



# Améliorer la couverture vaccinale et l'équité grâce à l'utilisation efficace des technologies et données géospatiales

Analyse du paysage et théorie du changement **Septembre 2020**



# Contents

Les acronymes	4
Glossaire des termes	5
Résumé	6
Introduction et contexte	8
Examen de l'état des connaissances	10
Cas d'utilisation	13
Cartographie du système de santé	13
Estimation et répartition spatiale de la population grâce à des technologies géospatiales	15
Microplanification grâce à des technologies géospatiales	17
Surveillance des maladies grâce à des technologies géospatiales	19
Suivi des agents vaccinateurs	21
Suivi des campagnes grâce à des technologies géospatiales	22
Modélisation de l'accessibilité géographique	23
Modélisation de la couverture vaccinale	24
Autres domaines et Applications futures	26
Etudes de cas Pays	27
Nigéria	27
Myanmar	30
Cameroun	33
Enseignements tirés	35
Qu'est-ce qui s'est mal passé ?	38
Défis et lacunes	39
Théorie du Changement: Utilisation des technologies géospatiales pour la programmation de la vaccination	40
Conclusion	41
Références	43
Annexe: Liste des principaux informateurs	48

# Les acronymes

PFA	Paralysie flasque aiguë
CDC	Centers for Disease Control and Prevention des États-Unis
DHIS2	Système d'information sanitaire des districts 2
EDS	Enquête démographique et de santé
DOPH	Département de la Santé publique (Myanmar)
PEV	Programme Élargi de Vaccination
Gavi	Gavi, l'Alliance du Vaccin
SIG	Système d'information géographique
GNSS	Système de positionnement par satellite
IMEP	Initiative mondiale pour l'éradication de la poliomyélite
GPS	Système mondial de localisation
GRID3	Infrastructure géoréférencée et données démographiques pour le développement
SIS	Système d'information sanitaire
IHRIS	Système électronique d'information sur les ressources humaines
PRFI	Pays à revenu faible et intermédiaire
LQAS	Échantillon d'assurance de la qualité par lot
MFL	Liste des établissements de base
ODK	Logiciel Open Data Kit
AVS	Activités de vaccination supplémentaires
UNICEF	Fonds des Nations Unies pour l'Enfance
VTS	Système de suivi de la vaccination
OMS	Organisation mondiale de la Santé
PVS	Poliovirus sauvage

# Glossaire des termes

<b>Système d'information géographique (SIG)</b>	Un ensemble de logiciels informatiques et de données utilisé pour afficher et gérer les informations sur des objets géographiques, analyser les relations spatiales et modéliser les processus spatiaux. Un SIG offre un cadre de collecte et d'organisation des données spatiales et des informations connexes à des fins d'affichage et d'analyse.
<b>Données géospatiales</b>	Informations sur l'emplacement et la forme des objets, les caractéristiques géographiques et les relations entre eux
<b>Technologies géospatiales</b>	Un ensemble d'équipements, d'applications informatiques et de systèmes permettant de visualiser, de mesurer et d'analyser des caractéristiques géographiques, impliquant généralement des systèmes tels que le Système de positionnement par satellite (GNSS), les systèmes d'information géographique (SIG) et la télédétection (RS)
<b>Système de positionnement par satellite (GNSS)</b>	Tout système de navigation par satellite à couverture mondiale—un système de satellites en orbite qui transmettent des signaux envoyés par des appareils au sol pour déterminer la position du récepteur sur Terre
<b>Système mondial de localisation (GPS)</b>	L'un des systèmes de positionnement par satellite gérés par les États-Unis
<b>Carte du système de santé</b>	Une carte regroupant la répartition spatiale des caractéristiques géographiques relatives au système de santé en général et au déploiement des services de santé en particulier (par exemple, les établissements de santé, les districts sanitaires, les circonscriptions hospitalières)
<b>Liste des établissements de base</b>	Une liste complète, actualisée et faisant foi des établissements de santé dans un pays particulier
<b>Microplan</b>	Un plan de travail opérationnel qui identifie les communautés, les ressources pour la vaccination et les caractéristiques géographiques pertinentes pour le déploiement des services de vaccination au niveau local
<b>Accessibilité géographique modélisée</b>	La mesure de la distance physique ou de la durée de déplacement qui quantifie les possibilités de déplacement permettant aux individus de se rendre dans les services de santé existants
<b>Estimation de la population</b>	L'utilisation de modèles statistiques et d'ensembles de données de télédétection et d'information échantillonnées sur le recensement pour créer des estimations spatialement exactes et précises de la densité et de la distribution humaines
<b>Détection à distance</b>	Collecte à distance et interprétation d'informations sur l'environnement et la surface de la Terre grâce à des méthodes telles que la photographie aérienne, le radar et l'imagerie par satellite

## © Résumé

L'utilisation efficace des technologies géospatiales, notamment les systèmes d'information géographique (SIG), pour recueillir, gérer, analyser, modéliser et visualiser des données géographiques peut permettre d'améliorer la prise de décisions axées sur les données pour le déploiement des programmes de vaccination. Des cartes numériques présentant les ressources du programme, la répartition de la population, les indicateurs de couverture vaccinale et d'autres données géographiques peuvent effectivement révéler des modèles dans l'espace et le temps permettant de faciliter une meilleure utilisation des informations et la prise de décisions. En dépit des récents progrès de la technologie et des dispositifs de collecte des données, l'utilisation des technologies géospatiales pour le déploiement des programmes de vaccination et d'autres applications du secteur public, concernant la santé, est encore sous-développée dans la plupart des pays à revenu faible et intermédiaire (PRFI). Cela est dû au fait qu'une utilisation efficace des technologies géospatiales nécessite un engagement à long terme, ainsi que des ressources, des politiques et des procédures pour la collecte et l'utilisation systématiques des données géospatiales. Le but de ce rapport est d'évaluer l'évolution de la technologie, mais également de documenter les approches actuelles permettant de tirer parti des technologies géospatiales et des SIG afin d'améliorer la couverture vaccinale et l'équité dans les pays à revenu faible et intermédiaire.

Un examen de l'état de l'art actuel des technologies géospatiales appliquées aux programmes de vaccination révèle le potentiel des cartes produites numériquement avec des données géospatiales précises, qui réduisent le nombre de lieux habités manqués et peuvent contribuer à d'autres améliorations programmatiques lorsqu'elles sont appliquées aux activités de microplanification de la vaccination de routine et des campagnes de vaccination. L'analyse de la répartition géographique des populations par rapport aux points de déploiement de services et aux indicateurs programmatiques clés peut permettre d'identifier les endroits nécessitant une sensibilisation supplémentaire ou des améliorations ciblées en matière de prestation des services. Il est encore nécessaire de mener des études supplémentaires pour renforcer la base de données probantes et la compréhension quant à la manière dont les données et technologies géospatiales peuvent affecter les résultats des programmes de vaccination en



Crédit: The Bill & Melinda Gates Foundation et Vincent Seaman

plus d'améliorer l'équité, l'accessibilité, la rentabilité et l'adoption des services de vaccination.

Grâce à la revue documentaire et à des entretiens avec les principaux informateurs, l'influence potentielle des données et technologies géospaciales sur les programmes de vaccination est décrite dans huit cas d'utilisation : la cartographie du système de santé, l'estimation de la population/répartition géographique, la microplanification, la surveillance des maladies, le suivi des agents vaccinateurs, le suivi des campagnes, la modélisation de l'accessibilité géographique et la modélisation de la couverture vaccinale. Ces exemples illustrent comment la visualisation des données géospaciales, l'analyse spatiale et la modélisation géospatiale peuvent aider les équipes de prestation de services à identifier les enfants zéro dose (enfants n'ayant jamais été vaccinés) et à améliorer la prestation des services afin d'atteindre l'équité dans la couverture vaccinale. De plus, des études de cas axées sur les pays décrivent les expériences au Nigéria, au Myanmar et au Cameroun, démontrant les réalisations, les investissements et les environnements propices susceptibles de contribuer à la réussite des efforts

de cartographie numérique, ainsi qu'à la gestion et l'utilisation rentables des données et technologies géospaciales encadrant les programmes de vaccination.

Les leçons et les défis, associés à l'utilisation programmatique des technologies et données géospaciales pour la prestation des services de vaccination, révèlent la nécessité d'un environnement favorable précis qui couvre des aspects tels que la gouvernance et le leadership, les politiques, les spécifications des données et les protocoles, les capacités techniques et les ressources pour soutenir l'utilisation durable de la géographie comme dimension unificatrice dans un système national d'information sanitaire (SIS). Ces fondements constituent la base des puissants changements qui peuvent influencer sur la mise en œuvre des programmes de vaccination et contribuer à augmenter le nombre d'enfants entièrement immunisés à l'échelle mondiale. Dans le contexte de la pandémie de Covid-19, le développement accéléré d'outils de partage de données et de collaboration entre sites distants, utilisant le langage commun de la géographie, est plus important que jamais pour faire progresser la prestation des services de vaccination.



Cartographie des activités au Sindh, Pakistan. Crédit: Frank Salet

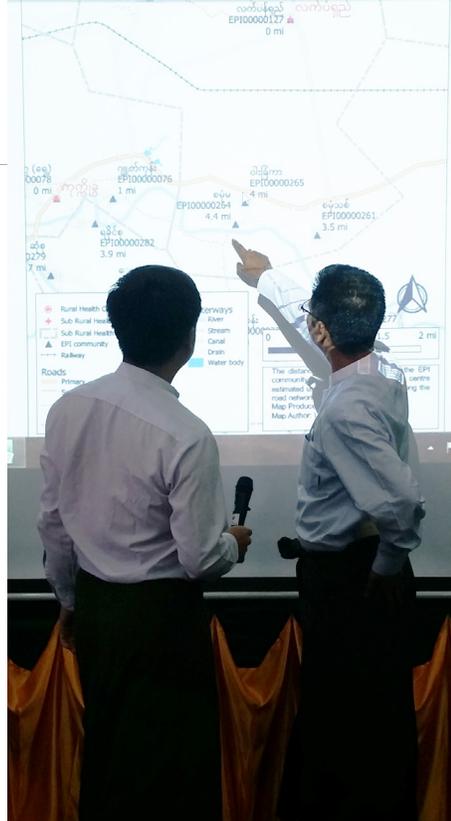
## Introduction et contexte

L'utilisation efficace des innovations numériques peut permettre d'améliorer la prise de décisions fondées sur les données, ainsi que la planification et l'évaluation des programmes de vaccination. Dans ce contexte, l'utilisation de technologies géospatiales telles que le système de positionnement par satellite (GNSS), les systèmes d'information géographique (SIG) et la télédétection, facilite la mise en œuvre du programme de vaccination grâce à la puissance de visualisation et d'analyse des cartes, de l'analyse géospatiale et de la modélisation.

Les progrès réalisés au cours des dernières décennies ont élargi la portée et l'utilisation des technologies géospatiales grâce à la (1) disponibilité croissante des volumes de données géospatiales importants en accès libre, (2) la disponibilité d'appareils simples d'utilisation pour la collecte de coordonnées géographiques sur le terrain, (3) la disponibilité croissante d'outils conviviaux pour la visualisation et l'analyse des données géospatiales, et (4) une puissance de calcul accrue disponible à grande échelle.

Un système d'information géographique (SIG) est une collection de logiciels et de données utilisée pour afficher et gérer des informations sur des objets géographiques, analyser les relations spatiales et modéliser les processus spatiaux. Un système de positionnement par satellite (GNSS) est composé d'un satellite et de segments terrestres susceptible de déterminer les coordonnées géographiques de n'importe quel emplacement à la surface de la Terre. L'acquisition et l'analyse des informations saisies par des capteurs à distance, y compris des satellites de l'espace, font collectivement référence à la télédétection. Toutes ces technologies s'appuient sur la science unificatrice de la géographie pour collecter des données et permettre une analyse et une modélisation avancées afin de soutenir la compréhension des opérations et des situations de la vie réelle sur le terrain.

En dépit des développements potentiels et récents des technologies de données géospatiales, de nombreux pays à revenu faible et intermédiaire (PRFI), ayant le plus besoin d'améliorations en ce qui concerne les programmes de vaccination, ne profitent pas encore pleinement des avantages que ceux-ci ont à offrir. L'utilisation extensive des technologies géospatiales nécessite un engagement à long terme soutenu par des politiques, une culture relative à la qualité et à l'utilisation des données, une supervision et la mise en place de systèmes pour soutenir les interventions numériques. Lorsque ces systèmes sont en place, les technologies géospatiales peuvent améliorer la programmation et l'impact grâce à une meilleure



Crédit: UNICEF



Cartographie des activités au Chad. Crédit: The Bill & Melinda Gates Foundation and Vincent Seaman

utilisation des données, à la prise de décisions et à la mise en œuvre du programme.

Les progrès et applications dans le domaine des données et technologies géospatiales pour les secteurs de la santé sont soutenus par des centres d'excellence régionaux tels que le Centre<sup>1</sup> régional du système d'information géographique OMS-AFRO à Brazzaville, au Congo, et le Health GeoLab Collaborative dans la région Asie/Pacifique.<sup>2</sup> Les deux fournissent une assistance technique pour la gestion et l'utilisation des données et technologies géospatiales dans les programmes de santé, ainsi que des opportunités de partage d'expériences et d'expertise. De récents ateliers de partage régional d'expériences et de meilleures pratiques en matière d'utilisation des technologies géospatiales pour la vaccination et d'autres programmes de santé ont débouché sur d'importantes orientations, évaluations des capacités et études de cas (UNICEF, 2017 ; UNICEF, 2018a ; AeHIN, 2017).

Dans le cadre de l'examen de la stratégie relative aux données de Gavi, ce rapport vise à fournir un aperçu des leçons apprises et des recommandations

relatives à l'utilisation des données et technologies géospatiales dans la programmation de la vaccination dans les PRFI. Grâce à un examen des ressources et à des entretiens avec les principaux informateurs, cette analyse cartographique documente l'état actuel de la mise en œuvre et fournit une théorie du changement sur la manière dont l'utilisation efficace des données et technologies géospatiales peut entraîner une amélioration de la couverture vaccinale à la prestation des services de vaccination de routine et de vaccination supplémentaire, en passant par la planification et le suivi des programmes. Cette analyse cartographique vise cependant à déterminer l'état des connaissances dans ce domaine et à documenter les obstacles, les expériences de renforcement des capacités et les environnements propices pour éclairer les programmes qui promeuvent l'équité en mettant un accent particulier sur les enfants zéro dose et les enfants sous-vaccinés.

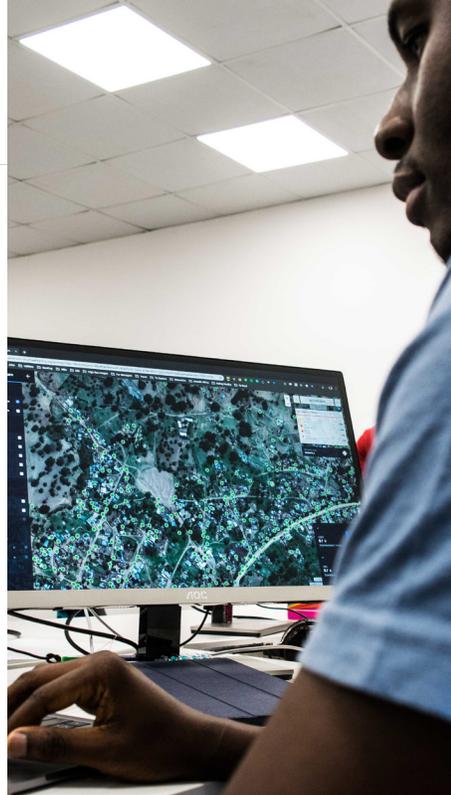
1 Centre régional du SIG de l'OMS à Brazzaville, au Congo [www.afro.who.int](http://www.afro.who.int)

2 Le Health GeoLab Collaborative [www.healthgeolab.net](http://www.healthgeolab.net)

## Examen de l'état des connaissances

Un examen rapide des études, des recherches et de la littérature publiées a été effectué pour examiner « l'état des connaissances » sur l'utilisation des technologies géospatiales pour la programmation de la vaccination dans les PRFI. L'examen avait pour but de contextualiser les applications actuelles, les expériences, les approches fructueuses et les lacunes de la recherche ; il n'est pas dans la portée de cet examen d'énoncer des déclarations définitives sur les évidences ou l'efficacité. Des documents ont été identifiés pour la revue à partir d'une vaste recherche systématique dans la base de données à l'aide de critères d'inclusion normalisés. Trente-huit publications relatives à l'utilisation des technologies géospatiales pour mettre en œuvre, surveiller ou améliorer la prestation des services du programme de vaccination ont été incluses pour l'examen de l'état des connaissances. Les autres documents, rapports de projet et articles de recherche concernant l'utilisation des technologies géospatiales pour de vastes applications de santé et de développement, la modélisation, l'analyse statistique, la recherche sur l'efficacité des vaccins et l'épidémiologie n'ont pas été inclus dans l'état des connaissances, mais ont contribué à l'établissement du contexte général et du développement de cette analyse cartographique.

L'examen de l'état des connaissances dans ce domaine donne un aperçu de la façon dont les technologies géospatiales ont été étudiées et utilisées dans le cadre des programmes de vaccination au cours des deux dernières décennies. L'utilisation opérationnelle de ces technologies est axée sur les efforts déployés dans le cadre de l'Initiative mondiale pour l'éradication de la poliomyélite (IMEP). Les programmes de vaccination de routine et les campagnes de masse pour la vaccination contre la rougeole et la rubéole ne sont évoqués que dans quelques références, avec des résultats prometteurs sur la rentabilité des approches technologiques géospatiales et des éléments permettant de définir les limites des circonscriptions sanitaires, mais aussi de mettre en évidence les nombreux défis concernant la coordination, le développement des capacités, et les ensembles de données contenant des informations contradictoires ; les difficultés découlent de l'insuffisance de systèmes et de politiques de gouvernance pour guider la collecte et l'utilisation systématiques des données (Dougherty et al., 2019; Ali et al., 2020; Pradhan et al., 2012). L'utilisation de cartes pour la visualisation des inégalités dans la couverture et des établissements peu performants peut éclairer la planification pour une meilleure prestation des services tout en améliorant la couverture vaccinale, comme le prouve une étude au Kenya démontrant qu'une stratégie de porte-à-porte ciblée et basée sur la visualisation des indicateurs



Suivi des activités au Cameroun. Crédit: The Bill & Melinda Gates Foundation et Vincent Seaman

a entraîné une augmentation de 33,5 % de la couverture des enfants entièrement immunisés en un an (Shikuku et al., 2019).

Les estimations modélisées de la couverture vaccinale multinationale sont étudiées et décrites dans un certain nombre de publications avec des grappes géolocalisées d'indicateurs de vaccination de l'Enquête démographique et de santé (EDS) avec des covariables telles que la densité démographique, la pauvreté ou le climat de création des modèles géospatiaux de la couverture vaccinale (Utazi et al., 2018; Utazi et al., 2019; Takahashi et al., 2017; Takahashi et al., 2015; Mosser et al., 2019). Bien que ces estimations modélisées contiennent des incertitudes inhérentes, elles sont utiles pour le suivi mondial, le plaidoyer et la génération de recommandations en vue de l'amélioration des stratégies du programme. Contrairement aux données de couverture agrégées sur des grandes surfaces, ces estimations modélisées haute résolution peuvent fournir des détails précis sur les hétérogénéités de couverture afin de maximiser les investissements du programme aux niveaux infranationaux, voire identifier les grappes sous-vaccinées qui traversent les frontières administratives ou nationales pour une action coordonnée. La couverture vaccinale modélisée peut être utilisée pour estimer la couverture vaccinale dans les zones de conflit où les services de vaccination sont limités, démontrant la relation entre les zones d'insécurité et la faiblesse de la couverture (Higgins et al., 2019, Mashal et al., 2007).

L'utilisation de la technologie géospatiale pour les activités de microplanification démontre qu'une approche géospatiale peut améliorer l'identification des lieux habités précédemment manqués et permettre de délimiter les limites des circonscriptions sanitaires (Barau et al., 2014; Dougherty et al., 2019; Kamadjeu et al., 2009 ; Rosencrans et al., 2017). La combinaison de technologies géospatiales pour la planification de la prestation des services de vaccination au sein d'une série d'autres interventions a contribué à doubler la couverture vaccinale de routine dans les zones urbaines de Patna, en Inde, et à réduire l'incidence des infections au poliovirus sauvage au Nigéria (Pradhan et al., 2012; Barau et al. 2014). Dans une analyse coût-efficacité de l'utilisation de la microplanification géospatiale pour la vaccination de routine au Nigéria, l'approche de microplanification améliorée coûte entre 58 % à 73 % de plus que celle de la microplanification traditionnelle, mais elle couvre une population cible estimée plus

élevée, ce qui implique une augmentation du nombre de cas de rougeole et de coqueluche évités. Elle a été globalement considérée comme un investissement rentable (Ali et al., 2020).

La relation entre l'accessibilité géographique et la couverture vaccinale démontre comment l'utilisation d'outils géospatiaux pourrait optimiser la répartition et la logistique des services de vaccination. En dépit des nombreuses citations examinant l'association entre la couverture vaccinale et la distance par rapport aux centres de vaccination les plus proches, aucun résultat probant publié ne montre l'impact de la modélisation de l'accessibilité sur les services de vaccination ou la couverture vaccinale. Une étude menée en Zambie a mesuré une augmentation de la couverture vaccinale quatre ans après l'ouverture de douze postes de proximité, mais les emplacements des services de proximité n'avaient pas été déterminés par une modélisation d'accessibilité géospatiale, mais en fonction des emplacements disponibles dans la circonscription hospitalière (Sasaki et al., 2011).

Les descriptions des technologies géospatiales intervenant dans les activités des campagnes de vaccination démontrent les avantages du suivi quotidien des activités. Les descriptions des programmes pilotes et des études de faisabilité font état d'améliorations en matière de responsabilisation et de supervision, de normalisation des données et de la capacité à fournir une rétroaction en temps réel au personnel sur le terrain pour le suivi des lieux habités manqués (Bawa et al., 2018; Teng et al., 2014; Haskew et al., 2015; Oh et al., 2016). Les activités d'enquête de couverture post-campagne profitent également de la possibilité de collecte de données géospatiales sur les zones n'ayant pas atteint les niveaux de couverture cibles (Kazi et al. 2017; Oh et al., 2016). Les équipes d'agents vaccinateurs équipées d'appareils de localisation automatique peuvent fournir un niveau de sécurité supplémentaire aux équipes opérant dans des zones d'insécurité (Kazi et al., 2017). Les programmes, qui ont mis en place un suivi en temps réel des équipes d'agents vaccinateurs, constatent une amélioration de la fréquentation et de la capacité à garantir que toutes les zones de circonscriptions sanitaires affectées sont couvertes, ce qui réduit le nombre de lieux habités manqués (Chandir et al., 2017; Gammino et al., 2014 ; Touray et al., 2016). Toutes ces publications donnent des indications prometteuses selon lesquelles le suivi des campagnes grâce au GNSS peut bénéficier aux

**“ Tout ce qu’il se passe, se passe dans le temps et l’espace. Généralement, quand on analyse les données en dehors de la composante spatiale, on ne présente que la moitié de l’histoire. ”**

—Expert SIG / informateur clé

activités de vaccination supplémentaires (AVS). Cependant, des études sont encore nécessaires pour en démontrer les effets quantifiables sur l’identification des lieux habités manqués et l’amélioration des taux de couverture.

Enfin, l’examen a identifié des exemples d’utilisation d’outils géospatiaux pour le suivi des maladies et la cartographie des risques. Des études descriptives montrent l’intérêt de la cartographie des cas de rougeole pour comprendre le regroupement des cas et la relation avec les indicateurs de couverture (Ulugtekin et al., 2007). L’engagement communautaire et local via la surveillance électronique et les outils de rapport peut augmenter la détection d’indicateurs tels que les notifications de cas de paralysie flasque aiguë (PFA) (Clarke et al., 2019). Les modèles géostatistiques peuvent prédire les zones à risque d’infection par le choléra (You et al., 2013)

et les mesures de télédétection servent d’indicateur de la densité de population pour prédire les épidémies saisonnières de rougeole (Bharti et al., 2011; Bharti et Tatem, 2018).

Cet examen de l’état des connaissances met en évidence l’application croissante du domaine des technologies géospatiales aux programmes de vaccination et à la prestation de services. Il faut davantage d’évaluations, d’études et de partage de résultats tirés des expériences de mise en œuvre mettant en évidence la gamme d’événements dans l’environnement complexe de la prestation de services pouvant être soutenus par l’utilisation efficace des technologies géospatiales. Il s’agit notamment de l’acceptabilité, de la faisabilité, de l’équité, de l’analyse coût-efficacité, de l’accès et de l’adoption des services, en plus de la couverture vaccinale améliorée.

## © Cas d'utilisation

L'examen de l'état des connaissances suggère que les technologies géospatiales ont le potentiel d'affecter la couverture vaccinale, la planification du programme et les résultats de celui-ci. Combinés aux entretiens avec de principaux informateurs menés dans le cadre de cette analyse du paysage, ces résultats indiquent huit domaines ou cas d'utilisation où les technologies géospatiales ont le plus grand potentiel de façonner les résultats de la vaccination dans le cadre d'une stratégie globale de programme de vaccination. Les deux premiers cas d'utilisation, la cartographie du système de santé et l'estimation/la répartition spatiale de la population, sont les fondements essentiels indispensables aux applications ultérieures du SIG dans les programmes de vaccination. Les six cas d'utilisation suivants offrent la possibilité d'utiliser les technologies géospatiales dans les programmes de vaccination pour améliorer la prise de décisions et le suivi (microplanification, surveillance des maladies, suivi des agents vaccinateurs, suivi des campagnes) tandis que les deux derniers de la liste décrivent les analyses soutenues par des technologies géospatiales (modélisation de l'accessibilité géographique, modélisation de la couverture vaccinale). Ces applications des données et technologies géospatiales s'harmonisent pour contribuer à une meilleure identification des enfants zéro dose et des enfants sous-immunisés, à une meilleure planification et allocation des ressources et à une meilleure prestation des services de vaccination.

- Cartographie du système de santé
- Estimation et répartition spatiale de la population grâce à des technologies géospatiales
- Microplanification grâce à des technologies géospatiales
- Surveillance des maladies grâce à des technologies géospatiales
- Suivi des agents vaccinateurs
- Suivi des campagnes grâce à des technologies géospatiales
- Modélisation de l'accessibilité géographique
- Modélisation de la couverture vaccinale

### Cartographie du système de santé

Toute application du SIG dans le domaine de la santé, y compris les autres cas d'utilisation d'un programme de vaccination géospatial décrit ici, nécessite que

### Cartographie du système de santé

La création de cartes présentant la répartition spatiale des caractéristiques géographiques relatives au système de santé en général et à la prestation des services de santé en particulier (par exemple, les établissements de santé, les districts sanitaires, les circonscriptions sanitaires)

**Comment cela peut-il améliorer les résultats de la vaccination ?** Les cartes du système de santé profitent à l'ensemble du programme de vaccination soutenu par le géospatial en fournissant une vue d'ensemble de la géographie du système de santé en général et des services de santé disponibles en particulier. Les données géospatiales figurant sur la carte du système de santé servent de base à la mise en œuvre des autres cas d'utilisation.

**De quoi avez-vous besoin ?** Un effort coordonné pour définir, maintenir, actualiser régulièrement et partager les listes de base ainsi que les données géospatiales associées des caractéristiques géographiques pertinentes ; les listes de base et les données géospatiales doivent être nettoyées, stockées et rendues accessibles aux parties prenantes dans un système ou une base de données conviviale.

**Principaux défis :** Réunir les parties prenantes pour mettre en place le mécanisme de gouvernance nécessaire et convenir de la structure et du contenu des listes de base et des spécifications des données afin de garantir la qualité des données géospatiales associées ; garantir les ressources et l'engagement envers une maintenance à long terme et une mise à jour régulière des listes et des données dans un système utilisable et accessible.

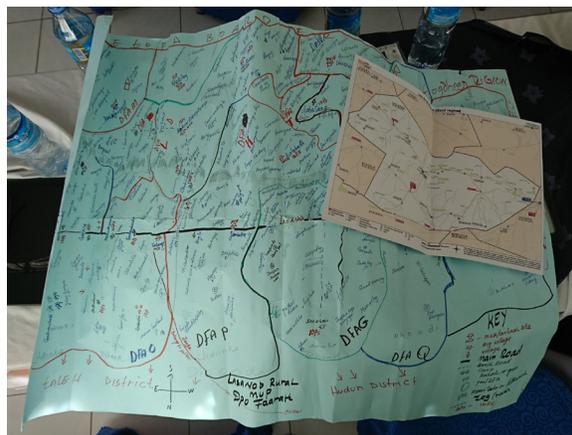
**Evidence/base de ressources :** Bien que des outils et directives existent (voir Ebener et al. 2017), des directives supplémentaires sont requises sur les meilleures pratiques et la planification du programme de vaccination pour la mise en œuvre d'un programme durable de collecte, de stockage et de gestion des données.

des données géospatiales soient disponibles, de haute qualité et accessibles. Parmi ces données géospatiales essentielles figurent celles couvrant les caractéristiques géographiques des objets relevant du mandat de u secteur de la santé : infrastructures liées à la santé (établissements de santé, sites de vaccination, entrepôts, pharmacies, centres de distribution) et limites sanitaires (communautés du PEV, districts sanitaires, circonscriptions sanitaires). Des données supplémentaires telles que les limites administratives et les emplacements géographiques des lieux habités peuvent être incluses lorsque ces informations sont disponibles et pertinentes pour les cartes. En principe, une liste de base, complète, à jour et codée de manière unique de tous les documents d'un type donné de caractéristique géographique, est disponible et utilisée comme référence.

Les listes de base et la répartition spatiale de ces caractéristiques sont systématiquement citées comme le besoin le plus critique des PRFI pour commencer à utiliser les données géographiques pour une meilleure planification du programme. Une évaluation menée par l'équipe SIG OMS-AFRO en 2019 a révélé que seulement un quart des pays de la région africaine disposent d'un ensemble complet de données sur les limites des districts sanitaires et que moins de la moitié disposent de données complètes sur les établissements de santé et les infrastructures routières. En Asie et dans le Pacifique, 13 pays interrogés en 2017 ont signalé que les listes de base des établissements de santé, des divisions administratives et des villages étaient souvent indisponibles et que, dans le cas contraire, elles étaient soit incomplètes soit obsolètes (Ebener et al., 2018).

Au cours des dernières années, le Cameroun et la Somalie ont créé des cartes de systèmes de santé de manière efficace et en un court laps de temps, motivés par les épidémies de polio et la nécessité de meilleures cartes pour la gestion des campagnes de vaccination et des efforts de sensibilisation. Grâce au soutien de bénévoles, à des listes actualisées d'établissements de santé et à une liste des dispositifs, des informations sur les routes, les circonscriptions hospitalières, les populations, les ménages, les points de repère et les écoles ont été collectées par des équipes de responsables de collecte des données sur le terrain avec des appareils compatibles avec le GNSS. Ces informations ont été complétées par des données préexistantes provenant d'autres partenaires (entretien avec les principaux informateurs).

Les établissements de santé sont souvent la première



Carte dessinée à la main et digitalisée en Somalie.  
Crédit: Frank Salet

caractéristique liée à la santé pour laquelle une liste de base ou liste de base des établissements (MFL) est établie dans un pays. Cela représente une opportunité pour les parties prenantes gouvernementales, ainsi que les partenaires nationaux et internationaux des secteurs de la santé, pour collaborer afin de définir le contenu et la structure de la liste, le mécanisme et le processus de gouvernance qui soutiendront le contenu de la liste, y compris les coordonnées géographiques de chaque établissement de santé à recueillir, conserver, mettre à jour régulièrement et partager pour garantir leur caractère officiel et leur utilité. Le mécanisme de gouvernance établi pour la liste de base des établissements de santé et le processus qui a été appliqué peuvent ensuite être réutilisés pour d'autres caractéristiques liées à la santé (par exemple, les postes de vaccination, les points de distribution des approvisionnements). La MFL est accessible via une interface en ligne pour simplifier ses mécanismes d'utilisation et de mise à jour, à l'instar du National Health Facility Registry (registre national des établissements de santé) aux Philippines<sup>3</sup>. En tant que lien essentiel avec les établissements de santé physiques, les données sur l'emplacement des agents de santé communautaires (ASC) dans les communautés peuvent être incluses pour renforcer la planification du système de santé.

La gestion des données géospatiales utilisées pour créer la carte du système de santé présente un certain nombre de défis. Il s'agit notamment du désaccord

<sup>3</sup> National Health Facility Registry aux Philippines  
[nhfr.doh.gov.ph/rfacilities2list.php](http://nhfr.doh.gov.ph/rfacilities2list.php)

relatif aux définitions entre les parties prenantes ; de l'incohérence entre les sources de données ; de la nature fluide des données due à l'évolution constante des limites administratives, des infrastructures construites et des circonscriptions sanitaires qui leur sont associées ; des différences entre les limites liées à la santé et les limites administratives ; ainsi que l'orthographe et les codes différents utilisés dans les données et les listes de différentes sources (Dougherty et al., 2019).

Ces défis démontrent la nécessité de renforcer les capacités des gouvernements des pays afin de développer, gérer, partager et utiliser leurs listes de base et les données géospatiales associées, mais également de rechercher des solutions pour compléter la collecte de données sur le terrain. Entre autres, les Mapathons permettent à des bénévoles du monde entier d'étendre les cartes numériques. Ils ont été utilisés pour la planification de la vaccination contre la polio et de la campagne de lutte contre la rougeole et la rubéole dans un certain nombre de programmes (GISCorps, 2018; Eros et Schmeltzer, 2017; Cole, 2019). Cette utilisation de l'externalisation ouverte peut rationaliser le processus de cartographie initial, mais la qualité et la cohérence des informations doivent encore être validées avant qu'elles

ne soient utilisées dans la planification des programmes sur le terrain (Dougherty et al., 2019).

### Estimation et répartition spatiale de la population grâce à des technologies géospatiales

Un décompte précis ou une estimation fiable du nombre total de la population cible et de sa répartition spatiale est un élément essentiel de la réalisation d'une couverture vaccinale efficace pour tous les enfants. Dans le meilleur des cas, les données du recensement national sont collectées tous les dix ans, mais sont souvent obsolètes en raison de changements importants dans les mouvements de population au cours d'une décennie ou plus. Afin de tenir la promesse d'atteindre chaque enfant avec la vaccination de routine, un décompte fiable de la population des circonscriptions sanitaires définies est essentiel à la planification du programme, l'allocation des ressources, le suivi et l'évaluation, en particulier au niveau local (district et sous-district). Une estimation imprécise de la population cible peut avoir un impact significatif sur les programmes de vaccination : la surestimation entraîne un gaspillage des ressources tandis que la sous-estimation signifie que tous les enfants ne seront pas

## Estimation et répartition spatiale de la population grâce à des technologies géospatiales

Utilisation de modèles statistiques, d'ensembles de données de télédétection et d'informations échantillonnées sur le recensement pour créer des estimations spatialement exactes et précises de la densité et de la distribution de la population.

**Comment cela peut-il améliorer les résultats de la vaccination ?** Une meilleure estimation du dénominateur de la population au niveau des sous-districts permet de mesurer les cibles et la couverture d'un programme de vaccination géospatial ; améliore la planification du programme pour une allocation plus précise des ressources et une réduction des pertes.

**De quoi avez-vous besoin ?** De nombreux ensembles de données quadrillés existants sur la population sont disponibles gratuitement en téléchargement, ainsi que des conseils sur les incertitudes intrinsèques et des recommandations d'utilisation. L'utilisation efficace des ensembles de données existants ou la création de nouvelles estimations de modèle nécessitent une capacité

technique en statistiques géospatiales, systèmes de bases de données et technologie d'application sur ordinateur.

**Principaux défis :** Les incertitudes inhérentes à la modélisation doivent être soigneusement examinées ; la confiance, la prise de conscience et la compréhension des méthodes d'estimation évoluent toujours dans de nombreux bureaux nationaux de statistique et ministères ; la nécessité d'un renforcement de capacités plus importantes et d'opportunités pour la main d'œuvre nationale.

**Evidences/base de ressources :** Des conseils pratiques sur la façon d'utiliser les estimations de population avec répartition spatiale existantes pour la planification des programmes de vaccination sont nécessaires. Nécessité de données probantes sur la façon dont les dénominateurs des estimations de population modélisées et la répartition spatiale peuvent influencer sur la prestation des programmes de vaccination et les réalisations en matière de couverture.



Crédit: UNICEF

atteints par l'intervention prévue et cela crée un risque d'épidémie dans les zones où la couverture est censée être plus élevée qu'elle ne l'est en réalité.

Les technologies géospatiales sont utilisées pour estimer la répartition de la population et le nombre de personnes qui la composent. Ces données sont utilisées dans la planification des programmes avec des modèles statistiques qui estiment les populations, y compris les communautés non atteintes, les communautés nomades, les communautés marginalisées ou les communautés éloignées. Ces approches sont parfois appelées « approches ascendantes », car les données de microrecensement recueillies sur le terrain sont associées à l'identification des bâtiments et des caractéristiques des lieux habités tirées de l'imagerie satellite pour créer une estimation du nombre de personnes vivant dans une zone donnée. D'autres approches « descendantes » utilisent une variété d'ensembles de données covariables tels que l'éclairage nocturne, l'utilisation des téléphones mobiles, l'analyse de l'infrastructure bâtie et la topographie tirée d'images satellites haute résolution pour désagréger les informations du recensement et créer des estimations de population quadrillées pouvant atteindre 100 mètres, voire 30 mètres en termes de résolution.

Il a été démontré que les estimations de population modélisées correspondent étroitement aux chiffres réels sur le terrain et qu'elles peuvent créer des cibles de programme plus précises. Une étude menée dans deux États du Nigéria a révélé que les estimations de population vaccinale réalisées à l'aide de modèles géospatiaux étaient 62 % plus élevées que les estimations traditionnelles calculées par application d'un taux de croissance standard aux dernières données du recensement (Ali et al., 2020). Un dénombrement porte-à-porte précis par rapport aux estimations de population modélisées et aux projections démographiques basées sur le dernier recensement au Nigéria a montré que l'estimation modélisée se situait à moins de 1 % du nombre réel tandis que la projection basée sur le recensement était 50 % plus élevée (Ghiselli et al., 2019). Les enquêtes géolocalisées auprès des ménages peuvent fournir une source de données démographiques et de données sur la population dans les régions où aucun recensement national récent n'a été effectué. Grâce à plusieurs ensembles de données d'enquête, aux informations disponibles sur le plus récent recensement, aux données des images satellites et à un modèle géostatistique, une étude au Nigéria a permis de démontrer que le nombre d'enfants de moins de cinq ans était sous-

estimé dans les statistiques nationales (Alegana et al., 2015).

Bien que ces modèles d'estimation géostatistique présentent un grand potentiel d'amélioration pour la planification des programmes de vaccination, ils n'ont pas encore le degré de confiance et de sensibilisation des statistiques traditionnelles et des données de recensement. Même si les estimations de population modélisées ne sont pas destinées à remplacer les activités de recensement national, la résistance aux chiffres de population et aux données de couverture modifiées de façon radicale n'est pas rare. Un récent rapport d'orientation du Popgrid Data Collaborative vise à réduire l'écart entre les experts géostatistiques et les utilisateurs d'estimations de population quadrillées en abordant les idées fausses et en clarifiant l'utilisation appropriée et la validation des ensembles de données sur la population (TReNDS, 2020). En dépit des premières indications de leur exactitude, des preuves supplémentaires sont nécessaires pour valider l'utilisation des estimations de population modélisées dans les programmes de vaccination, en particulier dans les zones à forte mobilité de population, dans les zones à forte densité de population et dans les zones touchées par les conflits.

### Microplanification grâce à des technologies géospatiales

Depuis les premières directives de l'UNICEF et de l'OMS sur la création et l'utilisation de microplans spécifiques à la vaccination en ce qui concerne la stratégie Reach Every District (RED) (atteindre tous les districts), les cartes utilisées pour la planification opérationnelle au niveau des établissements de santé sont principalement des croquis dessinés à la main sur la base des connaissances locales. Ces croquis cartographiques ne sont souvent pas à l'échelle. De plus, ils sont imprécis, incomplets et ne contiennent pas d'informations cruciales supplémentaires pour la microplanification, notamment des informations sur les zones socialement et géographiquement difficiles d'atteinte, les obstacles saisonniers aux mouvements (par exemple, les inondations), les taux de couverture vaccinale ou les données démographiques. La combinaison de cartes de systèmes de santé et des données démographiques à répartition spatiale pour la microplanification peut libérer le potentiel d'amélioration de l'efficacité et de la portée des services de vaccination.

Des données provenant du Nigéria montrent que la microplanification de la vaccination contre la polio avec

### Microplanification grâce à des technologies géospatiales

Processus d'identification des communautés, des ressources de vaccination et des caractéristiques géographiques pour créer des plans de travail opérationnels pour la prestation des services de vaccination en fonction de cartes spatialement précises.

**Comment cela peut-il améliorer les résultats de la vaccination ?** Des cartes spatialement précises pour la planification de la prestation des services au niveau local peuvent améliorer la couverture et la portée des services en identifiant tous les établissements dans une circonscription sanitaire donnée et en veillant à ce que les affectations des agents vaccinateurs soient réalistes et efficaces.

**De quoi avez-vous besoin ?** Les données géospatiales validées tirées de la cartographie des systèmes de santé et des estimations spatialement distribuées de la population doivent être combinées avec les noms et les repères des établissements au niveau local pour créer des cartes pour une meilleure microplanification. La collecte de données doit inclure les parties prenantes et les dirigeants locaux pour un processus plus éclairé.

**Principaux défis :** Le temps et les coûts initiaux du renforcement des capacités et les systèmes de création de cartes numériques améliorées pour la microplanification nécessitent un engagement et des ressources durables. Les données doivent régulièrement être mises à jour pour préserver la validité et l'utilité des cartes.

**Evidences/base de ressources :** Conseils pratiques sont nécessaires à la mise en œuvre d'un processus de microplanification amélioré numériquement ; besoin d'évidences sur la capacité à influencer la couverture vaccinale de routine.

# “ Tout découle du besoin plutôt que de la solution. ”

Expert SIG / Informateur clé

la technologie SIG dans huit États a abouti à l'inclusion de plus de 3 000 nouveaux lieux habités dans les microplans opérationnels, réduisant ainsi le nombre d'enfants manqués et tout en augmentant la couverture (Barau et al., 2014). Une analyse coût-efficacité de la microplanification traditionnelle et de la microplanification améliorée par le SIG en ce qui concerne la vaccination de routine des enfants dans deux États du Nigéria a révélé que, même si la mise en œuvre initiale de la technologie entraîne des coûts plus importants, l'approche permet également d'administrer un plus grand nombre de vaccinations chez les enfants sur la base des estimations de population modélisées, soit 47 000 et 190 000 vaccinations supplémentaires administrées avec pour conséquence une amélioration de la couverture vaccinale (Ali et al., 2020). En Somalie, la combinaison de couches de base de données de SIG permet de créer des microplans numériques détaillés montrant le chemin que chaque agent vaccinateur parcourra pendant les jours de la campagne de lutte contre la polio pour maximiser la couverture (entretiens avec les principaux informateurs).

La microplanification de la vaccination de routine avec des cartes numériques a également donné des résultats prometteurs. Dans la zone urbaine de Patna, en Inde, l'utilisation d'images satellites et de sites de vaccination géolocalisés pour définir les limites des circonscriptions sanitaires a amélioré la couverture géographique dans tous les quartiers grâce à une distribution logistique coordonnée pour les activités de proximité intervenant dans la vaccination de routine (Pradhan et al., 2012). Au Nigéria, les enseignements et les ressources des campagnes de vaccination contre la polio ont commencé à être appliqués à d'autres AVS. Au cours de la campagne nationale de lutte contre la rougeole 2017-2018, des technologies géospatiales ont été utilisées pour créer des microplans pour les postes de vaccination fixes afin de s'assurer que ceux-ci ne sont pas situés à plus d'un kilomètre de la population cible et de faciliter le calcul de la durée de la campagne et du nombre d'agents vaccinateurs nécessaires à chaque poste pour vacciner tous les enfants dans chaque circonscription sanitaire (entretien avec les principaux informateurs). Les États qui ont utilisé les outils du SIG pour leur

planification avaient moins de cas d'enfants zéro dose comme l'indique l'enquête de couverture post-campagne.

La création d'un processus complet de microplanification géospatiale permet d'obtenir des cartes en temps réel, interactives et précises, qui reflètent la situation actuelle des programmes de vaccination sur le terrain. Pour tirer profit de ce potentiel, l'infrastructure, la technologie et les capacités doivent être disponibles au niveau local où la microplanification a lieu et aux niveaux infranationaux où le processus de microplanification est coordonné (entretiens avec les principaux informateurs). Dans les nombreuses situations où le SIG a été utilisé pour créer des cartes de microplanification, les cartes étaient imprimées et fournies en copie papier statique aux planificateurs locaux qui continueront de les utiliser pour la planification et la suivi.

Même sur une copie imprimée de carte de microplanification spatiale précise et détaillée, les noms des lieux locaux peuvent varier ou être absents. Au Nigéria, les noms attribués par ordinateur aux hameaux cartographiés auraient été synonymes de difficultés pour les équipes de vaccination sur le terrain (Barau et al., 2014). Même la carte la plus précise basée sur des images satellites récentes et des repères géolocalisés peut être difficile à suivre par les équipes de campagne de vaccination sur le terrain.

### Surveillance des maladies grâce à des technologies géospatiales

La géographie et le temps sont à l'origine de l'épidémiologie et sont pertinents pour les programmes de vaccination en ce qui concerne le suivi, la notification et la réponse aux rapports de cas de maladies évitables par la vaccination, un domaine qui nécessite une meilleure visualisation et une meilleure utilisation des données pour une prise de décisions et une réponse rapides (SAGE, 2019).

Les données géospatiales liées à la notification des maladies peuvent être combinées à un SIS tel que le système d'information sanitaire des districts (DHIS2) pour la surveillance agrégée et la surveillance au cas par cas des maladies ou des événements. Le système électronique intégré de surveillance et de riposte aux maladies (eIDSR) en Sierra Leone est entièrement intégré au DHIS2 et permet aux directeurs de district de soumettre des rapports sur les maladies ou les événements, y compris les PFA et les manifestations

### Surveillance des maladies grâce à des technologies géospatiales

Collecte et analyse de données géospatiales sur l'incidence des maladies comme moyens d'identification et de riposte aux épidémies de maladies évitables par la vaccination ou aux manifestations adverses post-immunisation.

**Comment cela peut-il améliorer les résultats de la vaccination ?** Les systèmes de surveillance des maladies avec collecte de données normalisées peuvent améliorer le partage d'informations et la coordination pour une action ciblée en réponse aux épidémies, mais également contribuer à une distribution optimisée des ressources et des services du programme de vaccination.

**De quoi avez-vous besoin ?** Outre la capacité technique de développer, de maintenir et de produire des rapports sur une plate-forme numérique, la collecte de données numériques doit fonctionner au sein d'un système d'investigation et de réponse établi qui permet aux gestionnaires d'utiliser efficacement les données géospatiales en temps réel sur l'incidence des maladies.

**Principaux défis :** Établir les rôles et les responsabilités pour une utilisation efficace des données, investigation sur les épidémies et ripostes à celles-ci ; la collecte de données numériques doit s'intégrer dans le flux de communication de données au lieu de créer des systèmes de rapports parallèles.

**Evidences/base de ressources :** Les évidences sont nécessaires pour comprendre comment les technologies géospatiales intégrées peuvent améliorer la détection et la riposte aux épidémies.

“[La Géographie] aide les gens avec des expériences, expertises et compréhension différentes à avoir un langage commun.”

Expert SIG/Clé informant

adverses post-immunisation, directement au DHIS2 (eHealth Africa, 2019b). Le système a été étendu à tous les établissements de santé du pays et a atteint une conformité de 99 % avec les rapports hebdomadaires de routine (OMS, 2019).

AVADAR (Auto-Visual Acute Flaccid Paralysis Detection and Reporting) est une application pour téléphone portable développée pour faciliter le signalement des PFA dans les zones difficiles d'accès. Elle complète le système de notification traditionnel en impliquant des informateurs communautaires pour étendre la portée de la surveillance des PFA. Dans cette application, l'emplacement géographique d'un cas suspect de PFA identifié par un informateur communautaire est automatiquement envoyé au téléphone portable de l'agent de surveillance de zone avec les détails du cas, y compris les coordonnées géographiques de l'emplacement, pour permettre le suivi du patient par des agents de santé qualifiés. Le système a été testé au Nigéria en 2016 et est maintenant mis en œuvre par plus de 6 000 informateurs communautaires dans huit pays d'Afrique subsaharienne (entretiens avec les principaux informateurs).

Le système a permis de constater des améliorations en ce qui concerne la détection et le signalement des cas, ainsi que la promptitude et l'efficacité réelle des rapports dans les zones d'insécurité et les communautés difficiles à atteindre, comme en témoigne la région du lac Tchad, où 36 % de cas de PFA de plus ont été signalés via AVADAR par rapport au système traditionnel au cours de la même période de 12 mois (Shuaib et al., 2018; eHealth Africa, 2019a). La collecte automatique des emplacements géographiques des rapports de cas permet d'identifier les épidémies pour les réponses d'urgence.

La détection systématique des épidémies de maladie à l'aide du SIG s'appuie sur une base d'ensembles de données géospatiales du système de santé soutenu par le géospatial. Bien que des applications simples axées sur une seule maladie comme AVADAR puissent fonctionner de manière indépendante, les systèmes numériques et autonomes de déclaration des maladies peuvent créer une charge de déclaration (Ope et al., 2013). Les systèmes de déclaration doivent, en principe, être intégrés au SIS existant du pays afin d'optimiser l'utilisation complète

des déclarations géolocalisées des maladies selon la géographie et au fil du temps.

### Suivi des agents vaccinateurs

Les appareils compatibles GNSS tels que les téléphones portables ou les tablettes permettent un tout nouveau niveau de suivi grâce au suivi en temps réel du personnel de vaccination pendant les activités de la campagne, les séances de vaccination avancées régulières ou les visites de supervision. Combinés à une carte précise du système de santé et à des microplans intégrés dans un tableau de bord en ligne, les mouvements de l'équipe de vaccination sont accessibles à tous les niveaux de supervision pour une prise rapide de mesure corrective et une rétroaction sur les lieux habités manqués et les zones à faible couverture.

Le système de suivi de la vaccination (VTS) du Nigéria<sup>4</sup> publie des données sur les activités des campagnes de vaccination sur un site Web accessible au public, avec des rapports sur les lieux habités manqués, la couverture et les activités des équipes. Le système a été mis en œuvre dans le cadre des activités de cartographie dans les États du nord pour lever les défis et les incohérences relatifs aux performances des agents vaccinateurs contre la polio pendant les AVS (voir l'étude de cas du Nigéria pour plus d'informations). Le système d'enregistrement numérique de la vaccination dans la province du Sindh au Pakistan comprend un suivi en temps réel des agents vaccinateurs dans toute la province pendant les heures de travail. Ce qui a commencé comme un projet pilote pour le suivi des campagnes de lutte contre la poliomyélite a maintenant été étendu et intégré dans le système plus large d'enregistrement de la vaccination de routine, Zindagi Mehfooz (ZM). En association avec les coordonnées géographiques de chaque enfant inscrit, le système de suivi des agents vaccinateurs peut fournir aux gestionnaires des rapports quotidiens sur le nombre d'enfants atteints et a été utilisé pendant les activités de la campagne pour corriger rapidement les lieux habités ou les quartiers manqués (entretiens avec les principaux informateurs ; Chandir et al., 2017). Toujours au Pakistan, l'application de suivi des agents vaccinateurs pour smartphones EVACCS permet aux agents vaccinateurs communautaires de la province du Pendjab d'enregistrer toutes les visites communautaires avec des données de coordonnées géographiques qui servent à la fois d'outil de gestion et d'outil de responsabilisation (Collins

### Suivi des agents vaccinateurs

Utilisation de dispositifs GPS pour suivre le mouvement des équipes de vaccination de proximité pendant la campagne ou les activités de vaccination de proximité.

**Comment cela peut-il améliorer les résultats de la vaccination ?** En combinaison avec des cartes numériques validées de ressources en santé et des microplans opérationnels, cela peut aider les gestionnaires de programme à identifier les lieux habités manqués et à fournir des mesures correctives rapides pour améliorer la couverture.

**De quoi avez-vous besoin ?** Un système de suivi des agents vaccinateurs doit alimenter une base de données et une interface utilisateur contenant la carte du système de santé et les microplans ainsi que des listes complètes des lieux habités. Le suivi des agents vaccinateurs s'appuie sur un système établi et durable de programmes de vaccination soutenu par le géospatial.

**Principaux défis :** Le suivi de la mobilité ne peut garantir l'administration des vaccins ; une supervision coopérative est nécessaire pour maintenir la qualité et la responsabilité pendant les activités de campagne et les activités en stratégie avancée ; la résistance des agents vaccinateurs et les problèmes de confidentialité doivent être abordés dans un système de confiance et de transparence.

**Evidences/base de ressources :** Les évidences montrent que la combinaison du suivi des agents vaccinateurs et des microplans opérationnels peut réduire le nombre de lieux habités manqués.

4 Système de suivi de la vaccination du Nigéria [vts.eocng.org](https://vts.eocng.org)

et Eldon, 2019). Le système a contribué à l'amélioration de la couverture vaccinale dans la province et a favorisé des relations de supervision plus collaborative entre les agents vaccinateurs communautaires et les gestionnaires de district.

Les rapports systématiques, opportuns et précis au niveau des établissements locaux constituent un problème permanent. Bien que le suivi de la mobilité des activités de vaccination puisse améliorer certains écueils de notification en créant une rétroaction automatique des données, la couverture géographique ne représente pas nécessairement la couverture vaccinale (Barau et al., 2014). L'utilisation efficace d'un système de suivi des agents vaccinateurs nécessite de bons rôles de supervision pour suivre les performances de l'agent vaccinateur et mettre en œuvre des mesures correctives pour couvrir tous les lieux habités de chaque circonscription sanitaire. Ces défis ne peuvent être relevés que par le renforcement des capacités et les relations humaines, et non grâce à la technologie. Le but du système de suivi, les mesures de protection des données et les mesures correctives doivent être clairement indiqués à toutes les parties prenantes intervenant dans le système de suivi. Tous ces éléments nécessitent des politiques de gouvernance claires sur l'utilisation des outils de SIG, le partage des données et la confidentialité.

### Suivi des campagnes grâce à des technologies géospatiales

Le suivi pratique rapide (RCM) permet de fournir des rétroactions internes pendant les activités des campagnes de vaccination ou immédiatement après celles-ci, tandis que les enquêtes par échantillon d'assurance de la qualité par lots (LQAS) fournissent des estimations de la couverture vaccinale après les activités de campagne. Ces outils de suivi des AVS peuvent bénéficier d'un transfert de données rapide lié aux coordonnées géographiques pour faciliter la localisation des zones à faible couverture ou aider les équipes à diriger les activités de ratissage. La combinaison de tableaux de bord de suivi en temps réel et de la collecte de données géospatiales peut améliorer la promptitude et l'exhaustivité des rapports de suivi des campagnes (Oh et al., 2016).

En Somalie, les équipes d'enquête s'aident d'appareils compatibles au GNSS pour le suivi post-campagne et les enquêtes LQAS afin de créer une représentation visuelle de la couverture de la polio après une AVS. Grâce au

### Suivi des campagnes grâce à des technologies géospatiales

Utilisation de la collecte de coordonnées géographiques en temps réel dans le suivi pratique rapide, l'échantillonnage d'assurance de la qualité par lots et d'autres pratiques du suivi des campagnes de vaccination pour suivre et corriger les activités de campagne

**Comment cela peut-il améliorer les résultats de la vaccination ?** Améliorer la promptitude, l'exhaustivité et l'efficacité des données de suivi communiquées aux gestionnaires pour une action corrective rapide pendant les activités de campagne ; contribue à l'amélioration globale de la prestation des services.

**De quoi avez-vous besoin ?** Chaque équipe de suivi est équipée et formée à l'utilisation d'appareils mobiles pour la collecte et l'enregistrement de données de suivi liées aux coordonnées géographiques qui sont par la suite transmises à un tableau de bord de supervision. Des rôles de supervision solides et collaboratifs sont nécessaires pour la mise en œuvre des actions correctives nécessaires.

**Principaux défis :** Capacité technique et équipements requis pour l'intégration des données dans un tableau de bord exploitable pour la collecte de données et la prise de décision ; de préférence dans le cadre d'un programme de vaccination géospatial établi avec une base de données cartographiques et de limites de systèmes de santé validées et à jour.

**Evidences/base de ressources :** Les expériences indiquent une amélioration de la rapidité des rapports et de la satisfaction des superviseurs, mais il convient de disposer de davantage d'évidences sur la mise en œuvre à grande échelle et la manière dont le suivi lié à la technologie géospatiale peut améliorer la couverture de la campagne.

formulaire Open Data Kit (ODK), les données des enfants des ménages échantillonnés figurant dans le groupe d'âge cible et prises avec leurs empreintes digitales sont compilées dans le SIG pour indiquer la répartition spatiale pour une évaluation rapide et une correction dans les zones à couverture insuffisante (entretien avec les principaux informateurs). Le transfert de données mobiles contenant des coordonnées géographiques a été testé avec succès au Pakistan pour le suivi des AVS de lutte contre la poliomyélite et a permis d'obtenir une rétroaction rapide sur les zones à faible couverture (Kazi et al., 2017).

Les campagnes de vaccination contre la rougeole au Malawi ont utilisé, avec succès, un système de données géospaciales pour le suivi rapide et pratique qui fournit une rétroaction en temps réel sur l'évolution de la campagne ainsi que des données sur les raisons du refus de la vaccination par chaque ménage (Eros et Schmeltzer, 2017). Les descriptions des projets pilotes avec un suivi de campagne par SIG doivent être étendues à des études sur l'utilisation à plus grande échelle de la technologie et la manière dont le suivi en temps réel peut améliorer les résultats des AVS.

### Modélisation de l'accessibilité géographique

En tant qu'élément complexe contribuant à l'accès aux soins de santé, la proximité physique, exprimée sous la forme du temps de trajet ou de la distance jusqu'au service de santé le plus proche, peut être mesurée et modélisée à l'aide de données géospaciales et d'outils spécifiques compatibles au SIG. En associant l'emplacement géographique des services de santé à d'autres informations spatiales distribuées (population, couverture terrestre, élévation du sol, réseau routier et hydrographique, etc.), ces outils peuvent estimer le temps de trajet nécessaire pour atteindre les services de santé par différents modes de transport. L'analyse peut permettre d'identifier les domaines prioritaires des services de proximité, planifier l'allocation des ressources pour les campagnes et identifier les domaines d'expansion des nouveaux services de santé ou des services proposés pour améliorer la prestation des services.

AccessMod<sup>5</sup> est un puissant outil de modélisation de l'accessibilité physique. Il s'agit d'un logiciel libre et gratuit développé par l'Université de Genève en collaboration avec le Health GeoLab Collaborative grâce au financement de l'OMS et de l'UNICEF (Ray et Ebener, 2008). Les fonctionnalités intégrées permettent aux utilisateurs de modéliser l'accessibilité au réseau existant

### Modélisation de l'accessibilité géographique

Modélisation de la distance physique ou de la durée de déplacement qui quantifie les possibilités de déplacement permettant aux gens de se rendre dans les services de santé existants

**Comment cela peut-il améliorer les résultats de la vaccination ?** Peut permettre d'identifier les zones et les populations ayant un accès géographique limité aux services de vaccination et donc d'améliorer la couverture des services de proximité étendus, et contribuer à l'amélioration de la planification et de l'allocation des ressources.

**De quoi avez-vous besoin ?** La localisation valide et précise des services de santé, la répartition spatiale de la population cible et d'autres informations de distribution spatiale (population, couverture terrestre, élévation du sol, réseau routier et hydrographique, etc.) sont requis. La préparation d'ensembles de données géospaciales à utiliser dans AccessMod nécessite une capacité technique en SIG.

**Principaux défis :** La disponibilité, la qualité et l'accessibilité des données sur l'emplacement des établissements de santé et les réseaux routiers peuvent limiter son utilisation dans certains cas. La capacité technique du pays pour mener l'analyse peut faire défaut.

**Evidences/base de ressources :** Nécessité de disposer d'évidence et de meilleures pratiques sur la façon dont la modélisation de l'accessibilité géographique peut améliorer la planification, la portée et la prestation des programmes de vaccination.

5 Lien vers le site Web d'AccessMod : [www.accessmod.org](http://www.accessmod.org)

des établissements de santé, de calculer la couverture de la population du réseau sur la base de la capacité de couverture de chaque établissement, de mesurer le temps de référence entre les niveaux de service et d'identifier les emplacements optimaux des nouveaux établissements afin de maximiser l'accessibilité physique de la majeure partie de la population.

La modélisation de l'accessibilité géographique peut être un puissant outil de compréhension de la performance du programme de vaccination d'un point de vue géographique pour la planification et la prise de décisions, et l'optimisation de la chaîne d'approvisionnement et des services de proximité. L'analyse nécessite une base de données des établissements de santé ou des points de vaccination avec des informations à jour sur l'infrastructure et les caractéristiques géographiques. Un ensemble de données en haute résolution de la répartition spatiale de la population est également nécessaire à la modélisation de la couverture de la population des établissements de santé pris en compte. Ces ensembles de données sont actuellement incomplets ou absents dans certains PRFI, mais des ensembles

de données disponibles au plan mondial peuvent bien souvent combler ce vide, ce qui rend la modélisation de l'accessibilité géographique plus utile pour de nombreux programmes nationaux.

### Modélisation de la couverture vaccinale

De nouvelles approches utilisant la modélisation géostatistique permettent d'obtenir des estimations infranationales de la couverture à une granularité impossible à l'aide des données d'enquête standard. Ces dernières peuvent fournir une source d'informations alternative pour compléter les informations de couverture des systèmes de gestion de la vaccination de routine. Les données géospatiales collectées dans le cadre d'enquêtes nationales ou infranationales en grappes (telles que l'EDS) peuvent être utilisées pour prédire les valeurs d'emplacements non échantillonnés et visualiser les différences géographiques dans les indicateurs démographiques ou de santé (Gething et al., 2015). La modélisation géographique de la couverture vaccinale combinée à des indicateurs socio-économiques peut révéler des zones d'iniquité à plus grande résolution contrairement aux données d'enquêtes nationales, donnant un aperçu des causes sous-jacentes de la

## Modélisation de la couverture vaccinale

Utilisation d'une analyse géostatistique avec des données géospatiales provenant d'enquêtes en grappes pour estimer la couverture vaccinale pour les unités de mesure infranationales

**Comment cela peut-il améliorer les résultats de la vaccination ?** Peut identifier les communautés à faible couverture afin de cibler les services à fournir dans ces zones ; lorsqu'elle est combinée avec des indicateurs socio-économiques, elle peut permettre d'identifier les raisons sous-jacentes de la non-vaccination et suggérer des solutions pour accroître l'équité ; contribue à l'amélioration générale de la planification et de l'allocation des ressources

**De quoi avez-vous besoin ?** Un système géospatial existant pour gérer et analyser les ensembles de données ; capacité technique pour manipuler et analyser les données d'enquête en grappes, les couches cartographiques et d'autres intrants géospatiaux.

**Principaux défis :** La capacité technique et la base de connaissances nécessaires pour effectuer une modélisation géostatistique complexe ne sont pas présentes dans de nombreux programmes de vaccination. La modélisation peut être effectuée dans une « boîte noire » sans partage de données transparent pour favoriser la réplique et permettre aux autres d'effectuer une analyse indépendante. La promotion d'un partenariat local entre les ministères de la Santé et les instituts techniques (par exemple, les universités ou les centres de recherche) et de la publication de données et d'algorithmes dans des logiciels en open source peut contribuer au renforcement des capacités nationales dans l'application des techniques géospatiales aux contextes locaux et à réduire la dépendance à l'égard des projets et de l'expertise soutenus par des donateurs.

**Evidences/base de ressources :** Besoin d'orientations pratiques sur les outils et techniques pouvant être appliqués pour une meilleure gestion du programme. Besoin de recherches supplémentaires pour estimer la validité des résultats obtenus grâce à la modélisation

“ Le SIG est un moyen d’arriver à une fin et doit être considéré comme un outil disponible pour résoudre les problèmes existants. ”

faiblesse de la couverture et des solutions potentielles pour améliorer l’équité.

À l’instar des enquêtes échantillonnées ou des modèles statistiques, la modélisation de la couverture vaccinale contient différents niveaux d’incertitude, un aspect important à prendre en compte lors de l’utilisation de ces estimations pour la planification des programmes. De plus, les modèles peuvent utiliser des données de référence spatiale différentes (limites ou estimations de population, par exemple) et avoir des covariables différentes d’une région ou d’un pays à l’autre. Par exemple, les précipitations ont été corrélées à la couverture vaccinale contre la rougeole au Mozambique, tandis que l’indice de couverture végétale était associé au Nigéria (Utazi et al., 2018). Cela indique non seulement la nécessité de modèles géospatiaux adaptés, mais également les causes sous-jacentes potentielles d’une couverture vaccinale insuffisante dans

différents environnements nationaux et régionaux.

L’application relativement nouvelle des modèles géostatistiques à la couverture vaccinale doit encore démontrer la validité des résultats obtenus grâce à ces modèles et comment ces estimations peuvent être directement appliquées aux programmes nationaux de vaccination pour améliorer la couverture et l’équité. Les éléments de preuve et les outils pratiques nécessaires pour traduire ces estimations de couverture en actions aux niveaux national et infranational devraient être privilégiés dans un avenir proche. L’UNICEF travaille avec un certain nombre de pays pour appliquer des méthodes de triangulation à partir de plusieurs sources de données géospatiales aux évaluations de couverture et d’équité afin d’améliorer les programmes de vaccination. Les résultats de ces efforts constitueront la base d’orientations et d’outils pour une application plus large.



## Autres domaines et Applications futures

Une fois le programme doté des fonctionnalités géospatiales, de nouvelles applications de données et technologies géospatiales peuvent être explorées et utilisées pour améliorer les programmes de vaccination. L'analyse géographique de la supervision coopérative avec des indicateurs de couverture et de prestation de services peut être utilisée pour cibler les ressources sur les zones peu performantes, tandis que les évaluations de la satisfaction des clients peuvent indiquer les domaines nécessitant des améliorations en matière de qualité. Les données générées par les citoyens à partir de l'utilisation croissante des smartphones peuvent augmenter les données cartographiques du système de santé dans les domaines de l'accessibilité, des services de santé proposés et de l'infrastructure. La gestion de la logistique de l'approvisionnement en vaccins a été liée aux données géospatiales dans quelques domaines, mais elle peut également être étendue à l'amélioration de la prestation de services du programme de vaccination lorsque des bases de données cartographiques numériques sont plus largement disponibles. Les projets pilotes, explorant l'utilisation de drones pour la livraison des vaccins et autres fournitures médicales, bénéficieront de bases de données géospatiales actualisées.

L'application la plus révolutionnaire de données et technologies géospatiales dans la planification de la vaccination proviendra d'un changement de mentalité des gestionnaires à propos des cartes. De nombreuses parties prenantes considèrent encore une carte comme une ressource papier, une représentation statique d'un seul point heure. La puissance de la technologie géospatiale se matérialise lorsque des couches de données multiples sont combinées avec l'élément de temps pour transformer une carte papier en une toute nouvelle catégorie d'outils d'aide à la prise de décisions. Les mouvements de population, les épidémies de maladies et les tendances météorologiques sont tous d'importants facteurs des programmes de vaccination qui se produisent au fil du temps. Cette qualité de la technologie n'a pas été pleinement réalisée dans de nombreux domaines en raison des infrastructures, mais aussi à cause d'une mentalité persistante selon laquelle les cartes sont statiques. La transformation des données géospatiales en un outil dynamique incorporant le temps et l'espace dévoilera le plein potentiel de la technologie à l'avenir. Maintenant plus que jamais, dans le contexte de la pandémie mondiale de Covid-19, la capacité à produire et partager des données géospatiales à distance et à analyser les tendances dans le temps et l'espace est cruciale à l'évolution des programmes de vaccination dans les PRFI.

Afin de comprendre comment ces cas d'utilisation se combinent pour apporter des fonctions géospatiales aux programmes de vaccination, il est utile d'examiner la mise en œuvre dans le pays aux niveaux national et infranational. Les exemples spécifiques aux pays suivants offrent des perspectives sur la mise en œuvre récente de données et de technologies géospatiales pour la vaccination au Nigéria, au Myanmar et au Cameroun.

Il y a vingt ans, le Nigéria était l'un des trois derniers pays dans lesquels sévissaient encore les infections au poliovirus sauvage (PVS). Le programme de vaccination du pays avait besoin de formation et d'améliorations. Certains lieux habités étaient manqués de façon chronique pendant les activités de campagne et il y avait des incohérences entre la couverture vaccinale réelle et la couverture vaccinale déclarée contre la polio. La volonté internationale d'éliminer la polio a donné l'élan nécessaire pour engager de nouvelles technologies sur l'élimination de certaines des faiblesses programmatiques.

## Nigéria

Il y a vingt ans, le Nigéria était l'un des trois derniers pays dans lesquels sévissaient encore les infections au poliovirus sauvage (PVS). Le programme de vaccination du pays avait besoin de formation et d'améliorations. Certains lieux habités étaient manqués de façon chronique pendant les activités de campagne et il y avait des incohérences entre la couverture vaccinale réelle et la couverture vaccinale déclarée contre la polio. La volonté internationale d'éliminer la polio a donné l'élan nécessaire pour engager de nouvelles technologies sur l'élimination de certaines des faiblesses programmatiques.

L'utilisation des données et technologies géospatiales implique quatre principaux axes au Nigéria :

- (1) La création de cartes numériques précises des circonscriptions sanitaires avec des détails au niveau local et des limites contiguës ;
- (2) L'utilisation de cartes de ressources pour améliorer les activités de microplanification ;
- (3) Le suivi des équipes de vaccination pendant les activités sur le terrain pour fournir une rétroaction en temps réel pour le suivi de la campagne ;
- (4) L'intégration de données géospatiales et de suivi dans un tableau de bord en ligne accessible à toutes les parties prenantes.

En 2009, l'incidence de la polio au Nigéria était la plus élevée de la région. Dans le cadre des améliorations programmatiques et de l'intérêt des responsables locaux à surveiller les activités du programme, une série de projets pilotes utilisant des outils de SIG ont été lancés dans le nord du pays où plus de 75 % des cas de PVS ont été détectés. La création de cartes de base



### Faits marquants du Nigéria

- Le Nigéria fournit l'un des exemples les plus complets et les plus anciens de technologie géospatiale pour les programmes de vaccination.
- L'effort d'éradication de la polio a été au centre du développement d'outils de SIG et de la création de cartes sanitaires.
- La combinaison de cartes de systèmes de santé numériques précises et du suivi des agents vaccinateurs a amélioré la capacité du programme à atteindre les enfants zéro dose en identifiant les lieux d'habitation manqués de façon chronique.

et l'utilisation de ces outils dans la microplanification étaient les premières étapes de l'utilisation des technologies géospatiales en vue d'améliorations programmatiques. Les outils supplémentaires permettant de suivre les activités des agents vaccinateurs pendant les AVS ont permis une meilleure identification des lieux d'habitation manqués de façon chronique et une planification plus précise des activités de campagne. L'extension à huit États du Nord a commencé en décembre 2011 en partenariat avec le gouvernement national et les partenaires de l'IMEP et le soutien de la Bill & Melinda Gates Foundation. Les estimations de population quadrillées sont tirées du projet Infrastructure Géoréférencée et Données Démographiques pour le Développement (GRID3)<sup>6</sup> qui fournit des estimations de population précises et complètes référencées géospaialement sur la base de données de microrécensement et d'ensembles de données de télédétection à haute résolution sur tous les États du Nigéria.

Actuellement, les activités de cartographie ont été étendues pour atteindre la couverture nationale : toutes les zones des collectivités locales et des États ont des cartes géoréférencées. Le projet GRID3 s'efforce de mettre à jour et de simplifier le système de validation de toutes les limites de circonscription

sanitaire. Des discussions sont en cours pour appliquer le travail préparatoire et l'infrastructure des travaux de cartographie géospatiale aux activités de vaccination de routine ainsi qu'aux services de soins de santé primaires en général. Des efforts d'utilisation de cartes de SIG pour la microplanification de la vaccination de routine ont commencé dans certaines zones pilotes (Dougherty et al., 2019).

### Conclusions et résultats

Bien qu'il ne soit pas possible de démêler les effets des améliorations générales du programme, du financement, de la formation et du suivi de l'effort d'éradication de la poliomyélite à partir des effets spécifiques des activités et des outils de cartographie du SIG, l'incidence des nouveaux PVS de 2012 à 2013 a diminué davantage dans les États où la cartographie intensive et le suivi des améliorations ont été menés par rapport aux taux d'incidence nationaux (Barau et al., 2014).

À ce jour, le système de suivi des agents vaccinateurs (VTS) a été utilisé pour surveiller plus de 80 AVS

---

<sup>6</sup> Infrastructure géoréférencée et données démographiques pour le développement (GRID3) [grid3.org](http://grid3.org)

## Comment des cartes de base précises et le suivi des agents vaccinateurs peuvent-ils permettre de repérer les lieux d'habitation manqués ?

La base de toute utilisation programmatique des outils de SIG doit commencer par une carte sanitaire précise. Au Nigéria, ces cartes ont été créées au niveau des circonscriptions grâce à des agents de santé locaux à motos et équipés d'appareils GPS portatifs qui ont été envoyés sur le terrain pour tracer les limites des circonscriptions et éventuellement ajouter des points de référence locaux (écoles, centres de santé, marchés, etc.). Ces points géolocalisés ont été superposés à l'imagerie satellite haute résolution. Les lieux d'habitation et les hameaux ont été étiquetés et identifiés.

Pendant les AVS, des équipes d'agents vaccinateurs sont envoyées avec des appareils GPS qui permettent de suivre leurs itinéraires quotidiens. Les pistes sont superposées sur la carte de base et tous les lieux d'habitation ou maisons non visités par l'équipe d'agents vaccinateurs peuvent être identifiés et ciblés pour les activités de ratissage.

L'association de l'imagerie satellite à l'extraction de caractéristiques (identification automatique des bâtiments et des maisons), au géoréférencement sur le terrain des points de repère et des lieux d'habitation et le suivi des activités de porte à porte des agents vaccinateurs peuvent réduire le nombre de lieux d'habitation manqués de façon chronique (Touray et al., 2016).



Empreintes des bâtiments pour produire une couche de données sur les lieux d'habitation.  
Crédit: The Bill & Melinda Gates Foundation et Vincent Seaman

dans 30 États où des données cartographiques et une infrastructure de SIG sont en place. Des milliers d'employés ont été formés, dont plus de 60 dans les agences nationales et les bureaux locaux de l'OMS, à l'utilisation des cartes et des logiciels.

### Enseignements tirés et futures étapes

La situation d'urgence de la transmission du PVS a réuni une vague de partenaires internationaux, de fonds et d'experts pour faire avancer les activités de cartographie et former des milliers de personnes à l'utilisation des cartes et des outils pour améliorer la microplanification. Le soutien du gouvernement à travers le groupe de travail présidentiel pour les efforts d'élimination de la poliomyélite et le comité directeur de haut niveau du SSV confère une légitimité à ces efforts.

La combinaison de cartes de base précises, d'imagerie satellite et du suivi des agents vaccinateurs permet d'identifier les lieux d'habitation manqués de façon chronique (voir le texte encadré). Bien que ces données ne fournissent pas de preuve directe de l'administration

de vaccins, elles permettent un bon suivi des activités pour s'assurer que tous les lieux d'habitation ont été visités par les équipes de vaccination.

Les bases de données des cartes géoréférencées collectées dans le cadre du projet GRID3 seront transférées à l'Agence nationale pour la recherche et le développement spatial (NASRDA) pour la maintenance et la coordination continues des données. Bien que la cartographie des circonscriptions sanitaires continue, les problèmes de sécurité de certaines régions ne permettent pas la prestation des services de vaccination, encore moins la mise en œuvre d'activités de cartographie détaillées. Ces zones continueront d'être « hors carte » et les enfants qui y vivent non vaccinés jusqu'à ce que les activités du secteur de la santé puissent fournir des services dans ces zones. Le Nigéria est toujours confronté au problème des épidémies déclenchées par le poliovirus dérivé du vaccin, en plus des épidémies de rougeole et à la nécessité d'améliorer les services et la couverture de vaccination de routine des enfants.

# Myanmar

L'utilisation des données et des technologies géospatiales pour la planification de la vaccination au Myanmar s'appuie sur l'octroi d'une fonction géospatiale au système d'information sanitaire dans le cadre de la mise en œuvre du plan national de développement sanitaire 2017-2021. Le processus de création d'un SIG géospatial a commencé à l'initiative du Département de la santé publique (DOPH), du ministère de la Santé et des Sports, avec le soutien de la Banque asiatique de développement, de l'OMS et du Health Geolab Collaborative. Il a abouti au développement des capacités techniques pour la gestion et l'utilisation des données et technologies géospatiales au sein du ministère (Ebener et al., 2018).

Dans ce contexte, un examen du programme national de vaccination effectué en 2016 par le Programme central élargi de vaccination (cEPI) du Myanmar a révélé des lacunes dans les services destinés aux enfants des populations marginalisées, difficiles à atteindre et autres populations spéciales. Pour remédier à ces lacunes, et en coordination avec les efforts du programme pour numériser l'ensemble de la logistique des vaccins et des rapports de service, le cEPI a lancé un projet visant à utiliser les données et technologies géospatiales pour soutenir la microplanification ainsi que le processus de suivi et d'évaluation au Myanmar. Ce projet est issu des conclusions et recommandations de la réunion de 2016 sur l'amélioration de la couverture vaccinale et la réduction des inégalités : l'utilisation des SIG dans les programmes de vaccination (UNICEF, 2017) et le Guide sur l'utilisation des données et technologies géospatiales dans les programmes de vaccination : vue d'ensemble et considérations relatives à la gestion pour le renforcement au plan national (UNICEF, 2018a).

Grâce au soutien de l'UNICEF, un premier projet pilote d'utilisation des données géospatiales dans le programme de vaccination couvrant le canton de Taungdwingyi dans la région de Magway a été achevé entre décembre 2017 et mars 2018 (UNICEF, 2018b). L'objectif était d'illustrer les avantages de l'utilisation des données et des technologies géospatiales, de renforcer les capacités techniques, de documenter l'impact d'une telle utilisation et de plaider en faveur du soutien d'un déploiement national progressif par le ministère de la Santé et des Sports.

## Faits marquants au Myanmar

- L'intégration de la technologie géospatiale au SIS avec le Département de la Santé du ministère de la Santé et des Sports a fourni un environnement favorable et une capacité technique de base pour le programme de vaccination.
- Une expansion progressive avec une recherche sur la mise en œuvre intégrée vise à garantir la pérennité du processus, son alignement sur les priorités nationales et l'intégration des changements nécessaires avant le déploiement national.

Sur la base des expériences et du succès de ce premier projet pilote, le cEPI a décidé de mener un deuxième projet pilote étendu couvrant la région de Yangon, qui avait déjà été prise en compte comme l'un des domaines clés pour le soutien au renforcement du système de santé de Gavi, l'Alliance du Vaccin. Ce projet pilote étendu s'est déroulé entre juillet 2018 et mars 2019 avec, pour objectif, la mise à jour de la liste de base des établissements de santé, l'établissement de la liste de base des communautés du PEV et des sites de vaccination, et l'identification des méthodes de délimitation des communautés du PEV pour cinq municipalités prioritaires ainsi que développer et utiliser un tableau de bord de SIG en ligne et des cartes papier pour soutenir la microplanification dans ces mêmes municipalités prioritaires.

Le projet est maintenant entré dans la première phase du déploiement national couvrant le reste des municipalités de la région de Yangon ainsi que son extension à l'État de Kayah, en s'appuyant sur les enseignements tirés et les méthodes développées au cours des phases pilotes. En parallèle et avec l'objectif de constitution d'une base de données factuelles pour éclairer les stratégies pour les phases ultérieures du déploiement national, en mars 2019, le cEPI, avec le soutien de l'UNICEF et de Gavi, a lancé un projet de recherche sur la mise en œuvre avec les objectifs spécifiques suivants : (1) évaluer les obstacles et développer des stratégies pour le déploiement opérationnel des solutions techniques requises pour la collecte de

données géospatiales et la production de cartes à l'échelle nationale, (2) explorer l'acceptabilité et la facilité d'utilisation des cartes du SIG pour la microplanification opérationnelle de la vaccination par les agents de santé de première ligne, et enfin (3) documenter l'impact de l'utilisation des cartes du SIG sur l'efficacité du processus de microplanification dans les municipalités où celles-ci ont été déployées lors des campagnes de vaccination fin 2019. Ce projet est toujours en cours et devrait être achevé fin 2020.

### Conclusions et résultats des phases pilotes

À la suite de l'essai au niveau municipal de Taungdwingyi, les rôles et responsabilités essentiels au niveau central et au niveau des municipalités ont été établis pour la collecte et la gestion des données géospatiales, ainsi que la production de cartes, y compris le renforcement de la coordination entre le programme cEPI et le DOPH sur les exigences en matière de partage des données géospatiales. Le personnel du PEV au niveau central et au niveau des municipalités a amélioré ses capacités de gestion et d'utilisation des données et technologies géospatiales afin d'appuyer la microplanification de la vaccination. Les responsables du PEV et les parties prenantes du ministère de la Santé et des Sports ont été informés des avantages des données et technologies géospatiales pour le processus de microplanification et ont apporté leur soutien politique à l'extension du processus au reste du pays.

Grâce à cet élan technique et politique initial, la mise en œuvre du projet pilote étendu a abouti à des définitions normalisées pour les différents objets géographiques pertinents pour le processus de microplanification (établissement de santé, communauté du PEV, site de vaccination), y compris la normalisation et l'élaboration de procédures normales d'exploitation claires pour la collecte de données. Le processus de microplanification a bénéficié de l'intégration des dimensions géographiques et temporelles et de la mise au point des solutions de SIG sélectionnées telles que l'imagerie par télédétection pour l'identification des bâtiments, les tableaux de bord de SIG pour la délimitation des circonscriptions sanitaires et la collecte de données pour la production de cartes en ligne et sur papier. Ces cartes ont été produites et mises à disposition fin 2019 pour la planification des campagnes de vaccination dans cinq municipalités cibles.

Les observations des améliorations du processus de microplanification après la municipalité et les projets pilotes étendus ont démontré une meilleure identification

des communautés manquées lors de l'examen du tableau de bord du SIG sur les circonscriptions sanitaires, ce qui a conduit à une mise à jour des limites des circonscriptions hospitalières. Des emplacements améliorés de sites de proximité ont été identifiés pour les zones présentant des lacunes en ce qui concerne le service, révélées par l'affichage des sites de proximité existants et la répartition des lieux d'habitation détectés grâce à l'imagerie satellite dans les tableaux de bord de SIG en ligne.

Afin de renforcer la base de données probantes, la conception de la recherche sur la mise en œuvre est désormais intégrée au projet d'expansion afin de résoudre les problèmes et d'identifier les domaines d'amélioration de la collecte de données et du flux de production de cartes, de surmonter les obstacles à l'utilisation opérationnelle des cartes et d'évaluer l'impact du processus de microplanification sur l'efficacité. En intégrant les questions de recherche opérationnelle dans les plans de travail du projet, les résultats permettent d'alimenter directement le processus décisionnel à chaque étape de la mise en œuvre. Cette approche de programmation fondée sur des données probantes est dirigée par le cEPI avec le soutien de l'UNICEF et de Gavi, l'Alliance du Vaccin.

### Défis et futures étapes

L'application de la technologie géospatiale au processus de microplanification a nécessité l'introduction de nouveaux concepts, termes, méthodes, outils et procédures normales d'exploitation qui devaient être absorbés par le programme de vaccination à tous les niveaux. L'amélioration des stratégies pour garantir le respect des procédures normales d'exploitation par les employés et responsables de tous les niveaux pour la collecte, la gestion et l'utilisation des données est cruciale et constitue un défi permanent. Au niveau de la communauté, une certaine résistance a été présentée de la part des sages-femmes recueillant les données auprès de la population en raison de la charge de travail accrue du fait des communautés supplémentaires dans leurs circonscriptions sanitaires. Les sages-femmes impliquées dans la collecte de données à grande échelle sur le terrain ainsi que dans l'extraction manuelle de caractéristiques à partir d'images satellites (par exemple, lors d'événements Mapathon) nécessitent une mise au point et un nettoyage des données pour les rendre utiles au flux de travail du personnel du PEV. Les flux de travail de gestion sont en cours de révision et la possibilité d'ajout de méthodes d'extraction automatique ou semi-automatique des fonctionnalités est à l'étude.

La capacité technique et les compétences du personnel

# “ Les cartes créent un point d’entrée accessible et facile à comprendre pour discuter des problèmes ”

du programme de vaccination en ce qui concerne la gestion et l’utilisation des données et technologies géospatiales doivent être maintenues et continuer d’évoluer ; une dépendance excessive aux consultants externes pendant les phases pilotes pourrait être problématique pour le déploiement à l’échelle nationale si la capacité locale n’est pas améliorée. Dans le même temps, l’impact sur la charge de travail à tous les niveaux était un obstacle à son utilisation régulière ; des stratégies de réduction du fardeau grâce à une meilleure communication entre les gestionnaires et les agents de santé locaux sont à l’étude. Les acteurs politiques et les décideurs sont intéressés par le rapport coût-efficacité des interventions du SIG pour éclairer les plans de déploiement national, y compris les stratégies de réduction des coûts par l’externalisation d’une partie du soutien technique requis pour la formation des agents de santé au niveau du district.

Ces défis seront explorés en détail à travers les processus de recherche sur la mise en œuvre. En outre, la documentation des expériences et des enseignements tirés pourrait éclairer les approches de mise en

œuvre de la technologie géospatiale pour la vaccination dans d’autres pays.

## Facteurs favorables

Les projets pilotes et la première phase du déploiement national ont suivi un processus bien planifié et systématique qui a bénéficié de l’intégration de la technologie géospatiale au SIS au sein du ministère de la Santé et des Sports ainsi que de l’utilisation de la géographie comme l’un des éléments fondamentaux du plan national de développement sanitaire 2017-2021. Grâce à ce processus et au leadership du DOPH, les décideurs du ministère ont pu visualiser et comprendre le pouvoir de la géographie en tant que science, des données géospatiales en tant que contenu et des technologies géospatiales en tant qu’outils susceptibles d’appuyer la mise en œuvre de programmes de santé, y compris la vaccination.

Les projets pilotes échelonnés et le processus d’expansion ont permis aux planificateurs et aux concepteurs d’anticiper sur les problèmes auxquels la mise à l’échelle sera confrontée et de les résoudre, mais aussi d’améliorer les méthodes et les processus utilisés tout au long du processus.

# Cameroun

Une épidémie de polio au Cameroun en 2013 a attiré l'attention sur l'état des cartes du système de santé et a déclenché le plan ambitieux de création de cartes numériques des ressources en santé de l'ensemble du pays (Rosencrans et al., 2017). Le ministère de la Santé s'est inspiré du succès de la cartographie de l'initiative de lutte contre la poliomyélite au Nigéria voisin et a participé à une visite d'échange à Kano, au Nigéria, pour s'informer de leurs projets de cartographie de SIG réussis (Nafundi, 2016). Avec le soutien du CDC, de l'OMS, de Nafundi, d'eHealth Africa et de la Bill & Melinda Gates Foundation, la cartographie des 189 districts sanitaires et des circonscriptions hospitalières correspondantes a été lancée en décembre 2015.

Les images satellites haute résolution avec extraction de caractéristiques automatisée (utilisant l'intelligence artificielle pour identifier les caractéristiques intégrées dans les images satellites) ont été complétées par une collecte de données sur le terrain. Une équipe centrale de 14 cartographes SIG et cartographes généraux a coordonné les responsables de collecte de données au niveau du district, équipés de smartphones et de formulaires de collecte de données ODK normalisés. Les responsables de la collecte de données au niveau du district étaient encadrés par des dirigeants communautaires locaux dans chaque circonscription sanitaire qui pouvaient les orienter vers des établissements de santé, des écoles, des lieux d'habitation et des lieux d'intérêt pour la collecte de coordonnées géographiques. Après un projet pilote de deux jours dans un district, la majeure partie de la collecte de données s'est déroulée sur l'ensemble du comté en cinq jours. Au total, 400 responsables de la collecte de données ont soumis plus de 75 000 formulaires de collecte de données mobiles en une semaine, y compris les limites actualisées de circonscriptions sanitaires (Rosencrans et al., 2017; Nafundi, 2016).

Une fois passé le cap difficile de la collecte initiale de données, les étapes ultérieures de nettoyage des données et de création de cartes numériques ont duré deux mois supplémentaires (Rosencrans et al., 2017). En novembre 2017, les nouveaux fichiers de formes de

## Faits marquants au Cameroun

- L'expérience au Cameroun démontre que les données de base des cartes du système de santé peuvent être recueillies et stockées en peu de temps grâce à une coordination et une coopération entre les agences.
- L'intégration des cartes sanitaires et du DHIS2 à une stratégie de santé numérique sous-jacente garantit la durabilité et une utilisation optimale pour les gestionnaires.

toutes les circonscriptions hospitalières ont été importés et intégrés dans le SIS national, construit sur la base du DHIS2 (Système National d'Information Sanitaire). Un système de formation en cascade a commencé en mars 2016 sur la cartographie des données de vaccination avec le nouveau système, y compris la couverture vaccinale de la poliomyélite, la couverture de la vaccination de routine et la surveillance post-campagne (Rosencrans et al., 2017). Des ateliers et des sessions de renforcement des capacités ont permis de former plus de 2 000 agents de santé à l'utilisation du DHIS2 avec l'intégration de cartes SIG d'ici fin 2017.

## Enseignements tirés et futures étapes

Le rapide déploiement des équipes coordonnées de responsables de collecte de données sur le terrain a jeté les bases d'un SIS géospatial. Grâce au renforcement des capacités qui a accompagné les activités de cartographie, le ministère de la Santé a élargi et mis à profit l'expérience du SIG pour mettre en œuvre la collecte de données mobile pour la surveillance de la poliomyélite (Nafundi, 2016). L'actualisation des limites des circonscrip-

7 Lien vers le SIS du ministère de la Santé du Cameroun avec des cartes mises à jour : <http://cis-minsante.cm>

**“ L’utilisation de la géographie comme dimension unificatrice dans le système national d’information sanitaire est à la base de changements puissants qui peuvent avoir un impact sur la mise en œuvre des programmes de vaccination et contribuer à l’augmentation du nombre d’enfants entièrement vaccinés dans le monde. ”**

tions sanitaires profitera aux futures activités de microplanification en ce qui concerne la prestation des services de vaccination contre la polio et la vaccination de routine.

Cette expérience au Cameroun présente également des preuves sur la façon dont la qualité des activités de cartographie numérique peut être améliorée avec l’aide des partenaires ; la Bill & Melinda Gates Foundation a fourni un financement externe tandis que le gouvernement et les partenaires locaux de l’OMS et du CDC ont fourni le personnel, l’équipement et l’assistance technique nécessaires à la cartographie de plus de 75 % des établissements (entretien avec les principaux informateurs).

Les activités et les systèmes de collecte de données continue, de mise à jour de la liste de base des établissements de santé et de la liste de base des lieux d’habitation sont intégrés dans la stratégie de santé numérique 2020-2024 ainsi qu’à une formation supplémentaire sur l’intégration des cartes DHIS2/SIG, la gestion des données et l’utilisation de la plate-forme Web dans tous les établissements de santé. Ces plans d’action sont soutenus par le leadership et la gouvernance qui fournissent le cadre politique, juridique et institutionnel nécessaire à ces cartes sanitaires numériques pour demeurer des outils utiles et valables pour le système de santé (ministère camerounais de la Santé publique, 2020).

## ① Enseignements tirés

La puissance des données et technologies géospatiales appliquées tout au long du cycle de la vaccination est amplifiée lorsque des couches de données sont liées dans un système capable de fournir une vue d'ensemble et une analyse complètes des programmes de vaccination. L'ensemble est supérieur à la somme de toutes les parties, une synergie n'étant possible que lorsque toutes les couches de données évoquées dans les huit cas d'utilisation sont liées à la géographie en tant que dimension unificatrice. Un système intégré permet aux gestionnaires de programme de vaccination de visualiser des données sur la couverture du programme, de faciliter la prise de décision et le plaidoyer, et de hiérarchiser et d'allouer des ressources pour une action ciblée afin d'améliorer l'impact global du programme. Une fois établi, un programme de vaccination amélioré et géospatial peut servir de base aux systèmes d'approvisionnement et améliorer l'accès à d'autres services de santé.

L'absence de ces systèmes de vaccination géospatiaux dans de nombreux PRFI est en partie justifiée par le dévouement et l'investissement à long terme requis de la part de toutes les parties prenantes, des gouvernements nationaux, de la direction infranationale et des partenaires internationaux pour le développement d'un système efficace et durable. L'engagement à mettre en œuvre une initiative nationale de collecte, de maintenance et d'utilisation des données géoréférencées nécessite un leadership national avec une équipe collaborative de parties prenantes possédant la motivation, les outils et les connaissances nécessaires pour concevoir et gérer les activités de collecte de données. Un environnement politique clair, une gouvernance, un plan d'action et des ressources durables constituent le fondement de l'intégration de la géographie et du temps dans les systèmes d'information sanitaire. Le processus sous-jacent, ainsi que les outils et les étapes nécessaires à la réussite de la mise en œuvre d'un tel système sont décrits dans les directives et les boîtes à outils créées par le Health GeoLab Collaborative, la Banque asiatique de développement et l'UNICEF (Health GeoLab Collaborative, 2018; UNICEF, 2018a).



Crédit: The Bill & Melinda Gates Foundation and Vincent Seaman

Une fois établis, les systèmes d'information sanitaire géospatiaux constituent de puissants outils de plaidoyer pour les décideurs au niveau national et les gestionnaires au niveau infranational. La puissance visuelle de la carte à elle seule peut donner vie aux tableaux et aux listes de données avec des modèles spatiaux et des zones évidentes à faible couverture ou comportant des lieux d'habitation manqués. La présentation des données sur la vaccination dans l'espace et dans le temps, avec les progrès et les changements résultant du ciblage des ressources, peut permettre de démontrer aux décideurs politiques et aux décideurs généraux la valeur de l'investissement dans la gestion et l'utilisation des données et technologies géospatiales dans la vaccination. Les cartes créent un point d'entrée accessible et facile à comprendre pour discuter des questions qui posent problème ; la construction d'analyses spatiales, de modélisation et de composants de données temporelles en plus de la simple visualisation spatiale crée des outils décisionnels puissants et exploitables.

Pour atteindre les objectifs d'équité en matière de santé, il est nécessaire de disposer de meilleures données sur l'emplacement des personnes et l'emplacement des services de santé destinés à les soutenir. Les objectifs

stratégiques de Gavi, les objectifs mondiaux liés à la santé et le programme global de santé mondiale pour la réalisation de la couverture de santé universelle ont tous des cibles spécifiques liées à l'équité basée sur la géographie et le statut socio-économique. Un système de santé intégré avec la géographie comme base de collecte et d'analyse des données entre les secteurs peut garantir la révélation des disparités géographiques et socio-économiques, celles-ci n'étant plus masquées par l'agrégation géographique. Les technologies géospatiales appliquées aux programmes de vaccination peuvent fournir des preuves sur les disparités infranationales pour un meilleur soutien de l'allocation ciblée des ressources et des stratégies adaptées afin d'améliorer l'équité en matière de couverture.

L'utilisation efficace des données et technologies géospatiales dans les programmes de vaccination peut promouvoir l'équité en améliorant l'identification des enfants zéro dose dans les lieux d'habitation manqués de façon chronique, les zones difficiles d'accès, les hameaux temporaires et les communautés nomades. La possibilité de cartographier tous les lieux d'habitation et hameaux, y compris ceux des zones marginalisées, garantit que ces lieux d'habitation sont « sur la carte » et qu'ils doivent être

## Enseignements tirés du renforcement des capacités

**Niveau national :** La participation de quelques experts techniques du SIG est nécessaire pour concevoir et maintenir l'infrastructure technologique et convertir les données brutes en applications utiles pour les gestionnaires nationaux et infranationaux. Un investissement accru dans la formation, l'embauche et la fidélisation d'experts locaux est encouragé. Les collèges et universités des pays cibles doivent favoriser les connaissances et les compétences requises pour utiliser la technologie SIG pour les professionnels de la santé publique et de la médecine.

**Niveau provincial ou de district :** Le personnel doit pouvoir utiliser efficacement les appareils GPS et les formulaires de collecte de données, mais également mettre en œuvre des protocoles normalisés pour la gestion des données, la validation et la mise à jour régulière des informations dans le système. Le personnel infranational doit pouvoir utiliser ces outils pour la planification et le suivi des programmes.

**Niveau des établissements de santé locaux :** Le personnel impliqué dans la collecte des données géospatiales doit avoir des relations ouvertes et fiables avec les communautés vulnérables, mobiles et difficiles à atteindre afin de faciliter la collecte des données dans tous les lieux d'habitation. Le processus de développement et d'interprétation des cartes et données SIG doit être intégré au flux de travail et aux capacités de l'infrastructure technologique existantes afin de maximiser la planification et la prise de décision fondée sur les données.



Crédit: The Bill & Melinda Gates Foundation et Vincent Seaman

pris en compte dans la planification des programmes de sensibilisation, de campagne et de routine. L'utilisation de la technologie SIG peut permettre aux gestionnaires d'inclure tous les lieux d'habitation dans le processus de planification afin d'atteindre chaque enfant avec des vaccins vitaux.

L'utilisation des données et technologies géospatiales pour l'élimination de la poliomyélite représente le plus grand investissement et développement de programmes de vaccination géospatiaux à ce jour. L'engagement politique

et les investissements multilatéraux visant à éliminer la transmission du poliovirus sauvage ont été l'un des principaux moteurs de l'introduction d'outils compatibles au SIG au cours de la dernière décennie. Les exécutants sont conscients qu'une crise offre souvent l'occasion d'introduire de nouveaux systèmes dans un programme de pays déjà établi. La maintenance continue de ces systèmes d'information géospatiaux et le transfert de connaissances et de compétences aux programmes de vaccination constitueront un défi pour l'avenir.

# Qu'est-ce qui s'est mal passé ?

À partir des histoires et des expériences des exécutants et des experts du domaine des technologies géospatiales appliquées à la vaccination, les informations recueillies pour cet examen peuvent fournir quelques exemples de ce qu'il ne faut pas faire dans ces programmes.

Engagement insuffisant du gouvernement	Contrôle autoritaire	Priorisation de la technologie	Technologie surdimensionnée
<p>Les outils et technologies de SIG mis en œuvre dans le cadre d'une initiative financée par des donateurs sans adhésion sincère des décideurs nationaux</p>	<p>Utiliser un système de suivi des agents vaccinateurs dans le cadre d'un programme punitif d'humiliation, de singularisation des mauvaises performances ou dans un contexte de corruption et de manipulation de données</p>	<p>Le SIG est considéré comme une solution miracle rapide à tous les problèmes du programme de vaccination</p>	<p>Tableau de bord d'interface utilisateur trop surchargé en données et non fonctionnel avec les capacités Internet et informatiques actuelles des PRFI</p>
<p><b>Qu'est-ce qui peut mal tourner ?</b></p>			
<p>Les données recueillies ou estimées dans le cadre des activités de cartographie menées par les donateurs sont considérées comme des données externes et n'ont pas la confiance des bureaux nationaux de statistiques ou des gestionnaires de santé. En conséquence, les mécanismes améliorés de prise de décisions rendu possible par les systèmes géospatiaux ne font pas partie du flux de travail normal, n'interviennent pas dans la planification à long terme et ne sont pas maintenus ni mis à jour une fois le financement des donateurs terminé.</p>	<p>Les agents vaccinateurs dont les mouvements ont été suivis pendant les heures de travail peuvent saboter l'appareil afin d'éviter d'avoir à se rendre dans des endroits difficiles ou indésirables, ou pour masquer leurs mauvaises performances qui ne répondent pas aux niveaux cibles. Dans les systèmes où les taux de vaccination ont été artificiellement gonflés pour maintenir les objectifs de performance, un système de suivi de la mobilité peut revêtir l'aspect d'une punition ou révéler des informations supplémentaires auxquelles le personnel n'est pas prêt à faire face.</p>	<p>Les systèmes de collecte de données et de technologie géospatiale sont introduits sans consensus ni orientation sur l'utilisation et la maintenance prévues. Les données collectées sont de mauvaise qualité et ne sont pas utilisées pour la prise de décisions parce que le personnel n'a pas reçu la formation sur le système ou n'a pas l'expérience de celui-ci. La technologie finit par amplifier les lacunes de la structure de programme sous-jacent au lieu de résoudre les problèmes.</p>	<p>Le temps et les efforts consacrés au développement d'un tableau de bord utilisateur sont réduits à néant si celui-ci ne peut pas être utilisé dans le contexte local. Les données et l'analyse ne seront pas utiles à la prise de décisions locales.</p>
<p><b>Comment éviter cette erreur ?</b></p>			
<p>Amener les gouvernements intéressés à corriger les lacunes des programmes de vaccination à considérer la technologie géospatiale comme une solution à long terme disponible dans le contexte d'une stratégie numérique établie et d'une vision pour la viabilité à long terme dans le pays. Favoriser des partenariats significatifs et le renforcement des capacités des parties prenantes nationales pour instaurer une véritable confiance envers les méthodes impliquées et une compréhension de celles-ci.</p>	<p>Le système de supervision sous-jacent doit être construit sur la coopération et un effort d'équipe en vue de l'amélioration du programme avec le consentement éclairé et des mesures de protection des données personnelles. Intégrer les meilleures pratiques en matière de confidentialité et de sécurité lors de la mise en œuvre de systèmes de suivi des technologies géospatiales (voir Berman et al., 2018, Considérations éthiques de l'UNICEF lors de l'utilisation des technologies géospatiales pour la génération de preuves en vue d'une orientation détaillée sur les meilleures pratiques).</p>	<p>Ne pas oublier que le SIG est un moyen pour atteindre une finalité et qu'il doit être considéré comme l'un des outils de résolution des problèmes existants disponibles. Toute initiative visant à utiliser les technologies géospatiales doit être axée sur les personnes, les systèmes sous-jacents et les priorités des programmes, et non sur la technologie elle-même.</p>	<p>Concevoir et construire des systèmes utiles pour l'état actuel des besoins des utilisateurs prévus et la capacité des infrastructures. Élaborer les solutions avec les personnes et les communautés qui utiliseront et bénéficieront de la technologie et des systèmes de conception pour maximiser les avantages dans ce contexte.</p>

## ○ Défis et lacunes

La plupart des principaux informateurs mentionnent le besoin immédiat d'une collecte de données primaires, de ressources en santé et d'autres couches de données de base constituant la base de tout programme de données géospatiales. Cet effort nécessite une planification à long terme, une méthodologie détaillée et des investissements dans les ressources humaines et les équipements. De nombreux programmes désirent utiliser l'analyse et la modélisation géospatiales pour améliorer la planification et le suivi des programmes, mais négligent l'investissement dans le processus à long terme et bien souvent aussi dans le processus complexe qu'est l'établissement des bases d'une bonne gestion des données. Des conseils pratiques sont nécessaires pour les pays qui souhaitent se lancer dans la cartographie et la collecte de données sur les ressources en santé et intégrer les données et technologies géospatiales dans le processus de microplanification.

Jusqu'à présent, les efforts visant à utiliser les technologies géospatiales pour la vaccination ont été largement déconnectés, fonctionnant en silos et souvent en parallèle avec d'autres projets de cartographie d'autres services ou programmes de santé. Les agences internationales peuvent financer plusieurs projets de cartographie géospatiale dans un même pays, un pour la vaccination et un autre pour la santé maternelle, par exemple. Sans un cadre de gouvernance solide pour guider la gestion, l'accès et l'utilisation des données géospatiales, les partenaires internationaux doivent suivre les lignes directrices courantes, un cadre de coopération et même élaborer une stratégie d'investissement à long terme dans le processus.

Il existe même un décalage entre l'initiative pour l'éradication de la poliomyélite, qui a massivement investi dans les systèmes géospatiaux dans les endroits où sévit le poliovirus sauvage, et les services de vaccination de routine dans un même pays. Les ressources développées et dédiées à l'effort d'éradication de la polio, y compris les systèmes de collecte et de suivi des données géospatiales, les ressources humaines, les cycles de notification et de rétroaction, sont mises en place pour maintenir la qualité et suivre les progrès de l'administration, de la portée et de la couverture du

vaccin contre la polio. Alors que les efforts d'éradication de la poliomyélite progressent et approchent de la « phase finale », il sera important de disposer d'un système et d'un mandat pour le transfert de ces outils, ensembles de données et investissements destinés à aider les systèmes nationaux du PEV à tirer partie des technologies de données géospatiales dans la vaccination de routine (Michael et al., 2017).

Le cycle des projets à durée déterminée gérés de l'extérieur qui introduisent de nouvelles solutions technologiques contribue à l'échec courant des programmes après la fin du financement et le réalignement des priorités nationales. La plupart des projets pilotes, des études de faisabilité et des descriptions d'utilisation programmatique des SIG ne sont pas fondés sur un cadre de politiques, de stratégies et d'engagement national en faveur d'un système d'information sanitaire géospatial. Les gouvernements nationaux ne ressentent pas souvent d'appropriation envers les données produites parce qu'ils n'ont pas été impliqués dans le processus ou que le projet ne figure pas parmi leurs priorités. Afin de renforcer cette appropriation, des expériences réussies ont montré qu'il est impératif d'intégrer les technologies géographiques dans les cycles de planification à long terme du ministère de la Santé (à savoir, les plans nationaux de développement sanitaire) pour garantir l'appropriation, la disponibilité à long terme des ressources dédiées, et le partage et la réutilisation des données dans le secteur de la santé. Voir le Guide 2017 de l'UNICEF sur l'utilisation des données et technologies géospatiales dans les programmes de vaccination pour les étapes et orientations relatives à la création d'une base durable pour un SIS géospatial.

Cet examen a révélé que de nombreuses expériences de mise en œuvre de projets n'ont pas été partagées, documentées ou rendues publiques. Il faut encore plus de temps et de ressources pour privilégier la documentation des leçons, des réalisations et des résultats de recherche quantifiables pour la future mise en œuvre des données et technologies géospatiales, mais aussi pour documenter et partager les expériences des initiatives achevées ou en cours.

# Utilisation des technologies géospatiales pour la programmation de la vaccination

<b>Effets sur la santé</b>	Réduction de l'invalidité et de la mortalité infantiles dues aux maladies évitables par la vaccination		
<b>Impact de la vaccination</b>	≥ 80 % des enfants entièrement immunisés dans tous les districts et une couverture équitable dans tous les sous-groupes de population sur la base de différences géographiques, socio-économiques et culturelles		
<b>Amélioration des campagnes de vaccination et des programmes de vaccination de routine</b>			
<b>Résultat de vaccination</b>	Augmentation du nombre d'enfants vaccinés grâce à une meilleure définition des cibles	↑ Optimisation de la répartition des ressources de vaccination et de la localisation des services	↑ Amélioration de la qualité, de la promptitude et de la perception des services de vaccination avec une couverture équitable entre les communautés
<b>Données géospatiales et Sorties technologiques</b>	Meilleure identification des enfants zéro dose et sous-vaccinés grâce à une microplanification et une identification plus précises des lieux d'habitation manqués pour la mise en œuvre d'une stratégie de vaccination appropriée	Amélioration de la planification et de l'allocation des ressources de vaccination grâce à une utilisation accrue des données géospatiales, de l'analyse et de la visualisation	Amélioration de la prestation des services grâce à une meilleure planification, une meilleure surveillance et un meilleur suivi des activités de vaccination pour une identification rapide des problèmes et des mesures correctives
<b>Données géospatiales et Apports technologiques</b>	Production et mise à jour régulière des cartes numériques pour la planification des circonscriptions sanitaires sur la base de la cartographie des ressources en santé à travers un processus participatif impliquant le personnel de santé local pour la cartographie des ressources de vaccination	Optimisation de la distribution des ressources (ressources humaines, financement, vaccins et fournitures) sur la base d'une répartition plus précise de la population cible et de l'identification des lacunes en matière de couverture et d'accessibilité des services de vaccination grâce à une analyse de l'accessibilité géospatiale et à une modélisation de la couverture	Suivi de l'emplacement des activités des agents vaccinateurs, des séances de vaccination, de la supervision et de l'allocation des ressources financières
<b>Fondations des données géospatiales et vaccination</b>	<p><b>Cartographie des ressources en santé (fondamentales) :</b> Élaborer et tenir à jour des listes de base et des normes de données pour les établissements de santé, les sites d'administration de la vaccination et la chaîne du froid, les lieux d'habitation, les infrastructures, les limites des circonscriptions sanitaires et autres objets géographiques de base</p> <p><b>Estimation de la population (éléments essentiels) :</b> Générer et utiliser des estimations précises de la population (densité et distribution humaines) pour établir des cibles (dénominateurs) pour la planification des programmes de vaccination</p> <p><b>Analyse et modélisation de l'accessibilité et de la couverture, et planification et suivi de la surveillance (le cas échéant) :</b> Se servir de la modélisation pour comprendre l'accessibilité géographique des services, la distribution des vaccins et la couverture vaccinale en lien avec des données (via le SIS, l'IHRIS et l'eLMIS) sur les maladies évitables par la vaccination et les MAPI</p>		
<b>Catalyseurs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Structure de gouvernance du système d'information couvrant les données et les technologies géospatiales</li> <li>• Politiques soutenant et faisant respecter la stratégie et la gouvernance, y compris l'accessibilité des données</li> <li>• Ressources humaines et financières nécessaires pour garantir une utilisation efficace et la pérennité des données géospatiales sur le long terme</li> </ul>		

## Conclusion

Il est évident que la gestion appropriée et l'utilisation des données et technologies géospatiales ont le potentiel d'améliorer la prestation des services de vaccination et donc, d'améliorer la couverture et l'équité. Les expériences et les rapports à ce jour montrent que l'utilisation efficace des données et technologies géospatiales dans un certain nombre d'approches de planification, de prestation de services et de suivi peut contribuer à la prise de décisions fondées sur les données, à la responsabilisation et aux améliorations dans l'atteinte de chaque enfant de chaque district par des services essentiels de vaccination. Pour continuer sur la lancée et étendre l'application des données et technologies géospatiales à l'avenir, les partenaires, les donateurs et les agences de mise en œuvre doivent s'engager à étendre la documentation, le partage d'expériences et les évaluations systématiques de l'utilisation des technologies géospatiales dans les programmes de vaccination, à mesurer les indicateurs de processus et les résultats de la couverture, mais également des impacts avérés sur l'équité, l'accessibilité, la faisabilité et l'utilisation des services. Les projets et expériences explorés dans cette analyse du paysage fournissent quelques enseignements qui peuvent être appliqués à mesure que l'utilisation de ces technologies s'intensifie à l'avenir. D'abord et avant tout, le SIG et les autres technologies de cartographie géospatiale doivent être considérés comme une seule classe d'outils disponibles pour répondre aux priorités, besoins et défis nationaux ; ils peuvent fournir de précieuses opportunités pour réduire certaines lacunes prioritaires pour la prestation des services de vaccination.

Les gouvernements et partenaires de mise en œuvre doivent effectuer des évaluations des besoins permettant d'identifier les priorités nationales et les lacunes dans la prestation de services qui peuvent être traitées efficacement avec des données et technologies géospatiales. Une fondation de gouvernance et de politiques peut guider la collecte et l'utilisation de données géoréférencées dans l'ensemble du système et doivent être privilégiées pour garantir la durabilité. L'intégration dans le SIS national peut contribuer à garantir une saisie efficace des données, à maximiser la prise de décisions basées sur les données et à bénéficier de l'investissement partagé dans les données géospatiales dans tous les programmes de santé et de

“ La combinaison de cartes du système de santé incluant les données démographiques réparties dans l'espace pour la microplanification peut libérer tout le potentiel nécessaire pour améliorer l'efficacité et la portée des services de vaccination. ”

développement à tous les niveaux de fonctionnement. L'accent doit être mis sur des évaluations solides des technologies géospatiales pour valider l'utilisation des données géospatiales en vue d'une mise à l'échelle plus large et plus répandue.

Il existe un élan et un potentiel d'utilisation efficace des données et technologies géospatiales en vue de l'amélioration de la couverture vaccinale et de l'équité, en particulier dans l'identification et la vaccination des

## “ La géographie et le temps sont à l'origine de l'épidémiologie et sont pertinents pour les programmes de vaccination pour le suivi, la notification et la réponse aux cas de maladies évitables par la vaccination rapportés. ”

enfants zéro dose et des enfants sous-vaccinés. Afin de réaliser des gains et des investissements positifs dans l'utilisation accrue des données et technologies géospatiales pour les programmes de vaccination, nous présentons les recommandations suivantes aux décideurs politiques, aux donateurs et aux partenaires de mise en œuvre en fonction du paysage existant et de l'état des connaissances dans ce domaine :

### Recommandations

1. Privilégier l'établissement des fondements d'un système géospatial et durable d'information sur la vaccination, y compris la gouvernance nationale, les politiques, l'allocation des ressources, le renforcement des capacités et les bonnes pratiques de gestion des données ;
2. Investir et promouvoir le renforcement de l'expertise technique nationale dans la gestion et l'utilisation des données et technologies géospatiales grâce à la collaboration avec les partenaires régionaux, les universités et les centres de recherche locaux, la formation intégrée et le renforcement des capacités locales en ce qui concerne les applications financées par les donateurs ;
3. Promouvoir l'utilisation des technologies géospatiales et des plates-formes d'outils appropriées, y compris des solutions ouvertes pour la gestion, la visualisation, l'analyse, la modélisation et le partage des données géospatiales au sein des secteurs et entre ceux-ci pour soutenir les programmes de vaccination ;
4. Résoudre les problèmes de confidentialité et de sécurité des données lors de l'utilisation des données et technologies géospatiales conformément aux meilleures pratiques mondiales et aux politiques nationales ;
5. Promouvoir l'utilisation des données et technologies géospatiales et des produits qu'elles génèrent comme outils de plaidoyer afin que les décideurs puissent voir le potentiel d'un système d'information géospatial sur la vaccination ;
6. Lors de l'évaluation de l'impact des technologies géospatiales sur les programmes de vaccination, il convient de ne pas adopter un cadre d'impact limité aux résultats de la couverture, mais plutôt une analyse complète de la variété des voies de changement, y compris la responsabilité, l'accessibilité, l'équité, le rapport coût-bénéfice/coût-efficacité et l'efficacité ;
7. Documenter et partager les expériences du programme et les enseignements tirés pour promouvoir l'utilisation accrue des données et technologies géospatiales dans le cadre des programmes de vaccination.

Ce paysage donne un aperçu de la gestion et de l'utilisation efficaces des données et technologies géospatiales en vue de l'amélioration de la prestation des services de vaccination en tant qu'investissement fondamental pour les pays qui s'efforcent d'améliorer la planification, la prestation et le suivi des activités de vaccination de routine et de campagne de routine afin qu'aucun enfant ne soit laissé pour compte en ce qui concerne les services de vaccination vitaux.

## Références

- AeHIN. 2017. Résumé de l'atelier pré-conférence du SIG Lab : Conférence sur la santé numérique, Naypyitaw, 7 mars 2017. [\[lien\]](#)
- Alegana, V.A., Atkinson, P.M., Pezzulo, C., Sorichetta, A., Weiss, D., Bird, T., Erbach-Schoenberg, E. et Tatem, A.J. 2015. Cartographie de bonne résolution des structures d'âge de la population en ce qui concerne les applications de santé et de développement. *Journal of The Royal Society Interface*. 12(105): 20150073. [\[lien\]](#)
- Ali, D., Levin, A., Abdulkarim, M., Tijjani, U., Ahmed, B., Namalam, F., Oyewole, F. et Dougherty, L. 2020. Une analyse coût-efficacité des approches de microplanification traditionnelles et géographiques encadrées par le système d'information pour la gestion des programmes de vaccination de routine dans le nord du Nigéria. *Vaccin*. 38 (6) : 1408-1415. [\[lien\]](#)
- Barau, I., Zubairu, M., Mwanza, M. N., & Seaman, V. Y. 2014. Amélioration de la couverture vaccinale contre la polio au Nigéria grâce à l'utilisation de la technologie des systèmes d'information géographique. *The Journal of infectious diseases*, 210(suppl\_1), S102-S110. [\[lien\]](#)
- Bawa, S., Shuaib, F., Saidu, M., Ningi, A., Abdullahi, S., Abba, B., Idowu, A., Alkasim, J., Hammanyero, K., Warigon, C. et Tegegne, S.G., 2018. Organisation des sessions de vaccination dans les zones difficiles d'accès pour lutter contre les zones réservoir potentielles de la poliomyélite, 2014-2015. *BMC santé publique*. 18 (4) : 1312. [\[lien\]](#)
- Berman, G., de La Rosa S., et Accone, T. 2018. Considérations éthiques lors de l'utilisation des technologies géospatiales pour la génération de preuves, Innocenti Document de travail 2018-02, Bureau de recherche de l'UNICEF - Innocenti, Florence. [\[lien\]](#)
- Bharti, N., Tatem, A.J., Ferrari, M.J., Grais, R.F., Djibo, A. et Grenfell, B.T. 2011. Expliquer les fluctuations saisonnières de la rougeole au Niger à l'aide de l'imagerie de l'éclairage nocturne. *Science*. 334(6061): 1424-1427. [\[lien\]](#)
- Bharti, N. et Tatem, A.J. 2018. Fluctuations des éclairages nocturnes anthropiques tirés de l'imagerie satellite de cinq villes au Niger et au Nigéria. *Données scientifiques*. 5(1): 1-9. [\[lien\]](#)
- Ministère camerounais de la Santé publique. 2020. Plan stratégique national pour la santé numérique 2020-2024. Consulté le 10 mars 2020. [\[lien\]](#)
- Chandir, S., Dharma, V. K., Siddiqi, D. A., & Khan, A. J. 2017. Faisabilité de l'utilisation d'un système mondial de suivi basé sur les communications mobiles (GSM) des agents vaccinateurs afin d'améliorer la couverture de la campagne de vaccination orale contre la poliomyélite dans le Pakistan rural. *Vaccin*, 35(37), 5037-5042. [\[lien\]](#)
- Clarke, A., Bliidi, N., Dahn, B., Agbo, C., Tuopileyi, R., Rude, M.J., Williams, G. S., Seid, M., Gasasira, A., Wambai, Z. et Skrip, L. 2019. Renforcement de la surveillance de la paralysie flasque aiguë après l'épidémie de maladie à virus Ebola 2015-2017 : expérience du Libéria. *The Pan African Medical Journal*. 33(Suppl 2). [\[lien\]](#)
- Cole, L. 2019. Vérités fondamentales : à la recherche des cartes manquantes. *Géographique*. 90 (7) : 10. [\[lien\]](#)
- Collins, T. et Eldon, J. 2019. Enseignements tirés de l'utilisation des technologies de l'information dans les programmes de vaccination : l'importance de l'apprentissage flexible. Document détaillé sur la santé de Mott MacDonald International. Mars 2019. [\[lien\]](#)

## Références (continué)

- Dougherty, L., Abdulkarim, M., Mikailu, F., Tijani, U., Owolabi, K., Gilroy, K., Naiya, A., Abdullahi, A., Bodinga, H., Olayinka, F. et Moïse, I. 2019. Des cartes papier aux cartes numériques : améliorer la microplanification de la vaccination de routine dans le nord du Nigéria. *BMJ global health*, 4(Suppl 5): e001606. [\[lien\]](#)
- Ebener, S., Verzilli, M., Payne, J. et Teesdale, S. 2017. SIS à envergure géospatiale : Orientations sur la création d'un registre géospatial commun pour l'hébergement, la gestion, la mise à jour et le partage simultanés des listes de base essentielles à la santé publique. [\[lien\]](#)
- Ebener, S., Roth, S., et Khetrapal, S. 2018. Renforcement des capacités des systèmes d'information sanitaire géospatiaux : Soutenir des services de santé équitables et le bien-être de tous. Document d'information de la BAD. Février 2018. [\[lien\]](#)
- eHealth Africa. 2019a. L'importance des données de surveillance de haute qualité de la PFA dans la lutte pour l'éradication de la polio. 22 février 2019. Site Web consulté le 13 février 2020 [\[lien\]](#)
- eHealth Africa. 2019b. Le passage au numérique améliore la surveillance des maladies en Sierra Leone. 24 juin 2019. Site Web consulté le 19 février 2020 [\[lien\]](#)
- Eros, E et Schmeltzer, A. 2017. Arrêter les boutons : Vaccinations contre la rougeole au Malawi. 10 août 2017. Site Web consulté le 11 février 2020 [\[lien\]](#)
- Gammino, V.M., Nuhu, A., Chenoweth, P., Manneh, F., Young, R.R., Sugerman, D.E., Gerber, S., Abanida, E. et Gasasira, A. 2014. Utilisation de systèmes d'information géographique pour suivre les performances de l'équipe de vaccination contre la polio : rapport sur le projet pilote. *The Journal of infectious diseases*, 210(suppl\_1): S98-S101. [\[lien\]](#)
- Gething, P., Tatem, A., Bird, T., et Burgert-Brucker C.R. 2015. Création de surfaces d'interpolation spatiale avec des données de l'EDS—Rapports d'analyse spatiale de l'EDS n° 11. Rockville, Maryland, États-Unis : ICF International. [\[lien\]](#)
- Ghiselli, M.E., Wilson, I.N., Kaplan, B., Waziri, N.E., Sule, A., Ayanleke, H.B., Namalam, F., Tambuwal, S.A., Aliyu, N., Kadi, U. et Bolu, O. 2019. Comparaison des résultats du microrecensement de la circonscription hospitalière de Magarya, zone du gouvernement local de Wurno, État de Sokoto, Nigéria, avec d'autres sources de données de dénominateur. *Données*. 4(1): 20. [\[lien\]](#)
- GISCorps. 2018. Des bénévoles participent au mapathon organisé par l'OMS et les CDC : 309 volontaires multiagences. Site Web consulté le 11 février 2020 [\[lien\]](#)
- Haskew, J., Kenyi, V., William, J., Alum, R., Puri, A., Mostafa, Y. et Davis, R., 2015. Utilisation des technologies de l'information mobiles lors de la planification, de la mise en œuvre et de l'évaluation d'une campagne contre la polio au Soudan du Sud. *PloS one*. 10 (8). [\[lien\]](#)
- Health GeoLab Collaborative. 2018. Boîte à outils du SIS à envergure géospatiale, Version 1. [\[lien\]](#)
- Higgins, J., Adamu, U., Adewara, K., Aladeshawe, A., Aregay, A., Barau, I., Berens, A., Bolu, O., Dutton, N., Iduma, N. et Jones, B. 2019. Recherche d'établissements habités et suivi des progrès de la vaccination : application d'une analyse d'imagerie par satellite pour guider la réponse vaccinale à la confirmation d'une transmission endémique de poliovirus sauvage non détectée et en cours dans l'État de Borno, au Nigéria. *International journal of health geographics*. 18(1): 11. [\[lien\]](#)

## Références (continué)

- Kamadjeu, R. 2009. Suivi du virus de la polio sur le fleuve Congo : une étude de cas sur l'utilisation de Google Earth™ dans la planification et la cartographie de la santé publique. *International journal of health geographics*, 8(1), 4. [\[lien\]](#)
- Kazi, A.M., Ali, M., Ayub, K., Kalimuddin, H., Zubair, K., Kazi, A.N., Artani, A. et Ali, S.A. 2017. Rapports géospatiaux pour le suivi de la couverture vaccinale des ménages via les téléphones portables : Résultats d'une étude de faisabilité. *International journal of medical informatics*, 107: 48-55. [\[lien\]](#)
- Mashal, T., Nakamura, K., Kizuki, M., Seino, K. et Takano, T. 2007. Impact du conflit sur la couverture vaccinale des nourrissons en Afghanistan : une étude nationale 2000-2003. *International journal of health geographics*, 6(1): 23. [\[lien\]](#)
- Michael, C.A., Waziri, N., Gunnala, R., Biya, O., Kretsinger, K., Wiesen, E., Goodson, J.L., Esapa, L., Gidado, S., Uba, B. et Nguku, P. 2017. L'héritage de la polio en action : utiliser l'infrastructure d'éradication de la poliomyélite pour éliminer la rougeole au Nigéria—le programme national d'arrêt de la transmission de la polio. *The Journal of infectious diseases*, 216(suppl\_1): S373-S379. [\[lien\]](#)
- Mosser, J.F., Gagne-Maynard, W., Rao, P.C., Osgood-Zimmerman, A., Fullman, N., Graetz, N., Burstein, R., Updike, R.L., Liu, P.Y., Ray, S.E. et Earl, L. 2019. Cartographie de la couverture vaccinale de la diphtérie-coqueluche-tétanos en Afrique, 2000-2016 : étude de modélisation spatiale et temporelle. *The Lancet*, 393(10183): 1843-1855. [\[lien\]](#)
- Nafundi. 2016. Comment le Cameroun a élaboré une carte sanitaire nationale en une semaine. 29 février 2016. Site Web consulté le 10 mars 2020. [\[lien\]](#)
- Oh, D.H., Dabbagh, A., Goodson, J.L., Strebel, P.M., Thapa, S., Giri, J.N., Shakya, S.R. et Khanal, S., 2016. Surveillance en temps réel des performances des campagnes de vaccination à l'aide de téléphones portables—Népal, 2016. Rapport hebdomadaire sur la morbidité et la mortalité. 65(39): 1072-1076. [\[lien\]](#)
- Ope, M., Sonoiya, S., Kariuki, J., Mboera, L. E., Gandham, R. N., Schneidman, M., & Kimura, M. 2013. Initiatives régionales à l'appui de la surveillance en Afrique de l'Est : l'expérience du réseau intégré de surveillance des maladies en Afrique de l'Est (EAIDNet). *Journal des menaces émergentes pour la santé*, 6 (1) : 19948. [\[lien\]](#)
- Pradhan, N., Ryman, T. K., Varkey, S., Ranjan, A., Gupta, S.K., Krishna, G., Swetanki, R.P. et Young, R. 2012. Étendre et améliorer la vaccination de proximité en milieu urbain à Patna, en Inde. *Tropical Medicine & International Health*, 17(3): 292-299. [\[lien\]](#)
- Rosencrans, L. C., Sume, G. E., Kouontchou, J. C., Voorman, A., Anokwa, Y., Fezeu, M., et Seaman, V. Y. 2017. Cartographie de la santé au Cameroun : héritage de la polio et au-delà. *The Journal of infectious diseases*, 216(suppl\_1): S337-S342. [\[lien\]](#)
- Ray, N. & Ebener, S. 2008. AccessMod 3.0 : calcul de la couverture géographique et de l'accessibilité des services de santé à l'aide du mouvement anisotrope des patients. *International Journal of Health Geographics*, 7(1): 63. [\[lien\]](#)
- Groupe stratégique consultatif d'experts (SAGE) de l'OMS sur la vaccination. 2019. Rapport du Groupe stratégique consultatif d'experts (SAGE) de l'OMS sur la vaccination sur la qualité et l'utilisation des données de vaccination et de surveillance. Révision de septembre 2019. [\[lien\]](#)
- Sasaki, S., Igarashi, K., Fujino, Y., Comber, A. J., Brunsdon, C., Muleya, C. M., et Suzuki, H. 2011. Impact des services de vaccination communautaire sur la couverture vaccinale avec une analyse d'accessibilité du réseau SIG dans les zones périurbaines, Zambie. *J Epidemiol Communauté Santé*, 65(12): 1171-1178. [\[lien\]](#)

## Références (continué)

- Shikuku, D.N., Muganda, M., Amunga, S.O., Obwanda, E. O., Muga, A., Matete, T. et Kisia, P., 2019. Stratégie de vaccination en porte à porte pour améliorer l'accès et l'utilisation des services de vaccination dans les zones difficiles d'accès : le cas du comté de Migori, au Kenya. *BMC santé publique*. 19 (1) : 1064. [\[lien\]](#)
- Shuaib, F.M., Musa, P.F., Gashu, S.T., Onoka, C., Ahmed, S.A., Bagana, M., Galway, M., Braka, F., Mulu, T.J., Banda, R. et Akpan, G. 2018. AVADAR (Auto-Visual AFP Detection and Reporting) : démonstration d'une nouvelle application pour smartphone fonctionnant par SMS pour améliorer la surveillance de la paralysie flasque aiguë (PFA) au Nigéria. *BMC santé publique*. 18 (4) : 1305. [\[lien\]](#)
- Takahashi, S., Metcalf, C. J. E., Ferrari, M. J., Tatem, A. J., et Lessler, J. 2017. La géographie de la vaccination contre la rougeole dans la région des Grands Lacs en Afrique. *Nature communications*, 8(1): 1-9. [\[lien\]](#)
- Takahashi, S., Metcalf, C.J.E., Ferrari, M.J., Moss, W.J., Truelove, S.A., Tatem, A.J., Grenfell, B.T. et Lessler, J. 2015. Réduction de la vaccination et du risque de rougeole et d'autres infections infantiles après l'épidémie de maladie à virus Ebola. *Science*. 347(6227): 1240-1242. [\[lien\]](#)
- Teng, J.E., Thomson, D.R., Lascher, J.S., Raymond, M. et Ivers, L.C. 2014. Utilisation de Mobile Health (mHealth) et de la technologie de cartographie géospatiale dans une campagne de vaccination orale réactive de masse contre le choléra dans les zones rurales d'Haïti. *Maladies tropicales négligées par PloS*. 8(7): e3050. [\[lien\]](#)
- Touray, K., Mkanda, P., Tegegn, S.G., Nsubuga, P., Erbetto, T.B., Banda, R., Etsano, A., Shuaib, F. et Vaz, R.G. 2016. Suivi des équipes de vaccination lors des campagnes de lutte contre la polio dans le nord du Nigéria à l'aide de la technologie du système d'information géographique : 2013–2015. *The Journal of infectious diseases*. 213(suppl\_3): S67-S72. [\[lien\]](#)
- TRENDS. 2020. N'oublier personne sur la carte : Un guide des données démographiques quadrillées pour le développement durable. Rapport du Thematic Research Network on Data and Statistics (TRENDS) du Sustainable Development Solutions Network (SDSN) de l'ONU en appui à l'initiative POPGRID Data Collaborative. [\[lien\]](#)
- Ulugtekin, N., Alkoy, S. et Seker, D.Z. 2007. Utilisation d'un système d'information géographique dans une étude épidémiologique de la rougeole à Istanbul. *Journal de recherche médicale internationale*. 35 (1) : 150-154. [\[lien\]](#)
- Fonds des Nations Unies pour l'Enfance. 2017. Amélioration de la couverture vaccinale et réduction des inégalités : Utilisation du SIG dans les programmes de vaccination — RAPPORT FINAL — 6 février 2017. [\[lien\]](#)
- Fonds des Nations Unies pour l'Enfance. 2018a. Guide sur l'utilisation des données et technologies géospatiales dans les programmes de vaccination : vue d'ensemble et considérations relatives à la gestion pour le renforcement au plan national. Octobre 2018. [\[lien\]](#)
- Fonds des Nations Unies pour l'Enfance. 2018b. Rapport sur la mise en œuvre au Myanmar de l'utilisation des données et des technologies géospatiales pour appuyer la microplanification de la vaccination (2017-2018). Rapports sur le projet. [\[lien\]](#)
- Utazi, C.E., Thorley, J., Alegana, V.A., Ferrari, M.J., Takahashi, S., Metcalf, C.J.E., Lessler, J. et Tatem, A.J. 2018. Cartographie à haute résolution structurée par âge de la couverture vaccinale infantile dans les pays à revenu faible et intermédiaire. *Vaccin*. 36(12): 1583-1591. [\[lien\]](#)

## Références (continué)

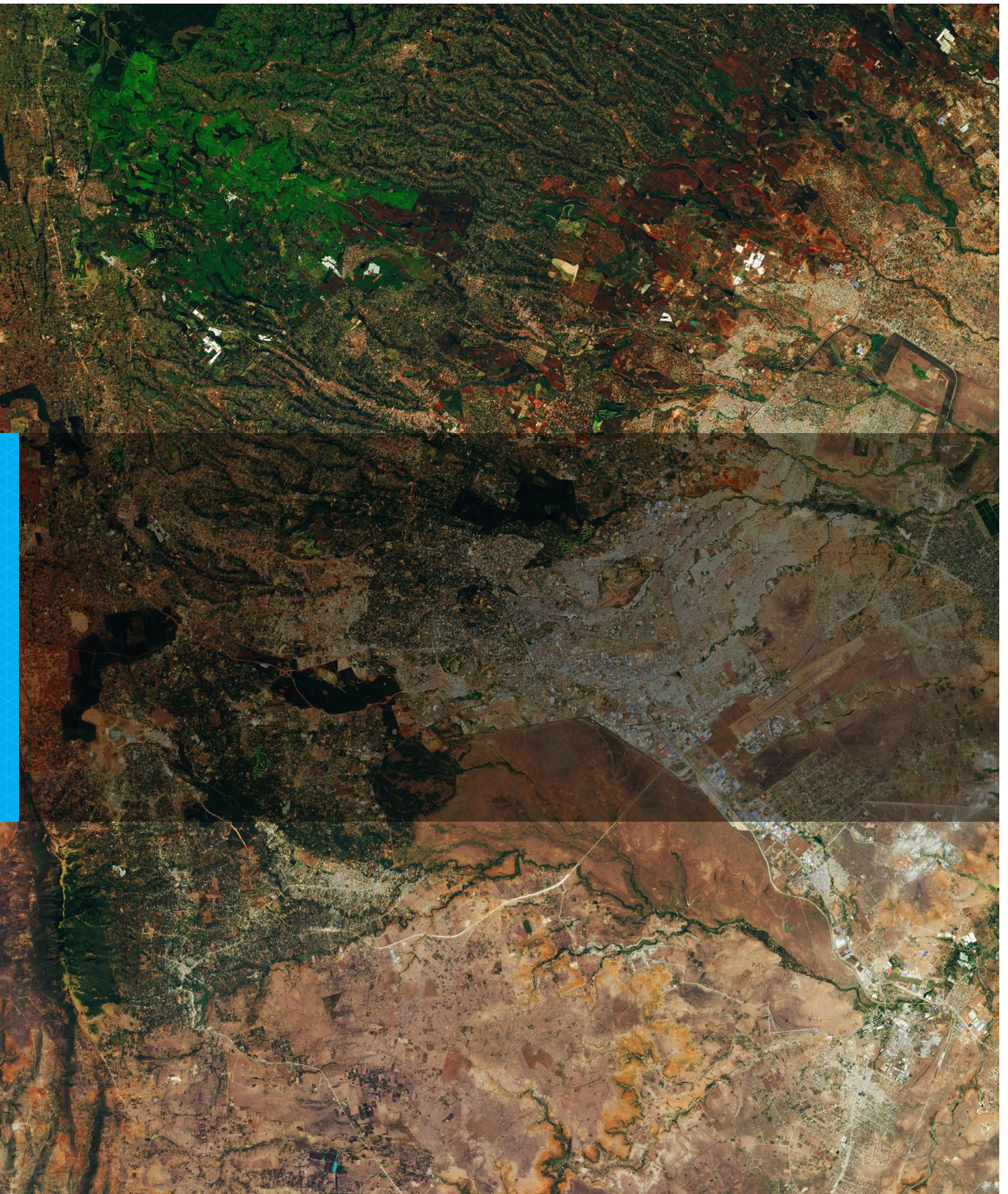
- Utazi, C.E., Thorley, J., Alegana, V.A., Ferrari, M. J., Takahashi, S., Metcalf, C.J.E., Lessler, J., Cutts, F.T. et Tatem, A.J. 2019. Cartographie de la couverture vaccinale pour explorer les effets des mécanismes de prestation et informer les stratégies de vaccination. *Nature communications*, 10(1): 1-10. [\[lien\]](#)
- Organisation mondiale de la Santé. 2019. La Sierra Leone ouvre la voie en Afrique avec un système de surveillance électronique des maladies entièrement fonctionnel. 6 juin 2019. Site Web consulté le 19 février 2020 [\[lien\]](#)
- You, Y.A., Ali, M., Kanungo, S., Sah, B., Manna, B., Puri, M., Nair, G.B., Bhattacharya, S.K., Convertino, M., Deen, J.L. et Lopez, A.L. 2013. Carte des risques d'infection au choléra pour le déploiement de vaccins : le cas de l'est de Kolkata. *PloS one*. 8(8). [\[lien\]](#)

## ANNEXE

# Liste des principaux informateurs

Un grand merci à toutes les personnes suivantes qui ont pris le temps de parler de leur expérience relative à l'utilisation des SIG pour la programmation de la vaccination lors du HealthEnabled.

<b>Nom</b>	<b>Organisation</b>
1. Danya Arif	IRD
2. Mamadou Saliou Diallo	Fonds des Nations Unies pour l'Enfance
3. Steeve Ebener	Health GeoLab Collaborative
4. Équipe GRASP	Centers for Disease Control and Prevention (CDC)
5. Jan Grevendonk	Organisation mondiale de la Santé
6. Andrew Inglis	IBM
7. Nicholas Oliphant	Fonds mondial
8. Rocco Panciera	Fonds des Nations Unies pour l'Enfance
9. Narottam Pradhan	Project Concern International/Inde
10. Nicolas Ray	Université de Genève—AccessMod
11. Frank Salet	Entrepreneur indépendant
12. Emilie Schnarr	CIESIN/Université Columbia
13. Vincent Seaman	Bill & Melinda Gates Foundation
14. Ravi Shankar	Organisation mondiale de la Santé
15. Nay Myo Thu	UNICEF—Myanmar
16. Kebba Touray	Bureau régional de l'OMS pour l'Afrique
17. Kevin Tschirhart	CIESIN/Université Columbia
18. Josh Wunderlich	Le Secrétariat Gavi



POUR PLUS D'INFORMATION, CONTACTER  
INFO@HEALTHENABLED.ORG



health.enabled