



Journal Homepage: - www.journalijar.com

INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED RESEARCH (IJAR)

Article DOI:10.21474/IJAR01/14070

DOI URL: <http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/14070>



RESEARCH ARTICLE

ETUDES DE TENEURS EN NITRITES DANS LES RESSOURCES EN EAUX SOUTERRAINES AU NIGER : CAS DES AQUIFERES DISCONTINUS DU SOCLE DE DAMAGARAM-MOUNIO

NITRITE CONTENT STUDY IN GROUNDWATER RESOURCES IN NIGER: CASE OF DISCONTINUOUS AQUIFERS OF THE DAMAGARAM-MOUNIO BASEMENT

Abdou Hamidou¹, Chaibou Abdou Chaharou¹, Hamissou Chaibou Rabe¹ and ISSA Habou²

1. Laboratoire de Géoresources, Géosciences et Environnement (LGGE), Zinder-Niger.

2. Laboratoire de chimies des eaux de la Direction Régionale de l'Hydraulique et de l'Environnement et de l'Assainissement, Zinder, Niger

Manuscript Info

Abstract

Manuscript History

Received: 15 November 2021

Final Accepted: 18 December 2021

Published: January 2022

Key words:-

Discontinuous, Aquifers, Nitrite, Principal Component Analysis, WHO, Damagaram Mounio

The Damagaram Mounio bedrock, located in the eastern part of the Zinder region is a densely populated area where access to drinking water is a critical issue. The main objective of this study is to characterize nitrite levels in the groundwater resources of the area. The methodological approach, based on statistical analysis and special analysis, along with comparison of nitrite levels to the WHO standard, yielded several interesting results. Nitrite levels in the Damagaram Mounio basement aquifers range from 0 to 2.84 mg/L, with a mean of 0.42 mg/L and a standard deviation of 0.59. This study showed that 32% of the sampled boreholes have nitrite levels exceeding the permissible limit for drinking water, set at 50 mg/L according to WHO standards; this water is therefore unfit for human consumption. Furthermore, the study highlights a strong correlation between nitrate and nitrite levels. The NO₂-NO₃ correlation confirms the common origin of these two parameters, primarily linked to human activities and the nitrogen cycle. Analysis of the spatial distribution of nitrite levels in groundwater resources reveals three distinct zones. Furthermore, the results of the PCA suggest that the quality of the studied waters is controlled by two distinct and independent factors: a chemical component of anthropogenic origin and a thermal component of natural origin.

Copy Right, IJAR, 2022,. All rights reserved.

Introduction:-

Au Sahelet en particulier au Niger, les aléas climatiques et la forte croissance démographique exercent la pression sur les ressources en eau. Dans les zones du socle cristallin et cristallophyllien du Niger, comme le Damagaram-Mounio, cette situation est particulièrement préoccupante non seulement à cause du taux élevé des forages négatifs mais aussi à la qualité physicochimique des eaux (DRH/A, 2013). Face à l'alternative, les populations se sont contraintes de faire recours à des eaux de surface ou des nappes alluviales pour couvrir leur besoin quotidien en eau potable, en eau d'irrigation et d'abreuvement des animaux, s'exposant ainsi à des nombreuses maladies d'origine hydrique. Dans le milieu urbain, les doivent quant à elles prospecter les aquifères profondément situés à

Corresponding Author:- Abdou Hamidou

Address:- Université de Zinder (UZ), Faculté des Sciences et Techniques (FST), Département de Sciences Géologiques et Environnementales.

plusieurs dizaines de mètres. Face à ce constat, il paraît de mener des investigations sur les concentrations en nitrites dans les ressources en eau souterraine de la zone. La présente étude a pour objectif principal de caractériser les teneurs en nitrites, dans les eaux des aquifères du socle de Damagaram Mounio. De manière spécifique, elle vise à déterminer la proportion des forages dont les eaux ont des teneurs en nitrites supérieures à la norme OMS, identifier l'origine des nitrites, établir des corrélations entre les concentrations et les paramètres physico-chimiques.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Présentation de la zone d'étude

Le socle du Damagaram-Mounio s'étend sur la partie orientale de la région de Zinder. Cette zone est délimitée par les coordonnées géographiques comprises entre 9° et 9°35' de longitude Est et entre 13°45' et 14°10' de latitude Nord. Du point de vue administratif, elle est découpée en quatre départements qui sont : Takiéta, Damagaram Takaya, Gouré et Mirrah (figure 1).

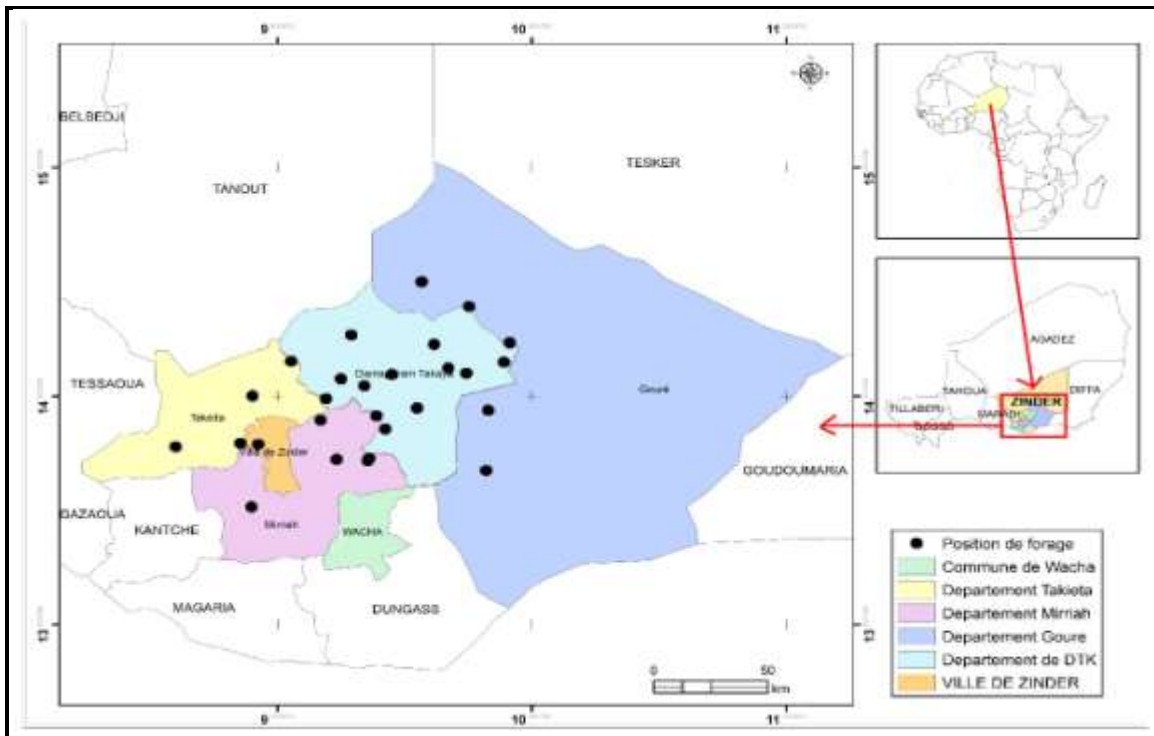


Figure 1 : Carte de localisation de la zone d'étude et montrant les points d'échantillonnage des eaux.

D'un point de vue géologique, le socle du Damagaram Mounio comprend deux grandes unités (Figure 2) : le Damagaram à l'Ouest et le Mounio à l'Est. Ces unités majeures sont caractérisées par des formations métamorphiques notamment des schistes, gneiss et quartzites d'âge Panafricain auxquelles s'ajoutent des formations magmatiques essentiellement composées des granites variés d'âge Panafricain à Paléozoïque.

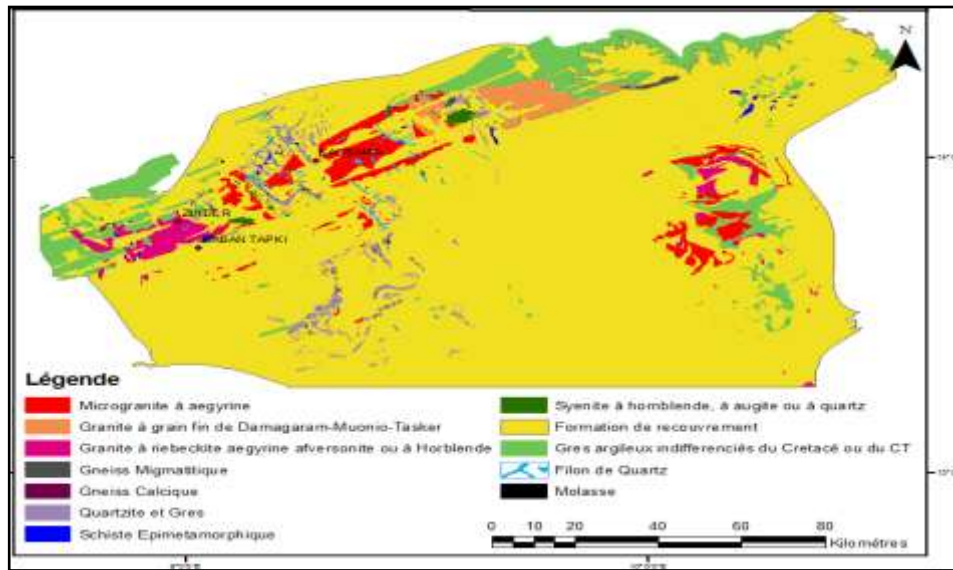


Figure 2: Carte géologique simplifiée de Damagaram-Mounio (Mignon, 1970, modifiée)

Sur le plan hydrogéologique, les ressources en eau souterraine sont localisées dans des horizons fracturés, fissurés et ou altérés de formations du socle de la zone (Sandao, 2013). Ils sont essentiellement par des forages avec un taux d'échec très élevé.

Méthodologie

Les données exploitées dans le cadre de cette étude sont fournies par la Direction Régionale de l'Hydraulique, de l'Environnement et l'Assainissement de Zinder (DRH/E/A). En effet dans le cadre de suivi de la qualité de l'eau dans la région de Zinder, des prélèvements ont été réalisés sur trente-quatre (34) forages situés dans la zone d'étude. Les échantillons d'eaux ont été collectés dans deux flacons poly éthyléniques de 11 ml préalablement stérilisés. Les paramètres physico chimiques in situ (T° , CE et pH), ont été mesurés respectivement à l'aide de thermomètre, conductimètre, pH-mètre préalablement étalonnés. Après le prélèvement, les échantillons ont été conservés au frais dans les glacières à la température 4° C puis acheminés au laboratoire de la Direction Régionale de l'Hydraulique et de l'environnement et de l'Assainissement de Zinder (DRH/E/A) où les analyses ont été réalisées pour un délai maximal de 48 heures après leur réception. Les concentrations en nitrites (NO_2^-) et nitrates (NO_3^-), ont été déterminées par spectrophotométrie en utilisant les réactifs nitraver3 et nitraver5. L'ensemble des analyses a été effectué conformément aux procédures analytiques décrites par Jean Rodier (2009).

2.3. Méthode de traitement des données

Le traitement des données collectées sur les eaux souterraines de la zone, a été réalisé à l'aide de méthode statistique. Le calcul de la moyenne, écart type et coefficient de variation a été réalisé à l'aide de méthode statistique descriptive. L'Analyse en Composantes Principales (ACP) a été utilisée pour comprendre les facteurs qui contrôlent la qualité de l'eau. Le traitement des données a nécessité un travail de laboratoire avec des logiciels tels Arc-Gis pour la cartographie, JMP Pro 16 pour l'ACP et Excel pour la représentation graphique. Les concentrations en nitrites ont été comparées à la valeur guide de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), afin d'évaluer la potabilité de l'eau. L'application de toutes ces méthodes a permis de caractériser les teneurs en nitrites dans les ressources en eau de la zone et nous présentons les résultats obtenus dans le cadre de cette étude.²

3. Résultats :-

Les résultats analytiques de trente-quatre (34) forages échantillonnés dans le cadre de cette étude dans la zone du socle du Damagaram Mounio sont présentés dans le tableau 1 ci-dessous :

Tableau 1:- Analyse physico chimique des eaux souterraines de la zone.

N°	Villages	Type de nappe	N° IRH	Longitude	latitude	Tem p° C	CE en $\mu\text{S}/\text{cm}$	pH	NO_2 - mg/l	NO_3 - mg/l

1	Afnori	Socle	727839	9,890277778	14,14861111	30,9	1627	7,6	0,02	64,24
2	Albarkaram	Socle	718982	9,341667175	14,04444408	27,8	1827	7,08	2,01	268,4
3	Atchafa	Socle	727901	9,365277778	14,06666667	32,2	504	6,8	0,03	34,32
4	Boubout	Socle	727830	9,818611111	14,12555556	31,1	1205	6,7	0,66	101,2
5	Bougoum	Socle	727891	9,743055556	14,1	31,1	1590	7,3	0,06	58,4
6	Bourbourwa	Socle	722426	9,191944122	13,98805523	32	2680	7,25	2,84	313,3
7	ChirkouGarinMalam	Socle	727529	9,389444444	13,91333333	30,2	940	7,00	0,04	77
8	Dan Kourtchi	Socle	-	9,00001	12,88333	31,5	28	5,28	0	0,35
9	DankeniGambo	Socle	722283	9,17	13,89472222	31,4	875	7,3	0,02	68,2
10	Danladi	Socle	794028	7,717222222	14,59277778	28,6	1751	7,55	1,98	204,6
11	Daratcham	Socle	727719	9,672222222	14,12194444	32,7	660	6,8	0,007	12,32
12	Doufoufouk	Socle	722303	9,236944199	13,99083328	28,5	703	7,36	0,26	42,67
13	Dungass	Socle	-	9,341657	13,06388	30,8	83	6,12	0	3,96
14	FayaHaoussa	Socle	727888	9,170000076	13,89472198	33,4	1031	6,5	0,01	8,8
15	Foulatari	Socle	727837	9,890277863	14,14861107	31,00	1022	6,8	0,01	30,8
16	GarinMalam Fagué	Socle	727662	9,829166412	14,12638855	32,2	661	6,8	0,018	76,4
17	Gorgoré	Socle	722282	9,425000191	13,85499954	32,1	727	6,2	0,01	52,8
18	Guidimouni	Socle	-	8,983361111	12,86672222	30,6	353	6,18	0,01	37,84
19	Ididigouri	Socle	790865	9,913888889	14,23333333	32,0	234	7,00	0,08	14,2
20	Kakissara	Socle	722316	9,25	14,075	30,1	909	6,8	0,06	49,72
21	Kassama	Socle	718984	9,136111259	13,97222233	28,1	1368	6,95	1,12	180,4
22	Kourni	Socle	790400	8,428603	13,58639	31,1	39	5,63	0	0,22
23	Kourssadi	Socle	727814	9,624444444	14,225	31,6	630	6,8	0,01	83,6
24	Maya Tchasko	Socle	727963	9,550000191	13,94722176	31,6	1250	7,3	0,09	101,2
25	Méoumé	Socle	727984	8,855278015	13,79305553	30,3	428	7,45	0,213	51,6
26	Midik	Socle	707464	9,230555534	13,91472244	28,6	551	6,94	2,64	52,8
27	Nassalé	Socle	722285	9,171944444	13,90333333	31,2	1116	6,8	0,014	123,2
28	Ourak	Socle	722215	9,45	14,09444444	31,6	730	6,8	0,1	40,48
29	SabonRoua	Socle	791272	9,361103	13,72777	29,1	941	6,8	0,1	81,12
30	Tchidassawra	Socle	722079	9,616666794	14,22638893	31,1	763	7,3	0,42	50,6
31	Tirmou	Socle	722225	9,354999542	13,71694469	31,7	789	6,8	0,1	7
32	Tis	Socle	793907	8,898611069	13,77777767	28,5	766	7,31	0,26	37,84
33	Yékoua	Socle	722619	8,450055556	13,21669444	31,1	73	6,07	0	3,52
34	ZengonSoumagaila	Socle	725907	8,925000191	13,78888893	32,7	1684	7,42	2,84	98,56

3.1. Variation des concentrations en nitrites dans les ressources en eaux souterraines de la zone

Les valeurs maximales et minimales, moyennes et écarts types des concentrations en nitrites sont consignés dans le tableau 2 ci-dessous:

Tableau 2: variations des concentrations en nitrites dans les eaux souterraines de la zone.

Variable	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type	Coefficient de variation %
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,00	2,84	0,42	0,59	1,4

3.2. Comparaison des valeurs de teneurs en nitrites mesurées à la normeOMS

Les résultats analytiques de trente-quatre (34) points d'eau échantillonnés (**tableau 1**), montre que (Figure 3) :

1. Vingt-trois (23) échantillons, soit **68 %** des ouvrages, ont des teneurs en nitrites inférieures à la valeur limite admissible pour les eaux de consommation fixés à 0,1mg/L, selon les normes de l'organisation mondiale de la santé (OMS) ; ces eaux sont donc de bonne qualité ;
2. Onze (11) échantillons, soit **32%** des ouvrages, ont des teneurs en nitrites supérieures à la valeur limite admissible pour les eaux de consommation fixés 0,1mg/L, selon les normes de l'organisation mondiale de la santé (OMS) ; il s'agit des eaux des forages suivants : F₂, F₄, F₆, F₁₀, F₁₂, F₂₁, F₂₅, F₂₆, F₃₀, F₃₂et F₃₄; ces eaux sont inaptes à la consommation humaine.

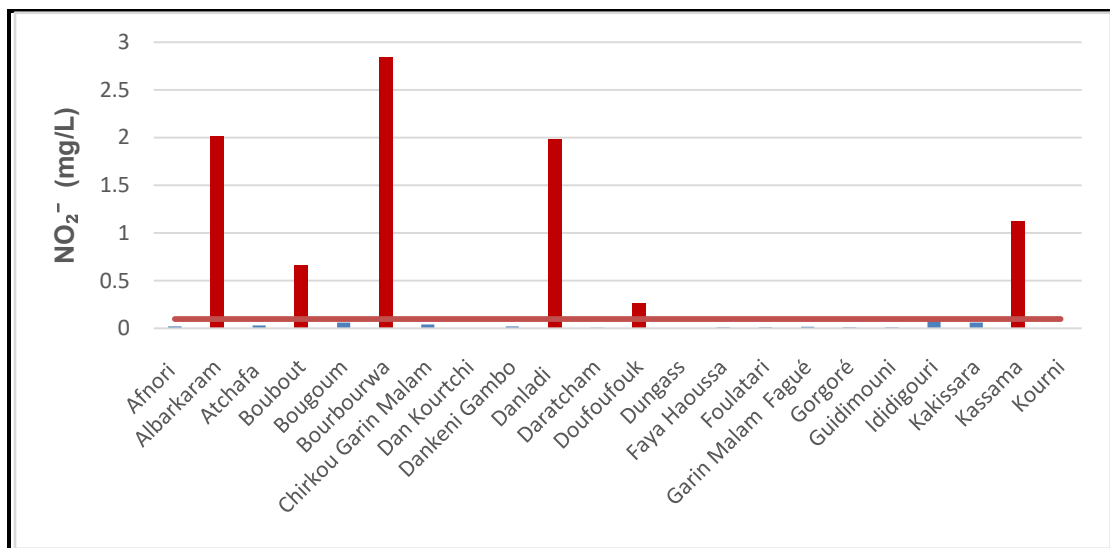


Figure 3:- Représentation graphique des forages dont les eaux sont à faibles teneurs en nitrites et celles dont les teneurs sont supérieures à la norme OMS.

3.3. Corrélation NO₂⁻-CE

La figure 4 représente la relation entre la conductivité électrique (CE) et la concentration en nitrites (NO₂⁻) dans les eaux souterraines de la zone d'étude. L'analyse de cette corrélation révèle une relation positive entre les deux paramètres avec un coefficient de détermination $R^2 = 0,60$, traduisant que 60% de la variabilité des concentrations en nitrites est expliquée par des variations de la conductivité électrique. Cette tendance montre que qu'une minéralisation élevée des eaux est associée à des teneurs plus importantes en nitrites, ce qui pourrait être lié à des apports d'origine anthropique.

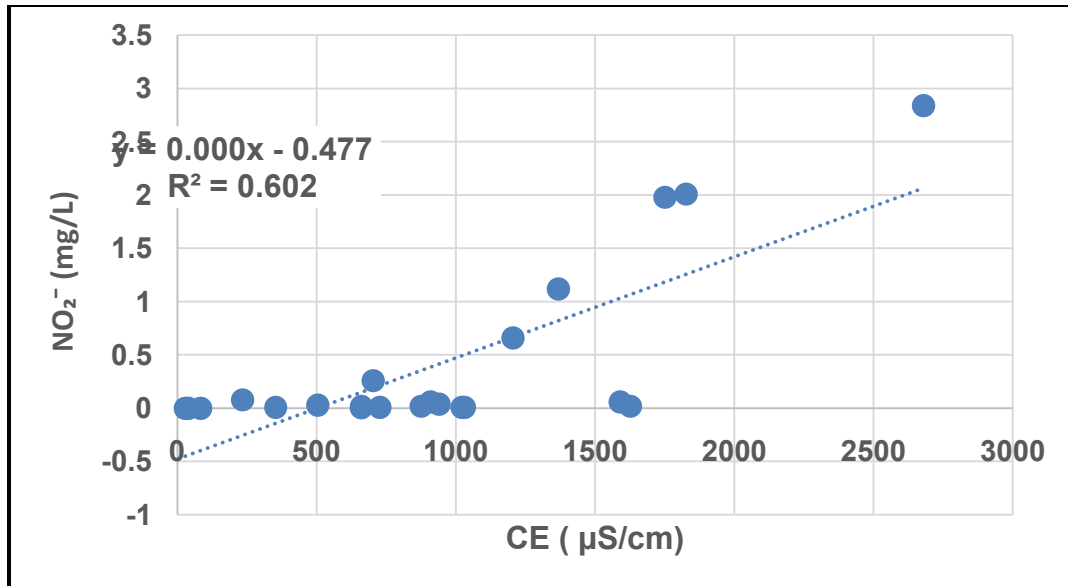


Figure 4 : corrélation entre les concentrations en nitrites (NO₂⁻) et les valeurs de conductivité électrique(CE)

3.4 Distribution spatiale des teneurs en nitrates dans les eaux souterraines de la zone

La distribution spatiale des teneurs en nitrites (Figure 5) révèle: une zone de forte concentration en nitrites qui varie de 2,5 à 2,8 mg/L, une zone intermediaire avec des concentrations en nitrites qui varient de 0,75 à 1,25 mg/L et une zone à faiblesteneurs qui varient de 0,01 à 0,5 mg/L. Cette carte met en évidence des zones à fortes concentrations en nitrites.

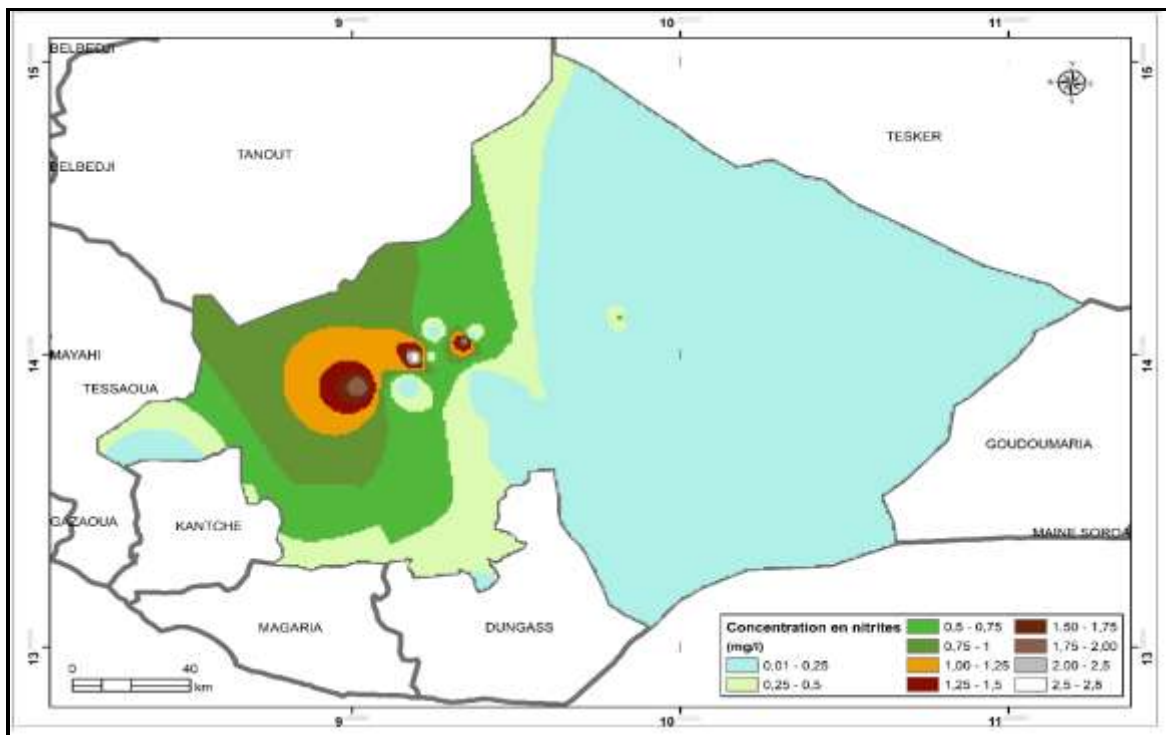


Figure 5: Carte de distribution spatiale de teneurs en nitrites dans les ressources en eau souterraines de la zone

3.5. Analyse en Composantes Principales

Le tableau de valeurs propres (tableau 3) ci-dessous montre que les trois principaux facteurs représentent (91%) de la variance exprimée.

Tableau 3: valeurs propres de l'ACP

Facteur	Valeur propre	Pourcentage	Pourcentage cumulé
1	2,92	58,57	58,57
2	0,91	18,36	76,93
3	0,69	13,93	90,87

L'analyse dans l'espace des variables du plan factoriel F1-F2, permet de mettre en évidence un regroupement de variables (Figure 6). Ce regroupement prend en compte les variables pH, CE et NO_2^- . La forte corrélation entre ces variables traduit un phénomène semblable à la minéralisation des eaux. Par ailleurs, la variable T apparaît isolée, et reflète une absence de corrélation avec les paramètres chimiques. L'analyse des unités statistiques dans le plan factoriel F1-F2, met en évidence trois principaux regroupements de points d'eau (Figure 7). Le premier prend en compte les eaux de bonne qualité physico-chimiques. Il s'agit des eaux de localités telles que Zengon Soumagaila, Bourbourwa, Faya Haoussa et Tchasko. Le deuxième prend en compte les eaux de qualité dégradée. Il s'agit des eaux de localités telles que Garin Malam Fagué, Gorgoré, Dan Kourtchi, Sabon Rouwa et Doufoufouk. Quant au troisième, il prend en compte les eaux présentant une signature hydrochimique intermédiaire. Il s'agit des eaux de localités telles que Chirkou, Garin Malam, Dan Ladi, Albarkaram, Tis et Afnori.

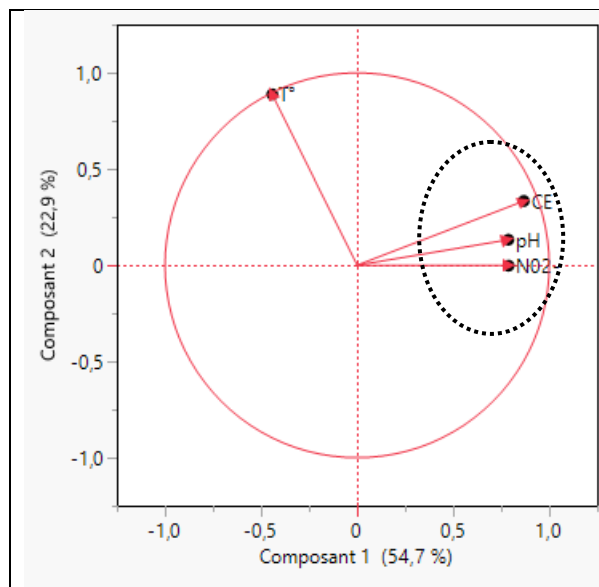


Figure 6: Analyse dans le plan factoriel F1-F2

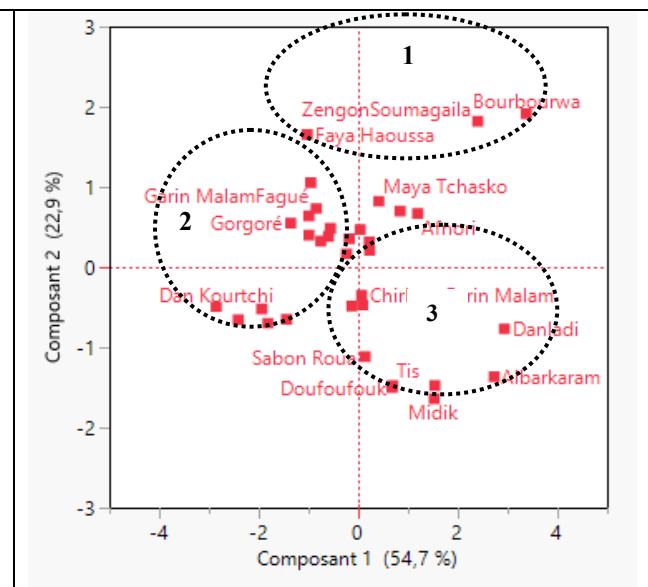


Figure 7 : Unité statistique dans le plan factoriel F1-F2

4. Discussion

Les concentrations en nitrites des eaux des nappes du socle du Damagaram Mounio, varient de 0 à 2,84 mg/L, avec une moyenne de 0,42 mg/L, et un écart type de 0,59. La comparaison de teneurs en nitrites à la norme de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), révèle que 32% des eaux sont impropres à la consommation humaine. La corrélation positive obtenue entre les nitrites et la conductivité électrique montre que l'augmentation de teneurs en nitrites est associée à une minéralisation plus importante.

Ce qui pourrait être lié à des apports d'origine anthropique. La distribution spatiale des teneurs en nitrites dans les ressources en eaux souterraines révèle trois zones distinctes. Les résultats de l'Analyse en Composantes Principales révèlent que la qualité des eaux étudiées est contrôlée par deux facteurs distincts et indépendants : une composante chimique d'origine anthropique et une composante thermique d'origine naturelle.

Conclusion

Cette étude a permis de mettre en évidence une contamination significative des eaux des aquifères de fractures du socle de Damagaram Mounio, avec des concentrations en nitrites qui varie de 0 à 2,84 mg/L, avec une moyenne de 0,42 mg/L, et un écart type de 0,59. Cette étude, a permis de montrer que 32% des forages échantillonnés, présentent des teneurs en nitrites supérieures à la valeur limite admissible pour les eaux de consommation fixés à 0.1 mg/L, selon les normes de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) ; ces eaux sont impropres à la consommation humaine. Par ailleurs, l'étude met en évidence une forte corrélation entre les teneurs en nitrates et en nitrites. La corrélation NO_2^- - NO_3^- confirme l'origine commune de ces deux paramètres liés principalement aux activités anthropiques et au cycle de l'azote.

L'analyse de la distribution spatiale des teneurs en nitrites dans les ressources en eaux souterraines révèle trois zones distinctes. Par ailleurs, les résultats de l'Analyse en Composantes Principales révèle que la qualité des eaux étudiées est contrôlée par deux facteurs distincts et indépendants: une composante chimique d'origine anthropique et une composante thermique d'origine naturelle.

Références:-

1. Ahoussikouassiet al (2013) : Evolution spatio-temporelle de teneur en nitrates des eaux souterraines de la ville d'Abidjan cote d'ivoire. Inter.J.Pure.Biosci.1(3) : 45-60 ;
2. Chemseddine, F., Abderrahmane, B., Abdelkader, R. & Elias, S. (2009) : Caractérisation hydrogéochimique des eaux souterraines du complexe aquifère Morsott-Laouinet (Région Nord de Tébessa, Sud-Est algérien. Afrique Science, 05 (2) 217-231 ;
3. DRH/E/A (2009): Rapport annuel d'activité de la Direction Régionale de l'Hydraulique de Zinder.
4. Issa, S., Mama, D., Zanguina, A., Natatou, I., Boukari, M. & Sohounhloùé, D. (2015) : Hydrogeochemical characterization of Continental Intercalary Terminal, the base and the Korama aquifers groundwater found in five local Governments in the Zinder region in the Republic of Niger. Research Journal of Chemical and Environmental Sciences. Vol. 3, n° 4. 09-16;
5. Kouassi, M.A., Yao, A.K., Ahoussi, E.K., Seki, C.L., Yao, A.N., Kouassi, I.K. & Biemi, J. (2010) : Apport des méthodes statistiques ethydrochimiques à la caractérisation des eaux des aquifères fissurés de la région du N'zi-Comoé (centre-Est de la Côte d'Ivoire). Int. J. Biol. Chem. Sci. 4 (5) : 1816-1838 ;
6. Oga, M.S., Lasm, T., Yao, T.K., Soro, N., Saley, M. B., Kouassi, D. & Gnamba, F. (2009) : Caractérisation chimique des eaux des Aquifères de Fracture : cas de la Région de Tiassalé en Côte d'Ivoire. European Journal of Scientific Research. Vol 31, N° 1. pp 72-87 ;
7. Mignon, R. (1970) : Etude géologique et prospection du Damagaram Mounio et Sud Maradi. Rapp. BRGM. 70 ABL, 001 NIA.
8. Rodier, J., Legube, B. & Merlet, N. (2009) : L'analyse De L'eau (9 E Edition). Ed Dunod. Paris. 1579 pp ;
9. Sanoussi, R. (2009) : Etude complémentaire en vue de l'évaluation des eaux souterraines de la région de Zinder (Niger), Rapport. Direction Régionale de l'Hydraulique de Zinder.
10. Soro N., Ouattara L., Dongo K., Kouadio K. E., Ahoussi K. E., Soro G., Oga Y. M.-S., Savane I. et Biémi J. Déchets municipaux dans le District d'Abidjan en Côte d'Ivoire: sources potentielles de pollution des eaux souterraines. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 4 (6) pp. 364-384 (2010).
11. Tandia A. A., Diop E. S. et Gaye C. B. Pollution par les nitrates des nappes phréatiques sous environnement semi-urbain non assaini : exemple de la nappe de Yeumbeul, Sénégal. *Journal of African Earth Sciences*, 29(4): pp. 809-822 (1999).
12. Travi Y. et Mudry J. Méthode pour l'évaluation et la gestion du risque nitrate dans les aquifères du socle de la zone sahélienne d'Afrique de l'Ouest. *Revue d'Hydrogéologie*, 1 pp.13-21 (1997).
13. Vogel H., Keipeile K., Kgomanyane J., Zwikula T., Pontsho M., Mafa B., Matthes L., Staudt M., Berger K. et Güth T. Groundwater quality case studies in Bostswana. *Groundwater pollution in Africa, Redactors Yongxin Xu and Brent Usher, Editors Taylor & Francis/Balkema, Great Britain*, pp. 253-263 (2006).
14. Yaméogo S., Savadogo A. N., Nakolendousse S. et Koussoube Y. Spatial and temporal variations of groundwater pollution in Ougadougou city, Burkina Faso. *Groundwater pollution in Africa, Redactors Yongxin Xu and Brent Usher, Editors Taylor & Francis/Balkema, Great-Britain*, pp. 157-167 (2006)