

Présence des nitrates dans les eaux souterraines dans le district de Bamako

Oumou LY^{1*}, Domo DJIGUIBA^{1,2}, Farmata K. YARO^{1,3}, Agnès TOGO^{1,4},
Amadou MAIGA² et Adounigna KASSOGUE³

¹ *Laboratoire National des Eaux (LNE), BP E 4161 Bamako, Mali*

² *Université des Sciences des Techniques et des Technologies de Bamako, Faculté des Sciences et Techniques,
BP E3206 Bamako, Mali*

³ *Université des Sciences, des Techniques et Technologie de Bamako, Faculté des Sciences et Techniques,
Laboratoire de Recherche en Microbiologie et Biotechnologie Microbienne, BP E3206 Bamako Mali*

(Reçu le 29 Juin 2026 ; Accepté le 04 Août 2026)

* Correspondance, courriel : lyoumou98@yahoo.fr

Résumé

Le contexte de ce travail est de mettre en évidence la présence des nitrates dans les eaux souterraines du District de Bamako à des concentrations supérieures à la norme malienne à partir de constats établis lors des études sur des échantillons d'eau souterraines analysés de 2018 à 2020 et de classer les quartiers selon la pollution par les nitrates et de voir si ce sont les eaux de puits ou celles des forages qui sont les plus polluées. Pour y parvenir, 138 échantillons d'eau (50 forages et 68 puits) ont été analysés dans les six communes du District de Bamako. Les déterminations des nitrates ont été réalisées par la technique de chromatographie ionique. Les résultats obtenus des communes sont ainsi classées selon le niveau de pollution par les nitrates : Commune V (295,86 mg/l) > Commune I (220,24 mg/l) > Commune VI (156,69 mg/l) > Commune II (101,84 mg/l). Il faut signaler aussi que les eaux souterraines les plus polluées sont à Sabalibougou avec une moyenne de 295,86 mg/L, à Banconi Diankinébougou et Sotuba avec une moyenne de 220,24 mg/L à Kababougou, 1008 Logements et Yorodiamougou avec une moyenne de 156,69 mg/L à Djélibougou Doumanzana et à l'Hippodrome avec une moyenne de 101,84 mg/L. Aussi, 79% des puits contre 21% des sources d'approvisionnement sont pollués par les nitrates. Ces résultats mettent en évidence la dégradation de la qualité de la masse d'eau plus exposées à cette pollution et cette pollution augmente progressivement dans les eaux de forage. Cependant pour mieux protéger les eaux souterraines et la population des désagréments liés à la pollution par les nitrates, il est nécessaire d'attirer l'attention sur les risques et dangers liés à la consommation des eaux polluées par cet élément.

Mots-clés : *District de Bamako, commune, eaux souterraines, nitrates.*

Abstract

Presence of nitrates in groundwater in the Bamako district

This study aims to highlight the presence of nitrates in the groundwater of the Bamako District at concentrations exceeding Malian standards, based on findings from groundwater samples analyzed between 2018 and 2020. It also seeks to classify neighborhoods according to nitrate pollution levels and determine whether well water or borehole water is more heavily polluted. To achieve this, 138 water samples (50 from boreholes and 68 from wells) were analyzed across the six communes of the Bamako District. Nitrate levels were determined using ion chromatography. The communes were ranked by nitrate pollution level as follows: Commune V (295.86 mg/L) > Commune I (220.24 mg/L) > Commune VI (156.69 mg/L) > Commune II (101.84 mg/L). Notably, the most polluted groundwater was found in Sabalibougou (mean: 295.86 mg/L); Banconi Diankinébougou and Sotuba (mean: 220.24 mg/L); Kababougou, 1008 Logements, and Yorodiamougou (mean: 156.69 mg/L); and Djélibougou Doumanzana and Hippodrome (mean: 101.84 mg/L). Furthermore, 79% of the wells were found to be polluted with nitrates, compared to 21% of the other supply sources. These results highlight the degradation of water quality in the areas most exposed to this pollution and indicate a progressive increase in nitrate levels within borehole water. However, to better protect groundwater and the population from the adverse effects of nitrate pollution, it is necessary to draw attention to the risks and dangers associated with consuming water contaminated by this substance.

Keywords : *Bamako District, commune, groundwater, nitrates.*

1. Introduction

L'importance de l'eau en particulier celle des eaux souterraines n'est pas à démontrer [1]. D'ailleurs, l'utilisation des eaux souterraines a pris une proportion importante dans la ville de Bamako [2]. Le nombre croissant de forages réalisés au Mali et particulièrement à Bamako appuie cette confirmation. Ces affirmations sont soutenues par la réalisation au Mali de plusieurs nouveaux forages au cours de ces dernières années. Selon les données, au total 6173 échantillons d'eau provenant de nouveaux forages ont été reçus et analysés au LNE de janvier 2018 à Décembre 2021 (soit 1855 en 2018, 1321 en 2019, 1434 en 2020 et 1563 en 2021). Ce Chiffre est indicatif car d'autres entreprises réalisent des forages qui ne sont répertoriés ni par la Direction Nationale de l'Hydraulique (DNH) ni par Le Laboratoire National des Eaux (LNE) [3]. Cependant, la prolifération incontrôlée des forages est souvent perçue comme une menace. En effet, ces eaux peuvent contenir des micro-organismes ou des substances nocives pour la santé humaine et être impropre à la consommation humaine [4]. Les eaux de forage, longtemps considérées comme non dangereuses, présentent actuellement des signes de pollution par les nitrates dans certains quartiers de la ville de Bamako et dans d'autres régions du Mali [5]. Si, antérieurement les eaux de puits étaient celles qui souffraient le plus de la pollution par les nitrates, de nos jours, il s'est avéré que mêmes celles provenant des forages en présentent des concentrations très élevées [5]. La présence des nitrates n'est pas sans conséquence lorsque la ressource est destinée à la production d'eau potable [6]. L'une des sources des nitrates démontrée par les études s'avère être les déchets. En 2020, Bamako a produit 1543 tonnes de déchets solides par jour dont 30% seulement ont été évacués à cause notamment d'une absence de décharge finale [7]. L'augmentation rapide de ces volumes de déchets pourrait engendrer des risques pour la qualité des eaux souterraines et la contamination de ces eaux souterraines devient inévitable à long terme, car le fond de la décharge est en dessous de la nappe phréatique. [8]. Les populations des quartiers de Bamako utilisent ces eaux souterraines comme principale source après l'eau du robinet, car le manque de moyens les amène à se préoccuper plus de l'accès à l'eau à

moindre tarif sans penser aux conséquences qui peuvent en résulter [9]. Les hypothèses que cette contamination des eaux souterraines par les nitrates soit visible dans tous les quartiers, aussi bien dans les forages que dans les puits sont de mise. Cette pollution présente un risque. Ingérés en trop grande quantité, les nitrates ont des effets toxiques sur la santé humaine [10]. En effet, Ce choix pour les nitrates est motivé par le fait que ces substances, malgré leur intérêt dans l'amélioration des rendements agricoles, deviennent, selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), au-delà de 50 mg/L, nuisibles à la santé des enfants et au-delà de 100 mg/L à celle des adultes et à l'environnement [11]. Des concentrations élevées de plus 50 mg/L NO_3^- (Directive Européenne 98/83/CE) en nitrates engendrent chez les êtres humains et plus particulièrement les femmes enceintes et les bébés la méthémoglobinémie infantile et des risques de cancers de l'estomac. [12] Dans le cadre de ses activités quotidiennes (le contrôle et le suivi de la qualité des ressources en eaux), le Laboratoire National des Eaux a été amené à constater une présence plus ou moins constante des nitrates dans les eaux souterraines de Bamako de 2018 à 2020. Ces concentrations sont très élevées dans certaines eaux pourtant utilisées par les populations. La concentration en nitrates des eaux de puits de certains quartiers du district de Bamako varie au cours de la période de l'étude de 1,33mg/l à 80,09 mg/l en saison sèche et de 0,12mg/l à 97,58mg/l durant la saison des pluies [13]. Une étude menée par l'École Nationale d'Ingénieurs a également montré qu'un nombre non négligeable des eaux analysées à Bamako ont des taux de nitrates dépassant les normes [5]. Dans un programme de suivi de la qualité des eaux dans la région de Kayes, au Mali, il a été retrouvé des concentrations de nitrates supérieures à la norme (50 mg/L) dans plus de 200 points d'Eau Moderne [14]. Pour se prémunir de la dangerosité des nitrates, l'Agence américaine pour la Protection de l'Environnement se montre assez restrictive et fixe la limite admissible à 45 mg/l (10mg/l de $N-NO_3^-$). La valeur guide recommandée par l'OMS est de 50mg/l. Cette étude considérera la norme en vigueur au Mali soit (50 mg/L de NO_3^-) [15]. L'objectif de l'étude est de déterminer les niveaux de pollution des eaux souterraines du District de Bamako par les nitrates. Elle montrera à quelle proportion les nitrates sont présents dans les eaux des quartiers du district de Bamako. Elle permettra également de déterminer quels sont les quartiers et les communes les plus touchés. Ainsi cette étude permettra de disposer des données de base nécessaires pour une gestion plus rationnelle des eaux souterraines, contribuant ainsi à la lutte contre la pollution et de répertorier et cartographier par la suite les zones vulnérables aux nitrates. L'originalité de ce travail est d'une part que les études antérieures n'ont pas pris spécifiquement les nitrates comme paramètre de pollution et se sont peu intéressées à faire une classification des quartiers selon la contamination par les nitrates. Selon les résultats obtenus à la suite de cette étude, la viabilisation, l'hygiène et la salubrité par exemple peuvent être une solution pour éviter la contamination par les nitrates.

2. Matériel et méthodes

La base de données du Laboratoire National des Eaux a été sollicitée et mise à profit.

2-1. Matériel

Les matériels utilisés dans le cadre de cette étude sont :

- Un conductimètre LF 197 de marque WTW nous a permis de déterminer la conductivité électrique de l'eau ;
- Un chromatographe ionique de marque Metrohm nous a permis de déterminer les anions majeurs ;
- Un Chromatographe ionique à flamme de marque JENWAY A été utilisé pour déterminer la teneur en sodium et en potassium.
- Un titreur automatique muni d'électrodes spécifiques de marque Metrohm nous a permis de mesurer le pH, le calcium, le magnésium et la dureté.

L'étude a été réalisée dans les 6 communes du District de Bamako qui est la capitale et le principal centre administratif du Mali. Son rythme de croissance urbaine est actuellement le plus élevé d'Afrique (et le sixième au monde). Elle s'étend d'ouest en est sur 22 km et du nord au sud sur 12 km, pour une superficie de 267 km² [16]. Les pluies régulières estivales permettent le développement d'une savane arborée ainsi que la culture de plantes telles que le sorgho, le maïs et le coton. L'accroissement démographique de Bamako est impressionnant [16]. À Bamako, les eaux souterraines se répartissent dans deux types de systèmes aquifères d'une part l'aquifère supérieur ou superficiel dans les formations de recouvrement du quaternaire et d'autre l'aquifère inférieur ou profond dans les formations gréseuses du précambrien. Ces deux aquifères sont généralement en relation Hydraulique constituant ainsi un système bicouche [5]. La **Figure 1** ci-dessous illustre la localisation du district de Bamako.

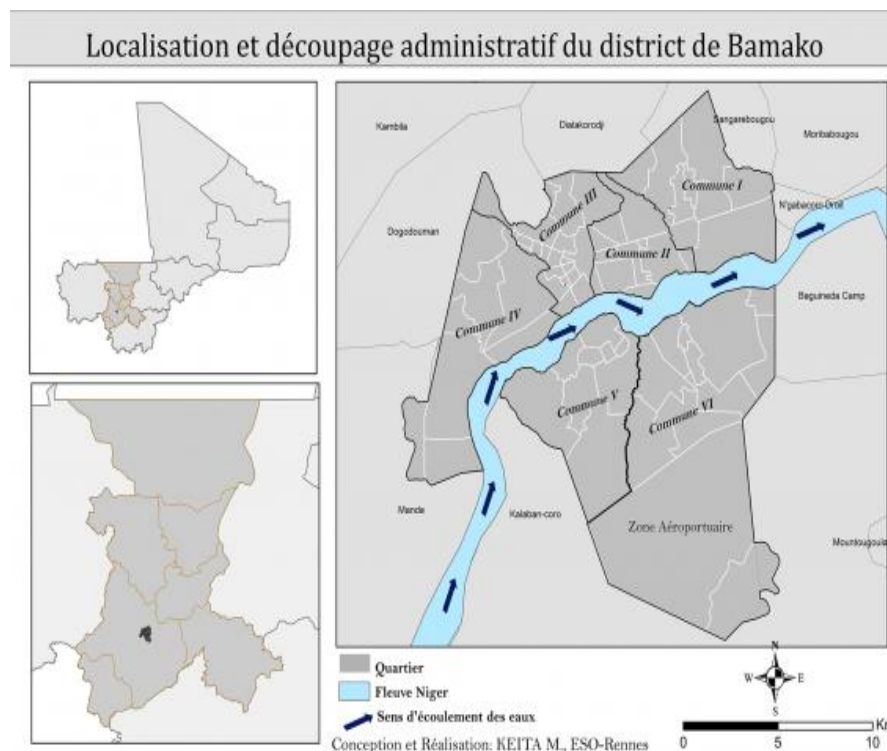


Figure 1 : Localisation et découpage administratif du District de Bamako source : [11]

Le **Tableau** ci-après donne les informations sur les communes du District de Bamako.

Tableau 1 : Présentation des différentes communes du District de Bamako

Communes	Quartiers	Superficie	Densité	Source
La Commune I	Banconi, Boukassoumbougou, Djélibougou, Doumanzana, Fadiguila, Sotuba, Korofina Nord, Korofina Sud, Sikoroni	34,26 Km ²	9 790 hbts/Km ²	[16]
La Commune II	Niaréla, Bozola, Bagadadi, Médina Coura, Missira, Hippodrome, Quinzambougou, Bakaribougou, TSF, Zone Industrielle, Bougouba, N' Gomi et Konébougou.	16,81 km ²	11 335 hbts/Km ²	[16]
La Commune III	Ouolofobougou, Dravéla, Bamako Coura-Bolibana, Badialan II, N'Tomikorobougou, Ouolofobougou Bolibana, Dravéla Bolibana, Darsalam, Badialan III, Niomirambougou, Sirakoro Dounfing, BamakoCoura, Badialan I, Kodabougou, Centre Commercial, Koulouniko, Koulouba, Point «G», Sogonafing, Samé.	23 Km ²	6485 hbts/Km ²	[16]
La Commune IV	Taliko, Lassa, Sibiribougou, Djikoroni-Para, Sébénikoro, Hamdallaye, Lafiabougou et Kalabambougou	37,68 km ²	10 023 hbts/km ²	[16]
La Commune V	Badalabougou, Torokorobougou, Sabalibougou, Quartier-Mali, Daoudabougou, Kalaban-Coura, Baco-Djicoroni et Sema I	41 km ²	14 471 hbts/km ²	[16]
La Commune VI	Banankabougou, Dianéguéla, Faladié, Magnambougou, Missabougou, Niamakoro, Sénou, Sogoniko, Sokorodji et Yirimadio	88,82 km ²	6128 hbts/km ²	[16]

2-2. Méthodes

La base de données du Laboratoire National des Eaux a été mise à profit pour déterminer la présence des nitrates (Etudes commanditées et données des analyses faites au LNE). L'étude est rétrospective sur la base des données existantes pour prouver la présence des nitrates dans les eaux souterraines de Bamako. Elle est une étude à la fois qualitative et quantitative. Les eaux de forage et de puits dans le District de Bamako qui présentent des concentrations élevées de nitrates (≥ 30) ont été prises en compte. Les eaux de forage et de puits dans le District de Bamako qui présentent des concentrations de nitrates ≤ 30 ont été exclues. L'anonymat concernant les familles dans lesquelles ces eaux ont été prélevées a été observé. Pour cette étude, 138 échantillons ont fait l'objet d'analyses entre 2018 et 2019. Dans les quartiers en 2022, seulement les échantillons qui ont présentés des concentrations élevées de nitrates ont été considérés. Les échantillons d'eaux ont été prélevés dans des flacons de 1,5 litre, reçus et enregistrés au Laboratoire National des Eaux. Les analyses physico-chimiques ont été faites par chromatographie ionique et par titrage. Les résultats d'analyses sont dressés sous forme de tableau.

3. Résultats

Les résultats des premières études ont montré une présence importante de nitrates dans certaines eaux souterraines de Bamako. Les **Figures de 2 à 9** montrent les teneurs en nitrates dans les eaux de certains quartiers selon les investigations du LNE.

3-1. Résultats de l'état de la pollution des eaux souterraines du District de Bamako par les nitrates entre 2018 et 2019

3-1-1. Banconi Diankinébougou :

Les résultats de la **Figure 2** montrent que la valeur minimale des nitrates dans les eaux de puits (P) et de forages (F) à Bankoni Diankinébougou est de 64,68 mg/L et la maximale de 883,33 mg/L pour une moyenne de 430,94 mg /L sur 20 points prélevés, alors que la norme malienne est de 50 mg/L.

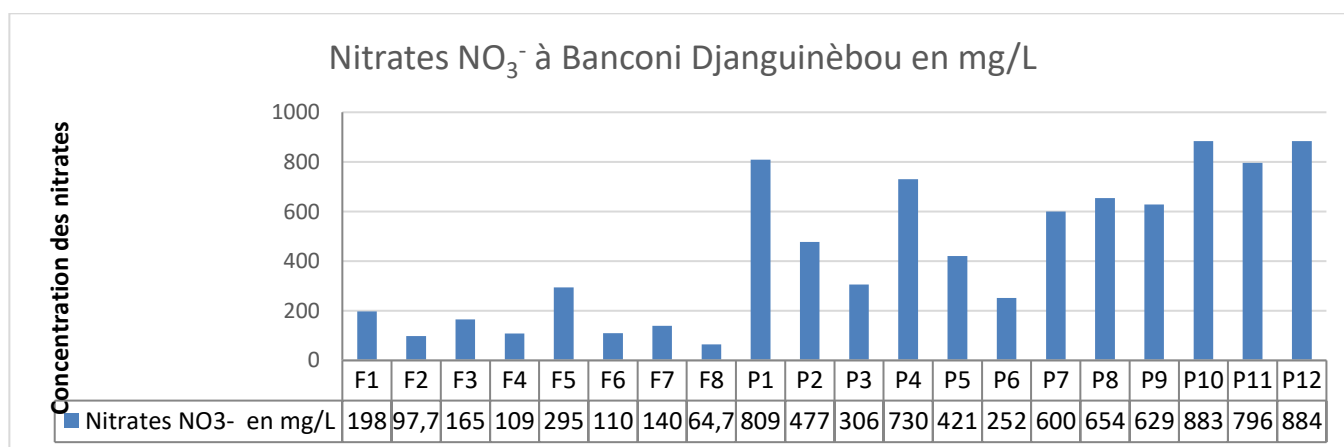


Figure 2 : Teneurs des nitrates dans les eaux du quartier de Banconi Diankinébougou en Commune I

Dans ce quartier, il est observé un dépassement de la norme des nitrates dans toutes les eaux (Puits et forage). Mais à l'exception du puits P6 toutes les eaux de puits ont une concentration en nitrates plus élevée que celles des forages.

3-1-2. Korofina

La **Figure 3** montre que, la valeur minimale des nitrates dans les eaux de puits et de forages à Korofina est de 1,58 mg/L et la maximale de 134,22 mg/L pour une moyenne de 59,53 mg/L sur 30 points prélevés.

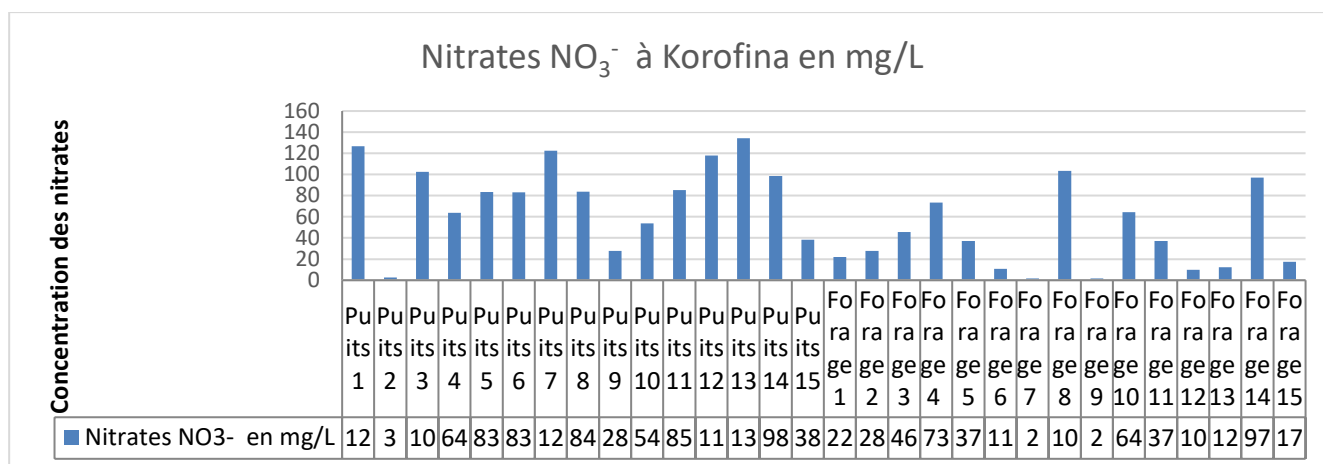


Figure 3 : Teneurs de nitrates dans les eaux du quartier de Korofina en Commune I, en 2019

Excepté les puits 2 et 9 toutes les eaux de puits ont des teneurs en nitrates supérieures à la norme (50mg/L) soit 86,66% des puits contre 26,67% pour les forages.

3-1-3. Sabalibougou

Les résultats des études menées en 2018 et 2019 (**Figures 4 et 5**) ont montré que la valeur minimale des nitrates dans les eaux de puits et de forage à Sabalibougou en 2018 est de 1,70 mg/L et la maximale de 28,71 mg/L sur 8 points prélevés. donc les données de 2018 doivent être exclues de cette étude (voir population de l'étude). En 2019 ils donnent comme minimale 0,91 mg/L et comme maximale 220,00 mg/L sur 30 points prélevés. Ces deux études ont montré une augmentation conséquente des concentrations en nitrates dans ce quartier.

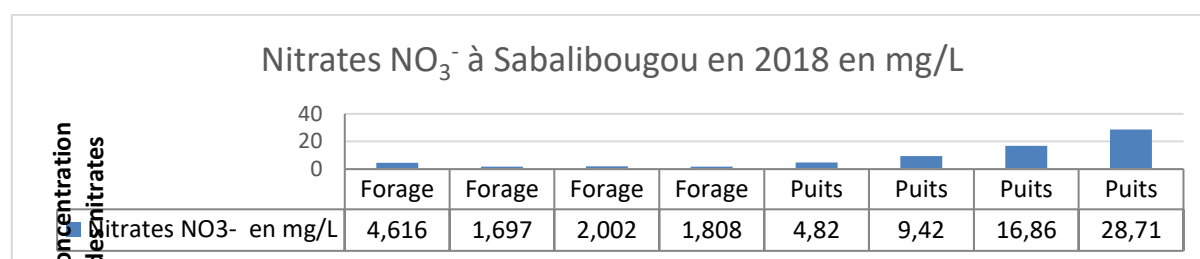


Figure 4 : Teneurs des nitrates dans les eaux de Sabalibougou en Commune I, en 2018

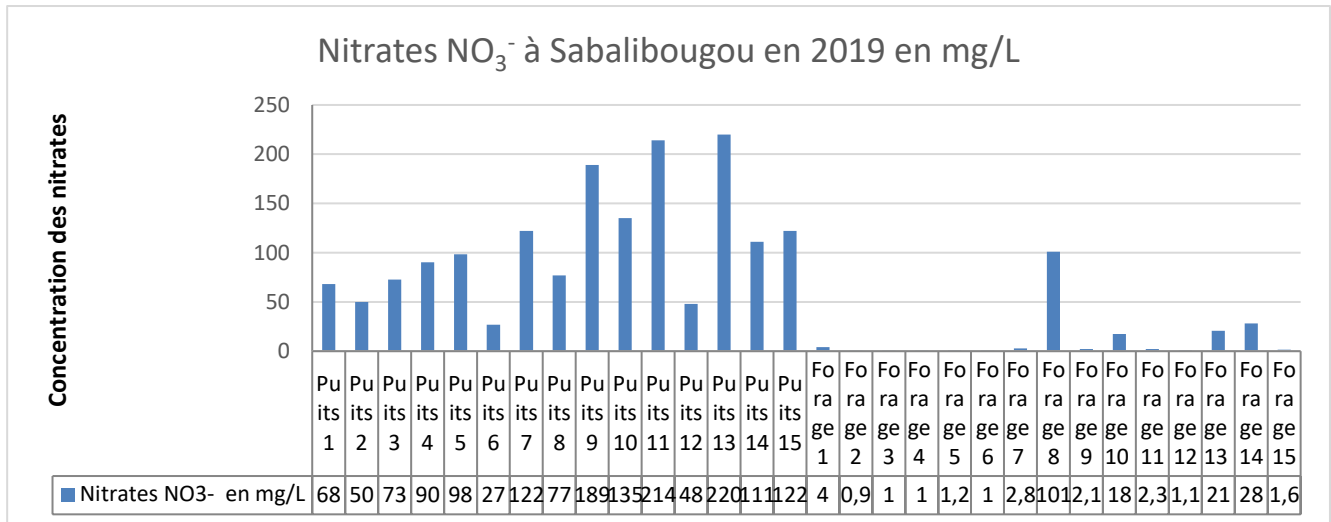


Figure 5 : Teneurs des nitrates dans les eaux de Sabalibougou en Commune I, en 2019

En 2019 les prélèvements effectués au niveau de nouveaux points ont donné des résultats des nitrates élevés souvent supérieurs à la norme de 50 mg/L. Ainsi, 86,67% des puits ont des eaux avec des teneurs supérieures à 50 mg/L contre 6,67% pour les forages.

3-1-4. Kalaban Coura

Les résultats de l'étude menée en 2019 (**Figure 6**) montrent que la valeur minimale des nitrates dans les eaux de puits et de forage à Kalaban Coura est de 0,52 mg/L et la maximale de 143,72 mg/L pour une moyenne de 46,02 mg/L sur 30 points prélevés.

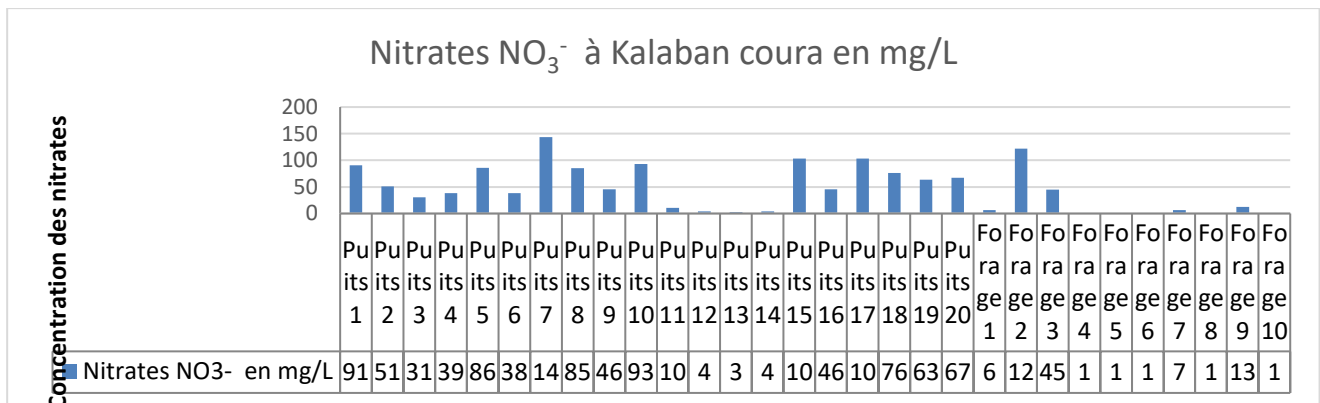


Figure 6 : Teneurs des nitrates dans les eaux de Kalaban Coura en Commune V, en 2019

55% des puits ont des valeurs supérieures à la norme contre 10% pour les forages à Kalaban coura. 4 Puits sur 20 seulement ont des valeurs inférieures à 30 mg/l contre 2 forages sur 10.

3-1-5. Niamakoro

Les résultats de l'étude menée en 2018 au LNE (**Figure 7**) montrent que la valeur minimale des nitrates dans les eaux de puits et de forage à Niamakoro est de 5,84 mg/L et la maximale de 62,72 mg/L pour une moyenne de 27,16 mg/L sur 6 points prélevés.

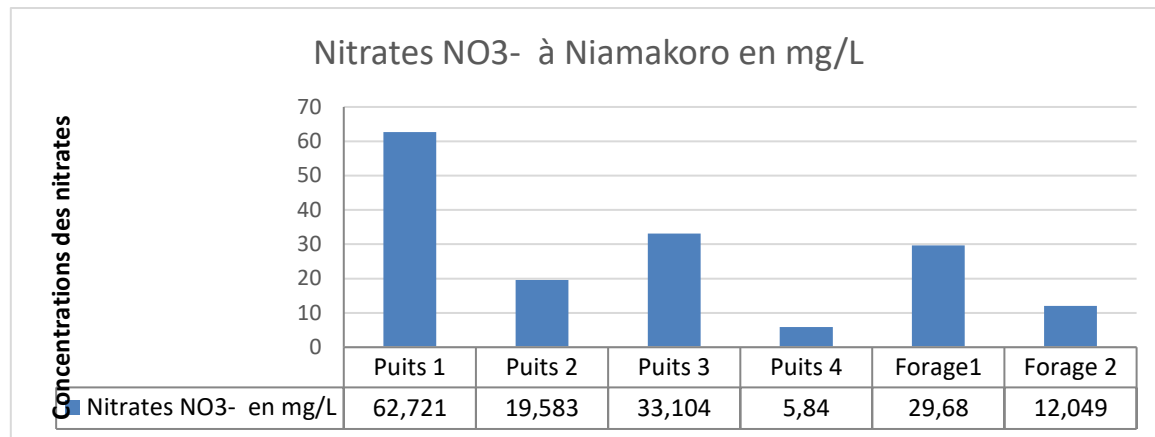


Figure 7 : Teneurs de nitrates dans les eaux de Niamakoro en Commune V, en 2018

Selon la **Figure 7**, les puits 1 et 3 présentent des valeurs supérieures à 30mg/L.

3-1-6. Yirimadio-Yorodiambougou

Les résultats de l'étude menée en 2018, au LNE (**Figure 8**) ont donné comme valeur minimale des nitrates à Yirimadio-Yorodiambougou 1,98 mg/L et comme maximale 63,10 mg/L pour une moyenne de 25,84 mg/L sur 9 points prélevés.

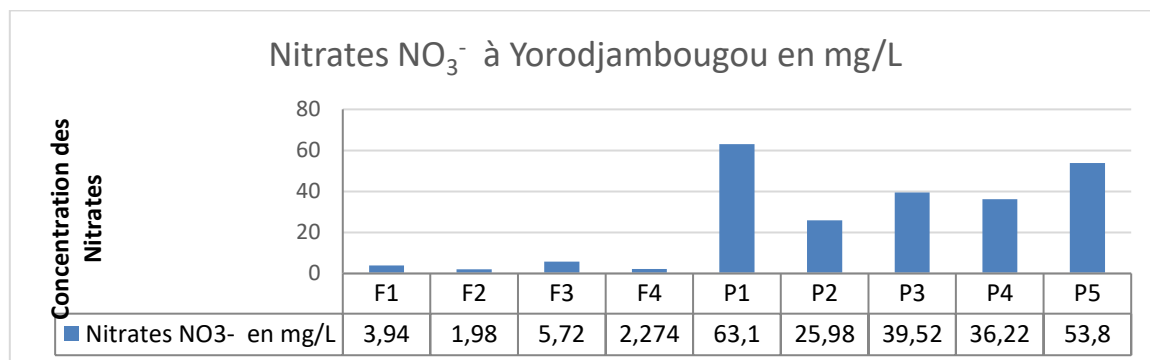


Figure 8 : Teneurs de nitrates dans les eaux Yorodiambougou dans la commune VI, en 2018

Dans ce quartier, 4puits sur 5 ont des concentrations en nitrates supérieures à 30 mg/l.

3-1-7. Sogoniko

En 2018, les résultats de l'étude menée au LNE (**Figure 9**) a donné comme valeur minimale des nitrates à Sogoniko 32,99 mg/L et comme maximale 264,07 mg/L pour une moyenne de 81,76 mg/L sur 5 points prélevés.

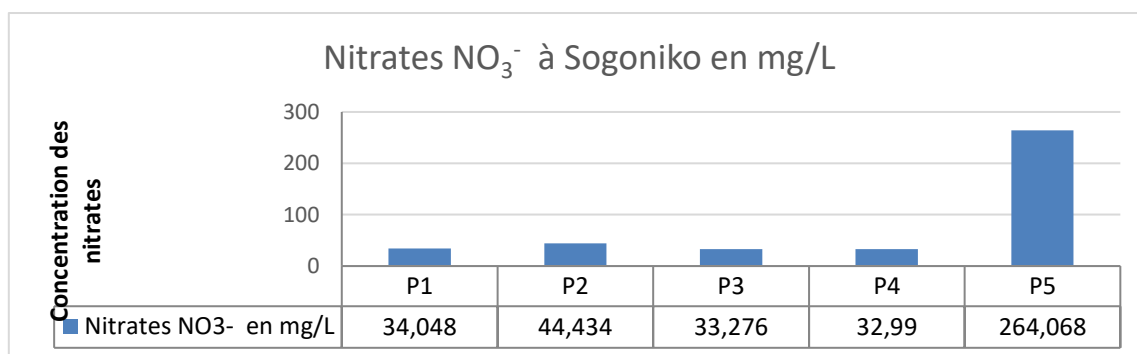


Figure 9 : Teneurs de nitrates dans les eaux du quartier Sogoniko en Commune VI, en 2018

Les résultats montrent que quelle que soit l'année ou la commune, les eaux de puits sont les plus polluées en nombre et en concentration. Mais il est à souligner que la pollution est de plus en plus fréquente dans les eaux de forage également.

3-2. Résultats des zones de Bamako où les eaux souterraines sont les plus polluées en 2022

Le **Tableau 2** illustre les teneurs des nitrates observées dans les quartiers sur la base des analyses faites pour les clients. Il ne prend en compte que les valeurs supérieures ou égales à 30mg/l. Ces moyennes prennent en compte tous les résultats obtenus dans les eaux souterraines de Bamako quelle que soit la valeur.

Tableau 2 : Moyennes des nitrates dans les quartiers

COMMUNES	Lieu	Teneur moyenne en NO ₃ ⁻ mg/l
I	Banconi	141,04
I	Banconi Razel	66,65
I	Banconi Diankinébougou	328,28
I	Boukassoumbougou	47,70
I	Fadjiguila Razel	157,50
I	Sangarebougou	69,75
I	Sangarebougou Marseille	180,82
I	Konatebougou	189,22
I	Doumanzana	90,78
I	Korofina	184,97
I	Sotuba	43,45
I	Kognoumani	40,78
I	Titibougou	30,82
En considérant ces moyennes, il est observé que dans 9 quartiers sur 13, les concentrations des nitrates sont très importantes. Ces valeurs sont souvent largement supérieures à la norme malienne de l'eau potable.		
II	Bozola	87,05
II	Hippodrome	52,72
II	Hippodrome II	52,57
II	Quinzambougou	90,17
II	Médina coura	35,53
II	Niaréla	46,39
II	Bagadadji	116,15
En commune II, les moyennes obtenues montrent, que dans 5 quartiers sur 7, les concentrations des nitrates sont très importantes. Dépassant souvent la norme malienne de l'eau potable.		
III	Badialan2	51,78

COMMUNES	Lieu	Teneur moyenne en NO ₃ ⁻ mg/l
III	Badialan3	84,00
III	Dar Salam	132,80
III	Base A	73,10
III	Base B	38,60
III	Bolibana	49,96
III	Niomyirambougou	104,80
III	Ouolofobougou	132,80
III	Samè	35,00
Les moyennes observées dans la commune III sont élevées dans 6 quartiers sur 9 avec des valeurs souvent largement supérieures à la norme malienne de l'eau potable.		
IV	ACI2000	37,21
IV	Hamdallaye	241,01
IV	Sibiribougou	208,86
IV	Lafiabougou	71,08
IV	Lafiabougou Bougoudani	41,48
IV	Lassa	31,90
IV	Sébenikoro cité Woyowayanko	40,14
IV	Taliko	63,28
En Communes IV, les moyennes sont élevées dans 4 quartiers sur 8. Mais les valeurs sont assez considérables à Hamdallaye et Sibiribougou.		
V	Bacodjicoroni	40,98
V	Daoudabougou	94,23
V	Kalaban Coura	48,56
V	Kalaban Coura ACI	68,14
V	Kalaban ADEKEN	135,48
V	Quartier Mali	42,21
V	Sabalibougou	144,46
En considérant ces moyennes, il est observé que dans 4 quartiers sur 7, les concentrations des nitrates sont importantes.		
VI	Banankabougou	34,28
VI	Faladié	43,74
VI	Magnambougou	48,78
VI	Sogoniko	105,48
VI	Yirimadio	55,39
VI	Yirimadio ATThougou	91,34
VI	Yorodjambougou	32,45
En considérant les moyennes de la Commune VI, il est observé que dans 3 quartiers sur 7, les concentrations des nitrates sont élevées.		

- Résultats de la pollution en nitrates selon les sources d'approvisionnement (puits ou forage)

Cent trente-huit sources d'approvisionnement ont servi pour la caractérisation de la pollution. Les résultats montrent que 79% des puits contre 21% des forages sont pollués par les nitrates.

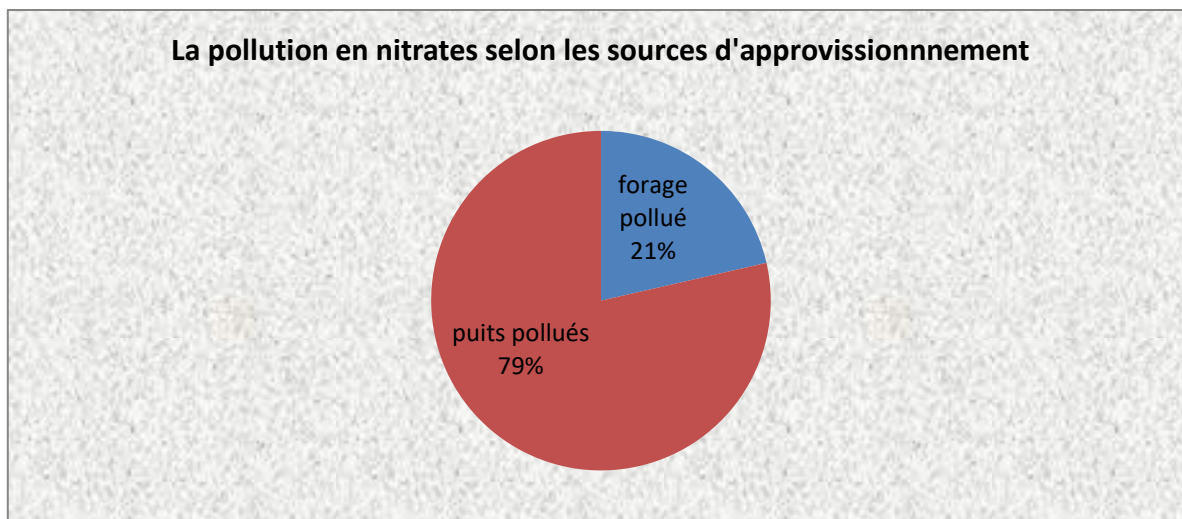


Figure 10 : *Teneurs de nitrates dans les eaux des quartiers de Bamako*

4. Discussion

Dans cette étude, la présence des nitrates avec des concentrations très élevées dans les eaux souterraines est de plus en plus perçue à Bamako. Des études préalables avaient abouti à cette présence aussi bien à Bamako que dans d'autres localités du Mali ainsi que dans d'autres pays. Ainsi, les travaux de [2], [5], également concluaient cette présence accentuée des nitrates dans les eaux souterraines de Bamako à des concentrations allant jusqu'à 132 mg/L. Cependant, contrairement à l'étude de [2] et du LNE (2016-2017), qui concluaient que cette pollution par les nitrates était surtout perçue dans les quartiers très peuplés, la présente étude a mis en évidence que mêmes les quartiers moins peuplés peuvent avoir un taux de nitrates assez élevé. En effet, elle est observée dans toutes les communes, indépendamment du nombre d'habitants. (Base de données LNE). [17] montre qu'en fonction des périodes et des sites de prélèvement, des concentrations considérablement élevées sont constatées dans les eaux de source dans les wilayas de Constantine et Guelma. Cette présente étude montre que quelle que soit la période, le taux de nitrates reste élevé dans les eaux. Ce type d'analyse des données n'a pas fait par la présente étude. À la lumière des résultats obtenus par [18], la teneur en nitrate dans les puits était élevée dans 53% avec une moyenne de 58,9 mg/l. La contamination des puits est générale à Niamakoro. La présente étude a confirmé que les eaux de puits s'avèrent être les plus touchées par cette pollution par les nitrates avec des concentrations allant jusqu'à 700 mg/L comme observé dans les travaux de [5], de [2] et de Kadiatou SIMA (2021) [19]. Selon l'étude de SAMAKE D. et al. (2015), la Contamination des eaux dans les puits est plus rapide que dans les forages. Les Communes II et VI sont les moins polluées par les nitrates en 2020. Ces résultats de cette étude confirment ceux des études antérieures de [5], [20] et donnent les concentrations élevées des nitrates dans les mêmes communes. Mais, cette étude a montré qu'en plus des puits, les forages également présentent des concentrations assez fortes avec une moyenne de 112,59mg/L [13]. Contrairement à une des conclusions des travaux antérieurs [5] de [2], celui-ci a mis en évidence que même les eaux des communes moins peuplées peuvent avoir un taux de nitrates assez élevé.

5. Conclusion

En conclusion, la présence des nitrates à des concentrations très élevée dans les eaux souterraines est effective à Bamako. La concentration des nitrates obtenus sur les échantillons prélevés ; met en évidence que la qualité de la masse d'eau est dégradée, particulièrement dans quatre communes sur les 6 (I, III, IV et V) dans lesquelles la concentration moyenne des nitrates en 2020 dépasse la norme de 50 mg/L. La commune VI s'est avérée la moins polluée avec des moyennes qui sont toutes en deçà de la norme de l'eau potable et en bas de 30mg/l. Une remarque de taille est que la présence de nitrates, avec des valeurs assez élevées, est également constatée dans les quartiers moins peuplés (Taliko, Hippodrome, Boukassoumbougou, Korofina Nord, etc.). 79% des eaux de puits présentent des concentrations supérieures à la norme contre 21% des eaux d forages. En commune I où le nombre de points touchés est plus élevé, 9 quartiers sur 13 touchés ont des eaux polluées par les nitrates. Ce travail a abouti à la conclusion que les nitrates sont présents dans les eaux de plusieurs quartiers de Bamako souvent à des concentrations très élevées. Cependant, pour mieux protéger les eaux souterraines et la population des désagréments liés à la pollution par les nitrates, il est nécessaire d'attirer l'attention sur les risques et dangers liés à la consommation des eaux polluées par cet élément. Cette étude montre la nécessité de faire des études plus poussées afin de toucher le maximum de points d'eau dans le district de Bamako.

Références

- [1] - O. INFO, "L'ACCES A L'EAU POTABLE : PLUS DE 2 MILLIARDS DE PERSONNES TOUJOURS PRIVEES DE CE DROIT FONDAMENTAL," NEW YORK, (2019)
- [2] - A. ABOUBACRINE, A. Z. TRAORÉ, A. MARIKO, O. BANTON, J.-P. VILLENEUVE and L. AIT-SSI, Hydrogéologie et contamination de la Nappe phréatique alimentant la Ville de Bamako (MALI)., Bamako-Mali, (1991)
- [3] - LNE, RAPPORT ANNUEL DE LA QUALITE DES RESSOURCES EN EAU MALI, BAMAKO, (2022)
- [4] - C. SILVA, "ANALYSE MICROBIOLOGIQUE DE LA QUALITE DE L'EAU DES FORAGES," TELMA COSTA, (2023)
- [5] - C. FATOUMATA OUSMANE, Etat des lieux de la pollution des eaux souterraines de la ville de Bamako, Bamako : ENI-ABT, (2017)
- [6] - M. H. CHADEN, Evaluation de la Qualite de l'eau du Bassin Superieur de la Riviere Du Litani, Liban : Approche Hydrogeochimique, Liban, (2014)
- [7] - BAS, Étude Cart'EAU. Cartographie du réseau d'égoutde Bamako évaluation des déversements des eaux usées de la ville dans le Fleuve Niger, déc. 2020;52., Bamako, (2020)
- [8] - D. ABIRIGA, "CONTAMINATION DES EAUX SOUTERRAINES PAR UNE DECHARGE MUNICIPALE : EFFET DE L'AGE, DE LA FERMETURE DE LA DECHARGE ET DE LA SAISON SUR LA CHIMIE DES EAUX SOUTERRAINES, science de l'environnement total, Vol. 737, 1er octobre 202," (2020)
- [9] - K. S. GBAMELE, "Evaluation de la contamination chimique des eaux souterraines par les activites anthropiques : cas de la zone d'ity-floleu sous-prefecture de zouan-hounien, ouest de la cote d'ivoire.," cote d'ivoire, (2020)
- [10] - E. FILION, La Problématique des Nitrates dans l'eau souterraine en milieu agricole : du sol à l'aquifère. Cas de l'aire d'alimentation de l'eau souterraine de la Municipalité de Sainte-Luce, Québec, Canada », Sainte-Luce, (2017)
- [11] - R. ERIC and K. ERNEST, Valorisation des urines humaines et animales pour la fertilisation des sols tropicaux ». Montpellier, France:: (UMR Eco l sols, BP 64501, F 34394 Montpellier, France:eric.roose@ird.fr IRD Edition institut de recherche pour le developpement Montpellier, (2015)
- [12] - ORS, Les nitrates -Cancer et environnement, Alpes: Observatoire régional de la santé Rhône- Alpes, (2007)

- [13] - O. LY, Evolution du taux de Nitrates et détermination de leur Origine dans les Eaux Souterraines du District de Bamako, Bamako, (2023)
- [14] - DHN, Rapport du plan national d'accès à l'eau potable au Mali, 2004-2015., Bamako, (2016)
- [15] - S. KENDE, Minéralisation de l'azote dans deux sols amendés avec deux composts enrichis d'un antibiotique. Université Laval-Département des sols et génie agroalimentaire., (2010)
- [16] - MAIRIE VI, "Rapport du PDSEC Commune VI 2016-2020 - Avril 2016," Bamako, (2016)
- [17] - A. HIND, " Evaluation des teneurs en nitrates dans les sols et dans les eaux captées et émergentes en zones à vocation agricole Impact des nitrates sur la qualité des eaux destinées à la consommation humaine.," (2017)
- [18] - C. MODY, N. MAMOU RACHEL, T. BOUBACAR, B. LOTANCHO DELPHINE, C. SEYDOU MOUSSA and D. TIDIANE, Evaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux de puits analysées au Laboratoire National de la Santé entre 2016 et 2019., Bamako, (2023)
- [19] - K. SIMA, "QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX SOUTERRAINES DE BANCONI DJANKINEBOUGOU," BAMAKO, (2021)
- [20] - A. SALAMANTA A, C. DAOU and A. TOGO, "Etude de la qualité microbiologique et physico-chimique des eaux souterraines de Daoudabougou," ISA, Bamako, (2015)
- [21] - ONU, "Rapport mondial des Nation Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2024 :l'eau pour la prospérité et la paix.," New Yaork, (2024)
- [22] - H. A. E. A. MAHAMADOU, "Etude de la qualité physicochimique et Bacteriologique des eaux de forages prives ,destinés à la consommation humaine dans la ville de tahoua (Niger); IOSR6JAC.," Tchad, (2024)