

## Évaluation de la qualité bactériologique des eaux souterraines en zone agropastorale : cas de la localité de Lagon, province du Mayo Kebbi Ouest-Tchad

Patale Fidel DITCHIBE<sup>1</sup>, Rel Dechangue TATOU<sup>2\*</sup>, Patient DJONNEME<sup>1</sup>,  
Atatoue Alain Benoit ESSOKOLOKO<sup>3</sup> et Beyala Véronique KABEYENE<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Université de Maroua, Faculté des Sciences, Département de Sciences de la Terre, Laboratoire de Géosciences et Développement Durable, BP 814 Maroua, Cameroun

<sup>2</sup> Université d'Ebolowa, Faculté des Sciences, Département de Géosciences et Environnement, Laboratoire de Géotechnique et Hydrotechnique, BP 118, Ebolowa, Cameroun

<sup>3</sup> Université de Dschang, Faculté d'Agronomie et de Sciences Agricoles, Centre Régional d'Enseignement Spécialisé en Agriculture (CRESA Forêt-Bois), BP 138 Yaoundé, Cameroun

<sup>4</sup> Université de Dschang, Faculté des Sciences, Département de Sciences de la Terre, BP 67 Dschang, Cameroun

(Reçu le 10 Février 2026 ; Accepté le 30 Mars 2026)

\* Correspondance, courriel : [reltatou2@gmail.com](mailto:reltatou2@gmail.com)

### Résumé

Cette étude a pour objectif d'évaluer la qualité bactériologique des eaux souterraines de la localité de Lagon (province du Mayo Kebbi Ouest-Tchad). Pour atteindre cet objectif, seize ouvrages de captages (5 forages et 11 puits à ciel ouvert) ont été échantillonnés en Avril 2023. Les paramètres physiques des eaux (pH, TDS, CE) ont été mesurés in situ à l'aide d'un multi-paramètre de terrain. Pour les analyses bactériologiques, quatre germes fécaux (coliformes totaux (CT), flore aérobie totale (FAT), coliformes fécaux (CF), streptocoques fécaux (SF)) ont été analysés au Laboratoire National des Eaux de N'Djamena au Tchad par la méthode de filtration sur membrane. Les résultats montrent que les eaux sont acides (pH : 6,70 - 7,34) et faiblement minéralisées (CE : 175,10 - 717,01  $\mu$ S/cm ; TDS : 73.00 - 371.00 mg/l). Tous les échantillons présentent une contamination par les coliformes totaux (150 - 770 UFC/100ml), la flore aérobie totale (370 - 1540 UFC/100ml), les streptocoques fécaux identifiés à travers *Escherichia coli* (0 - 230UFC/100ml), les coliformes fécaux (0 - 70 UFC/100ml). Les germes fécaux sont exclusivement dans les eaux de puits, confirmant une contamination d'origine fécale. La prédominance par des coliformes fécaux suggère une origine animale de la pollution. Globalement, les eaux de puits sont plus vulnérables à la contamination fécale que celles des forages, soulignant la nécessité d'améliorer les conditions d'assainissement en zone agropastorale.

**Mots-clés :** *qualité bactériologique, eaux souterraines, zone agropastorale, Lagon, Tchad.*

## Abstract

### **Groundwater Bacteriological quality in an agropastoral zone: the case of Lagon locality, Mayo-Kebbi West Province - Chad**

This study assesses the bacteriological quality of groundwater in Lagon in the Mayo Kebbi West province of Chad. A total of sixteen water points, including five boreholes and eleven open wells, were sampled in April 2023. Physicochemical parameters of water (pH, total dissolved solids (TDS), and electrical conductivity (EC)) were measured in situ using a portable multiparameter device. Bacteriological analyses focused on four fecal indicator organisms, namely total coliforms (TC), total aerobic flora (TAF), fecal coliforms (FC), and fecal streptococci (FS). These analyses were carried out at the National Water Laboratory of N'Djamena (Chad), using the membrane filtration method. Results indicate that the groundwater is slightly acidic (pH: 6.70 - 7.34) and weakly mineralized (EC: 175.10 - 717.01  $\mu$ S/cm; TDS: 73.00 - 371.00 mg/l). All samples exhibited contamination by total coliforms (150–770 CFU/100 ml), total aerobic flora (370–1540 CFU/100 ml), fecal streptococci (0–230 CFU/100 ml), and fecal coliforms (0–70 CFU/100 ml). Fecal indicators were found exclusively in well water, confirming fecal contamination. The predominance of fecal coliforms suggests a mainly animal origin of pollution. Overall, well water appears more vulnerable to contamination than borehole water, highlighting the need for improved sanitation and protection measures in agropastoral area.

**Keywords :** *bacteriological quality, groundwater, agropastoral area, Lagon, Chad.*

## 1. Introduction

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé [1], le manque d'accès à l'eau propre et à l'assainissement est l'une des principales causes de mortalité infantile au monde. Il y a un enjeu important autour du manque de données représentatives sur la qualité de l'eau potable. Bien que la couverture en eau potable et en assainissement ait augmenté dans de nombreuses régions du monde, des inégalités considérables persistent. Les personnes les plus touchées sont généralement les plus défavorisées, notamment les familles des communautés pauvres et des zones rurales. L'eau joue un rôle essentiel dans la lutte contre la pauvreté. En Afrique subsaharienne, le taux d'accès à l'eau potable reste très faible. En 2010, ce taux est estimé à 40% avec la population rurale estimée à 77,6% au Tchad. Les cours d'eau et les puits à ciel ouvert dont se sert cette population contiennent potentiellement des germes polluants. Ceci s'observe à travers le taux important de maladies liées à l'eau telle que la diarrhée qui représente 6,45% de cas au Tchad [2]. Dans la province du Mayo-Kebbi Ouest, les eaux de surface et les eaux souterraines constituent la principale source d'approvisionnement pour les habitants. Cependant, l'eau captée peut contenir des éléments pouvant avoir des effets indésirables sur la santé comme des microorganismes pathogènes, des substances indésirables ou même des substances toxiques [3, 4]. Ces substances peuvent provenir soit du milieu physique dans lequel l'eau a évolué, soit des rejets issus de certaines activités humaines dont l'eau est devenue le réceptacle. L'eau de consommation contaminée sur l'aspect bactériologique entraîne généralement des effets néfastes sur la santé [5]. C'est dans le but d'avoir une idée sur le degré de contamination de ces eaux que cette étude a été envisagée. L'objectif de ce travail vise à évaluer sur le plan bactériologique, la qualité de l'eau consommée par la population de la localité de Lagon dans la province du Mayo Kebbi Ouest (Tchad) afin d'apprécier les risques y associés.

## 2. Matériel et méthodes

### 2-1. Zone d'étude

La zone d'étude est située dans la province du Mayo-Kebbi Ouest du Tchad, dans le département de El-Ouaya, précisément dans la sous-préfecture de Lagon. Elle est comprise entre 09°27' et 09°30' de latitude Nord, 14°31' et 14°34' de longitude Est. Cette zone est située à environ 482 km au sud de la capitale Ndjamena (*Figure 1*). Le climat est de type soudano-sahélien avec une précipitation moyenne annuelle d'environ 925mm, caractérisée par une longue saison sèche (de Novembre à Mai) et une courte saison de pluie (de Juin à Octobre). Le Mayo Kebbi constitue une cuvette ou une dépression formée par des plateaux et des massifs des formations Précambriennes. Dans la zone d'étude, on rencontre les alluvions, les granites de Léré et les séries de lamé du Crétacé Supérieur. Dans les vallées, le Quaternaire Alluvial couvre le socle précambrien et présente des couches sableuses de 10 à 25 m d'épaisseur et de bonne perméabilité [6]. L'eau souterraine des régions de socle cristallin et cristallophyllien se rencontrent dans les zones d'altération et dans les axes de fracturation affectant le socle rocheux, les aquifères sont discontinus et compartimentés [7, 8]. L'exploitation des données actualisées sur la géologie et les sols du Tchad par [9] et [10] montre que la zone d'étude est dominée par les sols peu évolués sur alluvions argileux et argilo-limoneux, les sols hydromorphes sur matériaux argilo-sableux, les sols peu évolués sur arkoses et grés de la série de Lamé. La végétation de la province du Mayo-Kebbi Ouest est très variée et se caractérise par quatre (4) types qui sont entre autres la forêt claire, la savane, la steppe et la prairie. La population de Lagon est estimée à 4569 habitants. Les principales activités économiques sont l'agriculture, l'élevage, la pêche, la cueillette, l'activité industrielle (cimenterie), le commerce, l'artisanat, la chasse et l'exploitation des ressources minières ([11]).

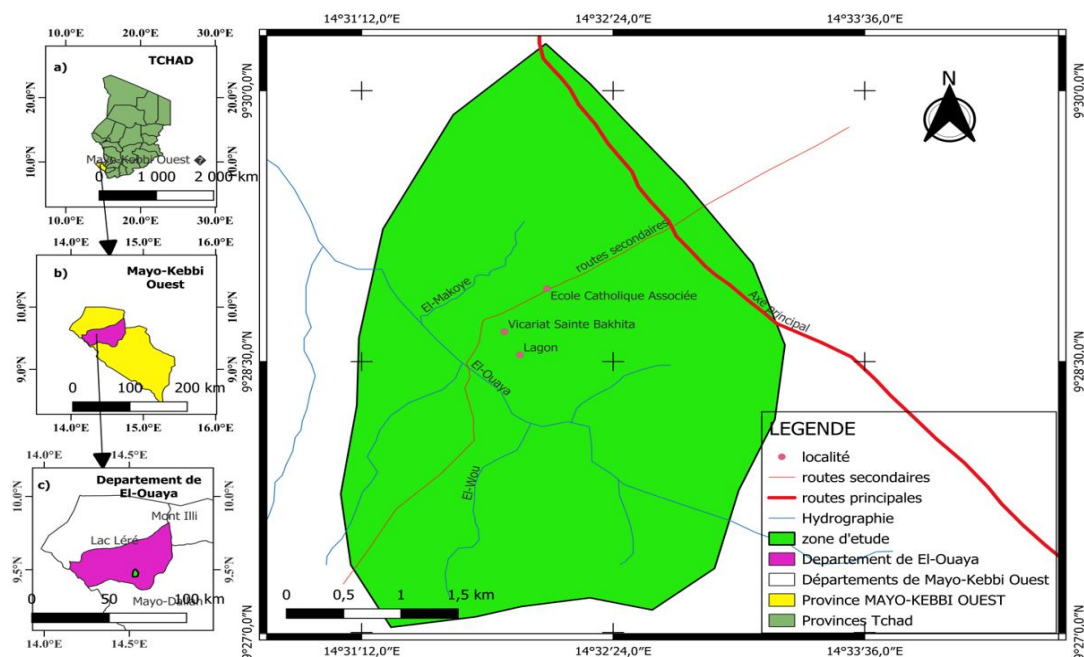


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude

### 2-2. Échantillonnage et Matériel d'analyse

L'analyse des paramètres bactériologiques des eaux a été réalisée pour déterminer la présence des bactéries qui déterminent la qualité de l'eau pour la consommation [12]. L'échantillonnage s'est déroulé pendant la saison sèche, durant le mois d'avril 2023. Seize (16) points d'eau (*Figure 2*) ont été sélectionnés dont neuf

(5) forages et onze (11) puits à ciel ouvert. Les paramètres physiques (pH, conductivité électrique (CE), TDS,) ont été mesurés sur le terrain. Selon les conditions de [12], des échantillons prélevés dans les bouteilles en polyéthylène de 500mg, ont été conditionnés dans une glacière à moins 4 °C, puis acheminés au Laboratoire National d'Analyse des Eaux (LNAE) à N'Djamena pour la mesure de la turbidité et les analyses bactériologiques [13].

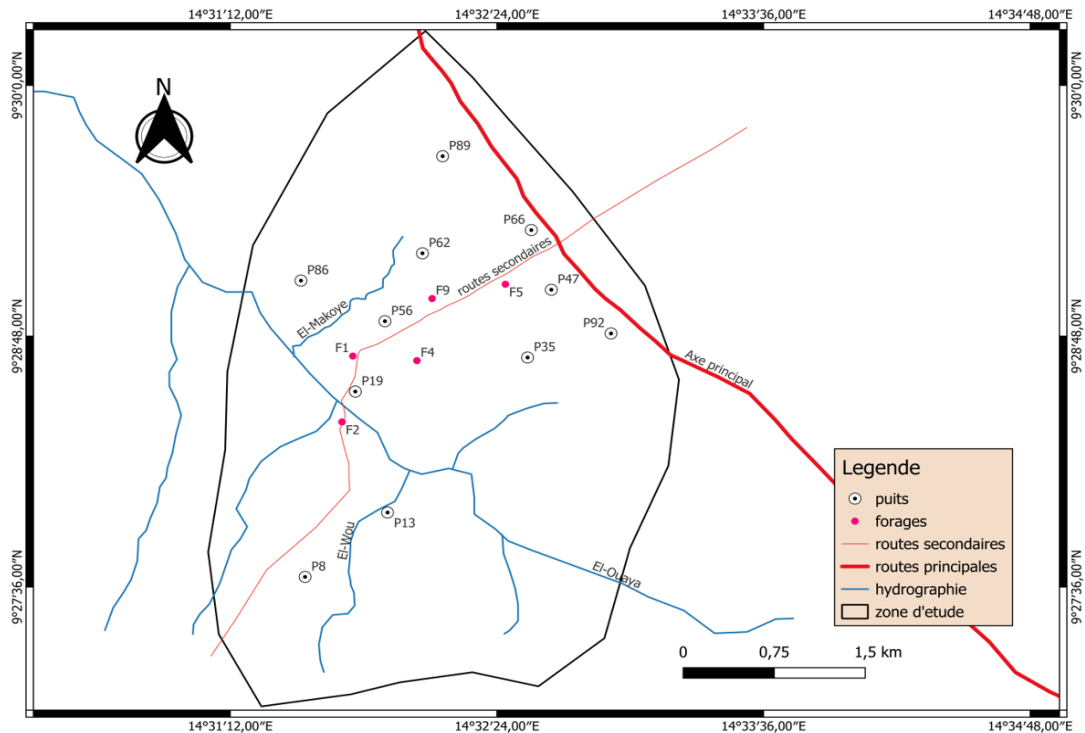


Figure 2 : Points de prélèvement des eaux souterraines

### 2-3. Processus de détermination des paramètres physiques et bactériologiques des eaux

Dans le cadre de la présente étude, les mesures des paramètres physiques ont été effectuées sur le terrain à l'exception de la turbidité. Le potentiel d'hydrogène (pH), la conductivité électrique (CE), les solides totaux dissouts (TDS) sont des paramètres très sensibles aux conditions de milieu, susceptibles de changer dans des proportions importantes s'ils ne sont pas mesurés sur place. Ils ont été mesurés immédiatement après les prélèvements des échantillons à l'aide d'un multi-paramètre de terrain (type stylo, marque APERA). La turbidité a été mesurée au laboratoire à l'aide d'un turbidimètre préalablement mis à zéro en introduisant le flacon contenant de l'eau distillée, avant le flacon de l'échantillon à l'analyser. Pour les analyses bactériologiques, quatre (04) germes indicateurs de pollution ont été analysés. Il s'agit des Coliformes totaux, la Flore aérobie totale, les coliformes fécaux (*Escherichia coli*) et les streptocoques fécaux (entérocoques fécaux). La phase primaire de cette analyse est la préparation des milieux de culture. La phase secondaire quant à elle, est la filtration sous membrane des eaux pour l'ensemencement et le dénombrement des colonies bactériennes. Elle permet d'identifier les bio-indicateurs de contamination fécale que [12] définit comme des bactéries d'habitat fécal normal et exclusif.

### 3. Résultats et discussion

#### 3-1. Variation des paramètres physiques

Les résultats d'analyse des paramètres physiques des eaux des puits et forages dans la localité de Lagon (**Tableau 1**) montrent que, les valeurs du pH des eaux des forages varient entre 6,92 et 7,38 avec une moyenne 7,10. Ces valeurs sont comprises entre 6,70 et 7,34 dans les puits pour une moyenne 7,05. Dans l'ensemble, ces eaux sont légèrement acides ( $6,70 \leq \text{pH} \leq 7,34$ ). Les valeurs de la conductivité électrique (CE) des eaux des forages varient entre 307,00 et 717,01  $\mu\text{S}/\text{cm}$  avec une moyenne 504,40  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Dans les eaux de puits, elles oscillent entre 175,10 et 763,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$  pour une moyenne 491,80  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Les solides totaux dissous (TDS) des eaux des forages varient entre 153,02 et 358,51 mg/l pour une moyenne  $252,10 \pm 95,09$  mg/l. Pour les eaux des puits, ces valeurs sont comprises entre 73,00 et 371,00 mg/l pour une moyenne de 256,70 mg/l. Ces résultats montrent que les eaux de puits sont plus minéralisées que les eaux de forages cependant, la minéralisation est faible dans l'ensemble. Les valeurs de la turbidité des eaux des forages varient entre 0,30 et 4,70 NTU avec une moyenne 1,80 NTU. Dans les eaux des puits, elles sont comprises entre 0,20 et 2,70 NTU pour une moyenne de 1,20 NTU. D'une manière générale, les eaux des forages sont plus turbides que les eaux de puits. D'après les résultats obtenus des mesures, les différents paramètres physiques mesurés respectent la norme de l'OMS, ces eaux peuvent être considérées comme admissibles pour la boisson.

**Tableau 1 :** Variation des paramètres bactériologiques des eaux de forages

Paramètres physiques	Min	Max	Moy
pH	7	7,38	7,01
Conductivité électrique (CE) ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	307	763	495,76
TDS (mg/l)	153	371	255,25
Turbidité (NTU)	4,7	4,7	1,38

*Min = Minimum ; Max = Maximum ; Moy = Moyenne.*

#### 3-2. Variation des paramètres bactériologiques

Les résultats des analyses bactériologiques (**Tableau 2**) montrent que dans les forages, les *Escherichia coli* (coliformes fécaux) sont absents. Dans les puits, leur taux est compris entre 0 et 230 UFC/100 ml avec une moyenne de 66 UFC/100 ml. Les Coliformes totaux (CT) dans eaux de forages sont comprises entre 150 et 540 UFC/100 ml pour une moyenne de 300 UFC/100 ml. Dans les puits, ces taux varient entre 150 et 770 UFC/100 ml avec une moyenne de 443 UFC/100 ml. Les streptocoques fécaux (SF) sont absents dans les eaux des forages. Dans les eaux de puits, ils varient de 0 à 70 UFC/100 ml pour une moyenne de 25 UFC/100 ml. La flore aérobie totale varie entre 370 et 610 UFC/100 ml avec une moyenne 454 UFC/100 ml dans les eaux des forages. Dans les eaux des puits, ces valeurs sont comprises entre 490 et 1540 UFC/100 ml avec une moyenne de 879 UFC/100 ml. La flore aérobie totale est plus abondante dans tous les échantillons d'eau (**Figure 3**).

**Tableau 2 :** Variation des paramètres bactériologiques des eaux de forages

Paramètres bactériologiques (UFC/100ml)	Forages			Puits		
	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy
<i>Escherichia coli</i>	0	0	0	0	230	66
Coliformes totaux	150	540	300	150	770	443
Entérocoques fécaux	0	0	0	0	70	25
Flore aérobie totale	370	610	454	490	1540	879

*Min = Minimum ; Max = Maximum ; Moy = Moyenne ; UFC = Unité Formant Colonie.*

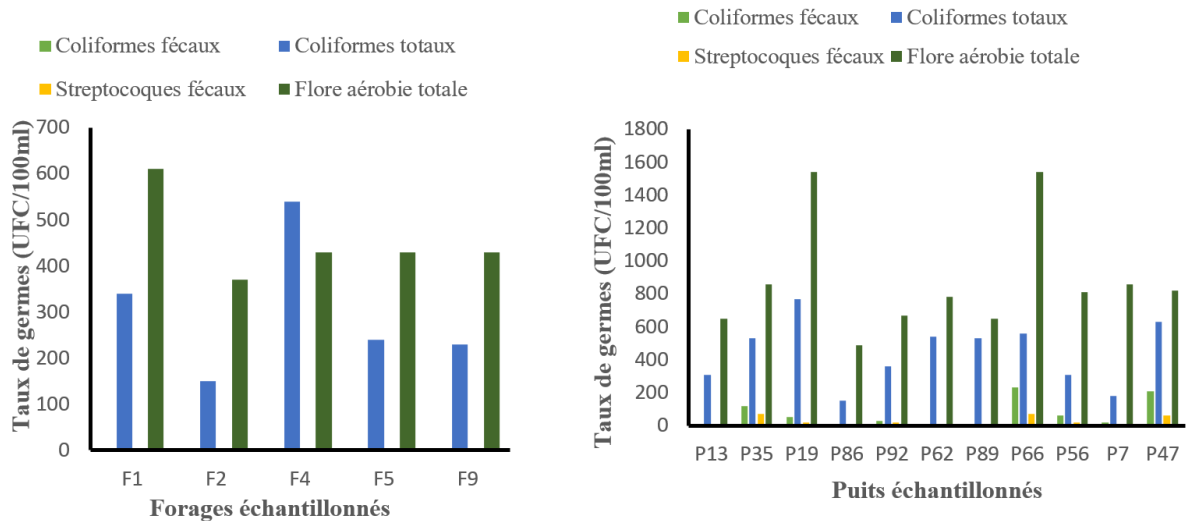
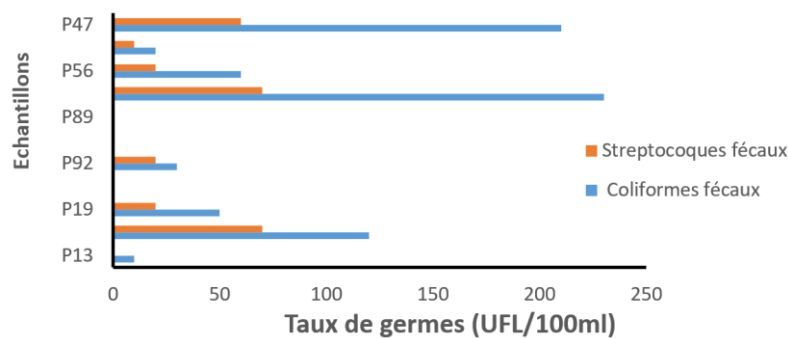


Figure 3 : Répartition des paramètres bactériologiques

### 3-3. Origine des bactéries dans les eaux

Les coliformes totaux sont des bactéries indicatrices de l'état sanitaire de la qualité des eaux et d'une possible contamination. La flore aérobie totale reflète la charge microbienne totale de l'eau et renseigne sur la qualité globale de l'environnement aquatique. La présence des coliformes totaux et de la flore aérobie totale peut se justifier par l'environnement insalubre de la zone d'étude où il y a infiltration des eaux issues de la contamination par les engrais utilisés dans les champs et de la matière organique en décomposition ainsi que des déjections animales [14]. D'après [15], la présence des coliformes totaux serait aussi liée aux rejets des eaux usées domestiques et à la proximité des puits avec les toilettes donc l'infiltration des eaux souillées affecte les puits. Les *Escherichia coli* sont reconnus comme le meilleur indicateur bactérien de contamination d'origine fécale en raison de sa spécificité [16]. La mauvaise pratique sanitaire et la divagation des animaux observées autour des points d'eau constituent une source importante de pollution des eaux [17]. La présence abondante des coliformes fécaux (*Escherichia coli*) exclusivement dans les eaux de puits témoigne de leur exposition à tout type de déchets puisqu'ils sont non protégés. Les valeurs des coliformes totaux bien plus élevées que celles des coliformes fécaux (*Escherichia coli*) indiquent une contamination qui n'est pas seulement fécale mais également environnementale. Ceci revient à comprendre que la situation globale de la zone d'étude nécessite une attention sur le plan environnemental. Les streptocoques fécaux ont été évalués par leur présence ou absence. La nécessité de détecter leur présence ou absence est due au fait que les coliformes fécaux témoignent d'une contamination fécale récente, et les streptocoques fécaux témoignent d'une contamination fécale ancienne [18, 19]. L'absence de ces deux germes dans les eaux de forages est une preuve que ces forages sont suffisamment protégés, d'une part, par leur profondeur très importante et d'autre part, par la nature imperméable des couches qui recouvrent la nappe. Les streptocoques fécaux observés dans les puits proviennent exclusivement de la matière fécale des animaux à sang chaud [15]. Elles traduisent ainsi le caractère vulnérable des eaux de puits. Le rapport SF/CF inférieur à 0,7 (Tableau 3) indique généralement que la source de contamination de l'eau est d'origine animale. L'utilisation des résultats de ce rapport pour distinguer l'origine de la contamination des eaux a été utilisée par plusieurs auteurs [20, 24]. En effet, ces deux groupes de germes sont des hôtes du tube digestif, à la différence que les coliformes fécaux témoignent d'une contamination fécale récente alors que les streptocoques fécaux, plus résistants dans l'environnement, témoignent d'une contamination fécale ancienne [18, 19]. En effet, la zone d'étude est une zone agropastorale, les déjections animales s'observent de part et d'autre dans les agglomérations, le transport de ces déjections par les eaux d'infiltration constitue l'élément fondamental de la pollution des eaux

souterraines. Les fortes teneurs des streptocoques par rapport aux coliformes fécaux (**Figure 4**) témoignent d'une contamination récente d'origine animale. En plus, l'absence de latrine dans de nombreux ménages contraint la population à effectuer ses besoins biologiques à l'air libre [25]. Les concentrations des organismes pathogènes élevées dans les eaux de puits pourraient aussi s'expliquer par le fait que les puits échantillonnés sont de faible profondeur et ne sont pas protégés (puits à ciel ouvert). Pour la plupart de ces puits, le périmètre de protection n'est pas respecté, d'où l'infiltration des eaux souillées dans les puits. Les faibles concentrations enregistrées dans les forages peuvent se justifier par le fait que les forages sont plus profonds et mieux protégés que les puits. Par ailleurs les eaux bénéficient d'une filtration des couches de sol traversées avant d'atteindre la nappe profonde. Plusieurs auteurs ont démontré que les eaux des puits traditionnels sont plus contaminées que celles des forages [26, 27]. Cette différence entre eaux de forages et de puits atteste de la protection naturelle que bénéficient les eaux de forages dues à la profondeur importante, limitant ainsi la présence des germes pathogènes.



**Figure 4 :** Comparaison entre les coliformes fécaux et les Streptocoques fécaux

**Tableau 3 :** Rapport Streptocoques fécaux/Coliformes fécaux

Ouvrage	SF (UFC/100ml)	CF (UFC/100ml)	SF/CF	Ouvrage	SF (UFC/100ml)	CF (UFC/100ml)	SF/CF
F1	00	00	00	P35	70	120	0,58
F2	00	00	00	P47	60	210	0,28
F4	00	00	00	P56	20	60	0,33
F5	00	00	00	P62	00	00	00
F9	00	00	00	P66	70	230	0,30
P8	10	20	0,5	P86	00	00	00
P13	00	10	00	P89	00	00	00
P19	20	50	0,4	P92	20	30	0,66

*Streptocoque fécaux (SF) = Entérocoque fécaux ; Coliformes fécaux (CF) = Escherichia coli UFC=Unité Formant Colonie.*

### 3-4. Risques sanitaires des eaux contaminées sur la santé humaine

La présence des coliformes totaux, coliformes fécaux (*Escherichia coli*), streptocoques fécaux (entérocoques fécaux) et flore aérobie totale dans les échantillons d'eau indique une contamination microbiologique et un potentiel risque sur la santé des consommateurs. Les coliformes totaux et la flore aérobie totale reflètent la qualité générale de l'eau sur l'aspect sanitaire, leur valeur indique une susceptibilité élevée des microorganismes pathogènes [13]. La consommation des eaux contenant les germes tels que l'*Escherichia coli* (coliformes fécaux) et les entérocoques fécaux (streptocoques fécaux), indicateurs de la pollution fécale peuvent entraîner des maladies hydriques [28, 30] telles que la diarrhée, cholera, dysenterie, fièvre typhoïde. [31] ont mis en évidence un risque accru de développer les maladies diarrhéiques et le paludisme, provoquées par la consommation d'eau contaminée par des fèces animales ou humaines, qui contiennent des microorganismes pathogènes ou par la cohabitation avec des points d'eau mal entretenus.

#### 4. Conclusion

La présente étude a été réalisée précisément dans la localité de Lagon (province du Mayo Kebbi Ouest-Tchad) en vue d'évaluer la qualité bactériologique de l'eau de puits et des forages. Les résultats de cette étude ont signalé la présence des coliformes totaux et de la flore aérobie dans toutes les eaux des puits et des forages. Les streptocoques et les coliformes fécaux sont absents dans les eaux de forages tandis qu'ils sont abondants dans les eaux de puits. Ces résultats révèlent dans l'ensemble un environnement insalubre entraînant l'infiltration des eaux chargées de polluants bactériologiques avec un taux important des germes témoins de la contamination fécale d'origine animale. Deux points d'eau de puits et tous ceux des forages sont exempts des germes fécaux et peuvent être conseillés pour la consommation. Quant aux autres points échantillonnés, ceux-ci doivent subir un traitement préalable avant toute utilisation comme eau de boisson. Les résultats de cette étude montrent que les mesures d'assainissement doivent être prises en compte par les populations afin de protéger les eaux consommées par la population des zones agropastorales.

#### Références

- [1] - OMS, Rapport OMS/UNICEF2019, 11 Juillet 2019
- [2] - MSPT (Ministère de la Santé Publique du Tchad) : Annuaire Statistique du Tchad, 2007, (2020) 232 p.
- [3] - A. O. DENONSI, N. AGOÏNON & J. B. K. VODOUNOU, Qualités physiques, chimiques et bactériologiques de l'eau de puits dans la commune de Ouessè, centre-Bénin, *Afrique SCIENCE*, 22 (4) (2023) 47 - 61
- [4] - A. L. C. MANGOUA-ALLALI, N. A. C. KOUAME & L. COULIBALY, Évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de puits et du marigot de la ville de Bocanda, Côte d'Ivoire, *Afrique SCIENCE*, 19 (3) (2021) 16 - 27
- [5] - M. A. KANIKA, I. D. SOUDY, A. M. NAZAL, O. Y. ADAM, Y. M. ALLAMINE & A. MOURSAL, Assessment of the Microbiological Quality of Drinking Water from Some Wells and Boreholes in the City of Abeche (Chad), *Food and Nutrition Sciences*, 15 (2024) 1253 - 1263. doi: 10.4236/fns.2024.1512079
- [6] - SDEAT, Schéma Directeur de l'Eau et de l'Assainissement du Tchad. HCNE-MEEPNUD-DAES., (2020) 85 p.
- [7] - M. OUEDRAOGO, Caractérisation des aquifères de socle pour l'amélioration de la productivité des forages d'hydraulique villageoise dans le bassin versant du Bandama blanc amont (Nord de la Côte d'Ivoire), Thèse de Doctorat, Paris-Saclay, (2016) 199 p.
- [8] - H. NOURADINE, Évaluation des ressources en eau dans les aquifères de socle dans la région du Guéra (Tchad) : combinaison d'approches géologiques, hydrogéologiques, géophysiques, géochimiques et d'apprentissage automatique, Sorbonne Université, (2023) 275 p.
- [9] - M. ISSEINI, Croissance et différenciation crustales au Néoprotérozoïque : Exemple du domaine panafricain du Mayo Kebbi au Sud-Ouest du Tchad (Doctoral dissertation, Université Henri Poincaré-Nancy 1), (2011) 135
- [10] - A. A. ADOUM, Matière organique et stockage du carbone dans les sols de polders de Bol nord-est du lac Tchad dans le contexte de changements globaux en milieu semi-aride, Thèse de Doctorat, Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement, (2016) 191 p.
- [11] - M. M. TCHINDEBBE, Contribution du parc national de Sena Oura dans le développement socio-économique du département de Mayo-Dallah au sud-ouest du Tchad, (2019) 102 p.
- [12] - N. MERLET, J. RODIER & B. LEGUB, L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, Dunod. Paris, (2016)
- [13] - APHA (American Public Health Association) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, (2022) 24th Edition

- [14] - T. GBAGBO, S. KPAIBE, K. GOKPEYA, N. ABLE, T. SEKI, A. BAKAYOKO, D. MELESS & N. AMIN, Caractérisation physicochimique et bactériologique des eaux de consommation de la nappe phréatique du village M'pody (Cote d'Ivoire, 22 (3) (2021) 775 - 792. <https://doi.org/10.4314/jrsul.v22i3>
- [15] - V. ALLAYAM, Qualité des eaux de consommation et prévalence des maladies hydriques dans le centre urbain de Sarh (sud-est du Tchad). Mémoire de Master, Univ. de Dschang -Cameroun, (2020) 77 p.
- [16] - C. DEGBEY, Facteurs associés à la problématique de la qualité de l'eau de boisson et la santé des populations dans la commune d'Abomey-Calavi au Bénin. Thèse de Doctorat en Sciences de la santé publique. Ecole de santé publique. Univ. Libre de Bruxelles, (2011) 312 p.
- [17] - A. BASTARAUD, J. M. RAKOTONDRAMANGA, J. MAHAZOSAOTRA, N. RAVAONINDRINA & R. JAMBOU, Environmental factors and the microbial quality of urban drinking water in a low-income country: The case of Madagascar, *Water*, 10 (2018) 1450; doi:10.3390/w10101450
- [18] - G. A. KAWOUN, B. AHAMIDE, A. ALASSANE, F. ADANDEJI & E. VISSIN, Pollution bactériologique des eaux de surface dans la Basse Vallée de l'Ouémé au sud-est Bénin, *International Journal of Engineering Science Invention (IJESI)*, Vol. 09, (10) (2020) 09 - 15 p. DOI- 10.35629/6734
- [19] - M. B. DIALLO, C. KANTE, M. BANGOURA & A. D. DIALLO, Détermination de quelques paramètres physico-chimiques et microbiologiques des eaux des puits de la commune urbaine de Mamou (République de Guinée), 2018. (hal-01731373)
- [20] - F. MERHABI, H. AMINE & J. HALWANI, Evaluation de la qualité des eaux de surface de la rivière Kadicha, *Lebanese Science Journal*, (2019) 26 p.
- [21] - M. I. O. RAJI, Y. K. E. IBRAHIM, B. A. TYTLER & J. O. EHINMIDU, Faecal coliforms (FC) and Faecal streptococci (FS) ratio as tool for assessment of water contamination: a case study of river Sokoto, northwestern Nigeria, *Asia Journal of Applied Microbiology*, Vol. 2, N°3 (2015) 27 - 34 p. DOI: 10.18488/journal.33/2015.2.3/33.3.27.34
- [22] - M. K. MAHA, H. T. ADEL & S. F. SAAD, Faecal Coliforms to Faecal Ratio Approach as Streptococci Faecal: Source Tracking Tool in Tigris River Baghdad, Iraq, *Indian Journal of Ecology 49 Special, Issue (20) (2022) 682 - 68*
- [23] - G. K. KAPUKOTUWA, C. L. ABAYASEKARA, K. C. WEERAKOON & R. S. RAJAKARUNA, Faecal indicator bacteria and microbial source tracking as tools for testing water quality and sources of contamination of Rawan-Oya tributary of the Mahaweli River in Sri Lanka, *J. Natn. Sci. Foundation Sri Lanka*, 53 (4) (2025) 421 - 436, DOI: <http://dx.doi.org/10.4038/jnsfsr.v53i4.12573>
- [24] - P. Z. MESHACH & C. G. SARGUNAR, Occurrence of indicator bacteria and pathogens in the waters of the Noyyal river near its source and downstream in Coimbatore district, *Kong. Res. J.*, 7 (2) (2020) 68 - 80, DOI:10.26524/krj.2020.25
- [25] - W. AYAD & M. KAHOU, Evaluation of the physico-chemical and bacteriological quality of well water in the El-Harrouch region (N.E-Algeria). *Journal of Material and Environmental Science*, 7 (2016) 1288 - 1297
- [26] - A. TOGO, F. K. YARO, H. KONE, A. MAIGA, M. KONE & I. BAGAYOKO, Qualité microbiologique des eaux de puits et forages de Noumoubougou dans la commune de Tienfala, au Mali, *Afrique SCIENCE*, 27 (5) (2025) 28 - 37
- [27] - A. KÉÏTA, A. DIALLO, G. TCHANANG, K. GOUMOU, J. M. KEPDIEU, C. KANTÉ & N. KÉÏTA, Evaluation of Bacteriological Parameters of Borehole Water, Wells, Taps, and the Milo River in the Urban Municipality of Kankan. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 14 (2026) 298 - 310. <https://doi.org/10.4236/gep.2026.141016>
- [28] - WHO, Guidelines for drinking-water, quality, (2024) 189 p.
- [29] - G. ZARIĆ, S. COCOLI, D. ŠARČEVIĆ, S. VJEŠTICA, R. PRODANOVIĆ, N. PUVAČA & M. CARIĆ, Escherichia coli as Microbiological Quality Water Indicator: A High Importance for Human and Animal Health, *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 74 (3) (2023) 6117 - 6124. <https://doi.org/10.12681/jhvms.30878>
- [30] - S. RATH, Microbial Contamination of Drinking Water. In: Singh, A., Agrawal, M., Agrawal, S.B. (Eds.), *Water Pollution and Management Practices*, Springer, (2021) [https://doi.org/10.1007/978-981-15-8358-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-981-15-8358-2_1)
- [31] - D. AHOUANSE SENAN, N. AGOSSOU & C. SEGBE HOUSSOU, Eau de consommation et maladies hydriques dans la commune de Lokossa au Sud-Ouest de la République du Bénin (Afrique de l'Ouest), *European Scientific Journal*, Vol. 16, N° 15 (2020), Doi:10.19044/esj.2020.v16n15p393