

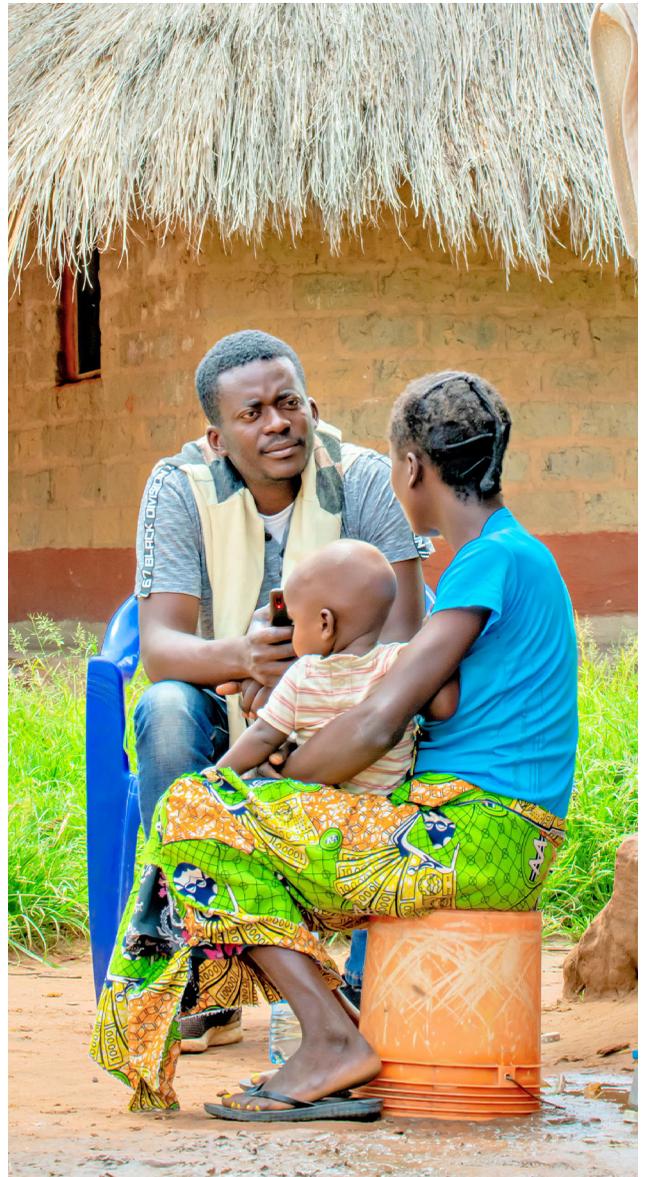
# Note d'information

Enquête de couverture vaccinale ECV-RDC 2023/08

## Vers la création d'un indice de contrainte environnementale pour optimiser les interventions vaccinales : **Modélisation spatiale**

### Résumé

Malgré les efforts pour augmenter le taux de couverture vaccinale en RDC, **la variabilité spatiale** entre les zones de santé reste criante, certaines pouvant même servir de foyers potentiels pour les épidémies. Cette note met en lumière les contraintes environnementales expliquant **la variabilité spatiale** de la proportion d'enfants zéro-dose âgés de 12 à 23 mois, ainsi que les facteurs sous-jacents, dans le but de formuler un indice permettant d'améliorer la planification et de prioriser les interventions vaccinales. Nous avons utilisé des techniques géospatiales avancées, dont l'Indice Local d'Autocorrélation Spatiale et la régression géographiquement pondérée (GWR). Les zones identifiées comme foyers ( $p < 0.05$ ) pour les enfants non vaccinés se concentrent principalement dans le centre du pays, couvrant les provinces de Sankuru, Tshuapa, Tshopo, Maniema, ainsi que certaines parties de Mongala et de l'Ituri. L'analyse bivariée entre la proportion d'enfants zéro-dose et les contraintes environnementales (température maximale, précipitations, distance entre les villages) montre que la distance entre les localités et la proportion de zones humides (tourbières) constituent les principaux facteurs expliquant la variabilité spatiale de la non-vaccination dans certaines zones de santé. Ces contraintes sont estimées sous forme d'un indice que les décideurs devraient considérer afin d'optimiser les activités de vaccination





## Contexte

La vaccination est l'une des interventions les plus efficaces pour réduire la mortalité et la morbidité liées aux maladies évitables, selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Chaque année, la vaccination permet d'éviter 2 à 3 millions de décès dans le monde. Cependant, en République Démocratique du Congo (RDC), malgré les efforts déployés pour élargir la couverture vaccinale, d'importantes disparités persistent entre les zones de santé.

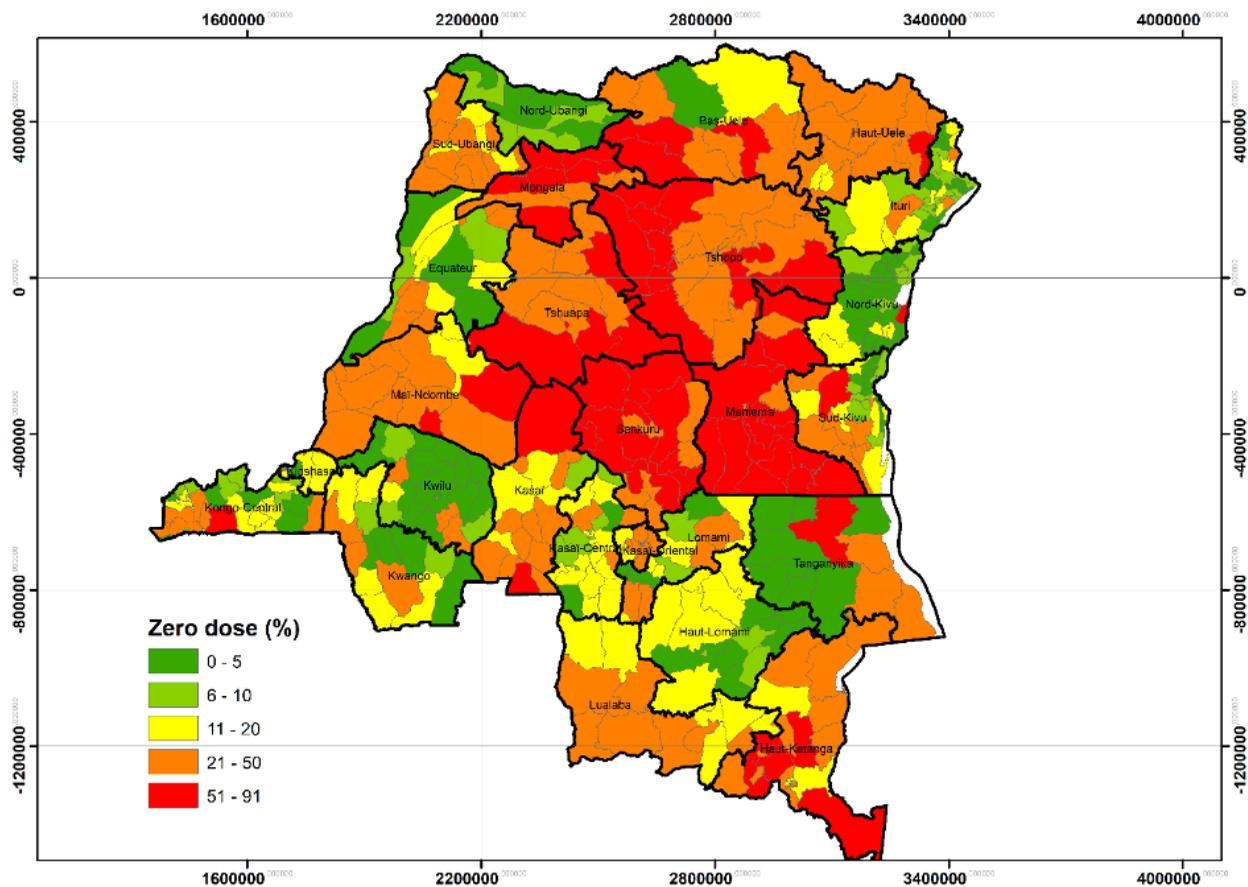
Depuis 2018, la RDC revitalise son système de vaccination de routine à travers le Plan Mashako, qui se matérialise par l'enquête vaccinale de routine conduite par l'École de Santé Publique et ses partenaires. Il s'agit d'une étude transversale analytique réalisée au niveau des ménages et des établissements de santé dans toutes les zones de santé du pays. Une légère augmentation de la couverture vaccinale a été observée par rapport à l'enquête de référence réalisée par l'EDS en 2014. Toutefois, les épidémies récentes de maladies évitables par la vaccination dans de nombreuses zones de santé incitent à une interprétation prudente des couvertures vaccinales globales ou provinciales, car il existe des disparités notables à prendre en compte.

Des études orientant les politiques au niveau communautaire (zone de santé) sont quasi inexistantes, malgré les énormes disparités au sein

des zones de santé. La plupart des recherches menées pour orienter les politiques se limitent à l'identification des raisons de la non-vaccination et de la non-complétude du calendrier vaccinal à un niveau individuel.

Pour combler cette lacune, ce document examine les résultats de l'ECV 2023 et met en lumière les contraintes environnementales expliquant la variabilité spatiale de la proportion d'enfants zéro-dose âgés de 12 à 23 mois, ainsi que les facteurs sous-jacents. L'objectif est de formuler un indice permettant de prioriser les interventions vaccinales. Cet indice fournira des données concrètes et objectives qui pourront être utilisées pour élaborer des plans d'action adaptés. Les décideurs pourront ainsi concevoir des stratégies spécifiques aux besoins des différentes zones de santé, en tenant compte des facteurs environnementaux qui influencent la vaccination. De plus, ils auront accès à une carte descriptive illustrant la répartition spatiale des enfants zéro-dose par zone de santé, ainsi qu'à une carte identifiant les zones de santé à haut risque nécessitant une intervention prioritaire. Ces résultats sont obtenus grâce à des analyses spatiales avancées, notamment l'Indice Local d'Autocorrélation Spatiale et la Régression Géographiquement Pondérée

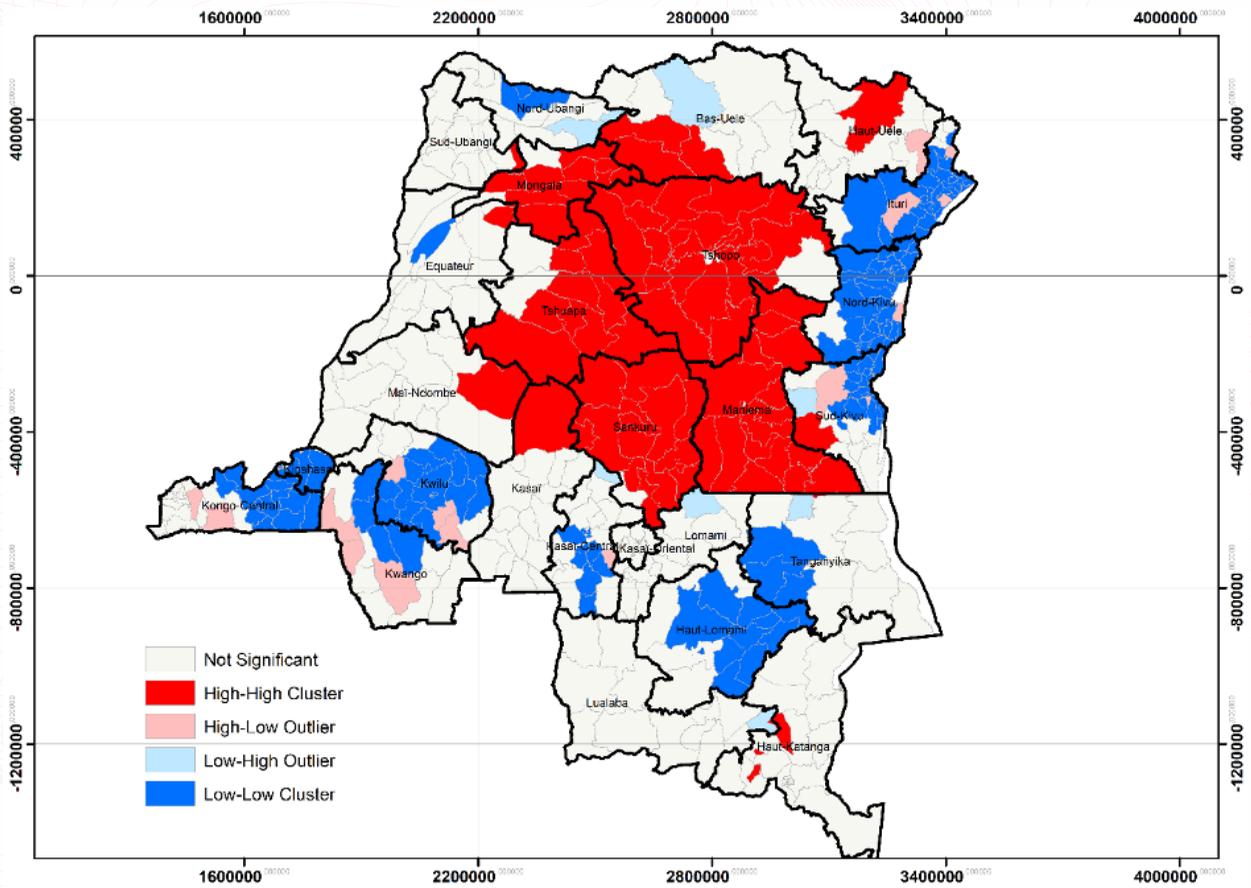




**Figure 1:** Répartition spatiale de la proportion d'enfants zéro-dose dans les différentes zones de santé de la République Démocratique du Congo (RDC).

**Légende:** Les couleurs varient selon le pourcentage d'enfants zéro-dose : les zones en vert foncé (0-5%) montrent une faible proportion d'enfants non vaccinés, indiquant un bon accès et une bonne acceptation des services de vaccination. Les zones en vert clair (6-10%) présentent une proportion légèrement plus élevée, mais restent relativement bien couvertes. Les zones en jaune (11-20%) indiquent un niveau modéré de proportion d'enfants zéro-dose, signalant des problèmes d'accès ou d'acceptation des vaccins. Les zones en orange (21-50%) ont une proportion préoccupante d'enfants non vaccinés, suggérant des barrières significatives à l'accès ou une réticence à la vaccination, nécessitant une intervention urgente. Enfin, les zones en rouge (51-91%) affichent les proportions les plus élevées d'enfants zéro-dose, représentant les zones les plus vulnérables et nécessitant des actions prioritaires pour améliorer la couverture vaccinale.

La figure 1 montre que les zones de haute prévalence de zéro-dose se situent principalement dans la région centrale (Sankuru, Kasai, Maniema, Tshuapa, Tshopo) et à l'est du pays, notamment au Nord et au Sud-Kivu. À l'inverse, la ville de Kinshasa, ainsi que certaines parties de l'ouest (Kongo Central) et du sud (Katanga), montrent les proportions les plus faibles d'enfants zéro-dose, probablement en raison d'une meilleure infrastructure sanitaire, d'une plus grande sensibilisation et d'un meilleur accès aux services de vaccination. La carte met en évidence des disparités régionales marquées, même au sein des provinces, ce qui indique des défis locaux spécifiques. Par exemple, le contraste entre les zones à faible et forte proportion d'enfants zéro-dose est visible dans plusieurs provinces.



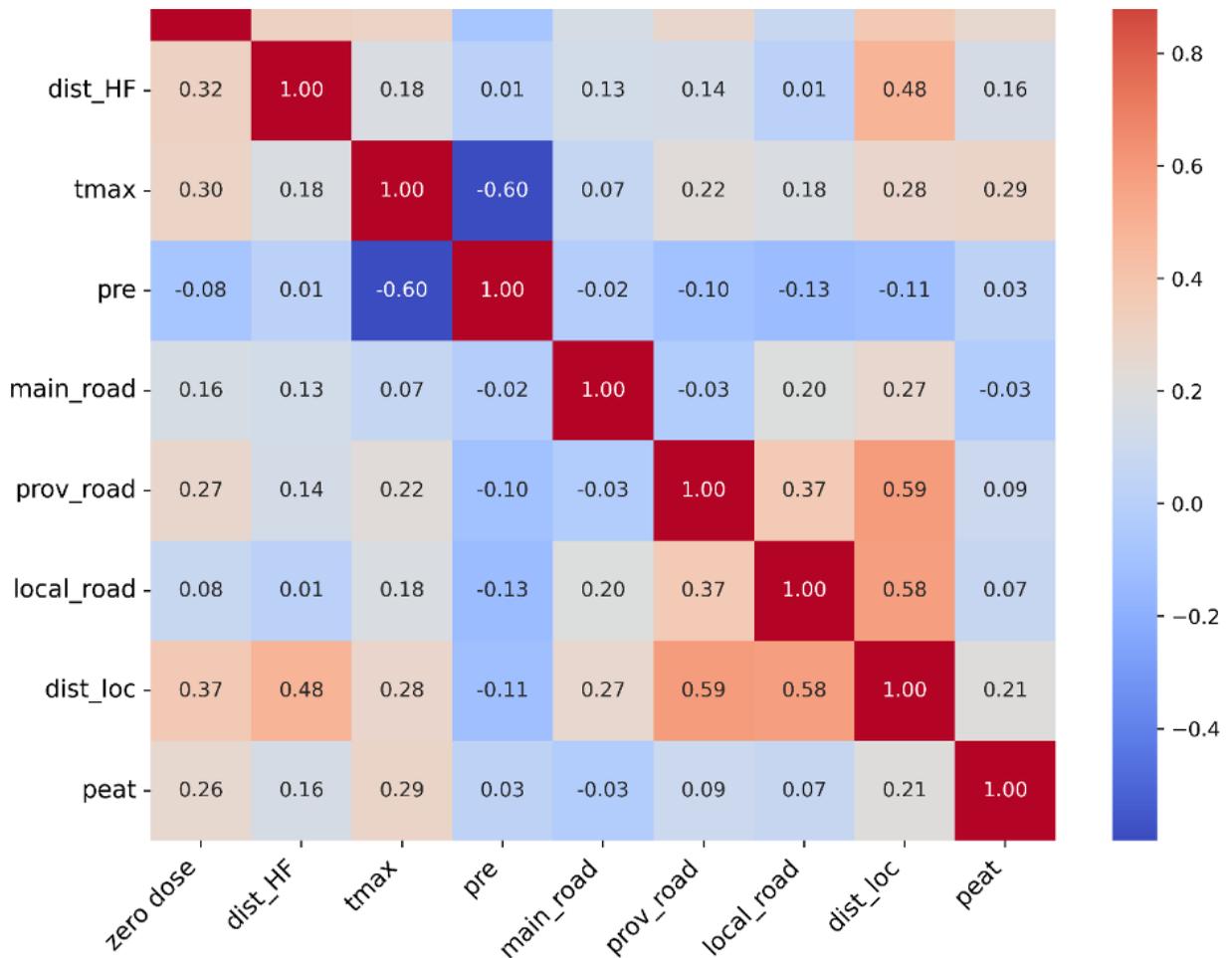
**Figure 2:** Clusters Spatiaux des Proportions d'Enfants Zéro-Dose en République Démocratique du Congo (Analyse LISA)

**Légende :** Les zones en rouge (High-High Cluster) montrent des concentrations élevées d'enfants zéro-dose entourées d'autres zones avec des proportions également élevées, nécessitant des interventions urgentes et coordonnées. Les zones en bleu (Low-Low Cluster) représentent des régions avec une faible proportion d'enfants zéro-dose entourées d'autres zones à faible proportion, indiquant une bonne couverture vaccinale. Les zones en rose (High-Low Outlier) sont des poches isolées avec une proportion élevée d'enfants zéro-dose entourées de zones avec une faible proportion, nécessitant des interventions ciblées. Les zones en bleu clair (Low-High Outlier) sont des exceptions positives, avec une faible proportion d'enfants zéro-dose entourées de zones à forte proportion, pouvant servir d'exemples pour les régions voisines plus vulnérables. Les zones grises (Not Significant) n'affichent pas de structure de regroupement spatial significative, suggérant une variabilité non systématique.

**La figure 2** représente les clusters spatiaux des proportions d'enfants zéro-dose identifiés par l'Indice Local d'Autocorrélation Spatiale (LISA), mettant en évidence les regroupements significatifs ( $p < 0.05$ ) ainsi que les anomalies locales par rapport à la tendance générale. Les zones en rouge, identifiées comme des clusters High-High, se concentrent principalement dans le centre du pays, couvrant les provinces de Sankuru, Tshuapa, Tshopo, Maniema, et certaines parties de Mongala et de l'Ituri. Ces régions montrent une forte concentration géographique de zones avec des proportions élevées d'enfants non vaccinés, indiquant des défis structurels ou contextuels communs. Ces clusters requièrent des interventions urgentes et coordonnées pour améliorer la couverture vaccinale. À l'opposé, les zones en bleu, représentant les clusters Low-Low, se situent dans les provinces de Kinshasa, Kongo Central, Kwilu, Kwango, Haut-Lomami, et Tanganyika, où la proportion d'enfants zéro-dose est faible, entourée par d'autres zones avec également une

faible proportion. Ces régions bénéficient d'une bonne couverture vaccinale, suggérant des stratégies efficaces et un bon accès aux services de vaccination. Ces zones peuvent servir de modèles pour reproduire les facteurs de succès dans les régions à forte proportion d'enfants non vaccinés. Les outliers High-Low, en rose, montrent des poches isolées de faible couverture vaccinale dans un contexte globalement favorable, nécessitant des enquêtes approfondies pour identifier les causes locales spécifiques. Les outliers Low-High, en bleu clair, indiquent des zones à faible proportion d'enfants zéro-dose entourées de zones à forte proportion, illustrant des exceptions positives qui pourraient inspirer les interventions dans les régions environnantes plus vulnérables. Enfin, les zones en gris, non significatives, n'affichent pas de structure spatiale cohérente, suggérant que la variabilité pourrait être due à des facteurs aléatoires ou non systématiques.

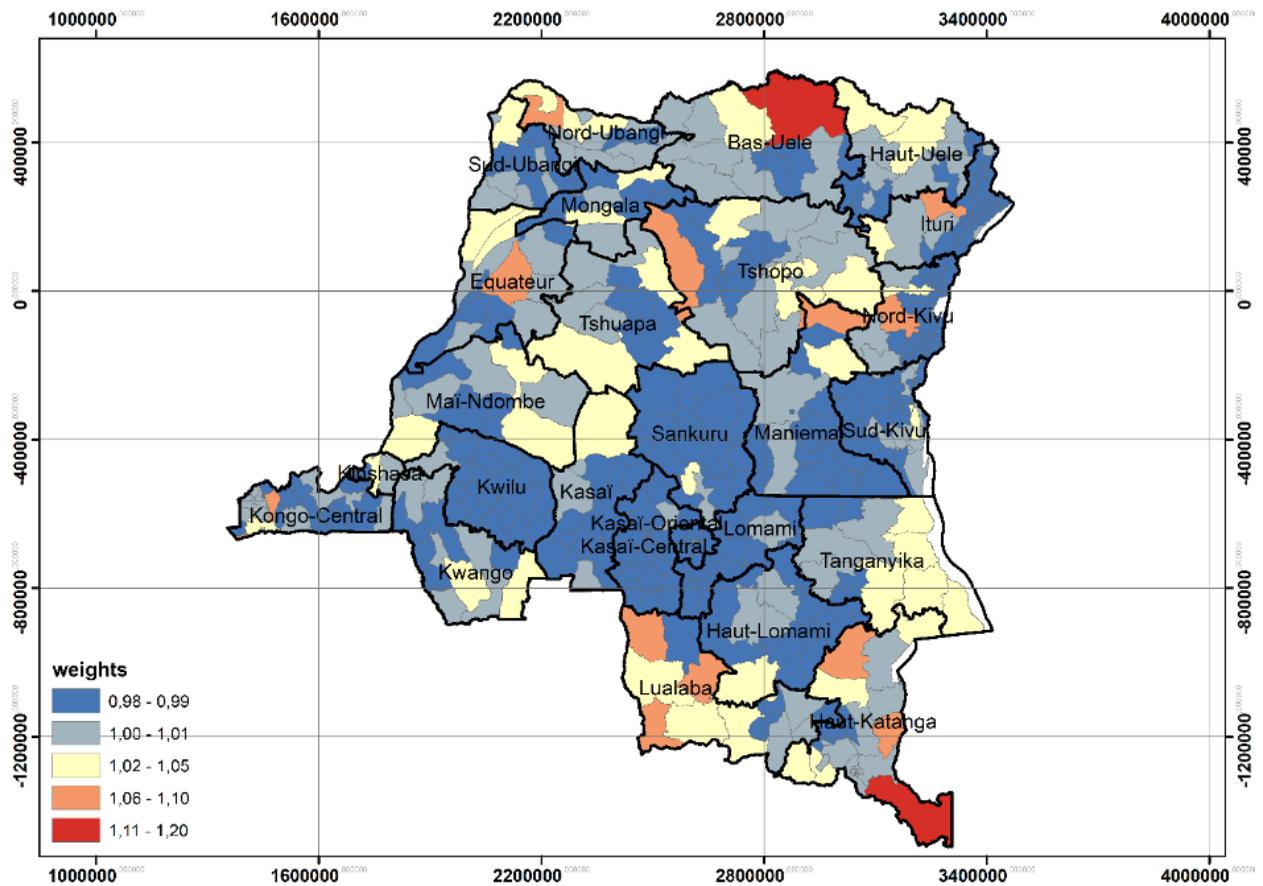




**Figure 3:** Corrélations entre les facteurs environnementaux et d'infrastructure influençant la proportion d'enfants zéro-dose en République Démocratique du Congo.

**Légende:** **Dist\_HF**, représentant la distance moyenne entre structure de santé la plus proche, et **Tmax**, indiquant la température maximale. **Pre** se réfère aux niveaux de précipitations annuelles, indiquant les impacts possibles des pluies sur l'accessibilité. **Main\_Road**, **Prov\_Road** et **Local\_Road** représentent respectivement la présence de routes principales, provinciales et locales, indiquant le rôle des différentes infrastructures de transport dans l'accès aux services de vaccination. **Dist\_Loc** capture la distance moyenne entre les localités, signifiant l'isolement géographique et son impact sur la couverture vaccinale, tandis que **Peat** représente le pourcentage de zones couvertes par des tourbières (zones humides), soulignant les contraintes environnementales qui peuvent entraver l'accès aux services de santé.

**La figure 3** met en évidence que les facteurs de distance (distance aux structures de santé et aux localités) et certaines caractéristiques environnementales (température élevée et présence de tourbières) sont les plus fortement corrélés avec la proportion d'enfants zéro-dose. Cela suggère que l'isolement géographique, les défis logistiques, et les conditions environnementales difficiles sont des causes sous-jacentes majeures de la faible couverture vaccinale. La faible corrélation des routes avec le zéro-dose indique que les infrastructures routières, bien qu'importantes, ne suffisent pas à elles seules à garantir un accès adéquat aux services de vaccination, probablement en raison de la distribution inégale des services de santé ou d'autres obstacles logistiques et socioculturels.



**Figure 4:** Distribution spatiale de l'indice de contrainte environnementale (weights : obtenue après normalisation et transformation de l'erreur standard de la Régression Géographiquement Pondérée (GWR) des Facteurs Explicatifs de la Proportion d'Enfants Zéro-Dose en RDC)

**Légende:** Les zones en bleu foncé (0.98 - 0.99) représentent des indices faibles, indiquant la faible contribution des contraintes environnementales. Les zones en bleu clair (1.00 - 1.01) montrent des indices modérés, signalant une contribution moyenne des contraintes environnementales. Les zones en jaune (1.02 - 1.05) indiquent des indices légèrement élevés, ce qui suggère une meilleure représentation des contraintes environnementales. Les zones en orange (1.06 - 1.10) représentent des indices élevés, correspondant à une grande contribution des contraintes environnementales. Enfin, les zones en rouge (1.11 - 1.20) affichent des indices très élevés, montrant une contribution très significative des contraintes environnementales.

La figure 4 présente la distribution spatiale de l'indice de contrainte environnementale contribuant à la variation de la proportion des enfants zéro-dose en République Démocratique du Congo. Les zones en rouge et en orange, avec des indices suggère que les

variables environnementales explicatives choisies pour le modèle sont particulièrement pertinentes dans ces zones, telles que le Bas-Uele, une partie de l'Équateur, et le sud du Haut-Katanga, et peuvent donc orienter efficacement les interventions ciblées pour améliorer la couverture vaccinale. À l'inverse, les zones en bleu, avec des poids indices. Cela peut être dû à une variabilité spatiale plus importante des facteurs explicatifs ou à l'absence d'autres variables influençant la proportion de zéro-dose dans ces régions. Par conséquent, les résultats dans ces zones doivent être interprétés avec prudence, et des recherches supplémentaires pourraient être nécessaires pour identifier des facteurs contextuels spécifiques non inclus dans le modèle actuel. Les zones en jaune, avec des indices modérés, montrent une confiance moyenne dans les estimations, suggérant que les variables explicatives sont globalement adéquates, mais que d'autres facteurs locaux peuvent influencer les résultats.

## Implications et Recommandations

- ✓ Les décideurs devraient comprendre à partir de ce travail que pour déployer les agents d'intervention ou la logistique de vaccination, il ne suffirait pas seulement de prendre en compte le nombre de la population ou la taille de la zone de santé. Mais certaines zones présentent des contraintes environnementales et d'accessibilité énormes, qui sont ici quantifiées sous forme d'indice (figure 4). De manière beaucoup plus pratique, si le décideur déploie une équipe de 1000 personnes à travers le pays, il serait efficace de dépendérer cette répartition dans chaque zone de santé en multipliant 1000 par l'indice de contrainte, divisé par le nombre de ZS de la figure 4 – tout en tenant en compte des autres facteurs de pondération habituelle. Ainsi, le déploiement se fera en tenant compte des contraintes environnementales
- ✓ Cibler les Interventions dans les Zones à Haute Priorité : Les zones identifiées statistiquement significatif ( $p < 0.05$ ) comme des clusters à haut risque (figure 2) dans les analyses spatiales, en particulier les provinces centrales comme Sankuru, Tshuapa, Tshopo, Maniema, ainsi que certaines parties du Bas-Uele, doivent être considérées comme des priorités absolues
- ✓ Améliorer l'Accessibilité Physique aux Services de Santé : Les résultats (Figure 3) montrent que l'éloignement des structures de santé et localité est un facteur majeur de la proportion élevée d'enfants zéro-dose.
- ✓ Renforcer les Capacités Logistiques dans les Zones de Contrainte Environnementale : Les régions avec des contraintes environnementales spécifiques, comme les zones inondables ou les zones de tourbières, nécessitent des stratégies logistiques adaptées.
- ✓ Le ministère devrait institutionnaliser l'utilisation de ces outils analytiques pour mieux planifier les interventions sanitaires et optimiser l'allocation des ressources.

## Information sur les enquêtes de couvertures vaccinales

L'Enquête de couverture vaccinale (ECV) est une enquête nationale conduite au niveau de ménages et des établissements de soins de 519 zones de santé de la RDC, en prenant au minimum cinq aires de santé par zones de santé. Les données sur les conditions de ménages, les chefs de ménages, les mères gardiennes des enfants de 6-23 mois, la vaccination des enfants et la localisation géoréférencée sont collectées par interviews et par observation de cartes. Les analyses produisent notamment des indicateurs de couverture vaccinales, les raisons de non vaccination et la perception des services de vaccination. Au total pour l'ECV 2023, plus de 81.000 ménages ont été visités et 83.000 enfants de 6-23 mois impliqués.

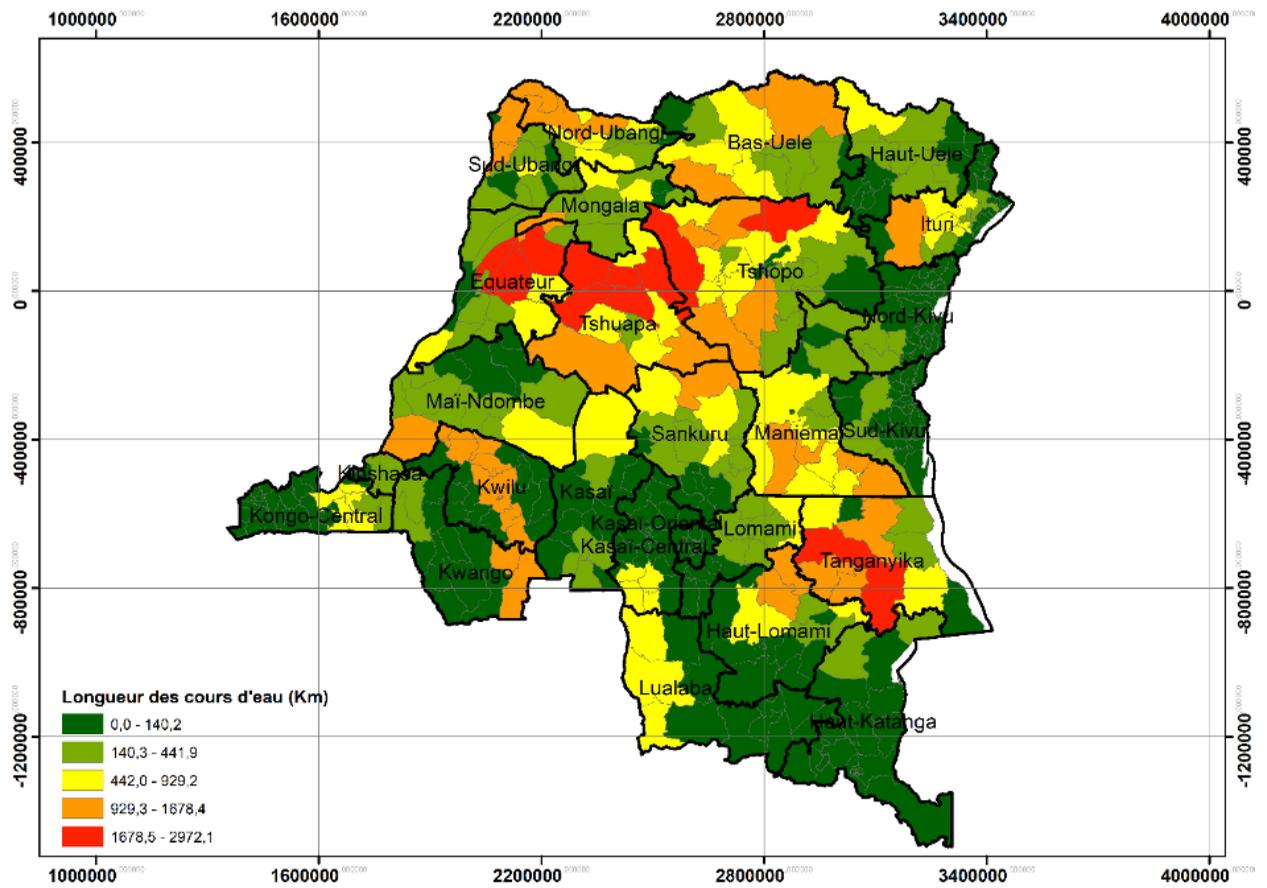
**Auteurs :** Elemo Severin, Koba T. Tesky, Mafuta M. Eric, Mbunga Branly, Bangelesa Freddy

**Remerciements :** L'Ecole de Santé Publique est reconnaissante avec gratitude de l'appui du Ministère de la Santé Publique, hygiène et prévention au travers l'Institut National de Santé Publique (INSP), le Secrétariat Général à la Santé, le Programme Elargi de Vaccination. ESP Kinshasa remercie l'UNICEF, l'OMS, l'USAID, la FBMG, GAVI pour l'appui financier et technique, les ménages et établissement de santé de la RDC pour leur partenariat dans cette recherche.

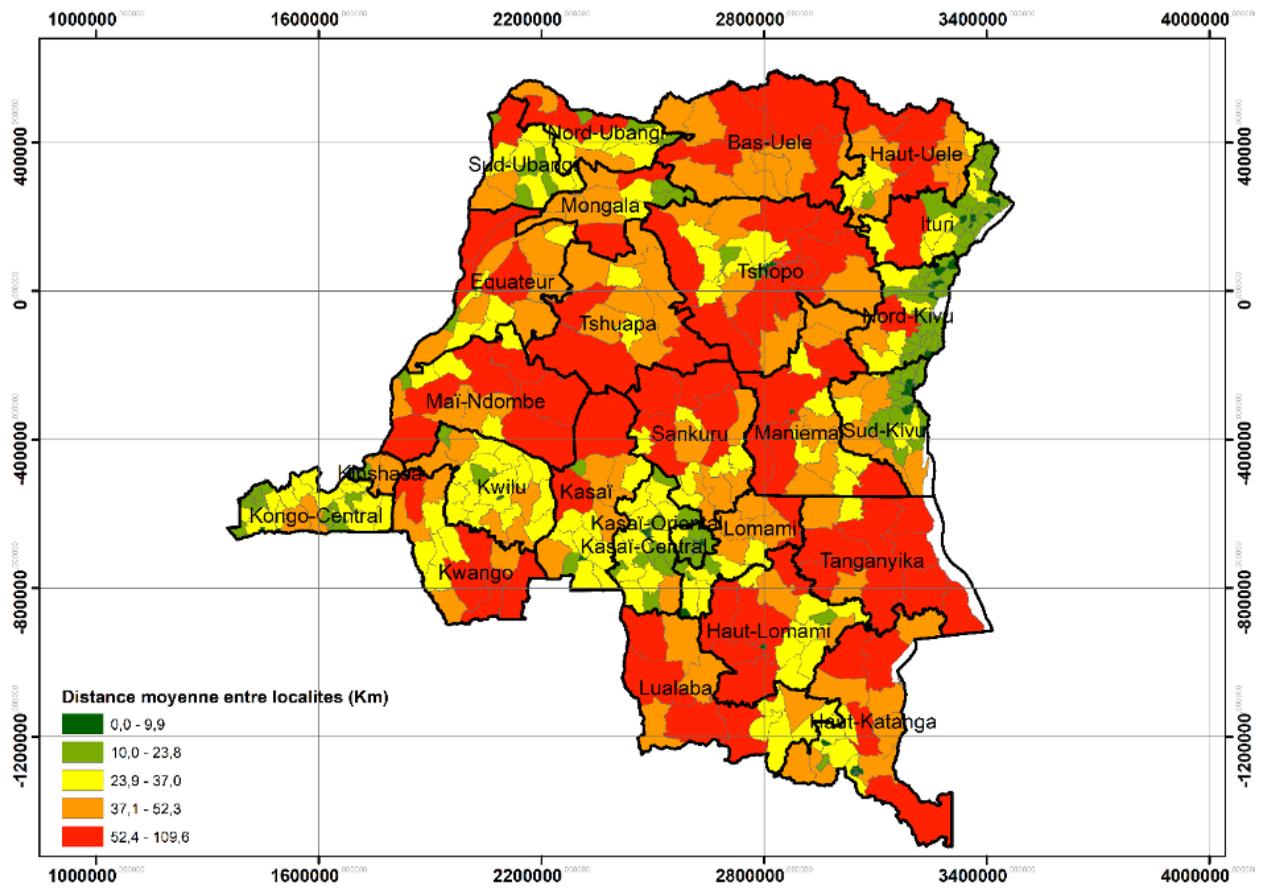


La production de la note d'information est supportée par un grant de la Fondation Bill and Melinda Gates

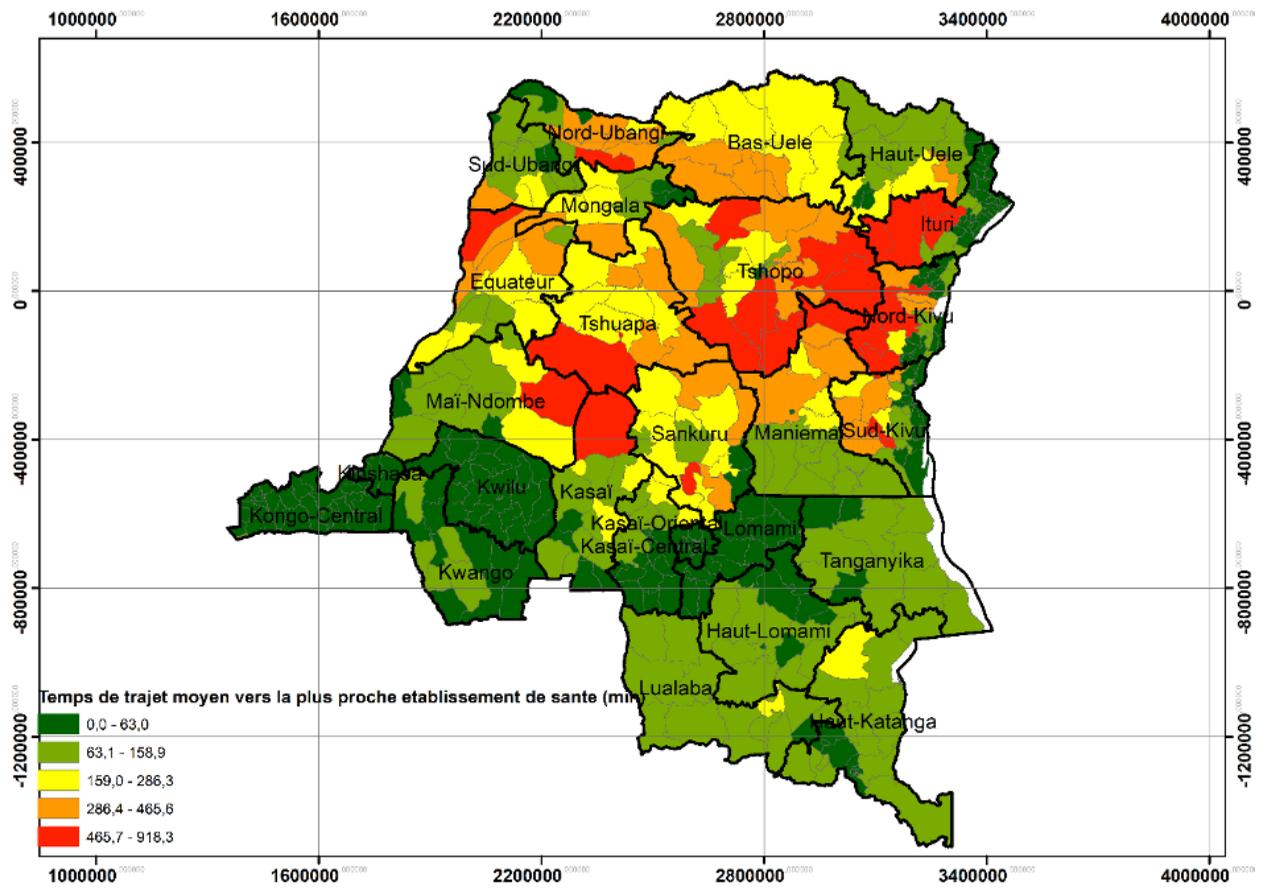
**Correspondance :** Severin Elemo, B.Sc, MPHs; Ecole de Santé Publique, Faculté de Médecine, Université de Kinshasa  
**Email :** [severinelemo16@gmail.com](mailto:severinelemo16@gmail.com) **Mobile :** +243 815985916



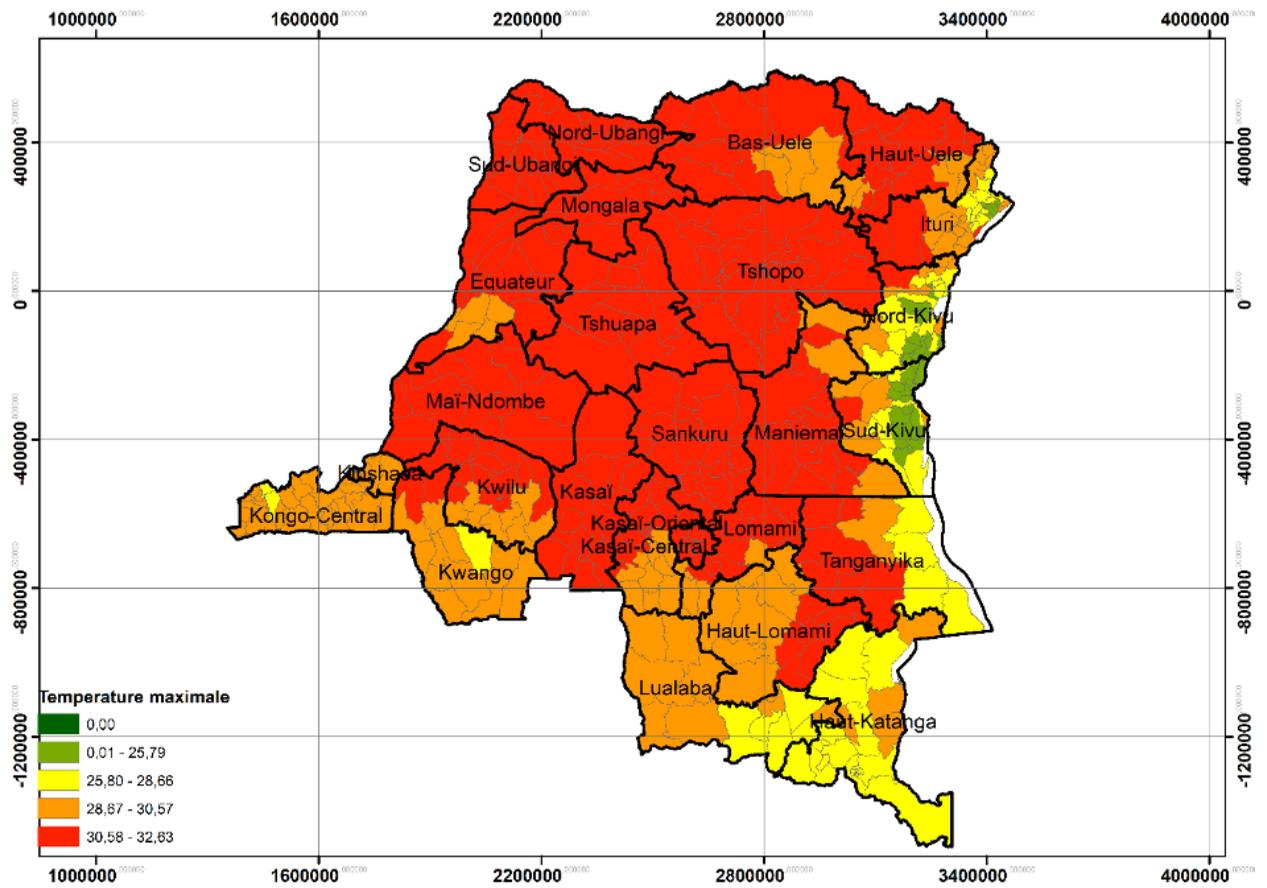
**Annexe 1:** Distribution spatiale de la longueur des cours d'eau par zone de sante en Km



**Annexe 2:** Distribution spatiale de la distance moyenne entre communauté



**Annexe 3:** distribution spatiale de temps moyen vers le plus proche établissement de sante (minutes)



**Annexe 4:** Distribution spatiale de la température maximale par zone de sante