

Évaluation de la qualité bactériologique et physico-chimique des eaux de puits de la ville de Dédougou, Burkina Faso

**Issiaka KARAMBIRI^{1*}, Amana METUOR DABIRE¹, Bassibila ZOUNGRANA²,
N. Stanislas Dimitri MEDA³ et Bernard OUEDRAOGO³**

¹ *Université de Dédougou, (UDDG), Unité de Formation et de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies, BP 176 Dédougou, Burkina Faso*

² *Université Joseph KI-ZERBO, Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Vie et de la Terre, Laboratoire de Biochimie et Immunologie Appliquées (LaBIA), 03 BP 7021 Ouagadougou, Burkina Faso*

³ *Laboratoire National de Santé Publique, (LNSP), Direction de la Toxicologie, du Contrôle de l'Environnement et de l'Hygiène Publique, Laboratoire d'analyse bactériologique et physico-chimique, 09 BP 24 Ouagadougou, Burkina Faso*

(Reçu le 12 Mai 2023 ; Accepté le 20 Juillet 2023)

* Correspondance, courriel : issiakakarambiri1@gmail.com

Résumé

La démographie galopante des villes africaines en général et Dédougou en particulier, entraîne des problèmes d'approvisionnement en eau potable. Cette situation oblige les habitants à utiliser l'eau des puits qui ne présente aucune information sur sa qualité bactériologique et physicochimique. C'est dans ce cadre que l'objectif de cette étude a consisté à évaluer la qualité bactériologique et physicochimique des eaux de puits dans la ville de Dédougou. Au total 30 échantillons d'eau de 15 puits collectés en février 2021 ont été analysés selon la norme OMS/BF. Les analyses microbiologiques ont permis d'identifier et de dénombrer les Coliformes totaux et fécaux, les Entérocoques intestinaux et les *Pseudomonas Aeruginosa* par la méthode de filtration sur membrane. Ainsi, les analyses ont montré que parmi les valeurs des paramètres physico-chimiques analysées (pH, turbidité, dureté, chlorure, bicarbonate, conductivité, calcium, magnésium, nitrates, nitrites, ammonium, fer, fluore, silices et sulfates et ortho phosphates), plusieurs d'entre elles ne sont pas conformes aux normes du Burkina Faso. En effet, l'analyse a révélé la présence de nitrates, fer, ammonium à des valeurs dépassant la norme dans 20 % des puits étudiés. Sur le plan bactériologique, les résultats ont montré que tous les puits sont fortement pollués par les germes indicateurs de contamination fécale avec 100 % de puits contenant les coliformes totaux, 86,66 % contaminé par les coliformes fécaux et 26,66 % par *Pseudomonas aeruginosa*. Cette pollution serait due à l'infiltration des eaux de ruissellement, à la non protection des puits ou à une mauvaise utilisation des puisettes. Ces puits constituent ainsi une pollution effective pouvant nuire à la santé du consommateur. L'éducation et la sensibilisation de la population sur les bonnes pratiques d'hygiène publique autour des eaux doivent être mise en évidence afin d'éviter les maladies hydriques.

Mots-clés : *eau de puits, qualité bactériologique, qualité physico-chimiques, pollution, Dédougou.*

Abstract

Evaluation of the bacteriological and physico-chemical quality of well water in the city of Dedougou, Burkina Faso

The galloping demography of African cities in general, and Dedougou in particular, is causing problems with drinking water supplies. This situation obliges residents to use well water, which has no information on its bacteriological and physicochemical quality. With this in mind, the aim of this study was to assess the bacteriological and physicochemical quality of well water in the town of Dedougou. A total of 30 water samples from 15 wells collected in February 2021 were analyzed according to the WHO/BF standard. Microbiological analyses identified and enumerated total and faecal Coliforms, intestinal Enterococci and *Pseudomonas Euruginosa* using the membrane filtration method. The analyses showed that several of the physico-chemical parameter values analyzed (pH, turbidity, hardness, chloride, bicarbonate, conductivity, calcium, magnesium, nitrates, nitrites, ammonium, iron, fluoride, silica, sulfates and ortho-phosphates) did not comply with Burkina standards. In fact, analysis revealed the presence of nitrates, iron and ammonium at values exceeding the norm in 20 % of the wells studied. In bacteriological terms, the results showed that all wells were heavily contaminated with fecal contamination indicator germs, with 100 % of wells containing total coliforms, 86.66 % contaminated with fecal coliforms and 26.66 % with *Pseudomon Euruginosa*. This pollution is due to the infiltration of run-off water, unprotected wells or improper use of wells. These wells thus constitute an effective source of pollution that can be harmful to consumer health. To prevent water-borne diseases, we need to educate the population and raise awareness of good public hygiene practices around water.

Keywords : *well water, bacteriological quality, physico-chemical quality, pollution, Dedougou.*

1. Introduction

Ressource rare et limitée, l'eau demeure la source vitale la plus essentielle chez l'Homme, les animaux et les végétaux [1, 2]. En effet, l'eau destinée à la consommation humaine et aux usages domestiques habituels doit être potable [3]. L'usage de l'eau à des fins alimentaires ou hygiéniques nécessite une excellente qualité physico-chimique et bactériologique [4]. Environ 2,1 milliards de personnes soit 30 % de la population mondiale n'ont toujours pas accès à des services d'alimentation en eau potable et 4,5 milliards soit 60 % ne disposent pas de services d'assainissement gérés en toute sécurité [5]. Au Burkina Faso, plus précisément à Dédougou, la couverture d'accès à l'eau potable est globalement de 69 % laissant près de 26 265 personnes sans accès à l'eau potable. Aussi dans cette ville le taux d'accès à l'assainissement de base est estimé à 10 % soit près de 76 253 personnes n'ont à ce jour pas accès à l'assainissement de base [6]. Ceci peut être expliqué par une démographie galopante avec une urbanisation mal contrôlée favorisant l'émergence des quartiers périphériques contrastant avec le centre-ville. Ces quartiers souvent très peuplés manquent de systèmes d'assainissement, d'hygiène, d'infrastructures sanitaires et de systèmes d'adduction en eau potable entraînant des pénuries d'eaux. Face à ces difficultés, les habitants se trouvent obligés d'utiliser de l'eau de puits. Si ces puits ont l'avantage de résoudre le problème de la disponibilité de l'eau, la qualité de cette denrée n'est pas souvent garantie. Elle peut être source de maladies comme le choléra, la fièvre typhoïde, la diarrhée, la bilharziose et bien d'autres maladies du fait de sa contamination par des déchets ménagers, industriels, agricoles, par des excréta et divers déchets organiques. En effet, diverses études ont mis en évidence la pollution des eaux de puits par les microorganismes [7 - 9]. Ces études ont révélé par la présence individuelle ou associée des Coliformes totaux, des Coliformes thermotolérants, des Entérocoques intestinaux et du *Clostridium perfringens* dans les eaux de puits. Ainsi, l'eau mérite une attention particulière, dans la mesure où elle est très menacée par les activités humaines. Cependant, très peu de données existent

sur la qualité microbiologique et physico-chimique des eaux de puits de la ville de Dédougou. C'est au regard de ce contexte, que nous nous sommes fixés comme objectifs d'Évaluer la qualité bactériologique et physico-chimique des eaux de puits utilisées comme eau de boisson et également pour les activités domestiques par la population de la ville de Dédougou.

2. Matériel et méthodes

2-1. Zone d'étude

Située au Nord-Ouest du pays, la région de la Boucle du Mouhoun, dont le chef-lieu est Dédougou, occupe environ 12 % du territoire national soit une superficie de 34 497 km² et regorge 1 494 043 habitants soit 11,23 % de la population totale du pays avec une densité de 43,31 habitants au km² selon les données de l'étude sur les profils régionaux. Elle est limitée à l'Est par la région du Centre-Ouest, au Nord et à l'Ouest par la République du Mali sur près de 437 Kilomètres de frontière, au Nord-Est par la région du Nord, au Sud par les régions des Hauts-Bassins et du Sud-Ouest. La commune de Dédougou est constituée de 37 villages. Le fleuve Mouhoun est la principale cour d'eau avec un climat Soudano-sahélienne entre les isohyètes 900 mm et 600 mm, températures 21 °C (minimales) et 32 °C (maximales), pluviométrie moyenne 782,94 mm variation des précipitations en dents de scie. La végétation est la savane arborée et arbustive constituée d'une forêt claire, forêt galerie et l'existence d'une forêt communale et d'un bosquet dans la ville. En effet, la forte action anthropique sur l'environnement provoque la régression de la pluviométrie et l'ensablement du fleuve Mouhoun due aux effets des changements climatiques, ensablement du fleuve Mouhoun. Le réseau de drainage des eaux pluviales est de 31 000mL. Quant au réseau d'adduction en eau potable, il est de 88 236mL de réseau de distribution en 2013, 3 061 branchements particuliers et 60 bornes fontaines en 2014. En ce qui concerne l'assainissement, le taux d'accès aux ouvrages d'assainissement en 2010 était de 2,2 %.

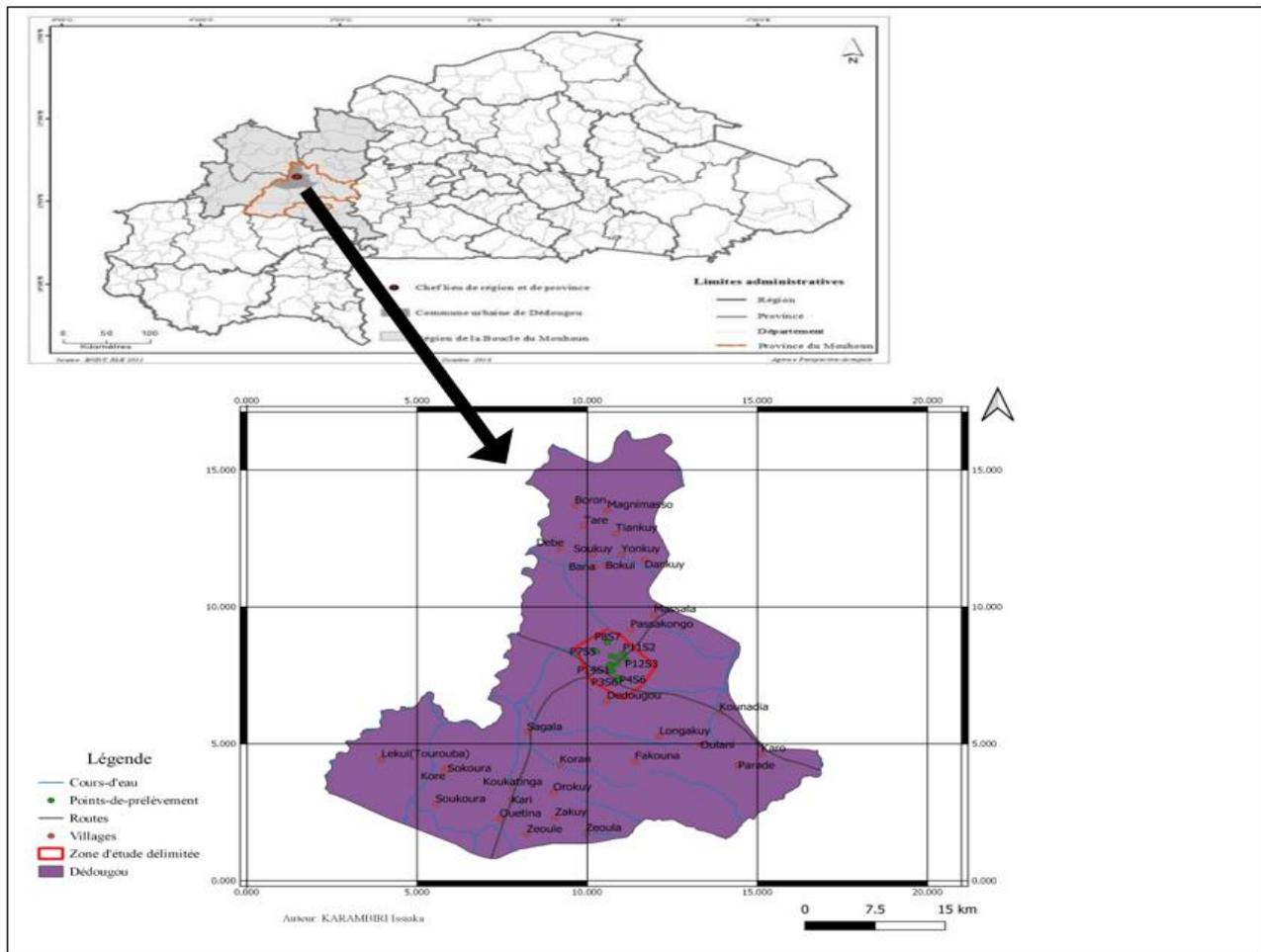


Figure 1 : Zone d'étude et points de prélèvement

2-2. Lieu d'analyse de l'étude

Les échantillons d'eau de puits ont été analysés au Laboratoire National de Santé Publique (LNSP) situé à Karpala dans la ville de Ouagadougou, plus précisément dans le service de la Direction de la Toxicologie, du Contrôle de l'Environnement et de l'Hygiène Publique (DTCE/HP).

2-3. Période et type d'étude

L'étude s'est réalisée durant la saison sèche du mois de décembre au mois de mars 2021. Il s'agit d'une étude transversale qui a porté sur l'évaluation de la qualité de 30 échantillons d'eau de puits.

2-4. Les enquêtes

Afin d'identifier les facteurs de pollution des puits et les risques sanitaires encourus, une enquête a été menée auprès des populations utilisatrice de ces puits. Il s'est agi d'une observation de l'environnement immédiat du puits et des causeries suivis de questions.

2-5. Echantillonnage de l'étude

Un total de 30 échantillons a été prélevé dans le mois de février dont 15 échantillons pour l'analyse physico-chimique et 15 échantillons pour l'analyse bactériologique. Tous ces prélèvements ont été réalisés dans 15

puits numérotés de P1 à P15 de façon à couvrir les 07 secteurs que compte la ville de Dédougou. Chacun de ces puits a fait l'objet de deux (02) types de prélèvement pour servir l'un aux analyses physico-chimiques et l'autre aux analyses bactériologiques. Afin d'avoir un échantillon représentatif du puits, les prélèvements sont effectués avec le récipient utilisé par les propriétaires du puits c'est-à-dire avec la puisette dont ils ont l'habitude de puiser l'eau. Après avoir tiré l'eau du puits, le prélèvement est fait suivant la méthode appliquée lors du prélèvement d'eau du forage. Pour la physico-chimie des bouteilles en polyéthylène de 1L préalablement nettoyées et rincées avec de l'eau distillée sont utilisées. Après avoir tiré l'eau du puits, on rince bien la bouteille avec l'échantillon avant de procéder au prélèvement. Pour l'analyse bactériologique, les flacons en verre borosilicatés de 500mL préalablement stérilisés à l'autoclave à 121,1°C pendant 15 minutes ont été utilisés. Après avoir tiré l'eau du puits, l'échantillon est prélevé ; les flacons ne sont pas totalement remplis pour permettre aux microbes aérobies qui se trouveraient dans l'eau de survivre jusqu'au moment de l'analyse. Afin d'éviter toute contamination de l'eau par l'air ambiant au moment du prélèvement un chalumeau a été utilisé. Enfin, une fois le prélèvement terminé, les échantillons d'eaux ont été placés dans une glacière contenant des iceboxes et transportés au laboratoire puis entreposé à 4 °C [10].

2-6. Détermination des paramètres physicochimiques et bactériologiques de l'eau de puits

2-6-1. Détermination des paramètres physicochimiques

Le pH, la conductivité et la dureté des échantillons ont été mesuré in situ par les appareils de mesure suivant : Le pH-mètre WTW pH3110 selon la norme NF T 90-008 ; 2001, le turbidimètre 2100Q de marque HACH par la méthode normalisée NTU par spectrométrie et un conductimètre de marque SCHOTT selon la norme NF EN 27888. Les chlorures, le Titre Alcalimétrie Complet (TAC), la dureté total (TH), le calcium et le magnésium ont été déterminé par titrimétrie tandis que les ions majeurs (NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , SO_4^{2-} , F^- , Fe , PO_4^{3-} , SiO_2^-) ont été quantifiés dans les échantillons des différents puits par la méthode de spectrophotométrie d'absorption moléculaire à l'aide d'un spectrophotomètre DR 3900 conformément aux normes du Burkina Faso.

2-6-2. Détermination des paramètres bactériologiques

Il s'agit spécifiquement d'analyser les paramètres bactériologiques, notamment de rechercher les coliformes totaux, les coliformes fécaux (thermo tolérants), les entérocoques intestinaux et les *Pseudomonas aeruginosa* et d'analyser les paramètres physico-chimiques notamment d'identifier les différents facteurs de pollution des eaux de puits de la ville de Dédougou. Ainsi, ces bactéries ont été identifiés et dénombrés par la méthode de filtration sur membrane qui consiste à faire passer 100 ml d'eaux de puits sur une membrane dont le diamètre des pores est de 0,45 µm. Les membranes ont ensuite été placées sur des milieux sélectifs pendant 48 heures à 37 °C à l'étuve. Les milieux suivants ont été utilisés : le milieu de culture Chromocult coliforme pour les coliformes totaux et fécaux, le milieu Slanetz et Bartley (SB) ou entéococcus Agar pour les Enterocoques intestinaux et la gélose Cétrimide pour les *Pseudomonas Euruginosa*.

3. Résultats

3-1. Caractéristiques physico-chimiques de l'eau

Les analyses physico-chimiques des échantillons d'eau ont donné des résultats consignés dans le **Tableau 1**. La mesure du pH des eaux a donné des valeurs comprises entre 5 et 6,9 pour une moyenne de 5,8. Les valeurs de la turbidité oscillent entre 1 NTU et 230 NTU. La conductivité électrique a donné des valeurs comprises entre 29,3 et 1010 µS/cm avec une moyenne de 334,50 µS/cm pour l'ensemble des puits étudiés. Le Titre

Hydrotimétrique ou dureté de l'eau est provoquée par le calcium dissous et dans une moindre mesure par le magnésium. Elle présente des valeurs comprises entre 0,42 à 21,12 °F avec une moyenne de 5.86 °F. Les composés suivants présentent des moyennes suivantes : les nitrates (30 mg/L), les nitrites (0,03 mg/L), les sulfates (1,86 mg/L), les phosphates (0,22 mg/L), les fluorures (0,03 mg/L), les chlorures (38,6 mg/L), les silices (16,9 mg/L) et les bicarbonates (16.7 mg/L). Les moyennes des cations étudiés sont les suivants : le calcium (15,07mg/L), le magnésium (5,09 mg/L), le fer total (0,34 mg/L) et l'ammonium (4,8 mg/L).

Tableau 1 : Synthèse de l'analyse physico-chimique des eaux de puits

code puit	Tb (NTU)	CE (µs/cm)	pH	TH (°F)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	SO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻	F ⁻	Fe	SiO ₂
Burkina Faso norme	≤5 NTU	-	6,5-8,5	-	-	-	-	≤250 mg/l	≤50 mg/l	≤3 mg/l	≤1,5 mg/l	≤250 mg/l	-	≤1,5 mg/l	≤0,3 mg/l	-
P1S4	1,74	600	6,3	15	40,16	12,05	24,9	71,3	70,4	0,03	0,0	5	0,46	0	0,21	32,2
P2S4	1,57	1010	6,1	21,12	53,44	18,86	20,6	127,9	127,6	0,03	0,1	6	0,37	0,03	0,03	21,1
P3S6	2,12	261	5,5	3,54	6,32	4,76	4,6	34,1	36,5	0,03	0,0	1	0,22	0,08	0,21	15,5
P4S6	1	217	5,7	3,5	8,72	3,21	8,8	25,6	22	0,2	3,6	1	0,23	0	0,12	16,2
P5S5	47	684	6,9	12,82	32,72	11,28	123,5	12,1	0	0,00	40,1	0	0	0,19	2,32	0
P6S5	12	41	5,7	0,74	1,76	0,73	5,6	5,7	1,3	0,02	0,1	0	0,18	0	0,06	25,3
P7S5	3	29,3	5,5	0,68	1,6	0,68	3,9	5,0	1,8	0,00	0,1	0	0,17	0	0,09	8,4
P8S7	2,84	93,1	6,1	3,4	11,84	1,07	14,6	5,7	1,3	0,01	0,1	0	0,24	0	0,06	16,8
P9S2	1,01	73,2	5,7	0,42	1,04	0,39	2,1	7,1	15,0	0,03	0,1	1	0,2	0	0,01	11,7
P10S2	5,2	103,8	5,2	0,7	1,6	0,73	2,2	12,8	17,6	0,01	0,1	2	0,19	0	0,02	13,5
P11S2	230	48	5,7	0,72	2,24	0,39	5,1	5,0	0	0,00	0,1	1	0,22	0	0,85	19,6
P12S3	150	68,2	5,9	0,72	2,24	0,39	5,1	5,0	0	0,00	0,1	1	0,22	0	0,85	19,6
P13S3	2,25	387	5,5	4,26	10,4	4,03	3,4	45,4	66	0,03	0,0	1	0,3	0,15	0,08	18,8
P14S1	3,93	527	5,0	7,22	17,6	6,85	3,4	88,0	42,2	0,03	0,2	0	0,23	0	0,04	18
P15S1	9,13	875	5,9	13,1	34,4	10,94	23,30	129,2	48,4	0,10	27,9	9	0,17	0	0,15	16,8
Moyenne	31,51	334,5	5,8	5,86	15,07	5,09	16,7	38,6	30	0,03	24,8	1,86	0,22	0,03	0,34	16,9

Tb = turbidité ; CE = conductivité électrique ; pH = potentiel d'hydrogène ; TH = dureté ; Ca²⁺ = calcium ; Mg²⁺ = magnésium ; HCO₃⁻ = bicarbonate ; Cl⁻ = chlorures ; NO₃⁻ = nitrates ; NO₂⁻ = nitrites ; NH₄⁺ = ammonium ; SO₄²⁻ = sulfates ; PO₄³⁻ = Ortho-phosphates ; F⁻ = fluores ; Fe = fer ; SiO₂ = silice

Source : Résultats d'analyse, mars 2021

3-2. Aspect bactériologique

Les analyses bactériologiques effectuées sur les échantillons d'eau ont donné des résultats consignés dans le **Tableau 2**.

Sur le plan bactériologique excepté les entérocoques intestinaux, tous les puits sont fortement contaminés par les germes recherchés avec 100 % de puits contenant les coliformes totaux, 86,66 % contaminés par les coliformes fécaux et 26,66 % de puits contaminés par *Pseudomonas aeruginosa* (**Figure 2**).

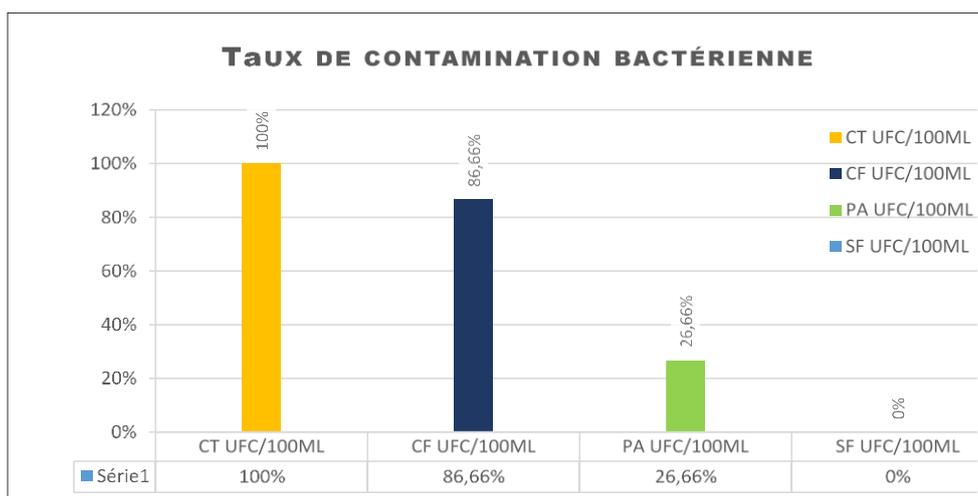


Figure 2 : Taux de contamination bactérienne

Tableau 2 : Synthèse de l'analyse bactériologique des eaux de puits

Code puit	CT UFC/100ML	CF UFC/100ML	SF UFC/100ML	PA UFC/100ML
P1S4	293	37	0	11
P2S4	395	24	0	0
P3S6	11	1	0	0
P4S6	443	23	0	0
P5S5	2199	2128	0	0
P6S5	7	3	0	0
P7S5	153	13	0	0
P8S7	309	20	0	0
P9S2	299	0	0	0
P10S2	199	0	0	30
P11S2	186	16	0	0
P12S3	607	27	0	28
P13S3	453	293	0	0
P14S1	408	8	0	4
P15S1	545	113	0	0
Taux de contamination	100%	86,66%	0%	26,66%

CT : Coliformes Totaux ; CF : Coliformes Fécaux ; EI : Entérocoques Intestinaux ;
PA : Pseudomonas aeruginosa

Source : Résultats d'analyse, mars 2021

3-3. Usage de l'eau du puits par les ménages

Le tableau 3 présente la synthèse des résultats issus des échanges avec la population. Il ressort de nos enquêtes que 33 % des ménages utilisent l'eau de puits pour tout usage confondu (boisson, cuisine, vaisselle, bain, autres), 47 % des ménages évitent cette eau dans la cuisine et comme boisson et enfin 20 % des ménages ne l'utilisent que pour d'autres activités telles que la lessive, l'arrosage, l'abreuvement des animaux. En ce qui concerne la distance puits/latrine 40 % ne respectent pas la distance de 15 m, 33,33 % n'ont pas de margelle et 60 % ne sont pas couverts.

Tableau 3 : Synthèse de l'enquête

Code puit	Boisson/ Cuisine	Vaisselle/ Bain	autres	Total	distance puits-latrine	présence /absence margelle	couvert ou non	Total
P1S4		Y	Z	YZ	d3	p	d	d3pd
P2S4		Y	Z	YZ	d1	a	d	d1ad
P3S6		Y	Z	YZ	d2	p	c	d2pc
P4S6			Z	Z	d4	a	c	d4ac
P5S5			Z	Z	d4	p	d	d4pd
P6S5	X	Y	Z	XYZ	d3	p	c	d3pc
P7S5	X	Y	Z	XYZ	d2	p	d	d2pd
P8S7	X	Y	Z	XYZ	d2	p	c	d2pc
P9S2	X	Y	Z	XYZ	d1	p	c	d1pc
P10S2			Z	Z	d4	a	d	d4ad
P11S2		Y	Z	YZ	d3	p	d	d3pd
P12S3	X	Y	Z	XYZ	d3	p	d	d3pd
P13S3		Y	Z	YZ	d3	a	d	d3ad
P14S1		Y	Z	YZ	d2	p	c	d2pc
P15S1		Y	Z	YZ	d2	a	d	d2ad
XYZ = 33 %, YZ = 47 %, Z = 20 %					a = 33,33 %		d = 60 %	
<i>X = boisson/cuisine ; y = vaisselle/bain ; Z = autres ; p = présence de margelle ; a = absence de margelle ; c = couvert ; d = non couvert ; d1 = distance puits/latrine [5-10m], d2 = distance puits/latrine [10-15m] ; d3 = distance puits/latrine [15-20m], d4 = distance à plus de 20m</i>								

4. Discussion

4-1. Biais de l'étude

L'étude ayant concernée les eaux de puits de la ville de Dédougou, nous avons été confrontés aux difficultés liées au transport. En effet, les échantillons ont été acheminé de Dédougou à Ouagadougou pour les analyses ce qui à entraîner la cassure d'un flacon de prélèvement.

4-2. Qualité physico-chimique de l'eau

La présente étude se propose d'évaluer la qualité physicochimique des eaux de puits de la ville de Dédougou utilisées comme eau de boisson et également pour les activités domestiques par la population de la ville de Dédougou et d'identifier les facteurs pouvant constitués des sources de pollution. Les résultats des paramètres physiques indiquent que pour nos puits étudiés, en ce qui concerne le pH un seul puits respecte l'intervalle seuil défini par la norme du Burkina Faso. Ainsi, le pH des eaux de puits mesuré est acide. [11] ont signalé au Bénin des valeurs variant de 5,10 à 5,88. Mettant ainsi en évidence l'acidité des eaux de puits. En effet, en dessous de 6,5 l'eau est corrosive et au-dessus de 8,5, il y'a risque d'entartrage. La conductivité donne une idée de la minéralisation d'une eau et est à ce titre un bon marqueur de l'origine d'une eau [12]. En effet, la mesure de la conductivité permet d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau, donc de sa minéralisation. Ainsi, nos résultats indiquent que les eaux de puits étudiés évoluent de faiblement minéralisées à minéralisation élevée. Les valeurs de la conductivité variaient entre 554 et 4460 µS/cm. La faible minéralisation de l'eau des puits obtenue est contraire à celui de, [13]. Ainsi, les eaux de puits ayant fait l'objet de son étude étaient fortement minéralisées comme reportèrent Taouil et al, 2013 qui ont trouvé des valeurs comprise entre 1250 et 1420 µs/cm dans les eaux des puits de Tyikomiy du

Maroc Oriental [14]. Toutefois, les valeurs obtenues au cours de la présente étude sont en accord avec ceux trouvés par [7] au niveau des eaux de puits au Nigéria. Les valeurs de la turbidité indiquent que sur les quinze (15) puits, quatre (4) puits ont des valeurs supérieures à la norme du Burkina Faso qui est de 5NTU. Cela peut être due au fait que 33 % des puits de notre étude sont sans margelle et 60% ne sont pas couverts. Ainsi, l'eau de ruissellement et la poussière peuvent facilement s'introduire dans ces puits. En plus, l'intérieur des puits n'est pas revêtu. Les grandes turbidités enregistrées peuvent favoriser la prolifération des microorganismes qui peuvent s'adsorber sur les colloïdes et les matières en suspensions [15]. Les nitrates représentent les anions les plus dominants et la concentration varie de 1,3 à 127,6 mg/L avec une moyenne de 30 mg/L. L'azote est fixé à l'origine à partir de l'atmosphère et ensuite minéralisé par les bactéries du sol en ammonium. Les sources anthropiques d'azote comprennent l'azote du sol, les engrais, les eaux usées, les fosses septiques, les déchets animaux, les engrais verts et les résidus de plantes. Dans des conditions aérobies, l'azote est finalement converti en nitrate par les bactéries nitrifiantes [16]. Trois puits (n°1, n°2, n°13) présentent des valeurs en nitrates hors normes (**Tableau 1**). Ces valeurs sont comparables à ceux observés par, [17] qui ont eu des concentrations en nitrate qui varient de 4,3 à 127 mg/L et dont six puits hors norme. Cette augmentation de la concentration en nitrates serait liée à l'infiltration des eaux usées ou le non-respect de la distance puit/laitrine. Sa forte concentration dans l'eau potable est toxique et provoque le syndrome du bébé bleu ou méthémoglobinémie chez les enfants et des carcinomes gastriques [18]. Pour le dosage de ces minéraux (nitrites, sulfates, chlorure, fluorures et silices), on remarque que tous les puits respectent la norme du Burkina (Tableau 1) par conséquent ils ne représentent pas de danger dans ces puits. Ces valeurs sont en accord avec ceux observés par, [17]. Qui ont obtenue en moyenne : les nitrites (0,072 mg/L), les sulfates (6,616 mg/L), les phosphates (0,751 mg/L), les fluorures (0,142 mg/L), les chlorures (17,75 mg/L). Les moyennes des cations étudiés sont les suivants : le calcium (15,07mg/L), le magnésium (5,09 mg/L), le fer total (0,34 mg/L) et l'ammonium (4,8 mg/L). Trois (03) puits sur les quinze (15) avaient une teneur en fer supérieure à la norme du Burkina Faso (0,3 mg/L). Cette présence du fer peut être due aux eaux d'infiltrations. Trois puits (n°4, n°5 et n°15) présentent des concentrations en ammonium au-delà des normes. De ce fait, L'eau de ces puits est donc impropre à la consommation humaine. Ces résultats sont comparables à ceux observés par, [17] au Bénin qui ont étudié les Caractéristiques physico-chimiques de l'eau des puits dans la commune de Pobè. En effets, deux puits objets de leurs études ont enregistré des valeurs hors normes. Cela pourrait être dû à une mauvaise manipulation des puisettes par la population. Elles sont parfois déposées à même le sol comme l'ont aussi remarqué [8] dans leur article. Le Titre Hydrotimétrique ou dureté de l'eau qui est exprimé en F (degré français) est provoqué par le calcium dissous et dans une moindre mesure par le magnésium. Dans les échantillons analysés, avec des valeurs comprises entre 0,42 à 21,12 °F pour une moyenne de 5,86 °F. L'eau est douce au niveau de 14 puits et légèrement dure au puits n°2 (**Tableau 1 et 4**). Elle ne présente pas d'effet majeur pour la santé humaine, cependant elle peut entraîner une consommation excessive de savon et un dépôt de tartre dans les ustensiles de cuisine [19].

Tableau 4 : Qualité de l'eau des puits selon sa dureté [19]

Classe de qualité de l'eau	Dureté totale en mg/L	Nombre de puits
Douce	< 70	14
Légèrement dure	75 - 150	1
Dure	150 - 300	0
Très dure	> 300	0

4-3. Qualité bactériologique de l'eau

D'après les résultats de nos analyses, il ressort qu'excepté les entérocoques intestinaux, tous les puits sont contaminés par la plupart des germes recherchés. La contamination fécale a été importante ; elle était de 100 %, 86,48 % et 26,66 % respectivement par les coliformes totaux, coliformes fécaux et *Pseudomonas aeruginosa* (**Figure 2**) attestant ainsi une contamination fécale récentes des puits étudiés. En effet, le nombre de coliforme totaux et fécaux et de *Pseudomonas aeruginosa* dépasse très largement la valeur indicative de la norme du Burkina Faso qui est de 0 UFC/100mL (**Tableau 2**). Les coliformes fécaux sont d'origine animale ou humaine, leur présence dans l'eau indique une contamination récente par des matières fécales [20]. La présence des coliformes fécaux ou coliformes thermotolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44,5°C. L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe de bactéries est l'*E. coli* comme indicateur de la qualité microbienne de l'eau parce qu'il contient notamment des bactéries d'origine fécale et, dans une moindre mesure, certaines espèces des genres *Citrobacter*, *Enterobacter* et *Klebsiella* [21]. Les coliformes fécaux et les entérocoques proviennent essentiellement d'une pollution fécale animale ou humaine et sont capables de causer des maladies gastro-entériques. Aucun germe pathogène ne doit être présent dans 100 ml d'eau potable pour que celle-ci soit réputée potable. La forte contamination des eaux de puits observée dans ce travail pourrait être due en partie par le non-respect de la distanciation puits/laitrine, l'infiltration des eaux de surface et le manque d'entretien de ces puits. Il est essentiel de faire remarquer que la majorité des puits étant construits sans margelle, ni couvercle, les eaux des pluies et de ruissellement charriant divers déchets (matières fécales) s'y déversent très facilement. Le captage de l'eau à l'aide d'une puisette abandonnée à même le sol favorise davantage la contamination de l'eau des puits. Selon [22] les eaux de puits du quartier de Damas à Yaoundé (Cameroun) sont polluées, notamment du fait de la promiscuité des puits avec les latrines, les fosses septiques et les systèmes d'égouts à ciel ouvert. Ces résultats rejoignent ceux de [11] qui ont étudié les facteurs de dégradation des eaux de puits à usage domestique dans la commune de Pobè au Sud-Est du Bénin. En effet, leurs résultats ont confirmé une contamination de tous les puits par les germes de la contamination fécale. De plus, nos résultats corroborent ceux de [23 - 25] qui ont mis en évidence la présence des coliformes totaux et fécaux dans les échantillons d'eaux de puits à des concentrations élevées variant entre 500 à 29.10^5 UFC/100mL pour les coliformes totaux et 30 à $44,8.10^3$ UFC/100 ml pour les coliformes fécaux.

4-4. Facteurs de pollution

Les facteurs environnementaux ont un impact sur la qualité de l'eau de boisson à la source comme dans le ménage. Les facteurs tels que la source d'eau elle-même, le mode d'évacuation des excréta et la distance entre la source d'eau et le ménage ont une influence sur la qualité de l'eau de boisson. Les variables indépendantes tels les paramètres microbiologiques sont influencées par des facteurs comme la distance et la position du puits par rapport aux latrines, les excréta humains et animaux, les dépotoirs sauvages, le dispositif de protection de puits ainsi que les méthodes de recueil, de transport et de stockage [26]. Le constat que les puits qui ont fait l'objet de notre étude sont quasiment traditionnels. Concernant nos puits traditionnels plusieurs éléments pouvant constituer des sources de contamination importantes sont négligés par les utilisateurs. On peut citer entre autres la distance puits/laitrine dont une norme recommandée par l'OMS indique une distance de sécurité de 15 m. En effet, 40 % des puits étudiés ne respectent pas cette distanciation. En plus de la distance de sécurité puit/laitrine, il est important d'assurer un bon entretien des puits tel que la construction d'une margelle bien couverte, du maintien de l'environnement de proximité assez propre. Nous avons alors constaté que 33,33 % des puits n'ont pas de margelle et 60 % ne sont pas couverts ou couverts avec des anciennes tôles. Des eaux de ruissellement, les sachets plastiques peuvent donc facilement contaminer ces puits. Enfin, la puisette mal entretenue est également source de contamination. En

effet, après utilisation les puisettes sont déposées à même le sol ou sur le couvercle. Parfois, même souillées, elles sont toujours utilisées (**Tableau 4**). Ces résultats concordent ceux de [9] qui, ayant fait des études similaires à constater que 56 % des puits objet de son étude sont sans margelle, puisette à même le sol et 28 % sont ouverts et sans margelle, mal entretenus (eau stagnante et ordures ménagères). Ces facteurs de pollutions ont été apportés dans de nombreuses études [27]

5. Conclusion

L'étude menée sur les eaux de puits de la ville de Dédougou a permis d'évaluer leur qualité tant sur le plan bactériologique que sur le plan physico-chimique. Notons que les eaux de puits sont encore une source importante d'approvisionnement en eau à Dédougou. Elles sont destinées à plusieurs usages et surtout à l'alimentation. Ces contaminations bactériennes et chimiques constituent un risque majeur pour les consommateurs. Les causes sont liées surtout au manque d'assainissement et d'entretien de ces puits. Il ressort de notre étude que parmi les valeurs des paramètres physico-chimiques testés, certains ne sont pas conformes aux normes du Burkina. Sur le plan bactériologique tous les puits sont fortement contaminés par les germes recherchés. La présence de ces germes dans les eaux de puits peut causer des maladies infectieuses d'origine hydrique voire des épidémies. L'éducation et la sensibilisation de la population sur les bonnes pratiques d'hygiène publique autour des eaux doivent être mise en évidence afin d'éviter les maladies hydriques.

Références

- [1] - A. EL-NAQA, M. AL-MOMANI, S. KILANI, N. HAMMOURI, Groundwater deterioration of shallow groundwater aquifers due to overexploitation in northeast Jordan, *CLEAN—Soil, Air, Water*, 35 (2007) 156 - 166
- [2] - S. EBLIN, A. SOMBO, G. SORO, N. AKA, O. KAMBIRE, N. SORO, Hydrochimie des eaux de surface de la région d'Adiaké (sud-est côtier de la Côte d'Ivoire), *J. App. Bioscience*, 75 (2014) 6259
- [3] - WHO, Surveillance and control of community supplies, *Surveillance and Control of Community Supplies*, (1997) 238 - 238. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/mis-6275> (accessed December 28, 2022)
- [4] - M. KAHOUL, M. TOUHAMI, Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux de consommation de la ville d'Annaba (Algérie), *LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782*, (2014)
- [5] - OMS/UNICEF, Progrès en matière d'eau, d'assainissement et d'hygiène des ménages I 2000-2017, (accessed December 28, 2022)
- [6] - Actions Eau Assainissement : Améliorer l'accès à l'eau potable et à l'assainissement dans la commune de Dédougou, (2018). [https://www.pseau.org/outils/actions/action_resultat.php?ac\[\]=934&tout=1](https://www.pseau.org/outils/actions/action_resultat.php?ac[]=934&tout=1) (consulté le 29 Juillet 2022)
- [7] - J. O. ADEJUWON, C. J. MBUK, Biological and physiochemical properties of shallow wells in Ikorodu town, Lagos Nigeria, *Journal of Geology and Mining Research*, 3 (2011) 161 - 168
- [8] - Y. GELINAS, H. RANDALL, L. ROBIDOUX, J.-P. SCHMIT, Well water survey in two districts of Conakry (Republic of Guinea), and comparison with the piped city water, *Water Research*, 30 (1996) 2017 - 2026
- [9] - P. S. HOUNSINO, D. MAMA, M. A. D. TCHIBOZO, M. BOUKARI, D. SOHOUNHLOUE, Microbiological Pollution Indication as Tracer for the Pollution of Well Water : The Example of the District of Abomey-Calavi (Benin), *Journal of Environmental Protection*, 06 (2015) 290. <https://doi.org/10.4236/jep.2015.64029>
- [10] - J. RODIER, B. LEGUBE, N. MERLET, L'eau-10e éd., Dunod, (2016)

- [11] - B. S. DANSOU, L. ODOULAMI, Facteurs de dégradation des eaux de puits à usage domestique dans la commune de Pobè au Sud-Est du Bénin, *Afrique Science*, 11 (2015) 367 - 376
- [12] - H.-C. A. E. et Forêt, et la Lutte Contre la Désertification (HCEFLCD), Etude Sur La Pisciculture Au Barrage Almassira, CR Dar CHAFAAI, Cercle d'ELBROUGE, Province de Settat, (2006) 201
- [13] - L. TAMPO, M. AYAH, T. KODOM, I. TCHAKAKLA, P. BOGUIDO, L. BAWA, B. DJANEYE, Impact de la demande en chlore et de la chloration sur la désinfection des eaux de puits des quartiers de Lomé : cas des quartiers de Démakpoé et d'Agbalépédogan (Togo), *Journal of Applied Biosciences*, 75 (2014) 6272 - 6281
- [14] - H. TAOUIL, S. I. AHMED, A. EL ASSRY, N. HAJJAJI, A. SRHIRI, Physicochimie de l'eau des puits Tyikomiyne, région de Talssint (Maroc Oriental) *ScienceLib Editions Mersenne*, (2013)
- [15] - B. THAYER, K. RIAHI, H. BOUDHRAA, Élimination de la turbidité par oxygénation et filtration successives des eaux de la station de Sfax (Sud de la Tunisie), *rseau*, 20 (2007) 355 - 365. <https://doi.org/10.7202/016910ar>
- [16] - J. A. TINDALL, R. L. PETRUSAK, P. B. MCMAHON, Nitrate transport and transformation processes in unsaturated porous media, *Journal of Hydrology*, 169 (1995) 51 - 94
- [17] - M. LAGNIKA, M. IBIKOUNLE, J. C. MONTCHO, V. D. WOTTO, N. G. SAKITI, Caractéristiques physico-chimiques de l'eau des puits dans la commune de Pobè (Bénin, Afrique de l'ouest), *Journal of Applied Biosciences*, 79 (2014) 6887 - 6895
- [18] - G. GILLI, G. CORRAO, S. FAVILLI, Concentrations of nitrates in drinking water and incidence of gastric carcinomas : first descriptive study of the Piemonte Region, Italy, *Science of the Total Environment*, 34 (1984) 35 - 48
- [19] - C. N. SAWYER, P. L. MCCARTY, *Chemistry for sanitary engineers*, (1967)
- [20] - J. P. CHIPPAUX, S. HOUSIER, P. GROSS, C. BOUVIER, F. BRISSAUD, Etude de la pollution de l'eau souterraine de la ville de Niamey, Niger, *Bull Soc Pathol Exot.*, 94 (2002) 119 - 123
- [21] - S. C. EDBERG, E. W. RICE, R. J. KARLIN, M. J. ALLEN, *Escherichia coli*: the best biological drinking water indicator for public health protection, *Journal of Applied Microbiology*, 88 (2000) 1065 - 1165. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2000.tb05338.x>
- [22] - ELLA. JB, ASSAKO. ARJ, NDOCK. NG, Alimentation en eau et vulnérabilité des populations aux maladies hydriques à Mbalmayo, ville périmétropolitaine de Yaoundé (Cameroun), Groupe de recherche sur les villes d'Afrique (GREVA), École normale supérieure, Université de Yaoundé I, Communication Association d'écologie humaine d'Afrique, AEHA, (2009)
- [23] - K. COUMARE, T. DIALLO, L. SIBY, A. HAIDARA, M. TRAORE, M. COULIBALY, D. SANGARE, I. T. TRAORE, D. TANGARA, S. M. COULIBALY, B. Y. KOUMARE, La qualité bactériologique des eaux de consommation (forages et puits) dans trois cercles de la région de Koulikoro, Mal, *Revue Malienne d'Infectiologie et de Microbiologie*, (2018). <https://doi.org/10.53597/remim.v0i1.983>
- [24] - A. D. SAVADOGO, S. A. KIMA, I. N. NOMBRÉ, Efficacité du traitement de l'eau des puits avec les tourteaux de Moringa oleifera par coagulation et filtration sur sable dans les ménages ruraux au Burkina Faso, (2020) 307 - 314
- [25] - E. DJUIKOM, E. TEMGOUA, L. JUGNIA, M. NOLA, M. BAANE, Pollution bactériologique des puits d'eau utilisés par les populations dans la Communauté Urbaine de Douala - Cameroun, *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 3 (2009). <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v3i5.51076>
- [26] - C. DEGBEY, M. MAKOUTODE, V. AGUEH, M. DRAMAIX, C. DE BROUWER, Facteurs associés à la qualité de l'eau de puits et prévalence des maladies hydriques dans la commune d'Abomey-Calavi (Bénin), *Cahiers d'études et de Recherches Francophones / Santé*, 21 (2011) 47 - 55. <https://doi.org/10.1684/san.2011.0238>
- [27] - B. KONÉ, É. K. YAO, B. SILUÉ, G. CISSÉ, N. SORO, Approvisionnement en eau potable, qualité de la ressource et risques sanitaires associés à Korhogo (Nord-Côte d'Ivoire), *Environnement, Risques & Santé*, 14 (2015)