

Gradient de défavorisation environnementale et profils sanitaires des ménages dans la Zone de Santé de Ngaba à Kinshasa : une étude transversale éco-épidémiologique

Environmental deprivation gradient and household health profiles in the Ngaba Health Zone, Kinshasa: an eco-epidemiological cross-sectional study

Gabriel KAPENGA MITSHENDI^{1*}

¹ Ecole Doctorale des Sciences de la Santé, Institut Supérieur des Techniques Médicales de Kinshasa, Kinshasa, République démocratique du Congo

RESUME :

Les contraintes environnementales urbaines agissent rarement de façon isolée. Leur accumulation peut créer des contextes résidentiels différenciés susceptibles de s'accompagner de profils sanitaires distincts. Cette étude a analysé l'association entre un gradient de défavorisation environnementale construit au niveau du ménage et les profils sanitaires des ménages dans la Zone de Santé de Ngaba à Kinshasa. Une étude quantitative, analytique et transversale, inscrite dans une approche éco-épidémiologique, a été menée auprès de 422 ménages entre le 22 mai et le 23 juillet 2026. Douze contraintes environnementales binaires ont été additionnées pour construire un Indice de Défavorisation Environnementale (IDE; 0-12), puis classées en trois niveaux : faible (0-5), intermédiaire (6-7) et élevé (8-12). Six manifestations sanitaires rapportées au cours des 14 jours précédant l'enquête ont été analysées par analyse des classes latentes (LCA). L'association entre le gradient et le profil sanitaire a été estimée par régression logistique. Le gradient était faible chez 205 ménages (48,6 %), intermédiaire chez 150 (35,5 %) et élevé chez 67 (15,9 %). Le modèle LCA à deux classes présentait les meilleurs critères d'ajustement (AIC = 2315,85; BIC = 2368,44) et distinguait un profil à faible charge (286 ménages; 67,8 %) d'un profil à forte charge (136; 32,2 %). La proportion de ménages à forte charge augmentait de 23,9 % dans le gradient faible à 32,7 % dans le gradient intermédiaire et 56,7 % dans le gradient élevé ($\chi^2 = 24,91$; $p < 0,001$). Les ménages du gradient élevé avaient des odds brutes 4,17 fois plus élevées d'appartenir au profil à forte charge (IC95 % : 2,34-7,45). Après ajustement multivariable, l'association persistait (ORa = 2,55; IC95 % : 1,33-4,89; $p = 0,005$). Une forte accumulation de contraintes environnementales était associée à un profil sanitaire à forte charge. L'étude soutient une approche de santé publique articulant prévention sanitaire, assainissement, gestion des déchets, drainage et réduction des eaux stagnantes.

Mots clés : défavorisation environnementale ; indice composite ; profil sanitaire ; analyse des classes latentes ; santé environnementale ; Kinshasa.

ABSTRACT :

Urban environmental constraints rarely occur in isolation. Their accumulation may create differentiated residential contexts associated with distinct household health profiles. This study assessed the association between a household-level environmental deprivation gradient and household health profiles in the Ngaba Health Zone, Kinshasa. A quantitative analytical cross-sectional study using an eco-epidemiological approach was conducted among 422 households from May 22 to July 23, 2026. Twelve binary environmental constraints were summed to construct an Environmental Deprivation Index (EDI; 0-12), then grouped into low (0-5), intermediate (6-7), and high (8-12) deprivation. Six health manifestations reported during the previous 14 days were jointly analyzed using latent class analysis (LCA). Logistic regression assessed the association between deprivation gradient and health profile. Deprivation was low in 205 households (48.6%), intermediate in 150 (35.5%), and high in 67 (15.9%). The two-class LCA solution provided the best fit (AIC = 2315.85; BIC = 2368.44), identifying a low-burden profile (286 households; 67.8%) and a high-burden profile (136; 32.2%). The proportion of high-burden households increased from 23.9% in the low-deprivation group to 32.7% in the intermediate group and 56.7% in the high-deprivation group ($\chi^2 = 24.91$; $p < 0.001$). High-deprivation households had 4.17-fold higher crude odds of belonging to the high-burden profile (95% CI: 2.34-7.45). The association remained significant after multivariable adjustment (aOR = 2.55; 95% CI: 1.33-4.89; $p = 0.005$). A high accumulation of environmental constraints was associated with a high-burden household health profile. These findings support integrated public-health action combining prevention with sanitation, waste management, drainage, and stagnant-water reduction.

Keywords: environmental deprivation; composite index; health profile; latent class analysis; environmental health; Kinshasa

*Adresse des Auteur(s)

Gabriel KAPENGA MITSHENDI, Ecole Doctorale des Sciences de la Santé, Institut Supérieur des Techniques Médicales de Kinshasa, Kinshasa, République démocratique du Congo ;

E-mail : gabimitslendi@gmail.com ;

Tél : +243 827207233

I. INTRODUCTION

La santé des populations dépend non seulement de l'accès aux soins, mais aussi des conditions sociales, matérielles et environnementales dans lesquelles les personnes vivent. Les cadres des déterminants sociaux de la santé et de l'épidémiologie écosociale soulignent que l'état de santé résulte d'interactions entre plusieurs niveaux de détermination, allant des caractéristiques individuelles aux conditions de logement, aux infrastructures, à l'assainissement et à l'organisation des territoires (Dahlgren & Whitehead, 1991; Krieger, 2001; World Health Organization, 2025). Dans cette perspective, l'environnement résidentiel constitue une dimension importante de la santé publique, particulièrement dans les espaces urbains à forte densité où plusieurs contraintes peuvent se cumuler au sein d'un même ménage.

Les approches de défavorisation environnementale multiple ont précisément été développées pour dépasser l'étude d'une exposition isolée. Elles considèrent que l'accumulation de nuisances ou de conditions défavorables peut mieux caractériser le contexte environnemental global que l'analyse séparée de chacun de ses composants. Richardson et al. (2009, 2010), Pearce et al. (2011) et Morello-Frosch et al. (2011) ont montré l'intérêt de mesures synthétiques pour étudier les inégalités environnementales de santé et les effets potentiellement cumulatifs d'expositions multiples. Ces travaux ont cependant été réalisés dans des contextes où les systèmes d'information, l'habitat, les infrastructures et les profils d'exposition diffèrent fortement de ceux de nombreuses villes africaines.

Dans plusieurs contextes d'Afrique subsaharienne, les conditions de logement, la qualité de l'assainissement, le drainage, la gestion des déchets et l'exposition aux eaux stagnantes restent étroitement liées à des problèmes infectieux, respiratoires et vectoriels. Les travaux de Tusting

et al. (2015, 2017, 2020) ont documenté les liens entre logement et risque de paludisme, tandis que Jung et al. (2017) et Freeman et al. (2017) ont synthétisé les relations entre assainissement et morbidité diarrhéique. Une étude menée en Ouganda a également montré que la conception de l'habitat pouvait être associée simultanément au paludisme, aux infections respiratoires aiguës et aux maladies gastro-intestinales (Musiime et al., 2022). Ces observations plaident pour des approches capables d'appréhender plusieurs dimensions environnementales et plusieurs manifestations sanitaires dans un même cadre analytique.

À Kinshasa, des travaux ont mis en évidence la contamination de certaines ressources en eau en lien avec l'assainissement insuffisant et les rejets urbains, ainsi que l'exposition de la population à divers polluants environnementaux (Kilunga et al., 2016; Kayembe et al., 2018; Menanzambi et al., 2025). Néanmoins, la mesure de l'accumulation simultanée de plusieurs contraintes environnementales au niveau du ménage demeure peu documentée. De même, les études sanitaires sont souvent centrées sur une affection particulière, alors qu'un même ménage peut rapporter plusieurs manifestations au cours d'une même période.

La Zone de Santé de Ngaba, à Kinshasa, offre un contexte pertinent pour examiner cette problématique. Elle couvre environ 4 km², compte plus de 353 000 habitants et comprend six aires de santé présentant des conditions environnementales contrastées. L'enjeu scientifique n'est donc pas seulement d'identifier la présence d'eaux stagnantes, de déchets, de problèmes de drainage, d'inondations ou d'autres nuisances, mais de mesurer leur accumulation et d'examiner si des niveaux plus élevés de défavorisation environnementale s'accompagnent de profils sanitaires différents.

La présente étude combine deux démarches complémentaires : un Indice de Défavorisation Environnementale (IDE) construit au niveau du ménage à partir de douze contraintes du milieu de vie, et une analyse des classes latentes (LCA) permettant d'identifier des profils sanitaires à partir de six manifestations observées sur une période de 14 jours. L'objectif était d'analyser l'association entre le gradient de défavorisation environnementale et les profils sanitaires des ménages dans la Zone de Santé de Ngaba. Nous avons posé l'hypothèse qu'une forte accumulation de contraintes environnementales serait associée à une probabilité plus élevée d'appartenir à un profil sanitaire à forte charge, indépendamment de certaines caractéristiques socio-économiques et territoriales des ménages.

II. MATERIEL ET METHODES

II.1. Design, milieu et période de l'étude

Une étude quantitative, analytique et transversale a été réalisée selon une approche éco-épidémiologique. Le ménage constituait l'unité de sondage, l'unité statistique et l'unité d'analyse. Les caractéristiques environnementales, socio-économiques et sanitaires ont été recueillies au cours d'une même période ; les résultats sont donc interprétés comme des associations statistiques et non comme des relations causales.

L'étude a été menée dans la Zone de Santé de Ngaba, située dans le district sanitaire de Mont-Amba, à Kinshasa, en République démocratique du Congo. Selon la cartographie sanitaire 2025, la zone couvre environ 4 km², comptait 353 001 habitants et comprenait six aires de santé : Baobab, Bulambemba, Luyi, Mateba, Mpila et Mukulua. La collecte des données s'est déroulée du 22 mai au 23 juillet 2026. Pour les manifestations sanitaires, la période de référence correspondait aux 14 jours précédant l'enquête.

II.2. Population, taille de l'échantillon et échantillonnage

La population d'étude était constituée des ménages résidant dans les six aires de santé de Ngaba. Étaient éligibles les ménages installés dans la zone depuis au moins six mois, disposant d'un répondant âgé d'au moins 18 ans capable de fournir les informations nécessaires et ayant donné un consentement libre et éclairé.

La taille minimale a été estimée par la formule de Schwartz pour une proportion, avec $Z = 1,96$, $p = 0,50$ et une précision de 5 %, soit 384 ménages. Une majoration d'environ 10 % pour les non-réponses ou questionnaires incomplets a porté l'effectif final à 422 ménages.

Un échantillonnage probabiliste stratifié à plusieurs degrés a été utilisé. Les six aires de santé constituaient les strates; les avenues étaient sélectionnées au deuxième degré et les ménages au troisième degré par sondage systématique, après choix aléatoire du premier ménage. L'allocation initiale était proportionnelle au nombre de ménages de chaque aire; au terme de la collecte, 55 ménages provenaient de Baobab, 70 de Bulambemba, 73 de Luyi, 64 de Mateba, 79 de Mpila et 81 de Mukulua.

II.3. Mesure de la défavorisation environnementale

Douze contraintes environnementales ont été renseignées par questionnaire et, lorsque cela était observable, par inspection directe du milieu immédiat du logement : habitat défavorable; dégradation ou humidité du logement; surpeuplement; accumulation de déchets; problèmes

d'évacuation des eaux usées; présence d'eaux stagnantes; exposition aux inondations; présence d'eau dans la parcelle ou le logement; mauvaises odeurs; fumée ou pollution de l'air; insalubrité de la parcelle; et autres nuisances environnementales.

Chaque indicateur a été codé 0 lorsque la condition défavorable était absente et 1 lorsqu'elle était présente. Les douze indicateurs ont été additionnés pour chaque ménage afin d'obtenir un IDE variant théoriquement de 0 à 12. Le caractère additif de l'indice visait à mesurer le nombre de contraintes cumulées ; il ne suppose pas que chacune ait une importance biologique identique. Pour l'analyse, le score a été regroupé en trois niveaux ordonnés : faible (0-5 contraintes), intermédiaire (6-7) et élevé (8-12). Le gradient faible constituait la catégorie de référence.

II.4. Mesure des profils sanitaires

Le répondant indiquait si au moins un membre du ménage avait présenté, au cours des 14 jours précédant l'enquête, chacune des six manifestations suivantes : paludisme, fièvre typhoïde, toux, difficultés respiratoires, diarrhée et vomissements. Chaque manifestation était codée sous forme binaire.

Ces six variables ont été analysées conjointement par analyse des classes latentes (Latent Class Analysis, LCA), méthode permettant d'identifier des groupes non observés de ménages présentant des configurations similaires de manifestations (Collins & Lanza, 2010). Des modèles à une, deux, trois et quatre classes ont été comparés. Le choix de la solution finale reposait principalement sur l'Akaike Information Criterion (AIC), le Bayesian Information Criterion (BIC), la taille des classes et la cohérence épidémiologique des profils obtenus.

II.5. Collecte, qualité des données et analyse statistique

Un questionnaire structuré a été complété par l'observation directe de l'environnement immédiat. L'outil a été prétesté auprès de 15 ménages hors échantillon final. Les enquêteurs ont reçu une formation standardisée portant sur le protocole, le questionnaire, la sélection des ménages, le codage et l'observation environnementale. Les questionnaires ont été régulièrement contrôlés afin d'identifier omissions et incohérences. Les données ont été saisies dans Microsoft Excel, nettoyées puis importées dans Stata pour l'analyse.

Les variables qualitatives ont été décrites par effectifs et pourcentages. Les associations bivariées avec le profil sanitaire ont été évaluées par test du χ^2 de Pearson et odds ratios bruts (ORc) avec intervalles de confiance à 95 %. Une régression logistique binaire a ensuite estimé l'association entre le gradient de défavorisation et le profil sanitaire à forte

charge après ajustement multivariable. Les variables de contrôle avaient été retenues a priori en raison de leur pertinence conceptuelle : niveau d'instruction du chef de ménage, revenu mensuel du ménage et contexte territorial représenté par l'aire de santé. Le seuil de significativité était fixé à 5 %.

II.6. Considérations éthiques

Le protocole a été approuvé par le Comité de Bioéthique de l'Institut Supérieur des Techniques Médicales de Kinshasa (n° 234/CBE/ISTM/KIN/RDC/11/05/2026). Chaque répondant a reçu une information sur les objectifs et modalités de l'étude et a fourni un consentement libre et éclairé avant la collecte. Aucun nom n'a été enregistré dans la base analytique; les données ont été traitées de manière confidentielle et présentées sous forme agrégée.

III. RESULTATS

III.1. Caractéristiques des ménages et défavorisation environnementale

Au total, 422 ménages ont été analysés. Plus de la moitié des chefs de ménage avaient un niveau d'instruction primaire (51,4 %), 28,2 % avaient atteint le secondaire et 20,4 % n'avaient aucun niveau d'instruction. Sur le plan économique, 68,7 % des ménages déclaraient un revenu mensuel inférieur à 200 USD (Tableau 1).

Tableau 1. Caractéristiques socio-économiques et gradient de défavorisation environnementale (N = 422)

Variable / modalité	n	%
Instruction - Aucun	86	20,4
Instruction - Primaire	217	51,4
Instruction - Secondaire	119	28,2
Revenu - <100 USD	169	40,0
Revenu - 100-199 USD	121	28,7
Revenu - 200-399 USD	98	23,2
Revenu - ≥400 USD	24	5,7
Revenu - NS/Refus	10	2,4
Gradient IDE - Faible (0-5)	205	48,6
Gradient IDE - Intermédiaire (6-7)	150	35,5
Gradient IDE - Élevé (8-12)	67	15,9

Les contraintes les plus fréquemment observées étaient les eaux stagnantes (62,1 %), l'insalubrité des parcelles (61,1 %), l'accumulation des déchets (60,0 %), les problèmes d'évacuation des eaux (54,7 %) et les mauvaises odeurs (51,2 %). Les ménages du gradient élevé représentaient 15,9 % de l'échantillon, tandis que 35,5 % relevaient du gradient intermédiaire. Le gradient élevé était proportionnellement plus fréquent à Bulambemba (28,6 %), Mateba (25,0 %) et Baobab (21,8 %), alors que le gradient faible était

particulièrement représenté à Mpila (79,7 %) et Luyi (58,9 %).

III.2. Profils sanitaires identifiés par analyse des classes latentes

Le paludisme était la manifestation la plus fréquemment rapportée (35,3 %), suivi de la toux (25,4 %) et de la diarrhée (18,7 %). La comparaison des modèles LCA a montré que la solution à deux classes présentait les valeurs les plus faibles d'AIC (2315,85) et de BIC (2368,44), soutenant son choix comme solution finale.

Tableau 2. Comparaison des modèles d'analyse des classes latentes

Classes	Log-vrais.	AIC	BIC
1	-1173,78	2359,55	2383,82
2	-1144,93	2315,85	2368,44
3	-1140,39	2320,78	2401,69
4	-1136,75	2327,49	2436,71

Les probabilités conditionnelles des six manifestations selon les deux profils sanitaires sont présentées à la figure 1.

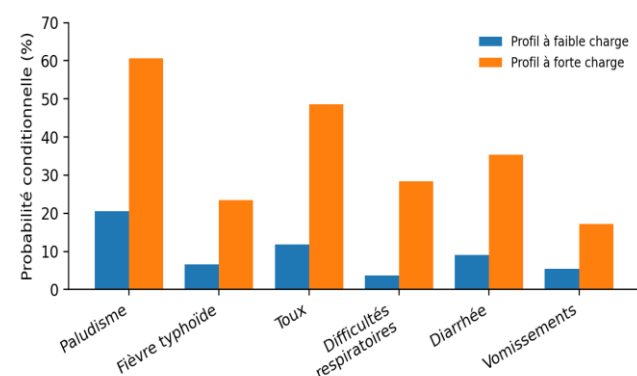


Figure 1. Probabilités conditionnelles des six manifestations selon les deux profils sanitaires

Le profil à faible charge présentait de faibles probabilités conditionnelles pour les six manifestations, tandis que le profil à forte charge présentait des probabilités plus élevées, notamment pour le paludisme (60,65 %), la toux (48,59 %) et la diarrhée (35,34 %). Après classification selon le profil latent le plus probable, 286 ménages (67,8 %) appartenaient au profil à faible charge et 136 (32,2 %) au profil à forte charge. Ces profils représentent des configurations statistiques de manifestations et ne doivent pas être interprétés comme des diagnostics cliniques ou des syndromes.

III.3. Association entre gradient environnemental et profil sanitaire

La proportion de ménages appartenant au profil sanitaire à forte charge augmentait avec le niveau de défavorisation environnementale : 23,9 % dans le gradient faible, 32,7 % dans le gradient intermédiaire et 56,7 % dans le gradient élevé ($\chi^2 = 24,91$; $p < 0,001$). Comparativement au gradient faible, le gradient élevé était associé à des odds brutes 4,17 fois plus élevées d'appartenir au profil à forte charge (ORc = 4,17; IC95 % : 2,34-7,45). L'association avec le gradient intermédiaire n'atteignait pas le seuil de significativité (ORc = 1,54; IC95 % : 0,97-2,47).

Tableau 3. Association bivariée entre gradient de défavorisation environnementale et profil sanitaire

Gradient	Faible charge n (%)	Forte charge n (%)	ORc (IC95 %)
Faible	156 (76,1)	49 (23,9)	1,00 (Réf.)
Intermédiaire	101 (67,3)	49 (32,7)	1,54 (0,97-2,47)
Élevé	29 (43,3)	38 (56,7)	4,17 (2,34-7,45)

La figure 2 donne la proportion de ménages appartenant au profil sanitaire à forte charge selon le gradient de défavorisation.

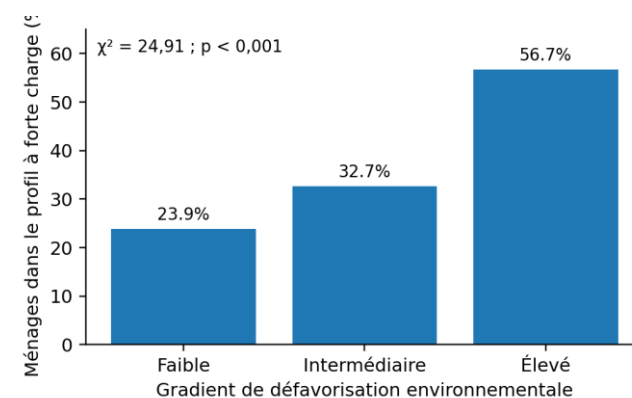


Figure 2. Proportion de ménages appartenant au profil sanitaire à forte charge selon le gradient de défavorisation

Après ajustement multivariable, l'association principale demeurerait statistiquement significative : les ménages du gradient élevé présentaient 2,55 fois plus d'odds d'appartenir au profil sanitaire à forte charge que ceux du gradient faible (ORa = 2,55; IC95 % : 1,33-4,89; $p = 0,005$). L'absence de significativité du gradient intermédiaire ne permet pas de conclure à une relation strictement linéaire entre les trois niveaux du gradient.

Le niveau d'instruction du chef de ménage était également associé au profil sanitaire en analyse bivariée : par rapport au

niveau secondaire, les odds d'appartenir au profil à forte charge étaient 2,52 fois plus élevées pour le niveau primaire (IC95 % : 1,47-4,33) et 3,03 fois plus élevées en l'absence d'instruction (IC95 % : 1,61-5,69). Le profil sanitaire variait aussi selon l'aire de santé, la proportion de ménages à forte charge allant de 11,4 % à Mpila à 44,3 % à Bulambemba ($\chi^2 = 24,95$; $p < 0,001$).

IV. DISCUSSION

Cette étude met en évidence trois résultats principaux. Premièrement, les contraintes environnementales étaient fréquemment cumulatives : plus de la moitié des ménages se situaient dans les niveaux intermédiaire ou élevé de défavorisation. Deuxièmement, l'analyse des classes latentes a identifié deux configurations sanitaires distinctes, à faible et à forte charge. Troisièmement, le résultat central est la persistance d'une association entre une forte accumulation de contraintes environnementales et l'appartenance au profil sanitaire à forte charge après ajustement multivariable.

L'importance de l'accumulation environnementale observée à Ngaba rejoint la logique des travaux sur la défavorisation environnementale multiple. Richardson et al. (2009, 2010) ont montré qu'une approche composite permet de caractériser conjointement plusieurs dimensions du milieu de vie, tandis que Pearce et al. (2011) et Morello-Frosch et al. (2011) ont souligné que les désavantages environnementaux peuvent se concentrer dans certains espaces et contribuer aux inégalités de santé. Dans notre étude, l'IDE présente une particularité importante : il est calculé au niveau du ménage plutôt qu'à partir de données agrégées de quartier. Il permet ainsi de détecter une hétérogénéité d'exposition entre ménages géographiquement proches.

Les contraintes les plus fréquentes - eaux stagnantes, insalubrité des parcelles, accumulation des déchets et difficultés d'évacuation des eaux - sont cohérentes avec les problèmes documentés dans plusieurs contextes urbains de la RDC. Des travaux menés à Kinshasa ont mis en évidence des niveaux élevés de contamination de l'eau associés à un assainissement insuffisant et aux rejets urbains (Kilunga et al., 2016; Kayembe et al., 2018). D'autres études congolaises ont montré la persistance de risques sanitaires associés aux déchets ménagers, aux eaux usées et aux déficits WASH (Bakuzesia et al., 2024; Masudi et al., 2025; Quattrochi et al., 2025). Ces résultats renforcent l'intérêt d'aborder l'environnement résidentiel comme un ensemble de contraintes interconnectées.

L'identification de deux profils sanitaires par LCA constitue le second apport méthodologique de l'étude. Plutôt que d'analyser séparément le paludisme, la toux, la diarrhée ou les autres manifestations, la LCA met en évidence des

configurations de co-occurrence au niveau du ménage. Le profil à forte charge présentait des probabilités conditionnelles supérieures pour toutes les manifestations étudiées. Cette lecture globale est compatible avec une approche éco-épidémiologique, mais elle ne signifie ni que les six manifestations ont une cause unique, ni qu'elles constituent un syndrome clinique. Elle décrit une structure statistique de la morbidité rapportée.

Le principal résultat est l'association entre le gradient élevé de défavorisation et le profil sanitaire à forte charge. En analyse brute, les ménages du gradient élevé avaient plus de quatre fois les odds d'appartenir au profil à forte charge que ceux du gradient faible ; après ajustement multivariable, l'association demeurait de l'ordre de 2,5. L'atténuation de l'estimation après ajustement indique qu'une partie de l'association est liée aux caractéristiques socio-économiques ou territoriales prises en compte, sans que celles-ci n'expliquent entièrement la relation observée.

Cette observation est biologiquement et socialement plausible au regard de mécanismes multiples. Les eaux stagnantes peuvent favoriser les gîtes vectoriels ; l'insuffisance d'assainissement et l'accumulation des déchets peuvent augmenter les expositions entériques ; les mauvaises conditions de logement et la pollution de l'air peuvent contribuer à des manifestations respiratoires. Les synthèses de Tusting et al. (2015, 2017, 2020), Jung et al. (2017), Freeman et al. (2017) et Musiime et al. (2022) montrent que plusieurs dimensions du logement et de l'environnement sont associées à des résultats sanitaires différents. Notre étude ne teste pas séparément ces mécanismes ; elle montre plutôt qu'un niveau élevé d'accumulation environnementale s'accompagne plus fréquemment d'une configuration sanitaire défavorable.

L'absence de significativité du gradient intermédiaire après comparaison avec le gradient faible appelle toutefois une interprétation prudente. Les résultats ne démontrent pas un gradient dose-réponse strict sur trois niveaux. Ils indiquent surtout une rupture plus nette lorsque le nombre de contraintes cumulées atteint le niveau élevé. Des travaux longitudinaux, disposant de mesures environnementales objectives et de diagnostics sanitaires mieux standardisés, seront nécessaires pour préciser la forme de cette relation et sa temporalité.

Le niveau d'instruction du chef de ménage était également lié au profil sanitaire. Cette association peut refléter plusieurs mécanismes : accès à l'information, ressources permettant d'améliorer le logement, pratiques de prévention et capacité à mobiliser les services. Dans la logique des déterminants sociaux de la santé, l'instruction et le revenu ne doivent cependant pas être considérés comme des causes isolées,

mais comme des composantes d'un système plus large de conditions sociales et matérielles (Dahlgren & Whitehead, 1991; Krieger, 2001). L'hétérogénéité entre aires de santé suggère de plus que le contexte territorial contribue à structurer les expositions, ce qui justifie une lecture à plusieurs niveaux.

L'étude présente plusieurs forces. Elle combine une mesure multidimensionnelle de l'environnement et une méthode de classification latente de la situation sanitaire ; elle se situe au niveau du ménage, unité directement exposée au milieu résidentiel ; et elle repose sur un échantillonnage probabiliste couvrant les six aires de santé. Le recours conjoint au questionnaire et à l'observation directe a également contribué à renforcer la qualité des données environnementales.

Plusieurs limites doivent néanmoins être soulignées. Le caractère transversal ne permet pas d'établir la temporalité ni la causalité. Les manifestations sanitaires ont été rapportées par les répondants et n'étaient pas systématiquement confirmées par des examens cliniques ou biologiques, ce qui expose à des erreurs de classification. L'IDE est une mesure additive spécifique à cette étude : le poids identique des douze contraintes mesure leur accumulation, mais ne signifie pas qu'elles ont le même effet sur la santé. Enfin, la classification LCA comporte une incertitude inhérente à l'assignation des ménages à leur classe la plus probable, et un risque de confusion résiduelle demeure malgré l'ajustement.

Sur le plan opérationnel, les résultats invitent à compléter les interventions curatives par des actions préventives centrées sur le milieu de vie. Dans la Zone de Santé de Ngaba, un repérage des ménages ou secteurs où s'accumulent les problèmes d'assainissement, de déchets, de drainage, d'eaux stagnantes et d'inondation pourrait aider à cibler les interventions communautaires. L'IDE proposé ne doit pas être considéré comme un outil universel ; il pourrait néanmoins servir de base locale à une surveillance environnementale intégrée, sous réserve de validation externe et d'adaptation à d'autres zones de santé.

V. CONCLUSION

Dans la Zone de Santé de Ngaba, la défavorisation environnementale se caractérise par l'accumulation simultanée de plusieurs contraintes du milieu de vie. L'approche combinant un indice environnemental au niveau du ménage et une analyse des classes latentes a permis de dépasser une lecture fondée sur une seule exposition ou une seule manifestation sanitaire. Les ménages appartenant au gradient élevé de défavorisation étaient plus fréquemment classés dans le profil sanitaire à forte charge, et cette association persistait après ajustement multivariable (ORa = 2,55; IC95 % : 1,33-4,89; p = 0,005). Ces résultats ne

démontrent pas une relation causale, mais ils soulignent l'intérêt d'une stratégie de santé publique intégrée associant prévention, assainissement, gestion des déchets, amélioration du drainage, réduction des eaux stagnantes et prise en compte des déterminants sociaux. La réplication de cette approche dans d'autres zones de santé, avec des données longitudinales et des mesures environnementales et cliniques objectives, permettrait d'en tester la robustesse et la transférabilité.

REFERENCES

1. World Health Organization. (2025). World report on social determinants of health equity. World Health Organization.
2. Dahlgren, G., & Whitehead, M. (1991). Policies and strategies to promote social equity in health: Background document to WHO - Strategy paper for Europe. Institute for Futures Studies.
3. Krieger, N. (2001). Theories for social epidemiology in the 21st century: An ecosocial perspective. *International Journal of Epidemiology*, 30(4), 668-677. <https://doi.org/10.1093/ije/30.4.668>
4. Richardson, E. A., Mitchell, R. J., Shortt, N. K., Pearce, J., & Dawson, T. P. (2009). Evidence-based selection of environmental factors and datasets for measuring multiple environmental deprivation in epidemiological research. *Environmental Health*, 8(Suppl 1), S18. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-8-S1-S18>
5. Richardson, E. A., Mitchell, R., Shortt, N. K., Pearce, J., & Dawson, T. P. (2010). Developing summary measures of health-related multiple physical environmental deprivation for epidemiological research. *Environment and Planning A*, 42(7), 1650-1668. <https://doi.org/10.1068/a42459>
6. Pearce, J. R., Richardson, E. A., Mitchell, R. J., & Shortt, N. K. (2011). Environmental justice and health: A study of multiple environmental deprivation and geographical inequalities in health in New Zealand. *Social Science & Medicine*, 73(3), 410-420. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2011.05.039>
7. Morello-Frosch, R., Zuk, M., Jerrett, M., Shamasunder, B., & Kyle, A. D. (2011). Understanding the cumulative impacts of inequalities in environmental health: Implications for policy. *Health Affairs*, 30(5), 879-887. <https://doi.org/10.1377/hlthaff.2011.0153>

8. Frumkin, H. (Ed.). (2016). *Environmental health: From global to local* (3rd ed.). Jossey-Bass.
9. Kilunga, P. I., Kayembe, J. M., Laffite, A., Thevenon, F., Devarajan, N., Mulaji, C. K., Mubedi, J. I., Yav, Z. G., Otamonga, J.-P., Mpiana, P. T., & Poté, J. (2016). The impact of hospital and urban wastewaters on the bacteriological contamination of the water resources in Kinshasa, Democratic Republic of Congo. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 51(12), 1034-1042. <https://doi.org/10.1080/10934529.2016.1198619>
10. Kayembe, J. M., Thevenon, F., Laffite, A., Sivalingam, P., Ngelinkoto, P., Mulaji, C. K., Otamonga, J.-P., Mubedi, J. I., & Poté, J. (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. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 221(3), 400-408. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2018.01.003>
11. Menanzambi, T. B., Pirard, C., Ilunga wa Kabuaya, C., Mputu Malolo, L.-C., Makola, M. M., Kule-Koto, F. K., Mpasi, J. N., Djang'eing'a, R. M., Kindenge, J. M., Charlier, C., & Dufour, P. (2025). Current exposure to environmental pollutants in the general adult population of Kinshasa, Democratic Republic of Congo (DRC): A cross-sectional study. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 263, 114479. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2024.114479>
12. Bakuzesia, M. M., Miswiya, E. K., Kimpembe, H. M., & Makaly, E. B. (2024). Évaluation One Health de l'état de la gestion des excréta et des eaux usées domestiques dans la ville de Kindu (République démocratique du Congo). *PAMJ-One Health*, 14, 24. <https://doi.org/10.11604/pamj-oh.2024.14.24.4444>
13. Masudi, L. O., Lukamba, B. A., Kimbembe, H. M., & Tembea, L. M. (2025). Gestion des déchets solides ménagers au regard des risques sanitaires et environnementaux : étude transversale dans la zone de santé de Kindu. *PAMJ-One Health*, 18, 1. <https://doi.org/10.11604/pamj-oh.2025.18.1.45536>
14. Jung, Y. T., Hum, R. J., Lou, W., & Cheng, Y.-L. (2017). Effects of neighbourhood and household sanitation conditions on diarrhea morbidity: Systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 12(3), e0173808. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173808>
15. Freeman, M. C., Garn, J. V., Sclar, G. D., Boisson, S., Medlicott, K., Alexander, K. T., Penakalapati, G., Anderson, D., Mahtani, A. G., Grimes, J. E. T., Rehfuess, E. A., & Clasen, T. F. (2017). The impact of sanitation on infectious disease and nutritional status: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 220(6), 928-949. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2017.05.007>
16. Musiime, A. K., Krezanoski, P. J., Smith, D. L., Kilama, M., Conrad, M. D., Otto, G., Kyagamba, P., Asiimwe, J., Rek, J., Nankabirwa, J. I., Arinaitwe, E., Akol, A. M., Kanya, M. R., Staedke, S. G., Drakeley, C., Bousema, T., Lindsay, S. W., Dorsey, G., & Tusting, L. S. (2022). House design and risk of malaria, acute respiratory infection and gastrointestinal illness in Uganda: A cohort study. *PLoS Global Public Health*, 2(3), e0000063. <https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0000063>
17. Tusting, L. S., Ippolito, M. M., Willey, B. A., Kleinschmidt, I., Dorsey, G., Gosling, R. D., & Lindsay, S. W. (2015). The evidence for improving housing to reduce malaria: A systematic review and meta-analysis. *Malaria Journal*, 14, 209. <https://doi.org/10.1186/s12936-015-0724-1>
18. Tusting, L. S., Bottomley, C., Gibson, H., Kleinschmidt, I., Tatem, A. J., Lindsay, S. W., & Gething, P. W. (2017). Housing improvements and malaria risk in sub-Saharan Africa: A multi-country analysis of survey data. *PLoS Medicine*, 14(2), e1002234. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002234>
19. Tusting, L. S., Gething, P. W., Gibson, H. S., Greenwood, B., Knudsen, J., Lindsay, S. W., & Bhatt, S. (2020). Housing and child health in sub-Saharan Africa: A cross-sectional analysis. *PLoS Medicine*, 17(3), e1003055. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003055>
20. Collins, L. M., & Lanza, S. T. (2010). Latent class and latent transition analysis: With applications in the social, behavioral, and health sciences. John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9780470567333>

21. Quattrochi, J. P., Croke, K., Dohou, C., Ghib, L. S., Lokaya, Y., Coville, A., & Mvukiyehe, E. (2025). Effects of a community-driven water, sanitation, and hygiene intervention on diarrhea, child growth, and local institutions: A cluster-randomized controlled trial in rural Democratic Republic of Congo. *PLoS Medicine*, 22(3), e1004524. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1004524>