



Journal home page: <http://www.journalijar.com>

INTERNATIONAL JOURNAL  
OF INNOVATIVE AND APPLIED RESEARCH

## RESEARCH ARTICLE

### IMPACT OF FLUORIDE LEVELS ON THE DRINKING WATER SUPPLY RATE IN NIGER: CASE OF THE NORTH WEST OF THE ZINDER REGION

Abdou Hamidou<sup>1</sup>, Ibrahim Adédé<sup>2</sup> and ISSA Habou<sup>3</sup>

1. Université André Salifou (UAS), Faculté des Sciences et Techniques (FST), Département de Géosciences et Environnement. Laboratoire de Géoresources et Géosciences de l'Environnement (LGGE), Zinder, Niger.
2. Direction Régionale de l'Hydraulique et de l'Assainissement de Zinder (DRHA/Z). Laboratoire de chimies des eaux de la Direction Régionale de l'Hydraulique et de l'Assainissement, Zinder, Niger.
3. Direction Régionale de l'Hydraulique et de l'Assainissement de Zinder (DRHA/Z). Laboratoire de chimies des eaux de la Direction Régionale de l'Hydraulique et de l'Assainissement de Zinder, Niger

#### Manuscript Info

##### Manuscript History

Received: 01 October 2022

Final Accepted: 19 November 2022

Published: November 2022

##### Keywords:

Continental Hamadien, Service Rate, Fluors, Drinking Water, Zinder

#### Abstract

In the northwestern part of the Zinder region, the study area, the Continental Hamadien aquifer, captured by numerous modern structures, represents the main source of drinking water supply for the populations of the area. It is a highly populated area where the problem of water resources is acute. Furthermore, the water coverage rate is one of the lowest in the country, 57.46% against 70.85% the national average. In this area, water quality is aggravated by the levels of certain chemical parameters, including fluorides, hence the present study, the main objective of which is to determine the percentages of fodder with high fluoride levels in order to know their impact on the rate of drinking water supply to the populations of the area. At the end of the chemical analyzes of groundwater samples, the outcome of the analyzes made it possible to establish that 23% of modern sample water points present fluoride levels exceeding the limit set by the WHO for drinking water of drink (1.5mg/l), therefore, these waters are unfit for human consumption. Data analysis showed that this fluorinated pollution concerns three (3) areas, the first is between the villages of Karagoua Makéra, Tirmini and Toudou Agoua while the second covers the axis of the villages of Garagoumsa, Koundoumawa and Djetaou with a single water point in Takièta and finally the third, is located northeast of the city of Zinder on the axis of Birni Kazoé. Moreover, the origin of these fluorides in the groundwater of the area would result from the increase in the fluorine content (CaF<sub>2</sub>), of the detrital reservoir, formed exclusively of products resulting from the alteration of the crystalline massifs forming the shield. nigerian.

\*Corresponding Author:- Abdou Hamidou

#### Introduction:-

Au Sahel et en particulier au Niger, les conditions climatiques aléatoires et la forte croissance de la population augmentent la demande en eau. C'est ainsi que, les régions sédimentaires s'avèrent beaucoup plus favorable en ressources en eau souterraine que les régions du socle. C'est le cas dans le Nord-Ouest de la région de Zinder, qui compte parmi les régions le plus peuplées et où la qualité physico chimique des eaux de plusieurs forages

est inapte à la consommation humaine (DRH/Z 2009, Sanoussi 2009, Sandao 2019). Pour satisfaire leur besoin quotidien en eau d'alimentation, en eau d'irrigation et d'abreuvement des animaux, les populations sont contraintes de faire recours à des eaux souterraines, sources de nombreuses maladies d'origine hydrique. Il paraît donc urgent d'entreprendre des investigations sur la concentration de teneurs en certains éléments chimiques comme les fluors, dans les ressources en eau souterraine de la zone. En effet, il s'agit d'une réelle préoccupation pour les populations de cette région, car le taux de couverture en eau potable est l'un de plus faibles du pays 57,46 % alors que la moyenne nationale est de 70,85%. Cette étude dont l'objectif principale est de déterminer les pourcentages de forages à forte teneurs en fluors afin de connaître leur impact sur le taux de desserte en eau potable de populations de la zone s'inscrit dans cette perspective. Les objectifs spécifiques visent à inventorier les points d'eau modernes de la zone, déterminer les paramètres chimiques des eaux, cartographier la zone à fortes teneurs en fluors, et enfin identifier l'origine de ces fluors.

## Matériel et Méthodes:-

### Présentation de la zone d'étude

Le Nord-Ouest de la région de Zinder, zone d'étude, correspond à la province hydrogéologique du Continental Hamadien (Fig.1). C'est une zone très peuplée, et où le problème de ressources en eau se pose avec acuité.

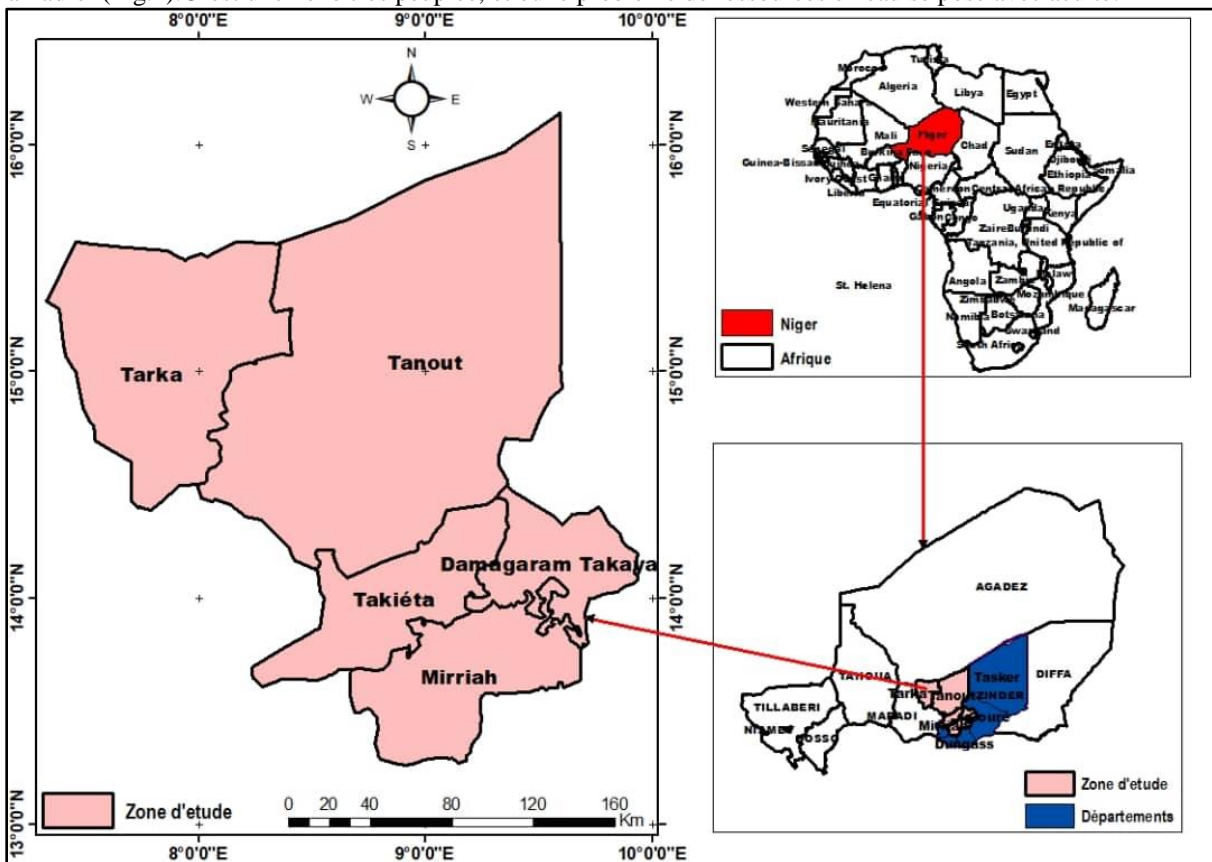


Figure 1:- Carte de localisation de la zone d'étude.

### Méthodologie:-

Les données qui sont utilisés dans le cadre de cette étude sont fournies par la Direction Régionale de l'hydraulique de Zinder (DRHA/Z). En effet, dans le cadre de suivi de la qualité des eaux souterraines de la région de Zinder, trente-neuf (39) échantillons ont été prélevés dans la zone d'étude. Ces trente-neuf (39) forages sont nommés (F). Les échantillons d'eau ont été prélevés dans deux flacons poly éthyléniques de 11 ml préalablement stérilisés. Les paramètres ( $T^{\circ}$ , CE et pH) de ces différents échantillons ont été mesurés sur le terrain respectivement à l'aide de thermomètre, conductimètre, pH-mètre (initialement calibrés pour les quatre derniers). Les teneurs en bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ) ont été déterminées par Titrimétrie. Les échantillons d'eau prélevée ont été conservés au frais dans les

glacières à la température 4° C et transportés au laboratoire de la Direction Régionale de l'Hydraulique et de l'Assainissement de Zinder (DRHA/Z), pour analyse. Un délai de 48 heures à compter de la date d'arrivée au laboratoire des échantillons, a été fixé pour analyse complète de tous les paramètres définis. Ainsi, les ions Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) et Magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) ont été déterminés par titrimétrie avec les réactifs spécifiques correspondants. Pour le calcium c'est le calver 2 qui a été utilisé comme réactif, alors que pour le magnésium, c'est le Hard 9 ; les ions Potassium ( $\text{K}^+$ ) et Sodium ( $\text{Na}^+$ ), ont été déterminés par photométrie à flamme avec un spectrophotomètre de type JENWAY PFP7 ; les ions de fer ( $\text{Fe}^{2+}$ ), de nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ), de nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ), de sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), de fluores ( $\text{F}^-$ ), et de chlorures ( $\text{Cl}^-$ ) ont été déterminés par spectrophotométrie avec le spectrophotomètre DR 2800 et des réactifs respectifs qui sont : fer rover, nitraver5, nitraver3, SPDNS, sulfaver, mercuric thiocyanate+ ferrie ion solution. Toutes ces analyses ont été réalisées suivant le protocole décrit par de Jean Rodier (2009). L'ensemble des données collectées sur les eaux souterraines de la zone d'étude, a permis de caractériser les teneurs en fluors. Le traitement de donner à nécessiter un travail de laboratoire, avec des logiciels tels ArcGis pour la cartographie.

### Résultats et Discussion:-

Les résultats analytiques de trente-neuf (39) points d'eau moderne échantillonnée dans le cadre de cette étude, dans le Nord-Ouest de la Région de Zinder, sont présentés dans les tableaux 1 et 2 ci-dessous :

**Tableau 1:-** Teneurs en Fluors des eaux de forages échantillonnés, dans le cadre de cette étude, dans Nord-Ouest de la région de Zinder (Analyse effectuée par le laboratoire de chimie des eaux de la Direction Régionale de l'Hydraulique et de l'Assainissement de Zinder).

N°	Noms	$\text{K}^+$	$\text{Fe}^{2+}$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{NO}_3^-$	$\text{NO}_2^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{F}^-$	$\text{HCO}_3^-$	$\text{Cl}^-$	TH
1	Bakin Birji	4,60	0,01	19,20	3,89	6,16	0,02	0,00	0,73	126,00	14,20	64,00
2	Belbedji	0,70	0,02	4,80	2,92	4,40	0,03	29,00	2,00	153,00	14,20	24,00
3	Bourbourwa	4,40	0,14	25,60	8,75	80,08	0,02	43,00	2,98	287,00	28,40	332,00
4	Chirwa	2,60	0,01	3,20	1,94	2,64	0,03	66,00	0,47	130,00	15,62	16,00
5	Dakouma Didiari	16,00	0,00	17,60	5,83	7,48	0,02	0,00	0,13	80,00	7,10	68,00
6	Damagaram Takaya	6,60	0,00	41,60	13,61	11,00	0,03	4,00	0,15	136,00	17,04	160,00
7	Dan Amanta	12,00	0,05	128,00	14,58	6,16	0,07	82,00	0,17	161,00	305,30	380,00
8	Dan Ladi	5,70	0,02	185,60	61,24	146,96	0,04	47,00	1,35	224,00	88,04	716,00
9	Daouché	5,20	0,01	3,20	4,86	5,72	0,01	0,00	0,00	22,00	7,10	28,00
10	Dungas	1,60	0,02	6,40	1,94	3,52	0,02	0,00	0,01	23,00	7,10	24,00
11	Diota Haoussa	9,00	0,01	12,80	3,89	6,60	0,00	0,00	1,25	88,00	11,36	48,00
12	Diouta Bougagé	2,20	0,02	12,80	0,97	2,20	0,07	0,00	1,9	41,00	7,10	36,00
13	FalenKo	3,00	0,02	6,40	0,97	3,96	0,01	0,00	1,26	142,00	17,04	20,00
14	Gada koutika	9,00	0,09	20,80	1,94	2,64	0,01	48,00	0,78	123,00	14,20	60,00
15	Gangara	0,40	0,01	20,80	1,94	2,64	0,03	31,00	0,55	117,00	14,20	16,00
16	Garagoumssa	13,00	0,01	25,60	8,75	13,20	0,02	56,00	1,68	83,00	14,20	100,00
17	Godo Haoussa	16,0	0,0	9,60	3,89	3,96	0,01	0,00	0,2	56,00	7,10	40,00

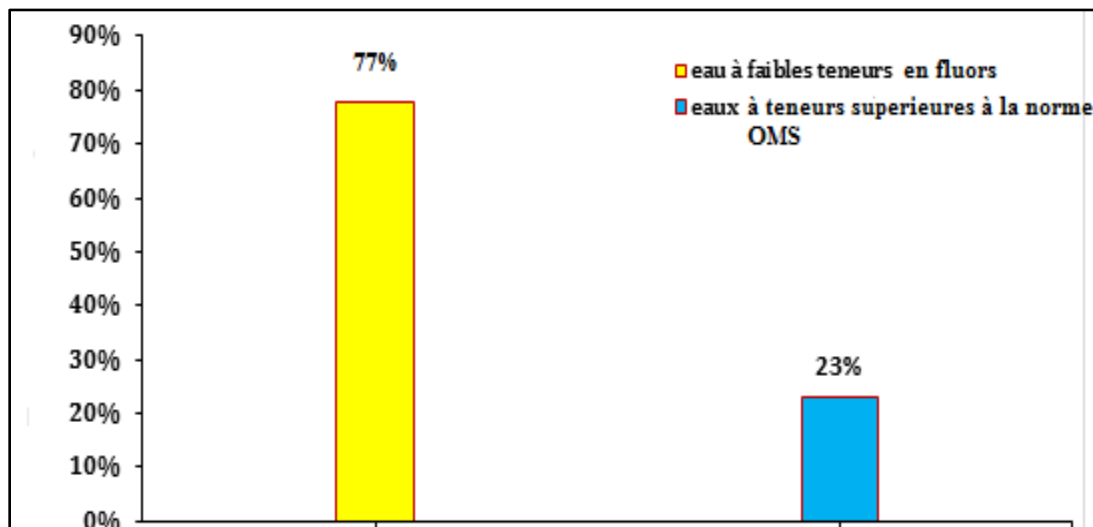
		0	1						1			
18	Gomba	0,80	0,05	4,80	3,89	2,64	0,01	0,00	0,01	14,00	7,10	28,00
19	Gouna	2,20	0,01	12,80	3,89	22,00	0,01	2,00	0,24	47,00	7,10	48,00
20	Guéri	3,70	0,17	14,40	9,72	5,28	0,07	1,00	0,20	55,00	5,68	76,00
21	Guéza Mahaman	4,80	0,02	51,20	24,30	10,56	0,02	1,00	0,35	221,00	9,94	228,00
22	Guidimouni	3,80	0,01	9,60	3,89	14,52	0,05	2,00	0,13	4,00	7,10	40,00
23	Katohou	1,60	0,02	11,20	0,97	20,68	0,00	3,00	0,00	4,00	7,10	32,00
24	Kazoé	5,70	0,07	83,20	8,75	124,52	0,02	275,00	1,26	380,00	124,96	244,00
25	Karagoua Makera	13,50	0,01	22,40	5,83	33,88	0,02	0,00	2,84	6,00	15,62	80,00
26	Koundoumawa	6,00	0,01	12,80	1,94	5,28	0,00	23,00	9,60	111,00	24,14	40,00
27	Koudidihi	0,30	0,12	8,00	0,97	11,44	0,10	0,00	2,30	18,00	9,94	24,00
28	Malawa	2,70	0,00	16,00	0,97	5,28	0,06	24,00	0,13	39,00	12,78	44,00
29	Olléléwa	0,40	0,01	3,20	1,94	4,84	0,01	0,00	0,80	117,00	7,10	16,00
30	S/Broum	0,20	0,01	3,20	0,97	4,84	0,01	0,00	0,11	14,00	7,10	12,00
31	sabon Kafi	1,90	0,00	4,80	1,94	2,20	0,01	84,00	1,74	114,00	14,20	20,00
32	Takeita	9,60	0,04	24,00	4,86	12,76	0,04	0,00	0,59	77,00	8,52	80,00
33	Tassaou	6,70	0,01	9,60	3,89	3,96	0,00	0,00	1,03	78,00	7,10	40,00
34	Tirmini	10,20	0,00	11,20	4,86	6,60	0,01	0,00	2,60	79,00	5,68	48,00
35	Taourin Tsawa	0,40	0,01	4,80	2,92	3,08	0,01	22,00	2,40	98,00	15,62	24,00

**Tableau 2:-** Teneurs en Fluors des eaux de forages échantillonnés, dans le cadre de cette étude, dans le Nord-Ouest la région de Zinder (Analyse effectuée par le laboratoire de chimie des eaux de la Direction Régionale de l'Hydraulique et de l'Assainissement de Zinder).

N°	Noms	K <sup>+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	F <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	TH
36	Yagaji	0,40	0,04	14,40	4,86	2,64	0,01	8,00	0,16	86,00	15,62	56,00
37	Yaouri	0,50	0,02	3,20	1,94	10,56	0,00	0,00	0,00	9,00	7,10	16,00
38	Yari	4,50	0,01	17,60	4,86	5,72	0,01	37,00	0,39	104,00	14,20	64,00
39	Yékoua	5,80	0,00	19,20	1,94	63,36	0,02	0,00	0,78	3,00	14,20	56,00

Les résultats analytiques de trente-neuf (39) points d'eau modernes échantillonnés (**tableaux 1 et 2**) montrent que (Fig.2) :

1. Trente (30) échantillons, soit **77 %** des ouvrages, ont des teneurs en fluors inférieures à la valeur limite admissible pour les eaux de consommation fixés à 1,5 mg/L selon les normes de l'organisation mondiale de la santé (OMS) ; ces eaux sont donc de bonne qualité ;
2. Neuf (9) échantillons, soit **23%** des ouvrages, ont des teneurs en fluors supérieures à la valeur limite admissible pour les eaux de consommation fixés 1,5 mg/L, selon les normes de l'organisation mondiale de la santé (OMS) ; il s'agit des eaux des forages suivants : F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>12</sub>, F<sub>16</sub>, F<sub>26</sub>, F<sub>27</sub>, F<sub>31</sub>, F<sub>34</sub>, F<sub>35</sub>; ces eaux sont inaptes à la consommation humaine.

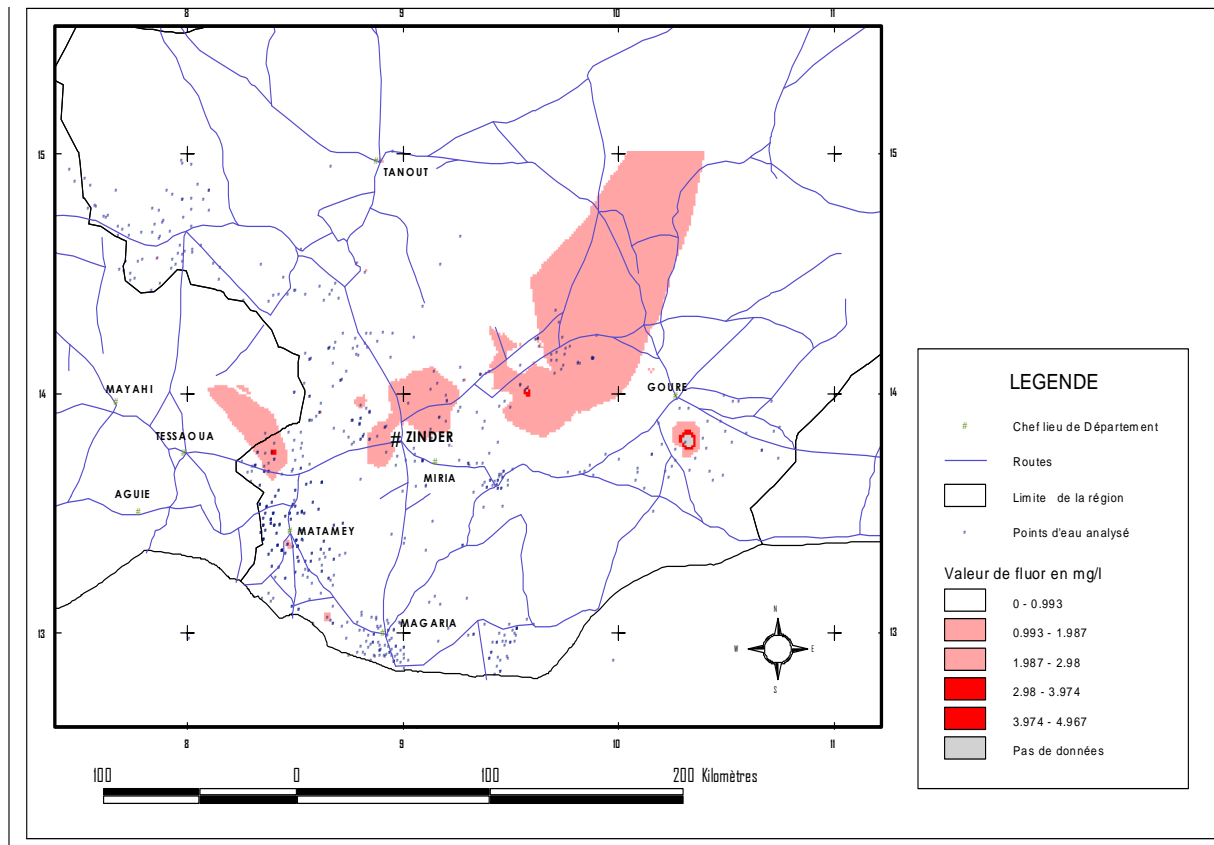


**Figure 2:-** Représentation graphique des forages dont les eaux sont à faibles teneurs en fluors et celles dont les teneurs sont supérieures à la norme OMS.

Ces ouvrages à teneurs élevées en fluors sont désaffectés par la population de la zone, d'où un impact sur le taux de desserte en eau potable, l'un de plus faibles du pays 57,46 % contre 70,85%, la moyenne nationale.

#### **Identification des zones à fortes teneurs en fluors dans les eaux souterraines de la zone**

Dans la région de Zinder, l'ensemble des forages qui présentent des valeurs élevées en fluors, se situent dans la zone sédimentaire. La carte ci-dessous (fig.3), met évidence de zones à teneurs élevées en fluors, qui se caractérisent par de valeurs supérieures à 1,5 mg/L. En effet, cette pollution fluorée concerne trois (3) zones(fig.3) : la première, se trouve entre les villages de Karagoua Makéra, Tirmini et Toudou Agoua, tandis que la deuxième, couvre l'axe des villages de Garagoumsa, Koundoumawa et Djetaou avec un seul point d'eau à Takiéta, et enfin la troisième, se trouve au Nord Est de la ville de Zinder sur l'axe de Birni Kazoé (DRH/Z, 2009).



**Figure 3:-** Carte de localisation des zones à teneurs élevées en fluors de la zone d'étude (DRH/Z, 2009).

### Identification de l'origine des fluors dans les eaux souterraines de la zone

Dans la nappe du Continental Hamadien, il a été constaté que la teneur en fluor, augmente en fonction de la profondeur au sein de l'aquifère (DRH/Z, 2009). En effet, ceci découlerait de l'accroissement de la teneur en fluorine ( $\text{CaF}_2$ ), du réservoir détritique formé exclusivement des produits issus de l'altération des massifs cristallins, formant le bouclier nigérian (Sanoussi 2009). Lors du projet d'hydraulique villageoise de 1999 à 2001, il a été relevé que la teneur en Fluorure dans les forages de Koundoumawa était extrêmement élevée, jusqu'à 5,25 mg/l (DRH/Z, 2009). Les investigations menées par la suite, ont montré que la zone concernée par ce problème, correspond à une bande Nord Sud, avec les villages de Garagoumsa, Koundoumawa et Djeouta, et s'étend vers le Nord, avec des teneurs plus modestes (DRH/Z, 2009). La détérioration de la qualité de l'eau d'un aquifère en exploitation pourrait également résulter d'un échange (drainage), avec un autre aquifère adjacent, ayant une eau de mauvaise qualité et des charges piézométriques plus élevées (Sanoussi, 2009).

### Conclusion:-

Les résultats analytiques de teneurs en fluors, ont permis de mettre en évidence que **23%** des ouvrages modernes échantillonnés ont des teneurs en fluors, supérieures à la valeur limite admissible pour les eaux de consommation fixés 1,5 mg/L, selon les normes de l'organisation mondiale de la santé (OMS) ; ces eaux sont impropres à la consommation humaine. Ces ouvrages à teneurs élevées en fluors sont désaffectés par la population de la zone, d'où un impact sur le taux de desserte en eau potable. L'analyse des données, a montré que cette pollution fluorée concerne trois (3) zones : la première, entre les villages de Karagoua Makéra, Tirmini et Toudou Agoua tandis que la deuxième, couvre l'axe des villages de Garagoumsa, Koundoumawa et Djetaou avec un seul point d'eau à Takiéta et la troisième se trouve au Nord Est de la ville de Zinder sur l'axe de Birni Kazoé. Par ailleurs, l'origine de ces fluors dans les eaux souterraines de la zone, découlerait de l'accroissement de la teneur en fluorine ( $\text{CaF}_2$ ), du réservoir détritique, formé exclusivement des produits issus de l'altération des massifs cristallins formant le bouclier nigérian.

**Références:-**

1. AGLAE (2003) : Association Générale des Laboratoires d'Analyse de l'Environnement Estimation de l'incertitude de mesure grâce aux essais interlaboratoires –paramètres chimiques : métaux sur eau propre.
2. BRGM, (1983) : Projet 1000 forages, Analyse des résultats des forages par traitement statistique.
3. BRGM, (1983) : Programme hydraulique villageoise du conseil de l'entente, 1<sup>ier</sup> phase.
4. Cadilhac, O. (1990-1991) : Atlas des ressources hydrauliques du département de Zinder, Arrondissement de Mirriah, Magaria et Matamèye. Rapport. Direction départementale de l'hydraulique de Zinder.
5. FAURE H. (1966) : Reconnaissance géologique des formations sédimentaires post-paléozoïque du Niger oriental, Edition BRGM ;
6. FAURE H. (1966) : Reconnaissance géologique des formations sédimentaires postpaléozoïque du Niger oriental, thèse Paris. Publi N°1, Dir des Mines Niger ;
7. GUERO A. (2003) : Etude des relations hydrauliques entre les différentes nappes du complexe sédimentaire de la bordure Sud Ouest du bassin des Iullemenden (Niger) : approches géochimique et hydrodynamique. Thèse de doctorat Université Paris Sud 11, Orsay, 265 pages.
8. GAULTIER G. (2004) : Recharge et paléo recharge d'une nappe libre en milieu sahélien (Niger oriental) : approches géochimique et hydrodynamique, thèse de doctorat, Université Paris Sud 11, UFR scientifique d'Orsay, 179 pages.
9. GREIGERT J. (1968) : Les eaux souterraines de la République du Niger, BRGM, 68 ABI 006 NIA, 2ème volume 423 pages.
10. Jessen P. (1992). Analyse des conditions hydrogéologiques en vue d'un programme d'hydraulique rurale dans le département de Zinder. Rapport. Direction départementale d'hydraulique de Zinder. 344.
11. OUSMANE B. et al. Etude de la pollution de nappe superficielle et profonde de la communauté urbaine de Niamey (Niger), Rapports intermédiaires et finaux de l'équipe nationale du projet UNESCO/PNUE, (2001-2005).
12. UNESCO. (1987) : Les eaux souterraines des roches dures du socle. Projet 8.6 du Programme hydrologique international. Place de Fontenoy, 75700 Paris, France.
13. RODIER J., LEGUBE B. & MERLET N. (2009) : L'analyse De L'eau (9 E Edition). Ed Dunod. Paris. 1579 pp.
14. OMS: Fluorine in: Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Vol. 2. Health criteria and other supporting information. Geneva, world organization, 1996.
15. OMS: guidelines for drinking water quality, Third edition, volume 1, recommendations 2004.
16. Pontié, M., Rumeau, M., Ndiaye, M. & Diop, C.M. (1996): Sur le problème de la fluorose au Sénégal : bilan des connaissances et présentation d'une nouvelle méthode de défluoruration des eaux de boisson. Cahier Santé, vol.6: p. 27-36.
17. Rodier, J., Legube, B. & Merlet, N. (2009) : L'analyse De L'eau (9 E Edition). Ed Dunod. Paris. 1579 pp.
18. 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.
19. Sandao I. (2019) : Teneur en fluor dans les eaux souterraines et ses impacts dans l'alimentation en des populations du Nord-Ouest de la région de Zinder, Afrique Science 15(5)(2019)340-351.
20. Zakara Z. (1990) : Contribution à l'étude hydrogéologique des nappes de Korama, Zinder, République du Niger, mémoire de diplôme de 3ème cycle du Centre d'Hydrogéologie, Université de Neuchâtel 90 pages.