



Journal Homepage: - www.journalijar.com
**INTERNATIONAL JOURNAL OF
 ADVANCED RESEARCH (IJAR)**

Article DOI: 10.21474/IJAR01/6185
 DOI URL: <http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/6185>



RESEARCH ARTICLE

QUALITE CHIMIQUE DES EAUX DE CONSOMMATION DES POPULATIONS DE LA VILLE DE SOUBRE (SUD-OUEST, COTE D'IVOIRE).

Séraphin Kouakou Konan¹, Deli Lucien Goue¹, Marie Jeanne Ohou-Yao², Kouassi Innocent Kouame³,
 Lazare Kouakou Kouassi¹ and Kouamé Bini Dongui².

1. Laboratoire des Sciences et Technologies de l'Environnement, Université Jean Lorougnon Guédé, Côte d'Ivoire.
2. Laboratoire de Chimie de l'Environnement et des Matériaux, Université Jean Lorougnon Guédé, Côte d'Ivoire.
3. Laboratoire Géosciences et Environnement, Université Nangui Abrogoua, Côte d'Ivoire.

Manuscript Info

Manuscript History

Received: 01 November 2017
 Final Accepted: 03 December 2017
 Published: January 2018

Key words:-

Hydrochemistry, health risk, pit wells, Sassandra river, Soubré.

Abstract

To assess the chemical quality of drinking water in Soubré, Côte d'Ivoire, ten sampling areas have been selected; they include seven traditional groundwater wells, two points on the Sassandra river, and one from tap water. During the study, two sampling campaigns followed by lab analyses were conducted at different annual seasons; one in dry season (March 2016) and the other in rainy season (July 2016).

In total, twenty-five (25) parameters, including five physical and twenty chemical parameters were measured. A careful analysis of the measured parameters revealed that the waters are characterized by a near neutral pH, and are moderately mineralized with temperatures above 25°C.

Specifically, the concentration levels of sodium, potassium, and orthophosphate, as well as those of nitrate and ammonium were very high exceeding sometimes the WHO drinking water standards. Heavy metals such as arsenic, cadmium and lead were also detected in the waters. Their concentration levels were mostly higher than the WHO standards, confirming a visible vulnerability of the investigated waters. From our investigation, the well water samples were the most contaminated sources; that contamination was attributed to many factors such as household sewage wastewater infiltration into the subsurface aquifer, mismanagement and mishandling of households wastes around groundwater wells, and failure of the population to respect the minimum conventional pit-latrine distance of 15 meters.

Copy Right, IJAR, 2018,. All rights reserved.

Introduction:-

L'eau est un élément indispensable pour la vie et pour le développement socioéconomique réel et durable d'un pays. Cependant, l'urbanisation croissante et incontrôlée, particulièrement dans les pays pauvres et en développement, a un impact négatif sur la quantité et la qualité de cette ressource (Aïssata, 2010).

Corresponding Author:- Séraphin Kouakou Konan.

Address:- Laboratoire des Sciences et Technologies de l'Environnement, Université Jean Lorougnon Guédé, Côte d'Ivoire.

En Côte d'Ivoire, l'approvisionnement en eau potable est assuré par la Société de Distribution de l'Eau de Côte d'Ivoire (SODECI) depuis 1959. Mais le développement des infrastructures à savoir l'extension des réseaux d'assainissement et d'alimentation en eau potable n'a pas suivi la croissance démographique (Yao, 2009).

La ville de Soubré, zone de forte production de cacao dans le sud-ouest de la Côte d'Ivoire, chef-lieu de département de la Nawa n'échappe pas à cette réalité. En effet, avec un taux d'accroissement moyen annuel de 3,34% selon le recensement général de la population et de l'habitat, la population est passée de 279.499 habitants en 1998 à 464.554 habitants en 2014 (RGPH, 2014) soit une augmentation de 185.055 habitants. Cette croissance rapide de la population est la conséquence non seulement d'une forte natalité mais surtout d'un afflux massif et soutenu de migrants provenant des pays limitrophes, notamment du Burkina Faso et du Mali, et d'ivoiriens du centre et du nord de la Côte d'Ivoire (Yao, 2009). On assiste ainsi au développement des zones d'habitats spontanés, permanentes ou saisonnières, à la périphérie de la ville. L'expansion rapide des zones habitables rend difficile la gestion des services urbains de base à savoir la gestion des ordures ménagères, l'implantation des latrines, la gestion des eaux usées, ce qui constitue certainement une source potentielle de contamination des eaux de consommation. Malheureusement, la faible disponibilité de l'eau potable dans les zones urbaines et périurbaines, les coupures intempestives d'eau contraignent les populations à s'approvisionner en eau de sources naturelles et de puits dont la qualité, jugée sur l'unique aspect physique (eau claire), est souvent altérée par les pratiques anthropiques. Ces eaux ne sont pas à l'abri d'une pollution par les pesticides qui sont fortement utilisés dans les plantations de cacao, café, hévéa et palmier à huile ainsi que dans les maraîchers (Yao et al., 2012). Il est donc important que des études approfondies soient menées afin de prévenir les risques liés à ces eaux de consommation. C'est dans un souci de prévention des risques liés la pollution des eaux que nous avons entrepris cette étude dont l'objectif est d'évaluer la qualité chimique des eaux de consommation de la ville de Soubré en vue de lutter contre les cofacteurs à la base de certaines maladies neurologiques, cardio-vasculaires et auto-immunes.

Matériel et méthodes:-

2.1. Présentation de la zone d'étude:-

La région de la Nawa qui couvre quatre (04) départements (Soubré, Buyo, Méagui et Guéyo) est située au sud-ouest de la Côte d'Ivoire avec pour Chef-lieu, depuis 2011, la ville de Soubré. Cette ville comporte onze (11) quartiers qui sont (Nawa, Daba Dagnogo, Sery Kore, Nabouhi I, Nabouhi II, Madou Sahoua, Gbaka Lekpa, Gnizako Béakou, Djessou-Loubo, Soubouo et Gallea) et s'étend entre les latitudes 5°46 et 5°47 nord et les longitudes 6°35 et 6°36 ouest avec une superficie de 148 km² (Fig 1). Le climat est du type subéquatorial (chaud et humide) avec des précipitations abondantes dont la moyenne est estimée à 1503 mm, une humidité atmosphérique élevée et une faible variation annuelle d'amplitude thermique (Yao, 2009). Janvier est le mois le plus sec avec seulement 29 mm et les précipitations record sont enregistrées en juin et juillet avec 223 mm en moyenne. La ville est drainée par le fleuve Sassandra. La température oscille entre 26°C et 32°C au cours de l'année (Yao, 2009).

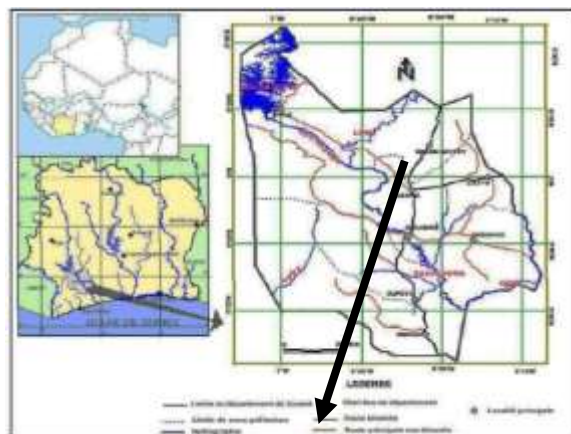


Figure 1:- Localisation de la zone d'étude

Méthodes d'échantillonnage et d'analyse :-

Des enquêtes préliminaires auprès des ménages ont été menées sur la gestion des ordures ménagères, la gestion des eaux usées, l'accès au système d'alimentation en eau potable et la situation sanitaire des populations. Ainsi, dix (10)

points de prélèvement ont été sélectionnés dont sept (7) puits traditionnels, deux (2) points sur le lit du fleuve Sassandra (en amont et en aval de la station de pompage d'eau brut destinée à la potabilisation, lui-même située en aval du Barrage de Soubré) et un (1) échantillon d'eau de robinet fournie par la société de distribution d'eau potable de la ville. Pour cette sélection, nous avons tenu compte des activités environnantes (stockage et vente de produits phytosanitaires, fabrication de savons traditionnels, abattoirs), de la densité de la population, des points d'eau de consommation disponibles et des sources probables de pollution (fosses septiques, latrines, décharges sauvages. Il en ressort que le puits P3 se trouve à une altitude élevée par rapport aux autres puits.

Les paramètres physiques (température, pH, salinité, conductivité et oxygène dissous) ont été mesurés in situ à l'aide d'un multimètre portatif de type HANNA HI 9828 selon les techniques de Rodier et al. (2009) et la méthode d'AFNOR (1994). Les teneurs en sels nutritifs et en ions majeurs (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , SO_4^{2-}) ont été déterminées respectivement, selon les normes NF T 90-009/012/013/015/923, par la méthode de spectrophotométrie d'absorption atomique et par spectrométrie de fluorescence atomique. Le dosage des métaux lourds est effectué à l'aide d'un spectromètre de masse à source ionisante au plasma d'argon (ICP-MS), selon les méthodes EPA (200.8, 3050, 6020) et de Standard Method for the évaluation of Water and Wastewater (CEAEQ, 2011). Pour l'analyse statistique des données, les tests t de student et Mann Whitney au seuil de significativité de 5 % ont été utilisés.

Résultats et discussion:-

3.1. Environnement des puits traditionnels et des points d'eau :-

Tous les puits traditionnels étudiés (Fig 2) sont tous situés à moins de 20 m des sources potentielles de pollutions (décharges sauvages, eaux de ruissellement, eaux stagnantes, latrines) (Fig 3). La plupart des puits sont non couverts ou couverts avec une feuille de tôle ou un morceau de planche. Les hauteurs des margelles varient de 0,11 m à 0,83 m et le niveau statique de l'eau dans les puits varie, en saison sèche entre 1,4 m (puits P1) et 4,1 m (puits P5) et en saison pluvieuse entre 0,48 m (puits P1) et 2,1 m (puits P5). Pour le revêtement intérieur, un (1) puits sur sept (7) soit 14,28 % a un revêtement constitué de ciment (puits P3). Cinq (5) puits sur sept (7) soit 71,42 % sont munis de briques. Un (1) puits (P2) sur sept (7) soit 14,28 % est non cimenté. Tous les ménages disposent d'une latrine située en amont sauf les ménages abritant les puits P2 et P3. Les distances puits-latrines sont toutes inférieures à celle recommandée par l'OMS qui est de 15 m (Tableau 1).

Tableau 1:- Description des caractéristiques physiques des points de prélèvement

| Quartier | Points de prélèvement | Hauteur margelle | Niveau statique (m) | | Nombre d'utilisateurs | Distance puits-latrine (m) |
|----------------|-----------------------|------------------|---------------------|-----|-----------------------|----------------------------|
| | | | SS | SP | | |
| Gnizako beakou | P1 | 0,11 | 1,4 | 0,5 | 25 | 14,20 |
| Gnizako beakou | P2 | 0,63 | 3,5 | 1,5 | 15 | 10,20 |
| Nabouhi ii | P3 | 0,70 | 3,5 | 1,7 | 20 | 13,62 |
| Djessou-loubo | P4 | 0,33 | 1,9 | 0,6 | 10 | 13,30 |
| Nawa | P5 | 0,84 | 4,1 | 2,1 | 35 | 12,13 |
| Daba dagnogo | P6 | 0,31 | 2,2 | 0,9 | 50 | 05,30 |
| Daba dagnogo | P7 | 0,37 | 1,7 | 1,6 | 23 | 06,30 |
| Gnizako | R | - | - | - | 06 | - |

P = puits, **R** = robinet, **SS** = saison sèche, **SP** = saison pluie

Photo 1:- Les différents points de prélèvement

Figure 2:- Puits traditionnels et eaux du fleuve Sassandra utilisés par les populations de la ville de Soubré

Figure 2:- Dépotoirs sauvages à environ 20 m de P5(a) et environ 25 m de P6 , P7 (b), stagnation des eaux souillées à environ 5 m de P4 (c) et rejet des eaux usées domestiques aux alentours de P1 (d).

3.2. Variation spatio-temporelle des paramètres physico-chimiques et des ions majeurs:-

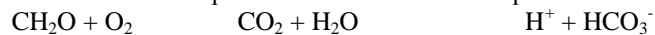
Les valeurs moyennes saisonnières par point d'échantillonnage des paramètres physico-chimiques et des ions majeurs sont consignées sur la figure 4 et 5. Les normes de qualité de l'eau de consommation de l'OMS 2011 ont servi de base à l'interprétation des résultats.

➤ La température

La température de l'eau est un facteur important dans la production biologique. Ceci vient du fait qu'elle affecte les propriétés physiques et chimiques de celle-ci ; en particulier sa densité, sa viscosité, la solubilité de ses gaz (notamment celle de l'oxygène) et la vitesse des réactions chimiques et biochimiques (HCEFLCD, 2006). En dehors des eaux du fleuve Sassandra (F1 et F2) où la température des eaux est inférieure à 25°C (norme OMS) en saison des pluies, les températures de la zone d'étude sont toutes comprises entre 27°C et 30°C. En effet les valeurs varient entre 27,13°C et 30,04°C en saison sèche et entre 22,93°C et 28,22°C en saison des pluies (Fig 4). Ces températures élevées pourraient s'expliquer par l'influence de la chaleur ambiante sur les eaux prélevées et aussi par le gradient géothermique de la zone d'étude qui se trouve dans une zone tropicale (Degbey et al., 2010).

➤ Le pH

Les valeurs de pH varient en saison sèche entre 5,29 au puits P3 et 7,93 au puits P5. En saison des pluies, elles sont comprises entre 6,55 au puits P3 et 8,11 au fleuve F2 (Fig 4). A l'exception de l'eau du puits P3, tous les autres points ont des pH conforme à la norme OMS ($6,5 \leq \text{pH} \leq 8,5$). L'eau du puits P3 a un caractère acide et cette acidité proviendrait de la décomposition de la matière organique végétale abondante autour de ce puits. En effet, la minéralisation de la matière organique présente dans le sol, sous l'action de l'oxygène, dégage du dioxyde de carbone lequel se dissout dans l'eau pour former l'acide carbonique suivant la réaction (Martini et al., 2009) :



➤ La conductivité électrique

La mesure de la conductivité constitue une bonne appréciation du degré de minéralisation d'une eau où chaque ion agit par sa concentration et sa conductivité spécifique. La conductivité électrique varie entre 25 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au fleuve F2 et 1849 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au puits P6 en saison sèche et entre 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour le robinet R et 1513 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au puits P6 en saison des pluies (Fig 4). Ces valeurs sont extrêmement élevées en saison sèche. Sur les dix (10) points de mesure, le puits P3, les eaux du fleuve Sassandra (F1 et F2) et l'eau de robinet (R) ont des conductivités faibles sur les deux saisons. Tous les autres puits ont des conductivités supérieures à la norme OMS (1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Selon la classification faite par Rodier et al. (2009), les eaux ayant une conductivité électrique supérieure à 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sont très minéralisées et sont impropres à la consommation humaine. Nos valeurs sont supérieures à celles obtenues par Martini et al. (2009) au Sud-ouest du Congo - Brazzaville. Pour ces auteurs, les fortes valeurs de la conductivité pourraient s'expliquer par l'infiltration dans la nappe phréatique des eaux usées provenant des fosses septiques. La répartition temporelle de la conductivité électrique des eaux étudiées montre une diminution pendant la période pluvieuse (Fig 4). L'explication de cette diminution réside dans la dilution des eaux par l'apport des eaux pluviales. De même, les six puits ont des taux de salinité supérieurs à la norme OMS (0,1 ‰) pendant la période d'étude sauf le puits P3.

➤ L'oxygène dissous

L'oxygène dissous est un paramètre important à prendre en considération, car il renseigne d'une part sur l'état de l'eau et d'autre part, il favorise la croissance des micro-organismes qui dégradent la matière organique (Belghiti et al., 2013). En général, les valeurs faibles de l'oxygène dissous favorisent le développement des germes pathogènes. Les teneurs obtenues pour ce paramètre sont comprises en saison sèche entre 0,56 et 3,13 mg/L et en saison des pluies, entre 1,65 et 4,15 mg/L (Fig 4). En dehors des eaux du fleuve qui ont une teneur en oxygène dissous élevée, l'ensemble des puits et l'eau de robinet ont des teneurs inférieures à la norme OMS (5-8 mg/L) avec une variation significative ($p = 0,017$) entre les deux saisons selon le test de Mann-Whitney. Les valeurs sont plus élevées en saison des pluies. Ceci pourrait s'expliquer par la diminution de la température de l'eau ; car une eau froide contient une plus grande quantité d'oxygène dissous qu'une eau chaude (Hébert et al., 2000).

➤ Les ions majeurs

Les ions majeurs calcium (Ca^{2+}), magnésium (Mg^{2+}) et sulfate (SO_4^{2-}) présents dans les eaux étudiées sont conformes aux normes recommandées par l'OMS pour l'eau de consommation humaine (qui sont respectivement 100mg/L, 50mg/L, 250mg/L). Cependant, les teneurs en sodium (Na^+) et potassium (K^+) sont au-dessus de la norme OMS (200 mg/L pour le Na^+ et 12 mg/L pour K^+) pour l'ensemble des puits à l'exception du puits P3 qui enregistre des valeurs inférieures sur les deux saisons (Fig 5). Selon Rodier et al (2009), ces teneurs élevées pourraient provenir de l'altération des roches et phénomène d'évaporation qui concentre les sels en saison sèche. À cela s'ajoute l'infiltration des eaux usées aux abords des puits.

Figure 4:- Evolution spatio-temporelle des paramètres physiques

P : puits, F1 : fleuve amont, F2 : fleuve aval, SS : saison sèche, SP : saison pluvieuse

Figure 5:- Evolution spatio-temporelle des ions majeurs

Variation spatio-temporelle des sels nutritifs

Les valeurs moyennes saisonnières par point d'échantillonnage des sels nutritifs sont consignées sur la figure 6. Les normes de qualité de l'eau de consommation de l'OMS ont servi de base à l'interprétation des résultats. Les nutriments dosés dans les différentes eaux sont les nitrates (NO_3^-), les nitrites (NO_2^-), l'ammonium (NH_4^+) et l'orthophosphate (PO_4^{3-}).

➤ Les ions nitrates (NO_3^-)

Les concentrations en ions nitrates vont de 2,62 mg/L (R) à 108,6mg/L (P2) en saison sèche. 05 puits sur 07 soit 71,42% ont des concentrations dépassant la norme OMS (50 mg/L). En saison pluvieuse, elles varient entre 2,18 mg/L (F2) et 45,4 mg/L au puits P4. Les concentrations sur cette saison sont faibles et inférieures à la norme OMS. Plusieurs sources de nitrate ont été établies. En effet selon Faillat (1990), il s'agit des roches, des apports météoriques, des engrais, de la végétation décomposée des sols, et enfin des polluants domestiques. Cependant, dans le cas de la zone d'étude, l'apport de nitrate par les polluants domestiques semble être la source d'enrichissement la plus probable en nitrates des eaux souterraines. En effet, lors de nos enquêtes de terrain, force était de constater la présence d'ordures, d'eaux stagnantes et verdâtres, des fosses septiques construites sans tenir compte des règles de l'art dans l'environnement immédiat des puits. En outre, le vieillissement de certains ouvrages amène à penser que les équipements installés pour les protéger contre la pollution ne sont plus efficaces. Par conséquent, les eaux des puits deviennent vulnérables aux polluants organiques issus des activités domestiques : latrines, dépôts d'ordures, infiltration des eaux sales (Traoré et al., 2006). La faible profondeur des puits, le non-respect de la distance minimale puits-latrines (15 m selon l'OMS) sont des facteurs aggravants. Les teneurs élevées de nitrates en saison sèche seraient probablement dues selon Mpakam (2006), à la baisse du niveau de la nappe qui concentre les sels.

➤ Les ions nitrites (NO_2^-)

Les teneurs en ions nitrites oscillent en saison sèche entre 0,004 et 0,461 mg/L. En saison pluvieuse, ces valeurs oscillent entre 0,012 et 0,432 mg/L. Elles sont toutes inférieures à la norme édictée par l'OMS qui est de 3 mg/L. Les eaux ne sont pas assujetties à un risque de pollution par ce nutriment.

➤ Les ions ammonium (NH_4^+)

Les teneurs en ion ammonium (NH_4^+) varient de 0,201 à 2,799 mg/L en saison sèche. Quatre (04) puits sur sept (07) soit 57,14% des puits ont des valeurs supérieures à la norme recommandée par l'OMS qui est de 0,5 mg/L. En saison pluvieuse, elles oscillent entre 0,212 et 4,237 mg/L. De la saison sèche à la saison pluvieuse, l'on note une baisse de la teneur pour le puits P1 et une augmentation pour les puits P2, P4, P6 et P7. Les teneurs sont plus élevées en saison pluvieuse pour ce nutriment. La pollution serait probablement liée à l'infiltration importante des eaux de ruissellement sur cette saison, entraînant les polluants vers la nappe. Nos valeurs sont inférieures à celles obtenues par Gnagne et al. (2013) à Abidjan dont les valeurs varient de 0,6 mg/L à 4,8 mg/L. Selon ces auteurs, la contamination des eaux par ce nutriment trouverait son origine par la présence de fosses septiques et des latrines familiales non étanches à proximité des puits et serait favorisé par une infiltration directe des eaux usées dans la nappe. Selon Ohou et al. (2007), la mauvaise manipulation de la puisette déposée le plus souvent à même le sol serait aussi à l'origine de la contamination des eaux par ce nutriment.

➤ Les ions orthophosphates (PO_4^{3-})

La teneur en orthophosphates (PO_4^{3-}) varie au cours de l'étude de 0,6 à 6,1 mg/L en saison sèche et de 0,04 à 27,6 mg/L en saison des pluies. L'eau de fleuve a des valeurs au-dessus de la norme pour ce nutriment sur les deux saisons. Quant à l'eau de puits, 100% des puits ont une valeur supérieure à la norme en saison sèche et 71,42% en saison des pluies. Le puits P3 a de faibles valeurs sur les deux saisons. Il n'existe pas de différence significative sur les deux saisons ($p = 0,3$). Cependant pour les puits P2, P4 et P6, les concentrations sont élevées en saison des pluies. L'infiltration abondante sur cette saison serait probablement à l'origine de cette pollution. Selon Rodier et al. (2009) la contamination des eaux par les orthophosphates est liée aux rejets industriels et domestiques ou au lessivage des terres cultivées renfermant des engrais phosphatés ou traités par certains pesticides. Or notre zone d'étude n'abrite pas d'établissement industriel. La contamination des eaux serait probablement due au lessivage des terres riches en engrais phosphatés et aux pesticides beaucoup utilisés dans la région. Selon l'observation faite sur le

terrain, la source probable de pollution pour les puits P2, P4 et P6 serait liée aux rejets domestiques riches en savon, en détergents. En effet, la zone abritant le puits P2 est une zone à forte production de savon traditionnel. Par manque de système d'assainissement, les eaux usées sont déversées dans les cours aux abords des puits P4 et P6.

Figure 6:- Evolution spatio-temporelle des substances indésirables

Variation spatio-temporelle des métaux lourds:-

Les résultats des métaux dosés sont consignés dans le tableau 2. L'arsenic (As), le cadmium (Cd) et le plomb (Pb) sont les métaux détectés dans certaines eaux avec des teneurs au-dessus des normes recommandées par l'OMS qui sont respectivement de 0,01 mg/L, 0,003 mg/L et 0,01 mg/L pour l'eau de consommation humaine.

L'arsenic est présent dans cinq (5) puits en saison sèche avec des valeurs évoluant de 0,18 mg/L à 6,24 mg/L. De fortes valeurs en Arsenic ont également été observées dans les eaux de puits de la région du Seno au Burkina-Faso par Jérémy (2012). Pour cet auteur, la dégradation des roches mères par la circulation d'eau serait à l'origine de la libération des minéraux contenant l'arsenic et contribuerait à la pollution des eaux de puits.

Trois (03) puits (P2, P4 et P5) ont des valeurs en cadmium supérieures à la norme en saison sèche. Les puits P5, P7 et le fleuve F1 ont des valeurs supérieures à la norme en saison pluvieuse. Le plomb est également présent en quantité élevée dans les puits P1, P2, P4, P5 en saison sèche et en saison pluvieuse dans les puits P4 et l'eau de robinet. Les teneurs élevées de ces paramètres dans les eaux de puits seraient probablement liées au mauvais entretien des puits paysans dont l'eau favorise la dissolution des métaux présents dans les roches et les sédiments (Yapi *et al*, 2014). Quant à la présence élevée de plomb (Pb) dans l'eau de robinet, Murphy (1993), dans son étude sur les niveaux de plomb et de cuivre dans l'eau de consommation en milieu scolaire, a rapporté que les eaux de consommation agressives ont eu des teneurs en plomb significativement élevées par rapport aux eaux non agressives. Or, l'eau de robinet analysée dans le cadre de notre étude a un pH voisin du neutre, donc la présence de plomb à un taux élevé (1,01 mg/L) serait probablement due au vieillissement de l'équipement des canalisations des réseaux d'adduction ou de branchement souvent en plomb (Pascal *et al.*, 2013).

Tableau 2:- Concentration des métaux lourds dans les points de prélèvement

| Paramètres | As (mg/L) | | Cd (mg/L) | | Pb (mg/L) | |
|-------------------|-------------|----|--------------|------|-------------|------|
| | SS | SP | SS | SP | SS | SP |
| P1 | 0,86 | 0 | 0 | 0 | 0,22 | 0 |
| P2 | 0,18 | 0 | 0,24 | 0 | 0,61 | 0 |
| P3 | 6,24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P4 | 1,16 | 0 | 0,04 | 0 | 5,54 | 1,40 |
| P5 | 5,32 | 0 | 0,1 | 0,02 | 0,63 | 0 |
| P6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P7 | 0 | 0 | 0 | 0,06 | 0 | 0 |
| F1 | 0 | 0 | 0 | 0,02 | 0 | 0 |
| F2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,01 |
| Normes OMS | 0,01 | | 0,003 | | 0,01 | |

Conclusion et recommandations:-

Au terme de notre étude, il ressort que l'eau de puits est la source d'eau qui présente une qualité chimique fortement dégradée en substances indésirables (sels nutritifs) et en métaux lourds (As, Cd et Pb). Cette pollution serait d'origine anthropique et serait due probablement à l'infiltration des eaux usées domestiques provenant des ménages et des toilettes mal construites, la mauvaise manipulation des puisettes, l'environnement insalubre et la mauvaise conception des puits.

Le puits P3 présente cependant, des teneurs conformes à la norme OMS pour l'eau de consommation sur toute la durée de l'étude. Il est caractérisé par des propriétés physiques acceptables à savoir une altitude élevée, une distance

puits-latrine 13,62 m proche de la distance préconisée par l'OMS. Il est couvert et ses parois sont cimentées. Ce puits pourrait constituer une référence par rapport aux autres puits analysées dans cette étude.

L'eau de robinet analysée est conforme aux normes prescrites par l'OMS pour l'eau de consommation. Du fait que l'eau distribuée dans les robinets est la résultante du traitement de l'eau du fleuve, il ressort que le traitement réalisé par la SODECI à Soubré est efficace au vu des résultats obtenus sur la qualité de l'eau du fleuve. Cependant, la teneur en plomb reste au-dessus de la norme.

La consommation des eaux de puits traditionnels pollués pourrait avoir un impact sur la santé des populations qui dépendent, pour la plupart, de ces eaux pour leurs besoins quotidiens en eau potable.

Pour éviter la possibilité de tout risque sanitaire, il est recommandé de traitement de l'eau des puits traditionnels à l'échelle familiale par l'utilisation d'hypochlorite à l'aide d'un compte-gouttes, de réaliser une extension du réseau de l'eau potable en milieu rural, de concevoir un réseau d'assainissement pour l'évacuation des eaux usées, de procéder régulièrement au ramassage des ordures, et de protéger les champs de captages.

Références bibliographiques:-

1. **AFNOR (1994)** : Qualité de l'Eau ; Environnement. Association Française de Normalisation. 1st Edition, AFNOR, Paris, 861p.
2. **Hebert, S. et Legre S. (2000)** : Suivi de la qualité de l'eau des rivières et petits cours d'eau. Direction du suivi de l'état de l'environnement, Ministère de l'Environnement Gouvernement du Québec, 5 p.
3. **Aïssata, B.H. (2010)** : Aquifères superficiels et profonds et pollution urbaine en Afrique : Cas de la communauté urbaine de Niamey. Thèse de Doctorat, Université Abdou Moumouni de Niamey (Niamey, Niger), 249 p.
4. **Belghiti, M., Chahlaoui, A., Bengoumi, D. et EL Moustaine, R. (2009)** : Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quadernaire dans la région de Meknes (Maroc). *Larhyss Journal*, 14 :21-36.
5. **CEAEQ (2011)**. Détermination des métaux : méthode par spectrométrie de masse à source ionisante au plasma d'argon, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des parcs du Québec, 32 p.
6. **Degbey, C., Makoutode, M., Fayomi, B. et Brouwer, C. (2010)**. La qualité de l'eau de boisson en milieu professionnel à Godomey en 2009 au Bénin Afrique de l'Ouest. *Journal International de Santé au Travail*, 12 :15-22.
7. **Faillat, J.P. (1990)** : Origine des nitrates dans les nappes de fissures de la zone tropicale humide : exemple de la Côte d'Ivoire. *Journal of Hydrology*, 15: 231-264.
8. **Gnagne, Y. O. (2013)**: *Urban pollution and acidification process water wells in the city of Abidjan, Ivory Coast*. Abidjan: J.Soc.Ouest-Afr.Chim.(2013), 036: 55-61.
9. **Jérémy V. (2012)** : Etude de la contamination par l'arsenic dans les eaux de forages : cas de la province du SENO. Mémoire de Master à 2IE (Burkina Faso), 65 p.
10. **Haut Commissariat Aux Eaux et Forêt et la Lutte Contre la Désertification (HCEFLCD). (2006)** : Etude sur la pisciculture au barrage Almassira, CR dar CHAFAAI, Cercle d'ELBROUGE, Province de Settat, 201p.
11. **Martini, L., Moutou, J.M. et Kongo, M.S. (2009)** : Evaluation hydro-chimique des eaux souterraines en milieu urbain au Sud-Ouest de Brazzaville, Congo. *Afrique Science*, 05(1) : 82 -91
12. **Murphy, E. A. (1993)**: Effectiveness of Flushing on reducing lead and copper levels in school drinking water. *Environ Health Perspect*; 101(3): 85-96
13. **Ohou, Y., Séka, A.M., Mambo, V., Yapo, O.B., Konan, K.F. et Houénou, P.V. (2007)**: Contamination des eaux de puits traditionnels par les nitrates sur le bassin versant de la Lobo (Buyo, sud-ouest de la Côte d'Ivoire). *J. Appl. Biosci*, 78 : 6654- 6665.
14. **OMS (2011)**: Chemical fact sheets. Disponible sur http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/guidelines/en/. (Dernière consultation juillet 2016).
15. **Pascal, D. et Bruno, L. (2013)** : Plomb et qualité de l'eau potable. Rapports conseil général de l'environnement et du développement durable, 80 p
16. **RGPH. (2014)**: Recensement général de la population et de l'habitat, Résultats globaux, 26 p.
17. **Rodier, J., Legube, B. et Merlet, N. (2009)**: L'Analyse de l'eau , 9^e édition, DUNOD, Poitiers, France, 1579 p.
18. **Traoré, S.K., Mamadou, K., Dembelé, A., Lafrance, P., Mazellier, P. et Houenou, P. (2006)** : Contamination de l'eau souterraine par les pesticides en régions agricoles en Côte d'Ivoire (centre, Sud et Sud-Ouest). *Journal Africain des Sciences de l'environnement*, 4 : 19-25

19. **Yao, K.T. (2009):** Hydrodynamisme dans les aquifères de socle cristallin et cristallophyllien du Sud-ouest de la Côte d'Ivoire : cas du département de Soubré : apports de la télédétection, de la géomorphologie et de l'hydrochimie. Thèse de Doctorat, Université Cocody (Abidjan, Côte d'Ivoire), 339 p.
20. **Yao, K.T., Oga, M.S., Fouché, O., Baka D., Pernelle, C. et Biémi, J. (2012):** Evaluation de la potabilité chimique des eaux souterraines dans un bassin versant tropical : cas du sud-ouest de la Côte d'Ivoire. *International Journal of Biology and Chemistry Sciences*, 6: 7069- 7086.
21. **Yapi, Y.H.A., Dongui, B.K., Trokourey, A., Barima, Y.S.S., Essis, Y. et Atheba, P. (2014):** Evaluation de la pollution métallique des eaux souterraines et de surface dans un environnement minier aurifère à Hiré (Côte d'Ivoire). *International Journal of Biology and Chemistry Sciences* 8: 1281-1289.