

## Dossier thématique

# « MÉTHODES ET OUTILS GEOSPATIAUX DANS L'ANALYSE DES PROBLÈMES DE SANTÉ »

« GEOSPATIAL METHODS AND TOOLS IN THE ANALYSIS  
OF HEALTH PROBLEMS »

### Sous la Coordination de

Dr. TRA BI Zamblé Armand, Dr. NOUFE Djibril et Pr. ANAS Emran

#### **ARGUMENTAIRE**

La santé humaine dépend à 80% des paramètres contextuels : environnement physique (10%), comportements sanitaires (30%) et facteurs sociaux et économiques (40%). Seulement 20% de l'état de santé est attribuable au génome, au microbiome et à la qualité des soins obtenus (<https://www.esri.com/fr-fr/geospatial-thinking/stories/health>). De ce fait, plusieurs sciences interviennent dans la résolution des problèmes de santé à travers l'étude de divers facteurs. Ce sont notamment l'épidémiologie, la géographie de la santé, la sociologie de la santé, l'économie de la santé etc. La dimension géographique des faits de santé amène ces sciences à utiliser un ensemble de données, de méthodes et outils géospatiaux. Les données géospatiales sont des informations ayant une composante géographique. Il s'agit des données qui sont géolocalisables à la surface de la terre. L'Organisation Mondiale de la Santé (2011) souligne par exemple l'utilité de ces données dans le cas de la lutte contre le paludisme, en ce sens qu'elles permettent :

- le renforcement de la surveillance ;
- Le suivi des modèles saisonniers de transmission ;
- La connaissance de la distribution des infrastructures sanitaires ainsi que leur utilisation ;

- L'anticipation des pandémies grâce aux modèles d'alerte précoce ;
- La détermination des populations à risque ;
- La cartographie des interventions et des lieux d'intervention des différents partenaires ;
- Le suivi et évaluation à travers la résistance aux médicaments.

En santé publique, les données géospatiales sont fréquemment utilisées pour analyser la couverture vaccinale, la morbidité et la mortalité d'une maladie. Les outils géospatiales d'analyse de la santé des populations humaines et animales sont principalement la géostatistique, la télédétection satellitaire et aéroportée, les Systèmes d'Informations Géographiques et la cartographie.

La géostatistique est une méthode d'interpolation spatiale qui permet de prédire la valeur d'une variable en un point pour lequel il n'existe aucune mesure, à partir d'un nombre limité de valeurs en points échantillonnés (Yuddy, 2016). Ainsi, dans les sciences de la santé, la géostatistique est un outil d'analyse spatiale de l'environnement. Elle est également un outil de prospective, car elle permet de prédire la dynamique des variables environnementales. L'expression cartographique des méthodes géostatistiques (notamment la méthode de krigeage) est plus complète d'autant plus que, d'une part elles couvrent tout l'espace d'étude, et d'autre part, elle permet d'intégrer plusieurs variables dans les méthodes d'analyse. De nombreux exemples d'utilisation de la géostatistique dans les problématiques environnementales de santé existent. Les plus courantes concernent les pollutions de l'atmosphère, des sols et des eaux (Bobbia et al., 2001 ; Deraisme et Bobbia, 2003 ; Spira et al., 2008 ; Yuddy, 2016). L'usage de la géostatistique en santé ne se limite pas seulement à faire des diagnostics environnementaux. Elle est utilisée pour analyser les systèmes de soin. Ribassin-Majed et al., (2021) ont par exemple utilisé cette méthode pour analyser les disparités géographiques de la couverture vaccinale contre les papillomavirus humains en France. CA Clements et al., (2009) ont quant à eux utilisé une méthode de prédiction géostatistique bayésienne pour estimer les variations de l'infection à *schistosoma haematobium* chez des élèves au Mali, au Niger et Burkina Faso. La géostatistique est souvent associée à d'autres outils d'analyse spatiale comme la télédétection.

La télédétection est la science qui permet d'obtenir une information sur un objet, une région ou un phénomène par l'analyse des images acquises grâce à un dispositif qui

n'est pas en contact avec l'objet, la région ou le phénomène étudié (Meynard et al., 2003). Ces informations sont fournies sous la forme d'images à travers des satellites ou des avions. La télédétection est avant tout un outil d'observation de la terre. A cet effet, dans le domaine de la santé, il permet de surveiller et de détecter plus vite des phénomènes épidémiques voire de les prédire, Il est utile pour analyser le rôle joué par les facteurs environnementaux en les intégrant aux facteurs humains, animaux et entomologiques dans les études épidémiologiques. Un des avantages de cet outil est la disponibilité gratuite de nombreuses images à différentes échelles spatiales et temporelles. En milieu tropical particulièrement, la télédétection est un outil performant d'analyse du lien entre les maladies infectieuses vectorielles et zoonotiques et les facteurs environnementaux. Manguin et Boussinesq (1999) indiquent à cet effet que l'aire de répartition des maladies à transmission vectorielle est largement déterminée par les facteurs environnementaux conditionnant l'agent pathogène et ses vecteurs. Ainsi, la télédétection a été utilisée pour analyser la dynamique de l'écologie de nombreux vecteurs pathogènes. C'est le cas des études du paludisme, de la dengue, de la leishmaniose, etc. (Machault et al., 2009 ; Tran, 2013). Les images satellites permettent le calcul de nombreux indices environnementaux comme les indices de végétation, les indices d'humidité et d'eau, de température de surface, de sol etc. Elles sont abondamment utilisées pour la cartographie de l'occupation du sol, ce qui facilite l'intégration du facteur humain dans les analyses de santé publique. Un des aspects importants des changements environnementaux particulièrement étudiés depuis la décennie 1980 est le climat. Le climat est un facteur important de la santé humaine et animale. De nombreuses maladies évoluent saisonnièrement en fonction de la dynamique spatiotemporelle des paramètres climatiques. La télédétection, à travers les satellites d'observation de la terre en général et particulièrement les satellites météorologiques, permet d'analyser la dynamique des conditions climatiques de la prévalence d'une maladie épidémique (Ducos et al., 2011 ; Tra Bi et Doumbia, 2020). La télédétection demeure un outil opérationnel de cartographie et de gestion des risques sanitaires causés par certaines catastrophes naturelles. En prospective, l'imagerie satellitaire est fréquemment utilisée, par exemple, pour les alertes précoces de situation de famine qui cause des problèmes sévères de malnutrition (FAO, 2017 ; Herbreteau et al., 2018). Les traitements des images satellites aboutissent à des produits cartographiques thématiques qui peuvent aussi être le croisement de plusieurs couches d'informations.

La pandémie de la COVID-19 a particulièrement mis en relief l'utilité de la cartographie et des Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) dans la gestion des crises sanitaires (Lambert, 2021). Toute donnée géospatiale peut être représentée sous la forme de carte. De ce fait, les possibilités de représentation cartographique des faits géographiques sont énormes. En santé publique, la cartographie est indissociable des SIG parce que les problématiques de santé font interagir plusieurs facteurs explicatifs. Un SIG est un outil qui permet, à partir de diverses sources, de rassembler et organiser, de gérer, d'analyser et de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement, contribuant notamment à la gestion de l'espace. La réalisation d'un SIG nécessite donc une base de données géolocalisées et la représentation de celle-ci sous la forme de cartes. Les croisements cartographiques ou les opérations et requêtes dans les couches de la base de données permettent de mettre en relief un problème particulier de santé publique. Kientga (2008) résume les potentialités et les usages des SIG en santé publique en cinq axes qui sont : la gestion de la santé publique ; la surveillance des épidémies ; l'analyse de la distribution spatiale des maladies ; la contribution à l'étude des liens entre la santé et l'environnement ; l'analyse de la disparité spatiale et de l'accès aux soins de santé. Pour conclure, les maladies, les ressources ainsi que les événements de santé publique peuvent être cartographiés et mis en relation avec l'environnement et les infrastructures sanitaires et sociaux existantes (OMS, 2011).

L'objectif du dossier thématique « méthodes et outils géospatiaux dans l'analyse des problèmes de santé » est d'appréhender les faits de santé à travers l'usage des méthodes et des outils de cartographie, de SIG, de géostatistique et de la télédétection.

## **AXES THEMATIQUES DES CONTRIBUTIONS**

Quatre axes thématiques structurent ce dossier thématique.

### **Axe thématique 1 : méthodes et Outils géospatiaux et analyse de l'environnement pathogène**

Dans cet axe thématique, les contributions doivent présenter l'apport des outils de la géostatistique, de la cartographie, du SIG et de la télédétection au diagnostic d'un environnement pathogène. Les propositions doivent particulièrement mettre l'accent sur les méthodes de traitement des données d'étude.

## **Axe thématique 2 : Méthodes et Outils géospatiaux et analyse des disparités de soins de santé**

De nombreuses statistiques sont disponibles dans les structures sanitaires et les ministères en charge de la santé, en plus de celles que l'on peut collecter sur le terrain. A travers cet axe thématique, il est question d'exploiter les bases de données géospatiales afin d'analyser la répartition géographique de l'offre et de l'accès aux soins de santé. Les modèles d'analyse spatiale s'exprimant en carte sont particulièrement visés. Un accent doit être mis sur le Système d'Informations Géographiques.

## **Axe thématique 3 : Méthodes et Outils géospatiaux et prospective en santé humaine et animale**

Les études de risques (immédiat, à moyen et long terme) divers pour la santé humaine et animale font l'objet d'étude par les sciences de la santé. L'exposition prolongée à un agent pathogène, les risques naturels (y compris les risques climatiques, les glissements de terrain, les inondations etc.) sont autant de piste d'analyse prospective en santé publique. En milieu urbain par exemple, les accidents peuvent faire l'objet d'analyse prospective, notamment concernant les risques ou les interventions médicales sur le terrain ou en milieu hospitalier. Ce troisième axe thématique doit présenter des méthodes géospatiales permettant d'anticiper les crises sanitaires.

## **Axes thématique 4 : Méthodes et Outils géospatiaux et représentation cartographique des faits de santé**

Cet axe thématique est un axe général qui regroupe tous les aspects de l'utilisation des outils géospatiaux qui ne s'insèrent pas dans les précédents axes thématiques. Il met particulièrement l'accent sur les méthodes de cartographie et les types de représentation cartographique dans les études de santé humaine et animale.

### **VARIA**

Chaque numéro de la RETSSA est accompagné de la rubrique varia. Les articles publiés dans cette rubrique s'ouvrent à diverses contributions qui ne sont pas en lien avec la thématique traitée dans ce dossier (**voir les différentes rubriques de la revue RETSSA pour plus d'information : [www.retssa-ci.com](http://www.retssa-ci.com)**).

### **CALENDRIER DE PUBLICATION**

- Date limite de soumission des articles complets : **15 Avril 2022**

- Sélection des contributions par le comité scientifique : **30 Avril 2022**
- Date de publication du Dossier Thématique : **30 Juin 2022**

## CONSIGNES AUX AUTEURS

Les contributions doivent se conformer scrupuleusement aux normes éditoriales de la **RETSSA**. Les instructions aux auteur.e.s sont disponibles en ligne: <http://www.retssa-ci.com/index.php?page=auxauteurs>

## COORDINATION DU DOSSIER THEMATIQUE

Ce Dossier Thématique est coordonné par :

- **Dr. TRA BI Zamblé Armand**, Maîtres de Conférences, Département de Géographie, Université Alassane Ouattara (Côte d'Ivoire), [trabiarmand@uao.edu.ci](mailto:trabiarmand@uao.edu.ci)
- **Dr. NOUFE Djibril**, Maîtres de Conférences, Département de GéoSciences et Environnement, Université Nangui Abrogoua (Côte d'Ivoire), [dnoufe@hotmail.com](mailto:dnoufe@hotmail.com)
- **Pr. ANAS Emran**, Professeur Titulaire, Centre Régional Africain des Sciences et Technologies de l'Espace, Université Mohammed V (Maroc), [emrananas@yahoo.fr](mailto:emrananas@yahoo.fr)

## CONTACT ET SOUMISSION D'ARTICLE

Les propositions d'articles complets sont à envoyer au secrétariat permanent de la revue ([rev.tssa@gmail.com](mailto:rev.tssa@gmail.com)) contre un accusé de réception.

Pour vos contributions et questions, veuillez contacter les responsables du Dossier Thématique ci-dessus.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bobbia, M., Pernelet, V., & Roth, C. (2016). L'intégration des informations indirectes à la cartographie géostatistique des polluants, *pollution atmosphérique numéro 170*, 251-262

CA Clements A., Firth S., Dembélé R., Garba A., Touré S., Sacko M., Landouré A., Bosqué-Oliva E., Barnett A.G., Brooker S., Fenwick A. Use of Bayesian geostatistical prediction to estimate local variations in *Schistosoma haematobium* infection in western Africa. *Bulletin of the World Health Organization*, 87, 921-929.

Deraisme, J., & Bobbia, M. (2003). L 'apport de la géostatistique à l 'étude des risques liés à la pollution atmosphérique. *Environnement, Risques & Santé*, 2(3), 168-175

Ducos F., Deuzé J-L., Tanré D., Weissenbach D. (2011) Application de la grille à la télédétection des aérosols. Rencontres Scientifiques France Grilles 2011, Sep 2011, Lyon, France, p.7

FAO (2017). Manuel sur l'application de la télédétection aux statistiques agricoles, Rome, p. 287

Herbreteau, V., Kassié, D., Roux, E., Marti, R., Catry, T., Attoumane, A., Mmins C., Dessay N., & Mangeas M.. (2018). Observer la Terre pour appréhender spatialement les inégalités de santé: regard historique et prospectif sur l'utilisation de la télédétection dans le domaine de la santé. *Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasilera de geografia*, (37), p. 26

Kientga S. (2008). Contribution du SIG à l'analyse des liens déchets-santé en milieu urbain dans les pays en développement. Cas de deux secteurs de la ville de Ouagadougou, Burkina Faso, Lausanne, Thèse de doctorat de l'Ecole Polytechnique Fédérale. p. 241

Machault V., Pages F., Rogier C. (2009). Apport de la télédétection à la lutte contre le paludisme. *Médecine tropicale*, 69 (2), 151-159

Manguin, S., & Boussinesq, M. (1999). Apport de la télédétection en santé publique: l'exemple du paludisme et autres perspectives. *Médecine et maladies infectieuses*, 29(5), 318-324

Meynard, J. B., Orlandi, E., Rogier, C., IDRISSE, K. S., Deparis, X., Peyreffite, C., Lightburn E., Malosse D., Migliani R., Spiegel A., & Boutin, J. P. (2003). Utilisation des satellites dans le domaine de la santé publique en milieu tropical. *Médecine tropicale*, 63, 7-16

Organisation Mondiale de la Santé. (2011), Cartographie et SIG en santé publique, exemples d'applications, URL : <https://ge.ch/sitg/media/sitg/files/documents/03-preaud.pdf>, consulté le 28 novembre 2021

Ribassin-Majed, L., Pereira, M., Magneron, C., Levy-Bachelot, L., Fagherazzi, G., Baldauf, J. J., & Raude, J. (2021). Intérêt d'une approche géostatistique pour analyser les disparités géographiques de la couverture vaccinale contre les papillomavirus humains en France. *Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique*, Volume 69, Issue 6, 321-328

Spira, A., Pierru, F., & Weber, L. (2008). Santé publique, statistique et renouveau de la médecine. *Savoir/Agir*, (3), 89-105

Tra Bi Z. A. et Doumbia I. (2020). Étude géographique de l'impact des aérosols sur les infections respiratoires aiguës de la saison sèche dans les districts sanitaires de Gbêkê, Kafoudal, *Révue des Sciences Sociales de l'Université Péléféro Gon Coulibaly de Korhogo*, numéro spécial, 27-40

Tran, A. (2013). Télédétection, analyse et modélisation spatiales appliquées à l'épidémiologie des maladies vectorielles, Montréal, Habilitation à Diriger des Recherches de l'Université Montpellier 2, p. 207

Yuddy R. (2016). Développement et évaluation d'approches géostatistiques à l'échelle urbaine pour l'estimation de l'exposition aux particules fines et à l'ozone troposphérique, Montréal, Thèse de doctorat de l'Université de Montréal, p. 227

ESRI, <https://www.esri.com/fr-fr/geospatial-thinking/stories/health> , consulté le 01 décembre 2021