

## **Contribution à l'évaluation de la qualité physico-chimique de l'eau de la rive droite du fleuve Sénégal : Cas du captage de la prise d'eau au pk 17 pour alimenter la ville de Nouakchott**

**Bocar Kalidou M'BAYE<sup>1\*</sup>, Moctar NGAIDE<sup>2</sup>, Mohamed Abdallahi BOLLAHI<sup>1</sup> et Hocine GARMES<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Institut National de Recherches en Santé Publique (I.N.R.S.P), Laboratoire de Contrôle de la Qualité des Eaux et Aliments, BP 695 Nouakchott, Mauritanie*

<sup>2</sup> *Université Chouaib Doukkali, Faculté des Sciences, Unité de Chimie Analytique et Sciences de l'Environnement, Laboratoire de l'Eau et de l'Environnement, BP 20 - 24000 El Jadida, Maroc*

(Reçu le 23 Juin 2021 ; Accepté le 03 Août 2021)

---

\* Correspondance, courriel : [bocar\\_kalidou@yahoo.fr](mailto:bocar_kalidou@yahoo.fr)

### **Résumé**

A Nouakchott, la majeure partie de la population était desservie par le réseau d'adduction d'eau potable. Le phénomène est accentué après l'augmentation sans précédent de la population urbaine notamment dans les périphéries. Conscient que tout être humain doit être servi en quantité et en qualité de l'eau potable, le projet d'Aftout Essaheli a vu le jour pour fournir la capitale Nouakchott en eau potable. Des prélèvements ont été faits à la rive droite du fleuve Sénégal et dans tous quartiers de la ville de Nouakchott. Une étude descriptive et analytique sur l'alimentation en eau de boisson a été réalisée sur l'eau du fleuve, au niveau des stations de traitement et au niveau du réseau d'adduction d'eau à Nouakchott. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'évolution de la qualité de l'eau de boisson produite par les stations de Beni Nagi et de PK17. La valeur moyenne des Nitrates est de 0,5 mg/L, de nitrites est de 0,001 mg/L, de Manganèse est de 0,003 mg/L, de fluorure est de 0,2 mg/L et de l'Aluminium est de 0,06 mg/L. En fin le plomb et le cadmium ont respectivement des valeurs moyennes de 0,1 µg/L et de 0,2 µg/L. Cette étude nous permettra d'envisager une étude plus approfondie avec des outils plus performants à l'avenir, les résultats trouvés sont dans les normes fixées par l'OMS.

**Mots-clés :** *station de traitement, qualité, eau, INRSP, Mauritanie.*

### **Abstract**

**Contribution to the assessment of the physico-chemical quality of the water on the right bank of the Senegal River : case of the catchment of the water intake at pk 17 to supply the city of Nouakchott**

In Nouakchott, most of the population was served by water from the drinking water supply network. The phenomenon is accentuated after the unprecedented increase in the urban population, especially in the outskirts. Aware that every human being must be in quantity and quality of drinking water, the Aftout Essaheli project was born to provide the capital Nouakchott with drinking water. Samples were taken on the right bank of the Senegal River and in all districts of the city of Nouakchott. A descriptive and analytical study on the

water drink supply was carried out on the river water, at both the level of the treatment stations and the water supply network in Nouakchott. The objective of this study is to assess the quality change of the water drink produced by the Beni Nagi and PK17 stations. The average value of Nitrates is 0.5 mg /L, Nitrite is 0.001 mg /L, Manganese is 0.003 mg /L, Fluoride is 0.2 mg /L and Aluminum is 0,06 mg /L. Finally, lead and cadmium have average values of 0.1 µg /L and 0.2 µg /L respectively. This study will allow us to consider more in-depth study with more efficient tools in the future; the results found are within the standards set by the WHO.

**Keywords :** *treatment station, quality, water, INRSP, Mauritania.*

## 1. Introduction

En Afrique, beaucoup de pays ne bénéficient pas d'eau potable, l'accès à cette manne importante est une condition essentielle pour la survie des populations mais pose de sérieux problèmes [1, 2]. L'eau polluée, de mauvaise qualité constitue l'une des causes de maladies altérant la santé de l'homme. L'eau constitue une source de vie, l'accès à l'eau potable et à l'assainissement est un droit pour l'homme [3, 4] mais elle peut être également source de maladie de part sa dégradation et sa mauvaise gestion [5]. L'eau peut provoquer des maladies hydriques par des rejets industriels, de l'épandage d'engrais dans des champs ou de pesticides, des excréments des déchets ménagers et organiques [6, 7]. Par conséquent, l'eau qui est source de vie, peut être altérée et devenir source de maladies [8, 9]. Les eaux souterraines constituent la principale source d'approvisionnement. Elles sont la plus abondamment consommées (plus de 70 %) et constituent une ressource naturelle très précieuse pour diverses activités humaines [10]. La Mauritanie, est un pays qui possède de ressources hydriques limitées à cause de son climat qui est chaud et sec. En effet, la faible pluviométrie, l'importance de l'évaporation ainsi que la nature géologique font que le pays en général est pauvre en eau [11]. Les teneurs élevées en matières en suspension peuvent être considérées comme une forme de pollution [12]. Cette situation pousse la population rurale à aller dans les grandes villes. En conséquence, il y a une augmentation galopante de la population de Nouakchott. La prolifération de cette population fait qu'avoir de l'eau potable en ville surtout dans les quartiers périphériques pose un grand problème. L'utilisation de ces eaux pour les besoins domestiques s'accroît avec, certes à cause de la poussée démographique mais aussi à cause de la pollution et du tarissement des eaux de surface [13].

L'eau est une ressource qui est plus ou moins rare dans le monde qui est, soit d'origines souterraines ou de surface [14]. Les travaux sur le contrôle de la qualité de l'eau du fleuve Sénégal notamment sur la rive droite du côté de la Mauritanie ont montré une minéralisation faible avec une turbidité élevée au moment des saisons de pluie [15]. Cette turbidité énorme peut provoquer des traces de métaux lourds et de résidus de pesticides qui pourront engendrer à leur tour une pollution de l'eau du fleuve [15]. L'accès des populations en eau potable constitue une priorité qui conditionne un développement durable et garanti dans les pays désertiques comme la Mauritanie. La ville de Nouakchott était alimentée en eau potable par le champ captant de la ville d'Idini. Depuis une décennie, la ville de Nouakchott a connu une augmentation forte de sa population engendrant une demande croissante en eau potable. C'est pour cette raison que d'autres solutions ont été entreprises c'est à dire prendre l'eau à partir du fleuve Sénégal. Ce fleuve joue un rôle très important comme source principale d'eau de surface pour la Mauritanie. Pour cela le projet Aftout Essahi a été mis en œuvre, il consistait à amener l'eau du fleuve jusqu'au point kilométrique (PK17) de la ville de Nouakchott où cette eau subira des traitements pour la rendre potable puis distribuée à la ville de Nouakchott. L'état de santé d'une population dépend étroitement de la quantité et de la qualité des services en eau potable, assainissement et hygiène de base [16]. Les échantillons ont été prélevés du fleuve et au niveau du réseau d'eau à Nouakchott pour suivre l'efficacité du traitement sur l'eau du fleuve. L'objectif de cette étude est de contrôler l'eau du réseau consommée par la population qui vit à Nouakchott pour envisager une action rapide en cas de contamination.

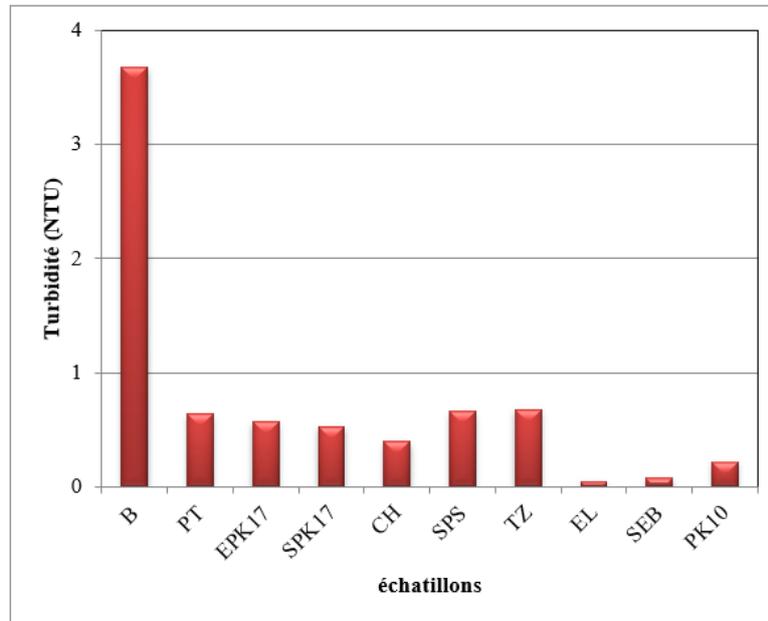
## 2. Matériel et méthodes

Les prélèvements ont été effectués en double dans des flacons de marque PET, d'une capacité d'un litre. Au cours de l'acheminement vers le laboratoire, les échantillons sont conservés dans des glacières contenant des accumulateurs pour éviter leurs altérations et le dosage des éléments chimiques est fait le plus tôt possible. A cause des variations qui peuvent affecter les échantillons d'eau pendant le transport, certains paramètres tels que le pH, la température, la conductivité, la turbidité, le TDS, les nitrates, les nitrites et l'ammonium sont déterminés immédiatement sur les sites de prélèvements. Les ions nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ), nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ), ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) et fluorure ( $\text{F}^-$ ) sont déterminés par le spectrophotomètre de type Wagtech. Le pH est déterminé par le PH-mètre de type HANNA, la conductivité et le TDS par le conductimètre de type HANNA, le sodium ( $\text{Na}^+$ ) et le potassium ( $\text{K}^+$ ) par le spectrophotomètre à flamme de type FP 640, La turbidité par le turbidimètre de type wagtech. Le plomb et le cadmium sont déterminés par un spectrophotomètre d'Absorption Atomique à Four graphite de type PG 990 selon les normes. Les points d'eau pour cette étude ont été choisis dans le but de s'assurer que l'eau distribuée à la ville de Nouakchott est de bonne qualité physico-chimique. Au cours de ce travail, nous avons effectué uniquement les analyses des paramètres physico-chimiques. Les résultats obtenus sont présentés et discutés en se basant sur l'observation de l'effet des procédés de traitement et la conformité avec les normes en vigueur [17].

## 3. Résultats et discussion

### 3-1. Turbidité

La turbidité d'une eau est une mesure globale qui prend en compte toutes les matières en suspension, soit colloïdales, soit insolubles, d'origine minérale ou organique. Des particules en suspension existent naturellement dans l'eau, comme l'argile, les matières organiques et inorganiques en particules fines, le plancton et d'autres microorganismes [18]. La turbidité éveille aussi la méfiance et la répugnance du consommateur. En outre, elle nuit au taux de filtration et risque de diminuer l'efficacité de la désinfection, le contact entre les germes pathogènes et l'agent désinfectant étant défavorisé. La turbidité permet de préciser les informations visuelles de l'eau (trouble ou limpide). Elle indique la présence des particules en suspension dans l'eau [19]. La turbidité de l'eau souterraine est généralement surtout inorganique et causée par des facteurs géologiques naturels [20]. Il ressort de nos résultats que les turbidités de l'eau brute du fleuve sont plus élevées que celles trouvées après traitement. Les valeurs des turbidités trouvées dans cette étude varient de 0,05 et 6,17 NTU sont présentées dans la **Figure 1**. L'effet des procédés de clarification au niveau des stations de traitement station est remarquable sur les données obtenues sur la turbidité. La valeur moyenne trouvée par Ghazali est de 0,46 NTU [18]. Le changement environnemental peut être aussi un facteur qui augmente la turbidité [21]. La turbidité de l'eau brute du fleuve est plus élevée par rapport aux autres sites de prélèvement suivi de SPS et d'EL. La plus petite valeur de turbidité se trouve au niveau de du quartier EL puis SEB.



**Figure 1 :** Variations de la turbidité des échantillons analysés

*B : Eau brute ; PT : Eau prétraitée ; EPK17 : Eau entrée Pk ; SPK17 : Eau sortie Pk ; CH : château d'eau; SPS : Eau Socogim PS; TZ : Eau Tevragh Zeina; EL : Eau EL Mina; SEB : Eau Sebkhia; PK10 : point kilométrique*

### 3-2. Conductivité et TDS

La mesure de la conductivité constitue une bonne appréciation du degré de minéralisation d'une eau où chaque ion agit par sa concentration et sa conductivité spécifique [22]. Pour cette étude la conductivité et le TDS varient respectivement de 50,1 à 91,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et 25,3 à 45,6 mg/L sont présentés dans la **Figure 2**, ces valeurs sont toujours dans les normes de l'OMS (organisation Mondiale de la Santé). Nous avons également mis en évidence que la conductivité, les taux de calcium et de sodium militent en faveur d'une minéralisation trop faible de ces eaux. Les valeurs de conductivité électrique trouvées pour les échantillons prélevés à la rive droite du fleuve Sénégal sont comprises entre 61 et 115  $\mu\text{S}/\text{cm}$  au mois de Novembre, de 49  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et 96  $\mu\text{S}/\text{cm}$  au mois de Mars, de 49  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et 78 au mois de Juillet, de 46  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et 69  $\mu\text{S}/\text{cm}$  au mois de Septembre [12]. Les valeurs moyennes de conductivité des eaux de surface en Mauritanie trouvées pour des sites de Tough est de 99,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , de Maal est de 115  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et de Ejar et Lebheir est de 358  $\mu\text{S}/\text{cm}$  [23]. Les échantillons analysés au cours de cette étude montrent que la conductivité et le TDS sont plus élevées au niveau de SPK 17 suivi d'EL et de SEB, elles sont plus faibles au niveau du fleuve (B).

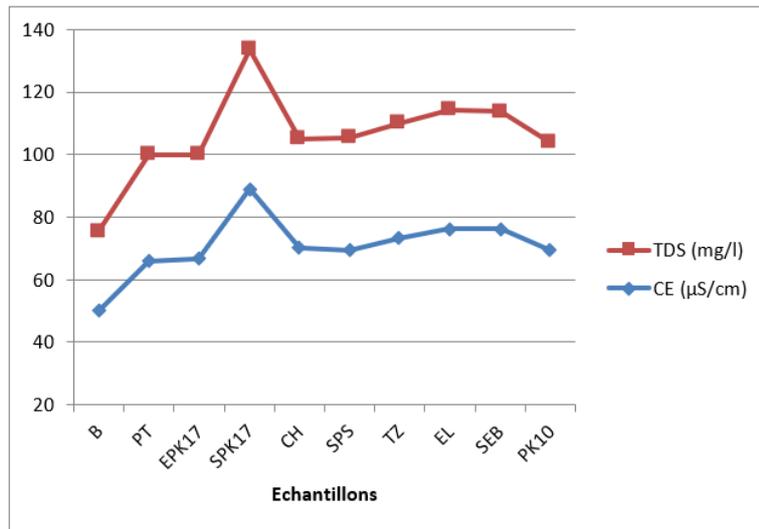


Figure 2 : Variations de la conductivité et du TDSdes échantillons analysés

### 3-3. Les ions fluorure (F)

Une concentration très forte en fluor peut endommager les dents (fluorose dentaire) et les os (fluorose osseuse) [24]. Le résultat du fluor de tous les échantillons de cette étude sont dans les normes de l’OMS fixées à 1, 5 mg/L. En effet, le risque de fluorose dentaire ne se pose pas après consommation de l’eau du réseau de la ville de Nouakchott. La grande sensibilité est chez les enfants de 20 à 30 mois, période de développement de l’émail dentaire. Les valeurs trouvées des fluors pour certaines études sont négligeables respectivement à Agontikon 0,08 et à Jéricho 0,23 mg/L [25]. Les fortes teneurs en fluor dans l’environnement sont généralement d’origines naturelles. Les ions fluorures dérivent principalement de la dissolution des minéraux naturels dans les roches et les sols avec lesquels l’eau interagit [26]. Il y a une différence significative entre la valeur des eaux de forages ( $0,39 \pm 0,17$ ) et celles de puits ( $0,72 \pm 0,35$ ) et de rivières ( $0,63 \pm 0,35$ ) [27]. La teneur en fluor varie de 0 à 0,26 mg/lest présentée dans la **Figure 3** ce qui montre que cette valeur est dans les normes de l’OMS pour l’eau potable qui est de 1,5 mg/L. les valeurs de fluor trouvés ont montré que la teneur est plus importante au niveau de EPK 17 suivi de SPK17, elles sont plus faibles au niveau de PT et de CH.

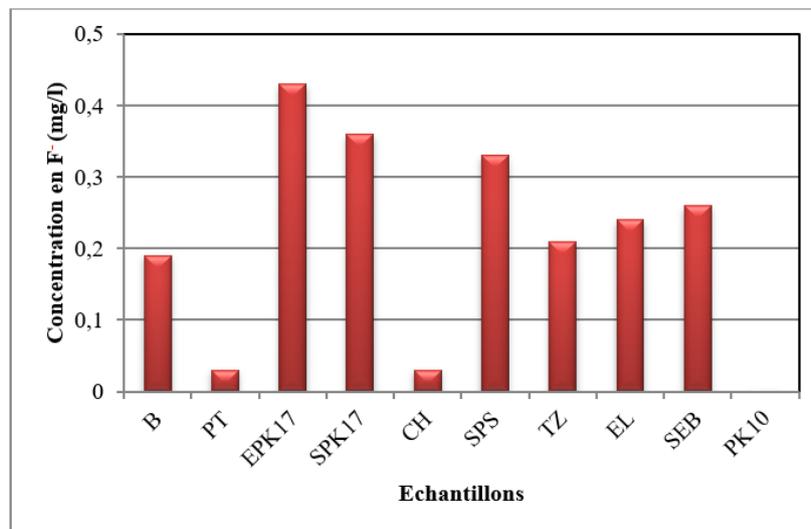
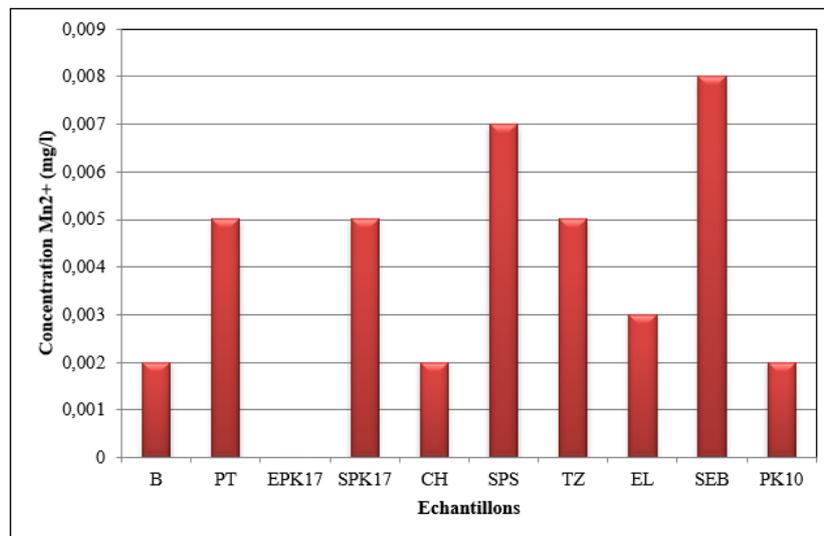


Figure 3 : Variations du Fluor des échantillons analysés

### 3-4. Les ions Manganèse ( $Mn^{2+}$ )

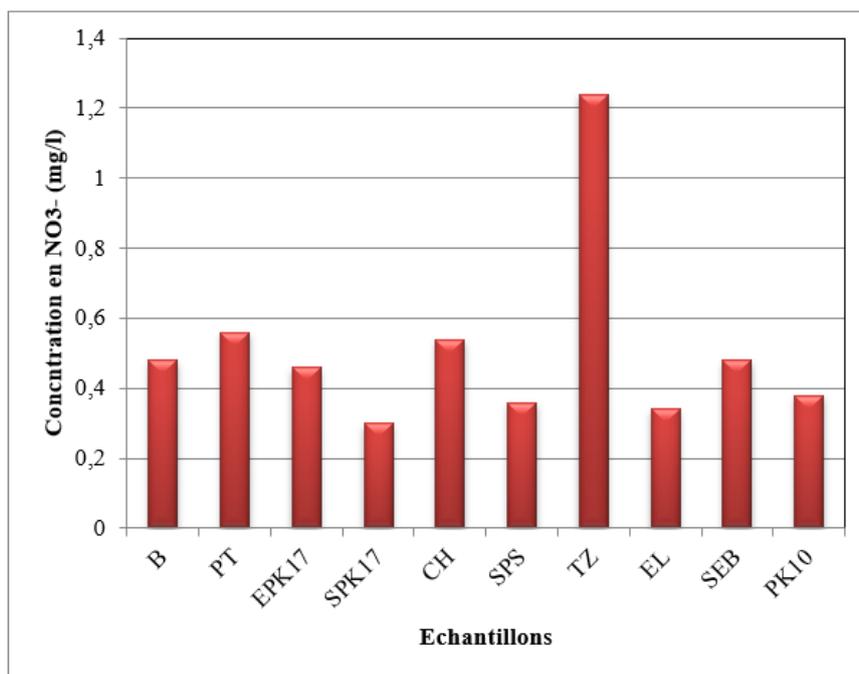
La teneur en Mn est faible dans tous les échantillons de notre étude, sa concentration varie de 0 à 0,008 mg/L est présentée dans la **Figure 4** ces résultats sont dans les normes de l’OMS pour l’eau potable. Les teneurs en manganèse trouvées dans l’eau de la rive droite du fleuve Sénégal varient de 0 à 6  $\mu g/L$  [28]. La teneur en manganèse trouvée dans les études faites dans la zone de Darou Karim par ICP-AES et chromatographie ionique est de 1,31 mg/L. Les teneurs élevées en fer, manganèse, potassium et sulfates permettent de dire que ces eaux sont souterraines et profondes, une étude faite dans ces eaux montre que le manganèse varie de 0 à 0,3 mg/L [29]. Les valeurs trouvées en manganèse montrent, qu’elle est nulle au point de prélèvement EPK 17, elle est plus élevée au niveau de SEB. Il y a plus de Mn dans SEB SPS que dans l’eau brute, qui peut s’expliquer que ce manganèse peut être provenu des tuyauteries de ces zones qui confère à l’eau un goût métallique désagréable.



**Figure 4 :** Variations du Manganèse des échantillons analysés

### 3-5. Les ions Nitrate ( $NO_3^-$ )

Les nitrates ne représentent qu’une des multiples formes de l’azote présent dans l’eau, tout en constituant, en général, la forme la plus abondante de l’azote minéral [30]. Les nitrates font partie des éléments dont la présence dans l’eau provoque des risques sanitaires. Dans le corps humain, les nitrates ne sont pas très dangereux c’est plutôt leur transformation en nitrite qui est indésirable pour la santé. La dégradation de la matière organique par les micro-organismes montre la présence de nitrates. Cette dégradation permet la production de  $CO_2$  qui sera entraîné à son tour en profondeur par infiltration des eaux [31]. Les études faites par certains chercheurs ont montré que les nitrates varient de 5,28 à 10,56 mg/L [32]. La variation des concentrations en nitrate ( $\pm 0,01$  mg/L) de l’eau du fleuve à des sites de la ville de Rosso, en mars 2003 varient de 0 à 0,18 mg/L et en mars 2004 de 0,19 à 0,22 mg/L [15]. Les concentrations des nitrates enregistrées sont faibles et oscillent entre 0,014 et 3,03 mg/L [33]. Le résultat des nitrates pour cette étude est relativement faible varie de 0,3 à 1,24 mg/L est présenté dans la **Figure 5**. Ce résultat est dans les normes de l’OMS fixées à 50 mg/L. Les valeurs en nitrate ressorties au cours de cette étude montrent que la valeur la plus importante se trouve au niveau de TZ et la plus faible au niveau de SPK 17.



**Figure 5 :** Variation des nitrates des échantillons analysés

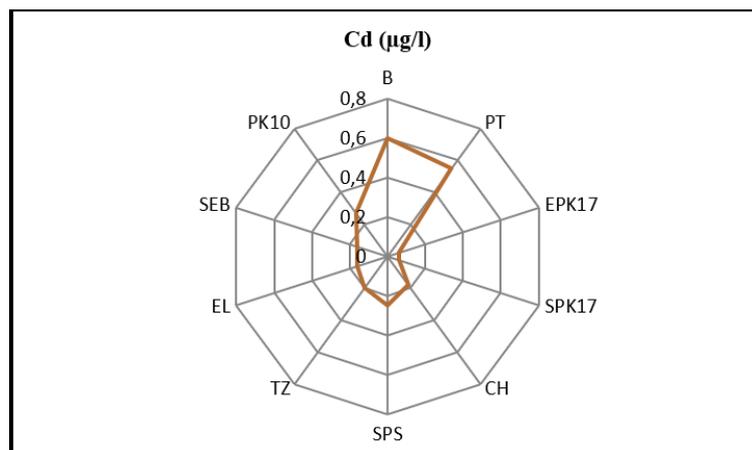
Certains paramètres physico-chimiques de cette étude notamment, le pH a une valeur moyenne de 7,22, le bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ) de 56,42 mg/L, le chlorure ( $\text{Cl}^-$ ) de 22,74 mg/L, la dureté de 3,53 ( $^\circ\text{F}$ ), le Calcium de 9,61 mg/L, le Magnésium de 2,92 mg/L, le taux d'Alcalimétrie Complet de 4,7 mg/L, l'oxydabilité de 0,72 mg/L, l'oxygène dissous de 6,24 mg/L, l'Aluminium de 0,05 mg/L, le sodium de 5,75 mg/L, le potassium de 1,16 mg/L, le sulfate de 5,91 mg/L et les nitrites de 0,001 mg/L, ces résultats sont présentés dans le **Tableau 1**. Les teneurs en calcium et magnésium varient respectivement de 12.02 à 16.03 mg/L et de 1.94 à 3.88 mg/L [34]. Les teneurs en chlorure et carbonates varient respectivement de 14.20 à 28.40 mg/L et de 24.40 à 48.80 mg/L [34]. Les teneurs de l'oxydabilité varient entre 0.192 et 0.704 mg d' $\text{O}_2$ /L. Les teneurs en nitrate, en nitrites et en ammonium des eaux traitées de la ville de Nouakchott varient respectivement de 0.24 à 0.95 mg/L, de 0.00 à 0.01 mg/L et de 0.00 à 0.06 mg/L [34]. L'oxygène dissous est un paramètre nécessaire pour la vie dans les eaux, cet oxygène est produit par la photosynthèse des algues et les plantes aquatiques, provient aussi essentiellement par la l'atmosphère. La teneur en oxygène dissous est fonction de la température journalière et saisonnière. Les études ont montré que la variation d' $\text{O}_2$  entre les saisons de l'année montre que les eaux du fleuve Sénégal sont plus oxygénées durant les mois de Janvier, de Mars, de Mai et de Juillet varie de 5,88 à 6,78 mg/L [35]. L'eau du fleuve Sénégal procède peu d'oxygène durant les mois d'Août et de Septembre avec une valeur minimale de 3,7 mg/L au mois de Septembre [35].

**Tableau 1 : Moyenne de certains paramètres physico-chimiques des échantillons analysés**

Paramètres	Min	Max	Moyenne	Ecart type
pH	7	7,54	7,22	0,22
Bicarbonate (mg/l) $\text{HCO}_3^-$	30,5	109,8	56,42	27,79
$\text{Cl}^-$ (mg/l)	14,2	28,4	22,74	19,49
TH ( $^\circ\text{F}$ )	2,4	4	3,53	14,14
$\text{Ca}^{2+}$ (mg/l)	5,61	14,42	9,61	11,58
$\text{Mg}^{2+}$ (mg/l)	0,48	4,86	2,92	10,17
TAC, TA ( $^\circ\text{F}$ ) ( $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$ )	3	9	4,70	9,28
Oxydabilité (mg/l)	0,16	1,92	0,72	8,65
Oxygène dissous (mg/l)	5,9	6,6	6,24	8,17
$\text{Al}_3^+$ (mg/l)	0	0,09	0,05	7,79
$\text{NO}_2^-$ (mg/l)	0	0,01	0,001	7,47
$\text{SO}_4^{2-}$ (mg/l)	0	14	5,91	7,20
$\text{NH}_4^+$ (mg/l)	0	0,23	0,05	6,97
$\text{Na}^+$ (mg/l)	5	7	5,75	6,77
$\text{K}^+$ (mg/l)	1	2	1,16	6,59

### 3-6. Cadmium

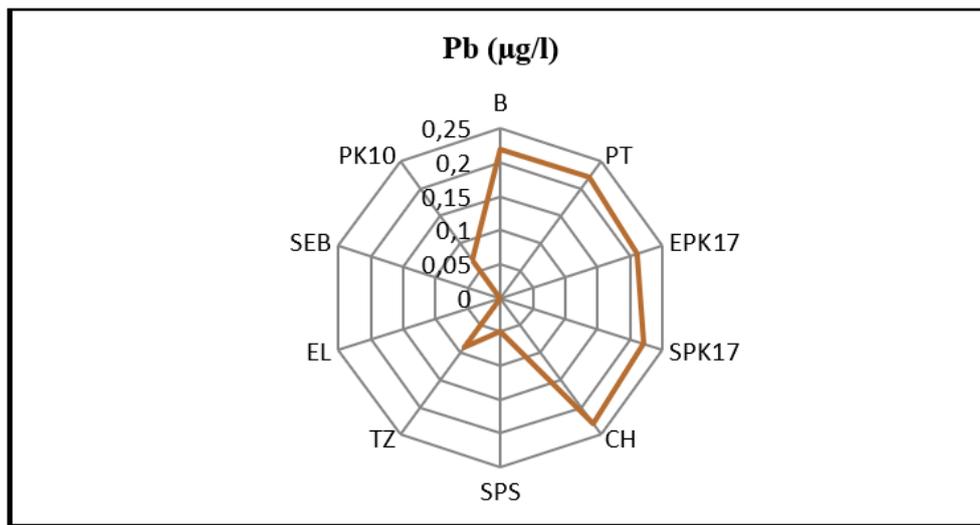
L'eau potable doit avoir une composition physico-chimique qui répond aux normes établies par l'OMS pour que leurs effets n'affectent pas la santé humaine. Les teneurs en cadmium pour notre étude sont dans les normes de l'OMS (3  $\mu\text{g/L}$ ). La teneur en cadmium ressortie de notre étude varie de 0,06 à 0,55  $\mu\text{g/L}$  est présentée dans la **Figure 6**. Les concentrations du cadmium dans l'embouchure k15 et dans l'embouchure k16 sont respectivement de 0,1  $\mu\text{g/L}$  et 1  $\mu\text{g/L}$  [36]. Le cadmium dans les eaux au voisinage de la mine de Tighzaen pour des études faites au mois de 2014 est de 39  $\mu\text{g/L}$  [37], ces valeurs sont supérieures aux celles de notre étude. Par contre les teneurs en cadmium de kandi sont inférieures à 0,001 ppb [38] qui sont aussi très petites par rapport aux résultats de notre étude. Il ressort de notre étude que la teneur en cadmium est plus élevée au niveau de l'eau du fleuve (B) suivi de PT, elle est moins importante au niveau de EPK 17 et SPK 17.

**Figure 6 : Variation du cadmium des échantillons analysés**

### 3-7. Plomb (Pb)

Le plomb est un métal largement utilisé dans l'industrie, aussi les risques de pollution par cet élément sont extrêmement nombreux et variés. Les valeurs trouvées du plomb pour notre étude sont dans les normes de

l’OMS fixées à 10 µg/L. La teneur en plomb trouvée varie de 0 à 0,22 µg/L est présentée dans la **Figure 7**. Les concentrations du plomb dans l’embouchure k15 et dans l’embouchure k16 sont respectivement de 630 µg/L et 610 µg/L [36]. La teneur en plomb dans les eaux de boisson de la ceinture cotonnière de Gogounou, de kandia et de Banikoro (Bénin) est de 0,13 ppb [37] est inférieure à la valeur moyenne nos résultats. D’autres études ont montré que la teneur en plomb au mois de mai 2014 est de 116 µg/L [38] qui largement supérieur à nos valeurs. Les valeurs en plomb sont presque les mêmes au niveau de B, de PT, de EPK 17, de SPK 17 et de CH. Ces valeurs sont nulles au niveau d’EL et de SEB.



**Figure 7 :** *Variation du Cadmium des échantillons analysés*

#### 4. Conclusion

Ce travail a comme objectif de suivre l'évolution de la qualité des paramètres physicochimiques de l'eau du fleuve, des stations de traitement et l'eau distribuée à la ville de Nouakchott. Les résultats physicochimiques de l'ensemble des échantillons prélevés du réseau sont tous de qualité physicochimique satisfaisante. Il ressort de notre étude que le traitement au niveau des stations est efficace du fait que tous les résultats des paramètres analysés sont tous dans les normes de l'OMS. L'eau du réseau provient de la rive droite du fleuve Sénégal, est soumise à des variations des paramètres physico-chimiques au cours des saisons doit faire l'objet d'une attention particulière. Bien que notre étude ne révèle aucune anomalie, il est toujours important de faire un suivi permanent de contrôle de la qualité de l'eau du réseau qui alimente la ville de Nouakchott pour réagir rapidement en cas de contamination. Cependant, cette étude n'est pas exhaustive nécessite un contrôle bactériologique pour s'assurer la qualité de cette eau.

## Références

- [1] - D. A. M. YAKA, A. A. TIEMENI, B. Z. ZING, T. L. L. J. NENKAM, A. ABOUBAKAR, A. B. NZEKET, B. H. F. TCHOLONG, Y. C. M. MEWOOU, Qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines et risques sanitaires dans quelques quartiers de Yaoundé VII, Cameroun, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 14 (5) (2020) 1902 - 1920
- [2] - J. M. KAWAYA, J. P. OTAMONGA, P. NGELINKOTO, P. KABATUSUILA, J. MUBEDIILUNGA, Caractérisation physico-chimique de l'eau de la rivière Lukunga dans la ville de Kinshasa (R. D. du Congo), *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, N°29 (2017) 121 - 136 p.
- [3] - Y. F. KOUAME, A. B. B. KEDI, S. S. KOUASSI, N. J. A. KONAN, E. S. ASSOHOUN, O. B. YAPO, T. GNAGNE, Caractéristiques physico-chimiques des eaux de forages à usage domestique dans la ville de Daloa (centre-ouest de la Côte d'Ivoire), *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 15 (2) (2021) 835 - 845
- [4] - Manuel pour la réalisation des droits humains à l'eau et à l'assainissement de la Rapporteuse spéciale de l'ONU, Catarina de Albuquerque, Première publication au Portugal, ISBN : 978-989-20-4980-9, (2014) 10 p.
- [5] - E. W. VISSIN, H. S. S. AIMADE, L. D. DOUGNON, M. SOHOUNOU, E. Y. ATIYE, G. A. A. ATCHADE, Qualité de l'eau et maladies hydriques dans la commune de Toffo (Bénin, Afrique de l'ouest), *Journal of Applied Biosciences*, 106 (2016) 10300 - 10308
- [6] - S. G. EBLIN, A. P. SOMBO, G. SORO, N. AKA, O. KAMBIRE, N. SORO, Hydrochimie des eaux de surface de la région d'Adiaké. *J. Appl. Biosci.*, 75 (2014) 6259 - 6271
- [7] - L. MOÏSSOU, I. MOUDACHIROU, C. M. JEAN-PIERRE, D. W. VALENTIN, G. S. NESTOR, Caractéristiques physico-chimiques de l'eau des puits dans la commune de Pobè (Bénin, Afrique de l'ouest), *Journal of Applied Biosciences*, 79 (2014) 6887 - 6897
- [8] - T. K. YAO, M-S. OGA, O. FOUCHE, D. BAKA, C. PERNELLE, J. BIEMI, Évaluation de la potabilité chimique des eaux souterraines dans un bassin versant tropical : cas du Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 6 (6) (2012) 7069 - 7086
- [9] - C. MERBOUH, K. BELHSAIEN, A. ZOUAHRI, N. IOUNES, Evaluation De La Qualité Physico-Chimique Des Eaux Souterraines Au Voisinage De La Décharge Contrôlée Mohammedia-Benslimane : (Étude Préliminaire), *European Scientific Journal edition*, Vol. (16), (2020) 6 ISSN : 1857 - 7881 (Print) e - ISSN 1857 - 7431
- [10] - S. ZINSOU, E. MONTCHOWUI, E. BARANKANIRA, C. SIBOMANA, G. NTAKIMAZI, C. A. BONOU, Caractérisation spatio-temporelle de la qualité de l'eau de la rivière Kinyankonge, affluent du Lac Tanganyika, Burundi. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 12 (1) (2018) 576 - 595. DOI: 10.4314/ijbcs.v12i1.44
- [11] - M. E. K. CHEIKH, K. E. KACEMI. L. IDRISSE, Caractérisation physico-chimique des eaux d'alimentation de la ville de Tijikja (Mauritanie), *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 5 (5) (2011) 2133 - 2139
- [12] - M. MAKHOUKH, M. SBAA, A. BERRAHOU, M. V. CLOOSTER, Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued Moulouya (maroc oriental), *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, (09) (2011) 149 - 169 p.
- [13] - G. K. N'GUETTIA, J. M. O. MANGOUA, N. K. ABOUA, A. G. DOUAGUI, L. D. GONE, Caractérisation hydrogéochimique des eaux souterraines du bassin versant de la Baya, Est Côte d'Ivoire, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 13 (1) (2019) 574 - 585
- [14] - K. E. AHOUSSE, Y. B. KOFFI, A. M. KOUASSI, G. SORO, J. BIEMI, Étude hydrochimique et microbiologique des eaux de source de l'ouest montagneux de la Côte d'Ivoire : Cas du village de Mangouin-Yrongouin (sous-préfecture de Biankouman). *Journal of Applied Biosciences*, 63 (2013) 4703 - 4719

- [15] - A. D. DIALLO, N. K. IBNO, A. D. N'DIAYE, H. GARMES, M. KANKOU, O. WANE, L'intérêt des méthodes d'analyses statistiques dans la gestion du suivi de la qualité physicochimique de l'eau de la rive droite du fleuve SENEGAL, *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, N° 17 (2014) 101 - 114 p.
- [16] - S. IBRAHIM, K. MOUSSA, T. DOULO, K. BRAMA, B. KHADIJATOU, B. W. OULD, F. BENJAMIN, B. BASSIROU, T. MARCEL, C. GUELADIO, Eau, hygiène, assainissement et santé dans les quartiers précaires à Nouakchott (Mauritanie) : contribution à l'approche écosanté à Hay Saken, VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement, *Les approches écosystémiques de la santé dans la francophonie*, (2014)
- [17] - Organisation mondiale de la Santé, Directives de qualité pour l'eau de boisson : 4e éd. intégrant le premier additif [Guidelines for drinking-water quality : 4th ed. incorporating first addendum] ISBN 978-92-4-254995-9, (2017)
- [18] - D. GHAZALI, A. ZAID, Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source Ain salama-jerri (région de Meknès - Maroc), *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, (12) (2013) 25 - 36 p.
- [19] - C. S. HERIARIVONY, B. RAZANAMPARANY, J. E. RAKOTOMALALA, Variations spatio-temporelles des paramètres physico-chimiques des eaux souterraines de la commune rurale d'antanifotsy, vakinankaratra, Madagascar, *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, (27) (2016) 239 - 255 p.
- [20] - R. K. O. G. SORO, D. T. SORO, R. M. N. FOSSOU, O. Z. ONETIE, E. K. AHOUSSE, N. SORO, Variation saisonnière de la qualité physico-chimique des eaux souterraines des aquifères d'altérites du département d'Agboville (Sud-Est de La Côte d'Ivoire), *European Scientific Journal*, (12) N° 17 (2016) ISSN : 1857 - 7881 (Print)
- [21] - K. E. AHOUSSE, Y. B. KOFFI, A. M. KOUASSI, G. SORO, N. SORO. J. BIEMI, Étude des caractéristiques chimiques et microbiologiques des ressources en eau du bassin versant du N'zi : cas de la commune de N'zianouan (Sud de la Côte d'Ivoire). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6 (4) (2012) 1854 - 1873
- [22] - M. MAKHOUKH, M. SBAA, A. BERRAHOU, M. VAN, CLOOSTER, Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued moulouya (Maroc oriental), *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, N° 09 (2011) 149 - 169 p.
- [23] - T. HASNI, M. MOHAMED, A. M. M. BABA, A. AHMED, Y. LEMHABA, M. V. H. ABDELLAHI, Caractérisation Physico-Chimique Des Eaux De Surface Et Étude De La Diversité Ichtyologique De Quelques Zones Humides Continentales En Mauritanie. *European Scientific Journal*, Vol. 14, N° 6 (2018), ISSN : 1857 - 7881 (Print) e - ISSN 1857 - 7431
- [24] - M. HANE, I. DIAGNE, M. NDIAYE, B. NDIAYE, C. T. DIONE, D. CISSE, A. DIOP, Etude comparative de la qualité physico-chimique des eaux de puits et de forage consommées dans la commune de Sinthiou Malème dans la région de Tambacounda (Sénégal), *int. j. biol. chem. sci.*, 14 (9) (2020) 3400 - 3412
- [25] - G. VIRGINIE, D. C. A. PASCAL, B. N. MAFUYU, S. M. ESPERANCE, F. C. D. LEONCE, D. W. VALENTIN, A. FELICIEN, C. K. S. DOMINIQUE, Etude de la qualité physico-chimique de l'eau de boisson dans deux localités du Bénin : Cotonou et Dassa-Zoumè, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 10 (1) (2016) 422 - 434
- [26] - R. S. MOUSSA, M. M. M. ALMA, M. S. LAOUALI, I. NATATOU, H. ISSA, Caractérisation physico-chimique des eaux des aquifères du Continental Intercalaire / Hamadien et du Continentalsiems Terminal de la région de Zinder (Niger), *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 12 (5) (2018) 2395 - 2411
- [27] - T. MAOUDOMBAYE, G. NDOUTAMIA, A. M. SEID, A. NGAKOU, Etude comparative de la qualité physico-chimique des eaux de puits, de forages et de rivières consommées dans le bassin pétrolier de Doba au Tchad, *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, N° 24 (2015) 193 - 208 p.

- [28] - A. D. NDIAYE, M. S. KHADIJETTOU, S. A. K. MOHAMED, Contribution à l'étude de la qualité physicochimique de l'eau de la rive droite du fleuve Sénégal, *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, N° 12 (2013) 71 - 83 p.
- [29] - A. K. D. DIME, G. DIOUF, M. M. SARR, M. FALL, Caractérisation physico-chimique de la nappe phréatique située dans une zone a forte pollution industrielle : cas de la commune de Rufisque, *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 35 (2020) 163 - 174
- [30] - M. L. BELGHITI, A. CHAHLAOUI, D. BENGOUMI, R. EL MOUSTAINE, Etude de la qualité physico -chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quaternaire dans la région de Meknès (Maroc), *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, N°14 (2013) 21 - 36 p.
- [31] - H. AMADOU, M. S. LAOUALI, A. MANZOLA, Analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux de trois aquifères de la région de Tillabéry : application des méthodes d'analyses statistiques multi variées, *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, N°20 (2014) 25 - 41 p.
- [32] - G. VIRGINIE, D. C. A. PASCAL, B. N. MAFUYU, S. M. ESPERANCE, F. C. D. LEONCE, D. W. VALENTIN, A. FELICIEN, C. K. S. DOMINIQUE, Etude de la qualité physico-chimique de l'eau de boisson dans deux localités du Bénin : Cotonou et Dassa-Zoumè, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 10 (1) (2016) 422 - 434
- [33] - M. OUHMIDOU, A. CHAHLAOUI, A. KHARROUBI, M. CHAHBOUNE, Étude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux du barrage Hassan Addakhil d'Errachidia (Maroc), *J. Mater. Environ. Sci.*, 6 (6) (2015) 1663 - 1671
- [34] - A. D. BRAHIM, D. ANAS, D. KHALID, M. S. A. KANKOU, M. O. S. YAHYA, F. MOHAMED, EL K. C MOHAMED, C. HASSAN, Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux traitées de la ville de Nouakchott, Mauritanie, *Proceedings des JIC2017- Proceedings of the JIC2017*, 01 (2018) 46 - 51
- [35] - A. D. BRAHIM, D. ANAS, D. KHALID, M. S. A. KANKOU, M. O. S. YAHYA, F. MOHAMED, EL K. C MOHAMED, C. HASSAN, Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux traitées de la ville de Nouakchott, Mauritanie, *Proceedings des JIC2017- Proceedings of the JIC2017*, 01 (2018) 46 - 51
- [36] - G. ONIVOGUI, S. BALDE, K. BANGOURA, M. K. BARRY, Évaluation des risques de pollution en métaux lourds (Hg, Cd, Pb, Co, Ni, Zn) des eaux et des sédiments de l'estuaire du fleuve Konkouré (Rep. de Guinée), *Afrique SCIENCE*, 09 (3) (2013) 36 - 44
- [37] - F. EL HASSANI, A. BOUSHABA, N. RAÏS, L. BENAABIDATE, edition Vol. 12, N°6 ISSN: 1857 - 7881 (2016), (Print) e - ISSN 1857 - 7431
- [38] - S. ADAM, A. PATRICK. EDORH, H. TOTIN, L. KOUMOLOU, E. AMOUSSOU, K. AKLIKOKOU, M. BOKO, Pesticides et métaux lourds dans l'eau de boisson, les sols et les sédiments de la ceinture cotonnière de Gogounou, Kandi et Banikoara (Bénin), *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 4 (4) (2010) 1170 - 1179