

Evaluation De La Cartographie Temporelle Des Cas De Maladies Hydriques Et Le Décès Y Afférant Dans Les Aires De Sante De La Ville De Kenge

NGANDOTE MUTEMUSA Archal¹, MUDINGA MUDINGA Daniel², MATADI PASA Jacques³

¹Enseignant et Chercheur à l'Université Pédagogique Nationale en RD Congo. BP : 8815

Adresse : croisement avenue de libération et route Matadi, Binza/UPN, commune de Ngaliema

² Enseignant et Chercheur à l'Université Pédagogique Nationale en RD Congo

³Professeur Ordinaire et Chercheur à l'Université Pédagogique Nationale en RD Congo

Auteur Correspondant : NGANDOTE MUTEMUSA Archal, archalngandote@gmail.com



Résumé : Cet article consiste à étudier les cartes de chaleur temporelle (heatmap) représentant le nombre de cas de maladies d'origine hydriques (diarrhées, dysenterie amibienne, choléra, hépatite). et de décès y relatifs" recensés dans plusieurs aires de santé au fil des années

Axes vertical (y) : liste de 5 aires de santés concernées (saint esprit, HGRK, CBCO, barrière et bakali)

✓ **Axe horizontal (x) :** représente les années allant de 2016 à 2025.

✓ **Couleurs :** indiquent le nombre de cas de maladie pour d'autres graphiques et de cas de décès à y afferent . Plus la couleur est rouge foncé, plus le nombre de cas est élevé (jusqu'à ~500 de cas de maladie et 40 décès selon le cas)

De manière générale, On observe une augmentation marquée des cas entre 2022 et 2025, où la couleur devient rouge vif dans tous les aires de sante, signe d'un pic épidémique qui caractérise une forte vulnérabilité de la population de Kenge. Là où les couleurs sont très claires ce qui signifie une faible incidence de cas par ailleurs, après 2022 la couleur reste modérément rouge qui veut dire une tendance à la baisse, mais les cas de malade et le décès y afférant dans toutes les aires de santé de la ville de Kenge demeurent plus élevés qu'avant.

Mots-clés : Carte de chaleur, Maladies hydriques, Diarrhée, Dysenterie amibienne, Choléra, Hépatite, Aires de santé, Épidémie, Mortalité, Incidence, Kenge, République Démocratique du Congo, Visualisation des données, Pic épidémique, Vulnérabilité sanitaire

Abstract: This article examines temporal heatmaps representing the number of cases of waterborne diseases (diarrhea, amoebic dysentery, cholera, and hepatitis) and related deaths recorded in several health areas over the years.

Vertical axis (y): lists the health areas concerned (Saint Esprit, HGRK, CBCO, Barrier, and Bakali).

Horizontal axis (x): represents the years from 2016 to 2025.

Colors: indicate the number of disease cases and related deaths. The darker the red, the higher the number of cases (up to approximately 500 cases and 40 deaths, depending on the area).

Generally, a marked increase in cases is observed between 2022 and 2025, where the color becomes bright red in all health areas, indicating an epidemic peak that characterizes a high level of vulnerability. of the population of Kenge. Where the colours are very light, which means a low incidence of cases, after 2022 the colour remains moderately red, which means a downward trend, but the cases of illness and related deaths in all health areas of the city of Kenge remain higher than before

Keywords: Heatmap, Waterborne diseases, Diarrhea, Amoebic dysentery, Cholera, Hepatitis, Health areas, Epidemic, Mortality, Incidence, Kenge, Democratic Republic of Congo, Data visualization, Epidemic peak, Health vulnerability

I. INTRODUCTION

La République Démocratique du Congo (RDC), malgré son immense potentiel hydrique, fait face à d'importants défis en matière d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement. Ces lacunes structurelles favorisent l'émergence et la persistance de maladies d'origine hydrique telles que le choléra, la typhoïde, la diarrhée et les infections gastro-intestinales. Le cas de la ville de Kenge dans la province du Kwango qui connaît une situation particulièrement préoccupante liée à la vulnérabilité de sa population.

Depuis 2015 lors du démembrement de la RDC, la cité de Kenge était devenue une ville et chef-lieu, actuellement elle connaît une augmentation de la population qui sont même la base d'une forte production des déchets, par manque d'une politique de gestion de déchets, ces derniers sont déversés n'importe où c'est ainsi que les cours d'eau de la ville de Kenge sont exposés aux rejets des déchets de nature diverse provoquant ainsi la dégradation de la qualité de ses eaux. L'insuffisance d'un réseau d'adduction d'eau, la prolifération de puits non protégés, ainsi que le manque d'un système adéquat de gestion des déchets liquides et solides, contribuent à la détérioration de la qualité de l'environnement et de l'eau consommée par les ménages.

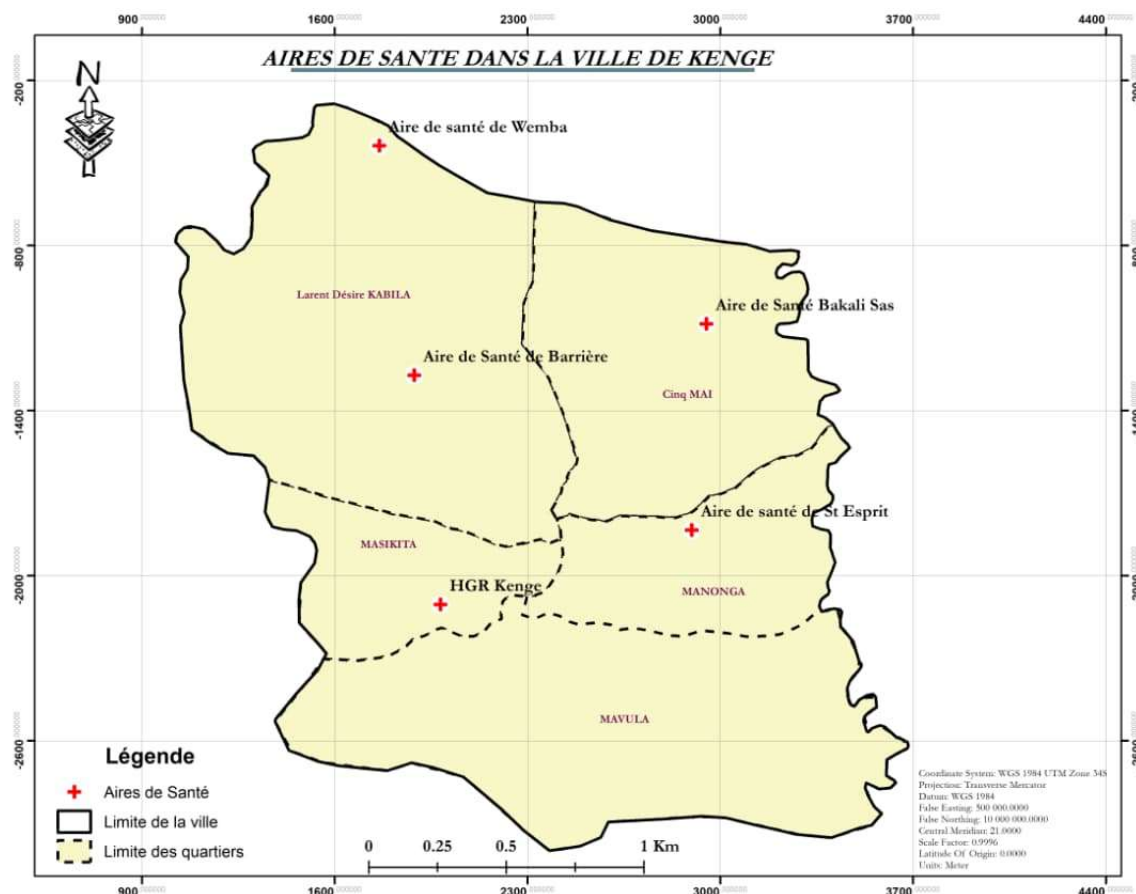
Les maladies hydriques deviennent non seulement un problème de santé publique majeur, mais également un indicateur de la vulnérabilité des populations face aux risques environnementaux. Comprendre les déterminants de cette vulnérabilité au niveau des ménages est essentiel pour orienter les politiques locales de santé, d'assainissement et de développement durable (Kapembo et al, 2019).

C'est dans cette optique que s'inscrit la présente étude, vise à évaluer la cartographie temporelle et la projection des cas de maladies hydriques dans les aires de santé de la ville de Kenge pour permettre la prise des mesures idoines quant à ce.

II. MILIEU, MATERIELS ET METHODES

2.1. Milieu étude

La ville de Kenge est le chef-lieu de la province du Kwango en RDC. Elle est située sur la route nationale numéro 1 à 278 km Sud-Est de la ville province de Kinshasa avec une superficie de 18 126,00 km² entre 4° 48' 29'' latitude S et 17° 01' 33'' longitude (**TSUDI 1999**). La ville de Kenge compte plusieurs aires de santé parmi lesquelles nous avons la Barrière, CBCO, Bakali, Saint esprit et HGRK.



Cartographies des structures sanitaires de Kenge

Figure 1. Cartographies des structures sanitaires de Kenge

2.2. Matériels et Méthodes

Les cartes thermiques temporelles (Heatmap) réalisée à partir d'une analyse descriptive des cas par aires de santé et par année. On y voit les années en abscisse, les hôpitaux en ordonnée, et la couleur représentent le nombre de cas.

La méthode utilisée est donc une visualisation matricielle de données de comptage avec **R/ggplot2** :

- ligne : aires de santé
- colonnes : années
- couleur : intensité du nombre de cas

2.2.1. Analyse statistique descriptive

Une première étape a consisté à réaliser une **analyse descriptive des variables** afin de caractériser la distribution des maladies dans les structures hospitalières étudiées.

Pour les variables quantitatives, plusieurs indicateurs statistiques ont été calculés :

- moyenne
- écart-type
- médiane
- valeurs minimales et maximales

Ces indicateurs permettent de résumer la distribution des données et d'identifier les éventuelles asymétries ou valeurs extrêmes (Agresti, 2018).

Les distributions ont également été visualisées à l'aide de :

- **histogrammes**
- **courbes de densité**
- **boîtes à moustaches (boxplots)**

Ces représentations graphiques facilitent l'exploration des structures de distribution et la détection d'anomalies statistiques (Wickham, 2016).

3. RESULTATS

1.1. CARTOGRAPHIE TEMPORELLE

Il s'agit ici d'une analyse chronologique détaillée des épisodes des maladies d'origine hydriques étudiées dans la ville de Kenge.

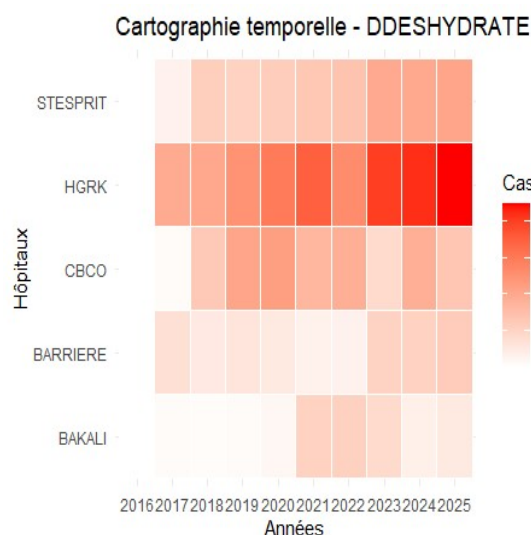


Figure 2. Cartographie temporelle de diarrhée déshydrate

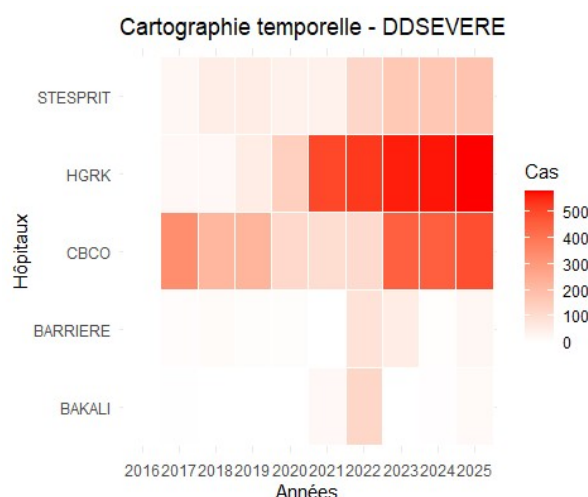


Figure 3. Cartographie temporelle de diarrhée sévère

Au regard des graphiques n°2 et n°3 respectivement cas de "diarrhée déshydrate et diarrhée sévère, il s'agit des cartes de chaleur temporelle (heatmap) représentant le nombre de cas recensés dans plusieurs 5 aires de santé au fil des années représentés de la manière suivante

- ✓ Axes vertical (y) : liste les aires de santé concernées (saint esprit, HGRK, CBCO, barrière et bakali)
- ✓ Axe horizontal (x) : représente les années allant de 2016 à 2025.

- ✓ Couleurs : indiquent le nombre de cas de diarrhée déshydrate pour le graphique à gauche et de cas de diarrhée sévère à droite. Plus la couleur est rouge foncé, plus le nombre de cas est élevé (jusqu'à ~400 de cas de maladie et 500 diarrhée sévère selon l'échelle à droite)

On observe une augmentation marquée des cas entre 2023 et 2025, où la couleur devient rouge vif dans tous les hôpitaux, signe d'un pic épidémique. (N IDRISI 2018)

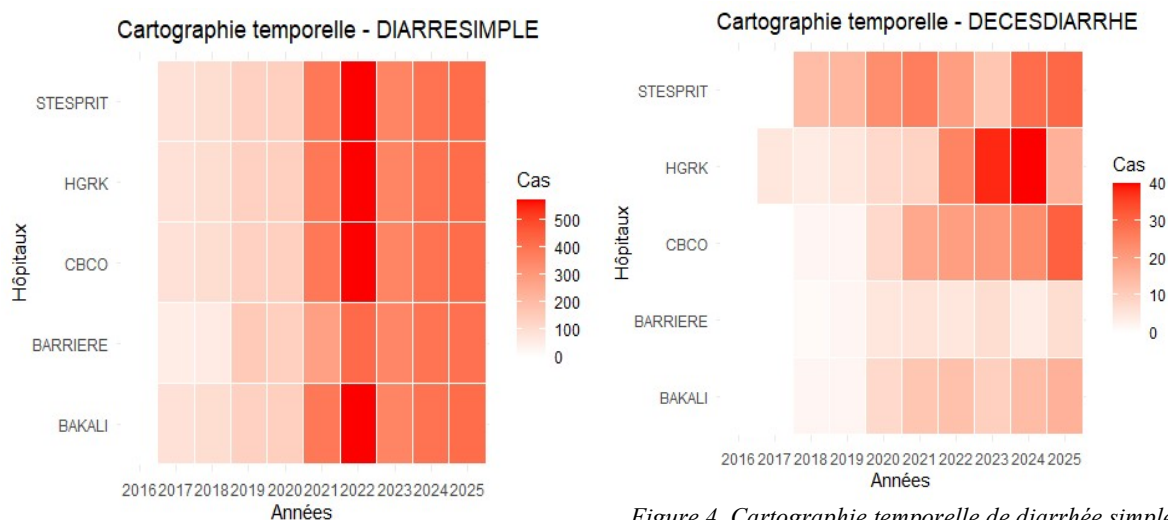


Figure 5.

Figure 4. Cartographie temporelle de diarrhée simple

Cartographie temporelle de décès de la diarrhée simple

En observant ces graphiques, il s'agit des cartes de chaleur temporelle (heatmap) représentant le nombre de cas de "diarrhée simple et de décès y relatifs" recensés dans plusieurs hôpitaux au fil des années

Axes vertical (y) : liste les aires de santé concernées (saint esprit, HGRK, CBCO, barrière et bakali)

- ✓ Axe horizontal (x) : représente les années allant de 2016 à 2025.
- ✓ Couleurs : indiquent le nombre de cas de maladie pour le graphique à gauche et de cas de décès à droite. Plus la couleur est rouge foncé, plus le nombre de cas est élevé (jusqu'à ~500 de cas de maladie et 40 décès selon l'échelle à droite)

On observe une augmentation marquée des cas en 2021 et 2022, où la couleur devient rouge vif dans tous les hôpitaux, signe d'un pic épidémique.

Avant 2020 (de 2016 à 2019), les couleurs sont très claires ce qui signifie une faible incidence de cas par ailleurs, après 2022 la couleur reste modérément rouge qui veut dire une tendance à la baisse, mais les cas demeurent plus élevés qu'avant 2020.

Cette évolution suggère un événement sanitaire majeur autour de 2021 (possiblement une épidémie ou une crise locale due à la consommation des eaux contaminées. (Brookmeyer, et al,2004)

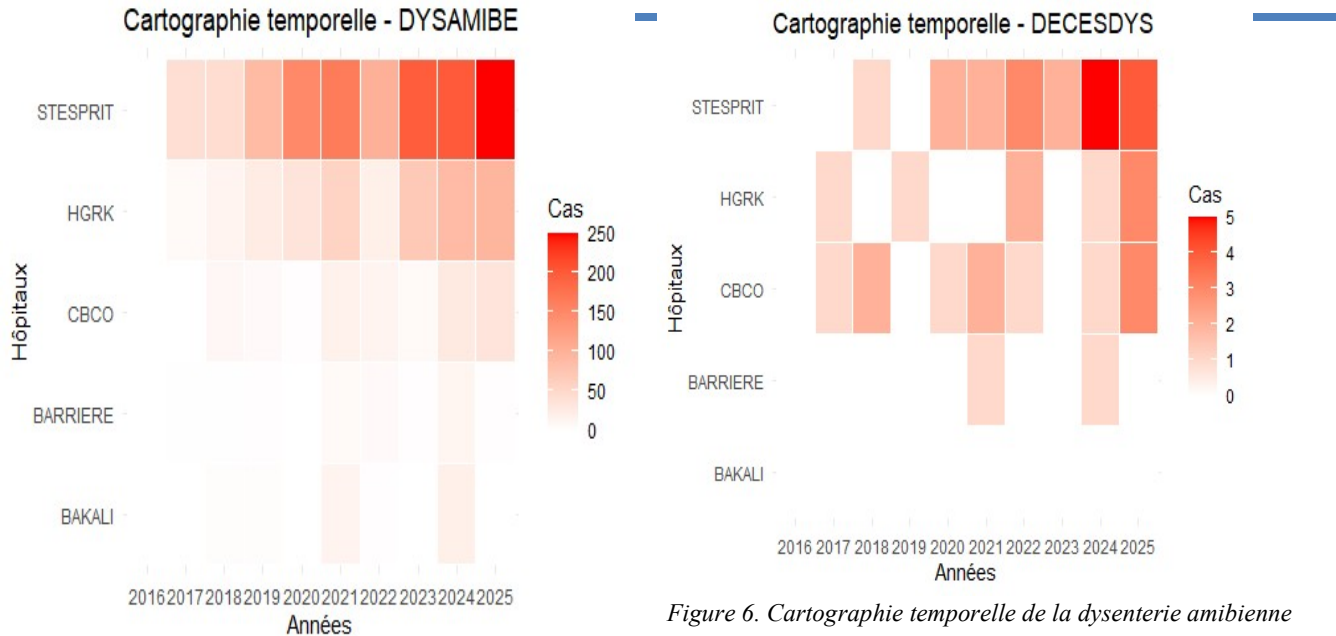


Figure 6. Cartographie temporelle de la dysenterie amibienne

Figure 7. Cartographie temporelle de décès de la dysenterie amibienne

Au regard ces graphiques, il s'agit des cartes de chaleur temporelle représentant le nombre de cas de "de la dysenterie amibienne et de décès y relatifs" recensés dans plusieurs aires de santé (saint esprit, HGRK, CBCO, barrière et bakali) au fil des années soit de 2016 à 2025.

Les couleurs indiquent le nombre de cas de maladie pour le graphique à gauche et de cas de décès à droite. Plus la couleur est rouge foncé, plus le nombre de cas est élevé (jusqu'à ~250 de cas de maladie et 5 décès selon l'échelle à droite)

On observe une augmentation marquée des cas en 2024, où la couleur devient rouge vif dans tous les hôpitaux, signe d'un pic épidémique.

Avant 2023 (de 2016 à 2022), les couleurs sont très claires ce qui signifie une faible incidence de cas par ailleurs (**B NAFISSA et al, 2015**)

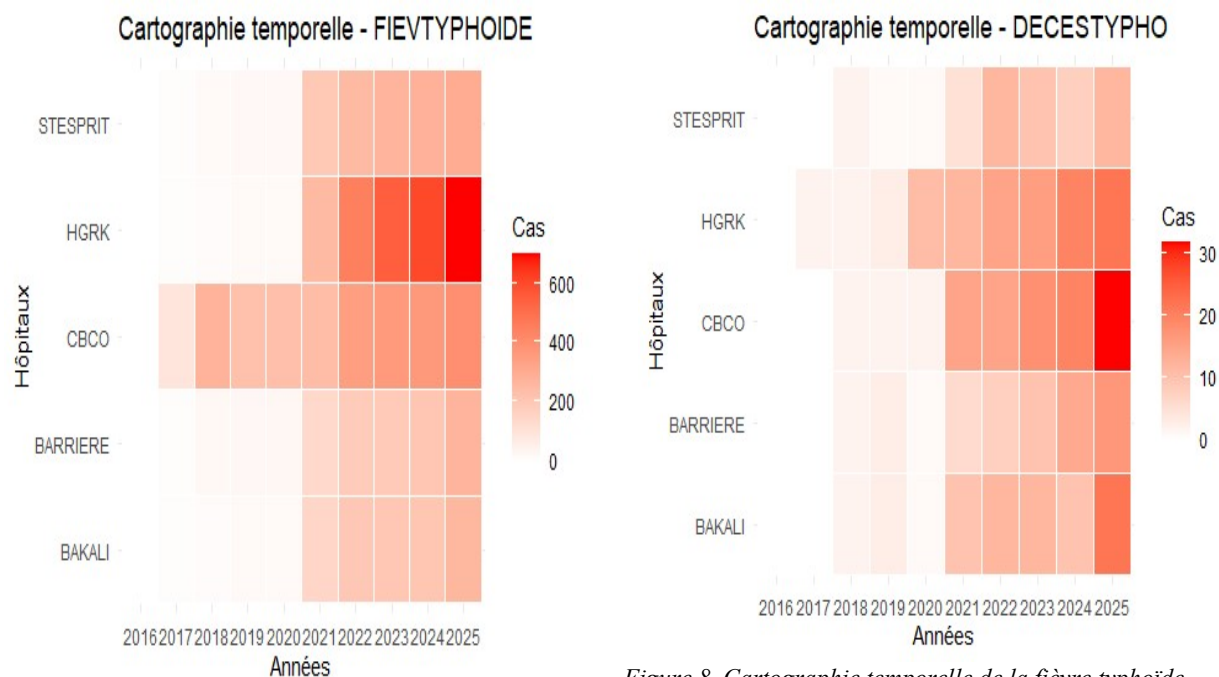


Figure 8. Cartographie temporelle de la fièvre typhoïde

Figure 9. Cartographie temporelle de décès de la fièvre typhoïde

En observant les graphiques 8 et 9, il s'agit des analyses temporelle représentant le nombre de cas de "de la fièvre typhoïde et de décès y relatifs" recensés dans 5 aires de santé de la ville de Kenge (saint esprit, HGRK, CBCO, barrière et bakali au fil des années soit de 2016 à 2025.

Les couleurs indiquent le nombre de cas de maladie pour le graphique 8 et de cas de décès pour le graphique 9 Plus la couleur est rouge foncé, plus le nombre de cas est élevé (jusqu'à 600 de cas de maladie et 30 décès selon l'échelle à droite) la majorité de cas est remarqué à l'hôpital général de référence de Kenge. On observe une augmentation marquée des cas entre 2022 et 2025, où la couleur devient rouge vif dans tous les aires de sante, signe d'un pic épidémique qui caractérise une forte vulnérabilité de la population de Kenge.(**Amiard J. C., 2011**)

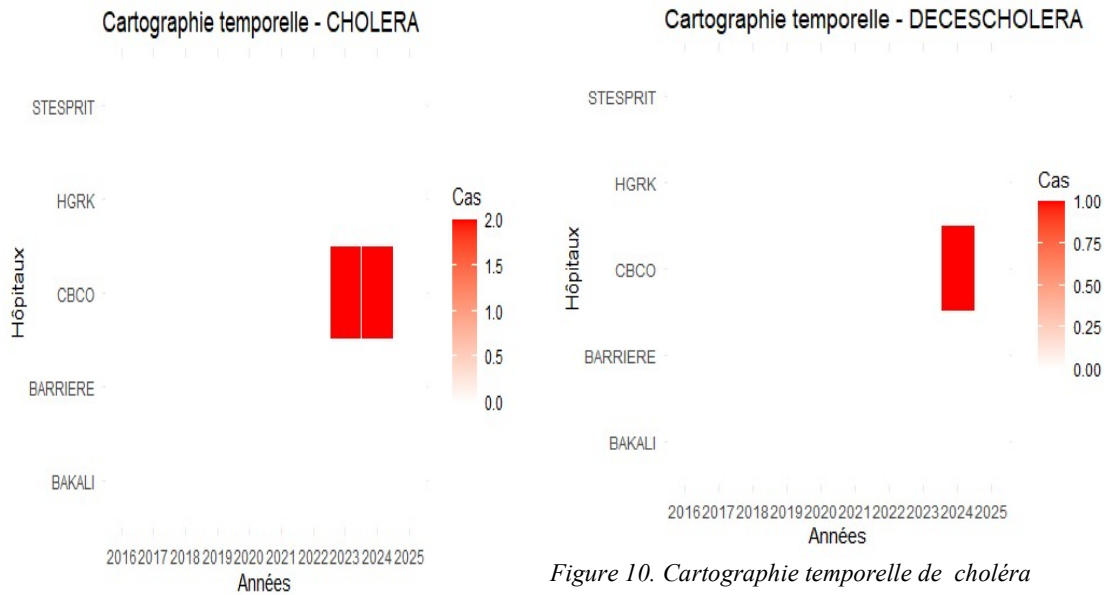


Figure 11. Cartographie temporelle de décès de Choléra

Les graphiques 10 et 11 indiquent les analyses temporelle représentant le nombre de cas de "de choléra et de décès y relatifs" recensés dans les aires de santé de la ville de Kenge (saint esprit, HGRK, CBCO, barrière et bakali) au fil des années soit de 2016 à 2025.

Les couleurs indiquent le nombre de cas de maladie pour le graphique 10 et de cas de décès pour le graphique 11. Plus la couleur est rouge foncé, plus le nombre de cas est élevé (jusqu'à 20 de cas de maladie et 1 décès selon l'échelle à droite) les quelques cas rare a ont été observés au centre de CBCO au cours des années 2023-2024 mais situation a été stabilisée rapidement par le ministère de santé de peur d'une forte propagation de maladie (**Rapport aire de santé de CBCO, 2024**)

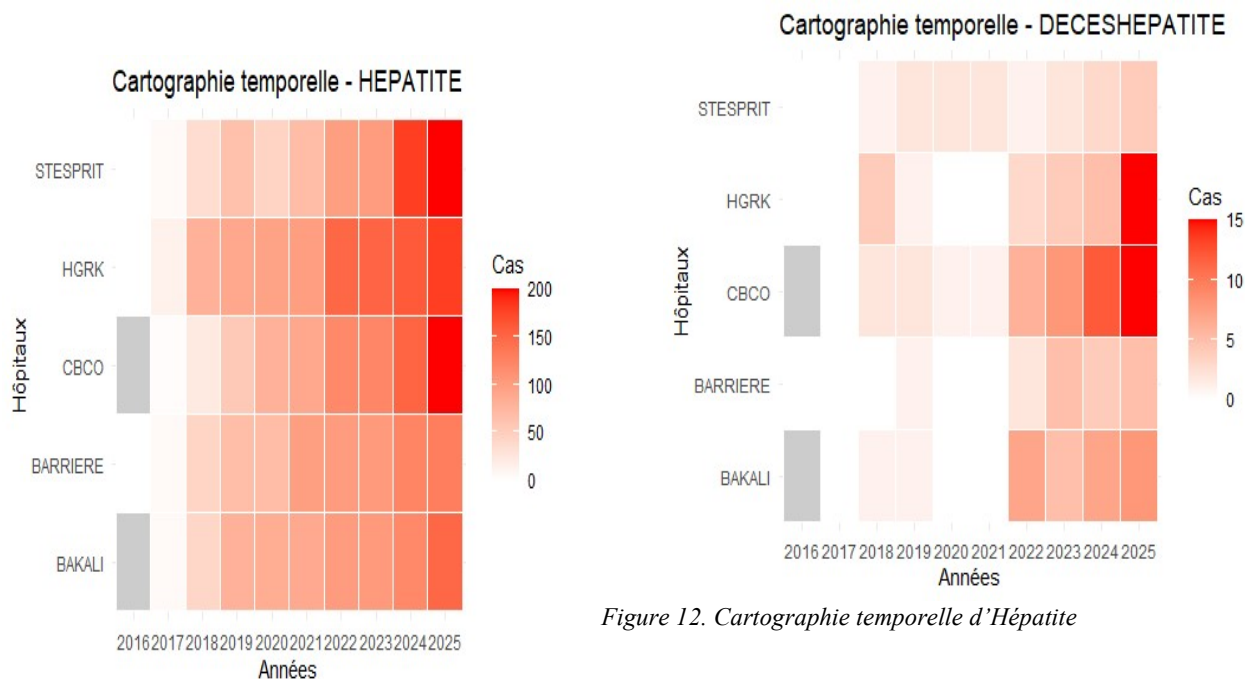


Figure 13. Cartographie temporelle de décès d'Hépatite

En observant les graphiques 12 et 13, il s'agit des analyses temporelle représentant le nombre de cas de "de l'hépatite et de décès y relatifs" recensés dans 5 aires de santé de la ville de Kenge (saint esprit, HGRK, CBCO, barrière et bakali)

au fil des années soit de 2016 à 2025.

Les couleurs indiquent le nombre de cas de maladie pour le graphique 39 et de cas de décès 40 Plus la couleur est rouge foncé, plus le nombre de cas est élevé (jusqu'à 200 de cas de maladie et 15 décès selon l'échelle à droite) la majorité de cas est remarqué aux aires de santé de saint esprit et CBCO. On observe une augmentation marquée des cas entre 2022 et 2025, où la couleur devient rouge vif dans tous les aires de sante, signe d'un pic épidémique qui caractérise une forte vulnérabilité de la population de Kenge. Le décès est plutôt observé à l' HGRK et au CBCO (Agresti, A. (2018).

CONCLUSION

Cette étude sur la cartographie temporelle des cas de maladies hydriques et le décès y afférant dans les aires de sante de la ville de Kenge; élément indicateur de la vulnérabilité de la population. Pour ce faire, nous nous sommes fixés l'objectif général celui de faire une analyse temporelle des maladies hydriques facteurs de vulnérabilité de la population de la ville de Kenge.

Pour obtenir les résultats une analyse descriptive des cas par aires de santé et par année a été faite. On y voit les années en abscisse, les aires de santé en ordonnée, et la couleur représentent le nombre de cas. La méthode utilisée est donc une visualisation matricielle de données de comptage avec **R/ggplot2**, qui permet une visualisation flexible et reproductible des données statistiques. Les résultats sont résumés en ce terme pour les cas des maladies d'origine hydrique des aires de santé dans la ville de Kenge, nous constatons une augmentation marquée des cas entre 2022 et 2025, où la couleur devient rouge vif dans toutes les aires de sante, signe d'un pic épidémique qui caractérise une forte vulnérabilité de la population de Kenge.

Références

- [1]. **Agresti, A. (2018)**. Statistical methods for the social sciences (5th ed.). Pearson. Fox, J., & Weisberg, S. (2019). An R companion to applied regression (3rd ed.). Sage.
- [2]. **Ado G, Desayes H, Mama D. 2000**. Etude statistique du rôle du phosphore et de l'azote NTK dans le mécanisme de l'eutrophisation des lacs de la ville de Yamoussoukro en Côte d'Ivoire. J. Soc. Ouest – Afr. Chim., 10 : 155 – 171.
- [3]. **Agassounon Djikpo Tchiboza M, Tadjou A, Anago DG, Dovonou EF, Ayi-Fanou L. 2014**. Qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de boisson dans les arrondissements de la commune de Kétou au Bénin. Microbiol. Ind. San. et Environn, 8(2) : 187-207.
- [4]. **Amiard J. C., 2011**. Les risques chimiques environnementaux : Méthodes d'évaluation et impacts sur les organismes, Edition Lavoisier.
- [5]. **Aminot A ; Kérouel R., 2007**. Dosage automatique des nutriments dans les eaux marines : Méthodes en flux continu, Edition Quae, p 45.
- [6]. **AQUAREF, 2011**. Guide des prescriptions techniques pour la surveillance physicochimique des milieux aquatiques : Opérations d'échantillonnage en eau souterraine, BRGM, IFREMER, INERIS, Irstea, LNE, pp 14-16. Aubertot J. N ; Brbier J. M ; Carpentier A ; Gril J. L ; Guichard L ; Lucas P ; Savary S ;
- [7]. **Audry S., 2003**. Bilans géochimique du transport des éléments traces métalliques dans le système fluviale anthropisé Lot-Garonne-Gironde, Thèse de doctorat, Université de Bordeaux.
- [8]. **Aw SE, N'goran BZ, Siaka S, Parinet B. 2011**. Intérêt de l'analyse multidimensionnelle pour l'évaluation de la qualité physico-chimique de l'eau d'un système lacustre tropical : cas des lacs de Yamoussoukro (Côte d'Ivoire). Journal of Applied Biosciences, 38: 2573 – 2585.
- [9]. **Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015)**. Fitting linear mixed-effects models using lme4. Journal of Statistical Software, 67(1), 1–48.
- [10]. **Belghiti M. L ; Chhlaoui A ; Bengoumi ; El Moustaine R., 2013**. Etude de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe paléo-quaternaire dans la région de Meknés (Maroc), 14, 21-36.
- [11]. **Bolster, C.H., Walker, S.L. and Cook, K.L., 2006**. Comparison of Escherichia coli and Campylobacter jejuni Transport in Saturated Porous Media. 10.2134/jeq2005.0224. J.Environ. Qual., 35, 4, 1018-1025.
- [12]. **Bonnefoy C ; Guillet F ; Leyral G ; Verne-Bourdais E., 2002**. Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaires, Edition Doins, Paris, Bordaux, pp 101-102.
- [13]. **Boubakar, H. A., 2010**. Aquifères superficiels et profonds et pollution urbaine en Afrique. Cas de la communauté urbaine de Niamey (Niger). Thèse de doctorat, Université Abdou Moumouni de Niamey, Bénin, 249 p.
- [14]. **Bourgeois C. M ; Mescle et Zucca J., 1996**. Microbiologie alimentaire (tome 1) : Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments, Edition TEC et DOC, Lavoisier, Paris.
- [15]. **Brookmeyer, R., & Stroup, D. (2004)**. Monitoring the health of populations. Oxford University Press.
- [16]. **Burnol A ; Duro L ; Grive M., 2006**. Eléments traces métalliques - Guide méthodologique Recommandations pour la modélisation des transferts des éléments traces métalliques dans les sols et les eaux souterraines, NERIS, p 29.
- [17]. **Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (2013)**. Regression analysis of count data. Cambridge University Press.
- [18]. **Chapman D; Kimstach V., 1996**. Water quality assessments: A guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring, 2ème Edition, London, p 126.

-
- [19]. **Chapman, D. and Kimstach, V., 1996.** Selection of water quality variables. Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring, Chapman edition, 2nd ed. E & FN Spon, London, 59-126.
- [20]. **Chevalier, P., 2003.** Coliformes totaux. Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine. Groupe scientifique sur l'eau, Institut National de Santé Publique du Québec, 4 p.
- [21]. **Chippaux, J.P., Houssier, S., Groos, P., Bouvier, C. and Brissaud, F., 2002.** Etude de la pollution de l'eau souterraine de la ville de Niamey, Niger.B. Soc. Pathol. Exotique, 95, 2, 119-123.