

## Qualité physico-chimique de l'eau de boisson à Kandi au Nord du Bénin

Djafarou Assouma ISSA\* et Christophe Sègbè HOUSSOU

*Laboratoire d'Etudes des Dynamiques Urbaines et Régionales, 01 BP 526 Cotonou, Bénin*

\* Correspondance, courriel : [assidj2001@yahoo.fr](mailto:assidj2001@yahoo.fr)

### Résumé

La présente étude sur la « qualité physico-chimique de l'eau de boisson à Kandi au nord du Bénin » a permis de se rendre compte de l'état d'insalubrités autour des ouvrages hydrauliques dans la commune de Kandi. Les analyses physico-chimiques effectuées ont révélé que les échantillons d'eau sont pour la plupart au-delà des normes admises. La présence des polluants chimiques dans les ouvrages d'eau traduit les risques potentiels auxquels les populations sont exposées. L'objectif de cette étude vise à évaluer la contamination physico-chimique des ouvrages hydrauliques dans la commune de Kandi. La méthodologie adoptée a consisté à prélever 30 échantillons d'eau dans les différents ouvrages hydrauliques au niveau des 10 arrondissements. Ces prélèvements ont permis d'analyser la température, le pH, les nitrates, nitrites, l'ammonium. La sélection des lieux de prélèvement a été faite de manière à prioriser les lieux publics. Les résultats de l'analyse physico-chimique des échantillons d'eau étudiés, ont révélé une faible minéralisation et une pollution azotée de l'eau de boisson dans la commune de Kandi.

**Mots-clés :** *qualité physico-chimique, eau de boisson, évaluation, Kandi, Bénin.*

### Abstract

#### **Water physical-chemical quality beverage Kandi North of Benin**

This study on the " physical-chemical quality of drinking water in northern Benin Kandi " helped to realize the state bedchamber insalubrities of hydraulic structures in the town of Kandi. The physical-chemical analyzes have shown that the water samples are mostly beyond acceptable standards. The presence of chemical pollutants in water works reflected the potential risks to which people are exposed. The objective of this study is to evaluate the physical and chemical contamination of hydraulic structures in the town of Kandi. The methodology adopted was to collect 30 water samples in various water projects in 10 districts. These samples were used to analyze the temperature, pH, nitrates, nitrites and ammonium. The selection of the sampling sites was made in order to prioritize public places. The results of the physical-chemical analysis of water samples studied, revealed a low mineralization and nitrogen pollution of drinking water in the town of Kandi.

**Keywords :** *physical-chemical quality, drinking water, evaluation, Kandi, Benin.*

## 1. Introduction

L'accès à l'eau potable constitue l'un des indices de la qualité de vie du développement humain durable [1]. Le taux de desserte en Approvisionnement en Eau Potable au Bénin reste faible (48 %) [2]. Cette insuffisance de couverture en système d'approvisionnement en eau de consommation humaine des populations diminue l'accessibilité des ménages aux sources d'eau de qualité requise. Les données du Recensement Général de la Population et de l'Habitat réalisées en 2002, montrent que 9,12 % de la population de Kandi s'approvisionnent en eau potable à travers le réseau de distribution de la Société Nationale des Eaux du Bénin (SONEB); 29,7 % s'alimentent à partir des ouvrages mis en service par la Direction Générale de l'Hydraulique (DGH); 43,82 % utilisent l'eau des sources gratuites exposées à la pollution, de qualité douteuse et non contrôlées par les services d'hygiène. L'eau, source de vie, devient potentiellement un vecteur de transmission de maladies parfois mortelles et à caractère endémique voire pandémique. C'est parce que l'eau, de qualité requise et en quantité suffisante, est un trésor indispensable et irremplaçable que le décret n°2001-094 du 20 février 2001 fixant les normes de qualité de l'eau potable en République du Bénin en son article 25 stipule que : « l'eau fait partie du patrimoine national. Sa protection est d'intérêt général ». La réalisation de nombreux points d'eau et des ouvrages d'assainissement accompagnée d'une campagne de sensibilisation d'Information d'Education pour un Changement de Comportement (IECC) ont permis d'éradiquer ou de diminuer la prévalence de certaines maladies hydriques telles que le choléra, les entéro-gastriques et les affections dermatologiques dans la commune [3]. Malheureusement, cet effort de la communauté internationale, du gouvernement béninois et des élus locaux se trouve vain. Car, les nuisances liées à la qualité de l'eau de boisson se font signaler au niveau des centres de santé. La présente étude vise à évaluer la contamination physico-chimique des ouvrages hydrauliques dans la commune de Kandi.

## 2. Situation géographique du secteur d'étude

La commune de Kandi située au Nord du Bénin est comprise entre 2°54' et 3°26' longitude Est et 10°55' et 11°59' latitude Nord (*Figure 1*).

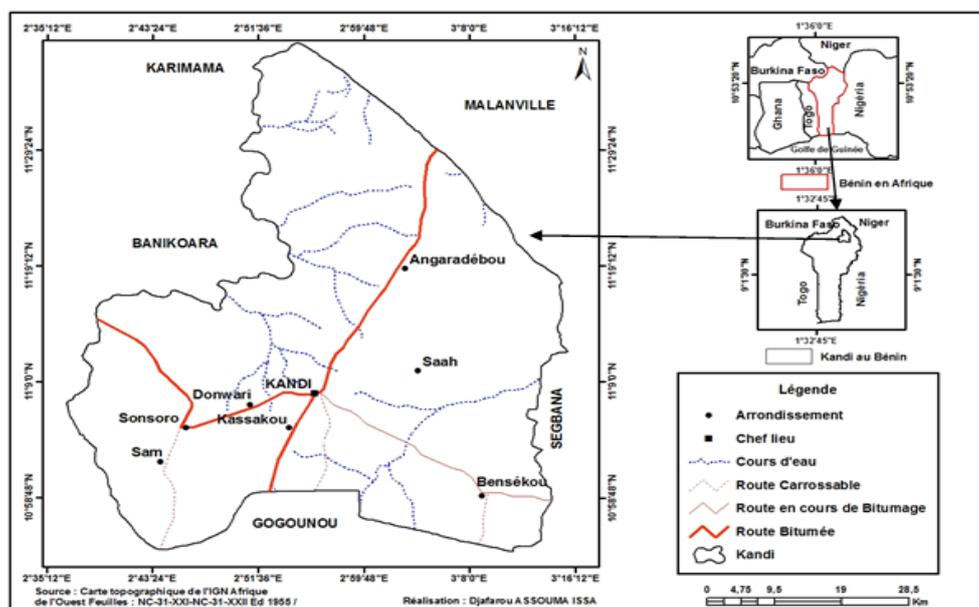


Figure 1 : Situation géographique de la commune de Kandi

Elle couvre une superficie de 3.421 Km<sup>2</sup>, soit environ 13 % de l'ensemble du département Borgou-Alibori [4]. Selon les résultats du Recensement Général de la Population et de l'Habitat en 2012, la population de la commune de Kandi est estimée à presque 177 683 habitants en 2012 avec une densité moyenne de 51,93 habitants/Km<sup>2</sup>. Elle est limitée au Nord par les communes de Karimama et Malanville, au Sud par la commune de Gogounou, à l'Est par la commune de Ségbana et à l'Ouest par celle de Banikoara.

### 3. Matériel et méthodes

#### 3-1. Matériel

Les études ont porté sur les puits à grand diamètre (PM), les puits traditionnels (PT), les pompes à motricité humaine (FPM), les adductions d'eau villageoise (AEV) et l'eau de la Société Nationale des Eaux du Bénin (SONEB) dans les 10 arrondissements de la commune de Kandi. Les critères retenus pour le choix des lieux de prélèvement reposent principalement sur l'affluence des usagers autour des points d'eau, les conditions d'hygiène et d'assainissement dans les environs immédiats des ouvrages d'approvisionnement en eau. Pour le prélèvement, l'utilisation des flacons en polyéthylène a été adoptée. Ces prélèvements sont effectués de manière à éviter le dégazage de l'échantillon. Pour ce faire, chaque flacon est rempli délicatement à ras tout en réduisant au maximum les effets de turbulence. Avant la prise d'échantillon d'eau de la SONEB auprès d'un abonné, il a été procédé au flambage du robinet. Quant aux prises d'échantillons au niveau des autres ouvrages hydrauliques (AEV, FPM, PM, et PT), les flacons ont été abondamment lavés et rincés à l'eau. Une fois remplis, les échantillons sont remontés, nettoyés, étiquetés et placés dans une glacière pour être ramenés au laboratoire. Au total, 30 échantillons d'eau ont été prélevés dans les différents ouvrages hydrauliques entre décembre 2014 et janvier 2015 et acheminés au laboratoire central de la Direction Régionale de l'Hydraulique à Parakou.

#### 3-2. Analyse des échantillons d'eau au laboratoire

##### 3-2-1. Paramètres physiques

Il s'agit de : la température, le pH et la conductivité dont les mesures ont été faites au laboratoire central de l'hydraulique à Parakou. La température a été mesurée à l'aide d'un conductimètre WTW LF 310 muni d'une sonde qui est plongée dans l'eau prélevée. Le pH ou potentiel Hydrogène de l'eau traduit le caractère acide ou basique de l'eau [5]. Sa mesure a été faite par la méthode électro-métrique suivant la norme NF T 90-008. Le pH-mètre utilisé est de type WTW LF 310. La mesure de conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau. Elle a été réalisée à l'aide de la méthode électro- métrique NF EN 27888.

##### 3-2-2. Paramètres chimiques

La méthode colorimétrique au salicylate de sodium [6] a été adoptée pour le dosage du nitrate. Le maximum d'absorption au spectrophotomètre se situe entre 405 et 420 nm. La limite de détection de cette méthode est de 0,5 mg/L de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Les nitrites ont été dosés par spectro-photométrie et par la méthode au réactif de Zambelli [5]. L'ammonium a été dosé par photométrie et par la méthode de Nessler suivant la norme NF T 90-015. L'oxydabilité au permanganate renseigne sur la concentration de l'eau en matières oxydables, que celles-ci soient organiques ou minérales. Leur teneur est déterminée le plus souvent par des méthodes tests telles que la réduction du KMnO<sub>4</sub> en milieu acide ou en milieu alcalin. En effet, le permanganate de potassium introduit en excès dans l'eau est, en partie réduit par les matières oxydables. L'excédent en KMnO<sub>4</sub> est déterminé par l'ajout d'une quantité d'acide oxalique équivalente à celle du KMnO<sub>4</sub> introduite initialement.

#### 4. Résultats

Les résultats présentent la qualité physico-chimique de l'eau des ouvrages dans les arrondissements de la commune de Kandi.

**Tableau 1 : Qualité physico-chimique des ouvrages d'eau dans l'arrondissement d'Angaradébou**

Arrondissement	Localité	Types d'ouvrages	Température	pH	Conductivité $\mu\text{S}/\text{cm}$	Dureté (mg/L)	Oxydabilité $\text{mgO}_2/\text{L}$	Nitrate (mg/L)	Nitrite (mg/L)	Ammonium (mg/L)
Angaradébou	Alfa koara	FPM	26,2	6,98	714	254	0,83	33,3	0,137	0,0285
	Tchoka	PM	26,4	5,27	29,9	236	1,26	40,48	0,0179	0,2093
	Serkalé	FPM	27	5,78	408	187	0,71	43,74	7,13	0,0951
	Angaradébou	AEV	26,8	7,3	334,7	188	0,89	10,48	0,0192	0,0201
	Antère	PM	26,8	7,4	438,6	332	0,81	33,2	0,036	0,0245
	Illoré	PT	26,9	7,1	324	335	1,78	81,5	0,768	1,86
	Fouet	PT	27	6,9	187,3	162	4,44	167,3	13,23	1,29

Source : Travaux de terrain, 2015

Le **Tableau 1** montre que les températures de l'eau des ouvrages de l'arrondissement d'Angaradébou étudiées varient entre  $26^\circ\text{C}$  et  $27^\circ\text{C}$  avec une moyenne de  $26,72^\circ\text{C}$ . En matière d'oxydabilité, les teneurs des ouvrages de l'arrondissement d'Angaradébou étudiées varient entre 0,71 et 4,44  $\text{mgO}_2/\text{L}$  avec une moyenne de 1,53  $\text{mgO}_2/\text{L}$ . Les teneurs en nitrate des ouvrages varient de 10,48 à 167,3  $\text{mg}/\text{L}$  avec une moyenne de 58,27  $\text{mg}/\text{L}$ . Les valeurs des nitrites sont comprises entre 0,0179 et 13,23  $\text{mg}/\text{L}$  avec une moyenne de 3,04  $\text{mg}/\text{L}$ . Les teneurs en ammonium des ouvrages d'eau oscillent entre 0,0201 et 1,86  $\text{mg}/\text{L}$  avec une moyenne de 0,50  $\text{mg}/\text{L}$ .

**Tableau 2 : Qualité physico-chimique des ouvrages d'eau dans les arrondissements de Sam Sonsoro**

Arrondissement	Localité	Types d'ouvrages	Température	Ph	Conductivité $\mu\text{S}/\text{cm}$	Dureté (mg/L)	Oxydabilité $\text{mgO}_2/\text{L}$	Nitrate (mg/L)	Nitrite (mg/L)	Ammonium (mg/L)
Sam	Sakatoussa	FPM	27	5,97	352	242	0,96	18,26	0,016	0,039
	Sam	PM	26,7	6,5	247	672	0,74	67,27	0,0567	0,0974
	Tankongou	FPM	26,5	6,8	187	597	0,85	69,2	0,0153	0,0874
	Wonka	FPM	26,3	7,2	627,9	162	0,77	33,74	0,0275	0,0873
	Yaoudarou	FPM	26,7	7,5	541,2	142	0,91	27,23	0,019	0,0276
Sonsoro	Pédigui	FPM	26,3	5,55	534	179	1,2	11,98	0,0835	0,0257
	Yankin	FPM	27	5,11	84,2	209	0,74	63,43	0,198	0,091
	Sonsoro	PM	26,8	5,8	429	319	1,3	12,52	0,075	0,0014
	Sassabaga	FPM	26,4	7,4	164,6	278	0,82	43,13	0,0178	0,03667
	Woyonkou	FPM	26,6	7,6	112,4	165	0,71	60,49	0,0769	0,0984

Source : Travaux de terrain, 2015

Les ouvrages des arrondissements de Sam et de Sonsoro du **Tableau 2** présentent des températures qui varient entre 26,3°C et 27°C avec une moyenne de 26,63°C. Les plus faibles valeurs ont été enregistrées à Wonka (FPM) et à Pédigui (FPM). Les plus fortes valeurs à Sakatoussa (FPM) et à Yankin (FPM). Le pH oscille entre 5,11 et 7,6 avec une moyenne de 6,54. Les valeurs de pH les plus faibles sont notées à Sakatoussa (FPM), Pédigui (FPM) et Yankin (FPM). Les teneurs en nitrate varient de 11,98 à 69,2 avec une moyenne de 40,72 %. Les valeurs de nitrite oscillent entre 0,05857 et 0,198 mg/L avec une moyenne de 0,058 mg/L. Les teneurs en ammonium varient de 0,0014 à 0,098 mg/L avec une moyenne de 0,059mg/L.

**Tableau 3 : Qualité physico-chimique de l'eau dans les arrondissements de Bensékou et de Saah**

Arrondissement	Localité	Types d'ouvrages	Température	pH	Conductivité $\mu\text{S}/\text{cm}$	Dureté (mg/L)	Oxydabilité $\text{mgO}_2/\text{L}$	Nitrate (mg/L)	Nitrite (mg/L)	Ammonium (mg/L)
Bensékou	Bensékou	FPM	26,1	5,66	656	163	0,89	93,9	0,165	0,06732
	Sota	FPM	25	6,76	359	174	0,66	40,25	0,0237	0,0324
	Koutakroukou	PM	25,4	6,8	89,33	169	5,92	31,63	0,0957	0,0125
Saah	Fouret	PM	26,2	5,06	85,1	176	1,18	22,76	0,0989	0,0823
	Saah	PM	26,9	5,78	97,32	201	1,18	35,98	0,0178	0,04
	Lolo	PM	25,9	6,4	385	253	0,66	27,37	0,0467	0,0694

Source : Travaux de terrain, 2015

D'après le **Tableau 3**, la température des ouvrages varie entre 25 et 29,9 avec une moyenne de 25,91. Les valeurs de pH sont comprises entre 6,08 et 5,06 avec une moyenne de 6,07. Les nitrates ont un taux variant entre 22,76 et 93,9 avec une moyenne de 41,98mg/L.

**Tableau 4 : Qualité physico-chimique des ouvrages d'eau dans les arrondissements de Kandi (1, 2 & 3), de Donwari et de Kassakou**

Arrondissement	Localité	Types d'ouvrages	Température	pH	Conductivité $\mu\text{S}/\text{cm}$	Dureté (mg/L)	Oxydabilité $\text{mgO}_2/\text{L}$	Nitrate (mg/L)	Nitrite (mg/L)	Ammonium (mg/L)
Kandi 1	Kongoun	FPM	26,7	6,85	494	178	0,96	23,72	0,0165	0,0024
Kandi 2	Kandi	SONEB	26,5	5,27	29,9	120	0,89	5,48	0,0013	0
Kandi 3	Loussi	FPM	26,3	7,46	393	253	0,74	19,92	0,0186	0,0167
Donwari	Touko	PM	26,2	5,06	26,4	257	0,74	11,67	0,0513	0,125
	Donwari	PM	27	7,3	357	618	0,81	31,27	0,089	0,0298
Kassakou	Kassakou	FPM	26,6	6,77	671	243	1,18	15,18	0,0636	0,763
	Padé	PM	26,7	7,2	270	289	1,04	43,96	0,0178	0,091

Source : Travaux de terrain, 2015

Dans les arrondissements de Kandi (1, 2 et 3), de Donwari et de Kassakou (**Tableau 4**), les valeurs de conductivité, d'oxydabilité, de nitrate, nitrite enregistrées sont nettement faibles. Par contre, les valeurs de température sont comprises entre 26,2 et 27 °C avec une moyenne de 26,57.

## 5. Discussion

### 5-1. Qualité physique des eaux

D'après les normes admises par [7], la température acceptable pour une eau de boisson varie entre 8°C et 15°C et ne doit pas dépasser 20°C. Les températures de l'eau des ouvrages étudiés oscillent entre 25°C et 27°C avec une moyenne de 26,49°C. La plus faible valeur enregistrée se trouve à Koutakroukou et les plus fortes à Touko, Sakatoussa, Yankin et Fouet. Ces résultats obtenus se rapprochent de ceux de [8 - 11] qui ont retrouvé presque des températures variant entre 27°C et 30°C. De même, il se rapproche également de celui trouvé (28°C à 30°C) à Brazzaville par [12]. Il convient de souligner qu'une eau de température située entre 25°C et 28°C constitue un milieu favorable à la culture des micro-organismes de l'environnement [10]. Selon [7], l'élévation de la température des eaux en milieu tropical créerait des conditions favorables et augmenterait l'efficacité de la désinfection de l'eau par le chlore (Loi de Vantoff). Ainsi, l'élévation de la température des eaux des ouvrages de la commune crée des conditions favorables à la culture des micro-organismes responsables de la pollution des eaux [3]. Cette élévation peut accentuer le goût, l'odeur et la couleur. Il peut également aggraver les problèmes de corrosion. Ce facteur organoleptique, bien que ne causant pas de risques sanitaires notoires à une certaine teneur devrait être bien considéré dans les analyses de l'eau destinée à la consommation [13]. En ce qui concerne le pH, bien qu'il n'ait généralement pas des conséquences directes pour la santé du consommateur, il est l'un des paramètres opérationnels les plus importants pour la qualité de l'eau [13]. 40 % des ouvrages de la commune présentent un pH < 6,5. Ce qui signifie que l'eau de ces ouvrages a un caractère acide et peut provoquer une corrosion des tuyauteries métalliques. Lorsque le pH > 8 ce qui n'est le cas ici, il y a risque d'une diminution de l'efficacité du processus de désinfection au chlore et peut conduire à des dépôts incrustants dans les circuits de distribution [14]. Pour les ouvrages qui ne respectent pas les normes en matière de pH dans la commune de Kandi, il est possible de corriger leur potentiel hydrogène. Pour ce faire, il suffit selon les techniciens, d'introduire dans ces ouvrages de l'alkolid, un produit chimique qui permet de régulariser le pH de l'eau [15].

### 5-2. Qualité chimique des eaux

20 % des ouvrages de la commune présentent des teneurs en nitrate supérieures à la Directive [7] qui recommande 50 mg/L pour une alimentation en eau potable. Les teneurs excessives en nitrate dans l'eau de boisson sont susceptibles de faire courir des risques de méthémoglobinémie chez le nourrisson appelée «syndrome du bébé bleu» et des risques de cancer chez l'adulte [10]. Les nitrates peuvent être à l'origine de la formation de nitrites. Les nitrites sont des oxydants qui ont la capacité de transformer l'hémoglobine du sang en méthémoglobine, empêchant le transport correct de l'oxygène par les globules rouges jusqu'aux tissus [10]. Les résultats de l'analyse chimique des échantillons d'eaux étudiés, révèlent la présence des éléments chimiques, indicateurs de pollution azotée comme les nitrates, nitrites et l'ammonium. Plusieurs travaux de recherches au Bénin ont notifié l'excès en nitrate dans les eaux souterraines [3, 8, 11, 16 - 19]. En Afrique, les travaux des chercheurs ont également révélé la présence massive des nitrates largement supérieurs à la Directive de [7] dans les eaux souterraines [20 - 26]. La présence excessive de ces éléments chimiques traduit la pollution chimique de ces eaux. Cette situation pourrait s'expliquer par le faible niveau de l'hygiène et assainissement autour des points d'eaux. Les teneurs en nitrates notées dans les échantillons d'eaux de notre zone d'étude diffèrent d'un aquifère à l'autre. Cette variabilité spatiale des teneurs en nitrate des eaux traduit également une diversité dans leur origine [27]. Les nitrates sont souvent issus des activités agricoles (utilisation des engrais et les pratiques de l'élevage) et industrielles (rejets des effluents industriels). Ils peuvent avoir une origine urbaine liée à une infiltration des eaux usées domestiques dans le sol, des eaux des égouts, des fosses septiques, des latrines et de la décomposition de la matière organique. Ils peuvent aussi provenir de la décomposition de la matière organique (déforestation). Les nitrates peuvent être également issus de l'azote apporté par les eaux météoriques. La mauvaise gestion des ordures ménagères et des excréta contribuent à la dégradation de

la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines. En effet, toutes ces matières organiques se décomposent en nitrate et s'infiltrent dans le sol pour se retrouver plus tard dans les eaux souterraines. Les fortes teneurs en nitrites rencontrées traduisent une contamination superficielle issue des eaux usées, des fosses septiques. Dans le cycle de l'azote, les nitrites s'insèrent entre les nitrates et l'ammonium. Les nitrites sont très solubles et par conséquent très peu présents dans les eaux souterraines, sauf en cas de pollution [27]. Les nitrites constituent des indicateurs clés de contamination organique des eaux. L'ammonium est un composé azoté dont la présence dans une eau souterraine résulte d'une contamination de surface liée essentiellement aux rejets d'effluents domestiques et industriels ou d'un phénomène de réduction naturelle des nitrates. L'ammonium contenu dans les échantillons d'eaux est issu d'une contamination d'origine superficielle. En effet, il provient des rejets d'effluents domestiques, de la réduction naturelle des nitrates et de la dégradation incomplète de la matière organique. Par ailleurs, les périmètres immédiats des ouvrages hydrauliques sont envahis par les mauvaises herbes et sombrent dans une insalubrité totale. Les animaux divaguent dans ces périmètres laissant ainsi leurs déchets. De même les travaux champêtres sont exercés aux abords de ces ouvrages. Nous notons l'absence quasi totale du système de collecte, d'évacuation et des traitements des déchets dans cette commune. La chaîne Déchets - Homme - Source d'eau est une réalité perpétuelle dans la commune. Cette chaîne est souvent à la base de la contamination des eaux.

## 6. Conclusion

Les difficultés d'accès à l'eau potable sont surtout liées à l'inégale répartition des points d'eau (PM, FPM et AEV) et aux pannes fréquentes de certains de ces ouvrages. Cette mauvaise spatialisation en système d'approvisionnement en eau de consommation humaine des populations de la commune de Kandi, ajoutée la sous information et le faible revenu des ménages diminuent l'accessibilité de la majorité de ces ménages aux sources d'eau de qualité requise. Les résultats des analyses ont permis de noter une faible minéralisation et une pollution azotée des échantillons d'eau. Cette étude suggère de tenir compte de l'avis des communautés bénéficiaires dans la réalisation des projets d'hydrauliques et de sensibiliser les usagers des points d'eau à adopter des comportements citoyens en vue de préserver l'environnement autour des ouvrages d'eau.

## Références

- [1] - A. E. MAGBONDE, Contribution à l'alimentation en eau potable dans la commune de Sô-Ava : Cas de Ganvié dans le contexte de la décentralisation. DESS en Décentralisation et Gestion des Eaux ; IMSP/UAC, (2004) 82+ Annexes.
- [2] - INSAE, Recensement Général de la Population et de l'Habitat RGPH, (2002) 201.
- [3] - I D. ASSOUMA, Contribution à l'évaluation des risques liés aux usages domestiques de l'eau dans la commune de Kandi. Mémoire de DESS/IMSP, Université Abomey-Calavi, (2004) 70.
- [4] - A. DEMON, Activités humaines et dégradation de l'environnement dans la commune Urbaine de Kandi. Mémoire de Géographie, FLASH / UNB, Abomey-Calavi, (1991) 80.
- [5] - RODIER, L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Tome 1, 5ème édition DUNOD, (1975) 629.
- [6] - C. K. BALOGOUN, Nuisance du fer dans le traitement des eaux de consommation: étude de cas eaux de forages de la Société Béninoise d'Electricité et d'Eau (SBEE) d'Allada; DESS Management Environnemental et Qualité des eaux, 1ère Promotion FAST/UNB, (1999) 64.
- [7] - OMS, Directives de qualité pour l'eau de boisson. (Additif au Volume I: Recommandations). OMS, Genève, Suisse, (1998) 40.
- [8] - M. J. AISSI, Impacts des déchets domestiques sur la qualité de la nappe phréatique à Cotonou. Mémoire en APE, CPU/UNB, Abomey-Calavi, (1992) 67.

- [9] - F. M. COMLANVI, Amélioration de la qualité des eaux de puits dans la ville de Cotonou : Cas de quelques quartiers. Mémoire APE/ CPU/UNB, Abomey-Calavi, (1994) 78.
- [10] - A. A. M. R. ASSANI KPASSELOKOHINTO, Qualité et mode de gestion de l'eau de boisson dans la sous-préfecture de Grand-Popo. Mémoire IRSP, Cotonou, (1995) 125.
- [11] - D. Cyriaque, M. MAKOUTODE, EM. OUENDO, B. FAYOMI, C. DE BROUWER, La qualité de l'eau de puits dans la commune d'Abomey-Calavi au Bénin. *Environnement, Risques & Santé*. 7 (2008) 279- 283.
- [12] - N. MOUKOLO, Contrôles systématiques de la qualité des eaux naturelles au Congo: quelques résultats du laboratoire d'hydraulique de l'ORSTIM/DGRST de Brazzaville. Bulletin de liaison du CIEH, N°20, (1993) 11-21.
- [13] - S. C. DIALLO, Cartographie des caractéristiques Physiques et chimiques des nappes d'eau Souterraine du sud-ouest du Burkina Faso. Mémoire pour l'obtention du diplôme d'ingénieur de l'équipement rural. ZIE Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement, (2008) 74.
- [14] - G. CLEGBAZA, Qualité de l'eau et technique de désinfection. DHAB/MSP, Module de cours, Cotonou, (2000) 27.
- [15] - L. F. DOVONOU Rapport définitif de l'étude physico-chimique des eaux des départements de l'Alibori et du Borgou. Départements des ressources en eau. Projet PADEAR-DANIDA, Cotonou, (2001) 78.
- [16] - I. D. ASSOUMA, L. A. OUSSOU, Contribution à l'étude des déterminants de l'eau à usages domestique dans la S/P de Kpomassè. Mémoire de Maîtrise Professionnelle de Géographie, DGAT/FLASH/UAC, (2001) 67+annexes.
- [17] - I. D. ASSOUMA, Qualité de l'eau de puits dans la Circonscription Urbaine de Kandi. Mémoire de Géographie, DGAT/FLASH/UAC, (2003) 92+annexes.
- [18] - I. D. ASSOUMA, Une approche SIG à l'évaluation de la qualité physico chimique de l'eau de boisson à Kandi au Bénin. Mémoire de DESS/RECTAS Campus Universitaire Obafemi Awolowo, Ilé Ifè, Nigéria, (2011) 71.
- [19] - M. BOUKARI, A. ALASSANE, F. AZONSI, F. A. L. DOVONOU, A. TOSSA et D. ZOGO, Groundwater pollution from urban development in Cotonou City, Benin. *Groundwater pollution in Africa, Editors Yongxin Xu and Brent Usher, Taylor & Francis/Balkema, Great-Britain*, 11 (2006) 125-138.
- [20] - Y. TRAVI, J. MUDRY, Méthode pour l'évaluation et la gestion du risque nitrate dans les aquifères du socle de la zone sahélienne d'Afrique de l'Ouest. *Revue d'Hydrogéologie*. (1997) 13-21.
- [21] - A. A. TANDIA, E. S. DIOP et C. B. GAYE, Pollution par les nitrates des nappes phréatiques sous environnement semi-urbain non assaini : exemple de la nappe de Yeumbeul, Sénégal. *Journal of African Earth Sciences*. 29 (4) (1999) 809-822.
- [22] - S. M. A. ADELAM, Nitrates pollution of groundwater in Nigeria. *Groundwater pollution in Africa, Editors Yongxin Xu and Brent Usher, Taylor & Francis/Balkema, Great-Britain*, 3 (2006) 37-45.
- [23] - S. BRICHA, K. OUNINE, S. OULKHEIR, N. EL HALOUI et B. ATTARASSI, Etude de la qualité physicochimique et bactériologique de la nappe phréatique M'nasra (Maroc). *Afrique Science*, 3(3) (2007) 391-404.
- [24] - S. YAMEOGO, A. N. SAVADOGO, S. NAKOLENDOUSSE et Y. KOUSSOUBE, Spatial and temporal variations of groundwater pollution in Ougadougou city, Burkina Faso. *Groundwater pollution in Africa, Redactors Yongxin Xu and Brent Usher, Editors Taylor & Francis/Balkema, Great-Britain*, 1 4 (2006) 157-167.
- [25] - I. DEME, A. A. TANDIA, A. FAYE, R. MALOU, I. DIA et M. S. DIALLO, Management of nitrate pollution of groundwater in African cites : The case of Dakar, Sénégal. *Groundwater pollution in Africa, Redactors Yongxin Xu and Brent Usher, Editors Taylor & Francis/Balkema, Great- Britain*, 16 (2006) 181-192.
- [26] - H. VOGEL, K. KEIPEILE, J. KGOMANYANE, T. ZWIKULA, M. PONTSHO, B. MAFA, L. MATTHES, M. STAUDT, K. BERGER et T. GÜTH, Groundwater quality case studies in Bostswana. *Groundwater pollution in Africa, Redactors Yongxin Xu and Brent Usher, Editors Taylor & Francis/Balkema, Great- Britain*, 22 (2006) 253-263.
- [27] - K. E. AHOUSI, Y. B. KOFFI, A. M. KOUASSI, G. SORO, N. SORO et J. BIEMI, Evolution spatio-Temporelle des teneurs en Nitrates des eaux souterraines de La Ville d'Abidjan (Côte d'Ivoire). Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody-Abidjan, Unité de Formation et de Recherche (UFR) des Sciences de la Terre et des Ressources Minières (STRM); Université Technologique et Tertiaire Loko (UTTLOKO), Laboratoire de chimie et de Microbiologie. *International Journal of Pure & Applied Bioscience* 1(3) (2013) 45-60.