Afrique SCIENCE *13(3) (2017) 425 - 434*
ISSN 1813-548X, http://www.afriquescience.info

Indicateurs de pollution bactériologique des eaux de puits à usages domestiques et risques sanitaires dans le sixième arrondissement de Cotonou au Sud-Bénin

Espérance Olive HOUNSOUNOU[1,2*], Micheline AGASSOUNON DJIKPO TCHIBOZO[1,2], Lucie AYI - FANOU[3], Nelly Carine KELOME[1,4], Expédit Wilfrid VISSIN[1,5], Marianne VLAVONOU - ZANNOU[1,2], Guy Apollinaire MENSAH[6] et Euloge AGBOSSOU[1]

[1] Institut National de l'Eau, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526, Bénin
[2] Laboratoire des Normes et de Contrôle de Qualité Microbiologique, Nutritionnelle et Pharmacologique, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 1636 RP, Cotonou, Bénin
[3] Laboratoire de Biochimie et Biologie Moléculaire, Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey-Calavi, 01BP 526, Bénin
[4] Laboratoire de Géologie, Mines et Environnement, Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey -Calavi, 01 BP 526, Bénin
[5] Laboratoire Pierre Pagney « Climats, Eau, Ecosystèmes et Développement », Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines, Université d'Abomey-Calavi, 03 BP 1122, Cotonou, Bénin
[6] Centre de Recherche Agricole d'Agonkanmey, 01 BP 2359 Recette Principale, Cotonou 01, Bénin

* Correspondance, courriel : *espolive89@yahoo.fr*

Résumé

Les eaux de puits sont à usage multiple. Dans le but d'évaluer le niveau de pollution microbienne des eaux de puits à usage domestique, une étude a été menée pendant la grande saison pluvieuse en 2015 sur 30 puits traditionnels dans les quartiers déshérités du sixième arrondissement de Cotonou. Une enquête sur la prévalence des maladies dans le secteur de recherche a été effectuée. L'étude a porté sur la recherche des indicateurs de contamination fécale (Coliformes totaux (CT) ; Coliformes thermotolérants (Cth) ; *Escherichia coli* et entérocoques par la méthode de filtration sur membrane et les Anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) par l'ensemencement en profondeur). L'hygiène pose un véritable problème aux riverains. Les résultats d'analyse montrent qu'en dehors des entérocoques, les eaux de puits analysées sont contaminées par les autres germes recherchés. Les charges microbiennes moyennes sont de $4{,}819.10^3$ UFC (Coliformes totaux) ; $1{,}791.10^3$ UFC (Coliformes thermotolérants) ; $5{,}5.10^1$ UFC *(E. coli)*; < 1 UFC (Entérocoques) et 8 UFC (Anaérobies sulfito-réducteurs). L'origine de la pollution peut être attribuée à un déficit d'assainissement et d'aménagement des puits. Les maladies enregistrées au sein de la population peuvent être liées à la propagation des eaux stagnantes (paludisme) ; à l'ingestion d'une eau contaminée (diarrhées et affections gastro-intestinales) et au contact avec ces eaux (affections vaginales, affections dermatologiques et affections oculaires). L'amélioration de l'hygiène environnementale et personnelle constitue un moyen pour la réduction de la propagation de ces maladies.

Mots-clés : *pollution fécale, eaux de puits, risques sanitaires, Cotonou.*

Abstract

Indicators of bacteriological pollution of well water for domestic uses and health risks in the sixth district of Cotonou in the South-Benin

Wells waters are used for multi-purposes. In order to assess the level of microbial pollution of wells waters for domestic uses, a study was conducted during the long rainy season in 2015 on thirty (30) traditional wells in inner-cities of the sixth district of Cotonou. An investigation about the prevalence of diseases in the study area was conducted. The study focused on the measurement of fecal contamination indicators (Total coliforms, Thermotolerant coliforms, Escherichia coli, and Fecal enterococci by the membrane filtration method; Sulfito-reducer anaerobic are tested by seeding in depth). The hygiene is a real problem for residents. The analysis results show that apart from Fecal enterococci, wells waters analyzed are contaminated by other germs sought. The average microbial loads are $4.819.10^3$ UFC (Total coliforms); $1.791.10^3$ UFC (thermotolerant Coliforms) $5.5.10^1$ UFC (E coli);< 1 UFC (Enterococci) and 8 UFC (sulfito-reducers Anaerobic).The origin of the pollution can be attributed to lack of sanitation and well. The diseases registered within the population can be related to the propagation of stagnant water (malaria) ; the ingestion of contaminated water (gastro-intestinal affections and diarrhoeas) and the contact with this water (vaginal affections; dermatological affections and ocular affections). The Improvement of the environmental and personal hygiene is a likely way to reduce the spread of these diseases.

Keywords : *fecal pollution, wells waters, sanitary risks, Cotonou.*

1. Introduction

Une source d'approvisionnement en eau est un lieu ou un ouvrage à partir duquel le ménage s'approvisionne en eau pour son usage domestique quotidien [1]. Cette eau provient des ressources en eaux de surface et celles souterraines. A Cotonou, comme dans la plupart des pays en développement, les eaux de puits traditionnels sont utilisées dans les ménages pour plusieurs usages domestiques [2, 3]. La nappe qui alimente ces puits se trouve à proximité de la surface du sol dont la perméabilité élevée accélère l'infiltration des eaux pluviales et usées ; ce qui peut générer des risques de pollution [4]. La pollution qui affecte les ressources en eau est de diverses formes. La contamination microbiologique d'origine fécale de l'eau est un problème qui a un impact majeur sur la qualité de l'eau à travers le monde. Les microorganismes pathogènes pour l'homme tels que les virus, les bactéries ainsi que les protistes peuvent être présents dans les matières fécales. La consommation d'eau contaminée par les fèces présente donc un risque sérieux pour la santé humaine [5]. Selon le rapport d'activité de [4], 93,9 % de la population de Cotonou ont accès à des toilettes dont 5 % n'est pas moderne et 6,1 % de la population se soulage encore dans la nature (berges du lac, plage, terrains non bâtis). Les mauvaises pratiques liées aux défécations humaines sont très récurrentes dans les zones périphériques de Cotonou où le lotissement n'est pas encore achevé ; c'est le cas des quartiers précaires du sixième arrondissement où l'eau de puits est fréquemment utilisée par les populations pour les usages domestiques [3]. Ces eaux constituent dès lors des vecteurs de germes d'origine hydrique. La présente étude porte sur la pollution fécale des eaux de puits à usages domestiques et risques sanitaires dans le sixième arrondissement de Cotonou au Sud-Bénin. Elle a pour objectifs de déterminer la charge en indicateurs de contamination fécale des eaux de puits et d'identifier les risques sanitaires liés à la pollution fécale de ces eaux.

2. Matériel et méthodes

2-1. Zone d'étude

Le sixième arrondissement de Cotonou se situe dans la zone périphérique de la commune de Cotonou. Il est limité au nord par le lac Nokoué, au sud par le cinquième arrondissement, à l'est par la lagune de Cotonou, et à l'ouest par les septième, huitième, et neuvième arrondissements de Cotonou ***(Figure 1)***. Le secteur est le deuxième arrondissement le plus peuplé des treize que compte la commune de Cotonou où les problèmes d'hygiène et d'assainissement de base (gestion des déchets ; défécation en plein air, etc.) sont dominants [3]. Le climat est de type équatorial avec une alternance de deux saisons pluvieuses et de deux saisons sèches. Pendant la grande saison des pluies, l'arrondissement est menacé par des inondations avec un faible écoulement de l'eau pluviale et de drainage des eaux usées. Le relief est plat avec le niveau de la nappe phréatique variant entre 0 et 5 m. La vitesse d'infiltration du sol est supérieure à 8,3 x 10^{-5} m / s [6]. La platitude du relief et l'hydrogéologie (vitesse d'infiltration, perméabilité du sol et le faible niveau de la nappe) de la ville de Cotonou facilitent la recharge de la nappe phréatique exploitée par les ménages par le biais des puits traditionnels [2]. Ces facteurs prédisposent les puits à la pollution par les déchets solides et liquides produits dans la ville de Cotonou.

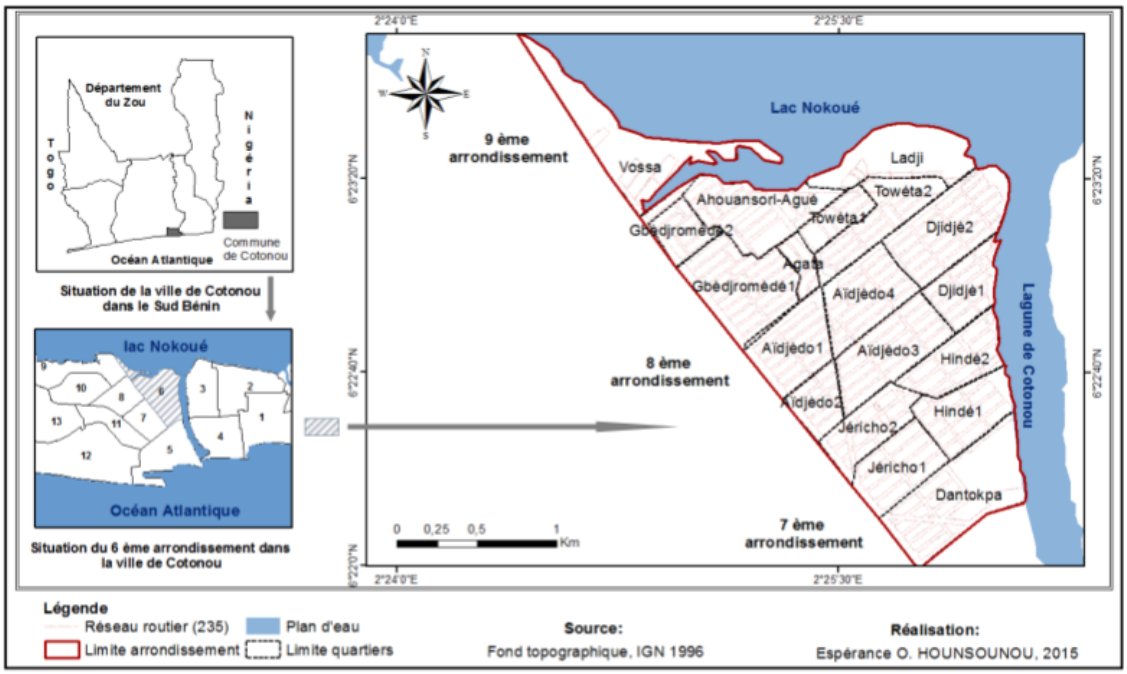

Figure 1 : *Carte de localisation de la zone d'étude*

2-2. Collecte des données et échantillonnage

Les investigations effectuées ont porté sur l'observation de l'environnement des puits exploités par la population pour les usages domestiques et sur la collecte des données épidémiologiques relatives aux maladies hydriques de la population au sein de 190 concessions (taille issue de la méthode de [7]) et dans six (6) centres de santé les plus fréquentés de la zone d'étude. Ensuite, les prélèvements ont eu lieu pendant la grande saison pluvieuse de 2015 par la méthode de [8]. Le nombre total d'échantillons d'eau analysés est issu de trente (30) puits installés dans les quartiers considérés (Vossa, Ahouansori-Agata, Ahouansori-Towéta (I et II), Ladji, Hindé (I et II) et Djidjè (I et II)) ***(Figure 2)***. Ces quartiers sont choisis au

vue de la situation précaire des ménages et le recourt massif aux eaux de puits. Il s'agit des quartiers présentant des conditions d'hygiène, d'accès à l'eau potable et d'assainissement déficientes [3]. Les critères de sélection de ces puits prennent en compte, l'accessibilité, le consentement du propriétaire et le niveau de fréquentation. Les échantillons d'eau ont été prélevés dans des flacons stériles (bouteilles en verre blanc) de 500 mL. Chaque échantillon est identifié au moyen d'une fiche de prélèvement référencée (date, lieu, numéro, heure du prélèvement et mesures *in situ*) et des remarques faites (potentielles sources de pollution, état de couverture des puits et autres). Les codes des échantillons sont formulés à partir de la lettre P : (Puits) suivie de l'initial du nom des quartiers et des numéros d'ordre. Les échantillons ont été transportés rapidement au laboratoire sous un régime de froid.

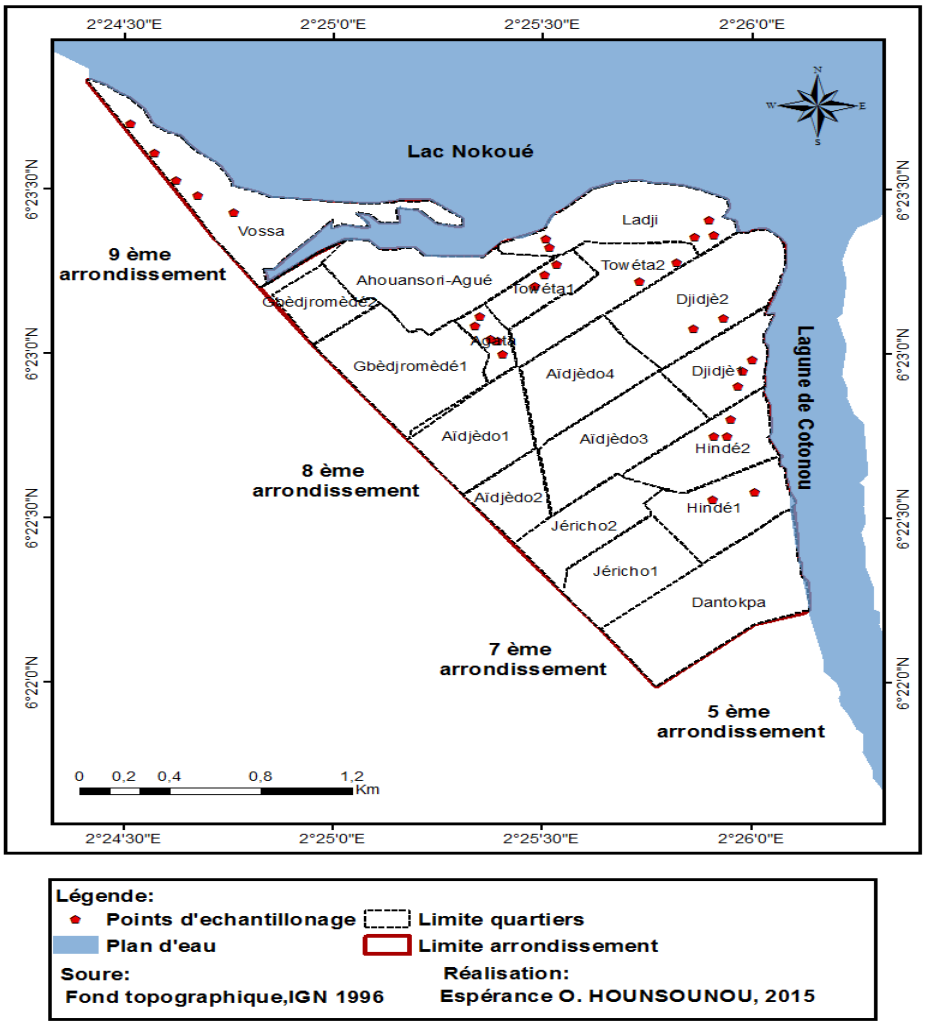

Figure 2 : *Carte de répartition des puits échantillonnés*

2-3. Détermination des indicateurs de contamination fécale

La détermination des indicateurs de contamination fécale a porté sur l'analyse de type réduite B1 rapporté par [9] et a pris en compte la recherche et le dénombrement des germes tels que les Coliformes totaux (CT), les Coliformes thermotolérants (Cth), *Escherichia coli,* les Entérocoques fécaux (EF) et les Anaérobies sulfito-réducteurs (ASR). Les méthodes de recherche des différents paramètres analysés sont présentées dans le ***Tableau 1***. Les résultats ont été comparés aux critères de la réglementation béninoise de 2001.

Tableau 1 : *Méthodes de recherche des paramètres analysés*

Germes Recherchés	Types d'ensemencement	Milieux de culture	Conditions de culture
CT	Filtration de 100 mL d'eau sur membrane (0,45 µm)	Gélose lactosé au TTC (Chlorure de TriphénylTétrazolim) et au tergitol 7	24 - 48 Heures à 37°C
Cth	Filtration de 100 mL d'eau sur membrane (0,45 µm)	Gélose lactosé au TTC et au tergitol 7	24 - 48 Heures à 44°C
E. coli	Filtration de 100 mL d'eau sur membrane (0,45 µm)	Gélose lactosé au TTC et au tergitol 7	24 - 48 Heures à 44°C
EF	Filtration de 100 mL d'eau sur membrane (0,45 µm)	Gélose Slanetz Bartley	24 - 48 Heures à 37°C
ASR	1 mL en profondeur dans un tube	Gélose Tryptone Sulfite Néomycyne (TSN)	24 - 48 Heures à 37°C

Ensuite le système de classification bactériologique de [10] basé sur les ordres de grandeur des coliformes thermotolérants dans les eaux de consommation a été utilisé pour apprécier le niveau de contamination fécale des eaux ***(Tableau 2)***.

Tableau 2 : *Classification et système code couleur pour Cth dans les eaux*

UFC / 100 mL	Classes et couleur	Remarques
0	A (Bleu)	Acceptable
0 - 10	B (Vert)	Faible risque
10 - 100	C (Jaune)	Risque modéré
100 - 1000	D (Orange)	Risque élevé
> 1000	E (rouge)	Risque très élevé

2-4. Analyses statistiques

Les données d'enquête ont été traitées à l'aide du logiciel Sphinx 4.5 pour ressortir les fréquences des différentes observations faites. Une analyse statistique descriptive des résultats d'analyse caractérisant les trente puits a été réalisée pour ressortir les moyennes, les minima, les maxima à partir du logiciel Statistica version 6.

3. Résultats

3-1. Qualité microbiologique des eaux de puits dans le sixième arrondissement

Les résultats d'analyse ***(Tableau 3)*** reflètent l'état de pollution des eaux de puits à partir des germes de contamination fécale. Pour apprécier le niveau de cette contamination et le degré de risque sanitaire associé, la classification de [10] a permis de répartir les échantillons d'eau de puits en quatre classes de qualité selon la charge en Cth ***(Figure 3)***. La classe (A) prend en compte un seul échantillon (PT2) conforme aux directives de l'OMS. Aucun échantillon ne répond à la classe B caractérisée par les eaux à faible risque. La classe C identifiant les eaux à risque modéré regroupe 30 % des puits (PV2, PV3, PA1, PA3, PA4, PT3, PH1 PH3, PD4) ; la classe (D) rassemble 40 % des puits à risque élevé (PV4, PV5, PA2, PA5, PT4, PT5, PL5, PH5, PD1, PD2 PD3, PD5) et enfin la classe E comporte 26,67 % des puits (PV1, PT1, PL1, PL2, PL3, PL4, PH2, PH4) à risque très élevé.

Tableau 3 : *Niveau de pollution des eaux de puits par les indicateurs de contamination fécale*

Paramètres	Moyennes	Minima	Maxima	Critères de potabilité	Taux de CP
CT	$4{,}819.10^3$	1.10^2	$2{,}2.10^4$	0 / 100 mL	0 %
Cth	$1{,}791.10^3$	< 1	$1{,}37.10^4$	0 / 100 mL	3,33 %
E.coli	$5{,}5.10^1$	< 1	$1{,}03.10^3$	0 / 100 mL	56,67 %
EF	< 1	< 1	<1	0 / 100 mL	100 %
ASR	8	< 1	6.10^1	2 / 20 mL	65 %

Il ressort de ces résultats que tous les échantillons prélevés sont contaminés. Certains paramètres de contamination (Coliformes et les Anaérobies sulfito - réducteurs) sont présents dans les échantillons d'eau prélevés mais à des proportions variées. Les charges microbiennes dénombrées dans les eaux pour ces paramètres varient de 1.10^2 à $2{,}2.10^4$ UFC / 100 mL ; < 1 à $1{,}37.10^4$ UFC / 100 mL ; <1 à $1{,}03.10^3$ UFC / 100 mL et de < 1 à 6.10^1 UFC / 20 mL respectivement pour les Coliformes totaux (CT), les Coliformes thermotolérants (Cth), *Escherichia coli* et les Anaérobies Sulfito Réducteurs (ASR). Ces paramètres respectifs sont présents dans les échantillons à des taux supérieurs aux normes dans 100 % ; 96,67 % ; 43,34 % et 35 % des cas. Seuls, les Entérocoques ne sont pas identifiés dans les échantillons et sont donc conformes à la valeur recommandée (0 UFC / 100 mL) par les normes pour la consommation humaine.

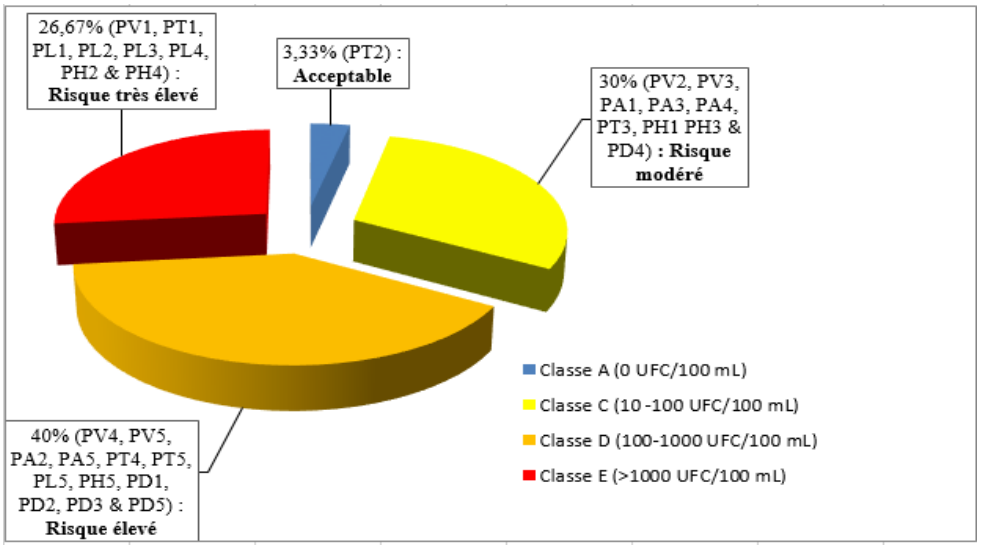

Figure 3 : *Classification des échantillons d'eau suivant le niveau de contamination*

3-2. Facteurs explicatifs de la pollution fécale des eaux de puits

Les puits étudiés sont tous traditionnels. Ils disposent d'une margelle d'une hauteur de 0,5 à 1,5 m par rapport au niveau du sol. La plupart (93,33 %) des puits ne sont pas couverts ou disposent de couvertures complètement usées. L'observation de l'environnement immédiat des puits a permis de détecter dans près de 60 % des cas, diverses sources probables de pollution (latrine, dépotoir de déchets, puisard et autres) dans un rayon de moins de 15 m des puits ***(Figure 4)***. En plus de ces conditions pouvant favoriser la contamination des eaux de puits, 20,8 % des récipients de puisage (puisettes) utilisés pour le prélèvement des eaux sont situés au sol. Prés de 55 % des concessions enquêtées ne disposant pas de latrines font souvent recourt pour la plupart à la nature (défécation à ciel ouvert). L'infiltration des divers déchets rejetés dans la nature peut être favorisée par les eaux pluviales en saison de pluies. Par ailleurs les conditions physiques du milieu (vitesse d'infiltration, perméabilité du sol et faible niveau de la nappe) peuvent accentuer l'infiltration des déchets dans les puits.

(a) Distance entre puits et latrine (Hindé) *(b) Insalubrité autour d'un puits (Ladji)*

Figure 4 : *Manque d'hygiène dans l'environnement immédiat des puits*

3-3. Risques sanitaires liés à la consommation des eaux de puits

Les résultats ***(Tableau 4)*** permettent de noter la prévalence de plusieurs maladies au sein des ménages. Selon la déclaration des personnes enquêtées, la répartition de ces maladies se présente dans cet ordre d'importance : paludisme (100 %), affections vaginales (30 %), affections dermatologiques (27,5 %), affections gastro-intestinales (20,8 %), diarrhées (23,3 %), fièvre typhoïde (1,7 %) et choléra (0,8 %). Les données collectées au niveau des six centres de santé dans l'ensemble des quartiers d'étude ont confirmé ces affections avec des fréquences diverses ***(Figure 5)***. En dehors du paludisme qui est l'affection la plus enregistrée dans l'ensemble des centres de santé visités, le taux de prévalence des autres affections varie d'un quartier à un autre. En général, les cas de paludisme sont suivis, des affections vaginales, des affections gastro-intestinales, des diarrhées, des affections dermatologiques et enfin des affections oculaires. Les affections enregistrées ne semblent pas liées spécifiquement à l'utilisation des eaux de puits contaminées. Cependant certaines maladies telles que les affections gastro-intestinales et les diarrhées peuvent être liées à l'ingestion des eaux contaminées. D'autres maladies répertoriées notamment les affections vaginales, les affections dermatologiques et les affections oculaires peuvent en partie être causées par le contact des eaux contaminées par les germes. Le paludisme reste l'affection qui n'est associée à aucune utilisation de l'eau contaminée mais à la cohabitation avec un milieu humide aux conditions d'hygiène précaire.

Tableau 4 : *Répartition des affections au niveau des ménages enquêtés*

Affections	Personnes ayant connaissance (%)	Personnes ayant souffert (%)
Affections gastro-intestinales	95,8	20,8
Diarrhées	97,5	23,3
Fièvre typhoïde	64,2	1,7
Choléra	92,5	0,8
Paludisme	100	100
Affections dermatologiques	98,3	27,5
Affections vaginales	90,0	30

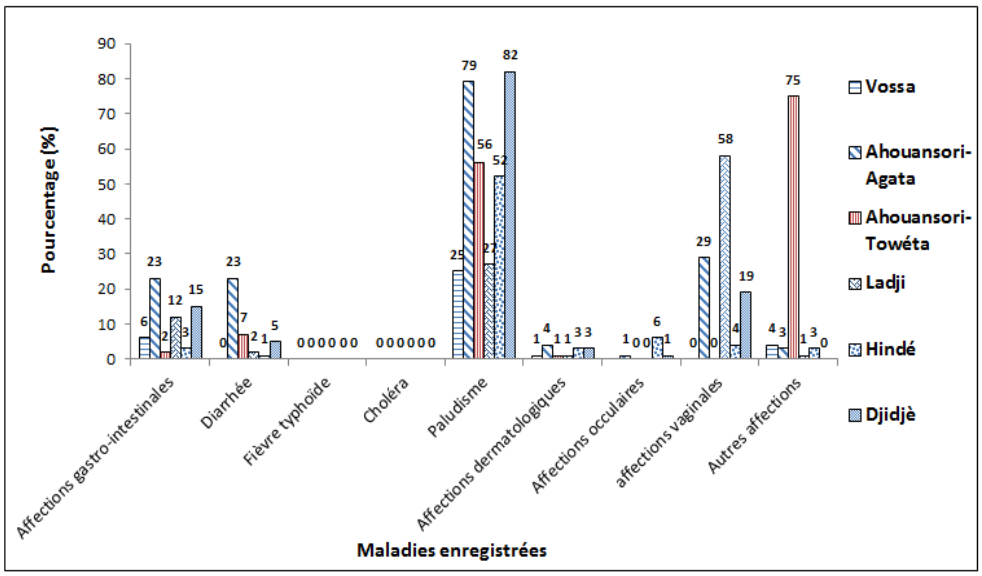

Figure 5 : *Répartition des maladies enregistrées dans les localités du sixième arrondissement de Cotonou*

4. Discussion

Les résultats d'analyse montrent que tous les échantillons d'eau de puits étudiés ont subi une contamination microbienne et pour la plupart d'origine fécale de par les charges moyennes en Coliformes totaux ($4{,}819.10^3$ UFC), Coliformes thermotolerants ($1{,}791.10^3$ UFC), *Escherichia coli* ($5{,}5.10^1$ UFC) et en Anaérobies sulfito-réducteurs (8 UFC). En effet, les 0 % de conformité obtenus pour les Coliformes totaux pour ces eaux indiquent une très mauvaise condition d'hygiène autour des puits [11]. La présence de coliformes totaux dans ces eaux de puits n'est pas spécifiquement liée à une contamination fécale mais peut être un indicateur de la dégradation de la qualité de ces eaux causées par des apports d'eau de surface à partir du sol et la végétation [12]. Quant aux Cth et surtout *E. coli*, leur présence dans les eaux étudiées montre le niveau de contamination fécale de ces eaux. En effet, *E. coli* constitue le seul membre du groupe des coliformes totaux que l'on trouve exclusivement dans les matières fécales des humains et des animaux. Leur présence dans l'eau indique non seulement une contamination récente par des matières fécales, mais aussi la présence possible de bactéries, virus et protozoaires pathogènes [12]. *E. coli* est surtout un bon indicateur de la présence de bactéries pathogènes entériques telles que *Campylobacter*, *Salmonella*, *Shigella* et *Escherichia coli* O157 : H7 [13].

En plus de ces germes, les ASR détectés dans les eaux de certains puits (PV2, PV3, PV5, PA3, PA4, PH1 et PD2) permettent ainsi de déceler une pollution fécale ancienne ou intermittente des eaux [8]. L'absence des entérocoques intestinaux dans ces échantillons précise surtout l'origine humaine de la pollution fécale des puits. Des études récentes au Bénin et dans d'autres pays ont aussi mis en évidence la contamination fécale des eaux de puits utilisées par les populations [14, 15]. Ces études ont été réalisées respectivement, à Yaoundé (Cameroun), à Abomey-Calavi (Bénin) et à Lomé (Togo). En général, pour ces auteurs, le défaut d'assainissement du milieu est à l'origine de la contamination de ces eaux. Quant à la pollution fécale des eaux de puits étudiées, la même origine peut être incriminée à cause de la pratique de la défécation en plein air et du rejet des déchets dans la nature employée par les ménages les plus déshérités [3]. D'autres facteurs tels que la facilité de la recharge du sol de Cotonou en saison pluvieuse, le niveau faible de la profondeur de cette nappe avec l'accroissement démographique remettent en cause la qualité des eaux [2]. Pour [16], les espaces qui se construisent dans ces conditions écologiques particulières deviennent des milieux de multiplication des germes pathogènes et de transmission de maladies à support hydrique et

d'hygiène défectueuse. Ce qui se justifie par le niveau de contamination fécale des eaux de puits traditionnels étudiées et les statistiques épidémiologiques dans les centres de santé sillonnés. Les affections enregistrées sont liées à l'ingestion des eaux contaminées (les affections gastro-intestinales et les diarrhées) et au défaut de l'hygiène (paludisme, les affections vaginales, les affections dermatologiques et les affections oculaires). [2] avait aussi relevé des cas de gastro-entérites, de diarrhées et de choléra au sein des populations de Cotonou. Selon [17], ces cas de maladies peuvent en partie être associés à l'utilisation des eaux de puits polluées.

5. Conclusion

Cette étude a permis de mettre en évidence l'état de pollution microbiologique des eaux de 30 puits traditionnels du sixième arrondissement de Cotonou par les indicateurs de contamination fécale. Les résultats montrent que la plupart des eaux de puits ont subi une pollution fécale. Cependant, le niveau de pollution de ces échantillons varie d'un puits à un autre. Ces eaux sont impropres à la consommation sans aucun traitement. La contamination des eaux de puits étudiées est liée aux facteurs écologiques tels que les caractéristiques de la nappe phréatique et à l'insuffisance des bonnes pratiques d'hygiène et de l'assainissement dans les quartiers d'étude. La consommation de ces eaux peut exposer les riverains à plusieurs cas de maladies d'origine microbienne. Face à cette situation des mesures doivent êtres préconisées pour amoindrir les risques sanitaires liés à leur consommation. Ces mesures doivent être à la fois préventives (protection de la ressource) et curatives (amélioration de la ressource). En effet, la préservation de la qualité des eaux doit consister à maitriser les facteurs de contamination des eaux par le renforcement de l'aménagement des puits ; la gestion des déchets et la mise en place des ouvrages d'assainissement adaptés au contexte socio-économique et géographique du milieu ; l'éducation aux bonnes pratiques pour le changement de comportements par les acteurs du domaine. Il faut mettre en place un système de surveillance et de désinfection régulière des eaux de puits pour l'amélioration de leur qualité par les acteurs hygiénistes.

Remerciements

Les Auteurs remercient la Fondation Internationale pour la Science (IFS), pour le soutien financier sous le grant W/5578-1, ayant permis la réalisation de ce travail.

Références

[1] - OMS / UNICEF, Un Aperçu de la situation de l'eau potable en Afrique. 11ème Sommet des Chefs d'Etat et de Gouvernement de l'Union Africaine sur le thème : réalisation des Objectifs du Millénaire concernant l'Eau et l'Assainissement. Rapport, (2008)

[2] - L. ODOULAMI, La problématique de l'eau potable et la santé humaine dans la ville de Cotonou (République du Bénin). Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-Calavi, Géographie et Gestion de l'Environnement, (2009)

[3] - E. HOUNSOUNOU, M. AGASSOUNON DJIKPO TCHIBOZO, A. ADJAGODO, E. AGBOSSOU, *Rev. Spe. Jour. Sci.* Faculté des Lettres, Art et Sciences Humaines, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 4 (9) (2014) 171 - 181

[4] - SEURECA, Élaboration des plans directeurs d'assainissement des eaux usées de la conurbation de Cotonou, Abomey-Calavi, Sèmè-Podji et de la ville de Porto-Novo. Rapport d'Activité A : Collecte de données de base - Diagnostic de la situation actuelle, (2014) 281
[5] - M. A. BLAIS, C. COTE, R. VILLEMUR, M. GENEREUX, P. CANTIN et M. VILLION, Revue des méthodes de détermination de sources de contamination fécale de l'eau. Rapport présenté au ministère du développement durable, de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques, Canada, (2015)
[6] - M. BOUKARI, *in Africa Géoscience Review*, 2 (1) (1995) 121 - 139
[7] - P. DAGNELIE, Statistiques théoriques et appliquées, Brussels : De Boeck et Larcier, (1998)
[8] - J. RODIER, B. LEGUBE et N. MERLET, L'Analyse de l'eau, éd DUNOD, (2009) 749 - 775
[9] - C. M. BOURGEOIS et J. Y. LEVEAU, Technique d'analyse et contrôle dans les industries agroalimentaires. Contrôle microbiologique, Tome, 3 (1991) 327 - 334
[10] - OMS, Guideline for Drinking Water Quality 2nd Edition. Volume 3, Surveillance and Control of Community Supplies, Geneva, (1997)
[11] - F. LALANNE, Étude de la qualité de l'eau le long de la chaîne approvisionnement au niveau des consommateurs dans 10 villages de la Province du Ganzourgou, (Région du Plateau Central, Burkina Faso), rapport du projet de l'UNICEF, (2012)
[12] - INSPQ (Institut National de la Santé Publique du Québec), 2003 : Fiche Coliformes totaux Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine. Groupe scientifique, Décembre (2004)
[13] - E. ROYER, Les pratiques en matière de surveillance et de gestion des eaux de plages publiques au Québec : protègent-elles la santé de la population ? Maîtrise en environnement université de Sherbrooke, Canada, (2013)
[14] - K. SONCY, B. DJERI, K. ANANI, M. EKLOU-LAWSON, Y. ADJRAH, D.S. KAROU, Y. AMEYAPOH et C. DE SOUZA, *Journal of Applied Biosciences,* 91 (2015) 8464 - 8469
[15] - P. HOUNSINOU, D. MAMA, F. DOVONOU et A. ALASANE, *British Journal of Earth Sciences Research*, 3 (1) (2015) 30 - 41
[16] - I. SY, M. KOITA, D. TRAORE, M. KEITA, B. LO, M. TANNE et G. CISSE, *Revue en sciences de l'environnement,* 11 (2) (2011) 17
[17] - M. AGASSOUNON DJIKPOTCHIBOZO, L. AYI-FANOU, E. LOZES, R. FADONOUGBO, G. D. J. ANAGO, C. AGBANGLA, C. AHANHANZO, *Int. J. Biol. Chem. Sci.,* 6 (2) (2012) 592 - 602