

Evolution Des Maladies D'origine Hydrique Dans Les Aires De Sante De La Ville De Kenge ; Élément Indicateur De La Vulnérabilité De La Population

NGANDOTE MUTEMUSA Archal¹, MUDINGA MUDINGA Daniel², BAKAKA BOLOKOLA Freddy³,
MATADI PASA Jacques⁴

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

Mail : archalngandote@gmail.com

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

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

³Ir Agronome et chercheur à l'Université de Kinshasa en RD Congo

⁴Professeur Ordinaire et Chercheur à l'Université Pédagogique Nationale en RD Congo

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



Résumé : Cet article veut appréhender, les principaux facteurs de la vulnérabilité des populations aux maladies d'origine hydrique dans la ville de Kenge, Chef-lieu de la province du Kwango en R.D. Congo. Pour y parvenir, des données épidémiologiques de dix dernières années ont été collectées dans 5 aires de santé et elles ont été soumises à l'analyse en composantes principales afin de déterminer les principaux facteurs ainsi que leurs corrélations .

Au terme de cette analyse, les résultats montrent que, la vulnérabilité de ces populations à ces pathologies est positivement influencée, par la gestion de l'eau dans les ménages.

La diarrhée, la typhoïde et la dysenterie occupent respectivement la première, deuxième et la troisième place dans toutes les aires de santé. L'hépatite et le choléra apparaissent avec des proportions moindres mais significatives, traduisant une présence endémique de ces infections. Ces maladies évoluent au fil des années, cela suite à l'explosion démographique dans la ville de Kenge.

Mots-clés: Vulnérabilité, Maladies hydriques, Eau potable, Épidémiologie, Diarrhée, Typhoïde, Dysenterie, Choléra, Hépatite, Gestion de l'eau, Kenge, Kwango, République Démocratique du Congo, Analyse en composantes principales, Santé publique

Abstract: This article aims to understand the main factors contributing to the vulnerability of populations to waterborne diseases in the city of Kenge, capital of Kwango province in the Democratic Republic of Congo. To achieve this, epidemiological data were collected in five health areas. Principal component analysis was used to determine the relationships between data from different health areas. Multivariate analyses were employed to identify groups of variables. The results show that the vulnerability of populations to these diseases in general is positively Influenced by household water management.

Diarrhea, typhoid, and dysentery rank first, second, and third respectively in almost all health areas, confirming the strong correlation between unsanitary conditions, water quality, and the resurgence of disease. Hepatitis and cholera appear in smaller but still significant proportions, indicating an endemic presence of these infections. These diseases have evolved over the years, following the population explosion in the city of Kenge.

Keywords: Vulnerability, Waterborne diseases, Drinking water, Epidemiology, Diarrhea, Typhoid, Dysentery, Cholera, Hepatitis, Water management, Kenge, Kwango, Democratic Republic of Congo, Principal component analysis, Public health

I.INTRODUCTION

L'eau est vitale pour tous les êtres vivants et, cependant elle peut être aussi une source de maladie. Les maladies d'origine hydrique sont des pathologies qui sont transmises chez l'homme à travers la consommation de l'eau contaminée par des microbes pathogènes. En 2022, l'Organisation Mondiale de Santé estimait qu'une personne sur quatre dans le monde ne disposait pas d'une source d'eau saine d'où la prééminence des maladies infectieuses hydriques (OMS, 2022). On constate de ce fait que les maladies infectieuses hydriques font encore 3,2 millions de morts par an, soit 6 % des décès dans le monde (OMS, 2022).

Dans l'optique de faire face à ce problème de santé, l'objectif du millénaire pour le développement (MDG) relatif à l'amélioration de l'accès à l'eau potable a été atteint en 2022, mais, avec de nombreuses disparités.

Cette situation justifie la présence dans les objectifs du développement durable

(ODD), des cibles 6.1, 6.2 et 3.9.2 qui visent à assurer respectivement l'accès universel à l'eau potable, à l'assainissement de base et à réduire le taux de mortalité due aux maladies transmissibles, notamment celles liées à l'eau et au manque d'hygiène. Près de la moitié des habitants de la planète concernés par ces cibles vit en région tropicale notamment en Afrique subsaharienne où, les maladies infectieuses hydriques sont responsables du décès de la population.

Les infections liées à l'eau sont l'une des causes de maladies et de décès les plus courantes et frappent principalement les populations pauvres des pays en développement (PED). Les maladies hydriques à l'origine d'infection gastro-intestinales (les diarrhées, notamment) surviennent lorsqu'on absorbe de l'eau contaminée.

En 2022, l'estimation du chiffre de décès due à des diarrhées liées au manque d'assainissement de l'eau (shistosomiase, trachome, infections par helminthes intestinaux) a atteint 2.213.000 (OMS, 2022).

En République Démocratique du Congo, les communautés utilisent les latrines de fortune pendant une période donnée ; une technique qui expose les nappes phréatiques, le sol, les cours d'eau mais aussi la santé des écosystèmes récepteurs.

La topographie de la province du Kwango facilite l'écoulement des eaux de ruissellement vers les rivières, ce qui risque d'affecter de façon accidentelle et continue l'équilibre naturel des écosystèmes aquatiques de ces rivières mais surtout la communauté locale pour qui, les eaux de ces rivières constituent une ressource pour leurs besoins domestiques, agricoles et pastoraux (Théophile ZAMANA MBEMBA et al 2024).

Par ailleurs, Les villes de la province du Kwango notamment Kenge connaît une montée démographique due à un fort exode rural des populations venant des villages environnants. Dans cette ville, l'évacuation des excréta, des eaux usées et des déchets solides n'est pas fait normalement rendant ainsi difficile l'assainissement urbain et périurbain. Elles sont caractérisées par l'absence ou le non fonctionnement des systèmes d'assainissement collectif.

Cette ville comme tant d'autres au pays, est équipée des installations de la REGIDESO produisant de l'eau potable, Mais ne desservent qu'une petite partie de la population d'où le coût élevé pour s'approvisionner, C'est ainsi qu'une grande partie de la population de Kenge utilise directement l'eau des rivières, ruisseaux et forages non traitée dont la qualité reste inquiétante. Cela témoigne l'augmentation de cas des maladies d'origine hydrique dans les aires de santé de la ville de Kenge ; un élément de vulnérabilité de sa population.

II. MILIEU, MATERIELS ET METHODES

2.1. Milieu d'étude :

La présente étude a été conduite dans la ville de Kenge, Chef-Lieu de la province du Kwango en République Démocratique du Congo.

2.1.1. Situation géographique

La ville de Kenge 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 dont les coordonnées géographiques sont 4°48' 29'' latitude S et 17°01' 33'' longitude (I TSUDI 1999)

Elle est limitée :

- Au nord par la ligne de marcation logeant la rivière WAMBA ;
- Au sud par une ligne partant de Kenge, de la rivière WAMBA en passant par le village SADIBA, les localités KIWAWA, KAYOMBO, KITSINGA jusqu'à la rivière BAKALI ;
- A l'Est par la rivière BAKALI en amont du petit séminaire KATENDE jusqu'à sa confluence avec KITAWAMBA ;
- A l'Ouest par la rivière WAMBA Suivant une ligne jusqu'à son confluent avec la rivière MISELE au sud de SADIBA (MBEMBA 2023)

La figure 1 ci-dessous illustre la cartographie de la ville de Kenge.

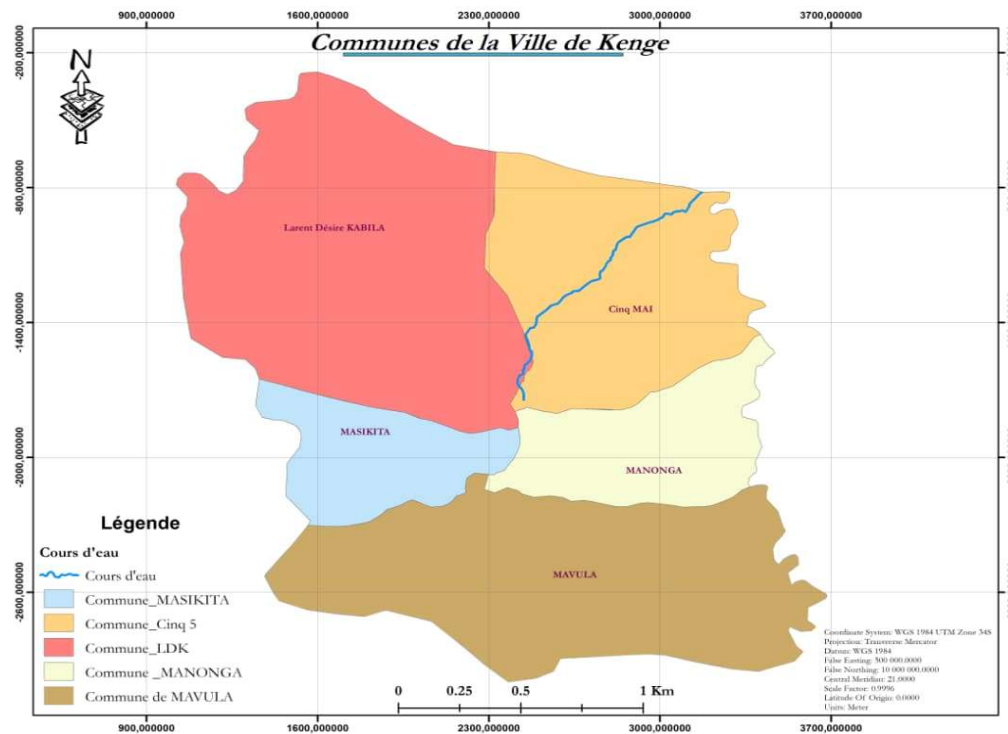


Figure 1. Carte de la ville de Kenge

2.1.2. Situation démographique en 2025

Pour ses cinq communes, la population de la ville de Kenge est présentée dans le tableau ci-après

Tableau I. Population de la ville de Kenge en 2025

N°	Commune	Quartier	Hommes	Femmes	Garçons	Filles	Total
01	Laurent désiré kabila	Congo	3.779	4.314	3.911	4,136	16:140
		MANGANGU	2.560	3.921	2.917	3.424	13.822
		Pont WAMBA	4.621	6.155	5.214	6124	32.614
Sous total			11.960	14,390	12.542	13.684	52.576
2	Cinq mai	Kikwit	4.327	5.108	3.941	4.809	18.185
		Bakali	5.940	6.210	7.227	3.470	27.847
			10:267	11.318	11.168	13379	46.041
3	Mavula	Epom	3.181	4.827	3.924	4.280	16.212
		Mavula	3.016	3.640	2.849	3.261	12766
Sous total			6.197	8.477	6.773	7541	28.978
4	Masikita	Masikita	3.831	5.116	3.794	5.510	16.251
		Mukisi-mopep	5.536	6.224	4.163	4,337	20.260
		Munikenge	1.035	2.014	1.427	1.856	6.332
		Salongo	829	1.349	1,814	2.025	6.017
			11.231	14.703	11108	11728	48.860
5	Manonga sous-t	Manonga	1.231	1,839	949	2.016	60.994
		Kapanga	3.907	4.836	3.853	5.107	17.703
		Yete	4.433	4.908	3.241	3.905	16.460
		Kenge3	1,989	2.171	1718	3,009	8.887
Sous total			11 560	13 754	9 761	14037	103 444
Total Général							279 893

Voici dans la figure 2 ci-dessous, les différentes aires de santé de la ville de Kenge qui ont fait objet de cette étude



Figure 2. Cartographies des structures sanitaires de Kenge

2.2. MATERIELS ET METHODES

2.2.1. METHODES

La méthodologie utilisée dans cette étude a consisté en collecte des données épidémiologiques dans les aires de santé grâce aux rapports annuels de 10 dernières années soit de 2026 à 2025 de chaque aire de santé déposé au Bureau Central de la zone de santé de Kenge.

Ces données ont été soumises aux analyses statistiques descriptives (le minimum, le maximum, la médiane, la moyenne et l'écart-type) et elles ont été présentées en histogrammes. Ces analyses ont été complétées par l'analyse en composantes principales afin de déterminer les principales variables et de classer les aires de santé en fonction des variables. Toutes ces analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel R 4.5.1.

3. RESULTATS

3.1. EVOLUTION DE MALADIES HYDRIQUES DANS LES AIRES DE SANTE DE KENGE

Les données des maladies d'origine hydrique (Diarrhée simple, dysenterie amibienne.....) ci-dessous présentés ont été obtenues .

3.1.1. AIRE DE SANTE SAINT ESPRIT

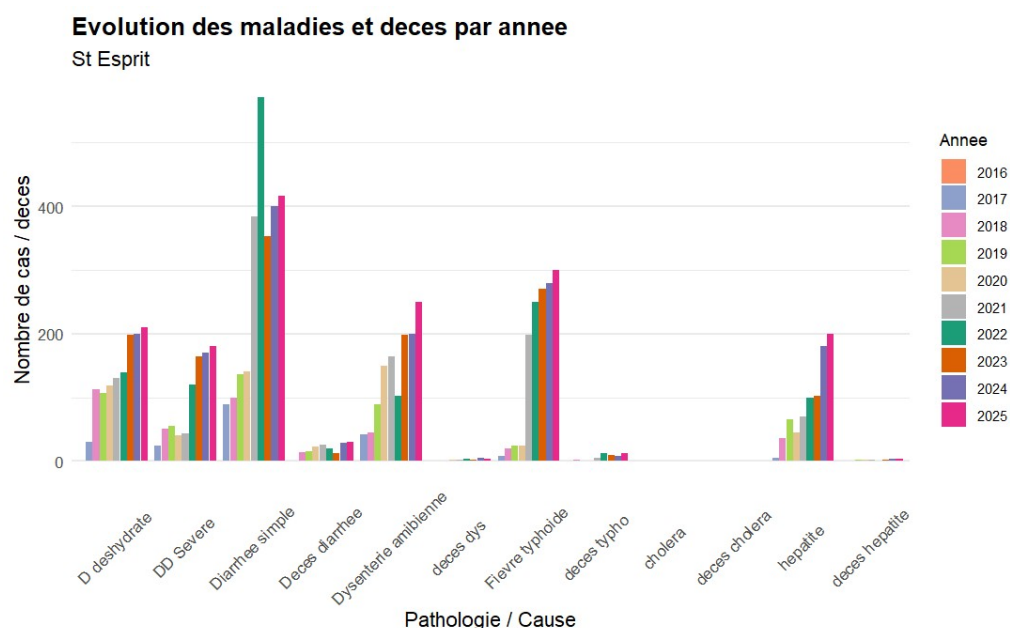


Figure 3. Maladies d'origine hydriques à l'Aire de santé sainte esprit

La figure 3 montre que la diarrhée, la typhoïde et la dysenterie occupent respectivement la première, deuxième et la troisième place. L'hépatite et le choléra apparaissent avec des proportions moindres mais significatives, traduisant une présence endémique de ces infections. Ces maladies évoluent au fil des années, cela suite à l'explosion démographique dans la ville de Kenge. Ces observations ont été faites par **A. Nienie et al 2019** dans la ville de Kikwit. Cette situation démontre le niveau de la vulnérabilité de la population de la ville de Kenge.

3.1.2. AIRE DE SANTE BAKALI SAS

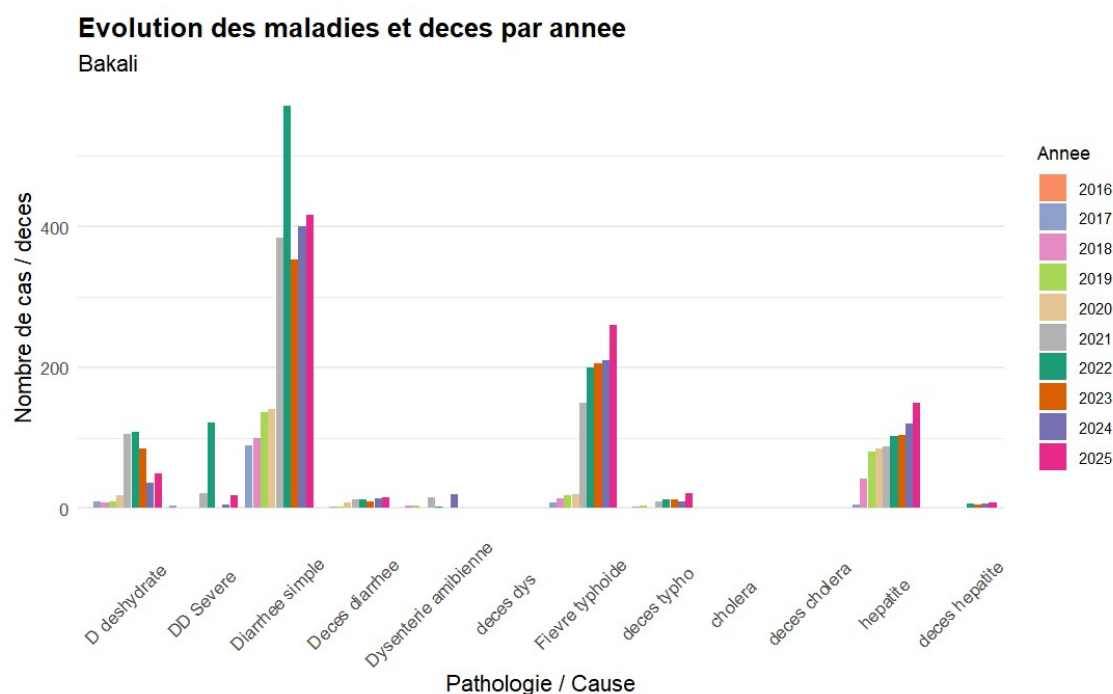


Figure 4. Maladies d'origine hydriques à l'Aire de santé Bakali

Il s'observe dans la figure 4 que la diarrhée simple a connu une augmentation des cas au cours de l'année 2022 avec un nombre très élevé de décès, pour la typhoïde et l'hépatite l'augmentation a été remarquée en 2025.. La dysenterie amibienne apparaît avec des proportions moindres mais significatives, concernant le choléra il y a aucun cas ne signaler. Certaines maladies évoluent au fil des années, cela suite à l'explosion démographique dans la ville de Kenge. Signalons que cette situation démontre le niveau de la vulnérabilité de la population (M. KAPEMBO et al 2019).

3.1.3. AIRE DE SANTE BARRIERE

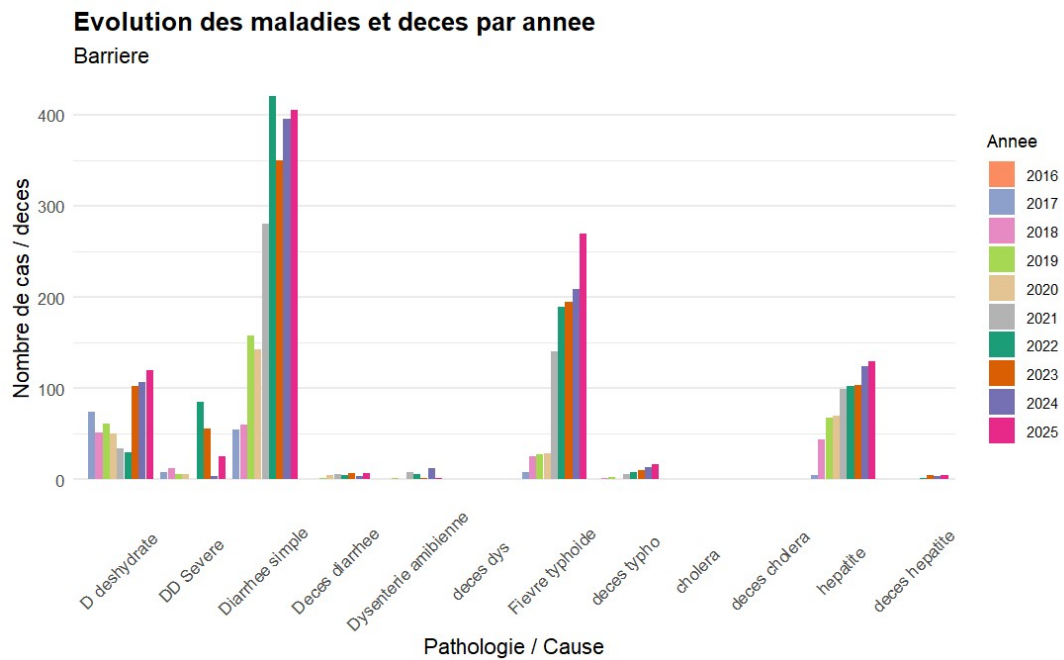


Figure 5. Maladies d'origine hydriques à l'Aire de santé Barrière

La figure 5 ci-dessous présente une forte augmentation de la diarrhée simple au cours de quatre dernières années suivis de la fièvre typhoïde dont le pic a été atteint en 2025 avec un taux décès très visible. L'hépatite et la dysenterie amibienne apparaissent avec des proportions moindres mais significatives démontrant ainsi un taux très significatif de décès pour le cas d'hépatite.

(A. NGANDOTE et al, 2025)

3.1.4. AIRE DE SANTE CBCO

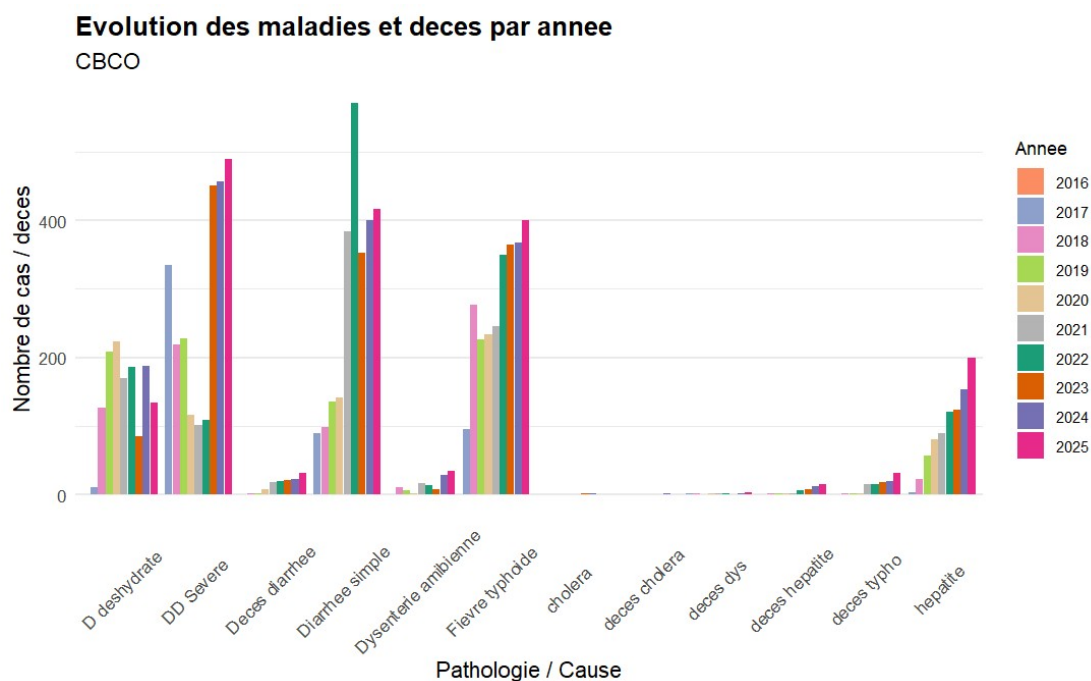


Figure 6. Maladies d'origine hydriques à l'Aire de santé CBCO

La figure 6 témoigne la vulnérabilité de la population autour de aire de santé de CBCO face à la diarrhée déshydrate, diarrhée sévère, la diarrhée simple et la dysenterie amibienne ainsi que l'hépatite au cours de quatre dernières années avec le nombre de décès très significatif confirmant ainsi la vulnérabilité de la population quant à la fièvre typhoïde avec une grande augmentation de décès en 2025.

3.1.6. HGRK

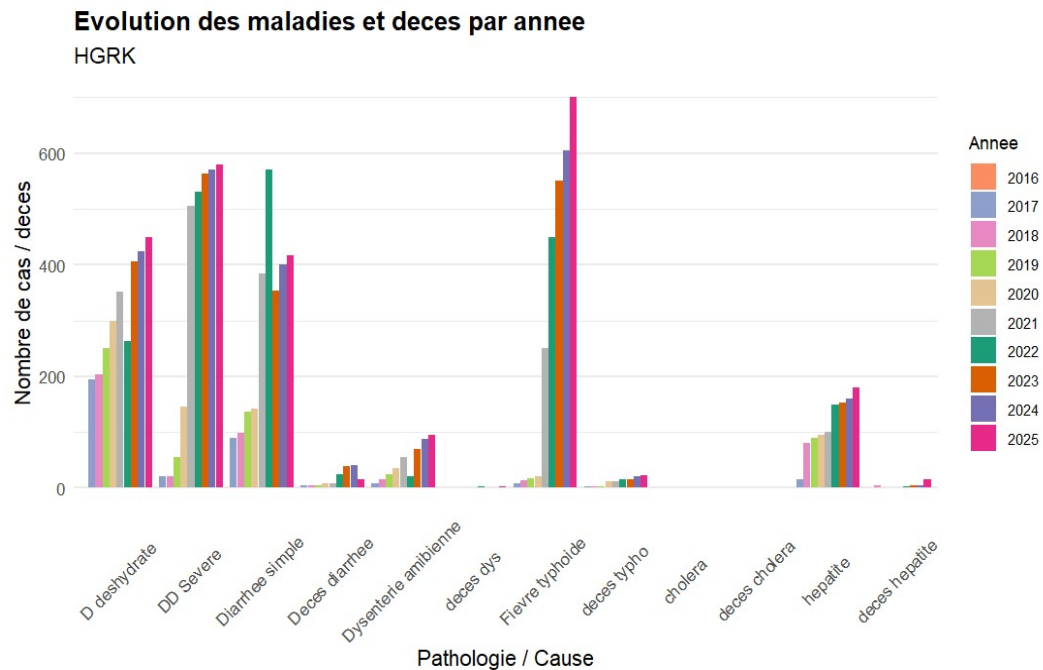


Figure 7. Maladies hydriques à l'HGRK

En observant ces histogrammes décrivant l'évolution des maladies à l'hôpital général de référence de kenge, nous constatons que l'hôpital reçoit beaucoup de cas de la fièvre typhoïde, la diarrhée sévère, la diarrhée déshydrate, la diarrhée simple ainsi que l'hépatite avec un record de décès très élevé au cours de deux dernières années. Signalons que l'hôpital de référence de kenge est la première structure médicale en terme de capacités d'accueil et de prise en charge mais qui fait face une vulnérabilité exagérer de la population. (Agresti, 2018).

3.2. ANALYSE A COMPOSANTE PRINCIPALE ACP

3.2.1. Cercle des corrélations des variables sanitaires dans l'analyse en composantes principales (ACP)

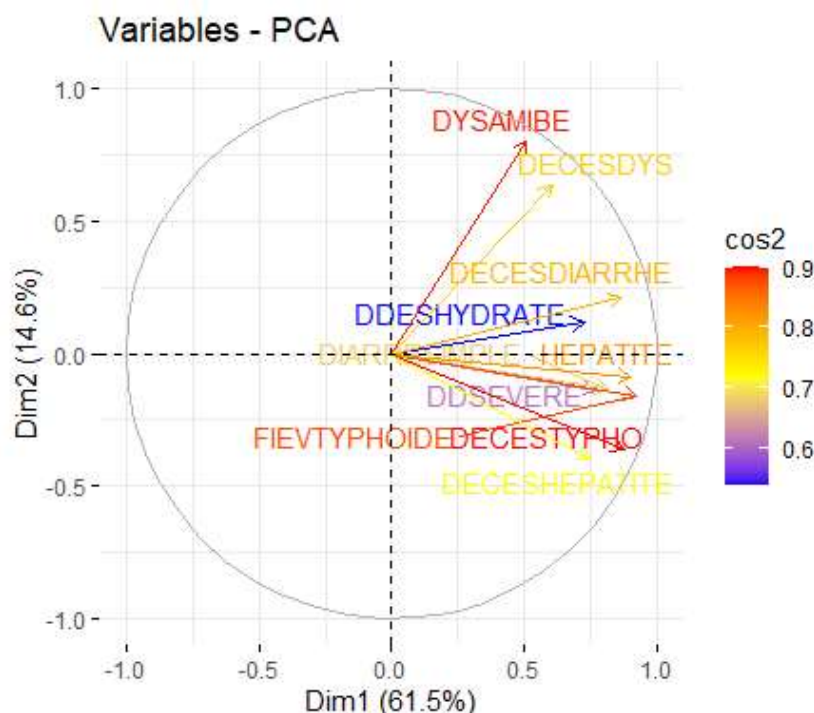


Figure 8. Présentation des variables dans les axes dimensionnels de l'ACP

Ce graphique représente le cercle des corrélations des variables dans l'ACP, projeté sur le plan factoriel formé par les deux premières dimensions. L'axe Dim1 explique 61,5 % de la variance totale, tandis que Dim2 explique 14,6 %, soit 76,1 % de l'information totale contenue dans les données. Cette proportion relativement élevée indique que ces deux axes résument bien la structure des relations entre les variables sanitaires étudiées.

L'axe principal (Dim1) regroupe la majorité des variables vers la partie droite du graphique, notamment décès typhoïde, décès hépatite, hépatite, décès diarrhée, diarrhée sévère et diarrhée déshydrate. Cela traduit une corrélation positive entre ces variables, suggérant que l'augmentation des cas de maladies entériques est généralement associée à une augmentation des décès correspondants. Cet axe peut ainsi être interprété comme un gradient général de morbidité et de mortalité liée aux maladies digestives et infectieuses.

La deuxième dimension (Dim2) permet de distinguer certains groupes de variables. Les variables dysenterie et décès dysenterie se situent dans la partie supérieure du graphique, indiquant qu'elles contribuent fortement à cet axe et qu'elles se distinguent des autres variables. À l'inverse, fièvre typhoïde, décès typhoïde et **décès hépatite** se situent plutôt dans la partie inférieure du plan, traduisant une opposition relative avec les variables liées à la dysenterie amibienne.

Par ailleurs, la proximité entre certaines flèches révèle des relations étroites entre variables. C'est notamment le cas de décès typhoïde et décès hépatite, ainsi que de hépatite et décès diarrhée, ce qui suggère des dynamiques épidémiologiques similaires.

entre ces indicateurs. De même, la proximité entre DYSAMIBE et décès dysenterie confirme une relation logique entre la maladie et la mortalité associée.

Enfin, la longueur des flèches et les couleurs chaudes indiquent que la plupart des variables sont bien représentées sur ce plan factoriel, ce qui renforce la fiabilité de l'interprétation des relations observées.

Dans l'ensemble, ce cercle des corrélations met en évidence une forte structuration des maladies étudiées autour d'un axe principal de morbidité entérique, complété par un second axe différenciant surtout les affections dysentériques et typhoïdiques.

3.2.2. Projection des individus (hôpitaux) sur le plan factoriel de l'ACP

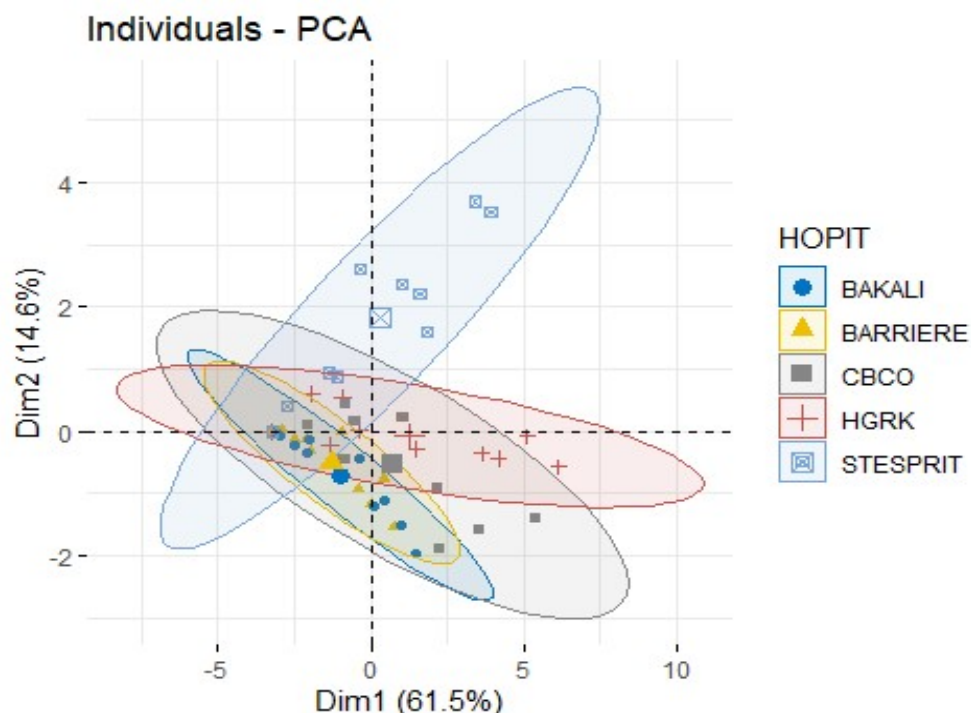


Figure 9. Projection des individus sur le plan factoriel de l'ACP

Cette figure représente la projection des individus sur le plan factoriel défini par les deux premières dimensions de l'ACP. L'axe Dim1 explique 61,5 % de la variance, tandis que Dim2 explique 14,6 %, soit 76,1 % de l'information totale représentée sur ce plan. Cela signifie que la représentation graphique permet une bonne visualisation des différences entre les hôpitaux étudiés.

Il y a lieu de constater que les points correspondant aux observations sont regroupés selon les différents hôpitaux (Bakali, Barrière, CBCO, HGRK et Saint Esprit), chacun étant entouré d'une ellipse représentant la dispersion des observations autour du centre de gravité du groupe. Ces projections regroupent les hôpitaux en quatre groupes distincts :

Le premier groupe est HGRK qui se situe principalement du côté positif de l'axe Dim1, ce qui suggère un profil sanitaire distinct caractérisé par des valeurs relativement plus élevées pour certaines variables qui contribuent fortement à cet axe.

Le deuxième groupe se situe à l'inverse du premier groupe du côté négatif de Dim1. Ce groupe rassemble les hôpitaux Bakali et Barrière dont les profils sont relativement proches entre ces deux hôpitaux et leur proximité graphique suggère une structure épidémiologique similaire.

Dans le troisième groupe se trouve CBCO qui occupe une position intermédiaire de deux premiers groupes, avec une dispersion relativement large, ce qui traduit une variabilité plus importante dans les données sanitaires enregistrées dans cet hôpital.

Enfin, le quatrième groupe est l'hôpital Saint Esprit qui se distingue principalement des autres en se classant dans l'axe Dim2, avec des observations situées davantage dans la partie supérieure du plan factoriel, indiquant un profil particulier par rapport aux autres établissements.

Dans l'ensemble, cette représentation met en évidence une différenciation des structures sanitaires selon les hôpitaux, tout en montrant certaines proximités entre établissements, notamment entre BAKALI et BARRIERE, tandis que HGRK et STESPRIT présentent des profils plus spécifiques.

CONCLUSION

En abordant cette étude sur évolution des maladies d'origine hydrique dans les aires de sante de la ville de Kenge ; élément indicateur de la vulnérabilité de la population, nous nous sommes fixé l'objectif général d'évaluer l'évolution des maladies hydriques facteurs de vulnérabilité de la population de la ville de Kenge. Pour obtenir les résultats, nous avons utilisés les méthodes d'analyse statistique descriptive qui a consisté à réaliser une analyse descriptive des variables afin de caractériser la distribution des maladies dans les aires de santé étudiées et l'analyse exploratoire graphique qui ont été réalisés à l'aide du package **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 dans la ville de Kenge, nous constatons que les structures sanitaires reçoivent beaucoup de cas de la fièvre typhoïde, la diarrhée sévère, la diarrhée déshydrate, la diarrhée simple ainsi que l'hépatite avec un record de décès très élevé au cours trois dernières des années. Signalons que l'hôpital de référence de Kenge est la première structure médicale en terme de capacités d'accueil et de prise en charge mais qui fait face à une vulnérabilité exagérer de la population.

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]. Pote J. et Walter W., 2013. Gestion des déchets solides urbains et assimilés dans les Pays en voie de développement. Approche participative et technologies appropriées. Université de Genève.
- [3]. Poté J., 1999. Etude préliminaire pour la mise en place d'un système de gestion durable des déchets solides ménagers d'une commune périurbaine de la ville de Kinshasa (RDC), Mémoire de recherche, EPFL, Lausanne, 76 p.
- [4]. Poté J., Goldscheider, N., Haller, L., Zopfi, J., Khajenouri, F., Wildi, W., 2009b. Origin and spatial-temporal distribution of fecal bacteria in a bay of Lake Geneva, Switzerland. Environ. Monit. Assess. 154 : 337–348.
- [5]. Poté J., Haller, L., Kottelat, R., Sastre, V., Arpagaus, P., Walter, W., 2009. Persistence and growth of faecal culturable bacterial indicators in water column and sediments of Vidy Bay, Lake Geneva, Switzerland. J. Environ. Sc. 21, 62–69.
- [6]. 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.

- [7]. Agassounon Djikpo Tchibozo 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.
- [8]. Amiard J. C., 2011. Les risques chimiques environnementaux : Méthodes d'évaluation et impacts sur les organismes, Edition Lavoisier.
- [9]. Aminot A ; Kérouvel R., 2007. Dosage automatiquendes nutriments dans les eaux marines : Méthodes en flux continu, Edition Quae, p 45.
- [10]. 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 ;
- [11]. 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.
- [12]. 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.
- [13]. Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1–48.
- [14]. 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.
- [15]. 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.
- [16]. Bonnefoy C ; Guillet F ; Leyral G ; Verne-Bourdaïs E., 2002. Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaires, Edition Doins, Paris, Bordaux, pp 101-102.
- [17]. Boubakar, H. A., 2010. Aquifères superficiels et profonds et pollution urbaine e/n Afrique. Cas de la communauté urbaine de Niamey (Niger). Thèse de doctorat, Université Abdou Moumouni de Niamey, Bénin, 249 p.
- [18]. 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.
- [19]. Brookmeyer, R., & Stroup, D. (2004). *Monitoring the health of populations*. Oxford University Press.
- [20]. 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.
- [21]. Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (2013). *Regression analysis of count data*. Cambridge University Press.
- [22]. 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.
- [23]. 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.
- [24]. 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.

- [25]. 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.
- [26]. Ioannidis, J. P. A. (2019). What have we (not) learnt from millions of scientific papers with p values? *The American Statistician*, 73.
- [27]. Jolliffe, I. T., & Cadima, J. (2016). Principal component analysis: A review. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 374.
- [28]. Kabemba, F. (2018). « Vulnérabilité environnementale et maladies infectieuses dans les quartiers précaires. » *Revue Africaine de Santé Publique*, Vol. 4, n°1, pp. 33–48.
- [29]. Kapembo, M.L., Al Salah, D.M.M. and Thevenon, F., 2019. Prevalence of water-related diseases and groundwater (drinking-water) contamination in the suburban municipality of Mont-ngafula, Kinshasa (Democratic Republic of the Congo). *J. Environ. Sci. Health Part A* 54 :1-11
- [30]. Kapembo, M.L., Lafite, A., Bokolo, M.K., Manga, A.L., Maya-Vangua, M.M., Otamonga, J.P., Mulaji, C.K., Mpiana, P.T., Wildi, W. and Poté, J., 2016. Evaluation of water Quality from Suburban Shallow wells under Tropical Conditions according to the seasonal variation, Bumbu, Kinshasa, Democratic Republic of the Congo. *Expo. Health*, 8, 487-496. DOI : 10.1007/s12403-016-0213-y.
- [31]. Kayembe, J.M., Thevenon, F., Laffite, A., et al., 2018. High levels of faecal contamination in drinking groundwater and recreational water due to poor sanitation, in the sub-rural neighbourhoods of Kinshasa, Democratic Republic of the Congo. *Int J Hyg Environ Health*
- [32]. Kayembe, N. & Lufungula, B. (2019). « Eau, assainissement et développement durable en RDC. » *Journal Africain de Développement Durable*, Vol. 6, n°3, pp. 89–104.
- [33]. Kirpatrick, K. and Fleming E., 2008. La qualité de l'eau, *ROSS TECH* 07/47, 12 p.
- [34]. Kouman, K.G.R., 2013. Vers une gestion rationnelle de l'eau dans une situation complexe d'urbanisation anarchique dans un pays en Développement : cas du bassin versant de l'Abieague (Yaoundé-Cameroun). Thèse de doctorant.
- [35]. Mudinga D, et al 2025, Problématique de l'eau desservie à la population peri-urbaine par les postes d'eau autonome privés dans le quartier kindele à Kinshasa
- [36]. Ngandote A , et al 2025, Évaluation de la qualité de l'eau potable dans la ville de Kenge, République démocratique du Congo Avril 2025 25(4):716-726 DOI : [10.2166/ws.2025.043](https://doi.org/10.2166/ws.2025.043).
- [37]. Ngandote MA , et al 2024, Impacts of the Leachates of the Mpasa Landfill in the Surrounding Waters of the Ndamaba Neighborhood in the Municipality of N'sele in DR Congo Research Article Volume 8 Issue 3 Received Date: September 12, 2024 Published Date: September 23, 2
- [38]. Ngandote Mutemusa Archal, et al 2024, evaluation of the hygiene, sanitation and water supply system in schools in the masanga -mbila neighborhood in the mont-ngafula common al Science (ARJHSS) E-ISSN: 2378-702X Volume-08, Issue-02, pp-47-56 www.arjhss.com
- [39]. NIENTIE BWABITULU Alexis 2019, impact des déchets solides sur la qualité des ressources en eau dans la ville de kikwit, rd congo. Thèse de doctorant Peng, R. D. (2011). Reproducible research in computational science. *Science*, 334(6060), 1226–1227. Peng, R. D. (2011). Reproducible research in computational science. *Science*, 334, 1226–1227.
- [40]. Théophile Z M , 2024. Impacts De L'utilisation Des Latrines Dans La Cite De Pont Kwango Sur La Qualité Physico-Chimique Et Contamination Microbienne De La Rivière Kwango, Territoire De Kenge (R.D Congo) Vol. 46 No. 1 August 2024, pp. 448-468

- [41]. Tshibanda, G. (2020). « Étude des maladies hydriques dans les zones périurbaines de Kinshasa. » Cahiers de l'Environnement et Santé, n°5, pp. 12–27.
- [42]. Tukey, J. W. (1977). *Exploratory data analysis*. Addison-Wesley.