

Qualité physico-chimique des eaux d'adduction publique issues d'une station de traitement d'Abidjan (cas de la station zone Nord d'Adjamé)

Louan Odile BLE^{1*}, Gnamba Serge DEGNY², Akossi DOUAMPO³ et Tanian Drissa SORO⁴

¹ *Université Félix Houphouët Boigny de Cocody, UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Laboratoire des Sciences du Sol de l'Eau et de Géomatériaux (SSEG), BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire*

² *Institut National d'Hygiène Publique (INHP), Ministère de la Santé Publique, Laboratoire des Eaux, BPV 14 Abidjan, Côte d'Ivoire*

³ *Bureau National d'Etude Technique et de Développement (BNETD), Département de l'Hydraulique, 04 BP 945 Abidjan, Côte d'Ivoire*

⁴ *Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Environnement, Laboratoire des Sciences et Technologies de l'Environnement, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire*

* Correspondance, courriel : bleodile2@gmail.com

Résumé

L'objectif de cette étude est de déterminer la qualité hydrochimique des eaux et identifier les contaminants possibles des eaux d'adduction publique. Pour atteindre ces objectifs, la méthodologie s'est appuyée sur une analyse physicochimique de 17 paramètres comparés aux normes OMS au laboratoire de chimie de l'Institut National d'Hygiène Publique (INHP). L'analyse statistique multivariée dont la Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) a également été utilisée pour la mise en évidence des phénomènes de minéralisation des eaux de la localité. Les résultats obtenus révèlent que ces eaux répondent généralement aux normes de potabilités de l'OMS excepté certains dépassements de normes. La Température, comprise entre (26 et 32,8°C), la Turbidité qui varie de 0,65 à 22.1 NTU alors que la valeur guide de l'OMS est de 5 NTU. L'Aluminium présente des valeurs de 0,23 à 0.32 mg/L alors que la valeur recommandée par l'OMS est de 0,2 mg/L. Les dépassements de normes sont liés pour l'essentiel au trinôme pH, aluminium et chlore résiduel. Une amélioration du traitement des eaux par la neutralisation de l'acidité et au maintien d'un taux de désinfectant résiduel de chlore dans les normes tout le long des réseaux est requis.

Mots-clés : *qualité physico-chimique, champ captant zone nord, eau d'adduction publique.*

Abstract

Physico-chemical quality of public supply water from a treatment station in Abidjan (the north zone station of Adjame)

Pipeline networks, like all other drinking water supply installations, are subject to temporal degradation, installation conditions and corrosion. They must be monitored, controlled, maintained and renewed. Deterioration of pipes is accelerated in the event of a combination of degradation phenomena such as mechanical stress, corrosion, overpressure and many others. The objective of this study is to determine the hydrochemical quality of the water and identify possible contaminants in public supply water. To achieve these

objectives, the methodology was based on a hydrochemical analysis compared to OMS standards. The objective of this study is to determine the hydrochemical quality of the water and identify possible contaminants in public supply water. To achieve these objectives, the methodology was based on a hydrochemical analysis compared to OMS standards. The results obtained show that these waters generally meet the OMS drinking water standards. Except for Temperature, between (26 and 32.8 ° C), Turbidity which varies from 0.65 to 22.1 NTU while the OMS guide value is 5 NTU. Aluminum has values of 0.23 to 0.32 mg /L while the value recommended by who is 0.2 mg / L.

Keywords : *physico-chemical quality, catchment field north zone, public supply water.*

1. Introduction

La Côte d'Ivoire a fait d'énorme progrès dans le domaine de l'équipement, de l'approvisionnement en eau potable et de l'assainissement [1]. Cependant de nombreuses disparités demeurent entre les différents champs captant, notamment dans la surveillance de la qualité des eaux de consommation. En ce qui concerne l'approvisionnement en eau potable, les missions de surveillance sanitaire de l'eau de boisson sont assurées par L'INHP (l'Institut National d'Hygiène Publique). Abidjan, principale ville économique du pays, abrite plus de 30 % de la population ivoirienne avec un taux d'accroissement annuel de 3,9 % [2]. La population du District d'Abidjan s'est accrue du fait de la crise socio-politique que connaît la Côte d'Ivoire. L'utilisation domestique et industrielle des ressources en eau pèse lourdement sur les réserves disponibles. Environ 284 000 m³/jour d'eaux souterraines étaient exploités pour satisfaire les besoins de la ville d'Abidjan [3]. L'eau produite depuis la station de traitement est transportée à travers des canalisations de divers natures jusqu'aux robinets du consommateur. Ainsi les populations sont le plus souvent confrontées, soit à un problème de disponibilité de l'eau, soit à la mauvaise qualité de celle-ci [4]. A Abidjan, la production, le traitement et la distribution de l'eau potable sont confiés à la Société de Distribution d'Eau de Côte d'Ivoire. Malgré ses efforts, la SODECLI reçoit de nombreuses plaintes des populations relatives à la qualité du service [5]. Devant un tel défi, il s'est avéré nécessaire de faire le point de la qualité des eaux d'adduction distribuée aux populations abidjanaise. La présente étude a été entreprise dans un souci de mieux connaître la potabilité des eaux d'adduction publique issue de station de traitement d'Adjamé.

2. Matériel et méthodes

2-1. Présentation de la zone d'étude

Le District d'Abidjan regroupe dix (10) communes dont celle d'Adjamé qui abrite le champ captant Zone Nord sur lequel porte notre étude. L'usine de production d'eau potable Zone Nord de la SODECLI, plus précisément au carrefour MACACI sur l'axe Abobo-Adjamé de coordonnées géographiques 5°22'39"N et 4°01'51"W est en fonction depuis 1967. Elle comporte un champ captant de six (06) forages qui alimentent en eaux brutes un réseau de distribution qui permet de desservir les populations d'Adjamé et certains quartiers d'Attécoubé et de Cocody (*Figure 1*).

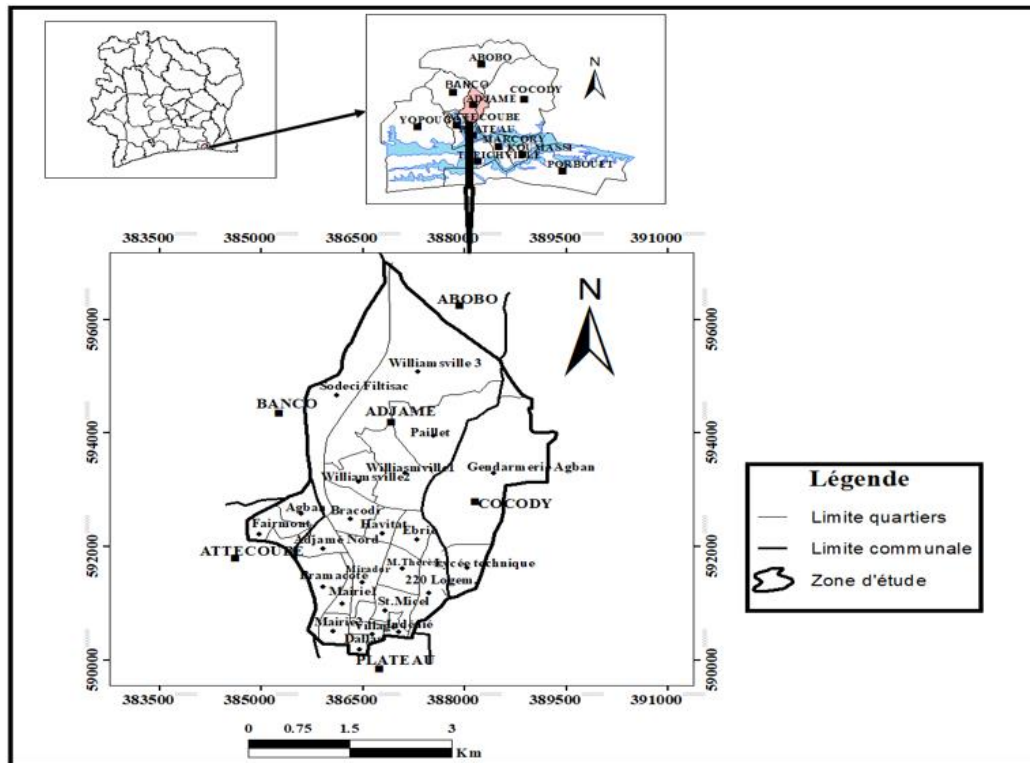


Figure 1 : Carte de localisation de la zone d'étude

2-1-1. Population du District d'Abidjan

La ville d'Abidjan constitue la zone la plus peuplée de la Côte d'Ivoire. Elle représente à elle seule 30 % de la population nationale avec une densité très élevée qui est plus de 1000 Hbts/Km² d'après le recensement général de la population [6].

2-1-2. Réseau d'assainissement de la ville d'Abidjan

Le réseau d'assainissement et de drainage de la ville d'Abidjan comprend actuellement :

- des ouvrages enterrés : 1810 km dont 810 km de canalisation pour le transport des eaux usées, 850 km pour les eaux pluviales et 150 km de canalisation unitaires (évacuant à la fois les eaux usées et les eaux pluviales) ;
- des ouvrages à ciel ouvert : 400 km de canaux en béton à ciel ouvert.

2-1-3. Réseau de distribution Adjamé zone Nord

L'usine de traitement d'eau potable Zone Nord est l'une des plus anciennes stations du District d'Abidjan en service de la commune d'Adjamé. Elle permet de traiter la plupart des eaux qui seront desservie aux quartiers de ladite commune et ses environs, sa capacité de production est d'environ 0.37m³/s soit 32165m³/j [7].

2-1-4. Types de canalisation

Les matériaux généralement rencontrés dans l'alimentation en eau potable sont des matériaux métalliques (fonte et acier) ; des matériaux à base d'amiante, de ciment et des matériaux en PVC (*Photo 1*).



Photo 1 : Canalisation en PVC

2-2. Matériel

Sur 100 échantillons prélevés de janvier 2017 à juin 2018 soit 50 échantillons en saison sèche et 50 autres en saison des pluies, 21984 dosages ont été effectués. Les échantillons ont été recueillis dans des bouteilles en polyéthylène de 500 mL à 1 litre, préalablement lavées à l'acide nitrique et à l'eau distillée. Les échantillons ont été ensuite transportés dans des glacières à 4°C au laboratoire de l'Institut National d'Hygiène Publique (INHP) pour analyse dans les heures qui ont suivi le prélèvement. Les différents niveaux de prélèvement sont :

- stade 1 : usine de traitement d'eau potable Zone Nord à Adjamé (Zone Nord) ;
- Stade 2 : entrées du réseau de distribution d'eau potable : Université Nangui-Abroboua (Université NA) ;
- Stade 3 : milieu du réseau : EPP Alouette,
- Stade 4 : Maternité Marie-Thérèse Houphouët-Boigny (Maternité MTHB)
- Stade 5 : Centre de Santé Gendarmerie Agban (CSG Agban);
- Stade 6 : fin de réseau : école Maternelle Cité Fairmont (EMC Fairmont).

2-3. Méthodes

2-3-1. Méthode d'étude hydrochimique

Les paramètres physiques tels que la conductivité, le pH, la température de l'eau ont été mesurés *in situ* à l'aide d'un pH-mètre Knick portatif et d'un conductimètre WTW 330. Au laboratoire les nitrates, l'ammonium a été dosés par la spectrophotométrie d'absorption moléculaire à l'aide d'un Spectrophotomètre de type 20D.

2-3-2. Méthode d'étude statistique

Le traitement statistique des données hydrochimiques a été réalisé sous le logiciel Statistica 7.1. Les variables prises en compte par cette analyse sont : pH, T°C, Turb, couleur, minéralisation totale (MT), DHT, le TAC, Alcalinité, Mn^{2+} , Al^3+ , Cl^- , Cl^- Résiduel, F^- , NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- . Dans un espace hypothétique à n dimensions, correspondant aux n variables, le nuage de points des observations ne permet pas de mettre en évidence une structure particulière. La transformation linéaire de ces n variables initiales par la méthode de l'analyse en composantes principales (ACP), définit de nouvelles variables appelées composantes. Ces composantes principales, expliquent le maximum de l'information initiale. Chaque composante explique un certain pourcentage de la variance des observations, lequel diminue avec le rang de la composante. Par conséquent, les points d'observations peuvent être représentés dans un espace réduit à p dimensions. Dans ce nouvel espace, les coordonnées des points d'observations correspondent aux coefficients de corrélation entre chaque axe et chaque variable initiale. Cette représentation graphique permet, de regrouper les variables initiales en groupes homogènes vis-à-vis du phénomène observé.

3. Résultats

3-1. Résultat des paramètres physico-chimique

3-1-1. Cartographie des sites de prélèvement

Les analyses chimiques concernent plusieurs points d'eau, ce qui permet de dresser une base de données des points d'eau avec les coordonnées géographiques (**Tableau 1**). La cartographie hydrochimique a permis la répartition spatiale des éléments chimiques dans la zone d'étude (**Figure 2**).

Tableau 1 : Coordonnées géographiques des stations de prélèvement

N° de site	Stations	Réseau	Longitude	Latitude
1	Zone Nord	Usine	4°01'51"	5°22'39"
2	Université NA	Entrée	4°01'08"	5°23'22"
3	EPP Alouette	Milieu	4°01'34"	5°21'30"
4	Mat MTHB	Milieu	4°01'05"	5°20'54"
5	CSG Agban	Milieu	4°00'38"	5°21'36"
6	EMC Fairmont	Fin	4°02'36"	5°21'26"

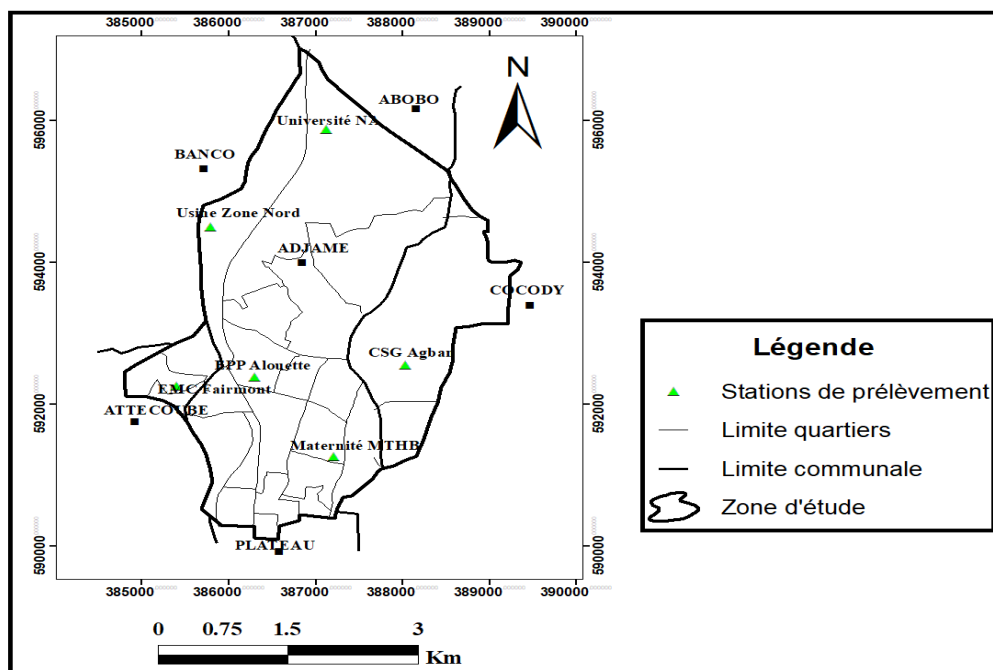


Figure 2 : Carte de répartition des stations de prélèvement

3-1-2. Variations de la Turbidité

La valeur guide est de 5 NTU norme OMS. Les valeurs de turbidité mesurées à l'usine de traitement varient entre 0,65 et 22,1 NTU pour une moyenne de 7,57 largement supérieur à la valeur guide. A l'entrée du réseau, elle varie entre 0,25 et 7,68 NTU avec une moyenne de 1,55 NTU (**Figure 3**).

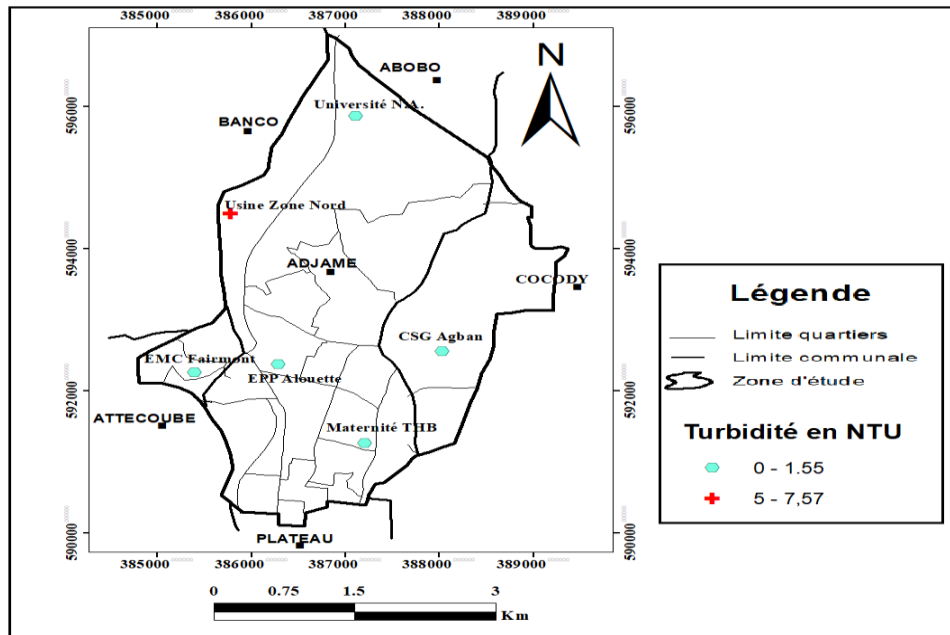


Figure 3 : Carte de répartition spatiale des turbidités des eaux du réseau Zone Nord

3-1-3. Étude de la variabilité de Température ($T^{\circ}\text{C}$) des eaux d'adduction

A l'usine de traitement (Figure 4), la T° varie entre 26,4 et 27,6 $^{\circ}\text{C}$ avec une moyenne de 26,79 $^{\circ}\text{C}$. A l'entrée du réseau de distribution (station de L'Université NA) elle oscille entre 26,10 et 27,54 $^{\circ}\text{C}$ avec une moyenne de 27,54 $^{\circ}\text{C}$. Tandis qu'au milieu du réseau elle varie entre 26 et 31,2 $^{\circ}\text{C}$ pour une moyenne de 27,77 $^{\circ}\text{C}$. En fin de réseau elle varie entre 27,1 et 32,8 $^{\circ}\text{C}$ avec une moyenne de 29,33 $^{\circ}\text{C}$. la température des eaux du réseau évolue progressivement avec des valeurs plus faibles à l'usine de production pour atteindre des valeurs maximales en fin de réseaux. Cependant elle atteint des valeurs extrêmes dans la partie Sud de la zone d'étude entre 28 $^{\circ}\text{C}$ et 29,32 $^{\circ}\text{C}$ autour des stations maternité THB et EMC Fairmont.

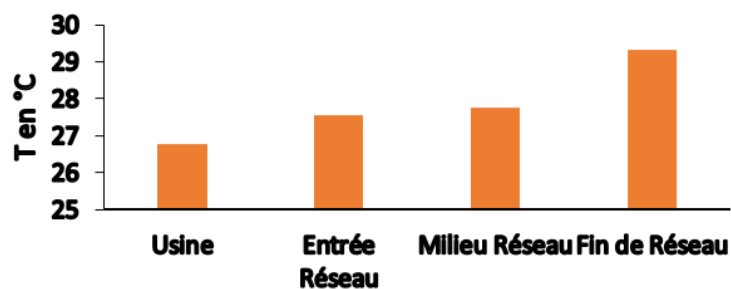


Figure 4 : Histogramme des moyennes de la température

3-1-4. Variations de la Couleur des eaux d'adduction

La couleur varie entre 5 et 10UCV sur l'ensemble du réseau (Figure 5). Par ailleurs, les moyennes décroissent progressivement de l'usine au milieu du réseau de distribution passant par l'entrée. Contrairement à celle en fin de réseau, elle croit et est presque identique à celle mesurée à l'usine de traitement de (9,38 UCV). Les valeurs de couleur enregistrées à l'usine de traitement peuvent être dues à la chaux qui est utilisé dans les stations pour relever le pH de l'eau.

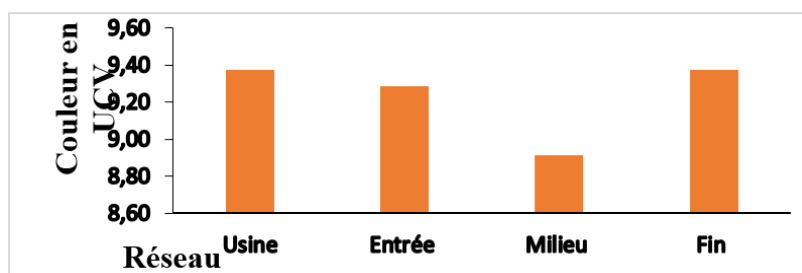


Figure 5 : Histogramme des moyennes de couleur

3-1-5. Variation de la teneur en Aluminium (Al^{3+}) Des eaux d'adduction

La partie Sud-Est située autour des stations CSG Agban, EPP Alouette et Maternité MTHB a de faibles teneurs en aluminium comprises entre 0,12 mg/L et 0,16mg/L (Figure 6). Cette zone est séparée des zones autour de UNA et EMC Fairmont par une zone intermédiaire dont les teneurs en aluminium varient entre 0,16 mg/L et 0,2 mg/L. En fin de réseau, ont rencontre de fortes concentrations en aluminium, allant de 0,21 mg/L à 0,25 mg/L.

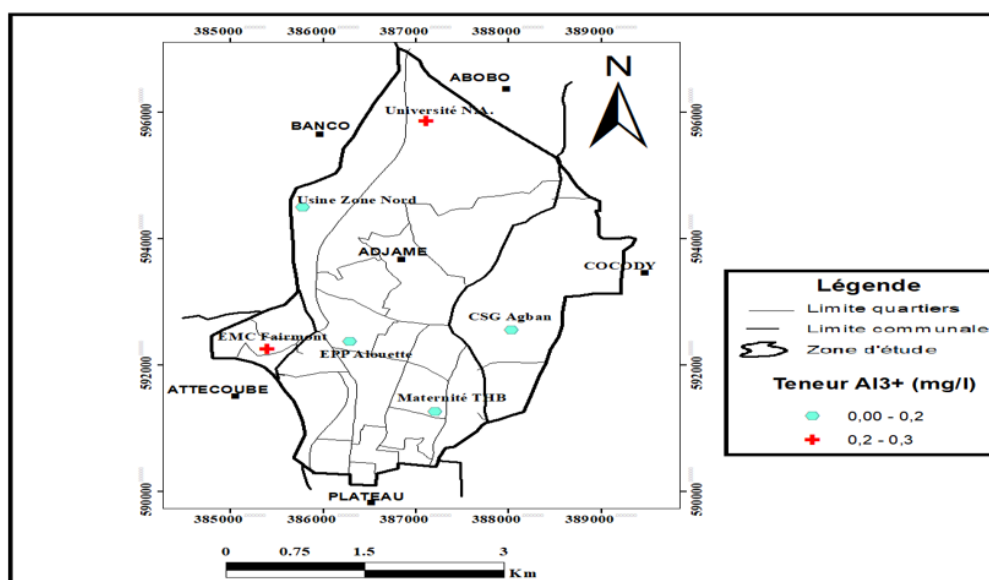


Figure 6 : Carte de répartition des teneurs en aluminium

L'analyse des cent échantillons a révélé que sur 21984 dosages effectués, 2204 soit 10,0 % étaient non conformes (Tableau 2). Parmi ceux-ci, le pH, le chlore résiduel et l'aluminium ont présenté les taux les plus élevés avec respectivement 52,4 %, 38,5 % et 33,0 %. Les échantillons d'eau étaient acides dans 90,1 %.

Tableau 2 : Fréquence de dépassement des paramètres physicochimiques

Paramètre	Normes appliquées à INHP	Nombre de dosages effectués	Pourcentage des dépassements
couleur	≤15 UCV	1189	0,4 %
turbidité	≤1 UNT	1345	19,7 %
pH	[6,5-8,5]	1391	52,4 %
Minéralisation	≤1000 mg/L	721	1,7 %
DHT	≤500 mg/L	1556	0,1 %
TAC	≤ 500 mg/L	1558	0,1 %

Chlore résiduel	[0,2-0,5 mg/L]	1666	38,5 %
Matière organique	≤ 5 mg/L	1029	8,9 %
Nitrate	≤ 50 mg/L	1434	2,5 %
Nitrite	≤ 0,1 mg/L	1400	1,7 %
Ammonium	≤ 1,5 mg/L	1531	1,4 %
Chlorure	≤ 250 mg/L	1210	1,2 %
Fer	≤ 0,3 mg/L	1538	4,6 %
Manganèse	≤ 0,1 mg/L	1572	2,2 %
aluminium	≤ 0,2 mg/L	1344	33,0 %
Fluorure	≤ 1,5 mg/L	1500	0,20 %
Total		21984	10,0 %

3-2. Étude des valeurs propres et pourcentages exprimés

Tableau 3 : Valeurs propres et pourcentage de variance

	F1	F2	F3	F4	F5
Valeur Propre	7,731972	4,375712	2,421818	2,051936	0,418562
% Total variance	45,48219	25,73948	14,24599	12,07021	2,46213
Cumul de valeur propre	7,73197	12,10768	14,5295	16,58144	17
% Variance cumulé	45,4822	71,2217	85,4677	9,5379	100

Le **Tableau 3** représente les cinq premiers facteurs avec leurs valeurs propres et les différents pourcentages exprimés. On constate que les 3 premiers facteurs expriment à eux seuls 85,46 % de l'information dont 45,48 % pour le facteur 1 (F1), 25,73 % pour le facteur 2 (F2) et 14,24 % pour le facteur 3 (F3). Les trois premiers facteurs totalisent plus de 75 % de la variance exprimée. Le couple F1-F2 exprime à lui seul plus 71,22 % de l'information.

3-2-1. Corrélation facteurs - Variables

Tableau 4 : Corrélations Facteurs - Variables

Paramètres	F 1	F 2	F 3
coul	-0,092	0,102	-0,573
turb	-0,262	0,319	-0,004
minéral.	-0,323	0,187	0,045
T°	0,240	-0,075	-0,451
pH	0,193	0,265	-0,261
NO ₃ ⁻	-0,328	-0,138	-0,105
NO ₂ ⁻	0,175	0,239	-0,136
NH ₄ ⁺	0,316	0,209	0,027
MO	0,031	-0,308	-0,259
Cl ⁻	-0,345	0,095	-0,109
DHT	-0,103	0,432	0,072
TAC	-0,167	0,409	-0,046
Cl-Rés.	0,228	0,203	-0,098
Fer	-0,333	0,052	0,035
Mn	-0,148	-0,330	0,188
Al ³⁺	-0,189	-0,207	-0,461
F ⁻	0,322	0,017	0,139

3-2-2. Cercle de communauté du plan factoriel F1 X F2

Le cercle de corrélation entre les deux premiers facteurs (**Figure 7**) et les paramètres physico-chimiques montrent d'une part que le facteur 1 est déterminé dans sa partie négative par les paramètres que sont la minéralisation, le nitrate, le chlorure, et le fer total opposé à d'autres paramètres telles que la température, l'ammonium, le potentiel d'hydrogène, le chlore résiduel et le fluorure dans sa partie positive. Ces paramètres qui caractérisent l'axe factoriel 1 sont représentatifs d'une minéralisation d'origine anthropique donc une contamination justifiée par la présence de l'ammonium qui traduit ici un processus de dégradation incomplète de la matière organique. D'autre part, le facteur 2 est déterminé par les paramètres que sont : la matière organique et manganèse dans sa partie négative puis la turbidité, la dureté totale et l'alcalinité dans sa partie positive. Ces paramètres permettent de caractériser l'axe factoriel 2 comme étant l'axe de la minéralisation d'origine.

3-2-3. Projection dans l'espace des individus F1 x F2

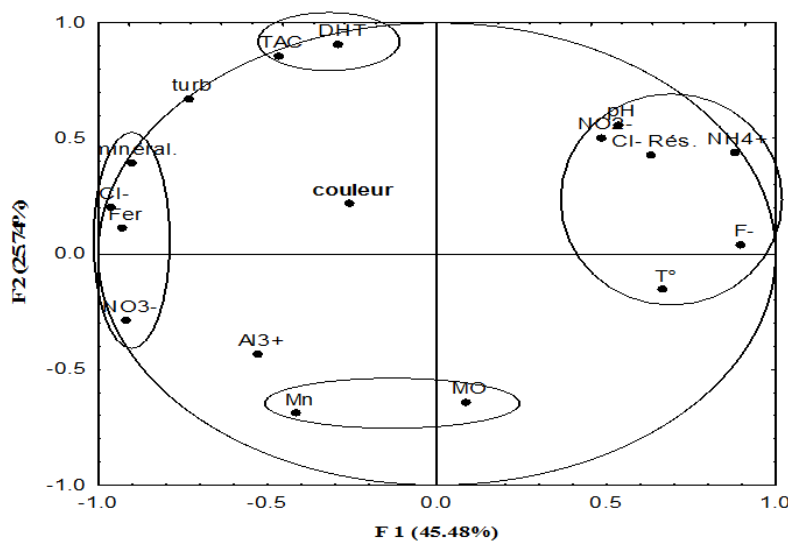


Figure 7 : Espace des variables F1 x F2

L'analyse de l'espace des variables et des différents axes factoriels déterminés permet de subdiviser l'espace des individus (**Figure 8**) en quatre familles dans le plan factoriel (F1 x F2) des individus qui sont La Famille 1 : elles représentent l'ensemble des eaux qui ont une minéralisation naturelle issue du contact eau-roche. Cette famille est constituée uniquement des eaux de l'usine de production d'eau potable Zone Nord qui est en parfaite corrélation avec l'axe factoriel F2. La Famille 2, est gouverné par le facteur 1, donc constitue l'ensemble des eaux à fort contamination anthropique. Ce phénomène est justifié par la présence de l'ammonium, le nitrite dans les eaux de ce groupe. La présence du chlore résiduel justifie ici l'action humaine. A ce groupe appartient les eaux de la station centre de santé gendarmerie Agban. La Famille 3 prend en compte tout comme la famille 2, de par sa position centrée dans le plan de projection des individus, plus précisément sur l'axe F1, représente l'ensemble des eaux moyennement affectées par la pollution anthropique. Dans cette famille on retrouve la maternité Marie Thérèse Houphouët-Boigny, l'EPP Alouette et l'école maternelle cité Fairmont. La Famille 4 est à l'opposé de la famille 1, elle renferme l'ensemble des eaux riche en manganèse et en matière organique et dans une moindre mesure de l'aluminium, Cette famille regroupe les eaux de la station de prélèvement de l'université Nangui Abrogoua.

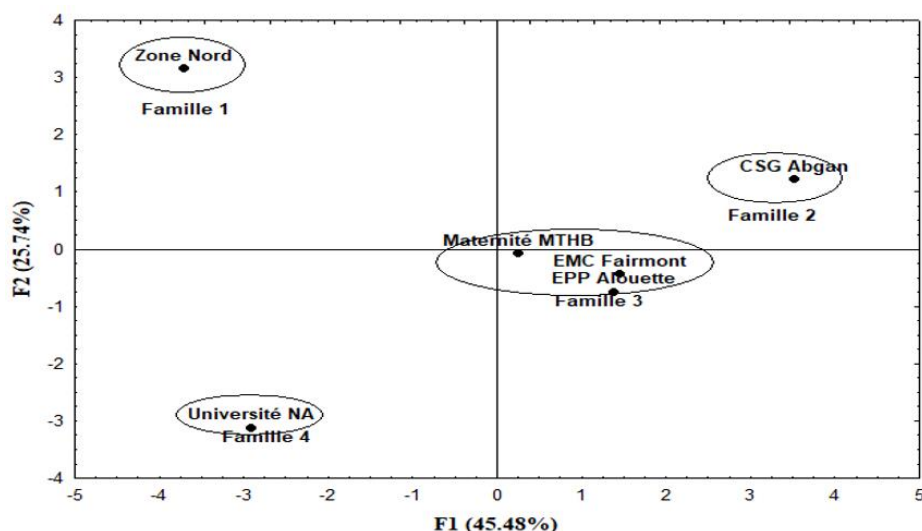


Figure 8 : Espace des individus F1 x F2

3-2-4. Classification Ascendante hiérarchique (CAH)

Une classification hiérarchique ascendante effectuée à partir des valeurs moyennes des différents paramètres a permis de clarifier les différents phénomènes et de classer les paramètres en différents groupes. Le dendrogramme (Figure 9) issu de la classification hiérarchique ascendante des variables des six stations de prélèvement montre trois groupes de variables. Le premier groupe constitué du paramètre Minéralisation totale. Il représente les eaux fortement minéralisées. Le deuxième groupe constitué de deux variables que sont l'alcalinité et la dureté totale. Le regroupement de ces deux paramètres traduit la minéralisation et le temps de séjour des eaux. Le troisième groupe renferme presque la totalité des variables : T° , Cl^{-} , NO_3^{-} , MO, Cl^{-} Rés., Al^{3+} , NH_4^{+} , F, Fer, Mn^{2+} , NO_2^{-} , Turb, pH, le TAC, le DHT, la minéralisation totale et la couleur. Le troisième groupe prend en compte les contaminants métalliques et organiques. Ce groupe représente la contribution des apports superficiels et met en évidence la pollution anthropique. Les résultats de CAH, nous ont permis de classer les 17 paramètres en trois groupes en fonction de leurs effets sur la qualité de l'eau.

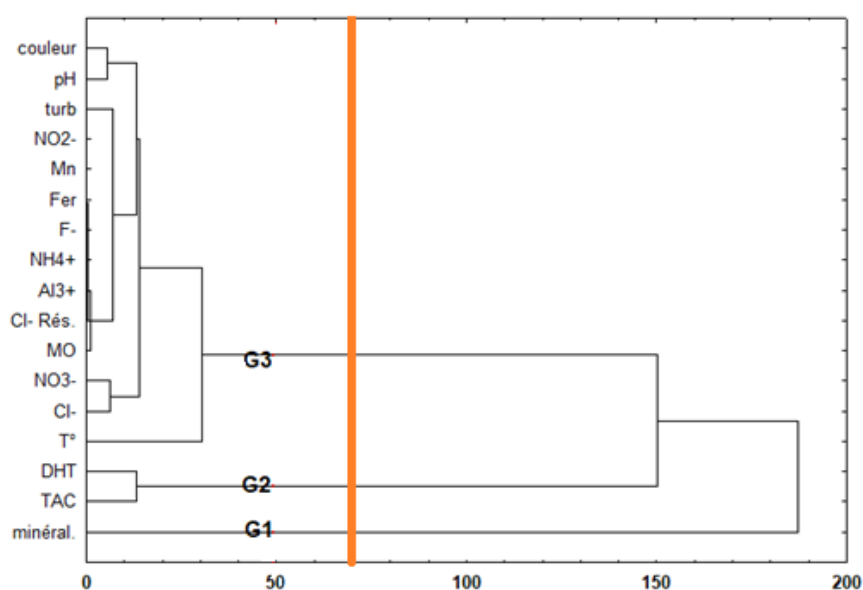


Figure 9 : Dendrogramme de classification des paramètres analysés

4. Discussion

4-1. Qualité physico-chimique des eaux de la station zone Nord d'Adjamé

La Température, et l'aluminium ont présentés des valeurs élevées sur l'ensemble des réseaux d'adduction particulièrement au milieu et en fin de réseau. Une turbidité comprise entre 0,65 et 22,1 NTU a été signalée au niveau de l'usine, La valeur guide est de 5 NTU norme OMS. Les valeurs moyennes de température rencontrées sur l'ensemble du réseau de distribution varient entre 26,79 et 29,33 °C. La valeur préconisée par l'OMS est de 25°C pour les eaux de consommation humaine. Sur l'ensemble du réseau, les valeurs moyennes de pH sont toutes conformes aux normes de potabilité des eaux de boisson de l'OMS (6,5 à 9,5). Le pH varie de 6,54 à 7,25 Unité pH en moyenne sur le réseau. Une étude sur le même réseau, à donner une valeur moyenne probablement similaire de 7,185 Unité pH [8]. Sur les eaux d'Abobo les résultats ont donné une moyenne de 7,8 Unité pH. Les concentrations en ions nitrate des eaux de la zone d'étude sont conformes aux normes OMS (50 mg/L). Elles varient de 11,40 à 18,92 mg/L [9]. Cet auteur a enregistré des valeurs très élevée allant de 1,93 à 17,6 mg/L traduisant ainsi une forte contamination des eaux d'adduction d'Annaba. L'ammonium est la forme d'azote la plus toxique et sa présence dans l'eau traduit une contamination d'origine superficielle. Sur l'ensemble du réseau Zone Nord, sa valeur moyenne varie entre 0,06 et 0,22 mg/L. Les valeurs de NH_4^+ des eaux de Ndjamena au Tchad évoluent de $1,564 \pm 1,03$ mg/L [10] cela pourrait être due au fait que les eaux distribuées sont moins soumises aux effets de pollution. Les concentrations moyennes en fer du champ captant Zone Nord sont conformes aux normes OMS et varient entre 0,05 et 0,08 mg/L. En effet la présence du fer dans l'eau de boisson ne constitue aucun danger sanitaire. Mais sa forte teneur donne un aspect de rouille. Les études [11] donnent une concentration moyenne de 0,05 mg/L.

4-2. Influence des phénomènes de corrosion sur la qualité de l'eau d'adduction

La corrosion est causée par des phénomènes chimiques localisés très variés [12] ; par exemple à pH faible ou lorsque le taux d'oxygène est élevé, elle est souvent aggravée par des bactéries qui accélèrent les réactions. Un pH acide observé est un facteur qui pourrait intervenir dans les mécanismes de corrosion des canalisations ce qui expliquerait la présence de fer dans des échantillons d'eau. Dans ces conditions, les canalisations du réseau constitué de fonte seraient une importante source de pollution métallique de l'eau de boisson. C'est pour réduire le risque d'observation de corrosion que des travaux techniques ont été réalisés depuis 2013 dans le District d'Abidjan en vue de remplacer la tuyauterie en fonte au profit du PVC. Le PVC présente une bonne résistance [13] à la corrosion, sa flexibilité permet de mieux résister aux mouvements de terrain. En effet, les résultats de l'analyse multivariée montrent qu'au niveau de l'usine de production d'eau potable Zone Nord d'Adjamé, les canalisations sont vieillissantes, cela constitue un phénomène important dans la minéralisation des eaux. L'usine de production étant en plaine ville, les apports superficiels jouent un rôle important et sont marqués par l'enrichissement des eaux en éléments nocifs.

5. Conclusion

Cette étude, dont l'objectif principal était de déterminer les caractéristiques physico-chimiques des eaux d'adductions publiques provenant de l'usine de traitement d'eau potable du champ captant Zone Nord d'Adjamé, a nécessité plusieurs axes. Que sont dans un premier temps, faire une étude comparée de la qualité physico-chimique des eaux du réseau. Ensuite, évaluer les contaminants physico-chimiques des eaux et enfin évaluer la répartition spatiale afin d'identifier les populations les plus exposées. Nos résultats ont montré que les eaux de la zone d'étude sont très chaudes dans l'ensemble, la valeur moyenne à l'usine est de

26,79°C. Elle évolue jusqu'à 29,32°C en fin de réseau. Au niveau de la station (école maternelle cité Fairmont) on a enregistré des valeurs de température de l'ordre de 32,8°C. Les valeurs de turbidité sont plus élevées à l'usine que sur l'ensemble du reste du réseau, elles atteignent une moyenne de 7,57 NTU à l'usine contre une moyenne de 1,55 NTU à l'Université Nangui Abrogoua. Le pH à l'usine est de 6,97 unité pH, il baisse jusqu'à 6,54 unité pH à la limite de la norme avec une valeur minimale de 5,8 unité pH à l'entrée du réseau de distribution (Université Nangui Abrogoua) avant de croître à 7,25 unité pH en fin de réseau. Concernant les paramètres chimiques, seul l'aluminium présente un risque sanitaire par endroit pour les consommateurs. Les valeurs maximales d'aluminium sont toutes supérieures à la valeur recommandée sur l'ensemble du réseau. Les moyennes sont de 0,18 mg/L à l'usine à 0,26 mg/L à l'entrée du réseau, 0,14 mg/L pour les stations au milieu du réseau et de 0,21 mg/L en fin de réseau. La surveillance sanitaire des eaux de consommation est une composante majeure de l'amélioration de l'alimentation en eau potable des populations. Les insuffisances dans ce domaine peuvent laisser libre cours à la recrudescence des bactéries, malgré une bonne couverture en eau d'adduction. D'autres parts, les faibles teneurs en chlore résiduel observés dans 38.5 % de nos échantillons pourraient être liées à une insuffisance de chloration de l'eau traitée ou aux ruptures fréquentes des canalisations.

Remerciements

Les auteurs remercient infiniment la direction de l'Institut National d'Hygiène Publique qui a mis à leur disposition les données utiles à la réalisation de cette étude.

Références

- [1] - S. FASS et J-C. BLOCK, "La qualité microbiologique de l'eau en réseau de distribution d'eau potable : le développement d'outils de contrôle ". Techniques sciences méthode, génie urbain génie rural, N° 7-8 (2006) 59 - 65
- [2] - K. J. KOUAME, " Contribution à la Gestion intégrée des Ressources en Eaux (GIRE) du District d'Abidjan (Sud de la Côte d'Ivoire) : Outils d'aide à la décision pour la prévention et la protection des eaux souterraines contre la pollution". Thèse de Doctorat de l'Université de Cocody, (2007) 227 p.
- [3] - K. M'BRA, B. KONE, N. SORO, "Approvisionnement en eau potable, qualité de la ressource et risques sanitaires associés à Korhogo (Nord-Côte d'Ivoire). Environnement Risque Sante". Vol. 14, N° 3 (2015) 230 - 241
- [4] - D. ZOUGRANA, "Cours d'approvisionnement en eau potable ", Groupe EIER-ETSHER, Ouagadougou, Burkina-Faso, (2003) 143 p.
- [5] - N. AMIN, "Qualité Physico-chimique et bactériologique des eaux d'adduction publique de huit communes en côte d'Ivoire". *J. sci. pharm. biol.*, Vol. 9, N°1 (2008) 22 - 3
- [6] - INS "Recensement Générale de la Population et de l'Habitation (RGPH) 2014". Rapport d'exécution et présentation des principaux résultats, (2014) 49 p.
- [7] - ONEP, "Étude d'impact environnementale et social pour les travaux de renforcement du réseau d'eau potable de la Djibi, de l'île de Petit Bassam, de la Riviera Palmeraie et d'extension de réseau d'eau potable de la ville de Bouaké et des quartiers précaires d'Abidjan". Rapport final, Vol. 1, (2010) 147 p.
- [8] - O. L. BLE, "Eaux minérales et non minérales conditionnées pour la consommation humaine : Caractérisation physico-chimique, potabilité et risques d'exposition des populations. Cas du District d'Abidjan (zone Sud de la Côte d'Ivoire) ", (2010) 144 p.

- [9] - F. KOFFI, "Etude diagnostique de l'état des canalisations d'AEP pour une meilleure gestion de la qualité de l'eau potable à Abidjan : cas de la commune d'Abobo. Master en ingénierie de l'eau et de l'environnement". Institut International d'Ingénierie (2ie), (2016) 61 p.
- [10] - M. MAKOUTODE, A. ASSANI, E. OUENDO, " Qualité et mode de gestion de l'eau de puits en milieu rural au Bénin : cas de la sous-préfecture de Grand-Popo". Médecine d'Afrique Noire, N° 534, 46 (11) (1999) 528
- [11] - E. MONJOUR, I. VOULDOUKIS, L. MONJOUR, " De nouvelles stratégies prônées pour la prévention des maladies liées à l'eau de boisson en milieu tropical" La Houille Blanche, N° 4, 26 N° 29, (2005)
- [12] - E. K. AHOUSI, N. SORO, A. M. KOUASSI, G. SORO, "Application des méthodes d'analyse statistique multivariée à l'étude de l'origine des métaux lourds (Cu^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} et Pb^{2+}) dans les eaux des nappes phréatiques de la ville d'Abidjan". *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, (2010) 753 - 1765 p.
- [13] - I. KOUASSI, D. GONE, I. SAVANE, " Caractérisation physico-chimique des eaux de forages des champs captant Nord Riviera au voisinage de la décharge d'Akouedo (Côte d'Ivoire) " *Article original*, Vol. 3, N°2 (2006) 14 p.
- [14] - M. S. OGA, " Ressources en eaux souterraines dans la région du grand Abidjan (Côte d'Ivoire) : Approche hydrochimique et isotopique ". Thèse de Doctorat de l'université de Paris Orsay, (1998) 211 p.