires pour les populations. L'objectif visé était de déterminer la qualité physico-chimique et bactériologique de ces eaux. Ainsi, des données ont été collectées afin d'évaluer les risques sanitaires liés à de telle pratique. Pour ce faire, des paramètres physico-chimiques classiques ont été déterminés par des méthodes électrochimiques et spectrophotométriques. Les paramètres bactériologiques ont été déterminés par la technique de filtration sur membrane. Il ressort de ces analyses que la plupart des échantillons d'eau analysées ne sont pas conformes aux normes. Les paramètres incriminés sont le chlore résiduel (0.09 mg/L), la turbidité (1,88 UNT), les *E. coli* (3 UFC/100 ml), les coliformes totaux (53 UFC/100 ml). Aussi, notons-nous une corrélation entre les paramètres physico-chimiques et bactériologiques impliquant le pH et les *E. coli* ($r=0.46$). De ce fait, l'eau d'ablution des latrines publiques est caractérisée principalement par son très faible degré de désinfection. Cela engendre le développement de germes indicateurs de pollution fécale caractérisés par les *Escherichia coli* constituant d'énormes risques sanitaires pour les populations. Une surveillance sanitaire de ces eaux servant d'ablution s'avère donc nécessaire pour préserver la santé des populations.

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Eau potable, latrines publiques, paramètre physico-chimiques, paramètres bactériologiques, non-conformité.

Characterization of abluion water used in lavatories: Case of public toilets in the municipality of Yopougon (Abidjan)

ABSTRACT

Water from public toilets sometimes used for ablutions presents many health risks for the population. The objective of this study is to determine the physico-chemical and bacteriological quality of abluion water from public latrines in order to preserve the health of the population. Thus, data was collected to assess the health risks associated with such a practice. To do this, classical physico-chemical parameters were determined by

electrochemical and spectrophotometric methods. The bacteriological parameters were determined by the membrane filtration technique. It appears from these analyzes that most of the water samples analyzed do not comply with the standards. The parameters in question are residual chlorine (0.09 mg/L), turbidity (1.88 UNT), *E. coli* (3 CFU/100 ml), total coliforms (53 CFU/100 ml). Also, we note a correlation between the physico-chemical and bacteriological parameters involving pH and *E. coli* ($r=0.46$). As a result, ablution water from public latrines is characterized mainly by its very low degree of disinfection. This leads to the development of faecal pollution indicator germs characterized by *Escherichia coli* constituting enormous health risks for populations. Sanitary monitoring of these waters used for ablution is therefore necessary to preserve the health of the populations.

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Drinking water, public latrines, physico-chemical parameters, bacteriological parameters, non-compliance.

INTRODUCTION

L'eau joue un rôle extrêmement important pour les êtres vivants notamment dans le développement socioéconomique et les politiques de protection de la santé (Eshtawi et al., 2016 ; OMS, 2008). Elle est utilisée dans divers domaines tels que l'agriculture, l'industrie, la fourniture domestique (Festy et al., 2003) ainsi qu'à des fins d'hygiène corporelle ou récréative et nécessite un haut niveau de qualité physique, chimique et microbiologique (Degbey et al. 2008).

Cependant en Afrique et en Asie, dans les villes secondaires et en milieu rural, l'eau potable est inaccessible pour la majorité des populations (Bengaibona, 2010). L'eau peut contenir des éléments pouvant avoir des effets néfastes sur la santé, comme des micro-organismes pathogènes, des substances indésirables ou même toxiques (Angulo et al., 1997). Selon l'OMS (2016), une eau saine est nécessaire à la vie, à l'hygiène, à la prévention de beaucoup de maladies. Elle constitue aussi un patrimoine de la nation, car les besoins en eau varient en fonction de l'espace géographique et du niveau de développement. En effet, la consommation d'une eau contaminée par les microorganismes est à l'origine des épidémies (Balbus et Embrey, 2002). Aussi, 88% des maladies diarrhéiques sont-elles imputables à la mauvaise qualité de l'eau, à un assainissement insuffisant et à un manque d'hygiène (OMS, 2007). Selon l'OMS (2007), en Afrique, chaque année, 1,8 million de personnes dont 90% d'enfants de moins de cinq ans meurent de maladies diarrhéiques.

Plus d'un milliard de personnes n'ont pas accès à l'eau potable soit du fait de sa rareté, soit du fait de sa mauvaise qualité (Karim et al., 2002). De ce fait, l'eau constitue dans la majorité des pays en développement un problème majeur qui freine le développement économique (Chouti, 2007). Par ailleurs, en Côte d'Ivoire, l'accès à l'assainissement représente un combat quotidien pour des centaines de milliers de personnes qui vivent principalement dans les villes urbaines et périurbaines (Herischen et al., 2002 ; Tuo, 2010). Dans ces grandes agglomérations, l'utilisation des services publics est de plus en plus répandue. Ainsi, les populations ont recours aux latrines publiques pour satisfaire leur besoin (Bohoussou, 2009). Dans la commune de Yopougon, elles sont nombreuses et sont beaucoup fréquentées par toutes les catégories sociales de la population.

L'eau utilisée dans ces latrines est stockée dans des fûts sert à faire ses toilettes et ses ablutions (Bohoussou K., 2009). En effet, les ablutions sont des pratiques religieuses permettant d'obtenir un état de pureté rituelle nécessaire pour la prière. Elle consiste au lavage des pieds, des mains, du visage (Rousset, 2016). Ainsi, les conditions de stockage et d'utilisation de l'eau pour les ablutions exposent les populations aux maladies d'origine hydrique.

MATERIEL ET METHODES

Matériel

Présentation de la zone d'étude

La présente étude est menée dans la commune de Yopougon (Côte d'Ivoire) qui est

située à l'ouest de la ville d'Abidjan entre 5°20'56" nord et 4°00'42" ouest. Elle s'étend sur 153,06 km² et regroupe 22,75% de la population abidjanaise soit 1 071 543 d'habitants. Cette commune est construite sur un relief de plateau (plateau du Banco) et de pentes relativement faibles (3% en moyenne) qui se termine à l'ouest par des fronts d'érosion de largeur croissante du sud au nord et donnant sur des vallées encaissées occupées dans leurs parties inférieures par des bras lagunaires (Diabaté et al., 1991) (Figure 1).

Equipement

Les principaux équipements de mesures sont constitués d'un photomètre Palintest (Grande Bretagne), d'un pH-mètre, d'un conductimètre, d'un turbidimètre pour les paramètres physico-chimiques et d'un dispositif de filtration sur membrane pour les paramètres bactériologiques.

Echantillonnage

L'échantillonnage des eaux s'est fait dans les 72 (soixante-douze) puits et un (1) forage qui compte le village. Les prélèvements d'échantillons ont été effectués dans des flacons en polyéthylène de 1000 ml pour les paramètres physico-chimiques et de 500 ml pour les paramètres microbiologiques. I.1.4. Les réactifs Les réactifs utilisés étaient de qualité analytique. Les réactifs de mesure des paramètres chimiques étaient de marque PALINTEST (Grande-Bretagne). Les milieux de culture Rapid'E. coli 2 Agar, gélose BEA (Bile Esculine Azide) et gélose TSN (Tryptone Sulfite Néomycine) de marque BIORAD ont été utilisés pour le dénombrement des marqueurs de contamination fécale.

Méthodes

Prélèvement, transport et conservation des échantillons

Les prélèvements ont été faits selon les recommandations de l'OMS/PNUE. Les échantillons ont été rangés dans une glacière à l'abri de la lumière à une température comprise entre 4°C et 8°C et transportés au laboratoire tout en respectant la chaîne de froid par des accumulateurs de glace.

Analyses physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques ont été déterminés par les méthodes suivantes : - Le pH est mesuré avec un pH-mètre digital de laboratoire de type HACH équipé d'une électrode combinée (Bioblock Scientific) (AFNOR, 1997).

- La conductivité est mesurée grâce à un conductimètre de type (HACH, 1990).

- La turbidité est déterminée grâce la néphélométrie de type (HACH, 1990).

- la titrimétrie a été utilisée pour la détermination de la matière organique (AFNOR, 1997).

- Les sels minéraux et la couleur ont été déterminés par colorimétrie en utilisant un photomètre Palintest 7100 SE muni de filtres et de courbes de calibrage préprogrammées. Les longueurs d'ondes opérationnelles varient entre 410 nm et 640 nm. Les sels minéraux recherchés ont été les nitrites, les nitrates, les fluorures, le fer, le manganèse, le titre alcalimétrique complet (TAC), le degré hydrotimétrique total (DHT), l'ammonium, le sodium, le Magnésium, le calcium, les sulfates, le potassium, le bicarbonate, le zinc.

Analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques ont permis d'identifier et de dénombrer les coliformes totaux (CT), les coliformes thermotolérants (CTh), *Escherichia coli* (*E. coli*), *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*), *Pseudomonas sp* et les germes anaérobies sulfite-réducteurs. Ces microorganismes ont été identifiés et dénombrés en filtrant des aliquotes homogènes de 100 ml et de 50 cl (germes anaérobies sulfite-réducteurs) sur une membrane dont le diamètre des pores est de 0,45 µm. Les membranes ont ensuite été placées sur des milieux de culture sélectifs pendant 24 heures à 37°C à l'étuve thermostatée. Les milieux suivants ont été utilisés: gélose BEA (Bile Esculine Azide) (Milieu sélectif utilisé pour l'isolement et le dénombrement des entérocoques par la méthode classique de numération en boîtes de Pétri) pour les Streptocoques fécaux, le Rapid'E. coli 2 Agar (milieu de culture pour l'identification d'E. coli) pour les coliformes totaux, la gélose TSN (Tryptone Sulfite

Néomycine) pour le Clostridium sulfito-réducteur et le milieu pseudosel ou cétrimide pour les Pseudomonas.

Traitement de données

Une analyse descriptive (moyennes, médianes, minimum, maximum et écart types) et une analyse en composante principale (ACP) des teneurs des paramètres mesurées sur les

eaux des toilettes publiques sont présentées. L'analyse statistique a été effectuée et a permis de ressortir les corrélations existantes entre les différents paramètres de l'eau. Les plans factoriels et les variances totales ont été obtenus avec le logiciel Statistica 7.1. (Kanohin et al., 2017).

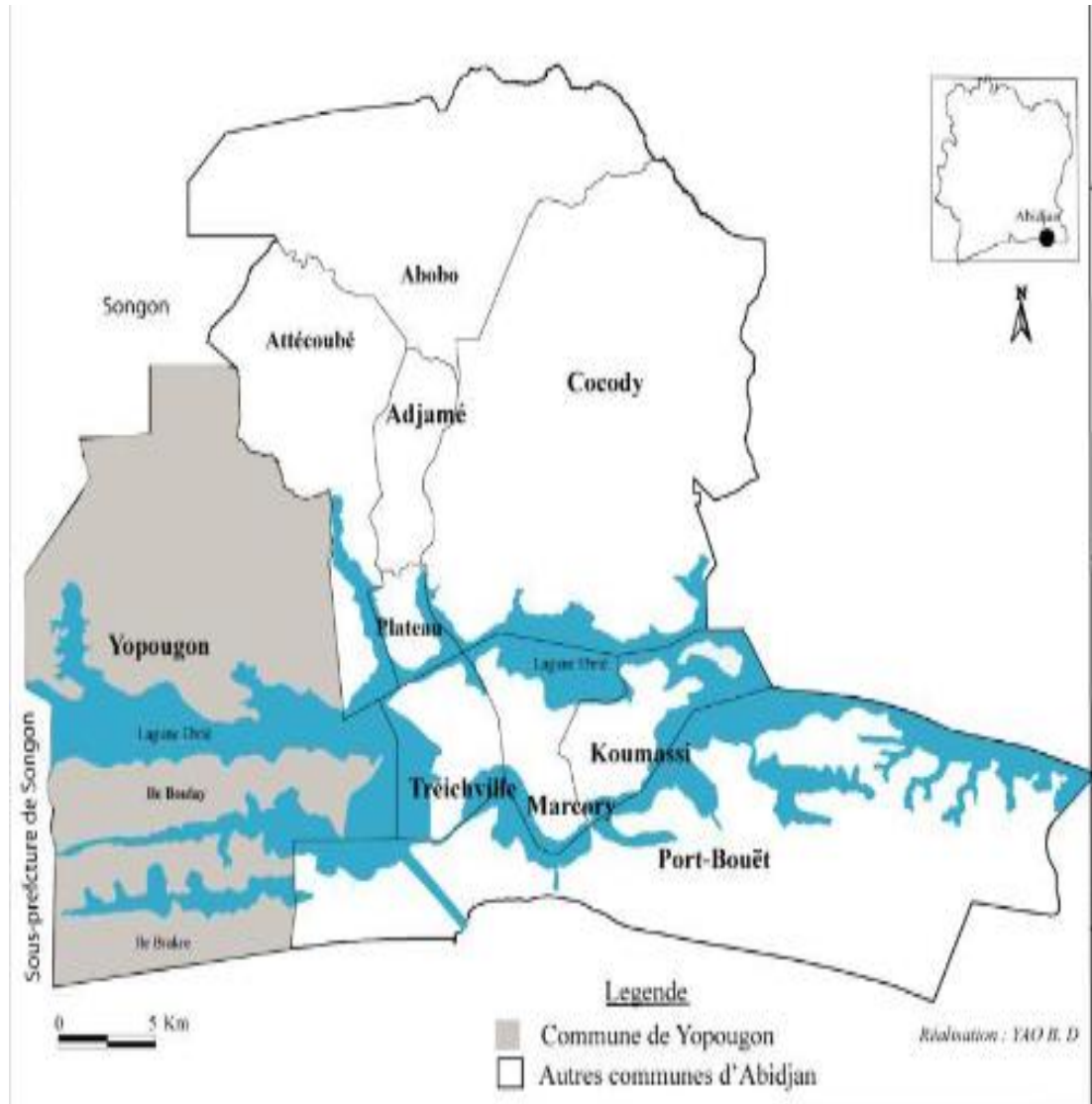


Figure 1 : Localisation de la commune de Yopougon sur le territoire ivoirien. (Source BNETD).

RESULTATS

Caractérisation physico-chimique et bactériologique des eaux d’ablutions

Paramètres physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques des eaux d’ablution sont inscrits dans le Tableau 1. Les eaux d’ablution ont un pH inférieur à 6,5 pour certains échantillons et une faible minéralisation avec une conductivité autour de 193,59 µS/cm en moyenne. La température maximale est supérieure à 25°C et le chlore, des valeurs au-delà de la norme (0 mg/L). Ces paramètres présentent des non-conformités au regard des recommandations de l’OMS.

Paramètres bactériologiques

Les charges microbiennes maximales variaient en fonction de la nature du germe. Ainsi, elles étaient respectivement de 53 UFC/100 ml pour les coliformes totaux, de 51 UFC/100 ml pour les coliformes thermotolérants et de 3 UFC/100ml pour les *E. coli*. Le Tableau 2 présente les résultats des analyses bactériologiques des eaux d’ablution.

Analyse de la matrice de corrélation

Les analyses en composantes principales (ACP) ont porté sur les variables suivantes : pH, conductivité, turbidité, température, composés azotés, ions majeurs, les coliformes totaux et les *E. coli*. L’examen de la matrice de corrélation entre variables (Tableau 3) révèle la présence de variables bien corrélées entre elles. Il s’agit :

- ✓ du pH avec les paramètres température (0,50), matière organique (0,38), nitrites (- 0,54) et *E. coli* (0,46) ;
- ✓ de la turbidité avec le paramètre nitrates (0,44) ;

- ✓ du chlore résiduel avec les nitrates (0,43);
- ✓ de la matière organique avec l’ammonium (0,47).

Caractérisation des eaux par l’analyse en composantes principales.

L’analyse en composantes principales a été effectuée d’une part avec les paramètres physico-chimiques (Tableau 1) et d’autre part avec les paramètres bactériologiques (Tableau 2).

Composante physico-chimique et bactériologique

L’analyse en composantes principales a été effectuée avec les paramètres physico-chimiques et bactériologiques. La projection des teneurs des variables sur le plan factoriel (1x2) montre que 50,18% de la variance totale sont exprimés (Figure 2). L’axe de facteur 1 représente 27,41% de la variance totale et il regroupe la turbidité, la conductivité, le nitrate, l’ammonium et la matière organique dans le pôle négatif. Cet axe exprime une turbidité et une présence de composé azotée dans les eaux d’ablution. L’axe 2 quant à lui représente 22,77% de la variance totale et il regroupe le chlore résiduel et les nitrites dans le pôle positif tandis que les coliformes totaux, les *E. coli*, le pH et la température ont une contribution forte dans le pôle négatif. Cet axe met en évidence une pollution microbienne des eaux d’ablution.

Analyse des non-conformités

Il s’agit de déterminer les non-conformités au niveau des échantillons et pour chaque paramètre mesuré. Le Tableau 4 révèle la qualité de l’eau utilisée pour l’ablution dans les toilettes publiques à Yopougon. Sur les différents échantillons d’eau analysés, près de 90% sont non-conformes.

Tableau 1: Résultats des analyses physico-chimiques des eaux d’ablution.

Paramètres	Min	max	méd	Moy ± ε	Norme OMS
pH	5,43	7,69	6,62	6,74±0.54	6,5-8,5
Température (°C)	24,8	29,9	26,1	26,27±1.07	≤ 25
Conductivité (µS/cm)	101,7	361,4	181,7	193,59±65,53	100-1000

Turbidité (UNT)	0,27	1,88	0,75	0,86±0,38	≤ 5
Chlore résiduel (mg/L)	0	0,26	0,08	0,09±0,08	0
Matière organique	0,33	3,75	1,33	1,60±0,85	≤ 5,0
Nitrites (mg/L)	0	0,03	0,01	0,01±0,1	≤ 0,10
Nitrates (mg/L)	0,37	45	7,3	10,91±11,75	≤ 50
Ammonium (mg/L)	0,01	1,15	0,145	0,33±0,37	≤ 1,5

Min : Minimum ; **Max** : Maximum ; **Méd** : Médiane ; **Moy** : Moyenne

Tableau 2: Résultats des analyses bactériologiques des eaux d'ablution.

Paramètres	Min	Max	Méd	Moy ± ε	Norme
Coliformes totaux (UFC/100 ml)	0	53	0	6,0 ± 13.42	0
Coliformes thermotolérants (UFC/100 ml)	0	51	0	4,0 ± 11.78	0
<i>E.coli</i> (UFC/100 ml)	0	3	0	1,0 ± 0.66	0
<i>E. faecalis</i> (UFC/100 ml)	0	0	0	0,0 ± 0.00	0
<i>Pseudomonas spp</i> (UFC/100 ml)	0	0	0	0,0 ± 0.00	0
Anaérobies Sulfito-Réducteurs (UFC/100 ml)	0	0	0	0,0 ± 0.00	0

Min : Minimum ; **Max** : Maximum ; **Méd** : Médiane ; **Moy** : Moyenne

Tableau 3: Matrice de corrélation.

	pH	Temp	Cond	Turb	Cl ₂	M O	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	C. totaux	<i>E. coli</i>
pH	1,00										
Temp	0,50	1,00									
Cond	0,20	0,08	1,00								
Turb	0,30	0,21	0,54	1,00							
Cl ₂	- 0,35	-0,22	0,51	-0,04	1,00						
M. O.	0,38	0,41	0,16	0,12	- 0,06	1,00					
Nitrites	- 0,54	-0,23	-0,11	-0,20	0,22	-0,19	1,00				
Nitrates	0,15	0,05	0,73	0,44	0,43	0,30	- 0,26	1,00			
Ammonium	- 0,11	0,15	0,26	0,17	0,24	0,47	- 0,05	0,64	1,00		
C totaux	0,28	-0,13	0,03	0,10	- 0,29	0,04	- 0,28	0,08	-0,05	1,00	
<i>E coli</i>	0,46	-0,17	-0,09	-0,04	- 0,27	0,04	- 0,16	- 0,11	-0,23	0,36	1,00

En **gras** : valeurs de r significatives pour P < 0,05.

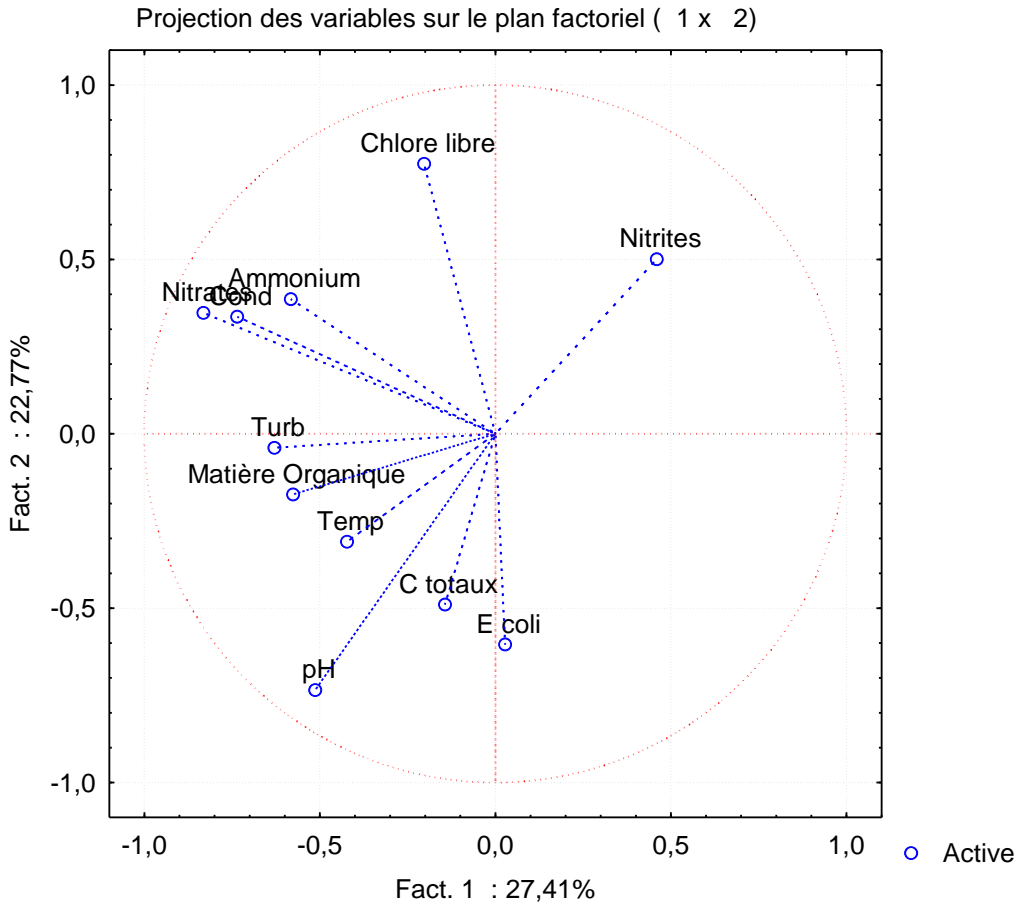


Figure 2 : Projection sur le plan factoriel (1 x 2) des paramètres physico-chimiques.

Tableau 4: Paramètres physicochimiques et bactériologiques non-conformes.

Échantillons	Nombre	Proportion
Conforme	3	10%
Non conformes	27	90%
Totaux	30	100%

DISCUSSION

La méthode de l'analyse en composantes principales (ACP) est largement utilisée pour interpréter les données hydro-chimiques (Bennasser, 1997). L'analyse du plan factoriel au niveau des variables physico-chimiques et bactériologiques a montré 50,18% de la variance totale. Ces axes F1 et F2 des variables physico-chimiques et

bactériologiques ont exprimé une minéralisation et une pollution microbienne des eaux d'ablution. Les taux de variance exprimés sont proches de ceux de Lagnika et al. (2014) qui sont de 66,95% pour les eaux des puits de la commune de Pobé au Bénin et élevés par rapport à ceux d'Aka (2013) qui sont de 35,25% pour les eaux des nappes d'Altérites d'Abengourou au Sud-Est de la Côte d'Ivoire.

L'ACP a révélé que 50,18% des eaux d'ablution sont caractérisées par une faible minéralisation ainsi qu'une pollution bactériologique importante.

Au plan physico-chimique, les résultats des analyses ont montré que la majorité des échantillons sont non potables. Notre étude a révélé que les eaux d'ablution ont un pH normal en moyenne c'est-à-dire comprise en moyenne entre 6,5 et 8,5 OMS (2008). Mais 70% des échantillons de ces eaux d'ablution analysés ont un pH acide. L'acidité d'une eau de consommation ne pose aucun problème vis-à-vis de la santé du consommateur. Toutefois, l'eau acide stockée dans des récipients peut s'enrichir en métaux lourds, suite à la corrosion des matériaux métalliques et à base de ciment (Eblin *et al.*, 2014) et constituer par conséquent une menace pour la santé du consommateur. Cette acidité pourrait être due à la nature géologique du terrain où les eaux ont été puisées et à une insuffisance du traitement de neutralisation. En effet toutes les eaux d'ablution analysées proviennent du réseau d'eau potable de la SODECI qui est d'origine souterraine. Le caractère acide des eaux souterraines est conforme aux études menées par Savané (1997) dans la région d'Odienné au nord de la Côte d'Ivoire et celles de Faillat (1986) sur les aquifères fracturés ivoiriens. Selon les études de Knutsson (1994), la corrosion augmentera également la teneur en cuivre de l'eau potable, ce qui peut être un risque pour la santé humaine.

La turbidité présente des valeurs qui sont conformes aux normes. La turbidité en elle-même n'est pas un paramètre dangereux pour l'Homme. Mais, une turbidité anormale favoriserait une prolifération de bactéries indicatrices de contamination d'origine fécale. En effet, il a été démontré qu'une eau ayant une faible turbidité héberge moins de microorganismes (Pritchard *et al.*, 2007). Ces valeurs obtenues après analyse sont contraires à celles obtenues par Hadeif Djihad et Hasni Malika (2017) sur les eaux de puits au Cameroun (Hadeif et Hasni, 2017) et similaires à celles de Mbawala *et al.* (2010) effectué sur des eaux de stations à Alger en Algérie (Mbawala *et al.*, 2011).

La conductivité permet d'apprécier le degré de minéralisation de l'eau dans la mesure où la plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement (Rodier et Legube, 2009). Pour ce qui est des eaux d'ablution, nous avons une conductivité moyenne qui avoisine 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ qui montre que ces eaux sont faiblement minéralisées. Les valeurs obtenues sont similaires à celles mesurées par Adejuwon et Mbuk. (2011) à Lagos au Nigeria et par Soro *et al.* (2010) dans les eaux souterraines du district d'Abidjan qui sont comprises entre 7 et 315 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ces résultats sont au-delà de ceux obtenus par Gbohaida *et al.* (2016) et Tampo *et al.* (2014) à Cotonou qui ont montré des valeurs de conductivité comprises entre 49 et 129 $\mu\text{S}/\text{cm}$ qui ne sont pas conformes aux normes.

Le chlore résiduel était non conforme dans 86,67% des échantillons analysés. Le chlore est utilisé pour la désinfection de l'eau. Il détruit les microorganismes. Ce très faible taux peut s'expliquer par un défaut de chloration pendant la production et par le stockage de l'eau dans des récipients sans couvercles. Ce qui expliquerait la présence des microorganismes dans ces eaux. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Sackou (2010) dont les valeurs moyennes sont de 0,13 mg/L.

Pour ce qui est de la température, nous avons 93,33% de ces échantillons d'eaux d'ablution qui présentent des valeurs comprises entre 24,8 à 29,9°C avec une moyenne de 26,27°C. Ces résultats se rapprochent de ceux de Aïssi (1992), de Comlanvi *et al.* (1994) à Cotonou et de Assani (1995) à Grand-Popo, qui retrouvent dans leurs travaux des températures variant entre 25°C et 30°C. Ces températures élevées pourraient s'expliquer par l'influence de la chaleur ambiante sur les eaux prélevées. Les températures retrouvées dans notre étude sont de l'ordre de 28°C à 30°C citées à Brazzaville par Moukolo *et al.* (1993) et de l'ordre de 26 à 28°C mentionnées par Djafarou à Kandi en 2004. Il convient de souligner qu'une eau dont la température est située entre 25 et 28°C constitue un bon milieu de culture pour les micro-organismes de l'environnement, ce qui

veut dire que l'élévation de la température crée des conditions favorables à la pollution des eaux en milieu tropical (Galal-Gorchev, 1992).

Sur les différents paramètres physico-chimiques mesurés, les teneurs en nitrates, en nitrites, en ammonium et la matière organique sont conformes aux normes de l'OMS (2008). Les nitrites et nitrates sont des ions présents de façon naturelle dans l'environnement, ils sont le résultat d'une nitrification de l'ion ammonium (NH_4^+) (Gaujour, 1995). Ils sont extrêmement solubles, pénètrent le sol et les eaux souterraines où se déversent dans les cours d'eau par ruissellement, ils constituent une des causes majeures de la dégradation des eaux à long terme. Les nitrites sont formés par dégradation de la matière azotée mais ils sont rapidement transformés en nitrates dans les sources d'eau potable (Lepeltie, 2005). Dans les eaux, la quantité des nitrates maximale admissible est fixée de 50 mg/L. Notre étude a révélé des taux de dérivés azotés dans les normes. Ce résultat pourrait s'expliquer par les mesures d'hygiène adoptées dans les latrines. En effet, les « bouilloires » servant à l'ablution ne sont pas utilisés pour les autres besoins et sont remplis que par le gérant des latrines publiques. Aussi l'eau se trouvant dans les « bouilloires » servant pour l'ablution n'est pas exposée aux contaminations (Bohoussou, 2019).

Par ailleurs, au niveau des paramètres bactériologiques, les eaux d'ablution sont contaminées par les bactéries indicatrices de pollution fécale. La consommation des eaux avec de fortes densités de germes présenterait de grands risques sanitaires à court terme pour les usagers. La mauvaise qualité des eaux stockées est à rapprocher de l'absence de désinfectant, caractérisée par de faibles valeurs de chlore résiduel, et des conditions de stockage de l'eau (Kouadio et al., 1998). La présence en particulier d'*Escherichia coli* indique qu'il y a une contamination de ces eaux par des matières fécales (Chevalier, 2003). Cette contamination peut être corrélée au défaut d'hygiène des mains et du matériel de puisage. De même, la présence des germes est significativement associée au grand volume des récipients utilisés et l'absence de

couvercles. Une étude au Zimbabwe a montré que le seul fait de couvrir le réservoir d'eau réduisait de 50% les Coliformes totaux et fécaux dans l'eau stockée dans les ménages (Mazengia, 2002). La présence des germes bactériologiques indique qu'elles ne sont pas protégées de la prolifération des germes (Nola et al., 2002 ; Rodier, 2009).

Ces résultats sont semblables à ceux observés par Agassounou et al. (2014) et Sossah et al. (2011) qui ont révélé dans leurs recherches que l'eau courante à la source est potable mais contient des coliformes totaux et de coliformes fécaux au stockage. Dovonou et al. (2011) dans une étude sur l'impact des comportements sur la qualité des eaux de consommation dans la commune d'Abomey-calavi, ont trouvé des résultats similaires

Conclusion

Cette étude a été menée en vue de déterminer la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux d'ablution dans les latrines publiques de la commune de Yopougon afin de préserver la santé de la population. Pour ce faire, nous avons effectué des prélèvements d'échantillons d'eau servant pour les ablutions dans les latrines publiques. Il ressort de cette étude que la majorité des échantillons d'eau d'ablution analysés, est non-conforme. Les paramètres incriminés dans les non-conformités sont le chlore résiduel, le pH, la température et les coliformes. De même, des corrélations existent entre paramètres. Il s'agit notamment de la corrélation entre le pH et *E. coli*. Les résultats ont objectivé que l'eau d'ablution dans les latrines publiques est caractérisée principalement par son très faible taux de désinfectant (0,09 mg/L) et sa température relativement élevée avec pour corollaire la présence notamment de *Escherichia coli*. Ce qui constitue un risque majeur pour la santé de la population. Pour minimiser les risques sanitaires liés à de telles pratiques, un accent particulier doit être mis sur la désinfection de l'eau d'ablution et la promotion de l'hygiène dans ces lieux.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'aucun conflit d'intérêts relatif à ce travail ne les lie avec des personnes physiques ou morales.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

YTW a conçu le projet de recherche, a participé à la collecte des données, leur interprétation ainsi qu'à la rédaction du manuscrit. TGAG et MDF ont participé à la rédaction du manuscrit, l'acquisition des données et leur interprétation. TGAG a participé à la rédaction du manuscrit, à l'analyse statistique ainsi qu'à l'interprétation des résultats. KSAP, KAT et ANC ont supervisé les travaux et participé à la rédaction du manuscrit. Tous les auteurs ont lu et approuvé le manuscrit final.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le laboratoire d'analyses des eaux et aliments de l'Institut National d'Hygiène Publique pour la réalisation effective de cette étude.

REFERENCES

- Adejuwon JO, Mbuk CJ. 2011. Biological and physiochemical properties of shallow wells in Ikorodu town Lagos Nigeria. *J. Geol. Min. Res.*, **3**(6): 161-168. DOI : <https://doi.org/10.5897/JGMR.9000007>
- AFNOR (Association Française de Normalisation). 1997. Qualité de l'Eau: Terminologie, Echantillonnage et Evaluation des Méthodes (Tome 1, 3 éd). AFNOR : Paris, France.
- Agassounon D, Tchibozo M, Tadjou A, Anago DG, Dovonou EF, Ayi-Fanou L. 2014. Qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de boisson dans les arrondissements de la commune de Kétou au Bénin. *Microbiol. Ind. San. Environn.*, **8**(2): 187-207. <https://search.emarefa.net/detail/BIM-441707>
- Aka N, Bamba SB, Soro G, Soro N. 2013. 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*, (16).

- An TD, Tsujimura M, Le-phu V, Kawachi A, Ha DT. 2014. Chemical characteristics of surface water and groundwater in coastal watershed, Mekong Delta, Vietnam. *Procedia Environ Sci.*, (20): 712– 721. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2014.03.085>.
- Angulo FJ, Tippen S, Sharp DJ, Payne BJ, Collier C, Hill JE. 1997. A community waterborne outbreak of salmonellosis and the effectiveness of a boil water order. *American Journal of Public Health.*, **87**(4): 580-584. DOI: 10.2105/ajph.87.4.580
- Aissi MJ. 1992. Impacts des déchets domestiques sur la qualité de la nappe phréatique à Cotonou. Mémoire, aménagement, protection de l'environnement, CPU, UNB, Bénin, 1992. 69 p.
- Assani A. 1995. Qualité et mode de gestion de l'eau de boisson dans la sous-préfecture de Grand-Popo. Mémoire de maîtrise en santé publique, IRSP, UNB, Bénin, 240 p.
- Balbus JM, Embrey MA. 2002. Risk factors for waterborne enteric infections. *Current opinion in gastroenterology.* **18**(1):46-50. DOI: 10.1097/00001574-200201000-00008.
- Bengaibona BB, 2010. Analyse comparée des qualités microbiologique et physicochimique des eaux de pluie stockées dans des citernes en Ferrociment : Cas des impluviums de DORI, Mémoire de fin d'étude en master spécialisé, Génie Sanitaire et Environnement, 56p.
- Bennasser L. 1997. 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. Université Ibn Tofail, Kénitra, Maroc, 157 p.
- Bohoussou K. 2009. Evaluation de l'hygiène dans les toilettes publiques d'Abidjan : cas de la commune d'Adjamé, Mémoire de DESS, IFAS, Côte d'Ivoire (Abidjan), 88p.
- Chevalier P. 2003. Coliformes totaux. Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine. Groupe scientifique sur l'eau, Institut national de santé publique du Québec. p : 4.
- Chouti W. 2007. Evaluation de la qualité des eaux des puits protégés munis de pompe dans la commune de Porto-Novo. Mém. DESS, UAC/MSP, Bénin.65 p.
- Comlanvi F. 1994. Amélioration de la qualité des eaux de puits dans la ville de Cotonou : cas de quelques quartiers. Mémoire de fin de formation DIT, aménagement, protection de l'environnement, CPU,UNB, Bénin, 78 p.
- Degbey C, Makoutode M, Ouendo Em, Fayomi B, De Brouwer C. 2008. La qualité de l'eau de puits dans la commune d'Abomey-Calavi au Bénin. *Environnement, Risques & Santé*, **7**: 279-83. DOI: 10.1684/ers.2008.0158
- Diabaté H, Kodjo L. 1991, Notre Abidjan : toujours plus haut, Mairie d'Abidjan, Ivoire média, 256p.
- Djafarou M. 2004. Contribution à l'élévation des risques liés aux usages domestique de l'eau dans la commune de Kandé. Mém. DEA, UAC /FLASH, 85p.
- Dovonou F, Aina M, Boukari M, Alassane A. 2011. Pollution physico-chimique et bactériologique d'un écosystème aquatique et ses risques éco toxico-(n) logiques : cas du lac Nokoué au Sud Benin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **5**(4): 1590-1602, August 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v5i4.23>
- Sossah MD. 2011. Impacts des comportements sur la qualité des eaux de consommation dans les ménages à Tanghuin. Mém. DESS, UAC/MSP, Bénin.65 p.
- Eblin SG, Sombo AP, Soro G, Aka N, Kambiré O, Soro N. 2014. Hydrochimie des eaux de surface de la région d'Adiaké (sud-est côtier de la Cote d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences*, **75**: 6259-6271. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v75i1.10>
- Eshtawi T, Evers M, Tischbein B. 2016. Quantifying the impact of urban area expansion on groundwater recharge and surface runoff. *Int Assoc Sci Hydrol Bull*, **61**(5): 826–843. DOI: <https://doi.org/10.1080/02626667.2014.1000916>.
- Faillat JP. 1986. Hétérogénéité et effet d'échelle dans les aquifères fissurés. Approche par pompage d'essai sur station expérimentale (Afrique de l'Ouest). *Hydrogéologie*, **1**: 65–76.
- Festy B, Hartemann P, Ledrans M, Levallois P, Payment P, Tricard D. 2003. Qualité de l'eau. Environnement et santé publique-Fondements et pratiques. pp.333-368. ediseem/tec&doc.action_vale/paris.
- Galal-gorchev H. 1992. Évaluation des risques liés aux substances chimiques dans l'eau de boisson : élaboration des valeurs guides. *Santé Publique*, **4**: 80-83.
- Gaujour D. 1995. *La Pollution des Milieux Aquatiques* (2ème Editions). Lavoisier.
- Gbohaida V, Agbangnan DCP, Ngossanga MB, Medoatinsa SE, ovononLFC D, Wotto DV, Avlessi F, Sohounhloue CK. 2016. Etude de la qualité physico-chimique de l'eau de boisson dans deux localités du Bénin : Cotonou et Dassa-Zoumè. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* **10** (1) : 422 -434.
- HACH (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists (Vol. 1). – The Association.
- Hadef D, Hasni M. 2017. Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de l'Oued de Boutane région de

- Khemis-Miliana. Algerie, Université Djilali Bounaâma de Khemis Miliana.
- Herischen D, Ruwaida MS, Blackbum R. 2002 : Répondre au défi urbain. Série M, no16, 23 p.
- Kanohin F, Epse Otchoumou, Yapo OB, Dibi B, Bonny AC. 2017. Caractérisation physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de Bingerville. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **11**(5): 2495-2509. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i5.43>
- Karim F, Rafi M, 2002. Drinking water in the hilly region of Bangladesh: how is the quality? *International Journal of Water Resources and development*. **18**(3): 493–452. DOI: <https://doi.org/10.1080/0790062022000006925>.
- Knutsson G. 1994. Acidification effects on groundwater - prognosis of the risks for the future. *IAHS Publication*, pp.3-3.
- Kouadio LP, Ekra NB, Atindehou E. 1998. Etude de la potabilité des eaux de boisson en sachet vendues aux abords des écoles primaires publiques d'Abidjan. *Bull Soc Path Ex.*, **91**(2): 167-168.
- Lagnika M, Ibikounle M, Montcho J, Wotto VD, Sakiti NG. 2014. Caractéristiques physico-chimiques de l'eau des puits dans la commune de Pobè (Bénin, Afrique de l'ouest). *Journal of Applied Biosciences*, **79**:6887-6895. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v79i1.13>
- Lepeltier S. 2005. Un bon état écologique des eaux. Ministère de l'écologie et du développement durable. Projet de loi sur l'eau et les grands axes de la politique française de l'eau, au Sénat le 5 avril 2005. <http://www.ecologie.gouv.fr>.
- Mazengia E, Chidavaenzi MT, Bradley M. 2002. Effective and culturally acceptable water storage in Zimbabwe: maintaining the quality of water abstracted from upgraded family wells. *Journal of Environmental Health*. **64**(8): 15-18.
- Mbawala A, Abdou A, Ngassoum M. 2020. Evaluation de la pollution physico-chimique et microbienne des eaux de puits de Dang-Ngaoundéré (Cameroun). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **4**(6). <http://www.ajol.info/index.php/ijbcs/article/view/64946>.
- Moukolo Noël, Laraque Alain, Olivry JC, Bricquet JP. 1993. Transport en solution et en suspension par le fleuve Congo (Zaïre) et ses principaux affluents de la rive droite. *Hydrological Sciences Journal*. **38**(2) : 133-145. DOI: 10.1080/02626669309492651
- Nola M, Njine T, Sikati FV, Djuikom E. 2001. Distribution de *Pseudomonas aeruginosa* et *Aeromonas hydrophila* dans les eaux de la nappe phréatique superficielle en zone équatoriale au Cameroun et relations avec quelques paramètres chimiques du milieu. *Revue des Sciences de l'Eau*. **14**(1): 35. DOI:10.7202/705407ar
- Nola M, Njine T, Djuikom E, Sikati Foko V. 2002. Faecal coliforms and faecal streptococci community in the underground water in an equatorial area in Cameroon (Central Africa): the importance of some environmental chemical factors. *Water Res.*, **36**(13): 3289-97. DOI: 10.1016/s0043-1354(02)00024-6
- OMS (Organisation Mondiale de la Santé). 2016. Water and Sanitation Related Diseases fact. OMS.
- OMS (Organisation Mondiale de la Santé). 2008. Directives de qualité pour l'eau de boisson: Quatrième édition intégrant le premier additif. Genève. https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/drinking
- OMS (Organisation Mondiale de la Santé). 2007. Combattre les maladies véhiculées par l'eau à la maison. Réseau international pour le traitement et la bonne conservation de l'eau à domicile, Organisation Mondiale de la Santé. 35 p. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43756>
- Pritchard M, Mkandawire T, O'Neill JG. 2020. Biological, chemical and physical

- drinking water quality from shallow wells in Malawi: Case study of Blantyre, Chiradzulu and Mulanje. *Physics and Chemistry of the Earth*. **32**(15-18):1167-1177.
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1474706507000976>.
- Rodier J, Legube B. 2009. L'analyse de l'eau, Ed. Dunod. 78–1368.
- Rousset MO. 2016. Latrines et espaces d'ablution dans les mosquées du Proche-Orient médiéval: l'enseignement des fouilles de Tyr, 2016. *Médiévales*,(70): 105-127. DOI: 10.4000/medievales.7811
- Sackou KJ, Attia AR, Claon JS. 2010. Analyse qualitative de l'accès à l'eau dans les quartiers précaires du district d'Abidjan. *Cahier de Santé Publique*, **9**(1): 7-15. DOI : 10.3917/spub.122.0133
- Savane I. 1997. Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique des aquifères discontinus du socle cristallin d'Odienné (Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire). Apport de la Télédétection et d'un système d'information hydrogéologique à référence spatiale. Apport de La Télédétection et d'un Système d'information Hydrogéologique à référence Spatiale. Thèse de Doctorat d'État ès Sciences Naturelles, Université d'Abidjan-Côte d'Ivoire, 386 p.
- Soro N, Ouattara L, Dongo K, Kouadio Ek, Ahoussi Ek, Soro G. 2010. Déchets municipaux dans le District d'Abidjan en Côte d'Ivoire: sources potentielles de pollution des eaux souterraines. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **4**(6): 2203–2219. DOI: 10.4314/ijbcs.v4i6.64952
- Tampo L, Ayah M, Kodom T, Tchakakla I, Boguido P, Bawa L. 2014. Impact de la demande en chlore et de la chloration sur la désinfection des eaux de puits des quartiers de Lomé: cas des quartiers de Démakpoé et d'Agbalépédogan (Togo). *Journal of Applied Biosciences*, **75**: 6272-6281. DOI: 10.4314/jab.v75i1.12