

## La qualité de l'eau de puits dans la commune d'Abomey-Calavi au Bénin

CYRIAQUE DÉGBEY<sup>1</sup>  
MICHEL MAKOUTODÉ<sup>2</sup>  
EDGARD-MARIUS OUEUDO<sup>2</sup>  
BENJAMIN FAYOMI<sup>3</sup>  
CHRISTOPHE DE BROUWER<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Unité de santé au travail et de toxicologie du milieu, École de santé publique, Campus Erasme, CP-593, Route de Lennik, 808-B-1070 Bruxelles  
<comlancy@yahoo.fr>  
<de.brouwwer.christophe@ulb.ac.be>

<sup>2</sup> Institut régional de santé publique (IRSP), Route des Esclaves, 01 BP 918, Cotonou Bénin  
<makoutod@hotmail.com>  
<eouendo@yahoo.fr>

<sup>3</sup> Faculté des sciences de la santé (FSS), BP 188, Cotonou Bénin  
<bfayoni@intnet.bj>

Tirés à part :  
C. Dégbey

**Résumé.** Une étude descriptive sur l'alimentation en eau de boisson a été réalisée sur une population de 30 puits et ménages dans la commune semi-urbaine d'Abomey-Calavi, jouxtant la capitale économique du Bénin. Cette commune constitue l'une des plus grandes du département de l'Atlantique et abrite environ 27,5 % de sa population. L'objectif global de cette étude est l'évaluation du niveau de contamination des eaux de puits consommées par la population enquêtée. Les résultats obtenus au cours de ce travail ont montré que : 100 % des puits prélevés présentent une température comprise entre 28,3 °C et 29,9 °C avec une moyenne de 28,5 °C en comparaison à la norme qui est de 25 °C ; 13,3 % des puits prélevés contiennent des nitrites, du fer total et 16,7 % du manganèse, témoins d'une pollution chimique avec une teneur dépassant la norme qui est de 0,2 mg/L pour le fer, de 0,1 mg/L pour les nitrites et de 0,05 mg/L pour le manganèse ; 100 % des eaux de puits étudiées présentent une pollution bactériologique par des *Escherichia coli*, streptocoques fécaux, salmonelles, shigelles, *Clostridium perfringens* et des staphylocoques. Ce fait expose la population à des risques de maladies d'origine hydrique qui représentent 54 % de l'ensemble des maladies au Bénin et demeurent les principales causes de morbidité (diarrhées, 7 % et affections gastro-intestinales, 8 %) et de mortalité (12,5 %), en très grande majorité des enfants de moins de 5 ans. Sur la base des résultats obtenus, il est important non seulement de mettre à la disposition des populations des équipements d'approvisionnement en eau potable mais aussi de promouvoir l'éducation sanitaire pour éviter la pollution de l'eau. Ce manque d'infrastructures montre à quel degré et avec quelle acuité le problème de l'eau potable se pose dans la commune.

**Mots clés :** bactéries ; Bénin ; eau potable ; gestion du risque ; norme.

### Abstract

#### *The quality of well water in the municipality of Abomey-Calavi in Benin*

*This study describes the supply and treatment of drinking water from the 30 wells available to the population of the semi-urban municipality of Abomey-Calavi, located near the largest commercial cities of Benin. Abomey-Calavi is the largest municipality in the Atlantic district and home to about 27.5 % of its population. The overall objective of this study is to explore and determine the degree of contamination of well water used by the population of this municipality. The results show that: in all of the wells studied, water temperatures were high, ranging from 28.3°C to 29.9°C, with an average temperature of 28.5°C, although WHO recommended a norm of 25 °C; 13.3 % of the wells studied contained nitrite and iron, and 16.7 % manganese. This is indicative of chemical pollution, with concentrations exceeding the accepted norm of 0.1 mg/L for nitrites, 0.2 mg/L for iron, and 0.05 mg/L for manganese. 100 % of the water in the wells studied showed bacterial pollution by *Escherichia coli*, fecal streptococcus species, bacterial salmonella, shigella, *Clostridium perfringens*, and staphylococcus species. All these bacteria expose the population to risks of various waterborne diseases, which account for 54 % of all the diseases in Benin and remain the principal cause of morbidity (diarrhea 7 %, other gastrointestinal ailments 8 %) and mortality (12.5 %), mainly among children younger than five years. These results underline the importance not only of providing the population with modern equipment for access to potable water, but also to promote health education to prevent water pollution. The lack of infrastructure in this community shows the extent to which potable water remains a problem here.*

**Key words:** bacteria; Benin; drinking water; reference standards; risk management.

L'eau constitue un élément indispensable pour la vie des hommes, des animaux et des plantes. Avoir de l'eau à disposition en quantité et en qualité suffisantes contribue au maintien de la santé. L'eau peut aussi être source de maladies du fait de sa contamination par des déchets ménagers, industriels, agricoles, par des excréta et divers déchets organiques [1]. La communauté internationale réunie en 1977 à Mar del Plata a décidé de faire des années 1981-1990 la décennie internationale de l'eau potable et de l'assainissement. En optant pour les soins de santé primaire en 1978 à Alma Ata, elle a mis l'accent sur l'approvisionnement en eau potable et sur l'assainissement de base [2].

Le but visé au cours de cette rencontre internationale était d'élever le niveau de santé des populations et de faire régresser les maladies infectieuses véhiculées par l'eau [3]. Il s'agissait de mettre de l'eau potable et des dispositifs adéquats d'assainissement à la disposition de la population [2].

Au Bénin, au cours cette période, l'objectif fixé a été de fournir de l'eau potable à 80 % de la population avec 60 litres par jour à chaque citadin et 10 à 20 litres par jour à chaque habitant en milieu rural [4].

À la fin de cette décennie, l'objectif fixé n'a pas été atteint : 58 % seulement de la population a été desservie en eau potable en zone rurale, et 24 % en zone urbaine [5]. La fréquence des maladies infectieuses d'origine hydrique n'a pas connu d'amélioration à l'issue de la décennie internationale et les maladies hydriques demeurent les principales causes de morbidité (diarrhées, 7 % et affections gastro-intestinales, 8 %) et de mortalité (12,5 %), en très grande majorité des enfants de moins de 5 ans [6]. Dans la population béninoise en général et selon les statistiques du ministère de la Santé, les maladies d'origine hydrique représentent 54 % de l'ensemble des maladies. L'assainissement de l'eau apparaît primordial, en particulier l'accès à l'eau potable en milieu rural [6].

En outre, la ville de Cotonou et la commune d'Abomey-Calavi sont confrontées à de fréquentes inondations.

De ce fait, par l'intermédiaire des eaux de ruissellement et d'infiltration, diverses espèces de germes peuvent contaminer l'eau de puits.

L'objectif de la présente étude est donc d'évaluer la contamination des eaux de puits consommées par la population d'Abomey-Calavi.

## Matériel et méthode

Il s'agit d'une étude descriptive réalisée dans quatre arrondissements (Godomey, Hèvié, Houèdo, Togba) sélectionnés dans la commune d'Abomey-Calavi, située dans le département de l'Atlantique. Ce choix s'est basé sur :

- les conditions environnementales rendant l'étude possible, tels le lotissement et la gestion des déchets ménagers solides et liquides ;
- la consommation exclusive d'eau de puits par les ménages.

Trente puits ont été sélectionnés par tirage aléatoire simple sur l'ensemble des puits de la région. Le tirage a donné le résultat consigné dans le *tableau 1*.

Le prélèvement dans les puits a été réalisé dans des flacons stériles lestés auxquels est fixée une ficelle permettant de les faire

**Tableau 1.** Répartition du nombre des puits sélectionnés par arrondissement.

*Table 1. Distribution of wells and population by district.*

Arrondissement	Nombre de ménages	Nombre de puits
Godomey	8 525	15
Hèvié	1 553	4
Houèdo	1 449	4
Togba	1 280	7

descendre dans le puits. L'eau est prélevée à environ 50 cm de la surface libre. L'analyse physico-chimique a consisté à mesurer sur place d'une part, la température, le pH, la conductivité électrique, et, d'autre part, les composés chimiques, à savoir l'ammonium, les nitrites, les nitrates, les phosphates, le manganèse, le fer total et l'oxydabilité au  $KMNO_4$ .

L'analyse bactériologique a été effectuée en trois étapes au laboratoire central de la Société nationale des eaux du Bénin (Soneb) :

1. La filtration sur membrane. Cette technique consiste à faire passer 100 mL d'eau à travers une membrane cellulosique ayant des pores de diamètre uniforme égal à 0,45 micron ; après filtration, cette membrane est déposée dans une boîte de Pétri contenant un milieu de culture [7]. Deux milieux de culture ont été utilisés pour la recherche des germes : le milieu ENDO ou Mac ConKey ou EMB pour les coliformes et le milieu Slanetz pour les streptocoques fécaux [8, 9] ;
2. La numération des colonies à la loupe binoculaire après incubation des boîtes de Pétri pendant 24 à 48 heures ;
3. L'identification des bactéries soit par la galerie API 20E soit par la galerie classique.

Pour l'enquête auprès des ménages arrivés dans chaque localité, pour choisir le ménage à enquêter, nous avons imprimé un mouvement à notre crayon bic et pris la direction indiquée par la pointe. Dans la première maison rencontrée, nous avons interrogé le chef de ménage ou son représentant. Lorsque dans le premier ménage nous ne trouvions personne, nous interrogeons le chef ou le représentant du ménage suivant.

Les investigations ont été effectuées de la manière suivante :

- administration des questionnaires aux ménages ;
- observation directe ;
- prélèvement des eaux de puits.

## Résultats

### Résultats de l'analyse de la qualité de l'eau de puits

Les puits des ménages prélevés dans notre zone d'étude sont traditionnels, réalisés par des puisatiers locaux disposant d'un matériel rudimentaire. Ces puits sont de petits diamètres et moins profonds (1 à 15 m). Certains de ces puits disposent des systèmes de protection, à savoir :

- la margelle ;
- le couvercle ;

– la dalle anti-bourbier.

Tous les puits investigués dans notre zone d'étude n'ont pas été maçonnés.

L'analyse physique montre que 100 % des puits prélevés ont une température au-delà de la norme fixée par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) qui est de 25 °C (la température varie entre 28,3 et 28,9 °C) contrairement à la conductivité qui est inférieure à 400 µs/cm, norme recommandée par l'OMS [10].

#### Analyse chimique

L'analyse chimique de ces eaux de puits donne les résultats suivants :

– 100 % des puits investigués ont une teneur normale en nitrates, à la différence des nitrites qui ont été détectés dans 28 puits sur 30 prélevés, dont 4 présentent un taux supérieur à la normale (0,1 mg/L) ;

– l'ammonium, les phosphates, l'oxydabilité au KMN04 dosés dans les eaux de puits sont conformes aux normes édictées par l'OMS [10] qui sont respectivement de 0,5 mg/L ; 0,05 mg/L et 5 mg/LO<sub>2</sub>.

Par rapport au fer total et au manganèse, sur les 30 puits prélevés, 4 présentent une concentration de fer total supérieure à celle préconisée par la réglementation en matière de consommation qui est de 0,02 mg/L, et 5 ont une concentration supérieure à la norme qui est de 0,05 mg/L pour le manganèse.

#### Analyse bactériologique

Le *tableau 2* nous renseigne sur le dénombrement des germes banals en 24 et 48 heures à 37 °C.

Les résultats montrent que 25 des puits sur 30 présentent des germes banals en 24 heures à 37 °C tandis que seulement 22 puits présentent des germes banals en 48 heures à cette même température.

Il ressort du *tableau 3* que la recherche présomptive des coliformes est positive dans 100 % des puits prélevés, et il en va de même pour *Escherichia coli*.

### Résultats de l'enquête « ménages »

Par rapport aux dispositifs de protection sur les 30 puits prélevés, 4 seulement ont des dispositifs de protection, les 26 autres restant ouverts.

**Tableau 2.** Répartition des puits selon les germes banals dénombrés en 24 et 48 heures à 37 °C (n = 30).

*Table 2. Number of wells according to harmless germ count at 24 h and 48 h at 37 °C (n=30).*

Germes banals	Germes banals dénombrés en 24 heures à 37 °C	Germes banals dénombrés en 48 heures à 37 °C
	Nombre de puits	Nombre de puits
< 20	08	04
[20 - 40[	10	09
[40 - 60[	07	07
≥ 60	0	02
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>22</b>

**Tableau 3.** Répartition des puits selon les germes identifiés (n = 30).

*Table 3. Number of wells with specific identified bacteria (n=30).*

Germes identifiés	Nombre de puits concernés	Pourcentage (%)
Coliformes	30	100
<i>Escherichia Coli</i>	30	100
<i>Clostridium perfringens</i>	29	96,7
<i>Salmonella</i>	26	86,7
<i>Shigella</i>	26	86,7
<i>Staphylococcus</i>	23	76,7
<i>Streptococcus</i>	19	63,3
<i>Candida albicans</i>	4	13,3

**Tableau 4.** Répartition des facteurs chimico-biologiques en fonction du dispositif de protection.

*Table 4. Chemical and bacterial concentrations according to whether the well is protected.*

Paramètres chimiques et microbiologiques	Puits protégés	Puits non protégés	p
Nitrates ≤ 50 mg/L	4	26	-
Nitrates > 50 mg/L	0	0	
Nitrites ≤ 0,1 mg/L	2	2	0,074
Nitrites > 0,1 mg/L	2	24	
<i>Escherichia coli</i>	4	26	-
Streptocoques fécaux	2	17	0,611
<i>Clostridium perfringens</i>	3	26	0,133
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	23	0,001

À propos du mode de gestion de l'eau par les ménages, 16,7 % entretiennent bien leurs ustensiles (usage d'un récipient propre, puisettes bien entretenues non déposées par terre), ce qui permet d'éviter la contamination de l'eau de puits. Environ 45,5 % des ménages lavent leur récipient de stockage avec de l'eau simple, à l'intérieur comme à l'extérieur. La comparaison des ménages enquêtés utilisant l'eau de puits par rapport au dispositif de protection et aux facteurs physico-chimiques et bactériologiques montre, d'une part, la présence significative de nitrites dans 2 puits protégés et dans 24 puits non protégés contre une valeur minimale de nitrite dans 2 puits protégés ou non. Cette différence n'est pas statistiquement significative entre les puits qui ont des dispositifs de protection et ceux qui n'en ont pas, selon le test exact de Fischer (*tableau 4*). D'autre part, *Staphylococcus aureus* est présent dans 23 puits non protégés et absent des puits protégés, la différence observée étant cette fois statistiquement significative entre les puits qui ont un dispositif de protection et ceux qui n'en ont pas (*tableau 4*).

## Discussion des résultats

### Qualité de l'eau de puits

#### Qualité physique

Dans cette série, en ce qui concerne la température des eaux analysées, 100 % des puits présentent une température comprise

entre 28,3 °C et 29,9 °C avec une moyenne de 28,56 °C. Ces résultats se rapprochent de ceux de Aïssi [11] en 1992, de Comlanvi en 1994 [3] à Cotonou et de Assani [12] en 1995 à Grand-Popo, qui retrouvent des températures variant entre 25 °C et 30 °C. Ces températures élevées pourraient s'expliquer par l'influence de la chaleur ambiante sur les eaux prélevées et aussi par le gradient géothermique de la zone. Les températures retrouvées dans notre étude sont de même ordre que celles de 28 °C à 30 °C citées à Brazzaville par Moukolo [13] en 1993 et celles de 26 à 28 °C mentionnées par Djafarou [14] à Kandi en 2004.

Il convient de souligner qu'une eau dont la température est située entre 25 et 28 °C constitue un bon milieu de culture pour les micro-organismes de l'environnement, ce qui veut dire que l'élévation de la température des eaux de puits crée des conditions favorables à la pollution des eaux en milieu tropical [15].

### Qualité chimique

L'analyse chimique des eaux prélevées au cours de notre étude révèle la présence d'éléments polluants comme les nitrites, le fer et le manganèse. En effet, 13,3 % des eaux de puits prélevées présentent un taux de nitrites et de fer total respectivement supérieur à 0,1 mg/L et 0,2 mg/L tandis que 16,7 % ont un taux de manganèse supérieur à 0,05 mg/L, norme recommandée par l'OMS [10]. La présence de ces éléments traduit la pollution chimique de certains puits prélevés. Cette situation pourrait s'expliquer par le niveau de l'assainissement et de l'hygiène publique dans la commune d'Abomey-Calavi.

En effet, dans cette commune, la population ne dispose pas d'un système de traitement des ordures ménagères, encore moins d'un système de collecte, de traitement et d'évacuation des eaux usées. Quant aux latrines, 52,9 % sont situées à une distance non conforme à la norme minimale recommandée par l'OMS qui est de 15 m entre latrines et puits. La mauvaise gestion des ordures ménagères et des eaux usées, la contamination du sol par les excréta humains, le non-respect de la distance entre les latrines et les puits se traduisent par la forte teneur de l'eau en certains éléments chimiques (nitrites, fer, manganèse) qui sont des indices de pollution. Cette pollution chimique observée à l'issue de l'analyse de certaines eaux de puits prélevées dans notre série d'étude est conforme aux conclusions de Kiki Migan [16] dans la ville de Cotonou, de Assani [12] dans la commune de Grand-Popo, de Djafarou [14] dans la commune de Kandi.

### Qualité bactériologique

Les résultats de l'analyse bactériologique des eaux ont révélé que la totalité des puits prélevés étaient contaminés.

Les germes indices de pollution bactériologique que nous avons identifiés au cours de l'analyse sont *Escherichia coli*, *Salmonella* spp, *Streptococcus*, *Shigella* spp, *Clostridium perfringens*, et les *Staphylococcus*.

Les plus fréquents parmi ces germes sont *Escherichia coli* (100 %), *Salmonella* spp et *Shigella* spp (86,7 %), pour ce qui est des coliformes et entérobactéries. Quant aux streptocoques fécaux, ils sont identifiés dans 19 puits (63,3 %). Il est utile de souligner que tous les puits sont fortement contaminés par le *Clostridium perfringens* (96,7 %).

Plusieurs facteurs pourraient expliquer la pollution bactériologique des eaux prélevées :

- des facteurs liés à l'environnement et aux comportements de la population du fait de l'absence d'un système de collecte, de traitement et d'évacuation des eaux usées [17] ;
- des facteurs liés au système de collecte, d'évacuation et de traitement des ordures ménagères [18] ;
- la défécation dans la nature et l'infiltration des matières organiques dans le sol [19] ;
- enfin, la faible profondeur (1 à 15 m) de la nappe phréatique.

Nos résultats se rapprochent de ceux de certains auteurs comme Kiki Migan en 1993 [16], Comlanvi en 1994 [3], ou Assani en 1995 [12] qui ont retrouvé la plupart des bactéries pathogènes dans l'eau de puits. Toutes ces pratiques montrent que l'eau présumée potable est exposée à un risque très élevé de contamination.

### Gestion de l'eau

Dans notre série, 20 % des ménages enquêtés utilisent un récipient sale pour recueillir l'eau, 16,7 % des ménages investigués utilisent un mode d'entretien empêchant de contaminer l'eau de puits.

Certains auteurs dans d'autres régions ont fait les mêmes constats.

Assani [12] dans une étude à Grand-Popo au Bénin, en 1995, a trouvé que 20 à 40 % des ouvrages hydrauliques modernes sont l'objet de pollution biologique. Par ailleurs, même si l'eau est potable à la source, elle est polluée au cours du stockage [20].

Dans une autre étude, Djafarou [14] à Kandi en 2004 au Bénin, a constaté que l'eau potable recueillie à la source par cette population est contaminée durant le stockage et les manipulations à domicile. Les causes évoquées étaient la méconnaissance des règles d'hygiène et l'usage de récipients inadaptés, ouverts et sans protection [21].

Dans ces conditions, l'objectif de la Direction de l'hygiène et de l'assainissement de base (DHAB) en eau potable ne peut être atteint que si l'implantation d'équipements techniques s'accompagne de la promotion de l'hygiène afin de faciliter un changement réel de comportement individuel et collectif.

La pollution de l'eau tant au cours du stockage que du prélèvement pour la consommation dépend des règles d'hygiène observées : propreté du récipient de stockage et de la puisette, propreté des mains des utilisateurs, propreté de l'environnement domestique, rythme de renouvellement de l'eau stockée [22].

### Conclusion

Au terme de notre étude sur la qualité de l'eau de puits dans la commune d'Abomey-Calavi, il ressort que le problème de la disponibilité de l'eau potable dans les quatre arrondissements sélectionnés continue d'être une préoccupation majeure pour la population.

Le problème de l'approvisionnement en eau de consommation est lié :

- à l'éducation des populations en matière d'hygiène ;

– au comportement des populations dans la manipulation de cette eau ;

– et aux pratiques culturelles des populations [23].

L'analyse physico-chimique et bactériologique de l'eau des puits prélevés a montré que :

– 13,3 % des puits prélevés contiennent des nitrites, du fer total et 16,7 % du manganèse, témoins d'une pollution chimique ;

– 100 % des eaux de puits étudiées présentent une pollution bactériologique.

Cette pollution est liée au non-respect des conditions d'hygiène publique. ■

## Références

1. Organisation mondiale de la santé (OMS). *L'eau pour les hommes, l'eau pour la vie*. Paris : UNESCO-WWAP, 2003.
2. Comité directeur interinstitutions de coopération pour la décennie. *Impact de la DIEPA de l'eau potable et de l'assainissement sur les diarrhées*. Genève : Organisation mondiale de la santé (OMS), 1990.
3. Comlanvi FM. *Amélioration de la qualité des eaux de puits dans la ville de Cotonou : cas de quelques quartiers*. Mémoire de fin de formation DIT, aménagement, protection de l'environnement, CPU, UNB, Bénin, 1994.
4. Amegee KFP. *Analyse du secteur eau et assainissement au Bénin*. Cotonou : ministère de la Santé, 1992.
5. Ministère de l'énergie, des mines et de l'hydraulique (MEMH). *Atelier sur le développement des systèmes de surveillance en matière d'eau potable et assainissement*. Cotonou : MEMH, 1995.
6. Ministère de la santé. Direction de la programmation et de la prospective. Service des statistiques et de la documentation. *Annuaire des statistiques sanitaires*. Cotonou : Ministère de la santé, 2006.
7. Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. *Recherche et dénombrement des coliformes totaux ; méthode par filtration sur membrane*. Québec : Gouvernement du Québec, 2000.
8. Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. *Recherche et dénombrement des coliformes fécaux ; méthode par filtration sur membrane*. Québec : Gouvernement du Québec, 2000.
9. Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. *Recherche et dénombrement des entérocoques ; méthode par filtration sur membrane*. Québec : Gouvernement du Québec, 2004.
10. Organisation mondiale de la santé (OMS). *Directives de qualité pour l'eau de boisson : recommandation*. Genève : OMS, 1994.
11. Aissi MJ. *Impacts des déchets domestiques sur la qualité de la nappe phréatique à Cotonou*. Mémoire, aménagement, protection de l'environnement, CPU, UNB, Bénin, 1992.
12. Assani A. *Qualité et mode de gestion de l'eau de boisson dans la sous-préfecture de Grand-Popo*. Mémoire de maîtrise en santé publique, IRSP, UNB, Bénin, 1995.
13. Moukolo N. Les contrôles systématiques de la qualité des eaux naturels au Congo : quelques résultats du laboratoire d'hydraulique de l'Orstom/DGRST de Brazzaville. *Bulletin de liaison du CIEH* 1993 ; 20 : 11-21.
14. Djafarou A. *La contribution à l'élaboration des risques liés aux usages domestiques de l'eau dans la commune de Kandi*. Mémoire de DESS, IMSP, Bénin, 2004.
15. Galal-Gorchev H. Évaluation des risques liés aux substances chimiques dans l'eau de boisson : élaboration des valeurs guides. *Santé Publique* 1992 ; 4 : 80-3.
16. Kiki Migan ELV. *La problématique de la gestion des déchets dans les mégapoles africaines et perspectives d'avenir : cas de la ville de Cotonou*. Thèse de médecine FSS-UNB, Bénin, 1993.
17. Cazaban M, Duffour J, Fabbro-Peray P. *Santé publique*. 5<sup>e</sup> édition. Paris : Masson, 2005.
18. Arnaud M, Hartemann P. Qualité de l'eau et santé. *Lettre scientifique IFN* 1996 ; 43 : 5-10.
19. Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. *Recherche et dénombrement des bactéries hétérotrophes aérobies et anaérobies facultatives ; méthode par incorporation à la gélose*. Québec : Gouvernement du Québec, 2004.
20. Groupe scientifique sur l'eau. *Coliformes fécaux. Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine*. Québec : Institut national de santé publique du Québec, 2003.
21. Centre béninois des normes (Cebenor). *Eaux minérales et eaux de sources : spécifications et critères de qualité*. Cotonou : Cebenor, 2001.
22. Gouin D, Michaud J, Demiers R, Dupont JC. *Étude de la qualité des eaux de la rivière l'Assomption*. Québec : Service de protection de l'Environnement, 1976.
23. Atindehou E, Nanou C, Monnet D. *Étude de potabilité des eaux de boisson en sachet vendues aux abords des écoles primaires publiques d'Abidjan*. Abidjan : Organisation mondiale de la santé (OMS), 1998.