

# INTERNATIONAL JOURNAL

## *Water Sciences and Environment Technologies*

ISSN Online: 1737-9350 ISSN Print: 1737-6688  
Open Access Journal

*Volume (vii) - Issue 2 – June 2022*

**W**ater-**H**ealth-**C**limate'2022



**Impacts of Climate Change on Water,  
Ecosystems and Human Health**

**Editor-in-Chief: Pr Nouredine Gaaloul**

*Published by:*

*Scientific and Technical Association for Water and the  
Environment in Tunisia (ASTEETunisie)*

## International Scientific Committee (ISC-WHC'2022)

<i>Noureddine Gaaloul</i>	<i>Prof. University of Carthage – IRESA - INRGREF (Tunisia)</i>
<i>Hamadi Habaieb</i>	<i>Prof. University of Carthage – IRESA -INAT (Tunisia)</i>
<i>Zouhaier Nasr</i>	<i>Prof. University of Carthage -IRESA- INRGREF (Tunisia)</i>
<i>Mohamed Hachicha</i>	<i>Prof. University of Carthage -IRESA- INRGREF (Tunisia)</i>
<i>Zouhaier Hlaoui</i>	<i>Prof. University of Tunis - Faculté des Sciences Humaines et Sociales de Tunis (Tunisia)</i>
<i>Adel Kharroubi</i>	<i>Prof. University of Gabès – ISSTEG (Tunisia)</i>
<i>Rachid Boukchiba</i>	<i>M.Conf. University of Gabès – ISSTEG (Tunisia)</i>
<i>Noureddine Hamdi</i>	<i>Prof. Université de Gabès – ISSTEG (Tunisia)</i>
<i>Taoufik Hermassi</i>	<i>M.Conf. University of Carthage – IRESA -INRGREF (Tunisia)</i>
<i>Mohamed Habib Sellami</i>	<i>M.Conf. University of Jendouba – IRESA- ESIM (Tunisia)</i>
<i>Hechmi Belaid</i>	<i>M. Assistant. University of Jendouba -IRESA- ESIM (Tunisia)</i>
<i>Rim Katlane</i>	<i>M.Conf. University of Manouba - Faculté des Lettres, des Arts et des Humanités (Tunisia)</i>
<i>Ibrahim Amadou Traoré</i>	<i>Expert Hydrogeologist</i>
<i>Mohamed Meddi</i>	<i>Prof. ENSH, (Algeria)</i>
<i>Azzedine Hani</i>	<i>Prof. Univ. Annaba (Algeria)</i>
<i>Larbi Djabri</i>	<i>Prof. Univ. Annaba (Algeria)</i>
<i>Salah Eddine Ali Rahmani</i>	<i>Prof. University Sciences et de la Technologie Houari Boumediene (Algeria)</i>
<i>Saadane Djorji</i>	<i>Prof. University of Annaba (Algeria)</i>
<i>Mohammed Achite</i>	<i>Prof. University of Chlef (Algeria)</i>
<i>Abdelhalim Yabiaooui</i>	<i>Prof. University of Bechar (Algeria)</i>
<i>Mohamed Bessenasse</i>	<i>Prof. University of Saad Dablab- Blida (Algeria)</i>
<i>Benabadi Noury</i>	<i>Prof. University of Tlemcen (Algeria)</i>
<i>Abdessamad Merzouk</i>	<i>Prof. University of Tlemcen (Algeria)</i>
<i>Beloulou Laroussi</i>	<i>Prof. Université Badji Mokhtar, Annaba (Algeria)</i>
<i>Abdelhalim Yabiaooui</i>	<i>M.Conf. Univ. Bechar (Algeria)</i>
<i>Guergazi Saadia</i>	<i>M.Conf. University of Biskera (Algeria)</i>
<i>Guendouz Abdelhamid</i>	<i>M.Conf. University of Blida1 (Algeria)</i>
<i>Khoualdia Wacila</i>	<i>M.Conf. University of Souk-Abras (Algeria)</i>
<i>Belkacem Bekkoussa</i>	<i>M.Conf. University Mustapha Stambouli de Mascara (Algeria)</i>
<i>Ali Essablaoui</i>	<i>Prof. University Moulay Ismail Meknes ((Morocco)</i>
<i>El Ouali Abdelhadi</i>	<i>Prof. University Moulay Ismail Meknes ((Morocco)</i>
<i>Abdellah El Hmaidi</i>	<i>Prof. University Moulay Ismail Meknes ((Morocco)</i>
<i>Imad Manssouri</i>	<i>Prof. University Moulay Ismail Meknes ((Morocco)</i>
<i>Abdelmajid Mounen</i>	<i>Prof. University Nadour ((Morocco)</i>
<i>Mhamed Amyay</i>	<i>Prof. University of Fès ((Morocco)</i>
<i>Abdelaziz Abdallaoui</i>	<i>Prof. University Moulay Ismail ((Morocco)</i>
<i>Nadia Lablou</i>	<i>M.Conf. University Mohamed V Rabat ((Morocco)</i>
<i>Amadou Thierno Gaye</i>	<i>Prof. University of Cheikh Anta Diop, Dakar, (Senegal)</i>
<i>Sousou Sambou</i>	<i>Prof. Univ. Cheikh Diop UCAD FST (Senegal)</i>
<i>Diop Ngom Fatou</i>	<i>Prof. Univ. Cheikh Diop UCAD FST (Senegal)</i>
<i>Abdoulaye Faty</i>	<i>Prof. Univ. Cheikh Diop UCAD FST ((Senegal)</i>
<i>Soro Nagnin</i>	<i>Prof. UFR STRM (Ivory Coast)</i>
<i>Gnamba Franck Maxime</i>	<i>Prof. UFR STRM (Ivory Coast)</i>
<i>Soro Nagnin</i>	<i>Prof. UFR STRM (Ivory Coast)</i>
<i>Cush Ngongo Luwesi</i>	<i>Prof. Univ. Dem. Rep. (Congo)</i>
<i>Koussouhon A. Leonard</i>	<i>Prof. FLLAC/ UAC (Congo)</i>
<i>Koumassi Dégla Hervé</i>	<i>Prof. LACEEDE/UAC (Benin)</i>
<i>Hamma Yaouba</i>	<i>Prof. 2iE (Burkina Faso)</i>
<i>Harouna Karambiri</i>	<i>Prof. 2iE (Burkina Faso)</i>
<i>Lienou Gaston</i>	<i>Prof. Univ. Yaoundé (Cameroun)</i>
<i>Gnandi Kissao</i>	<i>Prof. Univ. Lomé (Togo)</i>
<i>Hamadoun Bokar</i>	<i>Prof. Univ. ENI-abt (Mali)</i>
<i>Salina Sanou</i>	<i>Pan African Climate Justice Alliance (Kenya)</i>
<i>Saeid Eslamian</i>	<i>Prof. University of. Isfahan (Iran)</i>
<i>Amadou Gaye</i>	<i>Prof. CR4D (Ethiopia)</i>
<i>Richard Anyah</i>	<i>Prof. CR4D (Ethiopia)</i>
<i>Benjamin Lamptey</i>	<i>Prof. CR4D (Ethiopia)</i>
<i>Aqeel Al-Adili</i>	<i>Prof. Univ. Technology (Iraq)</i>
<i>Moumtaz Razack</i>	<i>Prof. University of Poitiers (France)</i>
<i>Lucila Candella</i>	<i>Prof. Univ. Catalonia (Spain)</i>
<i>Fotis K. Pliakas</i>	<i>Prof. Univ. Thrace (Greece)</i>
<i>Andreas Kallioras</i>	<i>Prof. Univ. Athens (Greece)</i>
<i>Christoph Schüth</i>	<i>Prof. Tech.Univ. Darmstadt (Germany)</i>
<i>Jean-François Delière</i>	<i>Prof. University of Liège (Belgium)</i>
<i>Meriam Gaaloul</i>	<i>Faculty of Architecture La Cambre Horta - ULB (Belgium)</i>

## Preface



### *World Health Day 2022 - Our planet, our health*

*Are we able to reimagine a world where clean air, water and food are available to all?*

*Where economies are focused on health and well-being?*

*Where cities are livable, and people have control over their health and the health of the planet?*

*Each year for this date, a theme is chosen that highlights an area of priority concern for WHO. In the face of the current pandemic, a polluted planet, and an increasing incidence of diseases, the theme for World Health Day 2022 is Our Planet, Our Health. This call from PAHO, the WHO, and partners, presents a unique opportunity for a green and healthy recovery from the COVID-19 pandemic, that puts*

*the health of individuals and the planet at the center of actions and fosters a movement to create societies focused on well-being. In recent decades, enhancements in health services, environmental protection, economic development, and other factors have led to improvements in the health of people across the Region of the Americas. Nevertheless, an estimated one million premature deaths per year are attributable to known avoidable environmental risks.*

*Air pollution, contaminated water, inadequate sanitation including solid waste management, risks related to certain hazardous chemicals, and negative impacts of climate change are the most pressing environmental public health threats in the Region. These threats to public health are compounded by weak governance practices and potential inequities in health as well as by limited leadership, expertise, and resources in the health sector.*

*However, this theme of Our Planet, Our Health should be a powerful reminder to us that the resolution of many of these issues are beyond the exclusive purview of the health sector and, as a consequence, an effective response will demand whole- of- government and whole- of- society approaches.*

### **Water** | *Water is essential to life, yet millions of people live without it.*

- 771 million people – 1 in 10 – lack access to safe water.
- Nearly 1.5× the population of the United States lives without a household water connection.
- The water crisis is the #5 global risk in terms of impact to society, announced by the World Economic Forum in January 2021.
- 122 million people depend on surface water, like a river, to meet their basic needs.
- Millions of people take multiple trips each day to collect water. 282 million people spend more than 30 minutes each time.

### **Sanitation** | *Access to a toilet empowers people in need with time, health, safety, and privacy.*

- 1.7 billion people – 1 in 4 – lack access to a toilet.
- Globally, 46% of people do not have access to safely-managed sanitation.
- 494 million people – 6% of the global population – defecate in the open.
- More people have a mobile phone than a toilet.

### **Health + hygiene** | *Access to safe water and sanitation contributes to improved health.*

- Better water, sanitation, and hygiene could save the lives of 297,000 children under the age of 5 each year.
- Nearly 1 million people die each year from water, sanitation and hygiene-related diseases.
- Every 2 minutes a child dies from a water-related disease.
- 160 million children suffer from stunting and chronic malnutrition linked to water and sanitation.
- 2.3 billion people globally – 3 out of 10 – don't have access to soap and water to wash their hands at home.
- Lack of basic water, sanitation, and hygiene access are known to contribute to diarrhea, the third leading cause of childhood death around the world.
- Achieving universal access to safe water and sanitation could reduce global disease by up to 10% annually.

### **Climate change** | *People living in poverty are especially vulnerable to the impact of climate change.*

- People living in poverty are especially vulnerable to the impact of climate change because of their reliance on unstable water and sanitation systems, weaker institutional protections, and limited access to funding.
- Climate change affects water and sanitation, and water and sanitation services contribute to climate change because of the use of energy.
- Increasing access to sanitation and improved wastewater management can help reduce greenhouse gas emissions.
- The potential risks to water and sanitation services posed by climate change include damage to infrastructure, leading to the loss of services and to deterioration in water quality – impacts that will increase risks to health..

### **Women** | *Empowering women is critical to solving the water crisis.*

- Women and children bear the primary responsibility for water collection.
- Women and girls spend 200 million hours every day collecting water. This is time not spent working, caring for family members, or attending school.
- Women and girls living without a toilet spend 266 million hours every day finding a place to go.
- Access to improved sanitation leads to a reduction in assault and violence on women and girls.
- Improved water, sanitation and hygiene practices lead to improved health for women and girls. It reduces disease, undernutrition, injury from water collection, and stress.

### **Education** | *Access to safe water and sanitation gives kids health and time for school.*

- Reductions in time spent collecting water increases school attendance, especially for girls.
- Globally 1 in 3 schools lacks access to basic water and sanitation.
- Having a sanitation solution at home means children are more likely to have higher cognitive test scores.
- For every year a girl stays in school, her income can increase by 15-25%.

#### **Economic** | *Water and sanitation are a smart investment.*

- Every \$1 invested in water and sanitation provides a \$4 economic return from lower health costs, more productivity and fewer premature deaths.
- Investing in water and sanitation has considerable economic benefits, including an overall estimated gain of 1.5% of global GDP.
- \$260 billion is lost globally each year due to lack of basic water and sanitation.

#### **Finance** | *Access to affordable financing can help end the global water crisis.*

- Globally there is an \$18 billion demand from individuals for affordable financing to meet their water and sanitation needs.
- \$114 billion per year is needed to achieve safely managed water and sanitation for all by 2030, meeting Sustainable Development Goal 6.
- Current investments for water and sanitation amount to \$28.4 billion per year. This represents a gap of \$85.6 billion.
- It will take three times more than what is currently being invested to fill the financial gap and achieve universal access to safely managed water and sanitation.

#### **References**

- “Progress on household drinking water, sanitation and hygiene” World Health Organization and UNICEF Joint Monitoring Programme, 2021.
- The Global Risks Report 2021. World Economic Forum, 2021.
- “Fact sheet: Handwashing with Soap, Critical in the Fight against Coronavirus, Is 'out of Reach' for Billions.” UNICEF, 13 Mar. 2020.
- Hygiene Baselines pre-COVID-19 Global Snapshot. World Health Organization and UNICEF Joint Monitoring Programme, 2020.
- “Fact sheet on Children: reducing mortality.” *World Health Organization*, World Health Organization, 2019.
- Prüss-Ustün A, et al. (2019). Burden of Disease from Inadequate Water, Sanitation and Hygiene for Selected Adverse Health Outcomes: An Updated Analysis with a Focus on Low- and Middle-Income Countries. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. vol 222, no 5, pp 765-777.
- *Safely Managed Drinking Water Services. Thematic Report on Drinking Water 2016*, World Health Organization and UNICEF, 2016.
- Graham, Jay P., et al. *An Analysis of Water Collection Labor among Women and Children in 24 Sub-Saharan African Countries*. PLoS ONE, 2016.
- *Briefing note - 1 in 3 women lack access to safe toilets* WaterAid, 2012.
- Gonsalves, G.S., et al. *Reducing Sexual Violence by Increasing the Supply of Toilets in Khayelitsha, South Africa*. PLoS ONE, 2015.
- Esteves Mills, J., and Cumming, O. "The Impact of Water, Sanitation, and Hygiene On Key Health and Social Outcomes: Review of Evidence." London: UK Department for International Development, SHARE Consortium London School of Hygiene and Tropical Medicine, UNICEF (2016).
- Nauges and Strand. *Water Hauling and Girls' School Attendance*. The World Bank, 2013.
- Progress on drinking water, sanitation and hygiene in schools: Special focus on COVID-19. New York: United Nations Children’s Fund (UNICEF) and World Health Organization (WHO), 2020.
- Orgill, Jennifer. *Water, Sanitation, and Development: Household Preferences and Long-Term Impacts*. Duke University, 2017.
- Montenegro and Patrinos. *Comparable Estimates of Returns to Schooling Around the World*. The World Bank, 2014.
- Hutton, Guy. *Global Costs and Benefits of Drinking-Water Supply and Sanitation Interventions to Reach the MDG Target and Universal Coverage*. World Health Organization, 2012.
- Hutton and Varughese *The Costs of Meeting the 2030 Sustainable Development Goal Targets on Drinking Water, Sanitation, and Hygiene*. World Bank Group, 2016.
- UN-Water Policy Brief on Climate Change and Water. 2019.
- Climate change and water and sanitation: Likely impacts and emerging trends for action (2016). Howard G, Calow R, Macdonald A, Bartram J.
- State of the World’s Sanitation: An urgent call to transform sanitation for better health, environments, economies and societies. New York: United Nations Children’s Fund (UNICEF) and the World Health Organization, 2020.
- UN-Water Policy Brief on Climate Change and Water (2019).
- Howard G, Calow R, Macdonald A, Bartram J. Climate change and water and sanitation: Likely impacts and emerging trends for action (2016).
- Mission-critical: Invest in water, sanitation and hygiene for a healthy and green economic recovery. WaterAid (2021).
- Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2020: five years into the SDGs. Geneva: World Health Organization (WHO) and the United Nations Children’s Fund (UNICEF), 2021. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

#### **Noureddine Gaaloul**

Professor of higher education and full Researcher in the National Institute of Research in Rural Engineering of Water and Forestry (University of Carthage- IRESA- INRGREF-Tunis).  
Founder and Chief Editor International Journal Water Science and Environment Technologies  
President of Scientific and Technical Association for Water and the Environment in Tunisia (ASTEE-Tunisia)  
[www.iistee.org](http://www.iistee.org)



**International Journal Water Sciences and Environment Technologies (IJWSET)**

*Journal International Sciences et Techniques de l'Eau et de l'Environnement (JISTEE)*

ISSN Online: 1737-9350 ISSN Print: 1737-6688

**Open Access**

07 Volumes, 21 Issues, (335 Papers)



**Volume (vii): 4 Issues (..Papers) Water -Health-Climate'2022**

**Issue 1 – March 2022 (7 Papers)** *Climate change: What effects on our health?*

**Issue 2 – June 2022 (10Papers)** *Impacts of Climate Change on Water, Ecosystems and Human Health*

**Issue 3 – September 2022 ( Papers)**

**Issue 4 – December 2022 ( Papers)**

**Volume (vi): 4 Issues (31Papers) Water -Agriculture-Climate'2021**

**Issue 1 – April 2021 (11 Papers)** *Faced with climate and food issues: Reinventing Water-Agriculture-Climate relations*

**Issue 2 – June 2021 (6 Papers)** *Climate Change, Water, Agriculture - What trajectories?*

**Issue 3 – September 2021 (6 Papers)** *Climate Change, Water and Agriculture Towards Resilient Systems*

**Issue 4 – December 2021(8 Papers)** *Climate Change, Water and Agriculture: What Strategies?*

**Volume (v): 2 Issues (27 Papers) Water -Climate'2020**

**Issue 1 – September 2020 (14 Papers)** *Water Resources and Climate Change.*

**Issue 2 – Décembre 2020 (13 Papers)** *Integrated Water Resources Management and Climate Change*

**Volume (iv): 2 Issues (68 Papers) Water -Energy-Climate'2019**

**Issue 1 – December 2019 (56 Papers)** *Integrated Water Resources Management*

**Issue 2 – December 2019 (12 Papers)** *Renewable Energies and climate change*

**Volume (iii) : 3 Issues (103 Papers) Water -Environnement-Climate'2018**

**Issue 1 – April 2018 (62 Papers)** *Water Resources Management*

**Issue 2 – August 2018 (34 Papers)** *Environmental Earth Sciences*

**Volume (ii): 5 Issues (53 Papers) Water -Society-Climate'2017**

**Issue 1 – February 2017 (17 Papers)** *Qualitative and quantitative characterization of water resources.*

**Issue 2 – April 2017 (8 Papers)** *Assessment of water resources under pressure from humanity and climate change*

**Issue 3 – June 2017 (9 Papers)** *Vulnerability of Water Resources to Climate Change.*

**Issue 4 – August 2017(8 Papers)** *Modeling the impact of anthropogenic and climatic changes on water resources*

**Issue 5 – October 2017(11 Papers)** *Numerical Modeling in Hydraulics, Hydrology and Hydrogeology*

**Volume (i): 3 Issues (36 Papers) Water -Climate'2014**

**Issue 1 – April 2014 (17 Papers)** *Surface Water Resources in the Mediterranean Region.*

**Issue 2 – August 2014 (8 Papers):** *Ground Water Resources in the Mediterranean Region*

**Issue 3 – December 2014 (11 Papers)** *Climate Change in the Mediterranean Region*

Copyright © 2022 – Jistee Tous droits réservés



## Table of Contents

Basic hygiene and sanitation in schools: case of public primary schools in the municipality of Abomey-Calavi	6
<b>Kotchare Kokoyofa Parfaite</b> ( <i>Université Abomey-Calavi – Benin</i> ) Kpacha Dako Sabine Mètohué, Yemadjé Alda Aude Sèna, Houssou Sègbé Christophe	
The role of artificial Water Bodies in limiting nutrient transfers in the hydrosystem. case study in the oued d'Houss watershed (Bouira- Algeria).	18
<b>Hamdani Aziz</b> ( <i>University of Bouira – Algeria</i> ) Khettab Nour El Houda	
Understanding and analyzing the exceptional and the flash flood of novembre 2018 in the ouzoud- high atlas-Morocco)	31
<b>Benchattou Abdelmoumen</b> ( <i>University of Sultan Moulay Slimane Beni Mellal – Morocco</i> ) Mohamed El Ghachi	
Spatialization of chemical characteristics of underground water - well water - in the township of Parakou	36
<b>Sognon Louis-Marc</b> ( <i>University of Parakou – Benin</i> ) Gbadamassi Fousséni, Montcho Jean-Chrysostome, Gbadamassi Massouhoudou, Boni Souleymane, Yalo Nicaise	
Impact of Climate Change on Water and Health	49
<b>Gaaloul Nouredine</b> ( <i>University of Carthage – INRGREF - Tunisia</i> ), Saeid Eslamian, Rim Katlane and Meriam Gaaloul	
<b>Effets de l'utilisation des eaux de puits sur la sante humaine dans le 6<sup>ème</sup> arrondissement a cotonou (Benin)</b>	66
<b>Yetongnon Judith Eric Georges</b> ( <i>Université d'Abomey Calavi – Benin</i> ),	
Production agricole et securité alimentaire dans l'arrondissement de pelebina (commune de Djougou)	75
<b>Louis Dèdègbè ahomadikpohou</b> ( <i>Université Abomey-Calavi – Benin</i> )	
Intégrer l'information climatique dans les politiques publiques agricoles locales, quels rôles pour les collectivités territoriales du moyen-Couffo au Bénin ?	89
<b>Marius K. Vodounnon Totin</b> ( <i>Université Abomey-Calavi – Benin</i> )	
Analyse fréquentielle des pluies journalières maximales dans le bassin versant Lebna, Cap-bon, Tunisie	101
<b>Zarrour Rafika</b> , ( <i>Université de Carthage – Tunisie</i> ) Chargui Sameh, Ben Khelifa Walid	
Déterminants socio-économiques de la performance des ouvrages hydrauliques dans le département du Plateau (République du Bénin)	109
<b>Gaston Sèssinou Lagoye</b> , ( <i>Université d'Abomey-Calavi -Bénin</i> ) Adrien Dossou-Yovo, Koudjega K. Hervé	

[www.jistee.org](http://www.jistee.org)

[jistee@iresa.agrinet.tn](mailto:jistee@iresa.agrinet.tn)

[jistee@yahoo.com](mailto:jistee@yahoo.com)

## Effets de l'utilisation des eaux de puits sur la sante humaine dans le 6<sup>ème</sup> arrondissement a cotonou (Benin)

Yetongnon Judith Eric Georges<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire Laboratoire Pierre Pagney, Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement (LACEEDE)

Université d'Abomey Calavi (UAC), République du Bénin

### Résumé

*Les problèmes de santé liés à l'utilisation de plusieurs sources d'eau pour les besoins quotidiens est l'un des soucis majeurs auxquels font face les populations du 6ème arrondissement de Cotonou. Cette recherche étudie les effets sanitaires de l'utilisation des eaux de puits dans ledit arrondissement.*

*La méthodologie utilisée est basée sur l'utilisation des données qualitatives et quantitatives, la recherche documentaire, l'observation, les entretiens, les enquêtes de terrain réalisées sur 140 enquêtés et les analyses bactériologiques qui ont été faites sur cinq puits pour déterminer la qualité de l'eau consommée. Les données collectées ont été traitées à l'aide des logiciels Excel 2013, Sphinx 4.5.*

*Des résultats, il ressort que 75 % des enquêtés utilisent l'eau de la SONEB et l'eau de puits, 18 % n'utilisent rien que l'eau de la SONEB et 7 % font recours également à l'eau de puits. Face à cela, les analyses bactériologiques faites révèlent que la totalité des puits échantillonnés, renferment tous des taux de germes banals, de coliformes totaux, de coliformes fécaux, d'Escherichia coli et de streptocoques fécaux dépassant plus de 10 à 10000 fois, les valeurs maximales admises par l'ONU pour une eau de boisson. Seul le puits d'Abouansori (Ste Cécile) est exempt de streptocoques fécaux. L'utilisation de ces eaux de puits fait enregistrer sur une période de trois ans, 52,8 % de gastroentérite, 19,7 % d'affections de la peau, 10,6 % d'infections vaginales, 16 % de diarrhée et 0,8 % de choléra. Il convient donc que les autorités facilitent l'accès de l'eau potable à moindre coût aux populations et organisent fréquemment des campagnes de sensibilisations sur les règles d'hygiène et d'assainissement, pour préserver la santé de celles-ci*

**Mots clés :** Bénin, 6ème arrondissement de Cotonou, Eau de puits, Maladies hydriques, Santé humaine.

## Effects of the use of well water on human health in the 6<sup>th</sup> district of Cotonou (Benin)

### Abstract:

*The health problems associated with the use of several water sources for daily need is one the major concerns facing people in the 6th district of Cotonou. The purpose of this research is to study the health effects of the use of well water in the borough. The methodology used is based on the use of quantitative and qualitative data, documentary research, observation, interviews, field surveys carried out on 140 respondents and bacteriological analyzes that have been carried out one five wells to determine the quality water consumed. The data collected was processed using Excel 2013 software.*

*In the 6th district of Cotonou, out of the 140 respondents, 75 % use SONEB water and well water, 18 % use nothing but SONEB water and 7 % use also water rainwater. Against this background, the bacteriological analyzes revealed that all the sampled wells contain all levels of common germs, total coliforms, faecal coliforms, Escherichia coli and faecal streptococci exceeding 10 to 10,000 times, maximum allowed by the UN for drinking water. Only the Abouansori (Ste Cécile) is free of faecal streptococci. The use of these well waters recorded over a period of three years, 52,8 % of gastroenteritis, 19,7 % of skin conditions, 10,6 % vaginal infections, 16 % of diarrhea and 0,8 % cholera. The authorities should therefore facilitate access to drinking water at a lower cost for the population and organize frequent awareness-raising campaigns on the hygiene and sanitation rules in order to preserve the health of these populations.*

**Key Words:** Benin, 6th district to Cotonou, Well water, Waterborne diseases, Human health.

<sup>1</sup> Corresponding author: [eyetongnon@yahoo.fr](mailto:eyetongnon@yahoo.fr)

## INTRODUCTION

L'accès à l'eau douce, en quantité et en qualité suffisantes, est essentiel pour tous les aspects de la vie et pour le développement durable. L'eau représente l'un des besoins humains les plus fondamentaux. Malheureusement, selon le rapport de la Banque mondiale publié à la tribune de l'ONU en 2019, le monde est confronté à une invisible crise de la qualité de l'eau qui réduit d'un tiers la croissance économique potentielle des zones fortement polluées et menace le bien-être humain et environnemental

L'alimentation en eau potable constitue l'un des besoins essentiels de tout être vivant (CHOUTI, 2011). La survie de l'homme exige une eau saine et en quantité suffisante pour le bon fonctionnement et l'équilibre de son organisme. La consommation d'eau non potable affecte plus les populations démunies des quartiers défavorisés (Sy *et al.*, 2011).

D'après les estimations de l'ONU (2005), plus d'un milliard d'individus sont privés du droit d'accès à l'eau potable.

Dans la ville de Cotonou au Bénin, capitale économique du pays, la couverture en eau potable est d'environ 97,9 % (INSAE, 2013). Pourtant, selon Odoulami (2009), 83 % de la population utilisent toujours les eaux de puits pour satisfaire leurs besoins en eau quotidien. La présente étude est menée pour étudier les effets sanitaires de l'utilisation des eaux de puits dans le 6<sup>ème</sup> arrondissement de Cotonou. Situé dans la Commune de Cotonou, le 6<sup>ème</sup> arrondissement borde le cordon littoral de l'Océan Atlantique, entre les parallèles 6°21 et 6°23 de latitude nord et les méridiens 2°24 et 2°26 de longitude est. Il est limité au nord par le lac Nokoué, au sud par le 5<sup>ème</sup> arrondissement, à l'est par la lagune de Cotonou et à l'ouest par les 7<sup>ème</sup>, 8<sup>ème</sup> et 9<sup>ème</sup> arrondissements. L'arrondissement est subdivisé en 19 quartiers (figure 1).

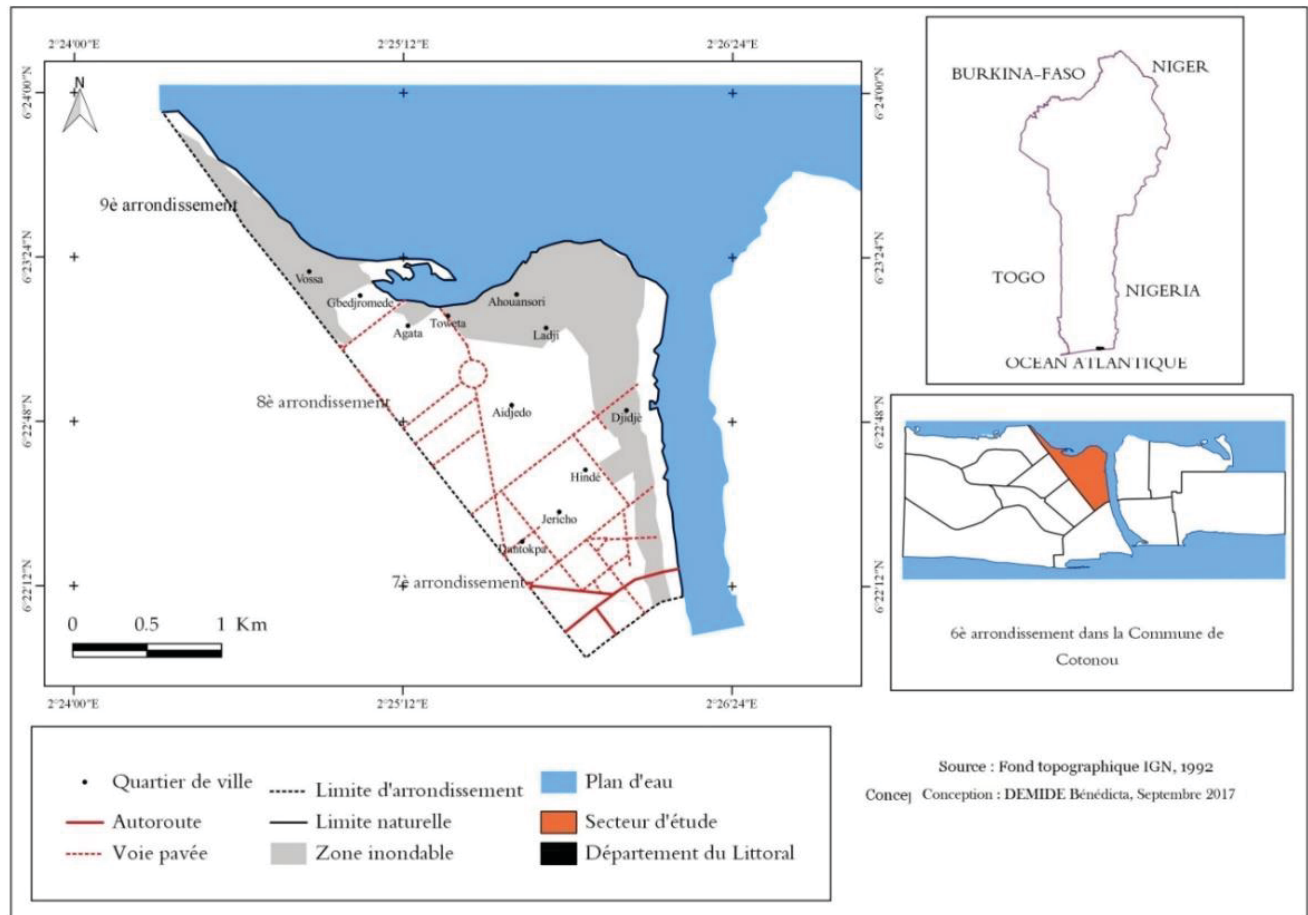


Figure 1 : Localisation géographique du 6<sup>ème</sup> arrondissement de Cotonou

## METHODE DE COLLECTE ET DE TRAITEMENT DES DONNEES

### Matériels et outils collecte des données

- un questionnaire adressé aux ménages ; un guide d'entretien à l'endroit du personnel de la SONEB, des agents de la Mairie de Cotonou, des agents de la santé et aux assistants des services d'hygiène ;
- une grille d'observation. un enregistreur ; un appareil photo pour la prise des vues ;
- un GPS pour la prise des coordonnées géographiques des points d'eau ;
- une glacière contenant de la glace pour conserver les échantillons d'eaux de puits prélevées pour analyse ;
- une balance de précision sensible pour la pesée des milieux de cultures ;
- une plaque chauffante avec agitation pour la préparation des milieux de cultures ;
- un autoclave pour la stérilisation des milieux de culture avant son utilisation et pour la destruction de ces milieux de culture après dénombrement ;
- un bain mari pour la préparation du milieu et pour le maintien de sa température à la température adéquate ;
- des boîtes de pétri pour ensemencement des milieux de culture ;
- les verreries de laboratoire : erlenmeyer de 250 ml (PCA) et bécher de 500ml (Rapide E. Coli, REC) ;
- un incubateur de 37°C pour l'incubation des milieux de cultures après ensemencement.

### Techniques de laboratoire

Pour des raisons d'ordre technique et financier, nous nous sommes limitées à ces quelques échantillons d'eau de puits et à l'analyse bactériologique. Quelques paramètres importants pour déclarer une eau polluée sont recherchés dans ces échantillons d'eau. Le tableau I présente les paramètres recherchés dans l'analyse bactériologique effectuée.

**Tableau I :** Germes recherchés dans l'analyse bactériologique

<b>Germes recherchés /ML</b>	<b>But</b>	<b>Milieu de culture et techniques utilisés</b>
Germes banals	Renseigne sur l'état d'hygiène de l'eau	Milieu neutre Plate Count Agar (PCA) et s'incubent à 37°C pendant 24h à 48h
Coliformes totaux	Renseigne sur la qualité microbiologique de l'eau	Milieu rapide E-coli 2 Agar et s'incubent à 37°C en 24h
Coliformes fécaux	Renseigne sur la pollution fécale humaine récente	Milieu rapide E-coli 2 Agar et s'incubent à 37°C en 24h
Escherichia coli	Renseigne sur la pollution fécale humaine en cours	Milieu rapide E-coli 2 Agar et s'incubent à 37°C en 24h
Streptocoques fécaux	Renseigne sur la pollution fécale animale de l'eau	Milieu SLANETZ-BARTLEY (SLZ) et s'incubent à 37°C pendant 24h à 48h

**Source :** Travaux de laboratoire, avril 2018

Le tableau I présente les germes recherchés dans l'analyse bactériologique. La recherche de ces paramètres importants intervenant dans l'analyse bactériologique de l'eau, a permis d'apprécier la qualité des eaux de puits échantillonnées. Les données collectées ont été ainsi traitées et analysées.

### Traitement des données et analyse des résultats

La méthode utilisée pour recueillir l'eau dans le contenant doit garantir l'intégrité de l'échantillon. Les eaux de puits sont prélevées dans des flacons en verre nettoyés et lavés à l'eau distillée. Les prélèvements s'effectuent de manière à mettre en direct dans le contenant l'eau de la source. Toute forme de contamination ou geste de trop est évité. Le contenant ne se remplit pas entièrement, car les éventuels germes ont besoin de l'air pour rester en vie jusqu'au moment où ils seront mis en culture. Le contenant doit être bien fermé et identifié (le code de l'échantillon et le nom du point de prélèvement ou du quartier). Les informations relatives à la source de prélèvement doivent être notées dans un cahier et signées par le préleveur. La conservation à 10°C au plus dans la glacière munie de conservateur de température, le transport et le délai qui s'écoule entre le prélèvement et la mise en culture (microbiologique) est de 8 heures. Les échantillons ont été conservés au froid (parce que le froid est bactériostatique) et à l'obscurité dans la glacière (pour garder en vie les germes qui ne résistent pas à la lumière) et acheminés le même jour au laboratoire pour les analyses microbiologiques.

Pour analyser les résultats, l'approche PEIR (Pression Etat Impact Réponse) est utilisée. Ce modèle permet d'étudier les facteurs et éléments qui conditionnent l'utilisation de l'eau de puits dans le 6<sup>ème</sup> arrondissement de la ville de Cotonou.

## RESULTATS ET DISCUSSION

### Sources et usages d'eau dans le 6<sup>ème</sup> arrondissement de Cotonou

Les sources d'approvisionnement en eau dans le 6<sup>ème</sup> arrondissement sont diverses. La figure 2 présente les sources d'approvisionnement en eau de la population.

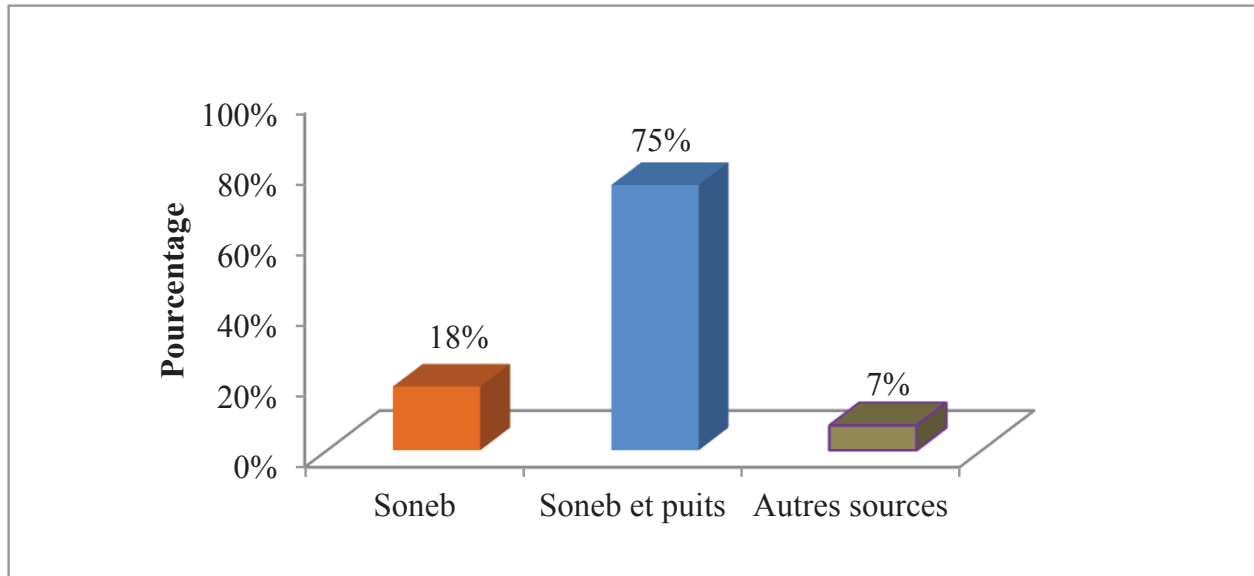


Figure 2 : Répartition des ménages selon les sources d'approvisionnement  
 Source : KOUMASSI, novembre 2017

Plusieurs sources d'eau sont utilisées par la population. Ainsi, 18 % soit 25 sur 140 de la population enquêtée n'utilisent rien que l'eau de la SONEB pour tous leurs usages domestiques. 75 %, soit 105 personnes font recours à l'eau de puits pour compléter ces besoins et 7 % soit 10 personnes utilisent, après l'eau de la SONEB et de puits, les autres sources (lac Nokoué et l'eau de pluie) pour d'autres besoins comme se baigner. Donc  $\frac{3}{4}$  (trois quart) de la population enquêtée font recours à l'eau de puits. Cette situation peut accroître les risques d'affections hydriques, plus encore s'ils ne traitent pas l'eau avant utilisation et ne respectent pas les règles d'hygiène.

Compte tenu de l'importance de l'eau dans la vie de l'homme, il est indispensable de s'en procurer non seulement comme boisson, mais aussi en tant qu'élément de premier plan dans les ménages. La figure 3 la proportion des différents usages de l'eau de puits par la population.

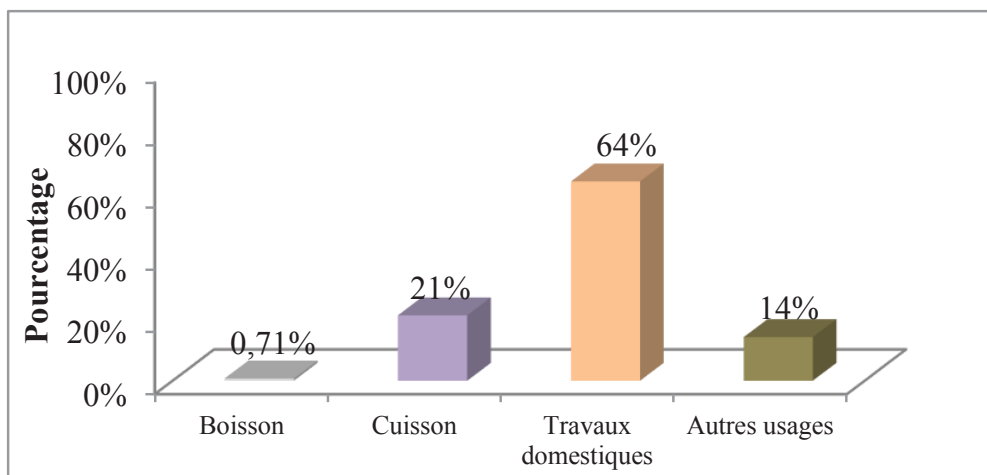


Figure 3: Répartition des divers usages faits de l'eau de puits  
 Source : Enquêtes de terrain, avril 2018

La figure 3 présente la répartition des différents usages faits de l'eau de puits dans le 6<sup>ème</sup> arrondissement de Cotonou. Il ressort que l'eau de puits est plus utilisée dans les travaux de maison (lessive, vaisselle, douche, nettoyage) que les autres usages.

#### Qualité de l'eau de puits du 6<sup>ème</sup> arrondissement

Pour apprécier la qualité des eaux de puits du 6<sup>ème</sup> arrondissement de la ville de Cotonou, il est important de connaître l'environnement des puits et l'état bactériologique de ces eaux de puits.

##### - Etat bactériologique des eaux de puits

Pour connaître l'état bactériologique des eaux de puits du 6<sup>ème</sup> arrondissement, cinq puits ont été échantillonnés et analysés au laboratoire.

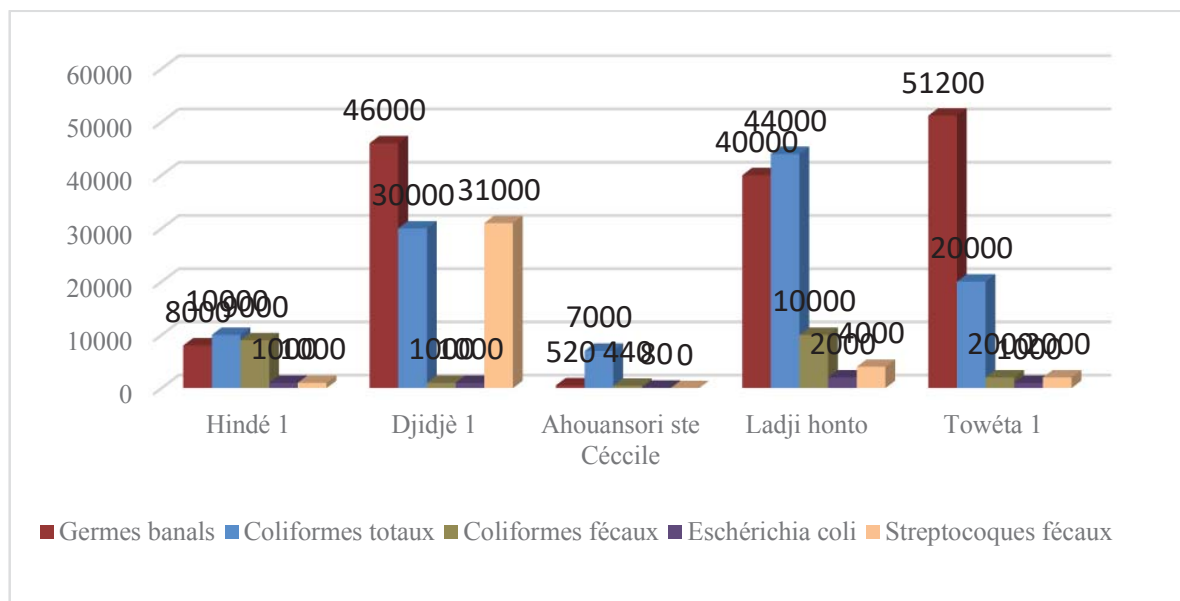
Le tableau II renseigne sur les résultats des différents germes obtenus après analyse.

**Tableau II** : Résultats bactériologiques des prélèvements d'eaux de puits échantillonnés

Quartiers Germes Pathogènes / ml	Hindé 1	Djidjè 1	Ahouansori (Ste Cécile)	Ladji (honto)	Towéta 1	Norme admissible
Germes banals	8000	46000	520	40000	512000	50
Coliformes totaux	10000	30000	7000	44000	20000	0
Coliformes fécaux	9000	1000	440	10000	2000	0
Escherichia coli	1000	1000	80	2000	1000	0
Streptocoques fécaux	1000	31000	0	4000	2000	0

Source : Travaux de laboratoire, avril 2018

Le tableau II présente les résultats bactériologiques des prélèvements d'eaux échantillonnées. Ces résultats issus des analyses bactériologiques montrent que la totalité des puits échantillonnés, présentent une contamination d'origine organique. En effet, ils renferment tous, des taux de germes banals, de coliformes totaux, de coliformes fécaux, d'Escherichia coli et de streptocoques fécaux dépassant plus de 10 à 10000 fois, les valeurs maximales admises pour une eau de boisson. Seul le puits de Ahouansori (Ste Cécile) est exempt de streptocoques fécaux. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus auprès des centres de santé. Pour les agents de santé, les analyses bactériologiques réalisées sur les eaux de puits révèlent la présence de germes comme les coliformes totaux, coliformes fécaux, Escherichia Coli et les bactéries fécales d'origine animale (streptocoques fécaux). La figure 4 suivante, illustre ces résultats et montre le niveau de contamination de chacun des germes.



**Figure 4** : Niveau de contamination des puits du 6<sup>ème</sup> arrondissement

Source : Travaux de laboratoire, Avril 2018

le niveau de contamination varie d'un puits à l'autre et d'une localité à l'autre :

- Hindé 1 (puits E1) : la présence élevée de coliformes totaux, fécaux et de germes banals montre que l'eau de puits est de mauvaise qualité d'hygiène, qu'elle ne peut être consommable directement comme boisson et qu'elle est polluée par les matières fécales d'animaux.
- Djidjé 1 (puits E2) : le taux élevé de germes banals, de streptocoques fécaux et de coliformes totaux montre que ce puits est aussi en mauvaise qualité d'hygiène. Il y a présence de matières fécales humaines dans l'eau de ce puits et elle n'est également consommable.
- Ahouansori Ste Cécile (puits E3) : seul le taux de coliformes totaux est plus important que celui des autres germes. Ce taux élevé de coliformes totaux montre que l'eau ne peut être consommable, donc la non-présence de streptocoques fécaux ne fait pas de celle-ci une eau de bonne qualité. Ce qui ne confirme pas les propos de l'enquêtée (encadré 1).
- Ladjí honto (puits E4) : la présence élevée de coliformes totaux et de germes banals fait de cette eau, en eau de mauvaise qualité également et n'est pas consommable.
- Towéta 1 (puits E5) : fort taux de germes banals, de coliformes totaux, fait de cette eau de mauvaise qualité et n'est également pas consommable.

Ainsi, 75 % de la population échantillonnée (ceux qui utilisent l'eau de puits) s'expose à un risque élevé en utilisant ces eaux, plus précisément ceux des puits analysés. Ce risque est élevé lorsque l'eau est utilisée sans un traitement préalable et sans l'observation d'une bonne conduite sanitaire dans les ménages.

### **Affections hydriques enregistrées dans le 6<sup>ème</sup> arrondissement**

Les maladies dont souffrent les ménages enquêtés et signalés par ceux-ci sont : les diarrhées, la fièvre typhoïde, la gastroentérite le choléra, le paludisme, les allergies et les pertes vaginales. Ces informations reçues ont été complétées par les données des centres de santé publics enquêtés. Le tableau suivant donne des informations sur les affections hydriques relatives au mode de contamination par contact de l'eau de puits enregistrée dans les centres publics de l'arrondissement.

**Tableau III :** Affections hydriques enregistrées dans les centres de santé publics du 6<sup>ème</sup> arrondissement

Centres sanitaires	Enfants	%	Adultes	%
<b>Centre de santé de Agué</b>	- Le choléra	0,2	- gastro-entérite	17
	- diarrhée	14	- infections vaginales	36
	- gastro-entérite	24,3		
<b>Centre de Aïdjèdo</b>	- diarrhée	10	- gastro-entérite	14
	- gastro-entérite	18,1	- diarrhée	10,6
	- dysenterie	16		
<b>Centre /maternité de Ladjí</b>	- diarrhée	12	- fièvre typhoïde	13,3
	- cholera	0,3	- gastro-entérite	7,5
	- fièvre typhoïde	4,7		

**Source:** Travaux de terrain, 2017

Le tableau III présente les affections hydriques enregistrées dans les centres de santé publics du 6<sup>ème</sup> arrondissement. Il est à noter dans ce tableau que les cas d'affection qui sont plus fréquents dans ces centres de santé sont la gastro-entérite et la diarrhée, qui touchent autant les adultes que les enfants. Le choléra étant une maladie endémique, s'enregistre rarement dans l'année.

Selon les agents de santé rencontrés dans les trois centres de santé, les périodes de l'année où ils enregistrent plus ces cas d'affections ne sont que les périodes pluvieuses (avril à juin et septembre à octobre), ainsi que les périodes des fêtes (mois de décembre surtout) et les saisons des fruits (mai, juin pour la mangue).

Les gastro-entérites sont très fréquentes au début, au milieu et à la fin de l'année puisque ce sont des moments où la température est humide et les microbes responsables de cette pathologie se développent facilement. Un moment ou un temps fixe de son apparition ne peut être défini pour ces cas, puisque l'apparition de ces maladies a lieu tout le long de l'année.

Le tableau suivant présente le nombre de cas de maladies enregistrés en 2014, 2015 et 2016.

**Tableau IV :** Les affections hydriques enregistrées dans le 6<sup>ème</sup> arrondissement de Cotonou de 2014 à 2016

Période Affections hydriques	2014	2015	2016	Total	Moyenne en %
Affections Gastro-intestinales	1825	1408	2040	5273	52,8
Affections Dermatologiques	623	621	723	1967	19,7
Infections vaginales	198	294	569	1061	10,6
Choléra	14	1	59	14	0,8
Diarrhée	599	538	498	1635	16

**Source :** Travaux de terrain, 2017

Le tableau IV présente les affections hydriques enregistrées dans le 6<sup>ème</sup> arrondissement de Cotonou. Il est noté que les affections qui sont les plus récurrents durant ces trois années sont : les affections Gastro-intestinales 52,8 %, suivi des affections dermatologiques 19,7 %, de la Diarrhée 16 % et des infections vaginales 10,6 %. Le choléra 0,8 %, n'a pas été enregistré en grand nombre du fait étant une maladie endémique. D'après les informations reçues des agents de santé rencontrés, l'Etat a mis en œuvre des politiques pour sensibiliser la population lorsque la période survient et son apparition est souvent liée à une contamination ponctuelle dans le temps et dans l'espace. Les affections gastro-intestinales, dermatologiques et la diarrhée sont les pathologies qui ont plus touchées les populations durant cette période. Ce fait se justifie par les aléas climatiques que connaît la ville de Cotonou, des politiques d'urbanisation de la ville qui font accroître la mauvaise gestion des déchets urbains et les font stationner dans les périphéries des villes. A part le choléra qui subit une régression, tous les autres cas ont accru de façon rapide. Cette régression du choléra est dû au fait que les mesures prises et les diverses sensibilisations des agents de santé ont été moyennement respectés. L'accroissement des autres cas (plus spécialement des affections gastro-intestinales) est dû au fait que la population ne suit pas les règles d'hygiène pouvant en être la cause. Le taux de ces diverses pathologies n'est pas constant au fil des années, du fait d'une part, de l'apparition endémique de certaines pathologies comme le choléra, de la manière dont les gens respectent les règles d'hygiène et d'assainissement, des temps d'aléas climatiques (l'inondation). Et d'autre part, cette constante dépend aussi de la politique qu'il y a au niveau des centres de santé pour enregistrer les différents cas. Afin de réduire ces différents cas d'affections hydriques auxquels la population fait face lorsque celle-ci se met en contact avec l'eau de puits, des techniques ont été recensés, au niveau de la population et de nos autorités étatiques.

#### **Techniques pour une amélioration de la qualité de l'eau de puits**

Plusieurs techniques servent à traiter les pollutions de l'eau d'origine physique et microbiologique. Parmi ces techniques, la population utilise quelques techniques plus pratiques pour traiter l'eau de puits. Le tableau suivant renseigne sur les techniques de traitement de l'eau utilisée par la population.

L'analyse du tableau V renseigne sur les deux techniques de traitement de l'eau de puits utilisés par la population. Parmi les 75 % de la population qui font recours à l'eau de puits, 40 % utilisent la technique de chloration, 25 % utilisent celle de l'ébullition et 35 % n'utilisent rien comme traitement. Ces deux techniques visent à éliminer les germes et micro-organismes présents dans l'eau, toutefois si les mesures de traitement ne sont pas bien respectées le traitement risque ne pas être efficace.

**Tableau V** : Avantages et inconvénients des techniques de traitement utilisés par la population

Techniques	Prévention	Avantages	Inconvénients	Taux en % des populations	
				Traite t l'eau	Ne traitant pas l'eau
<b>Chloration</b> (pierre d'alun eaux de javel, pastilles d'Aquatabs)	désinfecte l'eau afin de la rendre potable	- l'eau boueuse peut être rendue potable si le traitement est effectué correctement ; - effet durable de la chloration	- les produits doivent être acheminés de l'extérieur, donc risque de manipulation ; - coût non négligeable	40	35
<b>Ebullition</b>	tuer la totalité des germes et micro- organismes présents dans l'eau. Pour une bonne destruction des germes, l'eau doit être filtrée ou décantée avant d'être bouillie.	- simples à mettre en œuvre ; - tue tous les germes présents	- nécessite beaucoup de moyen de chauffage et un récipient résistant à la chaleur ; - risque de manipulation.	25	

Source : Travaux de terrain, novembre 2017

## DISCUSSION

La présente étude a permis d'étudier les effets de l'utilisation des eaux de puits sur la santé humaine dans le 6<sup>ème</sup> arrondissement à Cotonou. En effet, l'insuffisance des équipements hydrauliques et la pauvreté des populations les amènent à utiliser les eaux de qualité douteuse.

Les sources d'approvisionnement en eau de boisson varient selon les milieux de résidence mais se fait majoritairement à un puits à pompe ou la SONEB. Pour deux ménages sur dix, le temps de trajet pour s'approvisionner en eau de boisson excède 30 minutes (13 pour cent en milieu urbain et 26 pour cent en milieu rural).

Les résultats des analyses bactériologiques effectuées présentent une grande diversité bactérienne du point de vue quantitative et qualitative. De même, plusieurs affections hydriques sont identifiées dans le secteur d'étude. les résultats sont conformes à ceux obtenus par HOUNSOUNOU *et al.*, en 2015 dans la zone d'étude. Selon ces enquêtes, 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 %).

Plusieurs auteurs ont relevé les facteurs tels que les activités autour des puits, le défaut d'aménagement des puits, la proximité des sources de pollution telles les déchets urbains, décharges sauvages d'ordures, les ouvrages d'assainissement individuel (latrines, puisards, Fosses septiques), et le non-respect des règles d'hygiène élémentaire par les utilisateurs à l'origine de la pollution (microbienne et/ou chimique) des eaux de puits en milieux urbains (Sagbo,1999; Kessou, 2000;Chippaux et al.,2002;Djuikomet al., 2009; Mpakam et al., 2009;Mbawala et al., 2010; Yapo et al., 2010; Degbey et al.,2011; Dovonou, 2012; Belghiti et al., 2013;Zerhouniet al., 2015). Le lixiviat des décharges publiques constitue le principal vecteur de transport de la pollution métallique issue des sites de stockage des déchets vers la nappe phréatique (Jourdan et al., 2005 ; Er-Raioui et al., 2011).

## CONCLUSION

La présente étude a porté sur effet de l'utilisation des eaux de puits sur la santé humaine dans le 6<sup>ème</sup> arrondissement de Cotonou. L'approche développée dans cette étude est centrée sur les sources d'approvisionnement en eau, la qualité des eaux de puits utilisée et les nuisances de cette utilisation sur la santé humaine dans ledit arrondissement. Les travaux de terrain ont montré que l'approvisionnement en eau potable des populations est réparti en trois sources (SONEB 18 %, SONEB et puits 75 % et autres sources 7 %).

Cependant, le faible taux des populations qui n'utilisent rien que l'eau de la SONEB, montre qu'il existe certains facteurs influant l'utilisation exclusive de l'eau potable dans les maisons, tels le niveau de vie social des populations, la situations géographique de ces quartiers, la mauvaise gestion des déchets solides et liquides ainsi que l'hygiène précaire qui prévaut dans ces quartiers. Ces facteurs sont autant des raisons qui justifient le recourt aux sources douteuses, telles l'eau de puits, de pluie et du Lac. Une analyse bactériologique de l'eau de puits de cinq quartiers de l'arrondissement a été faite, afin d'en apprécier la qualité. Il ressort de cette analyse que, tous les puits échantillonnés sont pollués par les germes pathogènes, tels que les germes banals, les coliformes totaux et fécaux, l'*Escherichia coli* et les streptocoques fécaux. De l'utilisation quotidienne de ces eaux, la santé de la population est menacée par les affections hydriques telles que les affections gastro-intestinales, les affections de la peau, la diarrhée, les infections vaginales et le choléra.

Face à ces risques de santé, la population pour se protéger ou réduire ces risques, utilisent des méthodes de traitement comme l'ébullition et la chloration. Ces deux méthodes visent à tuer les micro-organismes présents dans l'eau, mais nécessitent beaucoup de moyens pour le chauffage et l'achat de certaines pastilles, aussi il peut se poser des risques de pollution de l'eau lors de l'utilisation de ces pastilles. Les effets sanitaires de l'utilisation de l'eau de puits risque encore de s'accroître à l'avenir dans ces zones périurbaines comme ledit arrondissement, compte tenu du non-respect des règles d'hygiène et d'assainissement noté, de l'accroissement rapide de la population et des difficultés liés à l'approvisionnement dans ces milieux. Mais lorsqu'on aura garanti à tout un chacun, quelles que soient ses conditions de vie, l'accès à l'eau potable la lutte contre les maladies hydriques aura fait un bond énorme. Ainsi, le droit d'accès à l'eau est un droit fondamental, que l'Etat doit régulièrement promouvoir dans ses projets.

## Références

- [1] ADOUBIARAN M., (2008) : Approvisionnement en eau potable dans l'arrondissement de Kika. Mémoire de Maitrise, DGAT/FLASH/UAC, 53 p.
- [2] AKODOGBO H., (2005) : Contribution à l'amélioration de la qualité de l'eau à usage domestique dans le 5<sup>ème</sup> arrondissement de Porto-Novo. Mémoire de maîtrise professionnelle en environnement et santé, FLASH, UAC, 105 p.
- [3] CHOUTI W., (2007) : Evaluation de la qualité des eaux des puits couverts et munis de pompe dans la Commune de Porto-Novo. Mémoire de DESS, UAC 74 p.
- [4] DOSSOU DOSSA B., (2001): Analyse et esquisse cartographique de la contamination bactériologique de la nappe phréatique alimentant les puits traditionnels de la ville de Cotonou. Mémoire de DESS, UAC/FAST, 81 p.
- [5] HOUNSOUNOU E., TCHIBOZO M., AYI- FANOUE., AGBOSSOU E., (2015) : Chaîne de l'eau du réseau public dans quelques quartiers précaires du sixième arrondissement de Cotonou-Bénin, Volume17, numéro (3).
- [6] INSAE (2013) : Quatrième Recensement général de la Population Humaine : cahier des villages et quartiers de ville de Cotonou, 13 p.
- [7] KORA A., (2007) : Evaluation des ressources hydriques et problème d'approvisionnement en eau potable dans la Commune de Ouassa-Pehunco. Mémoire de maîtrise, FLASH/Abomey-Calavi, Bénin, 101 p.
- [8] ODOULAMI L., (1999) : Approvisionnement en eau potable dans les grandes villes du Bénin. Quelles perspectives pour l'avenir ? Cas de Cotonou, Porto-Novo et Parakou. Mémoire de DEA, UAC, 53 p.
- [9] ODOULAMI L., (2009) : Problématique de l'eau potable et la santé humaine dans la ville de Cotonou. Thèse de doctorat, UAC, 230 p., Géographie : pp 411 – 417.
- [10] OMS, (1993) : Directive de l'OMS pour la qualité de l'eau de boisson, 2<sup>e</sup> édition, volume 1 : Recommandations Genève, 49-50 p.
- [11] Plan de Développement Communal de Cotonou (2006) : Mairie de Cotonou, 222 p
- [12] SY I., KOITA M., TRAORE D., KEITA M., LO B., TANNER M., et Cisse G.,(2011): Vulnérabilité sanitaire et environnementale dans les quartiers défavorisés de Nouakchott (Mauritanie) : analyse des conditions d'émergence et de développement des maladies en milieu urbain Sahélien. Revue en science de l'Environnement, Volume 11 numéro (2).