



Variation saisonnière de la contamination des eaux de mares de la ville de N'Djaména (Tchad) en bactéries pathogènes de genre *Salmonella*

Nadine TEREI^{1,4*}, Richard Nare Bongo NGANDOLO², Abbo Abakar ZAKARIA^{1,2},
Djirabayé NADJAM⁴ et Antipas BAN-BO BEBANTO^{1,3}

¹Laboratoire de Biochimie – Biologie Cellulaire et Moléculaire – Microbiologie (L2BCM) – Faculté des Sciences Exactes et Appliquées (FSEA) - Université de N'Djaména.

²Institut de Recherche en Elevage pour le Développement (IREDE). BP : 433, N'Djaména (Tchad)

³Institut Supérieur des Sciences et des Technologies (I2ST).

⁴Institut Tchadien de Recherche Agronomique pour le Développement (ITRAD). BP : 5400, N'Djaména (Tchad).

*Auteur correspondant ; E-mail : nadineterey@gmail.com

Received: 08-08-2024

Accepted: 22-10-2024

Published: 31-10-2024

RESUME

Les eaux de mares sont les premières sources d'irrigation des sites maraîchers dans la ville de N'Djaména. Elles constituent donc des menaces permanentes pour la santé aussi bien humaine qu'animale. Ce travail vise à évaluer la variation saisonnière de la contamination des eaux de mares de la ville de N'Djaména en bactéries pathogènes de genre *Salmonella* ainsi que les paramètres physico-chimique en lien avec cette variation. Des prélèvements des échantillons des eaux de mares ont été réalisés dans 16 (Seize) sites couvrant 7 arrondissements (1, 3, 5, 7, 8, 9 et 10) de la ville de N'Djaména sur une période de 12 mois (Juillet 2021-Juin 2022). L'analyse microbiologique a été faite selon la norme ISO 6579:2007. Les souches de *Salmonella* ont été isolées suivant la méthode standard de microbiologie et confirmées par la galerie Api 20 E. Des analyses physico-chimiques telles que le pH, la conductivité et la Température ont été effectuées avec un multi paramètre de marque EXTECH (EC500). Les résultats ont montré que le taux de contamination annuelle des eaux est compris entre 31% et 71% ; le taux se situait entre 36,38% et 58,33% selon les arrondissements avec une fréquence élevée en saison sèche 62,8% suivie d'une baisse en saison de pluies égale à 37,13%. La conductivité de ces eaux variait entre 924 µs/cm et 3669 µs/cm ; le pH se situait entre 7,45 et 7,90 ; La température la plus faible était 28, 33°C et la plus haute 32,03°C. La présence des salmonelles dans ces eaux pourrait être à l'origine de la contamination humaine.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Eaux de mares, prélèvement, Salmonelles, prévalence, Tchad.

Seasonal variation in contamination of pond water in the city of N'Djaména (Chad) by pathogenic *Salmonella* bacteria

ABSTRACT

Pond water is the main source of irrigation for market-gardening sites in the city of N'Djaména. They are therefore a constant threat to human and animal health. The aim of this study is to assess the seasonal variation in contamination of pond water in the city of N'Djaména by pathogenic *Salmonella* bacteria, as well as the physico-chemical parameters associated with this variation. Pond water samples were taken at 16 (Sixteen) sites covering 7 arrondissements (1, 3, 5, 7, 8, 9 and 10) in the city of N'Djaména over a 12-month period (July 2021-June 2022). Microbiological analysis was carried out in accordance with ISO 6579:2007. *Salmonella* strains were isolated using the standard microbiology method and confirmed using the Api 20 E gallery. Physico-chemical analyses such as pH, conductivity and temperature were carried out using an EXTECH multi-parameter (EC500). The results showed that the annual contamination rate of the water ranged from 31% to 71%; the rate ranged from 36.38% to 58.33%, depending on the district, with a high frequency in the dry season (62.8%) followed by a drop in the rainy season (37.13%). Conductivity ranged from 924 $\mu\text{s}/\text{cm}$ to 3669 $\mu\text{s}/\text{cm}$; pH from 7.45 to 7.90; lowest temperature 28.33°C; highest 32.03°C. The presence of salmonella in these waters could be the cause of human contamination.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: pond water, sampling, Salmonella, prevalence, Chad.

INTRODUCTION

De nos jours les eaux usées sont fréquemment réutilisables, soit pour l'irrigation : cultures fourragères ou maraîchères ; soit en industrie : circuit de refroidissement, construction, papeteries, industries textiles, etc. ; soit en zone urbaine : lutte contre l'incendie, lavage de voiture et de voirie, arrosage de parcs, etc. ; soit pour la production d'eau potable ; soit pour la recharge de la nappe phréatique. L'eau peut donc jouer le rôle de vecteur d'agents microbiologiques potentiellement dangereux comme les salmonelles, les vibriens cholériques et les parasites (Montiel, 2004). L'eau de surface peut être contaminée par des phénomènes de lessivage des sols contaminés lors de fortes précipitations ou par des rejets de STEP ou fosses septiques (Mathilde, 2019). La pollution microbiologique des eaux de surface par des agents pathogènes est un problème qui remonte très loin dans le temps. Au cours du XIXe siècle, les maladies d'origine hydrique ont été responsables de vastes épidémies de dysenterie, fièvre typhoïde, choléra, entre autres, liés d'une part à la consommation de la faune et à la baignade (Hamid, 2007). Ces eaux usées constituent en absence d'un traitement un danger croissant pour la santé humaine et le

milieu naturel à cause de leurs charges en matières chimiques toxiques et de micro-organismes pathogènes (bactéries, virus, parasites...). Elles constituent donc des menaces permanentes pour la santé aussi bien humaine qu'animale (Ait et al., 2002 ; Talouizte et al., 2007). Cependant, elle doit être gérée et protégée en raison de sa vulnérabilité à la surexploitation et à la pollution (Okoh et Osulale, 2017). Les eaux usées domestiques et industrielles de la ville de N'Djaména sont rejetées sans traitement préalable dans les canaux d'eaux pluviales ou dans les lits de rivières. Ces derniers étant à ciel ouvert en traversant des quartiers urbains et périurbains de la ville. Au cours de leurs passages, les riverains l'utilisent surtout pour l'irrigation de cultures maraîchère (PNUD, 2003). Face à cette situation et dans le cadre du contrôle sanitaire et de la surveillance des maladies à transports hydriques, une étude a été conduite pendant la période allant du mois de Juillet 2021 au mois de Juin 2022. Elle avait pour objectif d'évaluer spécifiquement la prévalence saisonnière des Salmonelles isolées des eaux de mares des différentes communes de la ville de N'Djaména ainsi que les paramètres physico-chimique en lien avec cette variation.

MATERIEL ET METHODES

Site et période d'étude

L'étude a été réalisée pendant la période allant du mois de juillet 2021 au mois de juin 2022 dans sept (7) arrondissements de la ville de N'Djamena (Figure 1). Seize (16) sites de prélèvements ont été choisis. Le climat tropical aride de type sahélien, alternant une saison sèche (novembre à avril) et une saison pluvieuse (mai à octobre). La température moyenne annuelle de la ville est de 28,9°C avec une pluviométrie moyenne de 452 mm/an. Ces arrondissements sont traversés par les effluents d'eaux usées qui est un mélange des eaux de ruissellement déversées par des canaux de drainages de la ville et des eaux issues des ménages.

L'échantillonnage a été effectué de façon aléatoire. Le matériel de prélèvement et de transport était constitué des flacons stériles (121°C/25mn) de 500 ml et d'une glacière munie d'éléments réfrigérants.

Analyse bactériologique

Les analyses microbiologiques ont porté sur 168 échantillons d'eau de mares. Elles ont été réalisées au Laboratoire de Bactériologie Générale de l'Institut de Recherche en Elevage pour le Développement (IREDD) de N'Djamena. L'isolement et l'identification des bactéries ont été effectués suivant la Méthode de référence NF/EN ISO 6579 (2007). Le sérotypage a été mené par la technique d'agglutination sur lame selon le schéma de Kauffmann-White (Grimont et al., 2007). Les prélèvements ont été pré-enrichis au 1/10 avec de l'eau peptonée, tamponnée, puis, 0,1 ml du prélèvement pré-enrichi a été utilisé pour enrichissement dans 10 ml du milieu RVS (Rappaport Vassiliadis Soja) et 1 ml dans 10 ml du milieu MKTTn (Tétrathionate de Mueller-Kaufmann). Par la suite, le milieu RVS a été incubé à 42°C et le MKTTn à 37°C pendant 24 heures chacun. L'isolement des germes a été réalisé après ensemencement des produits enrichis sur gélose sélective Hektoën et XLD (Xylose Lysine Désoxycholate).

L'identification biochimique des souches a été faite par culture de l'inoculum sur la galerie API® 20E (Bio-Mérieux). Le principe est basé sur l'inoculation des microtubules avec une suspension bactérienne qui réhydrate les milieux. L'incubation s'est faite à 37°C à l'étuve pendant 24 heures au cours desquelles se sont déroulées les réactions biochimiques de décarboxylation, de fermentation et de désamination qui se sont traduites par des produits colorés, spontanés, révélés par addition des réactifs (Nucera et al., 2006). Le test d'agglutination des souches de *Salmonella* a été exécuté par la technique d'agglutination directe sur lame, à l'aide des séras anti-O polyvalents (OMA, OMB, OMC) pour déterminer les souches de salmonelles, anti-O monovalents pour préciser le groupe auquel elles appartiennent et anti-H (HMA, HMB, HMC et H1) pour déterminer le sérotype au sein du groupe, suivant le schéma de Kaufmann-White (Grimont et al., 2007). Le tableau de Kauffmann-White-Le Minor (Guibourdenche et al., 2010) a été utilisé pour la lecture des résultats et la détermination de la formule antigénique des sérotypes (Huneau et al., 2007).

Analyse physico-chimique de l'eau d'arrosage

Les paramètres physico-chimiques effectués in-situ sont : le pH, la conductivité électrique (C.E.) et la température. Le pH a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre, tandis que la conductivité électrique et la température ont été mesurées à l'aide d'un conductimètre. Toutes ces analyses ont été effectuées in-situ après prélèvement de l'échantillon placé dans un bêcher de 1000 ml (Derwich et al., 2008).

Analyse des données

Pour l'analyse statistique des données, les logiciels XLSTAT 7.5.2 et SPSS ont été utilisés. L'analyse de variances (ANOVA) a été réalisée pour comparer les valeurs moyennes des différentes variables en utilisant les tests de Fisher au seuil 5%.

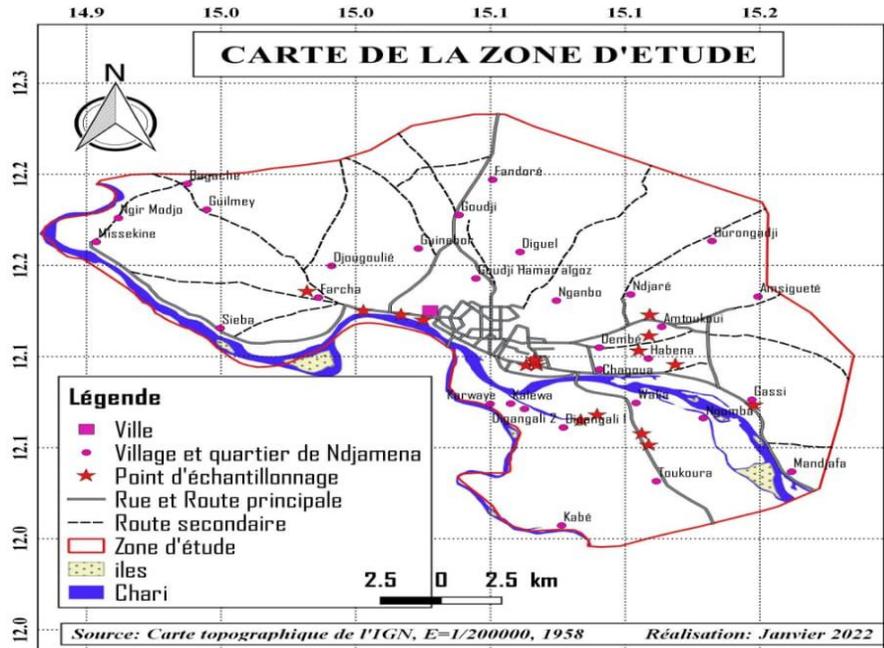


Figure 1 : Site d'étude.

RESULTATS

L'isolement des salmonelles

Les résultats de l'isolement des germes de salmonelles dans les eaux de mares ont révélé la présence des salmonelles dans tous ces arrondissements. Sur 168 échantillons analysés annuellement, 97 étaient positifs aux salmonelles, soit un taux de 57,73%. La fréquence annuelle de contamination de salmonelle par arrondissement est présentée par la Figure 2. Les arrondissements ayant un taux élevé sont les suivants : 9eme 1^{er} et 7eme arrondissements respectivement 70,81%, 66,64% et 62,30%.

L'évolution périodique du taux de contamination

La répartition mensuelle du taux de contamination des salmonelles des eaux des mares est présentée dans la Figure 3. Les fréquences les plus élevées sont observées pendant les mois de Mai et le mois d'Avril soit 85,89% et 85,62%.

L'influence de la température sur la croissance des germes de salmonelles

La Figure 4 indique que le taux de contamination est plus élevé pendant les mois d'Avril et le mois de Mai 71%. La fréquence de contamination croit en fonction de la température ; plus il y a le pic de température, plus la fréquence de contamination est élevée (mois d'Avril, Mai et Octobre). Il ressort de la Figure 5 que le régime thermique des eaux de mares a présenté une évolution saisonnière qui suit celle du climat (température de l'air), élevée pendant la saison sèche (30,66°C en moyenne) et légèrement en baisse pendant la saison de pluies (28,94°C en moyenne). La température moyenne annuelle est comprise entre 28,33°C et 32,03°C. Le pH de toutes les eaux analysées a été relativement basique avec des valeurs comprises entre 7,45 et 7,90 en moyenne (Figure 6).

La conductivité

La conductivité électrique des eaux analysées suit à son tour une évolution

saisonnaire (Figure 7). Les maxima ont été enregistrés (3669 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 2410 $\mu\text{S}/\text{cm}$) pendant les mois de Mai et Juin ; les minima (924 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 926 $\mu\text{S}/\text{cm}$) pendant les mois de Février et Août.

Les sérotypes isolés des eaux de mares

Le Tableau 1 montre des sérotypes de salmonelles dans les eaux de mares. Une dominance de *S. Paratyphi A* et *S. Paratyphi B* suivit de *S. Gallinarum* a été observée Respectivement : 17,52%, 14,43% et 13,40%.

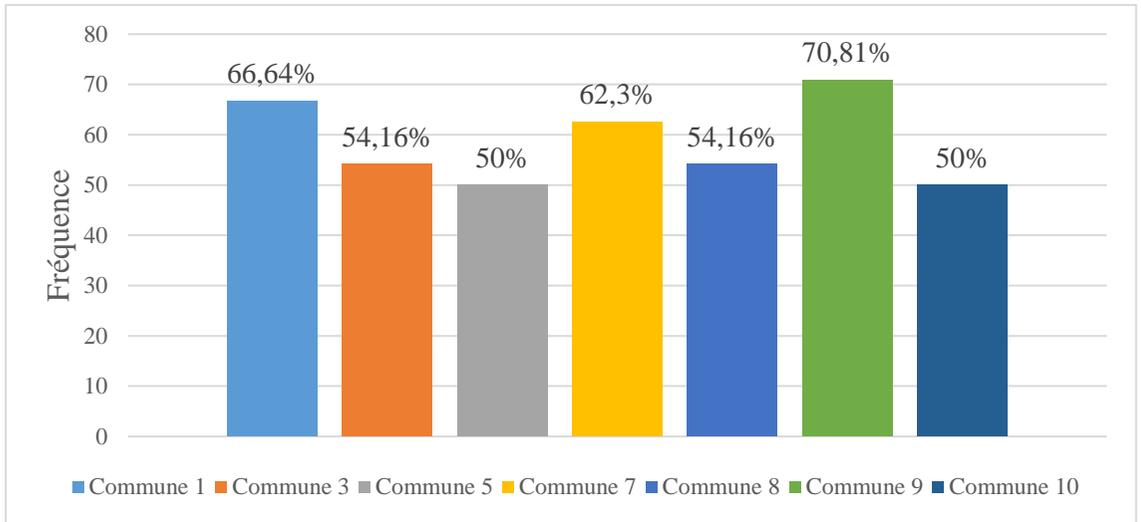


Figure 2 : Fréquence annuelle de contamination de salmonelle par arrondissement.

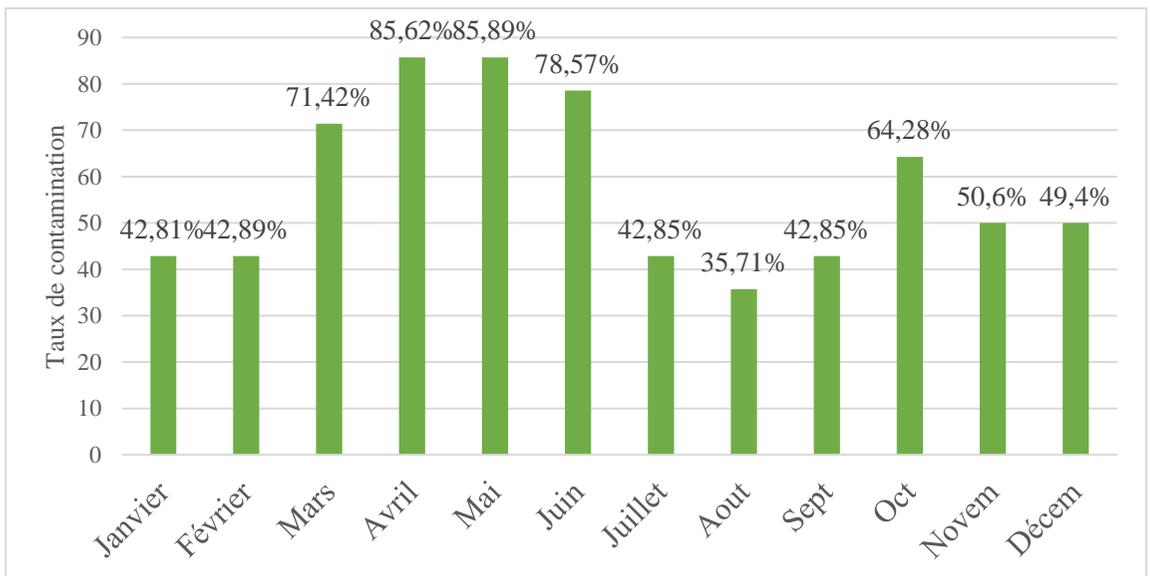


Figure 3 : Fréquence annuelle de contamination par salmonelle.

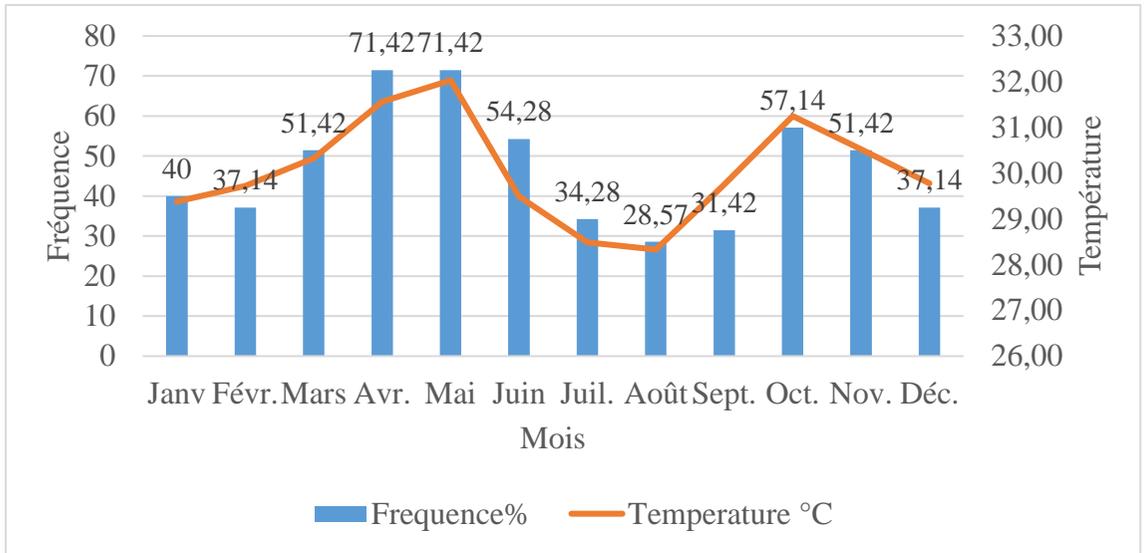


Figure 4 : Fréquence annuelle de contamination en fonction de la température.

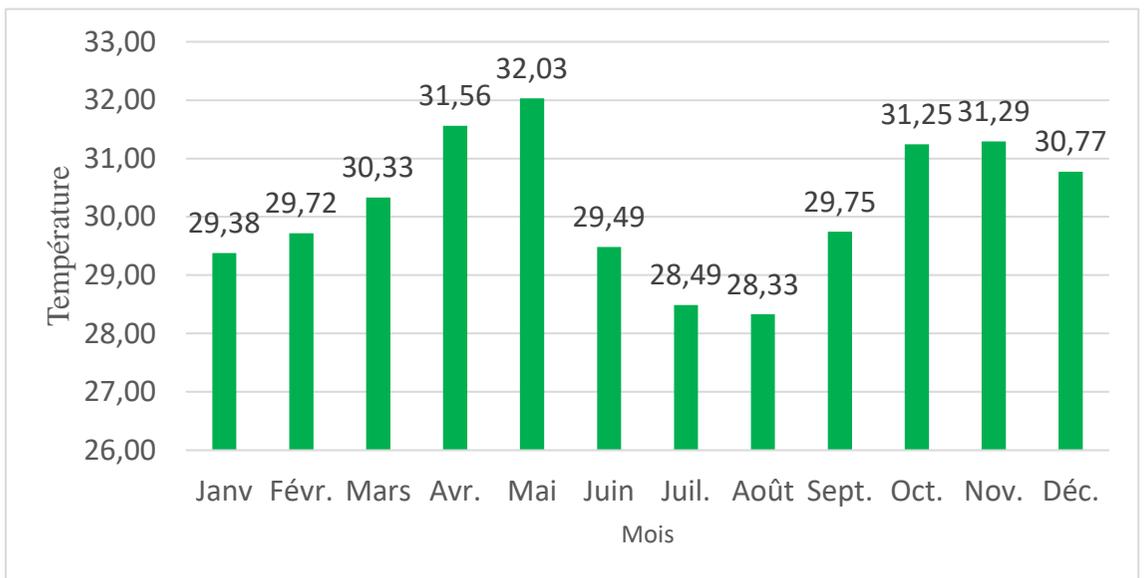


Figure 5 : variation de la température (°C) moyenne mensuelle.

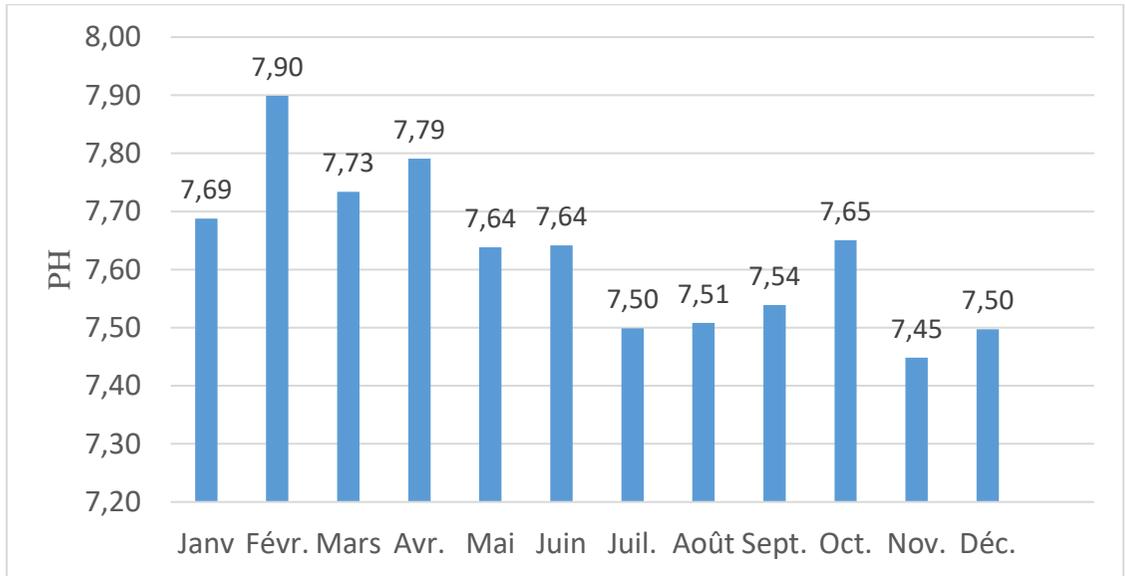


Figure 6 : Répartition du pH moyen mensuel.

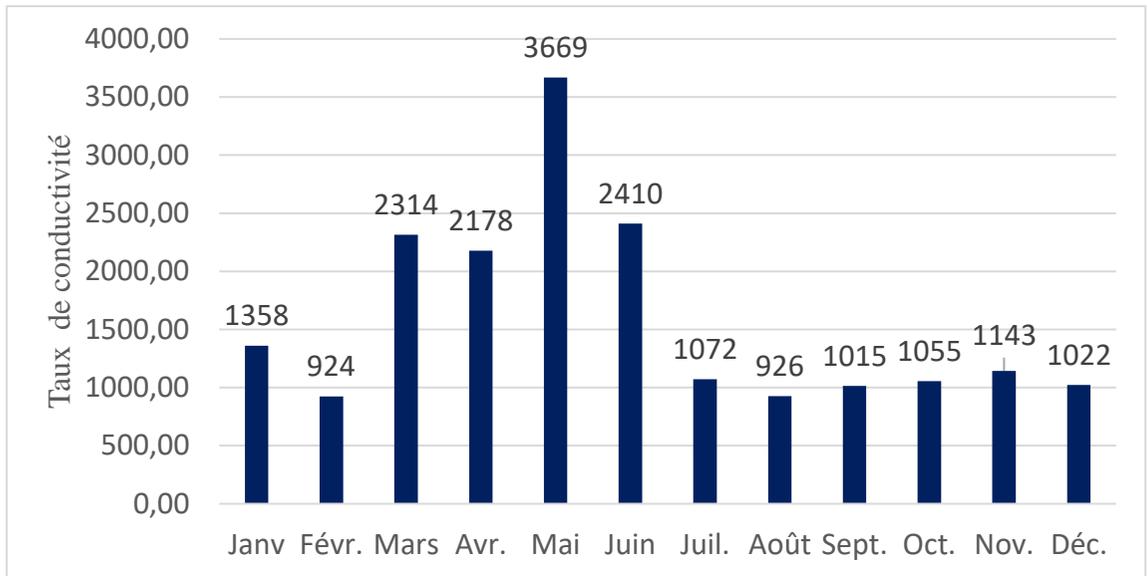


Figure 7 : Variation moyenne de la conductivité mensuelle.

Tableau 1 : Répartition des Sérotypes identifiés dans les eaux de mares.

Sérotypes	Effectifs	Proportions %
S. Typhimurium	13	13,40
S. Typhi	6	6,18
S. Enteridis	9	9,27
S. Paratyphi B	15	15,46
S. Paratiphy A	17	17,52
S. Gallinarum	14	14,43
S. arizonae	12	12,37
S. spp	11	11,34

DISCUSSION

Pour cette étude, la prévalence en *Salmonella* dans les eaux de mares était de (57,73%) ; Ce taux des contaminants dans les eaux de mares serait d'une part du à l'exposition aux contaminations avec la fumure (matières fécales des animaux utilisées comme engrais). Les salmonelles ont été révélées dans les eaux d'égouts agricoles et domestiques, les eaux douces (potables et nappes phréatiques), ainsi que l'eau de mer (Rodier, 2009). Le taux de contamination des eaux de mares est inférieur à celui obtenu à Dakar par (Ndiaye, 2009) où *Salmonella spp* représentent 67% des échantillons positifs.

La contamination bactériologique était élevée pendant la saison sèche de la période d'étude avec de taux respectivement de 85,62% au mois d'Avril, mois de Mai (85,89%). Une diminution de l'abondance bactérienne a été notée durant la saison pluvieuse avec de taux de 35,71% au mois d'Août et 42,85% au mois de Juillet et le mois de Septembre. La chute des concentrations en salmonelle en saison pluvieuse par rapport à la saison sèche pourrait être due à un effet de dilution des eaux. Par contre, l'augmentation de la température en saison sèche serait à l'origine de la prolifération de ces germes suivit du phénomène d'évaporation qui diminue la surface initiale de ces eaux par conséquent la fréquence d'isolement de ces germes devient élever. En effet, la teneur en polluants rejetés régulièrement dans un cours d'eau diminue et se trouve diluée dans un plus

grand volume d'eau suite à la chute des pluies (Kenmongue, 2010). Les pluies, entraînent alors une dilution de la contamination bactérienne et augmentent le débit des eaux stagnantes ce qui défavorise la prolifération bactérienne. Les mêmes observations ont été faites au Maroc par (Mohamed et al., 2020) lors d'une étude sur la qualité bactériologique des eaux du bassin versant de l'oued Inaouene en amont du barrage Idriss Ier. Le même constat a été également fait à Cotonou au Bénin par (Hounsounou et al., (2018), qui ont rapporté des prévalences plus élevées selon les saisons climatiques. Pour (Santsa et al., 2018). La prévalence bactérienne est plus élevée en saison pluvieuse notamment en août et les valeurs faibles sont enregistrées en saison sèche pendant laquelle le minimum est noté en février de la même année.

La température de l'eau est un facteur important dans l'environnement aquatique car elle régit presque la totalité des réactions physiques, chimiques et biologiques (Chapman et al., 1996). Les valeurs moyennes de température des eaux d'arrosage obtenues au cours de ces analyses reflètent celle de la température ambiante. Les taux de contamination important ont été enregistrés pendant les périodes les plus chaudes (32,03°C au mois de Mai et 31,56°C au mois d'Avril). La température serait un facteur favorisant la multiplication des microorganismes à l'inverse du froid qui inhibe la prolifération bactérienne. Les valeurs obtenues pour cette étude (minima 28,33°C et maxima 32,03°C) constitueraient également les intervalles de températures

optimales de croissance des bactéries mésophiles. En effet, les salmonelles ont un domaine de température optimale favorisant leur développement. Des températures situées en dehors de ce domaine gêneraient leur croissance. Ces constats ont été faits par Maiwore et al. (2020) et autres selon lesquels la température est l'un des facteurs les plus importants qui agit sur la croissance des microorganismes. Nos travaux corroborent avec ceux obtenus par Kherifi et al. (2012) sur l'évolution saisonnière de la qualité microbiologique des eaux du lac de Mellah en Algérie.

Le pH est un paramètre important de la qualité de l'eau. Il permet de définir le caractère agressif ou incrustant d'une eau. Les valeurs de pH obtenues au cours de ces analyses constituent également des valeurs optimales pour le développement de nombreuses bactéries telles que les salmonelles et autres entérobactéries. Ces valeurs comprises entre 7,45 et 7,90 seraient favorable à la prolifération des salmonelles. Elles sont supérieures à celles obtenues par Elisabeth et al. (2018) au Benin (4,77 et 6,55) par contre elles sont conformes à la norme recommandée par l'OMS ($6,5 < \text{pH} < 8,5$).

Sept (7) sérotypes ont été identifiés dans les eaux de mares avec une dominance de *S. Paratyphi A* (17,52%) suivi de *S. Paratyphi B* (15,46%), *S. Gallinarum* (14,43%), *S. Typhimurium* (13,40%), *S. arizonae* (12,37%), *S. Enteridis* (9,27%) et *S. Typhi* (6,18%). Ces souches pathogènes de *Salmonella* peuvent être considérées comme un danger potentiel sur la santé humaine. Ce danger réside essentiellement dans la persistance de cette bactérie pathogène sur les cultures irriguées avec ces eaux et en particulier la laitue. La diversité biochimique des souches isolées est supérieure à celle de Ndiaye (2018) à Dakar selon laquelle les sérotypes *Paratyphi A* et *Typhi* ont été isolés des eaux usées utilisées pour l'irrigation

Conclusion

La contamination des eaux de mares suit une variation périodique. Ce taux est en lien avec les paramètres physico-chimique. La forte pression engendrée par les rejets des eaux domestiques de la ville ainsi que les autres rejets infectés (effluents d'élevage) pourraient être à l'origine de cette contamination. De même, les ressources en eaux régionales

(nappe, sources et puits) pourraient être contaminées par les infiltrations de ces eaux contaminées, ce qui pourrait exposer les populations à des intoxications à *Salmonella*. Les causes sont surtout le défaut d'assainissement et les mauvaises habitudes dans la gestion de l'hygiène dans la ville. Le sérotypage a montré une prédominance *S. Paratyphi A*. C'est le sérogroupe le plus fréquemment retrouvé chez l'homme et dans l'environnement. Des réflexions doivent être poussées concernant les technologies de purification des eaux usées avant leur utilisation.

CONFLITS D'INTERÊTS

Les auteurs déclarent ne pas avoir des conflits d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

L'étude présentée dans ce manuscrit est une partie des recherches doctorales réalisées par TN, dirigées par BBA, les auteurs : NBNR, ZAA et ND ont tous participé à la rédaction du document.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'Institut Tchadien de Recherche Agronomique pour le Développement suite au support financier apporté pour la réalisation de ce travail.

REFERENCES

- Ait melloul A, Amahmid O, Hassani L, Bouhoum K. 2002. Health effect of human wastes use in agriculture in El Azzouzia (the wastewater spreading area of Marrakech city, Morocco). *International Journal of Environmental Health Research*, **12**:17–23. DOI: 10.1080/09603120120110022
- Derwich E, Beziane Z, Benaabidate L, Belghyti D. 2008. Evaluation de la qualité des eaux de surface des oueds Fès et Sebou utilisées en agriculture maraîchère au Maroc. *Larhyss Journal*, **7**: 59-77.
- Djegbe I, Taira S, Tamou-Tabé N, Topanou F, Soglo M, Paraiso A, Djouaka R, Kelome CN. 2018. Variation saisonnière de la qualité physicochimique et microbiologique des eaux d'irrigation et des légumes du site maraîcher de Bawéra et risques sanitaires associés. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **12**(2): 781-795.

- DOI:
<https://doi.org/10.4314/ijbcs.v12i2.13>
- El Ouali Lalami A, Merzouki M, Bennani L, Maniar S, Amezaine Hassani F, El Harch M, Oumokhtar B. 2008. Etude bactériologique et parasitologique de l'eau de l'oued de Sebou après rejet des eaux usées de la ville de Fès au Maro. *Tribune de l'Eau*, **4**: 50-55. [url={https://api.semanticscholar.org/CorpusID:173709179}](https://api.semanticscholar.org/CorpusID:173709179)
- El Ouali, LA, Zanibou, A, Bekhti, K. et al. 2014. Contrôle de la Qualité Microbiologique des Eaux Usées Domestiques et Industrielles de la Ville de Fès au Maroc (Microbiological Control Wastewater Domestic and Industrial City of Fes Morocco. *Journal of Materials and Environmental Science*, **5**: 2325-2332 DOI: 10.4236/gep.2019.75011
- Elisabeth Yehouenou, A Pazou, David Azocli, Antoine Vikkey Hinson, Benoîte Assogba, Hermine Avoce, Elodie Hozanhekpon. 2018. Etude de la qualité des eaux consommées dans la commune d'Adjohoun au Benin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **12**(4): 1920-1930, DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i4.32>
- Espérance O, Hounsounou, Micheline ADT, Nelly CK, Expédit WV, Guy A, Mensah EA. 2016. Pollution des eaux à usages domestiques dans les milieux urbains défavorisés des pays en développement : Synthèse bibliographique, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**(5) : 2392-2412.
- Grimont F, Meugnier H, Forey F. 2007. Lysotypie, bactériocynotypie, ribotypie. In *Bactériologie Clinique* (2ème Edn), Guerin J (ed). Boissieu ; 259-282.
- Guibourdenche MR, Roggentin P, Mikoleit MR, Fields PI, Bockemuhl J, Grimont PA, Weill FX. 2010. Supplement 2003-2007 (No. 47) to the White-KauffmannThe Minor scheme. *Res. Microbiol.*, **161**(1): 26-29. DOI: 10.1016/j.resmic.2009.10.002.
- Hamid Bou Saab, Nadine Nassif, Antione G, El Samrani, Rosette Daoud, Samir Medawar, Naim Ouâini. 2007. Suivi de la qualité bactériologique des eaux de surface, Laboratoire de Microbiologie. *Revue des Sciences de l'Eau*, **20**(4) 341-352. DOI : 10.7202/016909ar
- Hébert S, Légaré S. 2000. Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, Québec, envirodoq No ENV-2001-0141, rapport N° QE-123. <http://archives.univ-biskra.dz/handle/123456789/129>
- Huneau SA, Chemaly M, Petetin I, Rouxel S, Lalande F, Le Bouquin S. 2007. Analyse descriptive multidimensionnelle des élevages de pondeuses contaminés par salmonella spp : Recherche d'hypothèses de facteurs de risque. Septièmes Journées de la Recherche Avicole, Tours, p. 505-509.
- Justine M, Moussa A, Moussa D, Martin-Paul B, Younoussa A, Daouda Y, Léopold TN. 2020. Influence de quelques sources bactériologiques de contamination sur la qualité de la laitue consommée à Maroua (Cameroun), identification des entérobactéries. *J. Appl. Biosci.*, **154**: 15926-15939 DOI: 10.35759/JABs.154.9
- Kherifi W, Kherici-Bousnoubra H. 2012. Evolution saisonnière de la qualité microbiologique des eaux du lac mellah (nord-est algérien). *Larhyss Journal*, **11**: 109-118
- Koam KGR, Rossilon F, Mpakam GH, Nome A. 2010. Enjeux sanitaires, socio-économiques et environnementaux liés à la réutilisation des eaux usées dans le maraichage urbain : cas du bassin versant de l'Abiergué (Yaoundé-Cameroun). *Vertigo-La revue en sciences de l'environnement*, **10**(2) : 13p. DOI: 10.4000/vertigo.10323
- Mathilde CAMIADE. 2019. Persistance de bactéries entériques antibiorésistantes ou pathogènes sur des végétaux de consommation humaine (modèle : la laitue), thèse Université de Rouen Normandie, p.400
- Mohamed BA, Loubna B, Mounia El Haj. 2020. Qualité bactériologique des eaux du bassin versant de l'oued Inaouene en amont du barrage Idriss Ier (NE du Maroc) *International Journal of Innovation and Applied Studies*, **31** : 67-78.
- Montiel A. 2004. Contrôle et préservation de la qualité microbiologique des eaux : traitements de désinfection. *Revue*

- Française des Laboratoires*, **2004**(364): 51 :53.
DOI : 10.1016/S0338-9898(04)80332-9
- Ndiaye ML. 2009. Impacts sanitaires des eaux d'arrosage de l'agriculture urbaine de Dakar (Sénégal). Thèse de Doctorat, Université de Genève, p.163. Consulté le 13 janvier 2023 sur [http://ebureau.univreims.fr/slides/files/quotas/SCD/theses/ex-doc/GED00000239.pdf](http://theses.fr/http://ebureau.univreims.fr/slides/files/quotas/SCD/theses/ex-doc/GED00000239.pdf)
- Nucera DM, Maddox CW, Hoiem-Dalen P, Weigel RM. 2006. Comparison of API 20E and invA PCR for Identification of *Salmonella enterica* isolates from Swine Production Units. *J. Clinical Microbiol.*, **44**(9) : 3388–3390. DOI : 10.1128/JCM.00972-06
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS). 2004. Guidelines for drinking-water quality. Vol 1. Recommendations, 3rd, Ed. World Health Organization. Geneva. <https://hdl.loc.gov/loc.gdc/gdcebookspub lic.2021763198>
- Osuolale O, Okoh A. 2017. Human enteric bacteria and viruses in five wastewater treatment plants in the Eastern Cape, South Africa. *Journal of Infection and Public Health*, **10**: 541-547. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2016.11.012>
- PNUD. 2003. Schéma Directeur de l'Eau et de l'Assainissement du Tchad. 260p
- Rodier, J, Legube, B, Merlet, N. et al. 2009. *L'Analyse de l'Eau, Eaux Naturelles, Eaux Résiduairees, Eau de Mer, Chimie, Physico-Chimie, Microbiologie, Biologie, Interprétation des Résultats* (9th édn). Dunod : Paris.
- Rodier J, Bazin C, Broutin JP, Chambon P, Champsaur H, Rodi L. 1996. *L'Analyse de l'Eau : Eaux Naturelles, Eaux Résiduairees, Eau de Mer* (8e édition). Duno : Paris, France.
- Talouizte, H, Merzouki M, El Ouali LA. et al. 2007. Evolution de la Charge Microbienne de la Laitue Irriguée avec les Eaux Usées Urbaines de la Ville de Fès au Maroc. *Tribune de l'Eau*, **642**: 51-55.
- Terei N, Ban-bo BA, Gandolo BNR, Bidjeh K. 2023. Identification of *Salmonella* in Market Garden Products and Irrigation Sources in the City of N'Djamena. *Microbiol Infect Dis.*, **7**(2) : 1-6. DOI : 10.33425/2639-9458.1173