

## **Facteurs de dégradation des eaux de puits à usage domestique dans la commune de Pobè au Sud-Est du Bénin**

**Brice S. DANSOU\* et Léocadie ODOULAMI**

*Laboratoire Pierre PAGNEY, Climat, Eau, Ecosystème et Développement (LACEEDE)/DGAT/FLASH/  
Université d'Abomey-Calavi (UAC), BP 47 Abomey-Calavi, Bénin*

---

\* Correspondance, courriel : [bdansou86@gmail.com](mailto:bdansou86@gmail.com)

### **Résumé**

La plupart des eaux de puits utilisées dans les ménages de la commune de Pobè sont de qualité douteuse. La présente recherche analyse les processus de contamination de ces eaux et détermine leurs influences sur la santé humaine. La recherche documentaire, les enquêtes de terrain réalisées dans 378 ménages (2 % des ménages choisis selon les quartiers très insalubres et moyennement insalubres), complétées par des personnes ressources qui ont été entretenues compte de leur responsabilité dans le secteur de l'assainissement. De plus, des échantillons d'eau ont été prélevés et les analyses physico-chimiques et bactériologiques ont été réalisées au laboratoire de la DG-Eau. Les données collectées, traitées et analysées ont montré que ces échantillons ont pour la plupart une concentration en nitrate variant entre 2,97 et 186,8 mg/L et plus de 87 % des eaux des puits échantillonnés ont des teneurs en nitrate supérieure à la norme du Bénin qui est de 45 mg/L ; pour l'ammonium, sa concentration se situe entre 0,009 et 1,08 mg/L et 37,5 % des puits sont au-delà de la norme 0,5 mg/L. Sur le plan bactériologique, tous les échantillons sont plus contaminés par les germes coliformes totaux, fécaux et des streptocoques fécaux. Ces concentrations dont la plupart sont hors normes, sont à l'origine de la dégradation de la qualité des eaux de puits en utilisation dans la commune de Pobè. Ce fait qui relève du mauvais assainissement dans la commune a des impacts sur la santé humaine. Il serait opportun que des politiques et stratégies concertées soient développées pour la bonne hygiène et un meilleur assainissement dans la commune.

**Mots-clés :** *Bénin, commune de Pobè, eau douteuse, hygiène et assainissement, mesures correctives.*

### **Abstract**

**Factors of deterioration of the waters of well to domestic use in the Commune of Pobè to the southeast of Benin**

Most waters of well used in the households of the township of Pobè are of doubtful quality. The present research analyzes the processes of contamination of these waters and determines their influences on the human health. The documentary research, the investigations of land achieved in 378 households (2 % of the households chosen according to the very unsanitary and fairly unsanitary districts), completed by people resources that have been maintained account of their responsibility in the sector of purification. Besides, samples of water have been appropriated and the physico-chemical and bacteriological analyses have been achieved to the laboratory of DG-Water.

The data collected, treated and analyzed showed that these samples have for most a concentration in variable nitrate between 2.97 and 186.8 mg/L and more of 87 % of the waters of the wells sampled have some contents in nitrate superior to the norm of Benin that is of 45 mg/L; for ammonium, his/her/its concentration is located between 0.009 and 1.08 mg/L and 37.5 % of the wells are beyond the norm 0.5 mg/L. On the bacteriological plan, all samples are contaminated more by the germs total, fecal coliformes and the fecal streptococci. These concentrations of which most are out norms, are at the origin of the deterioration of the quality of the waters of well in use in the township of Pobè. This fact that is a matter for the bad purification in the township has some impacts on the human health. It would be appropriate that the policies and concerted strategies are developed for the good hygiene and a better purification in the township.

**Keywords :** *Bénin, commune of Pobè, doubtful water, hygiene and purification, corrective measures.*

## 1. Introduction

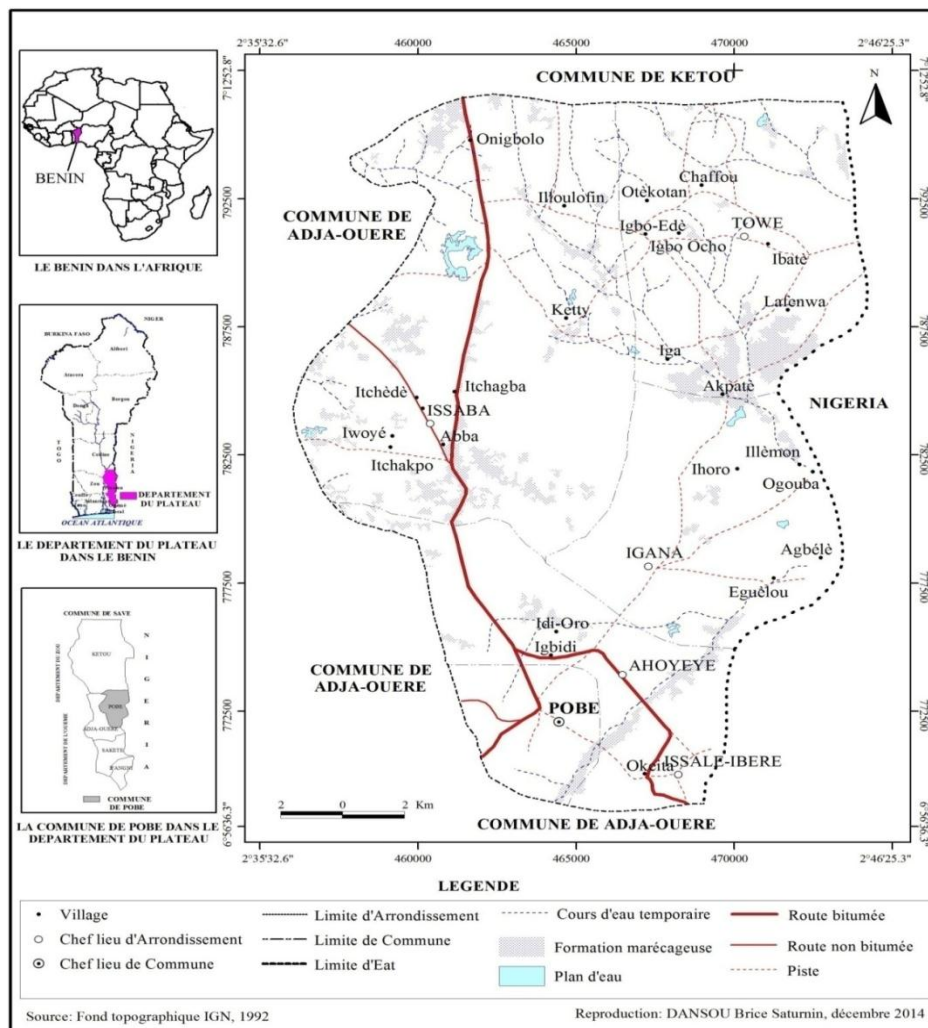
Dans les pays en développement où les mesures d'hygiène et d'assainissement sont insuffisantes, plus de 2 millions de personnes, surtout des enfants de moins de cinq ans, meurent chaque année des maladies diarrhéiques [1]. Or, à l'échelle mondiale, près de 90 % des maladies diarrhéiques sont imputables à la mauvaise qualité de l'eau de boisson et à un assainissement insuffisant des eaux usées. Ainsi, l'approvisionnement en eau potable des populations en quantité suffisante en toutes saisons demeure l'une des préoccupations majeures des gouvernements [2]. L'eau de boisson est un élément vital dont les sources d'approvisionnement sont très diversifiées. Au Bénin, 22,6 % des ménages s'approvisionnent en eau de puits non protégés et 13,2 % en eau des rivières qui sont des sources d'eau non potable [3]. Les ménages s'approvisionnent aussi en eau de fontaine et des pompes villageoises (21,2 %) et en eau de puits protégés dans 8,3 % des cas [4]. Dans le département du plateau, la commune de Pobè fait partie des communes les moins desservies par la Société Nationale des Eaux du Bénin (SONEB) [5]. En effet, sur les cinq arrondissements que compte la commune, un seul est en partie desservi par cette société avec un taux global d'abonnement de 9,78 %. Les populations ont recours à l'eau des forages et surtout à celle des puits dans l'ensemble des arrondissements. Si l'eau provenant des forages est en général de bonne qualité, celle provenant des puits reste d'une qualité douteuse et impropre à la consommation humaine surtout dans les régions du sud-Bénin [6-10]. La présente recherche se propose d'étudier la qualité de l'eau provenant des puits et les facteurs de pollution dans la commune de Pobè à travers la méthodologie adoptée, les résultats et la discussion puis la conclusion.

## 2. Données et méthodes

### 2-1. Présentation de la zone d'étude

La commune de Pobè est située entre 6° 56'36'' et 7° 12'52'' de latitude nord puis entre 2° 35'32'' et 2° 46'25'' de longitude est. Elle est limitée au nord par la commune de Kétou, au sud et à l'ouest par la commune d'Adja-Ouèrè et à l'est par la République Fédérale du Nigeria (*Figure 1*) avec une superficie de 400 km<sup>2</sup> représentant 0,46 % de celle du Bénin. Elle est composée de quarante-quatre villages et quartiers de ville qui sont répartis dans cinq arrondissements dont un urbain et quatre ruraux. Le relief de la commune de Pobè est constitué par une zone de plateaux de 50 à 200 mètres au-dessus du niveau de la mer et d'une altitude moyenne de 100 mètres avec une dépression qui est la continuité de la dépression médiane qui traverse tout le Bénin de l'Ouest à l'Est [11, 12].

Elle découpe la commune en deux zones orographiques : une zone de dépression et une zone de plateau. La zone de dépression comporte une grande partie de l'arrondissement d'Issaba jusqu'à la latitude d'Onigbolo et les arrondissements d'Ahoyéyé, d'Igana et de Towé. La zone de plateaux regroupe tout le reste de la commune et comporte plusieurs plateaux, dont le plateau de Pobè ayant une altitude moyenne de 100 mètres [11]. La commune de Pobè repose sur les sols formés sur sédiments meubles argilo-sableux du Continental Terminal, les sols sur minéraux argilo-sableux remaniés et grès sur sédiments du crétacé [13]. Ils sont assez sableux en surface avec 5 à 15 % d'argile et ont une bonne perméabilité. Ces sols ont en général de bonnes propriétés physiques et hydrauliques et sont très fertiles pour l'agriculture [14], car leur réserve en eau est sensiblement constante [13]. Ces conditions sont favorables à l'installation humaine. La **Figure 1** présente le milieu d'étude.



**Figure 1 : Situations géographique et administrative de la commune de Pobè**

## 2-2. Données

L'étude a pris en compte les données issues de l'analyse physico-chimique et bactériologique des eaux de puits à usage domestique, les données relatives aux sources potentielles de pollution autour des puits, les distances qui séparent les points de captages d'une source de pollution, le degré d'aménagement de ces points de captages, etc. Ces données ont été complétées par celles collectées auprès de 378 ménages investigués selon le protocole statistique de [15] et de 18 personnes ressources interviewées.

### 2-3. Méthodologie d'analyse des échantillons d'eau

La fréquence d'utilisation des puits par les populations, la proximité des sources de pollution pour les eaux souterraines sont les critères de choix des puits. Les échantillons pris sont codés comme l'indique le **Tableau 1**.

**Tableau 1** : Codes des points de prélèvements des échantillons

N°	Source d'eau	Code	Arrondissements	Villages/Quartiers
1	Puits*	EP <sub>1</sub>	Pobè	Akouho
2	Puits*	EP <sub>2</sub>	Pobè	Pobè-Nord
3	Puits*	EP <sub>3</sub>	Ahoyéyé	Ahoyéyé
4	Puits*	EP <sub>4</sub>	Towé	Towé
5	Puits	EP <sub>5</sub>	Igana	Ihoro
6	Puits	EP <sub>6</sub>	Ahoyéyé	Okéita
7	Puits	EP <sub>7</sub>	Towé	Ibatè
8	Puits	EP <sub>8</sub>	Issaba	Iwoyè

*\*Puits équipés d'une pompe électrique et l'eau est vendue aux populations grâce à ces points d'eau autonomes*

Au total, huit échantillons d'eau ont été prélevés pour des raisons d'ordre technique. Un premier type de prélèvement a été effectué au niveau de chaque puits à l'aide d'un petit seau lesté puis conservé pendant 72 heures au frais dans des plastiques d'eau minérale de 1,5 L pour les analyses au laboratoire de la DG-Eau à Cotonou. Les paramètres physico-chimiques tels que le pH, la conductivité, la température et le TDS (Total Dissolved Solid) ont été mesurés respectivement *in situ* à l'aide d'un pH-mètre de marque WTW340i SET et d'un multi paramètre de type Combo by HANNA. Par contre, les ions majeurs (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>), les composés azotés (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), ont été dosés au spectrophotomètre par la méthode de [16]. Les paramètres de la turbidité ont été déduits par calcul à partir des précédentes mesures. L'analyse bactériologique a été réalisée en utilisant la méthode de dénombrement en milieu solide dont la technique de filtration sur membrane. Cette technique a consisté à faire passer 100 ml d'eau à travers une membrane cellulosique ayant des pores de diamètre uniforme égal à 0,45 µ. Après filtration, cette membrane est déposée dans une boîte de Pétri contenant un milieu de culture et incubée à une température appropriée de 37° C. Pour identifier les sources de pollution des eaux de puits et en comprendre le processus, 150 puits ont été recensés dont 70 % sont situés dans les quartiers à habitat spontané. Les puits se rencontrent pour la plupart à mi-pente (49,44 %) et en bas de pente (29,44 %). On les rencontre aussi sur les sommets (11,53 %) et dans les marécages (9, 58 %). Ces puits sont généralement très proches des latrines à fond perdu et des tas d'ordures.

## 3. Résultats et discussion

### 3-1. Qualité physico-chimique de l'eau de puits

Les analyses physico-chimiques effectuées sur des échantillons d'eau ont donné des résultats consignés dans le **Tableau 2**.

**Tableau 2 : Synthèse de l'analyse physico-chimique des échantillons d'eau consommée**

Variables	T°C	CE µS/cm (Conductivité)	pH	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/L (Nitrate)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> mg/L (Nitrite)	Ca <sup>2+</sup> mg/L (Calcium)	Cl <sup>-</sup> mg/L (Chlorure)	H <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/L (Ammonium)	Mg <sup>2+</sup> mg/L (Magnésium)	MES	Turbidité (UTN)	Total Dissolved Solid (ppm)
Normes béninoises												
Sources d'eau	-	1500	6,5 pH 8,5	45	3,2	100	250	0,5	50	-	5	500
EP1	28,1	588,5	5,29	97,0	0,023	22,34	50,14	0,009	18,77	0	0	149
EP2	28,4	290,7	5,46	11,9	0,021	18,71	20,44	0,032	11,88	1	3	349
EP3	28,1	474,8	5,18	88,5	0,031	15,20	31,95	0,074	14,34	0	5	131
EP4	28,7	194,7	5,88	127,0	0,139	74,29	34,61	0,048	11,77	6	127	125
EP5	27,7	287,7	5,87	186,8	0,011	41,46	31,95	1,087	20,39	0	10	470
EP6	27,6	127,6	5,19	91,7	0,598	41,76	67,45	0,388	12,90	0	7	623
EP7	28,2	239,7	5,10	73,3	0,019	42,01	22,19	0,519	6,17	1	8	485
EP8	28,5	274,2	5,26	104,3	0,086	23,61	33,72	0,59	18,96	23	2	478

*Source : Résultats d'analyse, novembre 2014*

Les résultats des analyses physico-chimiques indiquent que le pH de l'eau est acide avec des valeurs comprises entre 5,10 et 5,88 pour une moyenne de 5,40. En dessous de 6,5 l'eau est corrosive et au-dessus de 8,5 il y a risque d'entartrage. Cette acidité de l'eau est très proche de celle mesurée par [17]. Les nitrates représentent les anions dominants et la concentration varie de 2,97 à 186,8 mg/L avec une moyenne de 80,45 mg/L. L'azote est fixé à l'origine à partir de l'atmosphère et ensuite minéralisé par les bactéries du sol en ammonium. Les sources anthropiques d'azote comprennent l'azote du sol, les eaux usées, les fosses septiques, les déchets animaux, etc. Dans des conditions aérobies, l'azote est finalement converti en nitrate par les bactéries nitrifiantes [18]. Sept sources d'eau (EP1, EP3-EP8) présentent des valeurs en nitrates hors normes. Parmi ces puits, six se retrouvent dans les arrondissements ruraux à l'exception de EP1 qui se trouve dans le quartier Akouho, dans la ville de Pobè. Cette augmentation de la concentration en nitrate serait liée à l'infiltration des eaux usées ou l'usage des engrais chimiques à proximité de ces puits [19]. Sa forte concentration dans l'eau potable est toxique et provoque le syndrome du bébé bleu ou méthémoglobinémie chez les enfants et des carcinomes gastriques [3], voire une asphyxie. Le nitrite et le chlorure présentent des moyennes en dessous des normes soit, respectivement 0,11 mg/L et 36,55 mg/L. Les moyennes des cations étudiés sont 34,92 mg/L pour le calcium, 14,39 mg/L pour le magnésium et 0,34 mg/L pour l'ammonium. Trois puits (EP5, EP7 et EP8) présentent des concentrations en ammonium au-delà des normes. L'eau de ces puits est donc impropre à la consommation humaine. L'analyse des eaux de consommation révèle que les puits EP2, EP4, EP7 et EP8 présentent des matières en suspension. La turbidité des eaux analysées est comprise entre 0 et 127 UTN et les sources EP4, EP5, EP6 et EP7 ont des turbidités qui dépassent les normes. Ceci est causé par la présence de matière en suspension. Les solides totaux dissous (TDS) décrivent les sels inorganiques présents en solution dans l'eau. Les TDS des eaux de la Commune de Pobè varient de 125 à 623. Seule la source EP6 a des TDS qui dépassent les normes béninoises. Ces caractéristiques physico-chimiques ont été complétées par l'analyse bactériologique.

### 3-2. Caractéristiques bactériologiques de l'eau de puits

Les valeurs obtenues par le dénombrement des micro-organismes dans les eaux analysées sont consignées dans le **Tableau 3**.

**Tableau 3 : Synthèse de l'analyse bactériologique des échantillons d'eau**

Variables	Coliformes totaux	Coliformes fécaux	Streptocoques fécaux
	Normes béninoises		
Source d'eau	10/100 mL	0/100 mL	0/100 mL
EP1	163 + autres germes banals	77/100 mL + autres germes banals	132/100 mL
EP2	176 + autres germes banals	89/100 mL + autres germes banals	111/100 mL
EP3	183/100 mL + autres germes banals	94/100 mL + autres germes banals	155/100 mL
EP4	171/100 mL + autres germes banals	192/100 mL + autres germes banals	143/100 mL
EP5	237/100 mL + autres germes banals	129 + autres germes banals	168/100 mL
EP6	484/100 mL + autres germes banals	176/100 mL + autres germes banals	592/100 mL
EP7	360/100 mL + autres germes banals	149/100 mL + autres germes banals	178/100 mL
EP8	22/100 mL	40/100 mL	248/100 mL

*Source : Résultats d'analyse, novembre 2014*

Sur le plan bactériologique, tous les échantillons d'eau sont plus contaminés par les germes coliformes totaux, fécaux et des streptocoques fécaux. Ces résultats rejoignent ceux de [10]. Il ressort des résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques que les eaux de puits de la Commune de Pobè sont contaminées. La consommation de ces eaux explique la prévalence des maladies diarrhéiques et des affections gastro-intestinales dans le secteur d'étude. Par ailleurs, le degré de cette contamination est fonction de plusieurs paramètres.

### 3-3. Facteurs de pollution des eaux de puits et mesures durables d'assainissement

Plusieurs facteurs expliquent la pollution des eaux de puits. Le **Tableau 4** présente la distance entre les puits et les tas d'ordures dans le secteur d'étude.

**Tableau 4 : Répartition des puits en fonction de la distance qui les sépare des tas d'ordures les plus proches**

Distance puits/tas d'ordures	[0 - 3m]	]3 - 5m]	]5 - 10m]	]10 - 5m]	]15 - 30]	>30m	Total
Nombre de tas d'ordures	6	24	25	34	29	32	150
Pourcentage (%)	4	16	16,66	22,66	19,33	21,33	100

*Source : Résultats d'enquête de terrain, 2014*

Le **Tableau 4** montre que les ordures côtoient les points d'eau contrairement à l'article 9 du code de l'hygiène publique qui préconise en milieu rural, l'enfouissement ou l'incinération des ordures dans un endroit aménagé et situé à plus de 200 m à l'arrière des dernières habitations et à plus de 50 m d'un point d'eau. Les difficultés d'évacuation des excréta constituent également une autre source de pollution de l'eau dans la Commune de Pobè (**Tableau 5**).

**Tableau 5 : Répartition des puits en fonction de la distance qui les sépare du site de défécation le plus proche**

Distance puits / site de défécation	[0 - 3m]	]3 - 5m]	]5 - 10m]	]10 - 15m]	]15 - 30]	>30m	Total
Nombre de latrines	12	20	30	38	23	27	150
Pourcentage (%)	8	13,33	20	25,33	15,33	18	100

*Source : Résultats d'enquête de terrain, 2014*

Il est observé à travers le **Tableau 5** que les puits investigués sont très peu éloignés des principaux sites de défécation (latrines, nature par exemple). De plus, les investiguassions ont montré que 75,13 % des ménages enquêtés défèquent dans la nature et seulement 24,86 % utilisent les latrines traditionnelles. Déjà en 2009, [20] a montré qu'environ 21 % des ménages enquêtés utilisaient des latrines dans la Commune de Pobè. Il y a donc une amélioration sensible mais insuffisante vu le risque lié à la mauvaise gestion des excréta. En effet, le péril fécal affecte les eaux par les excréments, soit directement en contact avec la nappe phréatique par l'intermédiaire des latrines inadéquates, soit transitant indirectement par écoulement souterrain latéral ou par infiltration verticale. En général, des études récentes [21-23] ont montré que l'extension de la pollution, à partir d'un point de contamination (latrines, décharge sauvage, puits abandonnés et remblayés par des ordures, etc.) jusqu'aux eaux souterraines, dépend de la vitesse et la direction de circulation des eaux. [24] explique que la pollution des eaux est principalement due à la nature des différentes roches traversées, aux matières organiques et aux substances humiques qui ont pour origine la décomposition des végétaux, des ordures ménagères et le déversement des eaux polluées à des endroits inappropriés. Pour [25], la pollution générale des nappes souterraines est, à des degrés divers, fonction de la localisation et de la profondeur des aquifères. De plus, le développement de l'agriculture avec une utilisation excessive des pesticides, et l'essor de l'industrie agroalimentaire sont les grands risques d'une pollution agressive des eaux souterraines.

### 3-4. Mesures durables d'assainissement de l'environnement

Une gestion efficace de l'environnement implique avant tout l'assainissement avec la mise en place d'un Système d'Information Environnementale et Sanitaire (SIES) tel que préconisé par [23]. Cette mesure vise à améliorer la santé environnementale et, par conséquent, à réduire le risque de contamination des eaux souterraines. La protection des aquifères passe par l'aménagement d'infrastructures adéquates de gestion des excréta, des déchets solides et des eaux usées dans les agglomérations rurales et, surtout en milieu urbain. La bonne gestion des excréta nécessite l'utilisation de latrines collectives publiques ou individuelles étanches afin de réduire le risque hydrofécal et la contamination des nappes souterraines. Dans ce cadre, le respect des normes OMS d'installation des latrines est de mise. Il s'agit de :

- ✓ maintenir le fond de la latrine à 1,5 m au moins au-dessus de la nappe phréatique ;
- ✓ garder une distance de 6 m entre les habitations et les cabinets à fosses ;
- ✓ garder une distance de 15 m entre les sources d'eau et les latrines.

Mais, selon [23], la distance de 15 m entre les points d'eau et les latrines paraît insignifiante, considérant les résultats récents sur les processus de progression des contaminants dans les eaux souterraines [21]. Ces limites des normes OMS incitent à l'adoption d'une approche écosystémique de gestion des excréta et des hydrosystèmes souterrains. Pour ce faire, la construction de la latrine ECOSAN promue par Eau et Assainissement pour l'Afrique (EAA) ex Centre Régional pour l'Eau Potable et l'Assainissement à faible coût (CREPA) semble être une solution des plus adéquates. Selon [26], elle empêche le rejet des excréta dans le sol et par conséquent vers les aquifères tout en diminuant le développement des agents polluants des eaux et réduit la pollution bactériologique. Ces stratégies ne réussiront que si les populations sont impliquées et sensibilisées pour un changement de comportement à travers un SIES autour des points d'eau. Par ailleurs, en ce qui concerne les eaux déjà contaminées, les populations peuvent les bouillir avant toute consommation. Cette mesure permet d'éliminer instantanément les microbes si la durée de 15 à 20 minutes est respectée. Cependant, selon [5], l'eau obtenue est pauvre en oxygène et à un goût altéré. Le procédé le plus efficace reste la désinfection. Mais cette méthode nécessite l'achat des produits chimiques contenant le chlore tel que l'hypochlorite de calcium  $[Ca(OCl)_2]$  ou l'hypochlorite de sodium (NaOCl), l'eau de javel dosée à 12° chlorée, le dichloroisocyanurate de sodium (NaDCC) 67 mg ou Aquatab.

## 4. Conclusion

La qualité des eaux de consommation constitue l'un des problèmes à résoudre dans la commune de Pobè. Les analyses physico-chimiques et bactériologiques effectuées ont montré que les eaux des puits de la commune sont en général polluées. La dégradation de la qualité de ces eaux est liée aux mauvaises pratiques d'hygiène et d'assainissement d'une part, puis aux activités anthropiques des ménages d'autre part. Elle constitue un risque sanitaire pour les populations qui sont tributaires de l'eau de puits pour leur besoin. Au regard de tout ceci, il serait souhaitable que des dispositions soient prises par les autorités communales et les partenaires au développement pour une satisfaction optimale des besoins en eau de bonne qualité afin de sauvegarder la santé humaine, gage d'une économie saine.

## Références

- [1] - OMS, 'Directives de qualité pour l'eau de boisson'. Quatrième édition. Publication Organisation Mondiale de la Santé. Genève, Suisse. (2011) pp. 307-447.
- [2] - S. HAWA, "Analyse physico-chimique et bactériologique au L.N.S. des eaux de consommation de la ville de Bamako durant la période 2000 et 2001", Thèse de Doctorat d'état en Pharmacie, (2002), 77 p.
- [3] - M. LAGNIKA, M. IBIKOUNLE, J-P.C. MONTCHO, V.D. WOTTO et N.G. SAKITI 'Caractéristiques physico-chimiques de l'eau des puits dans la Commune de Pobè, Bénin'. In Journal of Applied Biosciences, (2014), pp. 6887-6897.
- [4] - INSAE, 'Institut National de Statistique et de l'Analyse Economique, recensement général de la population et de l'habitat 3', (2003), 42 p.
- [5] - B. S. DANSOU, "Gestion des déchets dans la Commune de Pobè", mémoire de DEA en Gestion de l'Environnement, EDP, FLASH, UAC, (2015), 83 p.
- [6] - M. MAKOUTODE, A. K. ASSANI, E. M. OUENDO, V. D. AGUEH et P. DIALLO, '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, 46 (11), (1999), 528-534.
- [7] - C. DEGBEY, M. MAKOUTODE, E-M.OUENDO, B. FAYOMI et C. DE BROUWER, 'La qualité de l'eau de puits dans la commune d'Abomey-Calavi au Bénin, In Environnement, Risques et Santé. Vol. 7, n° 4, (2008), pp 279-283.
- [8] - L. ODOULAMI, 'Accès à l'eau potable et santé des populations des villes d'Afrique de l'Ouest : Cotonou (Bénin)', Revue de Géographie du Bénin, Université d'Abomey-Calavi (Bénin). N° 4, décembre 2008, (2008), pp. 3-18.
- [9] - L. ODOULAMI, 'La problématique de l'eau potable et la santé humaine dans la ville de Cotonou (République du Bénin)', thèse unique, UAC, (2009) 230 p.
- [10] - L. ODOULAMI, I. ADOKO et M. BOKO, 'Gestion des déchets de la ville de Ouidah au Sud-Bénin', In Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB), Numéro spécial Productions Animales & Végétales et Economie & Sociologie Rurales - Décembre (2013), BRAB en ligne sur les sites web <http://www.slire.net> & <http://www.inrab.org>
- [11] - Afrique Conseil, 'Plan de Développement Communal', (2005), 64 p.
- [12] - C. M. LANOKOU, 'Mise en valeur des terres dans le Hollidjé', mémoire de maîtrise de géographie, DGAT/FLASH/UAC, (2010), 79 p.
- [13] - A. H. AZONTONDE, 'Propriétés physiques et hydrauliques des sols au Bénin', IAHS Publ. no. 199, (1991) pp. 249-258.
- [14] - B. S. DANSOU et L. ODOULAMI, "Impacts socio-économiques des inondations dans la dépression d'Issaba (Commune de Pobè au Bénin)" in RGO n°02-2013, (2013), pp. 157-171.
- [15] - B. LE MAUX, 'Le choix de l'échantillon. Statistiques, logiciels et enquête - Produire et préparer les variables', Paris, France, Volume II, (2009) 21 p.
- [16] - J. RODIER, B. LEGUBE et N. MERLET, 'L'analyse de l'eau'. Edition Dunod, Paris, (2005), 1579 p.
- [17] - L. M. BAWA, I. TCHAKALA et G. DJANEYE-BOUNDJOU, 'Détermination de la demande en chlore des eaux de puits et de forages d'un quartier périurbain de la ville de Lomé : incidence sur la désinfection'. Journal des Sciences et Technologie, (2008), Vol. 7 n° 2 pp.19-24.
- [18] - J. A. TINDALL, R. L. PETRUSAK et P. B. MC MOHAN, 'Nitrate transport and transformation process in unsaturated porous media' J. Hydrol., 169, (1995), 51-94.
- [19] - H. G. MPAKAM, 'Vulnérabilité à la pollution des ressources en eaux à Bafoussam et incidences socio-économiques et sanitaires : modalités d'assainissement'. Thèse de Doctorat, Université de Yaoundé I, (2009) 267 p.

- [20] - A. KINDJINOU, “*Environnement et profil épidémiologique des enfants de moins de 15 ans dans la Commune de Pobè*”, mémoire de maîtrise de géographie, DGAT/FLASH/UAC, (2009), 79 p.
- [21] - P. L. MCCARTY, “*The Insidious Nature of Groundwater Contamination Groundwater Contamination - The Great Need for Protection: The Great Need for Protection*”, Coupling Sustainable Sanitation & Groundwater Protection, (2008), 35 p.
- [22] - V. S. H. Totin, M. Boko, A. E. Etorh, “*Groundwater Pollution in Shantytowns of Cotonou: Which Strategies to Limit Waterborne Diseases Risks?*” Coupling Sustainable Sanitation & Groundwater Protection. Symposium, (2008), 14-17.
- [23] - V. S. H. TOTIN, “*Sensibilité des eaux souterraines du bassin Sédimentaire côtier du Bénin à l'évolution du Climat et aux modes d'exploitation : Stratégies de gestion durable*”, Thèse de Doctorat unique. Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin, (2010), 283 p.
- [24] - J. RODIER, CH. GEOFFRAY, G. KOVACSIK, J. LAPORTE, J. VERNEAUX et J. VIAL, “*L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer - Chimie, physico-chimie, bactériologie, biologie*”, Tome 1 ; 5e éd. Edition Dunod, (1975), 629 p.
- [25] - J-P. CHIPPAUX, S. HOUSSIER, P. GROSS, C. BOUVIER et F. BRISSAUD, “*Étude de la pollution de l'eau souterraine de la ville de Niamey, Niger*”, Bull Soc Pathol Exot, 94(2), (2002), 119-123.
- [26] - R. D. KONMY, “*Les latrines écologiques, une nouvelle approche de gestion des excréta : Cas de Communes de Cotonou et d'Abomey-Calavi*”. Mémoire de maîtrise de Géographie, Université d'Abomey-Calavi. Cotonou, (2005) 91 p.