



UNIVERSITÉ
DE MONTPELLIER

**MASTER
ECO-EPIDEMIOLOGIE**

Parcours

**Gestion et Surveillance des Emergences Parasitaires et
Infectieuses**

Année 2

Mémoire de Stage de Fin d'Etude

**Outil numérique de surveillance
ONE HEALTH : Revue de la
littérature et étude de cas en
Guinée.**

Présenté par

Maxime TESCH

Réalisé sous la direction de : Marisa PEYRE & Bruno ROSSET

Laboratoire/Organisme/Structure : UMR ASTRE Bios CIRAD

Période du stage : du 17/01/2022 au 24/06/2022

Date de soutenance : 29/06/2022

Année universitaire 2021-2022



RÉSUMÉ ET MOTS-CLÉS

Les émergences de maladies infectieuses sont de plus en plus fréquentes, qu'il s'agisse de pathogènes anciens ou nouveaux. Les épidémies qui en découlent peuvent aller jusqu'à paralyser le fonctionnement de régions entières, en plus des conséquences terribles qu'elles peuvent avoir sur les populations. Les exemples des dernières années le montrent parfaitement, notamment avec la pandémie de SARS-CoV-2 ou celle due au virus Ebola, démarrée en Guinée. Ce sont des problématiques nouvelles, multifactorielles, demandant une approche ONE HEALTH. Pour détecter plus rapidement ces émergences, une des solutions réside dans la surveillance épidémiologique. Parmi les moyens techniques utilisés pour mener à bien cette surveillance, l'informatique présente un grand intérêt, par son utilisation mondiale et son adaptabilité unique. Ainsi, ce rapport présente une revue de littérature sur ces nouveaux outils numériques de surveillance dans tous les secteurs de la santé. S'ajoute à cela une enquête de terrain auprès des acteurs communautaires guinéens utilisant déjà des outils de cette nature. Ces deux outils, le DHIS2 et le duo EMA-i/EMPRES-i, ont su tirer parti de l'installation rapide des nouvelles technologies dans les pays en développement. D'autres éléments-clés ont ainsi pu être identifiés : les avantages que présentaient ces méthodes novatrices, mais aussi leurs limitations. En effet, malgré un degré d'implémentation important de ces deux outils en Guinée, de nombreux défauts subsistent. Ces données, bien que parfois incomplètes, permettent enfin d'émettre plusieurs pistes vis-à-vis de la future conception d'une outil numérique participatif ONE HEALTH.

Mots-clés : Surveillance épidémiologique, Santé électronique, Santé mobile, Zoonoses, Guinée, Une Seule Santé

ABSTRACT

Infectious disease outbreaks are becoming increasingly common, whether they are old or new pathogens. The resulting epidemics can paralyse the functioning of entire regions, in addition to the terrible consequences they can have on populations. The examples of the last few years show this perfectly, particularly with the SARS-CoV-2 pandemic or the one caused by the Ebola virus, which started in Guinea. These are new, multifactorial problems that require a ONE HEALTH approach. One of the solutions to these emergencies lies in epidemiological surveillance, in order to detect them early. Among the technical means used to carry out this surveillance, information technology is of great interest because of its worldwide use and its unique adaptability. Thus, this report presents a literature review on these new digital surveillance tools in all health sectors. It also includes a field survey of Guinean community actors already using such tools. These two tools, the DHIS2 and the EMA-i/EMPRES-i duo, have taken advantage of the rapid installation of new technologies in developing countries. Other key elements were identified: the advantages of these innovative methods, but also their limitations. Indeed, despite a significant degree of implementation of these two tools in Guinea, many shortcomings remain. These data, although sometimes incomplete, finally make it possible to suggest several avenues for the future design of a ONE HEALTH participatory digital tool.

Keywords : Epidemiological surveillance, eHealth, mHealth, Zoonosis, Guinea, One Health

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AC : Agent Communautaire ;

ACSA : Agents communautaires de la santé animale ;

ACSH : Agents communautaires de la santé humaine ;

AEF : Agents des eaux et forêts ;

ANSS : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire ;

CIRAD : Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement ;

DHIS2 : District Health Information System 2 ;

DNSV : Direction Nationale des Services Vétérinaires ;

DPS : Direction Préfectorale de la Santé ;

EMPRES-i : EMPRES Global Animal Disease Information System ;

EMA-i : Event Mobile Application ;

ESD : Entretien semi-directif ;

FAO : Food and Agriculture Organization ;

iSIKHNAS : Indonesia's integrated animal health information system ;

MEWAR : Mosquito Population Modelling for Early Warning & Public Health Response ;

ODK : Open Data Kit ;

OGPRF : Office Guinéen des Parcs et Réserves de Faune (ex-OGUIPAR) ;

SARS : Severe Acute Respiratory Syndrome ;

SMART : Spatial Monitoring and Reporting Tool ;

SMS : Short Messaging Service ;

SORMAS : Surveillance, Outbreak Response Management and Analysis System ;

PRISMA : Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses ;

WCS : Wildlife Conservation Society.

SOMMAIRE

RÉSUMÉ ET MOTS-CLÉS**LISTE DES ABRÉVIATIONS****LISTE DES TABLEAUX****LISTE DES FIGURES****REMERCIEMENTS****INTRODUCTION**

1

1. MATERIEL ET METHODES

4

1.1. Revue de littérature

4

1.2. Enquête en Guinée

6

2. RESULTATS

9

2.1. Revue de littérature

9

2.2. Circulation de l'information dans la surveillance épidémiologique

13

2.3. Contraintes identifiées

16

3. DISCUSSION

20

3.1. Observations sur les outils recensés

20

3.2. Avantage du numérique dans la surveillance

21

3.3. Contraintes du numérique dans la surveillance

23

3.4. Perspectives

24

CONCLUSION

25

BIBLIOGRAPHIE

26

ANNEXES

32

Annexe n°1 : Echantillon des algorithmes de recherche testés, et leurs sorties

33

Annexe n°2 : Guide d'entretien destiné aux communautés

35

Annexe n°3 : Formulaire de consentement

36

Annexe n°4 : Tableau récapitulatif des outils numériques de surveillance

38

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Récapitulatif des outils conservés pour analyse approfondie ;

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des entretiens conduits en Guinée.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Organigramme PRISMA 2020 pour la réalisation de revue systématique, incluant des recherches dans les bases de données, les registres et les autres sources (PRISMA 2020) ;

Figure 2 : Planning de la mission en Guinée. Les chiffres sous les triangles indiquent le nombre d'entretiens conduits durant la journée. Les points rouges indiquent les dates d'arrivée et de départ ;

Figure 3 : Carte de la Guinée et des lieux où se sont déroulés les enquêtes (en rouge). La capitale Conakry y est représentée ;

Figure 4 : Diagramme récapitulatif des étapes de la revue de littérature, suivant la méthode PRISMA ;

Figure 5 : Diagramme présentant les pourcentages des outils correspondant aux différentes catégories d'utilisation ;

Figure 6 : Diagramme présentant les dates de conception des outils, en comparaison avec les outils encore disponibles aujourd'hui ;

Figure 7 : Diagramme présentant le nombre d'outils selon leurs durées d'utilisation ;

Figure 8 : Actualisation de l'organisation des systèmes de surveillance en santé humaine (A), santé animale (B), et environnementale (C) – collecte et remontée de l'information (flèches noires) ; retour d'informations/actions (flèches jaunes) ; modification des structures et échéances de rapports (en rouge) ; ajout des outils numériques (pointillés bleus). Tiré de (Guarrigues 2019), revu par M. Tesch et Y. Cissé.

REMERCIEMENTS

A l'ensemble de l'équipe de travail : le Docteur TOLNO Saa André, doctorant à l'UMR ASTRE CIRAD Montpellier, le Docteur ZOGBELEMOU Léonce, directeur préfectoral de l'élevage à Macenta, et CISSE Youssouf, étudiant vétérinaire en stage à l'UMR ASTRE CIRAD Montpellier.

A tous les représentants de l'élevage, de l'environnement et de la santé de la préfecture de Guéckédou, et des sous-préfectures de Guendembou et Téméssadou, qui ont accepté de participer à l'étude.

A tous les partenaires de ce stage, et notamment le Dr DOUMBOUYA Mohamed Idriss, Directeur National des Services Vétérinaires.

A mes encadrants, Marisa PEYRE, épidémiologiste au CIRAD, et Bruno ROSSET, informaticien au CIRAD, ainsi qu'à Marie-Marie OLIVE, épidémiologiste au CIRAD, pour son accompagnement tout au long de ce stage.

A Célia LACOMME et Sacko BANSY, pour leur accueil et leur aide apportées en Guinée.

A Marie-Jeanne GUÉNIN, pour la préparation de la mission en Guinée.

INTRODUCTION

L'épidémiologie, c'est-à-dire l'étude de la santé des populations, revêt aujourd'hui une importance majeure. Cette science relie entre elles médecines humaine et animale, anthropologie, sociologie, écologie, éthologie, biologie et d'autres disciplines. Elle s'est formalisée à la fin du 20^e siècle (Desenclos et De Valk 2005). En effet, les modes de vie humains ont évolué, avec une densification des populations qui facilite aujourd'hui les explosions épidémiques : un pathogène se diffusera d'autant plus rapidement que les individus sont nombreux et concentrés dans un même lieu, et les populations connectées entre elles (Morand 2016; Robin 2021). S'ajoute à cela une augmentation de la fréquence des contacts entre faune sauvage et humains, dû à la réduction des espaces naturels, augmentant les risques d'émergences zoonotiques (Morand 2020). La pandémie actuelle de SARS-CoV-2, débutée fin 2019, est un symptôme de ces changements globaux, même si son origine zoonotique est encore à démontrer (Morens et al. 2020). Touchant l'ensemble des pays du globe, le virus a fait plus de 6 millions de morts, chiffre exceptionnel dans un laps de temps aussi réduit (CSSE 2022). Déjà un résultat de la mondialisation, l'épidémie de grippe espagnole de 1918 avait quant à elle causé 50 millions de morts. Les déplacements d'individus malades, fréquents dans un contexte de première guerre mondiale, avaient accéléré la transmission du virus à travers tout le globe (Vinet 2020). Ces épidémies ne sont pas les seuls exemples liés à l'évolution de nos modes de vie. En témoigne la pandémie due au virus de l'immunodéficience humaine (VIH) et les épidémies dues au virus Ebola, ou dans une moindre mesure due au virus Marburg (Brauburger et al. 2012; Etienne et Peeters 2010; Mari Saèz et al. 2015). Certaines émergences issues de la faune sauvage affectent également les animaux domestiques, comme la peste porcine africaine ou la grippe aviaire (Costard et al. 2013; Peiris, de Jong, et Guan 2007). Les conséquences socio-économiques de ces épidémies varient, amplifiées par la difficulté à les détecter précocement. Ainsi, les pathogènes sont parfois impossibles à repérer dans la faune sauvage tant qu'ils n'ont pas franchi la barrière jusqu'à l'homme. De plus, les aires géographiques présentant les plus grandes diversités de pathogènes, les « *hotspots* », sont difficiles à étudier car peu accessibles. (Combes et al. 2018; Keesing et al. 2010). Or ce sont ces zones qui sont parfois sources de maladies émergentes. S'ajoute à cela la fréquence des échanges internationaux, facilitant la propagation des pathogènes sur différents continents. Enfin, un dernier facteur est à prendre en compte : l'augmentation globale des températures. Le réchauffement climatique joue sur l'aire de répartition de vecteurs tels qu'*Aedes albopictus*, ou *Coxiella burnetii*, capables de transmettre à l'homme des maladies comme le paludisme, la fièvre du Nil occidental ou la maladie de Lyme (Hartelt et al. 2008; Reinhold, Lazzari, et Lahondère 2018).

La diversité des facteurs impliqués dans l'émergence et la transmission des maladies a poussé les secteurs de la santé humaine, de la santé animale et de l'environnement à travailler ensemble sur ces problématiques. Cela se traduit par « Une Seule Santé », qui est une approche intégrée et unificatrice visant à équilibrer et à optimiser durablement la santé des personnes, des animaux et des écosystèmes (Bresalier, Cassidy, et Woods 2020; Zinsstag et al. 2011; OMS 2021). Cette approche se transpose dans plusieurs domaines, notamment dans la surveillance épidémiologique. Par définition, il s'agit de la collecte, l'analyse et l'interprétation permanente et systématique de données sanitaires dans le cadre de la description et du suivi d'un événement sanitaire (Klaucke et al. 1988). L'objectif est de prévenir au mieux les émergences de pathogènes, comme celle du SARS-CoV-2. (Jebara 2004). Cela passe par l'implication de tous les acteurs concernés, depuis le vétérinaire jusqu'à l'agriculteur,

pour permettre une détection précoce des agents infectieux, notamment dans le cas des zoonoses (Halliday et al. 2017).

Cette surveillance est cruciale pour les pays à fort potentiel d'émergence, car les conséquences des épidémies sont souvent lourdes, que ce soit par le nombre de victimes ou les retombées socio-économiques (Nyaruba et al. 2022). Parmi ces pays se retrouve notamment la Guinée. Cet état du sud-ouest africain, comme un certain nombre de ses voisins, a été le théâtre d'émergences de maladies infectieuses, et notamment celle du virus Ebola. En effet, en 2014, des cas de MVE sont officiellement signalée depuis la Guinée forestière (préfecture de Guéckédou) et l'épidémie s'est propagée très largement en Afrique de l'Ouest. L'alerte ayant été donnée tardivement, l'épidémie provoquera la mort de plus de 11 000 personnes en Guinée, au Liberia et en Sierra Leone (Kaner et Schaack 2016). Depuis cette épidémie d'Ebola, les autorités de santé du pays ont pris conscience du danger des émergences, notamment avec la mise en place progressive d'une plateforme « Une Seule Santé » (OIE 2020; Standley et al. 2019). De plus, l'action conjointe de plusieurs organismes a permis de former les acteurs sur le terrain, et de mettre en place les premiers mécanismes de la surveillance, en impliquant les communautés. (Guarrigues 2019). Actuellement, 3 organes gouvernementaux se répartissent les différents secteurs de la santé : l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire (ANSS) pour la santé humaine, la Direction Nationale des Services Vétérinaires (DNSV) pour la santé animale et l'Office Guinéen des Parcs et Réserves de Faune (OGPRF) pour la santé environnementale. Le Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), est lui aussi impliqué en Guinée (CIRAD 2016). Depuis 2019, le CIRAD participe notamment au projet EBOSURSY. L'objectif principal de ce projet est d'améliorer la surveillance et les capacités de riposte aux maladies à virus à fièvre hémorragique. Coordonné par l'Organisation Mondiale de la Santé Animale (OMSA fondée en tant qu'OIE), le projet est mis en œuvre par trois organismes : le CIRAD, l'institut Pasteur et l'Institut de recherche pour le Développement (IRD) (CIRAD 2017; OIE 2017). C'est dans le cadre des activités que le CIRAD et ses partenaires réalisent en Guinée que cette étude a été réalisée.

En Guinée, les services de santé cherchent à limiter les émergences de maladies infectieuses. Ainsi, une surveillance épidémiologique a été mis en place directement depuis les communautés, qui sont parfois très isolées les unes des autres. Des agents communautaires (AC) ont été formés à la suite de l'épidémie d'Ebola. Ils ont pour rôle de se tenir renseignés l'état de santé des membres de la communauté et de surveiller l'apparition de mortalités anormales chez les animaux sauvages ou domestiques. Pour mener à bien cette mission, les autorités de santé du pays ont implémenté deux outils numériques dédié à la surveillance épidémiologique. Appuyée par l'Organisation pour l'agriculture et l'alimentation (FAO), la DNSV a participé à la mise en place des outils vétérinaires de surveillance EMPRES-i et EMA-i (FAO 2022). L'ANSS, quant à elle, utilise le « *District Health Information System 2* » (DHIS2) (MOH Guinea 2019). Cette utilisation des nouvelles technologies dans le domaine de la santé n'est pas exclusive à la Guinée, comme le démontrent beaucoup d'états à travers le monde (Adeloye et al. 2017). Les bases de données du système de santé français en sont un exemple : elles ont permis l'amélioration de la prévention et du suivi des cas contacts dans le cadre de la pandémie de COVID-19 (Fährnich et al. 2015; World Health Summit 2020). Cette utilisation des données de santé publique a été rendue possible grâce au logiciel « *Surveillance, Outbreak Response Management and Analysis System* » (SORMAS), développé initialement pour lutter contre Ebola au Nigeria (Perscheid et al. 2018).. Dans un autre secteur, Afyadata, développé pour la santé animale en Indonésie, permet de centraliser

les données provenant des éleveurs (Karimuribo et al. 2017). Ces deux exemples montrent que le numérique permet de fluidifier la communication entre des acteurs positionnés à des niveaux différents de la surveillance, et de gérer plus facilement les données (Silenou et al. 2021). Ils traduisent également la puissance de l'informatique : sa praticité, son universalité et surtout son efficacité l'ont placée au cœur de la société moderne (Berry 2019). Ces nouvelles technologies, dites « informatique », « numérique », « digitale » ou de « *computer science* » (Legrenzi 2015), sont utilisées dans une grande variété de domaines, devenant prépondérantes voire indispensables. A la fin des années 80, moins de 1% de l'information était stockée en format numérique contre plus de 99% en 2012 (Hilbert 2020). Cette révolution numérique a permis à un nombre croissant de populations d'accéder à un large éventail de nouveaux services dématérialisés, notamment dans les pays en développement. Ces derniers profitent d'un effet de « *leapfrogging* » : le contournement d'une ancienne génération de technologies pour passer directement à la version récente. Ainsi, quand les pays développés ont dû installer par le passé des câbles téléphoniques devenus aujourd'hui obsolètes, d'autres entrent directement dans les communications dématérialisées, par la 4G et les téléphones mobiles (James 2016). Ce développement accéléré permet aujourd'hui à ces pays d'appliquer les nouvelles technologies en réponse aux problématiques locales, comme la surveillance épidémiologique. L'objectif est alors de repérer l'apparition de maladies infectieuses, émergentes et ré-émergentes, pour limiter leur propagation. Une fois ces nouveaux outils mis en place, comme c'est le cas en Guinée, il s'agit alors d'évaluer leur pertinence et d'identifier les contraintes et les besoins qui subsistent dans la surveillance locale.

Ce rapport de master apporte des réponses à ces différentes problématiques. Plus précisément, ce travail vise à établir un cahier des charges pour la mise en place d'un outil numérique de surveillance One Health en Guinée. Ce cahier des charges se base sur deux grands points. Premièrement, un travail de revue de la littérature pour établir quels travaux ont déjà pu être réalisés sur ce sujet, et déterminer les avantages/inconvénients des outils numériques ainsi décrits. Deuxièmement, il vise à concevoir une liste de contraintes et de besoins auxquels l'outil devra être adapté, en se basant sur les résultats d'enquête menés auprès des acteurs communautaires en Guinée. Ce travail doit donc combiner ces deux étapes pour préparer au mieux la conception et la mise en place d'un outil répondant aux besoins de l'approche One Health.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Revue de littérature

Les objectifs de cette revue de littérature sont les suivants : (i) recenser les outils numériques dédiés à la surveillance épidémiologique ; (ii) décrire et comparer entre eux les outils correspondant à la problématique ; (iii) transposer ces résultats pour la conception d'un outil de surveillance « Une Seule Santé ».

1.1.1. Méthode PRISMA

La méthode Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) est utilisée pour standardiser les revues systématiques de littérature, et simplifier leur réalisation. En outre, elle permet d'assurer l'exhaustivité de la recherche, en recensant les publications correspondant à une problématique donnée. Ainsi, l'objectif de ce travail de revue a pour objectif de répondre à la question de recherche suivante : « quels sont les outils numériques collaboratifs dédiés à la surveillance en santé humaine, animale, et de l'environnement ? »

Scopus, WebOfScience et Scopus ont été choisies comme bases de données selon les spécificités de leurs moteurs de recherche, et la richesse de leur répertoire (Falagas et al. 2008; Rew 2011). D'autres documents de littérature grise, comme les pages web, les rapports d'organisations, sont susceptibles d'être référencés dans une revue de ce type (Page et al. 2021). Dans le cas présent, ces sources d'informations ont été utilisées pour compléter les données sur les outils recensés. La recherche a été effectuée sans limitation temporelle. Les mots-clés utilisés sont regroupés en deux domaines, d'une part l'aspect numérique (mots-clés « Mobile Application », « Smartphone », « Text Messaging », « eHealth » et « mHealth ») et de l'autre la surveillance des maladies zoonotiques (mots-clés « Disease Surveillance » et « Zoonoses »). Les tests qui ont permis de déterminer ces mots-clés sont disponibles en [Annexe n°1](#). Ces choix ont également été motivés par des revues de littératures au thème semblable (Aranda-Jan, Mohutsiwa-Dibe, et Loukanova 2014; Calba et al. 2015; Quinn et al. 2021; Silenou et al. 2021). La recherche a été effectuée le 21/02/2022, et les algorithmes utilisés étaient les suivants :

- PubMed : ("mobile application*" OR "smartphone" OR "text messaging" OR "eHealth" OR "mHealth") AND ("surveillance" OR "zoonose*") ;
- Scopus : (ALL ("mobile application*") OR ALL ("smartphone") OR ALL ("text messaging") OR ALL ("eHealth") OR ALL ("mHealth") AND ALL ("disease surveillance") OR ALL ("zoonose*")) ;
- WebOfScience : ALL = ("mobile applications" OR "smartphone" OR "text messaging" OR "eHealth" OR "mHealth") AND (ALL = ("disease surveillance" OR "zoonose*")).

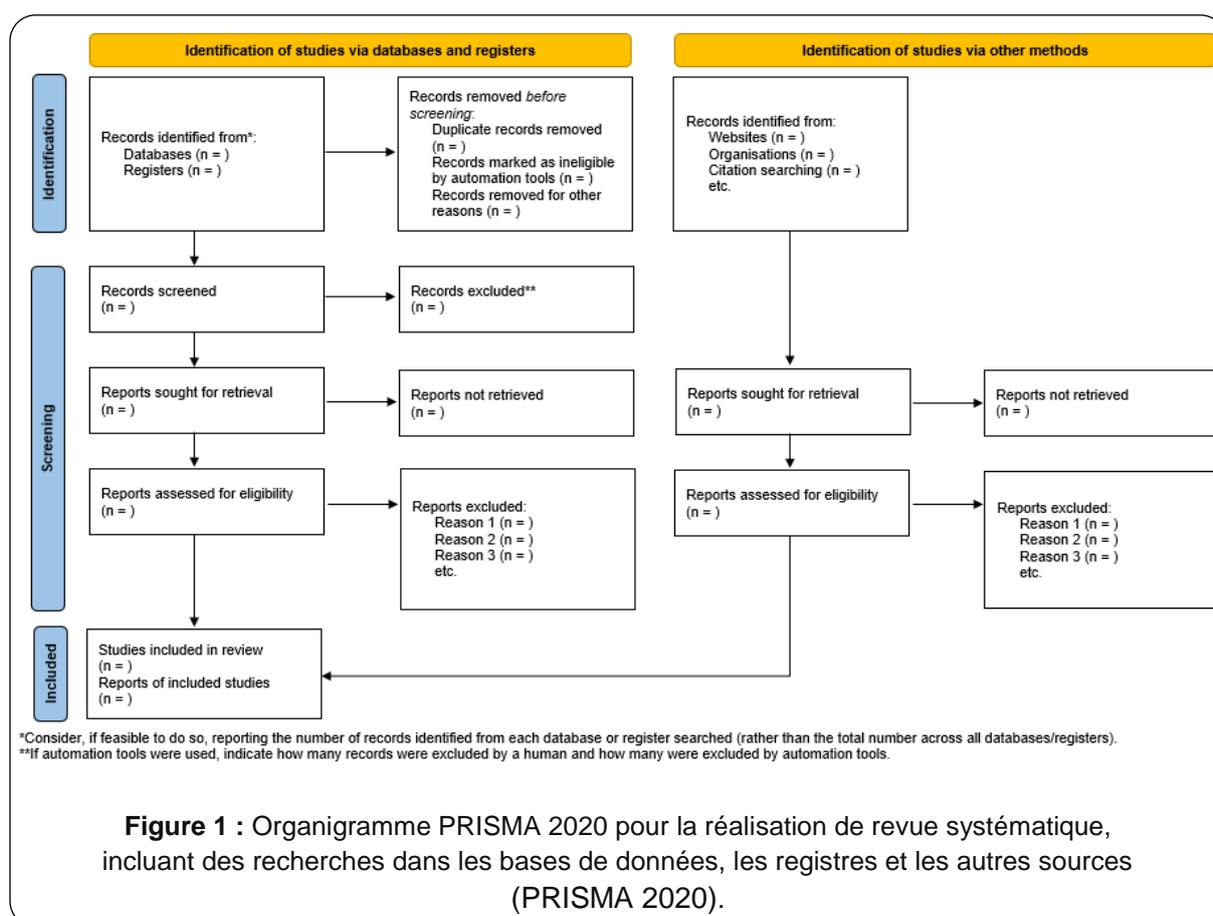
Le choix d'utiliser seulement le mot-clé « surveillance » et non « disease surveillance » pour la recherche sur PubMed s'explique par le fait que PubMed soit une bibliothèque quasi-exclusivement consacrée aux articles traitant de la santé (Lu 2011; White 2020).

1.1.2. Sélection des articles

Dans un premier temps, une suppression des doublons est réalisée pour les mêmes articles provenant de deux ou trois bibliothèques différentes. Dans un second temps, une première sélection, un premier « *screening* » se fait selon le titre des articles. Sont exclues les publications ne faisant pas mention d'outil numérique de surveillance épidémiologique dans leur titre. Ensuite, une deuxième sélection s'effectue à partir des résumés des articles

précédemment sélectionnés par leur titre. Des critères d'exclusion sont alors appliqués, permettant de conserver seulement les articles correspondant à la problématique : (i) Ne mentionne pas d'aspect collaboratif ; (ii) Ne concerne pas la santé ; (iii) Ne fait pas mention d'outil informatique ; (iv) Ne participe pas à la surveillance en santé ; (v) Concerne un outil théorique mais non-réalisé.

Enfin, une dernière sélection, le « 3^e screening », s'effectue par la lecture du texte complet des articles. Les mêmes critères d'exclusion s'appliquent, en ajoutant l'éventualité de ne pas obtenir l'article pour lecture intégrale. Le protocole complet de la méthode est schématisée en Figure 1 (PRISMA 2020). Une autre méthode d'identification de publications a également été utilisée : la recherche opportuniste. Il s'agit des articles non-trouvés par les recherches par algorithmes, mais dont les auteurs de la revue ont connaissance.



1.1.3. Analyse des outils

Une fois le dernier screening effectué, des analyses descriptives ont été effectués afin d'identifier certaines caractéristiques des outils recensés. Ensuite, certains outils ont été choisis pour une analyse approfondie, selon les critères suivants : (i) mis en place de manière pérenne : 2 ans ou plus ; (ii) concernant les maladies transmissibles ; (iii) dont l'implémentation s'est faite à grande échelle ; (iv) dont les informations disponibles sont suffisantes pour les besoins de l'analyse. Il s'agit alors de les comparer entre eux selon leurs caractéristiques respectives, et de déterminer leurs avantages et inconvénients.



En Guinée forestière, dans la préfecture de Guéckédou et les sous-préfectures de Téméssadou et Guendembou, les acteurs suivants étaient ciblés :

- Agents communautaires de la santé humaine (ACSH) : bénévoles élus pour remonter les informations médicales aux centres de santé ;
- Responsable des postes de santé ;
- Responsable des centres de santé ;
- Agents communautaires de la santé animale (ACSA) : bénévoles élus capables de reconnaître un petit nombre de maladies ;
- Chef de poste vétérinaire : le poste vétérinaire est la structure décentralisée permettant la représentation du Ministère de l'Élevage ;
- Chef de cantonnement forestier : chargés de la conservation de l'environnement.

D'autres, présents à Conakry, ont également été identifiés au préalable :

- Responsable de la conception et l'implémentation du système d'information sanitaire DHIS2 pour l'ANSS ;
- Membres de la FAO ayant participé à la mise en place de EMPRES-i et de EMA-i, personnes en charge du système à Conakry ;
- Responsable de la surveillance pour l'OGPRF au niveau national ;
- Point focal EMPRES-i à la DNSV (docteur Fassou KOUROUMA).

En combinant cette liste d'acteur et les méthodes d'enquête participative, des guides d'entretien ont été réalisés ([Annexe 2](#)), chacun d'entre eux étant adapté aux personnes-ressources ciblées, ou à leur rôle dans la surveillance épidémiologique (Catley 2012; Heather et Jost 2011). Ainsi, des entretiens semi-directifs ont été réalisés pour enquêter ces acteurs.

1.2.3. Entretiens semi-directif (ESD)

L'entretien semi-directif (ESD) est une des méthodes la plus utilisée dans la collecte de données : il permet de vérifier certaines informations, mais aussi d'approfondir certains sujets et points d'intérêt définis à l'avance (Heather et Jost 2011). Les ESD ont été conduits avec les acteurs de la santé, individuellement. Les entretiens ont été effectués par une seule personne, mais enregistrés pour garantir l'exhaustivité des informations récoltées. Les personnes-ressources ont été choisies selon leur position dans la chaîne d'information, ainsi que leur disponibilité. Les informations recherchées étaient les suivantes : (i) rôle de la personne dans la surveillance : participation et connaissance du système ; (ii) modalités de circulation de l'information : support, origine, nature, traitement des données et personnes impliquées ; (iii) besoins et contraintes des acteurs de la santé vis-à-vis de la circulation de l'information : matériel, financement, formation, problèmes logistiques, etc... ; (iv) existence préalable d'outils de surveillance : les recenser et les décrire.

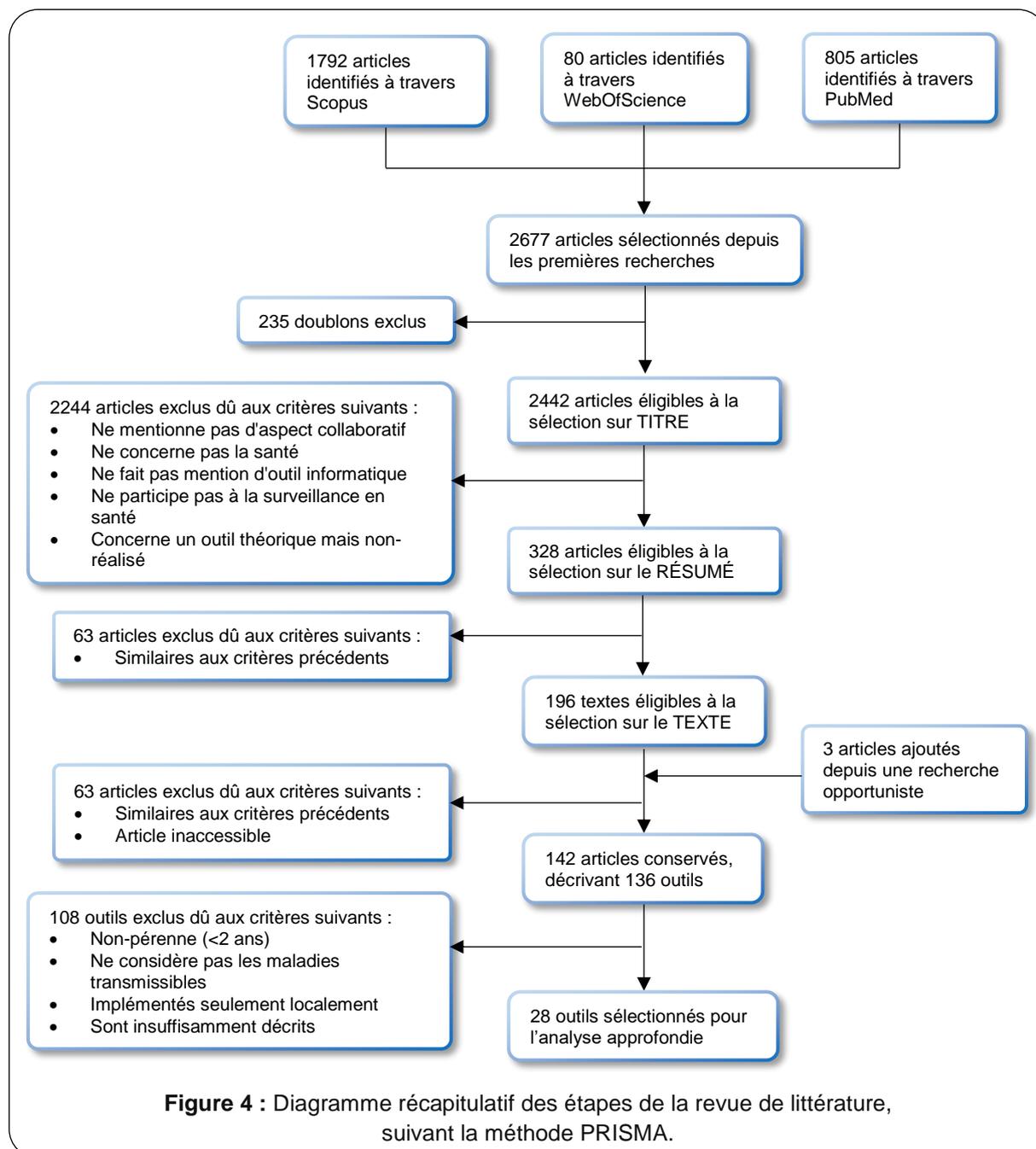
A chaque entretien, un formulaire de consentement a été signé par la personne-ressource ([Annexe n°3](#)).

2. RESULTATS

2.1. Revue de littérature

2.1.1. Diagramme récapitulatif

Le diagramme présenté dans la figure 4 présente les résultats des différentes étapes de screening selon la méthode PRISMA.

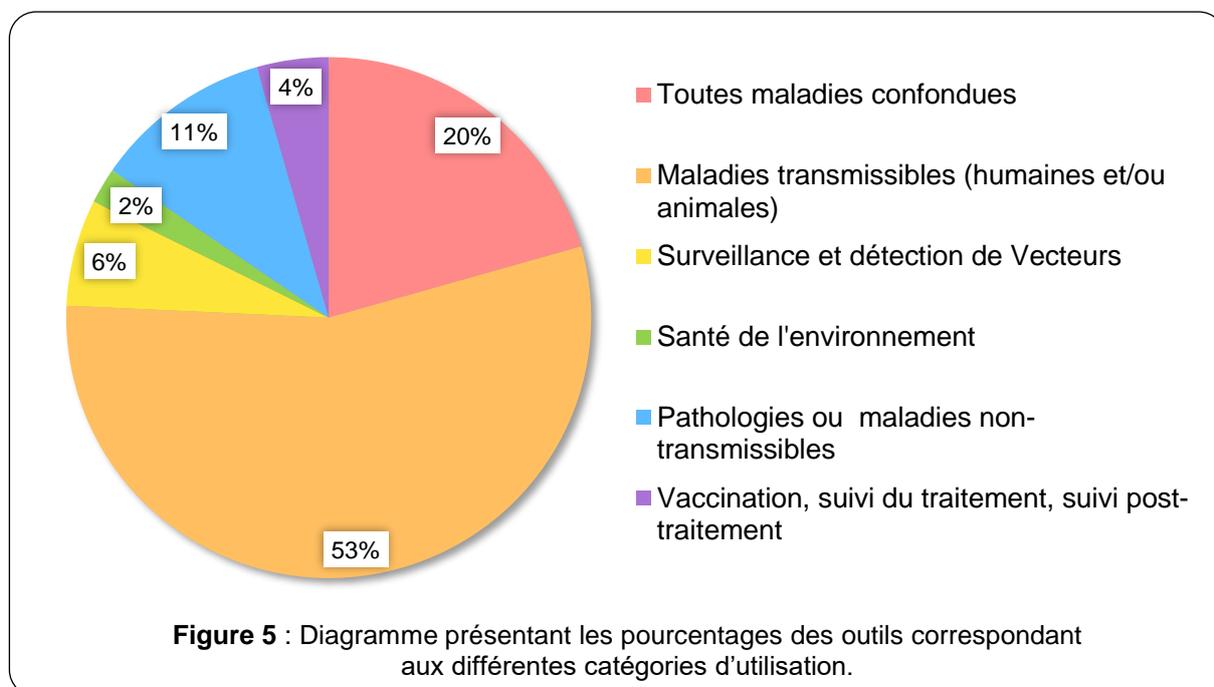


Au total, lorsque l'on exclue les doublons, 2442 publications ont été obtenues à la suite des recherches dans les 3 bases de données sélectionnées. Les critères d'exclusion ont ensuite permis de conserver 196 publications d'après leur titre et leur résumé. Sur ces 196 articles, plusieurs traitaient des mêmes outils, et d'autres ont été exclus après lecture du texte. Après ce dernier screening, 139 articles ont été conservés. Trois articles n'ont pas pu être consultés car supprimé de leur base de données web ou constituant des chapitres de livre. Concernant

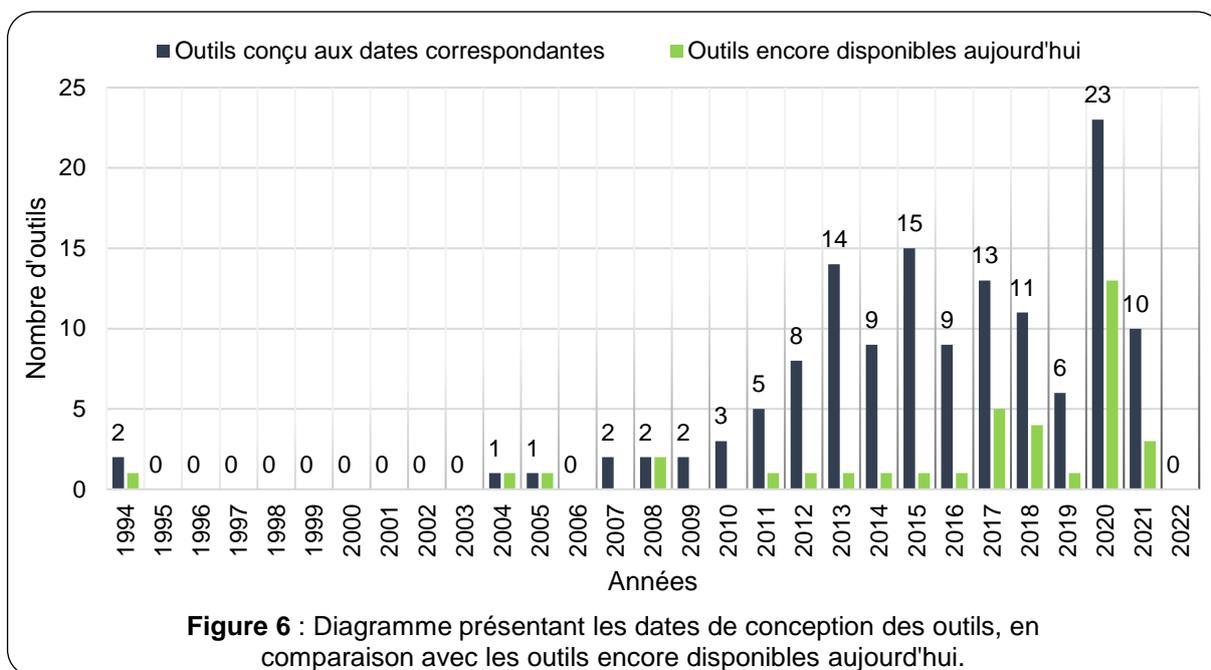
la recherche opportuniste, trois études décrivant 4 outils différents, « *Indonesia's integrated animal health information system* » (iSIKHNAS), SMART et les outils EMPRES-i et EMA-i associés ont été ajoutés. Au total, 136 outils ont été recensés. Chaque outil est décrit de manière succincte dans un tableau disponible en [Annexe n°4](#), selon différents critères généraux : leurs noms ou acronymes, les pays dans lesquels ils sont utilisés, leurs caractéristiques générales, leur date de création et la durée durant laquelle ils ont fonctionné.

2.1.2. Résumé des articles sélectionnés

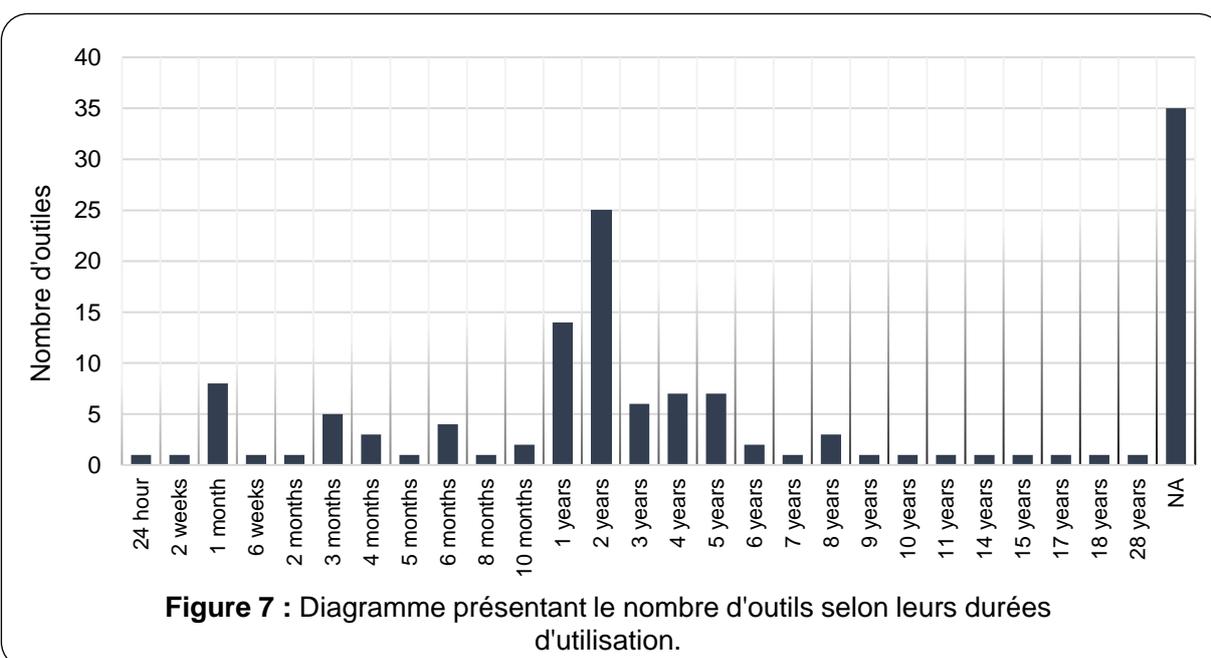
Les articles conservés jusqu'au 3^e screening mentionnent des outils numériques aux utilités et objectifs différents. Pour obtenir un premier aperçu de ces particularités, les outils recensés ont été regroupés selon différentes catégories (figure 5). Celles-ci ont été choisies de manière à classer au mieux les outils obtenus. La catégorie « toutes maladies confondues » rassemble les outils qui ne font pas de distinction entre les pathologies. Dans la catégorie dédiée aux « maladies transmissibles », les outils sont dédiés aux maladies comme l'infection au SARS-CoV-2, au virus Ebola, au VIH, au paludisme, à la dengue, ou d'autres pathogènes pouvant se transmettre entre individus. Cette catégorie « maladies transmissibles » est la plus importante, avec plus de la moitié des outils qui lui sont dédiés. La catégorie « pathologies ou maladies non-transmissibles » rassemble notamment les outils traitant des cancers, du diabète, de l'autisme, des traumatismes physiques ou de santé mentale. La catégorie « surveillance et détection de vecteurs » concerne les outils dédiés à la lutte contre des maladies vectorielles, mais ne traitant pas des cas humains. Enfin, la catégorie « santé de l'environnement », peu représentée (2%), rassemble les outils permettant à leurs utilisateurs de rapporter des événements concernant la faune sauvage, ou des événements météorologiques particuliers, ou encore des cas de pollutions. Il peut s'agir aussi de mortalités inhabituelles, de braconnage, ou d'animaux nuisibles. On remarque que la catégorie « maladies transmissibles » représente une part importante des outils recensés, soit 53%.



Les dates auxquelles ont été conçus les outils sélectionnés au travers du 3^e screening ont également été comptabilisées (figure 6). Seulement 4 outils ont été conçus avant 2007, mais 3 d'entre eux sont encore utilisés aujourd'hui. C'est à partir de 2011 que le nombre d'outil conçu augmente significativement. On observe un pic important durant l'année 2020, ce qui correspond pour un grand nombre à des outils concernant la surveillance du SARS-CoV-2. Le nombre d'outils encore disponibles aujourd'hui est à relativiser car l'information était rarement disponible.



Les durées d'utilisation de chacun des outils ont également été recensées quand l'information était accessible (figure 7). Parmi les 101 outils pour lesquels les données sont disponibles, 39 d'entre eux ont été utilisés au moins 1 ou 2 ans. Au total, l'information était indisponible pour 35 outils, soit 25,7% du total. La moyenne de durée d'utilisation est de 3,15 années, le minimum est de 24h et le maximum est de 28 ans.



2.1.3. Outils de surveillance retenus

Comme expliqué en [1.1.3.](#), un total de 28 outils provenant du tableau général ([Annexe n°4](#)) ont été retenus pour analyse approfondie (Tableau 1). Leur sélection s'appuie sur des critères telles que leur durée d'utilisation, leur portée nationale ou internationale, la considération des maladies transmissibles, et l'existence de données suffisantes pour les comparer entre eux. Leur évaluation sera effectuée à posteriori pour compléter la revue de littérature. Certaines caractéristiques seront évaluées en priorité : présence ou absence de géolocalisation, d'un tableau de bord, utilisation de « *short messaging service* » (SMS), des données mobiles, d'un mode « *Offline* », etc...

Name of the tool	Nb. of countries	Name(s) of those countries	Scale	Creation date	Period of use	Still in use
<i>Aarogya Setu</i>	1	India	National	2020	2 years	Yes
<i>Ada</i>	1	Germany	National	2017	3 years	Yes
<i>Afyadata</i>	5	Tanzania, Zambia, Burundi, South Africa, Democratic Republic of Congo and Kenya	Regional	2017	5 years	Yes
<i>AVADAR</i>	7	Nigeria, Liberia, Sierra Leone, Chad, Cameroun, Niger	Regional	2017	5 years	Yes
<i>COCOA</i>	1	Japan	National	2020	2 years	Yes
<i>COVID Control</i>	1	United States	National	2020	2 years	Yes
<i>COVID RADAR app</i>	1	Netherlands	National	2020	2 years	Yes
<i>COVID Symptom Study</i>	3	United Kingdom, United States, Northern Ireland	National	2020	2 years	Yes
<i>COVIDseeker</i>	1	United States	National	2020	2 years	Yes
<i>DHIS2</i>	96	World	Regional	1994	28 years	Yes
<i>EMA-i</i>	NA	World	Regional	2020	2 years	Yes
<i>EMPRES-i</i>	NA	World	Regional	2004	18 years	Yes
<i>eNHIS</i>	1	Papua New Guinea	National	2015	5 years	NA
<i>Gadyan</i>	1	Brazil	National	2013	3 years	Yes
<i>iSIKHNAS</i>	1	Indonesia	National	2013	9 years	Yes
<i>KABS - Kenya Animal Biosurveillance System</i>	1	Kenya	National	2017	3 years	Yes
<i>Local Environmental Observer (LEO) Network</i>	22	World	Regional	2012	10 years	Yes
<i>MCBR - Malaria Case-Based Reporting</i>	1	Myanmar	National	2017	3 years	Yes
<i>ProMED</i>	NA	World	Regional	1994	17 years	NA
<i>Signalement Tique</i>	1	France	National	2017	5 years	Yes
<i>SMART</i>	NA	World	Regional	2011	11 years	Yes
<i>Smartphone-based contact tracing system (based on ODK)</i>	1	Guinea	National	2014	4 years	No
<i>SMS sentinel surveillance network of ILI</i>	1	Madagascar	National	2007	4 years	NA
<i>SORMAS</i>	6	Germany, Suisse, France, Nigeria	Regional	2014	8 years	Yes
<i>Tekenscanner</i>	1	Netherlands	National	2018	4 years	Yes
<i>The Tick App</i>	1	United States	National	2018	4 years	Yes
<i>VetAfrica</i>	5	Ethiopia, Kenya, Uganda, Tanzania, Zambia	Regional	2014	3 years	NA
<i>Wellvis- COVID</i>	1	Nigeria	National	2020	2 years	Yes

Tableau 1 : Récapitulatif des outils conservés pour analyse approfondie.

Parmi ces 28 outils, il semble pertinent d'en détailler certains, qui présentent des particularités notables, et qui concernent plus précisément la problématique de la surveillance de fièvres hémorragiques virales en Guinée (par exemple les outils utilisés localement par les communautés ou les AC, outils impliquant la surveillance dans la faune sauvage). ISikhnas par exemple, est un des rares outils de surveillance impliquant directement les éleveurs. Pour optimiser les coûts financiers, les éleveurs utilisent des téléphones mobiles classique, capables d'envoyer des SMS. Un système de cartes est distribué à chaque utilisateurs où sont notés des codes, correspondant à différents symptômes ou animaux touchés, permettant de faire passer un grand nombre d'informations en peu de caractères. Cet outil a été développé localement en Indonésie et peut être facilement modifié et adapté par les autorités compétentes. SMART est également intéressant à signaler : cet outil est destiné principalement aux personnes travaillant dans des réserves naturelles, leur permettant de signaler très rapidement des événements anormaux de façon standardisée. Il peut s'agir de mortalités suspectes, de braconnage, etc... Il est développé par une organisation internationale, la « *Wildlife Conservation Society* » (WCS) (SMART 2022). DHIS2, également mis en place en Guinée, est quant à lui destiné à la santé humaine. Cet outil est particulièrement implanté en Afrique, ou seuls 6 états ne l'ont pas adopté. En dehors du continent Africain, de nombreux pays d'Asie du Sud-Est l'utilisent également : l'Inde, le Pakistan, l'Afghanistan, le Myanmar, le Vietnam, l'Indonésie ou encore le Sri Lanka. L'outil est gratuit mais des formations payantes sont nécessaires pour former des formateurs. Ainsi, les pays utilisateurs du DHIS2 possèdent une certaine liberté pour son utilisation.

2.2. Circulation de l'information dans la surveillance épidémiologique

2.2.1. Entretiens

Onze entretiens individuels ont été réalisés au cours de la mission (tableau 2). Neuf d'entre eux se sont tenus dans les communautés en Guinée forestière, et les deux derniers à Conakry, au niveau central. Au niveau sous-préfectoral, tous les domaines de la santé ont pu être consultés. Au niveau préfectoral, seuls des acteurs des santés humaines et animales ont été entendus, tandis qu'au niveau central, seule la santé humaine n'a pas pu être consultée.

N°	Date	Niveau	Santé	Durée	Lieu	Outil utilisé
1	22/04	Préfectoral	Animale	44:55	Guéckédou	EMA-i
2	22/04	Préfectoral	Animale	27:54	Guéckédou	EMPRES-i
3	23/04	Préfectoral	Humaine	42:17	Guéckédou	DHIS2
4	24/04	Sous-préfectoral	Animale	46:11	Téméssadou	EMA-i
5	24/04	Sous-préfectoral	Humaine	27:18	Téméssadou	DHIS2
6	26/04	Sous-préfectoral	Environnement	31:14	Téméssadou	
7	27/04	Sous-préfectoral	Humaine	23:14	Guendembou	DHIS2
8	27/04	Sous-préfectoral	Environnement	18:27	Guendembou	
9	28/04	Sous-préfectoral	Animale	36:23	Guendembou	
10	04/05	Central	Animale	47:15	Conakry	EMPRES-i
11	05/05	Central	Environnement	30:28	Conakry	

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des entretiens conduits en Guinée.

2.2.2. Santé humaine

Premièrement, il a été observé que les responsables des centres de santé des deux sous-préfectures visitées étaient équipées de l'outil DHIS2, mis en place en 2019. Fonctionnant via une application installée sur des tablettes Android, cet outil permet de saisir rapidement les symptômes et maladies des personnes se présentant aux agents de santé et de transmettre ces données directement au niveau préfectoral sans se déplacer, en continu (« *Oui, ça on rentre en continu [les données, NDLR]* ». Au niveau préfectoral, l'assistant à la gestion des données utilise aussi le DHIS2, cette fois via un navigateur web. Toutes les fonctionnalités ne sont pas débloquées à ce niveau : « *Moi j'utilise la saisie des données, taux de rapportage, tableau croisé dynamique, rapport d'événement, vraiment les données* ». En tout, trois pages web différentes sont utilisées pour le DHIS2 : « Entrepôt », « Surveillance » et « COVID-19 ». L'onglet « Surveillance » est dédié au suivi des maladies à potentiel épidémique, tandis que l'onglet « COVID-19 » ne concerne que les cas de COVID et les vaccinations enregistrées. Les hôpitaux, ainsi que les cliniques privées, disposent également de cet outil, mais l'utilisent de manière différente (« *Eux [les hôpitaux, NDLR] ils rentrent seulement le matériel qu'ils ont, dans la partie Entrepôt. C'est moi qui rentre les cas. Eux ils rentrent les tests de grossesse, les tests des maladies, le nombre de lits disponibles. Ils rentrent les cas de certains traumatismes et maladies* ». Toutes les informations renvoyées passent par la Direction Préfectorale de la Santé (DPS) de Guéckédou, où elles sont vérifiées. Les responsables des centres reçoivent alors une notification quand leur information est validée.

En parallèle, la transmission écrite se fait également, notamment pour les maladies à potentiel épidémique, où des fiches spécifiques sont à remplir, et sont envoyées depuis la sous-préfecture par moto jusqu'à Guéckédou. En complément de ces fiches circonstanciées, un rapport écrit est envoyé à la fin du mois. Chaque centre conserve des archives écrites de ces fiches et des personnes malades qui se présentent. Concernant la confirmation des cas, selon les besoins, il est possible de faire parvenir des échantillons à la DPS, qui les renvoie à son tour aux laboratoires capables de pratiquer les tests. Enfin, les données recensées au niveau préfectoral sont discutées une fois par mois dans les préfectures. Les participants de ces réunions n'ont pas été listés par la personne-ressource (« *Chaque mois on fait une réunion pour discuter de ces résultats, pour analyser les données* »).

2.2.3. Santé animale

La santé animale quant à elle, utilise aussi un outil numérique facilitant la surveillance des maladies animales. Fourni et implémenté par la FAO, cet outil se décline en deux parties séparées : EMPRES-i et EMA-i. Le premier est destiné aux cadres, capables de consulter les données, de les valider, et dans certains cas de les gérer ou de les modifier. EMPRES-i fonctionne depuis un navigateur web, et est hébergé sous KASM (KASM 2022). KASM est une plateforme numérique accessible sur le web permettant aux utilisateurs d'accéder à des applications présélectionnées chaque fois qu'ils se connectent. EMPRES-i est utilisé à partir du niveau préfectoral, notamment par les directeurs préfectoraux de l'élevage. Selon la place de l'utilisateur dans la hiérarchie, celui-ci aura accès à plus ou moins de données et fonctionnalités : « *Oui, mais lui [le directeur préfectoral de l'élevage de Guéckédou, NDLR] il ne peut voir que les données de Guéckédou, et valider les données à son niveau. En période normale en tout cas c'est comme ça, mais il est arrivé une période où il y a eu des problèmes, et il voyait tout, comme si ses agents n'étaient pas affiliés à lui seul* ». La FAO a formé 4 personnes au niveau de la direction pour utiliser EMPRES-i, mais une seule personne est actuellement en charge d'EMPRES-i (« *Oui, ça a eu lieu [les formations par la FAO, NDLR],*

mais ceux qui ont suivi la formation en présentiel ici ne sont plus beaucoup actifs dans la gestion de données, parce que l'un est parti est à la retraite et les deux autres sont à la direction »). La deuxième composante, EMA-i, développée sous forme d'application mobile, est destinée aux agents de terrain, susceptibles d'observer directement des événements relevant de la santé animale. Seuls certains chefs de poste disposent de l'outil EMA-i : sur les 19 chefs de poste de Guéckédou, 4 disposent de cet outil. Leur rôle se limite à envoyer des rapports événementiels via EMA-i, comprenant un grand nombre d'informations, toutes standardisées par l'application : coordonnées GPS, nombre de cas, symptômes, prophylaxie mise en place, photos, etc... Les données sont ensuite vérifiées au niveau de la direction préfectorale de l'agriculture et de l'élevage, et renvoyées directement au niveau national : *« celui qui est chargé de la gestion des données, ici le directeur, qui s'occupe d'EMPRES-i, va regarder l'évènement pour le valider. S'il y a un problème, il nous en parle et on vérifie ensemble l'évènement »*. L'implémentation des deux outils en Guinée est en cours de finalisation. En effet, une des 8 grandes régions de Guinée, Boké, n'en bénéficie pas encore.

Lors d'événements nécessitant une action rapide, le chef de poste peut appeler directement le directeur préfectoral, et mettre en place les premières mesures de prophylaxie (*« Certaines fois, quand c'est urgent, j'appelle pour demander de l'aide. Même si je n'ai pas de réseau [internet, NDLR] je peux prévenir comme ça »*). Dans les préfectures où EMA-i n'est pas encore utilisé, en l'occurrence Guendembou, la circulation de l'information se fait par téléphone, et par des rapports écrits, envoyés à chaque fin de mois. Tous les événements du mois figurent dans ces rapports, dont les versions vierges sont distribuées à chaque nouvelle année. Trois exemplaires sont rédigés, un conservé sur place, un envoyé à la direction de la sous-préfecture, et un dernier envoyé à Guéckédou. Ces rapports sont ensuite conservés pour archive, mais il n'a pas pu être déterminé s'ils étaient intégrés dans EMPRES-i par le directeur préfectoral. Il est possible que le rapport soit retranscrit au format numérique et envoyé par mail.

2.2.4. Santé environnementale

Concernant la santé environnementale, il n'existe pas d'outil numérique permettant la circulation de l'information de manière automatisée. Les chefs de cantonnement forestier (niveau sous-préfectoral) font remonter un rapport écrit à chaque événement, et peuvent appeler par téléphone le directeur de section pour les cas urgents. Aucune information vis-à-vis de l'archivage des rapports n'a pu être obtenue. Pour transmettre les rapports écrits, il est nécessaire de transporter ces documents jusqu'à Guéckédou, par moto dans la majorité des cas. Les chefs de cantonnement peuvent se déplacer eux-mêmes ou confier le rapport à un tiers se rendant dans la préfecture. Pour collecter l'information, les chefs de cantonnement peuvent se déplacer entre les districts relevant de leur sous-préfecture, mais reçoivent également des appels téléphoniques de la part des indicateurs ou des chasseurs. Lorsqu'ils reçoivent un appel, les chefs de cantonnement se déplacent pour observer eux-mêmes la situation. Il est également possible que la notification d'un événement se fasse directement au niveau préfectoral, auquel cas le chef de section contacte le chef de cantonnement pour qu'il se déplace (*« Parfois le chef de section m'informe que de tel côté il y a telle chose, ou telle chose, et il me dit d'aller voir. Mais ça ce n'est pas nous qui lui avons dit. Peut-être qu'il y a quelqu'un là-bas qui a son numéro, ou c'est un autre contact, qui lui a donné l'information »*). Contrairement aux autres secteurs de la santé, les rapports écrits ne se présentent pas sous la forme d'un canevas prédéfini à compléter. La santé environnementale ne dispose pas d'un modèle de fiche qui serait distribuée aux chefs de cantonnement, mais travaille actuellement

pour en concevoir : « *Globalement, on a commencé depuis l'année passée pour avoir des fiches de signalement. On est en train de les concevoir* ». Enfin, une des personnes interrogées au niveau sous-préfectoral a fait mention d'une notification par SMS lors d'événements concernant la plateforme One Health : « *C'est très rare, mais c'est arrivé. J'ai même un exemple ici, que j'ai envoyé au directeur. [...] Pour ça, pour la morsure de serpent, je n'ai pas fait de rapport écrit cette fois-là. [...] Et cette info de morsure c'était pour "Une Seule Santé"* ».

2.2.5. Actualisation de l'organisation générale

Les informations exposées précédemment ont également permis la mise à jour du schéma organisationnel proposé en 2019. Il est détaillé en figure 6 (p.15). Un certain nombre d'institutions ont changé de nom. De plus, la circulation des informations a évolué, du fait de l'implémentation des outils numériques de surveillance DHIS2 et EMA-i.

2.3. Contraintes identifiées

2.3.1. Contraintes liées aux caractéristiques du territoire

Concernant la santé humaine, plusieurs problèmes ont été cités. Premièrement, à Guendembou, l'approvisionnement en carburant n'est pas constant au cours de l'année. L'état des routes lors de la saison des pluies peut couper les livraisons nécessaires à l'alimentation du groupe électrogène de la sous-préfecture. (« *Mais le problème ici, c'est que les panneaux ne sont pas suffisants pour charger. En plus de ça, des fois la connexion n'est pas là, car la route est très mauvaise. Et l'hiver, avec les pluies, on n'a pas de carburant pour alimenter l'antenne. Et dans ces cas-là, on coupe jusqu'au matin et le soir, pour économiser un peu* »). Ces contraintes peuvent ralentir la circulation de l'information. Dans le cas d'une maladie à potentiel épidémique, les cas de personnes malades pourraient ne pas être signalés à temps, et donc ralentir les mesures de riposte : isolement des personnes, transport de médicaments, cas isolés non-signalés.

Pour la santé animale, une grande majorité des chefs de poste sont seulement stagiaires, et ne sont donc pas titularisés et rémunérés suffisamment : « *J'ai fait 8 ans à Téméssadou comme chef de poste, et parfois c'est la communauté qui me nourrit, alors que j'ai 11 personnes à nourrir. Et le directeur le sait. Et je pourrais partir pour finir ma formation, et gagner plus d'argent, mais non. Toujours je dois rester, car si je pars les titulaires ne viendront pas.* ». De plus, il existe des problèmes de distance et de déplacement similaires à ceux que rencontre l'ANSS. Certaines informations provenant des AC mettent du temps à parvenir aux chefs de poste, car les districts sont parfois éloignés et le réseau n'est pas toujours suffisant : « *Dans les endroits où il n'y a pas de réseau, et si c'est à 42 km, il donne l'information tardivement, et si c'est jour de marché, comme le lundi, ce sont les personnes qui se rendent au marché qui me préviennent* ».

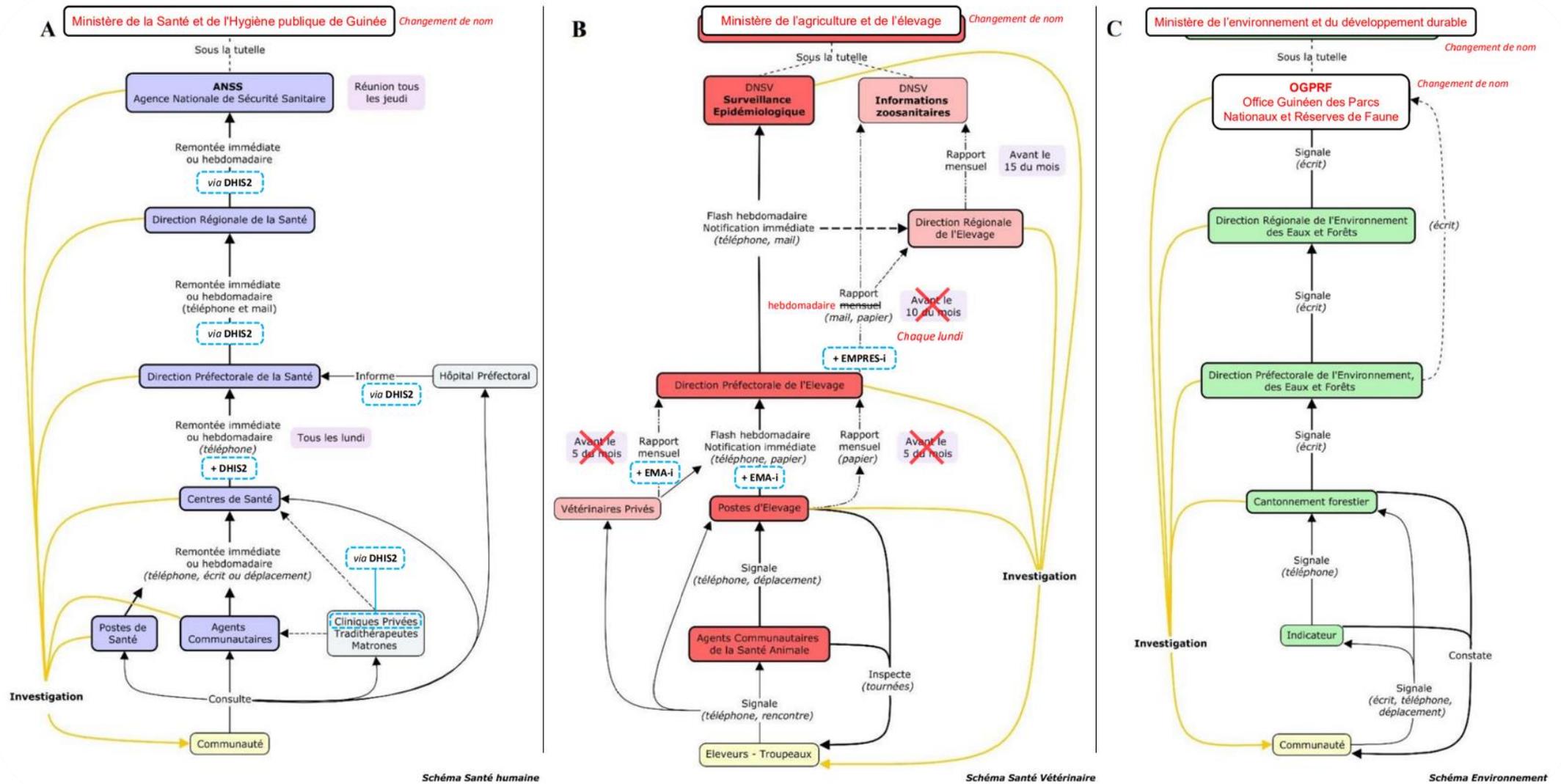


Figure 8 : Actualisation de l'organisation des systèmes de surveillance en santé humaine (A), santé animale (B), et environnementale (C) – collecte et remontée de l'information (flèches noires) ; retour d'informations/actions (flèches jaunes) ; modification des structures et échéances de rapports (en rouge) ; ajout des outils numériques (pointillés bleus). Tiré de (Guarrigues 2019), revu par M. Tesch et Y. Cissé.

Concernant le déplacement jusqu'au lieu de signalement, des contraintes sont également mentionnées : « *Le plus gros problème c'est le déplacement, c'est ça qui rajoute le plus de temps. C'est le cas pour nous, pour les autres départements aussi. Imaginons que tu aies une moto pour faire 3 kilomètres, et si on t'appelle à 40, est-ce que tu auras le courage d'y aller, le temps ?* » ; « *Mais depuis le jour où on m'a donné [la moto, NDLR], pas de carburant, pas de frais d'entretien. Voyez ma moto là, le moteur qui est dedans n'a pas pu tenir. Quand on vous donne, on vous oublie* ». L'ensemble de ces contraintes provoque une fatigue générale du côté des chefs de poste vétérinaires. Il est possible que certains d'entre eux, du fait de leurs conditions de travail, se déplacent rarement et ne signalent pas toujours les cas d'animaux malades ou morts qu'ils observent. De plus, ils ont parfois le même rôle de surveillance de la faune sauvage que les chefs de cantonnement forestiers. En effet, leur proximité avec les éleveurs peut les amener à être tenu au courant de mortalités anormales parmi les animaux sauvages.

2.3.2. Outils numériques

Du côté de la santé humaine, les responsables des centres de santé interrogés doivent financer eux-mêmes la connexion internet, ainsi que les forfaits téléphoniques pour communiquer entre eux. Le même problème se présente aux autorités de la santé animale. Les chefs de postes vétérinaires bénéficiant de EMA-i doivent financer eux-mêmes leur forfait, condition obligatoire pour envoyer les données : « *C'est nous-même qui achetons le réseau, on doit faire des sacrifices pour rapporter l'information* ».

Que ce soit pour la santé animale ou humaine, le risque d'une panne du matériel n'est pas pris en compte : si le téléphone ou la tablette permettant l'usage de DHIS2 sont cassés, aucun remplacement n'est prévu. Seul un appareil configuré au préalable permet l'utilisation de l'application, rendant difficile tout changement ou remplacement (« *On n'en a qu'un seul, et si ça tombe en panne, avec les déplacements, s'il n'est pas chargé. On n'a pas toujours les moyens d'assurer sa bonne utilisation. Il faudrait un deuxième téléphone qu'on va réserver si jamais l'autre est en panne* »). De même, malgré le fait que certains chefs de poste vétérinaire possèdent des téléphones Android, les caractéristiques d'EMA-i ne permettent pas qu'ils s'inscrivent eux-mêmes dans le système. Pourtant la demande existe depuis le niveau préfectoral : « *Le directeur m'avait aussi demandé si je pouvais former d'autres stagiaires qui détiennent des Android, mais compte tenu des contraintes techniques, on n'a pas pu le faire* ». Une personne formée à l'utilisation de l'application ne peut donc pas former un collègue. En effet, même au niveau central, la direction de la DNSV doit passer par le siège de la FAO à Rome pour ajouter un nouvel utilisateur au système : « *Mais moi je n'ai pas la possibilité d'affilier un agent à un chef, c'est le siège qui fait ça. Moi je peux créer leur identifiant, et c'est eux qui assignent* ». Cette dépendance à la FAO soulève quelques inquiétudes, d'après deux des acteurs interrogés : « *Car on ne sait pas si pour la FAO c'est un test ou quoi. Et c'est à l'issue de ça qu'on saura s'ils veulent l'implanter* » ; « *Dès le début, moi j'ai proposé à ma hiérarchie d'essayer d'être un peu autonome du point de vue de serveur* ».

Enfin, selon la position des utilisateurs dans la hiérarchie, écrire et vérifier les données dans l'application peut prendre un certain temps. Certains rapports sont écrits et doivent être incorporés dans le DHIS2 (« *Oui ça prend beaucoup de temps, et encore plus depuis qu'ils ont changé de canevas des fiches. Cela peut prendre parfois une heure de temps* »). Du côté d'EMPRES-i, ce sont les corrections des données qui peuvent ralentir le processus : « *EMPRES-i ne montre pas que c'est invalide, mais moi je vérifie. C'est ce qui fait que cela prend beaucoup de temps. Par exemple, quand un agent me dit dans EMPRES-i que le*

nombre de mort est supérieur au nombre de cas, ça c'est des données aberrantes ». Enfin, certains directeurs préfectoraux ne remplissent pas leur mission de relecture des événements, et envoient les données sans les corriger : « Voilà, ceux qui doivent vérifier avant d'accepter, ils ne le font pas. Des fois ils se connectent, et quand ça vient, ils ne vérifient pas. Mais quand ça arrive chez moi, il faut que moi je vérifie ».

2.3.3. Absence de numérisation

Concernant la santé animale, le chef de poste ne possédant pas l'outil EMA-i doit rédiger un rapport écrit. Ce formulaire prérempli compte 3 à 5 pages, et doit être complété à trois reprises, car il est nécessaire d'avoir trois exemplaires. (*« Car à l'heure où nous sommes, pour les rapports, s'il faut faire les trois copies. On écrit les trois. On prend les papiers, vous remplissez une première copie, une deuxième copie, une troisième copie... La première copie, ça c'est pour la direction de l'élevage. La deuxième copie c'est au niveau sous-préfectoral, et la troisième c'est l'archive »*). Cependant il semble que le maire de Témessadou ne consulte pas nécessairement la copie qui lui est remise. Cela joue sur la motivation du chef de poste : *« Des fois je ne donne que deux copies, car ici ils ne les lisent pas des fois. Moi je suis actuellement à Madala, et quand je dépose ici ils ne lisent pas »*.

La tâche s'avère plus difficile pour la santé environnementale, qui ne bénéficie pas encore d'un outil numérique de collecte d'information. Ainsi, un des besoins sur le moyen-long terme serait de mettre en place un outil semblable à ceux de l'ANSS et de la DNSV. Pour le moment, les rapports ne sont pas formalisés, et les données sont envoyées sous des formes différentes, rendant difficile leur analyse et leur archivage : *« Et comme ce n'est pas parfaitement formalisé, les gens font un peu en fonction du terrain. Quand c'est propice, ils appellent, d'autres envoient des rapports »*. Certaines idées sont déjà proposées au sein de la direction de l'OGPRF : *« L'application qu'on va envoyer sur le terrain sera différente du logiciel qu'on va utiliser ici pour la centralisation. Maintenant l'application va être pour les cadres. On verra comment les agents communautaires on va les doter en petits téléphones, en puce "flotte", que nous on va recharger automatiquement »*. Cependant tout le monde ne pourra pas utiliser ce genre d'outil, de par l'absence de réseau qui subsiste dans certaines zones du pays, notamment les aires protégées où les conservateurs officient.

Considérant le système actuel, des contraintes financières et techniques ralentissent également la surveillance pour les agents de l'OGPRF. Ainsi, lorsque les chefs de cantonnement souhaitent déposer le rapport à Guéckédou, ils sont contraints de se déplacer. Le même défaut se présente lorsqu'ils font le tour des indicateurs. Or ils sont seuls à payer leur matériel : *« Oui, le forfait c'est moi qui paye, la moto et le carburant c'est moi »*. La surface à couvrir est souvent trop importante pour un personnel aussi réduit, alors que les déplacements sont cruciaux. En effet, peu d'indicateurs ou chasseurs possèdent des téléphones : *« Et quelques-uns ont des téléphones, mais parfois il faut que je passe par quelqu'un d'autre. Des fois, ils me disent : "Mais à Guendembou il n'y a personne", mais moi j'ai 300 secteurs, et je me déplace. Mais si tout le monde avait des téléphones, des moyens de contact ou du réseau, ça serait mieux, mais c'est là le problème. Si déjà sur les 300, il y en a 50 qui ont des téléphones, c'est beaucoup »*. D'après les personnes interrogées, cela représente une contrainte importante en termes de temps : *« C'est très contraignant. Hier, on avait pu me joindre pour communiquer depuis un district, mais ensuite moi je ne peux pas joindre la personne »*.

3. DISCUSSION

3.1. Observations sur les outils recensés

Ce paragraphe traite de la revue de littérature, qui est à la connaissance de l'auteur la première étude qui recense les outils numériques utilisés dans le monde pour la surveillance épidémiologique. Au total, 136 outils ont été recensés, à partir desquels 28 seront analysés en profondeur pour comparer leurs avantages et inconvénients.

3.1.1. *Interprétation générale*

Parmi ces 136 outils, et malgré le fait qu'ils ne concernent pas tous des maladies transmissibles, on peut interpréter certains résultats de la revue. Au travers de la figure 6, il apparaît que le nombre d'outils conçus par années augmente significativement à partir de 2010. En effet, 90% (123/136) des outils relevés en [Annexe 4](#) ont été conçus après 2010. Ce phénomène peut s'expliquer par la démocratisation des systèmes informatiques. En effet, c'est durant cette période que les premiers smartphones font leur apparition, et que les bases de données informatisées remplacent petit à petit les méthodes d'archives précédentes, en majorité au format papier. Une seconde explication est possible : la prise de conscience du danger des émergences et réémergences de pathogènes par les autorités de santé à travers le monde. Ainsi, le nombre important d'outils développés entre 2013 et 2017 sont potentiellement le résultat des épidémies d'Ebola et d'arboviroses en général qui ont frappé l'Afrique à cette période (Alpren et al. 2017; Lwin et al. 2017; Rosewell et al. 2017). Ce phénomène est encore plus prononcé avec la pandémie de SARS-CoV-2, virus apparu fin 2019. En effet, à partir de 2020, le nombre d'outils numériques augmente sensiblement : 16 outils sont consacrés à ce pathogène, ce qui représente 48% (16/33) des outils conçus en 2020 et 2021. La durée des outils apparaît comme très variable, et ne dépendant pas toujours du bon succès des outils. En effet, c'est surtout la volonté de maintenir et faire évoluer l'outil qui semble être le facteur décisif à une longue durée d'utilisation (supérieure à 2 ans). Un certain nombre d'outils semblent destinés à être utilisés dans le cadre de tests, sans vision sur le moyen et long terme. Cette interprétation est à associer au manque de données vis-à-vis de ce sujet : dans 26% (35/136) des cas, l'information n'était pas disponible ou difficile à interpréter. De plus, même si la publication indique que l'outil a été utilisé pendant 3 mois, il n'est pas toujours mentionné que l'utilisation de l'outil a été stoppée. Malgré cela, une grande partie des outils semblent maintenus sur 1 ou 2 ans, permettant sans doute aux concepteurs d'obtenir une quantité de données suffisantes pour les interpréter. Cette courte durée d'utilisation peut participer à la confusion auprès des utilisateurs, de par l'enchaînement d'outils différents.

Deuxièmement, certains résultats descriptifs sont des conséquences directes des algorithmes de recherche choisis. Ainsi, 53% des outils recensés après le 3^e screening sont consacrés aux maladies infectieuses. Les algorithmes de recherche, notamment les mots-clés « *disease surveillance* » et « *zoonoses* », puis les critères d'exclusion, semblent avoir été assez spécifiques pour exclure une grande partie des outils ne concernant pas les maladies transmissibles. Des défauts subsistent cependant, car même si de nombreux tests ont été effectués au préalable, un thème semble sous-représenté : la santé de l'environnement. Seuls 2% des outils recensés lui sont dédiés. Le problème provient du fait que les mots-clés contenant le mot « santé » (comme santé humaine, santé publique, etc...) sont trop sensibles : ils renvoient un nombre trop important de résultats. Il serait intéressant d'effectuer une recherche complémentaire pour recenser les articles traitant de santé environnementale pour

la suite de la revue. Pour rappel, la santé environnementale rassemble plusieurs types d'événements : des événements météorologiques particuliers, des cas de pollutions, des mortalités inhabituelles dans la faune sauvage, du braconnage, ou encore la présence d'animaux nuisibles. Parmi les outils dédiés à la santé environnementale, on peut noter la présence de LEO et de SMART, qui sont implémentés à grande échelle dans le monde entier. Ainsi, LEO a permis la collecte de données en Amérique du Nord, au Canada, en Europe, et parfois en Afrique ou en Amérique du Sud. SMART est utilisé principalement en Afrique, en Amérique du Sud et en Asie du Sud-Est. Les objectifs de ces deux outils sont semblables, mais sont dédiés à des utilisateurs très différents.

3.1.2. Biais de recherche (1)

Il est nécessaire de rappeler que les différences entre les moteurs de recherche jouent un rôle dans les sorties obtenues. Scopus étant plus généraliste que PubMed, il est difficile de comparer les sorties et leur pertinence car les algorithmes ont dû être adaptés à chacune de ces bibliothèques scientifiques. Il est également difficile d'expliquer le faible nombre de sortie renvoyé par WebOfScience : il est possible que l'algorithme utilisé ne soit pas adapté au moteur de recherche. Il est également probable que des outils existants mais non détaillés dans la littérature scientifique n'aient pas été sélectionnés, d'où l'intérêt de lancer une recherche classique via Google. Enfin, un élément permet d'expliquer ces défauts de la revue : l'expérience du ou des reviewers. Ainsi, le fait d'avoir ou non effectué précédemment des revues systématiques peut provoquer des changements dans la sélection des articles. De la même manière, une problématique trop vague peut entraîner une sélection moins précise des articles, qui dépendra alors principalement de l'interprétation qu'en fait le reviewer. (Waffenschmidt et al. 2019)

3.2. **Avantage du numérique dans la surveillance**

Les enquêtes auprès des personnes qui utilisent ces outils, c'est-à-dire EMA-i pour les chefs de poste vétérinaire (santé animale), et le DHIS2 pour les responsables des centres de santé humaine, ont permis de dégager un certain nombre d'avantages à leur utilisation. Parallèlement, la revue de littérature apporte des exemples qui illustrent ces avantages et inconvénients. En effet, la surveillance fonctionne par l'accumulation de données, et les outils numériques facilitent grandement cette tâche. Ils présentent aussi des contraintes, notamment pour de leur implémentation, qui sont détaillées en [4.2](#).

3.2.1. Standardisation et vitesse de circulation des données

Premièrement, l'informatisation des données de surveillance permet de les standardiser. D'après la littérature, ainsi que les témoignages récoltés en Guinée, cela facilite leur interprétation et leur analyse car ces données obéissent aux mêmes normes (Chhetri et al. 2019; Tom-Aba et al. 2018). Il est également plus rapide de vérifier leur pertinence, et cette standardisation réduit le nombre d'erreurs émises lors des rapports. Elle permet aussi de faciliter l'archivage des données de santé. Au lieu de réaliser plusieurs copies du même rapport, il est possible de le stocker en ligne et donc de le consulter partout, au niveau local comme central. Cela permet également aux personnels insuffisamment formés l'utilisation de termes médicaux précis, facilement interprétable par les autorités de santé. Cette standardisation dont bénéficient l'ANSS et la DNSV grâce aux outils numériques (DHIS2 et EMA-i) représente une progression importante dans l'efficacité de la surveillance. Il est compréhensible que l'OGPRF souhaite également mettre en place cette standardisation, à

minima par écrit. La santé environnementale a pour objectif, à terme, de bénéficier des avantages de l'informatique comme le font les santés humaine et animale.

Deuxièmement, le gain de temps dans la circulation des informations, procuré par ces nouvelles technologies, semble conséquent : l'information peut être transmise instantanément dans la majeure partie des cas, et les contraintes liées à l'écriture d'un rapport sont amoindries. Au niveau national, si l'outil utilisé présente de manière efficace les informations (données statistiques, répartition géographique des cas, etc...), leur lecture et leur interprétation peut être accélérée. Pour se faire, le DHIS2 rassemble ces fonctionnalités dans un « Dashboard », sorte de tableau de bord général (Moyo, Nkhonjera, et Kaasbøll 2015; Njeru et al. 2020). Du côté de la santé animale, c'est EMPRES-i qui remplit cette fonction, en présentant de façon synthétique les données renvoyées par les utilisateurs de EMA-i. Inversement, la possibilité d'envoi de notifications au travers du smartphone au niveau local accélère également les communications. L'utilisation du réseau mobile classique est également remarquable : chaque maillon de la chaîne de surveillance peut être informé rapidement d'un événement par SMS ou appel.

3.2.2. Facilités pour l'implémentation

Troisièmement, les outils numériques de la surveillance profitent largement des installations déjà présentes. Si l'on prend comme exemple la Guinée, on peut directement observer que les deux outils de surveillance ne fonctionneraient pas sans la couverture réseau mise en place depuis des années par des entreprises privées. Certains outils observés dans la revue vont même plus loin, en s'appuyant directement sur le matériel possédé par les populations : c'est le cas d'iSIKHNAS ou du « *Local Environmental Observer* » (LEO) (Mosites et al. 2018; Nugroho et Syibli 2015). Comme expliqué précédemment, l'adoption des téléphones mobiles, des ordinateurs et des méthodes informatiques s'est faite rapidement dans les pays du sud (James 2016). Ainsi, le réseau couvre de plus en plus de surface, qu'il s'agisse de téléphonie classique ou d'antennes 4G. De plus, beaucoup d'acteurs de la santé possèdent déjà leur propre téléphone, et parfois un smartphone Android. Cependant, il subsiste des cas où les acteurs communautaires de la surveillance ne possèdent pas leur propre matériel informatique nécessaire à l'utilisation des outils (DHIS2 ou EMA-i). Mais cette contrainte peut être transformée en bénéfice, car fournir le matériel aux acteurs communautaires peut les motiver à participer et envoyer leurs données sous format numérique.

3.2.3. Biais de recherche (2)

Même si l'utilisation du DHIS2 ou d'EMA-i semble bénéficier de façon significative à la surveillance en Guinée, il est nécessaire de rappeler certains défauts de l'enquête de terrain. Tout d'abord, aucun représentant national de l'ANSS n'a pu être interrogé, réduisant les informations obtenues sur l'utilisation de l'outil numérique DHIS2 au niveau national. De la même manière, aucun cadre de la FAO directement impliqué dans l'utilisation d'EMA-i/EMPRES-i n'a pu être interrogé. Enfin, seule une petite zone géographique du territoire a été étudiée. Même si Guéckédou est la préfecture où s'est déclenchée l'épidémie d'Ebola en 2014, rien n'affirme qu'elle soit représentative du reste du pays, que ce soit en santé animale ou humaine. Il est donc probable que certains avantages procurés par ces outils aient été oubliés ou sous/surévalués.

3.3. Contraintes du numérique dans la surveillance

3.3.1. Contraintes financières et techniques

Le manque de moyens dont souffrent les acteurs communautaires de la surveillance a été mentionné à différentes reprises au fil des entretiens. En effet, même dans le cas où les outils sont implémentés, avec la formation et le matériel nécessaire, comme c'est le cas du DHIS2 et d'EMA-i, la maintenance du système est mal assurée. Ainsi, les forfaits mobiles nécessaires à la bonne utilisation des outils ne sont pas financés en continu, et tous les acteurs n'ont pas bénéficié de don de matériel. Cependant, bien que ce soit une contrainte, la plupart des personnes interrogées trouvent un moyen d'envoyer leurs données. Ceci pouvant, néanmoins, jouer sur leur motivation. Un autre problème de même nature, difficile à résoudre, réside dans la couverture du territoire en réseau. Selon la zone géographique, les acteurs communautaires se trouvent parfois dans l'impossibilité d'envoyer leurs données. Dans ce cas de figure, il est nécessaire de mettre en place une voie de communication alternative, comme par exemple les fiches préremplies que proposait le responsable de l'OGPRF. Enfin, une contrainte est présente en amont de l'utilisation d'un outil numérique, quel qu'il soit : la formation des utilisateurs. Il est nécessaire qu'ils aient déjà des connaissances en épidémiologie, mais ils doivent également apprendre à utiliser le matériel, puis l'outil numérique qui leur est proposé.

3.3.2. Dangers pour l'implémentation

Certaines barrières peuvent subsister une fois l'outil implémenté. Des outils peuvent être conçus pour une durée limitée, où ne pas appartenir à l'état dans lequel il est utilisé. Si l'on prend l'exemple de la Guinée, les serveurs stockant les données ne sont pas gérés directement par les autorités de santé nationale. De plus, les utilisateurs de ces outils sont parfois dépendants des gestionnaires pour certaines fonctions de base, créant une sorte de dépendance. Un grand nombre d'exemples d'outils conçus localement viennent tout de même contrebalancer cette problématique, mais il s'agit de cas par cas, comme c'est le cas d'iSikhnas ou d'Afyadata (Karimuribo et al. 2017; Nugroho et Syibli 2015). Ils ont été développés conjointement avec les acteurs de la santé des pays cibles.

Un autre problème apparaît également avec la multiplication des outils dans un même pays ou même parfois dans un même système de santé. Il s'agit de l'interopérabilité. En effet, la façon dont les outils sont conçus (hébergement et développements différents) a son importance. Le problème est présent en Guinée : le DHIS2 et EMPRES-i ne sont pour le moment pas compatibles. Enfin, la multiplicité des outils, lorsqu'ils se succèdent, peut également démotiver les acteurs de la santé. Il faut s'assurer de la pérennité des outils mis en place, et laisser une place pour qu'ils évoluent d'eux-mêmes.

3.3.3. Biais de recherche (3)

D'une part, concernant le DHIS2 utilisé en Guinée, seuls ont été interrogés les acteurs bénéficiant de DHIS2. Il est impossible de dire si un système alternatif existe pour ceux qui ne bénéficient pas de cet outil numérique. Aucun document traitant de l'implémentation ou de l'utilisation de cet outil n'a pu être consulté, et il est donc difficile d'estimer le degré d'installation du système sur l'ensemble du territoire. D'autre part, aucune information sur le financement de cet outil n'a pu être obtenue. Ces dernières lacunes se retrouvent aussi vis-à-vis d'EMPRES-i /EMA-i. De plus, concernant les entretiens eux-mêmes, certaines difficultés subsistent. Les acteurs abordaient parfois un autre sujet sans lien avec la question, et certaines informations ont pu être oubliées lors des entretiens. A cela s'ajoute l'inexpérience de l'enquêteur, dont c'était la première mission de terrain. Enfin, il est possible que les besoins

décrits par les personnes-ressources aient été exagérées, pour motiver les autorités à augmenter les budgets. A l'inverse, certaines contraintes ont pu être diminuées par peur de la hiérarchie. Enfin, la tenue de groupes de discussion aurait permis de confronter certains avis et d'obtenir des données approuvées par l'ensemble des acteurs ciblés. Ces « *focus group* » auraient également permis d'obtenir un éventail de proposition élargi de la part des acteurs communautaires de la santé.

3.4. Perspectives

3.4.1. Poursuite de la revue de littérature

La partie finale de la revue de littérature est encore à réaliser. Les 28 outils sélectionnés (tableau 2) doivent être analysés sur des critères qui restent encore à consolider. Parmi ces derniers, les résultats des enquêtes ont permis d'identifier certains points-clés à évaluer, parmi lesquels le degré de maintenance, le matériel nécessaire pour envoyer les informations, le lieu de stockage des données, l'interopérabilité, le coût de mise en place, l'existence d'un tableau de bord, les retours faits aux utilisateurs sur le terrain. Une des problématiques sera d'obtenir suffisamment d'informations à propos de ces outils pour compléter la grille d'évaluation. Il pourrait également s'avérer utile de décrire des aspects plus techniques de ces outils : quels sont les structures qui financent leur conception et leur implémentation, le code est-il Open-Source, c'est-à-dire accessible gratuitement. Enfin, il est souhaité qu'une recherche web classique soit également effectuée, pour ajouter à la revue les outils n'ayant pas fait l'objet de publication scientifique. De la même manière, certains outils identifiés au travers de revues de littérature similaires pourraient aussi être ajoutés, selon leur correspondance aux critères de l'analyse. L'objectif sera alors d'obtenir une cartographie des différents outils recensés dans la première partie de cette revue.

3.4.2. Outil ONE HEALTH

Un élément marquant se retrouve à la fois dans la revue de littérature et dans la circulation de l'information en Guinée : la quasi-absence de l'approche « Une Seule Santé », pourtant au cœur des problématiques épidémiologiques actuelles. Premièrement, seule une poignée d'outils font le lien entre deux domaines de la santé différents. Il est possible de prendre comme exemples les outils « *Mosquito Population Modelling for Early Warning & Public Health Response* » (MEWAR), ou CHAAK, qui ont tous deux pour fonction de collecter des données sur la répartition de vecteurs de maladies comme le paludisme ou la dengue (Aldosery et al. 2021; Lozano-Fuentes et al. 2013). Ces données sont ensuite utilisées à des fins de santé publique, par exemple pour sensibiliser les populations ou réaliser des campagnes d'élimination des gîtes larvaires. Pour MEWAR notamment, qui présente une composante santé humaine, il s'agit de réunir santé environnementale et santé humaine. Cependant ces exemples représentent une petite fraction des 136 outils recensés, la plupart étant unilatéralement consacrés à un secteur de la santé. Les résultats des enquêtes menés en Guinée viennent corroborer cette observation : le DHIS2 et EMA-i/EMPRES-i sont chacun cantonnés à leur secteur de la santé. Néanmoins l'interopérabilité des outils est en cours de réflexion en Guinée et d'autres pays d'Afrique où les deux outils sont déployés (OLIVE MM, communication personnelle, juil. 2022, Montpellier). De plus, il sera nécessaire de prendre en compte l'outil prochainement mis en place par l'OGPRF. Concernant cet outil, même si la personne interrogée au niveau central a émis le vœu de développer eux-mêmes leur outil, on peut penser que SMART serait particulièrement adapté. Nécessitant une connexion internet

pour envoyer les données, cet outil pourrait compléter les formulaires que va mettre en place l'OGPRF.

A partir de cet état des lieux, il est intéressant de réfléchir à la possibilité d'un outil « Une Seule Santé » capable de réunir les données provenant des différentes sources de données de la surveillance, et quel que soit leur support (informatique, papier ou autres). Pour mener à bien sa conception, les résultats conjoints de la revue et de l'enquête en Guinée peuvent être des sources d'informations essentielles. Ainsi, il paraît indispensable d'intégrer les systèmes existants pour l'implémentation d'un tel outil, et ce pour deux raisons. D'une part, tenter de remplacer des outils déjà implantés serait couteux en temps et en moyens, et d'autre part, la continuité des outils est importante pour les acteurs locaux car elle évite de générer de la confusion parmi les utilisateurs. Ensuite, une autre condition est de s'assurer de la pérennité d'un potentiel outil : décider en amont quel seront les sources de financement pour son utilisation sur le moyen et long terme, et prévoir les coûts à venir ainsi que sa pérennisation. Il est nécessaire d'être suffisamment renseigné sur le fonctionnement local de la surveillance. Pour pallier à ce risque, il est possible de privilégier l'implémentation d'outils « clés en main ». Par exemple, dans le cas d'EMPRES-i/EMA-i, les autorités nationales n'ont qu'une action limitée sur leur fonctionnement, ce qui ralentit leur mise en place et provoque des dysfonctionnements. Enfin, pour éviter de surcharger les utilisateurs en multipliant les outils, un objectif possible serait de chercher à combiner les bases de données des différents systèmes déjà en place.

Si ce cahier des charges est rempli, un outil à visée « Une Seule Santé » pourrait apporter plusieurs avantages. Premièrement, s'il réunit les bases de données des différents secteurs de la santé, il permettra une meilleure observation des maladies zoonotiques, comme la rage ou les fièvres hémorragiques virales. Deuxièmement, il permettra une meilleure compréhension des problématiques de santé globale par les décideurs. Troisièmement, un tel outil pourrait permettre de mobiliser plus rapidement et plus simplement des acteurs de secteurs différents sur des problématiques communes. Enfin, il pourrait permettre de faire participer des utilisateurs qui ne sont pas des professionnels de santé, comme avec la surveillance des vecteurs, la notification de symptômes, ou de mortalités anormales chez les animaux domestiques ou sauvages. Les possibilités sont vastes mais cet outil pourrait participer activement à une meilleure collaboration entre les secteurs de la santé, notamment en Guinée, où un projet pilote sera mené dans l'année à venir.

CONCLUSION

A la lumière des différents éléments exposés au fil de ce rapport, il est possible d'avancer un certain nombre de propositions. En premier lieu, les résultats préliminaires de la revue de littérature apportent des éléments intéressants à ajouter aux données collectées sur le terrain. Cette revue reste incomplète, mais il s'agit d'un travail exploratoire sera poursuivi, et duquel on peut dégager certains faits. Ainsi, certains défauts de la surveillance informatique se retrouvent à la fois dans les outils recensés par la revue et sur le terrain, parallèlement à certains avantages. Cet ensemble d'informations permet une première visualisation des attentes autour d'un outil One Health. Ainsi, réunir les différents secteurs de la santé par les sciences numériques semble réalisable, mais un grand nombre de conditions seront à remplir avant une potentielle mise en place. La poursuite de la revue et la coordination avec les acteurs locaux de la surveillance apparaissent donc comme des étapes clés pour la bonne réalisation d'un tel projet.

BIBLIOGRAPHIE

Littérature revue par les pairs :

Adeloye, D., T. Adigun, S. Misra, et N. Omoregbe. 2017. « Assessing the coverage of e-Health services in sub-Saharan Africa: A systematic review and analysis ». *Methods of Information in Medicine* 56 (3): 189-99. <https://doi.org/10.3414/ME16-05-0012>.

Aldosery, Aisha, Anwar Musah, Georgiana Birjovanu, Giselle Moreno, Andrei Boscor, Livia Dutra, George Santos, et al. 2021. « MEWAR: Development of a Cross-Platform Mobile Application and Web Dashboard System for Real-Time Mosquito Surveillance in Northeast Brazil. » *Frontiers in Public Health* 9: 754072. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.754072>.

Alpren, Charles, Mohamed F. Jalloh, Reinhard Kaiser, Mariam Diop, Sas Kargbo, Evelyn Castle, Foday Dafaee, Sara Hersey, John T. Redd, et Amara Jambai. 2017. « The 117 Call Alert System in Sierra Leone: From Rapid Ebola Notification to Routine Death Reporting. » *BMJ Global Health* 2 (3): e000392. <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2017-000392>.

Aranda-Jan, Clara B., Neo Mohutsiwa-Dibe, et Svetla Loukanova. 2014. « Systematic Review on What Works, What Does Not Work and Why of Implementation of Mobile Health (MHealth) Projects in Africa. » *BMC Public Health* 14 (février): 188. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-188>.

Brauburger, Kristina, Adam J. Hume, Elke Mühlberger, et Judith Olejnik. 2012. « Forty-Five Years of Marburg Virus Research ». *Viruses* 4 (10): 1878-1927. <https://doi.org/10.3390/v4101878>.

Calba, Clementine, Flavie L Goutard, Linda Hoinville, Pascal Hendriks, Ann Lindberg, Claude Saegerman, et Marisa Peyre. 2015. « Surveillance Systems Evaluation: A Systematic Review of the Existing Approaches ». *BMC Public Health* 15 (1): 448. <https://doi.org/10.1186/s12889-015-1791-5>.

Catley, Andrew. 2012. Review of *Participatory Epidemiology: Approaches, Methods, Experiences*, par Robyn G. Alders et James L.N. Wood. *The Veterinary Journal*, n° 191: 151-60. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2011.03.010>.

Chhetri, Amrit, Mari Iversen, Jens Kaasbøll, et Chipo Kanjo. 2019. « Evaluating mHealth Apps Using Affordances: Case of CommCare Versus DHIS2 Tracker ». In , 619-32. https://doi.org/10.1007/978-3-030-18400-1_51.

Costard, S., L. Mur, J. Lubroth, J. M. Sanchez-Vizcaino, et D. U. Pfeiffer. 2013. « Epidemiology of African Swine Fever Virus ». *Virus Research*, African swine fever virus, 173 (1): 191-97. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2012.10.030>.

Desenclos, J-C, et H De Valk. 2005. « [Emergent infectious diseases: importance for public health, epidemiology, promoting factors, and prevention] ». *Medecine et maladies infectieuses* 35 (2): 49-61. <https://doi.org/10.1016/j.medmal.2004.09.005>.

Etienne, Lucie, et Martine Peeters. 2010. « Origin and emergence of HIV: a success story ». *Virologie* 14 (3): 171-84. <https://doi.org/10.1684/vir.2010.0307>.

- Fährnich, C, K Denecke, O O Adeoye, J Benzler, H Claus, G Kirchner, S Mall, et al. 2015. « Surveillance and Outbreak Response Management System (SORMAS) to Support the Control of the Ebola Virus Disease Outbreak in West Africa ». *Eurosurveillance* 20 (12). <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES2015.20.12.21071>.
- Falagas, Matthew E., Eleni I. Pitsouni, George A. Malietzis, et Georgios Pappas. 2008. « Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: Strengths and Weaknesses ». *The FASEB Journal* 22 (2): 338-42. <https://doi.org/10.1096/fj.07-9492LSF>.
- Halliday, Jo E. B., Katie Hampson, Nick Hanley, Tiziana Lembo, Joanne P. Sharp, Daniel T. Haydon, et Sarah Cleaveland. 2017. « Driving improvements in emerging disease surveillance through locally relevant capacity strengthening ». *Science* 357 (6347): 146-48. <https://doi.org/10.1126/science.aam8332>.
- Hartelt, Kathrin, Silvia Pluta, Rainer Oehme, et Peter Kimmig. 2008. « Spread of Ticks and Tick-Borne Diseases in Germany Due to Global Warming ». *Parasitology Research* 103 (S1): 109-16. <https://doi.org/10.1007/s00436-008-1059-4>.
- Hilbert, Martin. 2020. « Digital technology and social change: the digital transformation of society from a historical perspective ». *Dialogues in Clinical Neuroscience* 22 (2): 189-94. <https://doi.org/10.31887/DCNS.2020.22.2/mhilbert>.
- James, Jeffrey. 2016. *The Impact of Mobile Phones on Poverty and Inequality in Developing Countries*. Édité par Jeffrey James. SpringerBriefs in Economics. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-27368-6_1.
- Kaner, Jolie, et Sarah Schaack. 2016. « Understanding Ebola: the 2014 epidemic ». *Globalization and Health* 12 (1): 53. <https://doi.org/10.1186/s12992-016-0194-4>.
- Karimuribo, Eson Daniel, Eric Mutagahywa, Calvin Sindato, Leonard Mboera, Mpoki Mwabukusi, M. Kariuki Njenga, Scott Teesdale, Jennifer Olsen, et Mark Rweyemamu. 2017. « A Smartphone App (AfyaData) for Innovative One Health Disease Surveillance from Community to National Levels in Africa: Intervention in Disease Surveillance. » *JMIR Public Health and Surveillance* 3 (4): e94. <https://doi.org/10.2196/publichealth.7373>.
- Keesing, Felicia, Lisa K. Belden, Peter Daszak, Andrew Dobson, C. Drew Harvell, Robert D. Holt, Peter Hudson, et al. 2010. « Impacts of Biodiversity on the Emergence and Transmission of Infectious Diseases ». *Nature* 468 (7324): 647-52. <https://doi.org/10.1038/nature09575>.
- Lozano-Fuentes, S., F. Wedyan, E. Hernandez-Garcia, D. Sadhu, S. Ghosh, J.M. Bieman, D. Tep-Chel, J.E. García-Rejón, et L. Eisen. 2013. « Cell phone-based system (chaak) for surveillance of immatures of dengue virus mosquito vectors ». *Journal of Medical Entomology* 50 (4): 879-89. <https://doi.org/10.1603/ME13008>.
- Lu, Zhiyong. 2011. « PubMed and beyond: a survey of web tools for searching biomedical literature ». *Database* 2011 (janvier): baq036. <https://doi.org/10.1093/database/baq036>.
- Lwin, M.O., K. Jayasundar, A. Sheldenkar, R. Wijayamuni, P. Wimalaratne, K.C. Ernst, et S. Foo. 2017. « Lessons from the implementation of mo-buzz, a mobile pandemic surveillance system for dengue ». *JMIR Public Health and Surveillance* 3 (4). <https://doi.org/10.2196/publichealth.7376>.

Mari Saèz, Almudena, Sabrina Weiss, Kathrin Nowak, Vincent Lapeyre, et Fee Zimmermann. 2015. « Investigating the zoonotic origin of the West African Ebola epidemic ». *EMBO Molecular Medicine* 7 (1): 17-23. <https://doi.org/10.15252/emmm.201404792>.

———. 2020. « Emerging Diseases, Livestock Expansion and Biodiversity Loss Are Positively Related at Global Scale ». *Biological Conservation* 248 (août): 108707. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108707>.

Morens, David M., Joel G. Breman, Charles H. Calisher, Peter C. Doherty, Beatrice H. Hahn, Gerald T. Keusch, Laura D. Kramer, James W. LeDuc, Thomas P. Monath, et Jeffery K. Taubenberger. 2020. « The Origin of COVID-19 and Why It Matters ». *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 103 (3): 955-59. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.20-0849>.

Mosites, E., E. Lujan, M. Brook, M. Brubaker, D. Roehl, M. Tcheripanoff, et T. Hennessy. 2018. « Environmental observation, social media, and One Health action: A description of the Local Environmental Observer (LEO) Network ». *One Health* 6: 29-33. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2018.10.002>.

Moyo, C., T. Nkhonjera, et J. Kaasbøll. 2015. « Assessing the use of mobile technology to improve timeliness of HMIS reports in Malawi ». In *2015 IST-Africa Conference, IST-Africa 2015*. <https://doi.org/10.1109/ISTAFRICA.2015.7190573>.

Njeru, I., D. Kareko, N. Kisangau, D. Langat, N. Liku, G. Owiso, S. Dolan, et al. 2020. « Use of technology for public health surveillance reporting: Opportunities, challenges and lessons learnt from Kenya ». *BMC Public Health* 20 (1). <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09222-2>.

Nyaruaba, Raphael, Charles Obinwanne Okoye, Otobong Donald Akan, Caroline Mwaliko, Chike Chukwuenyem Ebido, Adeola Ayoola, Emmanuel Ayodeji Ayeni, et al. 2022. « Socio-economic impacts of emerging infectious diseases in Africa ». *Infectious Diseases* 54 (5): 315-24. <https://doi.org/10.1080/23744235.2021.2022195>.

Page, Matthew J, David Moher, Patrick M Bossuyt, Isabelle Boutron, Tammy C Hoffmann, Cynthia D Mulrow, Larissa Shamseer, et al. 2021. « PRISMA 2020 Explanation and Elaboration: Updated Guidance and Exemplars for Reporting Systematic Reviews ». *BMJ*, mars, n160. <https://doi.org/10.1136/bmj.n160>.

Peiris, J. S. Malik, Menno D. de Jong, et Yi Guan. 2007. « Avian Influenza Virus (H5N1): a Threat to Human Health ». *Clinical Microbiology Reviews* 20 (2): 243-67. <https://doi.org/10.1128/CMR.00037-06>.

Perscheid, Cindy, Justus Benzler, Claus Hermann, Michael Janke, David Moyer, Todd Laedtke, Olawunmi Adeoye, et al. 2018. « Ebola Outbreak Containment: Real-Time Task and Resource Coordination With SORMAS ». *Frontiers in ICT* 5. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fict.2018.00007>.

Quinn, Emma, Kai Hsun Hsiao, Isis Maitland-Scott, Maria Gomez, Melissa T. Baysari, Zeina Najjar, et Leena Gupta. 2021. « Web-Based Apps for Responding to Acute Infectious Disease Outbreaks in the Community: Systematic Review. » *JMIR Public Health and Surveillance* 7 (4): e24330. <https://doi.org/10.2196/24330>.

- Reinhold, Joanna M., Claudio R. Lazzari, et Chloé Lahondère. 2018. « Effects of the Environmental Temperature on *Aedes Aegypti* and *Aedes Albopictus* Mosquitoes: A Review ». *Insects* 9 (4): 158. <https://doi.org/10.3390/insects9040158>.
- Rew, Lynn. 2011. « The Systematic Review of Literature: Synthesizing Evidence for Practice ». *Journal for Specialists in Pediatric Nursing* 16 (1): 64-69. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6155.2010.00270.x>.
- Rosewell, Alexander, Leo Makita, David Muscatello, Lucy Ninmango John, Sibauk Bieb, Ross Hutton, Sundar Ramamurthy, et Phil Shearman. 2017. « Health Information System Strengthening and Malaria Elimination in Papua New Guinea. » *Malaria Journal* 16 (1): 278. <https://doi.org/10.1186/s12936-017-1910-0>.
- Silenou, Bernard C., John L. Z. Nyirenda, Ahmed Zaghoul, Berit Lange, Juliane Doerrbecker, Karl Schenkel, et Gérard Krause. 2021. « Availability and Suitability of Digital Health Tools in Africa for Pandemic Control: Scoping Review and Cluster Analysis. » *JMIR Public Health and Surveillance* 7 (12): e30106. <https://doi.org/10.2196/30106>.
- Standley, Claire J., Ellen P. Carlin, Erin M. Sorrell, Alpha M. Barry, Ebi Bile, Aboubacar S. Diakite, Mamady S. Keita, et al. 2019. « Assessing Health Systems in Guinea for Prevention and Control of Priority Zoonotic Diseases: A One Health Approach ». *One Health* 7 (juin): 100093. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2019.100093>.
- Tom-Aba, D., S.E. Toikkanen, S. Glöckner, O. Adeoye, S. Mall, C. Fähnrich, K. Denecke, et al. 2018. « User Evaluation Indicates High Quality of the Surveillance Outbreak Response Management and Analysis System (SORMAS) After Field Deployment in Nigeria in 2015 and 2018 ». *Studies in health technology and informatics* 253: 233-37.
- Vinet, Freddy. 2020. « La gestion de l'épidémie de grippe espagnole (1918-1919) : préfets et municipalités en première ligne ». *Revue française d'administration publique* 176 (4): 857-73. <https://doi.org/10.3917/rfap.176.0015>.
- Waffenschmidt, Siw, Marco Knelangen, Wiebke Sieben, Stefanie Bühn, et Dawid Pieper. 2019. « Single Screening versus Conventional Double Screening for Study Selection in Systematic Reviews: A Methodological Systematic Review ». *BMC Medical Research Methodology* 19 (1): 132. <https://doi.org/10.1186/s12874-019-0782-0>.
- White, Jacob. 2020. « PubMed 2.0 ». *Medical Reference Services Quarterly* 39 (4): 382-87. <https://doi.org/10.1080/02763869.2020.1826228>.
- Zinsstag, J., E. Schelling, D. Waltner-Toews, et M. Tanner. 2011. « From "One Medicine" to "One Health" and Systemic Approaches to Health and Well-Being ». *Preventive Veterinary Medicine* 101 (3): 148-56. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2010.07.003>.

Littérature Grise :

Berry, Gérard. 2019. « L'hyperpuissance de l'informatique - Ép. 1/8 - Où va l'informatique? » Podcast. *France Culture*. Amphithéâtre du collège de France. <https://www.franceculture.fr/emissions/les-cours-du-college-de-france/ou-va-linformatique-18-lhyperpuissance-de-linformatique>.

Bresalier, Michael, Angela Cassidy, et Abigail Woods. 2020. « One Health dans l'histoire ». *ONE HEALTH, UNE SEULE SANTÉ*, 21.

CIRAD. 2016. « Guinée / Le Cirad en Afrique de l'Ouest Zone Sèche - Le Cirad en Afrique de l'Ouest ». *Le Cirad en Afrique de l'Ouest Zone Sèche* (blog). 22 novembre 2016. <https://afrique-ouest.cirad.fr/le-cirad-en-afrique-de-l-ouest-zone-seche/guinee>.

———. 2017. « Ebo-Sursy : Renforcement des capacités et surveillance de la maladie à virus Ebola ». 2017. <https://umr-astre.cirad.fr/recherche/projets/ebo-sursy>.

Combes, Claude, Laurent Gavotte, Catherine Moulia, et Mathieu Sicard. 2018. *Parasitisme - Ecologie et évolution des interactions durables*. Sciences Sup. Dunod. <https://www.dunod.com/sciences-techniques/parasitisme-ecologie-et-evolution-interactions-durables>.

CSSE, Center for Systems Science and Engineering. 2022. « COVID-19 Dashboard ». COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU). 23 mai 2022. <https://gisanddata.maps.arcgis.com/apps/dashboards/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6>.

FAO. 2022. « Réduire l'incidence des maladies animales transfrontières à fort impact au moyen du Système de prévention des crises (EMPRES) ». <https://www.fao.org/3/ni086fr/ni086fr.pdf>.

Guarrigues, Aurélia. 2019. « Evaluation du système de surveillance des maladies zoonotiques et des collaborations « Une Seule Santé » en Guinée ». Rapport de Stage. Direction Nationale des Services Vétérinaires (Conakry, Guinée); UMR ASTRE CIRAD (Montpellier, France); Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse; Université Paul Sabatier; CIRAD.

Guénin, Marie-Jeanne. 2019. « ETUDE PRELIMINAIRE A LA DEFINITION D'UN SYSTEME DE SURVEILLANCE PARTICIPATIVE DES ZOONOSES EMERGENTES EN GUINEE DANS UN CONTEXTE ONE HEALTH ». Thèse pour obtenir le grade de vétérinaire, UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I: VETAGRO SUP - Campus vétérinaire de Lyon.

Heather, Hannah, et Christine Jost, éd. 2011. « African Field Epidemiology Network (AFENET) Public Health Participatory Epidemiology Introductory Training Module - MANUAL FOR TRAINEES ». Participatory Epidemiology Network for Animal and Public Health (PENAPH).

Jebara, K. Ben. 2004. « Surveillance, detection and response: managing emerging diseases at national and international levels ». *Rev Sci Tech* 23 (2): 709-15.

KASM. 2022. « Kasm Workspaces ». 2022. <https://www.kasmweb.com/index.html>.

Klaucke, DN, JW Buehler, SB Thacker, RG Parrish, FL Trowbridge, et RL Berkelman. 1988. « Guidelines for Evaluating Surveillance Systems », 22.

Legrenzi, Christophe. 2015. « Informatique, numérique et système d'information : définitions, périmètres, enjeux économiques ». *Vie sciences de l'entreprise* 200 (2): 49-76.

MOH Guinea. 2019. « Manuel de Gestion du Registre des établissements sanitaires ». Minister of Health (MOH), Guinea. http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00TVNM.pdf.

Morand, S. 2016. *La prochaine peste: une histoire globale des maladies infectieuses*. Fayard.

Nugroho, Dhony Kartika, et Muhammad Syibli. 2015. « The Significance of Outputs of the Animal Health Information System ISIKHNAS in Indonesia ». *Environmental Health*, 4.

OIE. 2017. « Projet EBO-SURSY (Français) ». *OIE - Afrique* (blog). 2017. <https://rr-africa.oie.int/fr/projets/ebo-sursy-fr/>.

———. 2020. « L'approche « Une seule santé » appliquée à tous les niveaux du réseau de surveillance de la faune sauvage ». *OIE - Afrique* (blog). 14 décembre 2020. <https://rr-africa.oie.int/fr/news/lapproche-une-seule-sante-appliquee-a-tous-les-niveaux-du-reseau-de-surveillance-de-la-faune-sauvage/>.

OMS. 2021. « Tripartite and UNEP Support OHHLEP's Definition of "One Health" ». World Health Organisation. 1 décembre 2021. <https://www.who.int/news/item/01-12-2021-tripartite-and-uneep-support-ohhlep-s-definition-of-one-health>.

PRISMA. 2020. « PRISMA Flow Diagram ». PRISMA TRANSPARENT REPORTING of SYSTEMATIC REVIEWS and META-ANALYSES. 2020. <http://www.prisma-statement.org/PRISMAStatement/FlowDiagram>.

Robin, Marie-Monique. 2021. *La fabrique des pandémies: Préserver la biodiversité, un impératif pour la santé planétaire*. La Découverte.

SMART. 2022. « SMART 2019 2020 Annual Report ». Annual Report. WCS. https://drive.google.com/file/d/1gngpGbtImRo3VkuBxn5pXdfLp1TG8wx/view?usp=sharing&usp=embed_facebook.

World Health Summit. 2020. *WS 01 - Digital COVID-19 Pandemic Response Management - World Health Summit 2020*. Digital Conference. https://www.youtube.com/watch?v=YF4-_frt6uM.

ANNEXES

Annexe n°1 : Echantillon des algorithmes de recherche testés, et leurs sorties

	SCOPUS	PUBMED	WEB OF SCIENCE
Algorithme	ALL ("mobile application") OR ALL ("mobile phone") OR ALL("smartphone") OR ALL ("SMS") OR ALL("tablet") AND ALL ("public health") OR ALL("environmental health") OR ALL ("animal health") AND ALL ("surveillance") OR ALL ("monitoring") OR ALL ("sentinel")	("mobile application" OR "mobile phone" OR "smartphone" OR "SMS" OR "tablet") AND ("public health" OR "environmental health" OR "animal health") AND ("surveillance" OR "monitoring" OR "sentinel")	ALL=(("mobile application" OR "mobile phone" OR "smartphone" OR "SMS" OR "tablet") AND ("public health" OR "environmental health" OR "animal health") AND ("surveillance" OR "monitoring" OR "sentinel"))
Résultats	43498	1228	733
Algorithme	("mobile application") OR ("mobile phone") OR ("smartphone") OR ("short message service") AND ("mHealth") OR ("public health") OR (" One health") OR ("animal health") OR ("digital Health") AND ("disease surveillance") OR ("case monitoring") OR ("early detection") OR ("disease reporting")	("mobile application" OR "mobile phone" OR "smartphone" OR "short message service") AND ("mHealth" OR "public health" OR " One health" OR "animal health" OR "digital Health") AND ("disease surveillance" OR "case monitoring" OR "early detection" OR "disease reporting")	ALL=(("mobile application" OR "mobile phone" OR "smartphone" OR "short message service") AND (mHealth OR "public health" OR " One health" OR "animal health" OR "digital Health") AND ("disease surveillance" OR "case monitoring" OR "early detection" OR "disease reporting"))
Résultats	4065	182	135
Algorithme	("mobile applications") OR ("cell phone") OR ("smartphone") OR ("text messaging")OR ("digital technology") AND ("one health") OR ("public health") OR ("veterinarians") OR ("global health") AND ("epidemiological monitoring") OR ("contact tracing") OR ("early diagnosis")OR ("population surveillance")	("mobile applications"[MeSH Terms] OR "cell phone"[MeSH Terms] OR "smartphone"[MeSH Terms] OR "text messaging"[MeSH Terms] OR "digital technology"[MeSH Terms]) AND ("public Health"[MeSH Terms] OR "One health"[MeSH Terms] OR "veterinarians"[MeSH Terms] OR "global Health"[MeSH Terms]) AND ("epidemiological monitoring"[MeSH Terms] OR "contact tracing"[MeSH Terms] OR "early diagnosis"[MeSH Terms] OR "population surveillance"[MeSH Terms])	((ALL=("mobile application*" OR "cell phone" OR "smartphone*" OR "text messaging" OR "Digital technology")) AND ALL=("public health" OR "one health" OR "veterinarian*" OR "global health")) AND ALL=("Epidemiological Monitoring" OR "contact tracing" OR "early diagnosis" OR "population surveillance")
Résultats	2505	609	98
Algorithme	(("mobile applications") OR ("cell phone") OR ("smartphone") OR ("text messaging")OR ("digital technology") AND ("one health") OR ("public health") OR ("veterinarians") OR ("global health")AND ("epidemiological monitoring") OR ("contact tracing") OR ("early diagnosis")OR ("population surveillance" OR ("case management"))	("mobile applications"[MeSH Terms] OR "cell phone"[MeSH Terms] OR "smartphone"[MeSH Terms] OR "text messaging"[MeSH Terms] OR "digital technology"[MeSH Terms]) AND ("public Health"[MeSH Terms] OR "One health"[MeSH Terms] OR "veterinarians"[MeSH Terms] OR "global Health"[MeSH Terms]) AND ("epidemiological monitoring"[MeSH Terms] OR "contact tracing"[MeSH Terms] OR "early diagnosis"[MeSH Terms] OR "population surveillance"[MeSH Terms] OR "case management"[MeSH Terms])	ALL=(("mobile applications" OR "cell phone" OR "smartphone" OR "text messaging" OR "digital technology") AND ("public health" OR " One health" OR "global health" OR "veterinarians" AND ("epidemiological monitoring" OR "contact tracing" OR "early diagnosis" OR "population surveillance" OR "case management"))
Résultats	3446	630	87

Algorithme	("mobile applications") OR ("cell phone") OR ("smartphone") OR ("text messaging") AND ("one health") OR ("public health") OR ("veterinarians") OR ("global health") AND ("epidemiological monitoring") OR ("contact tracing") OR ("early diagnosis") OR ("population surveillance")	("mobile applications"[MeSH Terms] OR "cell phone"[MeSH Terms] OR "smartphone"[MeSH Terms] OR "text messaging"[MeSH Terms]) AND ("public Health"[MeSH Terms] OR "One health"[MeSH Terms] OR "veterinarians"[MeSH Terms] OR "global Health"[MeSH Terms]) AND ("epidemiological monitoring"[MeSH Terms] OR "contact tracing"[MeSH Terms] OR "early diagnosis"[MeSH Terms] OR "population surveillance"[MeSH Terms])	ALL=((("mobile applications" OR "cell phone" OR smartphone OR "text messaging") AND ("public health" OR " One health" OR "global health" OR "veterinarians") AND ("epidemiological monitoring" OR "contact tracing" OR "early diagnosis" OR "population surveillance")))
Résultats	2224	591	69
Algorithme	TITLE-ABS-KEY(("mobile application") OR ("mobile phone") ("smartphone") OR ("SMS") ("tablet") AND (" public health") OR ("environmental health") OR (" animal health") AND ("surveillance") OR ("monitoring") OR ("early detection"))	("mobile application"[TITLE/ABSTRACT] OR "mobile phone"[TITLE/ABSTRACT] OR "smartphone"[TITLE/ABSTRACT] OR "SMS"[TITLE/ABSTRACT] OR "tablet"[TITLE/ABSTRACT]) AND ("public health"[TITLE/ABSTRACT] OR "environmental health"[TITLE/ABSTRACT] OR "animal health"[TITLE/ABSTRACT]) AND ("surveillance"[TITLE/ABSTRACT] OR "monitoring"[TITLE/ABSTRACT] OR "early detection"[TITLE/ABSTRACT])	TS=((("mobile application" OR "mobile phone" OR "smartphone" OR "SMS" OR "tablet") AND ("public health" OR "environmental health" OR "animal health") AND ("surveillance" OR "monitoring" OR "early detection")))
Résultats	554	333	394
Algorithme	("mobile application") OR ("smartphone") OR ("text messaging") OR ("ehealth") OR ("mhealth") AND ("disease surveillance") OR ("zoonoses") AND ("participatory") OR ("collaborative") OR ("citizen science")	((("mobile applications" OR "smartphone" OR "text messaging" OR "ehealth" OR "mHealth") AND (" surveillance" OR "zoonoses") AND ("participatory" OR "collaborative" OR "citizen science")	ALL=((("mobile applications" OR "smartphone" OR "text messaging" OR "ehealth" OR "mHealth") AND ALL= (" surveillance" OR "zoonoses") AND AL=("participatory" OR "collaborative" OR "citizen science")
Résultats	459	59	59
Algorithme	TITLE-ABS-KEY (("mobile application") OR ("cell phone") OR ("smartphone") OR ("text messaging") OR ("digital technology") AND ("public health") OR (" one health") OR ("veterinarians") OR (" global health") AND ("Epidemiological Monitoring") OR ("Contact tracing") OR ("early diagnosis") OR ("population surveillance"))	("mobile applications"[MeSH Terms] OR "cell phone"[MeSH Terms] OR "smartphone"[MeSH Terms] OR "text messaging"[MeSH Terms] OR "digital technology"[MeSH Terms]) AND ("public Health"[MeSH Terms] OR "One health"[MeSH Terms] OR "veterinarians"[MeSH Terms] OR "global Health"[MeSH Terms]) AND ("epidemiological monitoring"[MeSH Terms] OR "contact tracing"[MeSH Terms] OR "early diagnosis"[MeSH Terms] OR "population surveillance"[MeSH Terms])	TS=((("mobile applications" OR "cell phone" OR smartphone OR "text messaging" OR "digital technology") AND ("public health" OR " One health" OR "global health" OR "veterinarians") AND ("epidemiological monitoring" OR "contact tracing" OR "early diagnosis" OR "population surveillance")))
Résultats	303	609	69
Algorithme (Utilisé)	((ALL ("mobile application") OR ALL ("smartphone") OR ALL ("text messaging") OR ALL ("ehealth") OR ALL ("mHealth") AND ALL ("disease surveillance") OR ALL ("zoonoses")) AND LANGUAGE (English))	((("mobile applications" OR "smartphone" OR "text messaging" OR "ehealth" OR "mHealth") AND (" surveillance" OR "zoonoses") AND (English[Language]))	ALL=((("mobile applications" OR "smartphone" OR "text messaging" OR "ehealth" OR "mHealth")) AND (ALL=((("disease surveillance" OR "zoonoses")) AND (LA=(English)
Résultats	1806	816	80

Annexe n°2 : Guide d'entretien destiné aux communautés

Guide d'entretien

Niveau communautaire

Objectifs :

- Définir la surveillance des maladies au niveau local ;
- Déterminer les besoins et contraintes des communautés en informations, actions et en matériel ;
- Evaluer les possibilités locales pour la mise en place future d'un outil numérique de surveillance participative avec une approche One Health.

La surveillance épidémiologique à l'échelle communautaire en santé humaine, animale et environnementale

Objectif principal : identifier les méthodes et procédés de surveillance actuellement utilisés par les acteurs de la communauté

Sous-objectifs :

- Obtenir un aperçu de la surveillance épidémiologique au niveau communautaire ;
- Détailler l'implication de la ou les personnes-ressources dans la surveillance ;
- Décrire la circulation de l'information.

Temps : environ 20 minutes

Questions ouvertes à garder en mémoire pour objectif :

Pouvez-vous détailler certains aspects de la surveillance à votre échelle : l'origine des informations (qui ou quoi récupère les informations), leur mode de circulation (quel support d'information), leur stockage, leur traitement, et les modalités de temps (fréquence d'envoi des données par exemple) ?
→ Permet d'identifier et de caractériser la méthode de surveillance utilisée.

Participez-vous à cette surveillance ? Si oui, quel est votre rôle ?

→ Permet de préciser le rôle de la personne-ressource dans la surveillance ;

Quels retours recevez-vous par rapport aux informations renvoyées ? Que se passe-t-il (déplacement de médecins/vétérinaires, vigilance redoublée, abattage, etc...) après une alerte de mortalité/symptômes ?

→ Permet d'évaluer la réponse actuelle aux alertes de santé ;

→ Permet de déterminer quels moyens techniques sont présents du côté de la réponse.

Quelles sont les contraintes pour vous de ces procédés de surveillance ? Avez-vous des exemples de problèmes concrets qui sont apparus par le passé, dans son implémentation (si récente) ou son utilisation ?

→ Permet d'obtenir un aperçu des difficultés rencontrées par les niveaux inférieurs de la chaîne d'information ;

→ Approfondir le sujet des imprévus et aléas : leur nature, impact et fréquence.

Besoins et contraintes des personnes-ressources

Objectif principal : identifier comment les communautés pourraient profiter d'un outil numérique de surveillance épidémiologique

Sous-objectifs :

- Déterminer quelles informations intéresseraient les personnes-ressources de la communauté ;
- Identifier les contraintes techniques et humaines existantes sur place ;
- Identifier des leviers susceptibles d'accroître la participation à la surveillance.

Temps : environ 20 min

Questions ouvertes à garder en mémoire pour objectif :

Quelles informations voudriez-vous recevoir depuis un outil numérique (orienter en fonction du domaine : santé humaine/animale, élevage, agriculture, chasse, environnement) ?

→ Permet d'identifier les nécessités locales en information ;

→ Permet de comprendre les préoccupations des différents participants de la surveillance.

Quelles actions attendez-vous des autorités suite aux informations qu'elles peuvent recevoir depuis la communauté (orienter en fonction du domaine : santé humaine/animale, élevage, agriculture, chasse, environnement) ?

→ Permet d'identifier les nécessités locales en actions venant des niveaux plus éloignés de la chaîne ;

→ Permet de comprendre les préoccupations des différents participants de la surveillance.

Avez-vous déjà utilisé un appareil informatique, comme un smartphone, un téléphone GSM, un ordinateur, une tablette ? Si oui, pourriez-vous fournir des détails (quel appareil, combien de temps, pour quelle utilisation) ?

→ Permet de déterminer le degré de familiarité de la personne avec les appareils informatique.

→ Permet de déterminer si des formations pour l'utilisation de ces appareils seront nécessaires.

De quelles ressources informatiques matérielles (téléphone GSM, smartphone, serveur, ordinateur portable ou fixe, etc...) disposez-vous ? Et les personnes avec qui vous êtes en contact pour la surveillance ?

→ Permet d'obtenir un aperçu des capacités technologiques des acteurs de la santé interrogés.

Annexe n°3 : Formulaire de consentement



Ce projet a été réalisé dans le cadre du projet EBO-SURSY, financé par l'Union Européenne.



FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

POUR LA PARTICIPATION A UNE RECHERCHE SOCIOLOGIQUE

Je soussigné,, déclare accepter, librement, de participer à l'étude : « **Identification des procédés de surveillance des maladies et des besoins et contraintes des communautés en informations, en actions et en matériel, pour la conception d'un outil numérique participatif Une Seule Santé** », dans le cadre des projets « Renforcement des capacités et de la surveillance pour la maladie à Virus Ebola - EBO-SURSY » et AFRICAM, dont les objectifs et modalités m'ont été clairement expliqués.

Je consens à ce que le contenu de l'entretien soit conservé sous forme de prise de notes : Oui / Non

Je consens à l'enregistrement de l'entretien par dictaphone : Oui / Non

J'accepte l'utilisation des photographies pour des fins de rapports : Oui / Non

Adresse du participant :

Signature du participant :

Fait à :

Nom et signature de l'investigateur :

Le :

Annexe n°4 : Tableau récapitulatif des outils numériques de surveillance

Name of the tool	Name(s) of countries using it	Scale	General information: aim, capacities, support, target, etc...	Date	Minimal Period of use	References
<i>117 call alert system</i>	Sierra Leone	National	A toll-free telephone system was used for reporting sick people and deaths occurring in communities during the Ebola response as part of containment efforts. The system remained in place after the end of the epidemic.	2014	7 years	DOI: 10.1136/bmjgh-2017-000392
<i>Aarogya Setu</i>	India	National	COVID-19 Surveillance: finding missing cases and having faster aggregation, analysis of data, and prompt response measures. This platform empowers communities with the right information and guidance.	2020	2 years	http://publichealth.jmir.org/2020/2/e18795/
<i>Ada</i>	Germany	National	The symptom assessment tool Ada collects basic demographic information and self-reported symptoms from users to suggest conditions that they may be experiencing.	2017	3 years	https://publichealth.jmir.org/2021/11/e26523/ ; Health https://publichealth.jmir.org/2021/11/e26523h . Powered by Ada.
<i>AFYACHAT</i>	Kenya	Local	AFYACHAT analyses a patient's age, sex, smoking, diabetes and systolic blood pressure and provides a cardiovascular disease (CVD) risk score.	2020	2 years	https://doi.org/10.1080/20477724.2020.1816286
<i>Afyadata</i>	6 African Countries	Regional	Afyadata's goal is to enhance early detection, timely reporting, and prompt response to health events in human and animal populations.	2017	5 years	DOI: 10.2196/publichealth.7373
<i>An intelligent healthcare system for predicting and preventing dengue virus infection</i>	India	Local	An intelligent healthcare system which identifies, monitors, and alerts dengue virus (DeV) infected individuals and other stakeholders in real-time and control the DeV infection outbreak using cloud computing, internet of things and fog computing paradigms.	2020	NA	https://doi.org/10.1007/s00607-020-00877-8
<i>Antibioclic</i>	France, Burkina Faso	Local	A Clinical decision support system (CDSS) for antibiotic prescribing in primary care that provides personalized antibiotic recommendations.	2017	5 years	https://www.jmir.org/2020/7/e17940/ ; https://antibioclic.com/a-propos
<i>Argus</i>	Central African Republic (CAR), Togo	Local	i) Alert, to provide an immediate notification of cases that may signal a potential outbreak; ii) Report, to transmit Weekly and Monthly surveillance reports, and iii) Archive, to review the status of previously submitted reports	2016	15 weeks	https://doi.org/10.1186/s13031-018-0177-6 ; https://doi.org/10.1371/journal.pone.0243131
<i>ARTEMIS -</i>	Europe	Regional	<i>Antimicrobial Resistance Trend Monitoring System</i> : it's a tool that can provide real-time and source-independent antimicrobial resistance monitoring to support transnational resistance surveillance.	2012	NA	http://dx.doi.org/10.2196/jmir.2043
<i>ASDetect</i>	Australia	Local	A Mobile application for the early detection of autism. ASDetect is a parent-led mobile application, free-of-charge, on Android and Apple.	2019	NA	https://doi.org/10.1186/s12887-019-1888-6
<i>AVADAR</i>	6 African Countries	Regional	AVADAR is a community-based digital platform that deals with the collection and distribution of real-time information. AVADAR makes it possible to report suspected cases of paralysis in the field at the central level	2017	5 years	https://doi.org/10.29245/2578-3009/2021/S2.1101 ; 10.11604/PAMJ.SUPP.2019.33.2.16820 ; https://doi.org/10.1186/s12889-018-6187-x ; https://www.odess.io/initiative/auto-visual-afp-detection-and-reporting-avadar.html
<i>Breathe</i>	Canada	Local	It's an asthma collaborative self-management (CSM) platform using content based on international evidence-based clinical guidelines. It's a Web-based mHealth platform accessible on smartphones, tablets, or desktop	2018	12 months	10.2196/10956

<i>C7 LVC -</i>	Brazil	Local	<i>Canine Visceral Leishmaniasis Notification System</i> : An application for smartphones facilitating and systematizing the notification of positive cases of canine visceral leishmaniasis (CVL) by veterinarians.	2021	NA	DOI: 10.1590/1678-5150-PVB-6671
<i>Chaak System</i>	Mexico	Local	A mobile phone app collects data on mosquitos' vector for dengue. Mobile data capture is used increasingly for malaria surveillance and holds great promise for surveillance of other neglected tropical diseases.	2013	NA	DOI: http://dx.doi.org/10.1603/ME13008
<i>CholeraPhone</i>	Bangladesh	Local	Our objective was to use mobile phones for reporting diarrheal episodes in households to provide real-time incidence data with minimum resource consumption and low recall error	2014	1 year	DOI:10.4269/ajtmh.18-0546 ; https://www.icddr.org/news-and-events/news?id=877&task=view
<i>ClickClinica</i>	World	Regional	A free smartphone application to try to increase the identification of major infectious diseases and other acute medical presentations and improve our understanding of clinical practice	2013	4 weeks	10.1186/1472-6947-13-70
<i>CMC-19 - Chiang Mai COVID-19</i>	Thailand	Local	CMC-19 represents a single real time information system for 51 hospitals/centers in Chiang Mai province to analyse their patients' health data and to access testing data on suspect and confirmed cases of COVID-19.	2020	2 years	DOI: 10.1016/j.bbrc.2021.01.093
<i>COCOA - Contact Confirming Application</i>	Japan	National	COVID-19 Contact-Confirming Application (COCOA), which is being used in Japan to contain the epidemic.	2020	2 years	https://doi.org/10.2196/22098
<i>ComDSTM</i>	Tanzania	Local	Phone-based disease surveillance for malaria: actively and passively monitoring the occurrence of febrile illnesses and treatment of malaria by village health workers (VHWs)	2013	1 year	DOI: 10.1186/s12936-017-1956-z
<i>Community-based surveillance systems (CBSS) in Zambia</i>	Zambia	Local	Mobile phone-based malaria reporting system for capturing spatial and temporal trends in epidemiological indicators of malaria transmission collected by community health workers	2011	2 years	http://www.malariajournal.com/content/13/1/489
<i>Community-led data collection (based on ODK)</i>	Kenya	Local	Community-led data collection strategies using smartphones by smallholder farmers to acquire robust datasets from the trypanosomiasis endemic Shimba hills region. The app is based on ODK.	2019	NA	DOI: 10.1186/s13104-019-4198-z
<i>COVID Control</i>	United States	National	COVID Control is a novel syndromic surveillance approach, which collects body temperature and COVID-like illness (CLI) symptoms across the US using a smartphone app.	2020	2 years	https://doi.org/10.1038/s41598-021-84145-5
<i>COVID RADAR app</i>	Netherlands	National	The app allows users to self-report symptoms, social distancing behaviours, and COVID-19 status daily. The app is free to download.	2020	2 years	https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253566
<i>COVID Symptom Study</i>	UK, US, Northern Ireland	National	This application for COVID-19 surveillance offers data on risk factors, predictive symptoms, clinical outcomes, and geographical hotspots	2020	2 years	DOI: 10.1126/science.abc0473
<i>COVID-19 Self-Checker</i>	US - Apalachia	Local	The tool collect data on participant demographic characteristics and health history. It's an automated daily electronic follow-up on their smartphone to monitor COVID-19.	2020	3 months	https://doi.org/10.1177%2F0033354921990372
<i>COVID-Guide</i>	Germany	National	Help collect epidemiological data on the spread of (suspected) covid-19 cases, easily and quickly available in all countries where the tool will be used	2021	1 year	DOI: 10.1701/3608.35876 ; https://covidguide.health/fr/
<i>COVIDseeker</i>	United States	National	COVIDseeker is used to capture continuous fine-grained geospatial temporal data from smartphones and leverages these data to study transmission patterns of COVID-19.	2020	2 years	DOI: 10.3390/ijerph19031410 ; https://covidseeker.ucsf.edu/

<i>CoV-SCR web-app</i>	NA	NA	Focused on COVID-19, the app enables individuals to keep a personal record of their close contacts and monitor their symptoms on a daily basis.	2020	NA	https://doi.org/10.1186/s40249-020-00711-5
<i>DermIA</i>	Washington - US	Regional	A smartphone application allows users to capture images of suspicious lesions and have them evaluated using artificial intelligence technology.	2020	2 years	https://doi.org/10.1007/s10278-020-00395-1 ; https://play.google.com/store/apps/details?id=com.genialabs.dermia&hl=en_US&gl=US https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00007 ; DOI: 10.1109/ISTAFRICA.2015.7190573 ; DOI: 10.1186/s12911-021-01499-6 ; DOI: 10.1186/s12936-020-03442-y ; https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200858 ; https://dhis2.org/fr/
<i>DHIS2</i>	World	Regional	Retrieve health data (cases, disease, personal information, outbreaks, treatments) in a unique database to support epidemiological surveillance. DHIS2 is a tool to collect and sort out the raw data.	1994	28 years	
<i>Digital data collection platform (based on ODK)</i>	United Kingdom	Local	A secure, efficient, and easy-to-use data collection platform to measure the prevalence of sepsis in Wales over 24 hours. Open Data Kit was used on Android devices with Google App Engine and a digital data collection form	2015	24 hours	DOI:10.1093/jamia/ocv208
<i>DIRA - Disease Incidence Reporting Application</i>	Uganda	Local	An application developed for mobile devices to improve the cholera reporting, that allows the field registration of patients to be done quickly, easily and accurately. Can be run on PCs and Android smartphones.	2013	NA	DOI: 10.1007/978-3-642-41151-9_18
<i>DISapp</i>	India	Local	Give information about dengue risks to the general population, and collect data about community cases.	2017	NA	https://doi.org/10.1007/s10661-019-7425-0
<i>Disease Surveillance in OR Tambo using ODK</i>	South Africa	Local	The aim was to implement low cost IT solutions to help solve the problems of data capture in rural clinics. Also providing improved data quality, reliability and quick access to summary & aggregate routine data.	2014	NA	DOI:10.3233/978-1-61499-389-6-103
<i>DOT - Disease Outbreak Tracker</i>	Mauritius	Local	Early detection of human diseases outbreaks, tested at university: crowdsourcing mobile application has been designed to allow users to select and submit the different symptoms they are suffering from	2018	6 months	DOI: 10.1007/s12553-020-00456-z
<i>e.cuidHaMUs</i>	Portugal	Local	<i>Integrated eHealth Monitoring System for Health Management in Universities</i> - To detect risk behaviours related to noncommunicable diseases and to implement problem-solving measures.	2019	5 years	DOI: 10.1177/1757975920984222
<i>Ebola Contact Tracing (ECT)</i>	Sierra Leone	Local	ECT app is smartphone based electronic data-capture and management system for Ebola Cases in Sierra Leone	2015	4 months	https://doi.org/10.1186/s12879-019-4354-z
<i>EbolaDiag</i>	Nigeria	Local	A Smartphone application capable of supporting the diagnosis, screening, and healthcare experts working on the frontline in contact tracing and monitoring of the spread of Ebola.	2018	NA	DOI: 10.4018/978-1-5225-4029-8.ch004
<i>EbolaTracks SMS system</i>	West Africa (Guinea, Sierra Leone, Liberia)	Regional	Aim: facilitate active monitoring of EVD contacts for 21 days following their last possible exposure to Ebola virus. The system solicits information on symptoms and temperature twice daily.	2014	1 year	http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=20999
<i>eHiss</i>	Ghana	Local	<i>Electronic Health Information and Surveillance System</i> : mHealth system among caregivers with children under-five years, designed as a health information and surveillance tool in a rural district of Ghana.	2017	11 months	https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197756

<i>Electronic (Web-based) school absenteeism reporting system</i>	Thailand	Local	This electronic system allowed teachers to update students' attendance status via mobile tablets. The system had a disease investigation module.	2011	NA	DOI: 10.2196/mhealth.3114
<i>Electronic Platform for Rabies Surveillance</i>	Sri Lanka	Local	A data platform to improve rabies prevention, aimed to provide real-time data on rabies infections, dead animals, patients treatments and outcome...	2017	NA	DOI: http://dx.doi.org/10.2471/BLT.16.188060
<i>EMA-i</i>	World	Regional	<i>Event Mobile Application</i> - Android application to collect geo-referenced data from the district level. Data from EMA-i goes to EMPRES-i at FAO	2020	2 years	https://doi.org/10.1186/s12917-021-02789-x ; https://www.fao.org/resilience/resources/resource-s-detail/en/c/1039825/
<i>EMPRES-i</i>	World	Regional	<i>EMPRES Global Animal Disease Information System</i> - a web-based application that has been designed to support veterinary services by facilitating the organization and access to regional and global disease information	2004	18 years	https://doi.org/10.1186/s12917-021-02789-x ; https://www.fao.org/resilience/resources/resource-s-detail/en/c/1039825/
<i>eNHIS</i>	Papua New Guinea	National	A mobile application and online platform for health professionals was created to interface with the new system (eNHIS), for malaria control.	2015	5 years	DOI 10.1186/s12936-017-1910-0 ; https://www.adb.org/sites/default/files/project-documents/51035/51035-005-rrp-en.pdf https://doi.org/10.1017/S0031182012000571 ; https://doi.org/10.1371/journal.pone.0006968 ; https://five.epicollect.net/ ; DOI: 10.1017/S0031182012000571 ; http://doi:10.4102/ojvr.v81i2.737
<i>EpiCollect</i>	NA	All	EpiCollect is an application for free and easy data collection. It provides both the web and mobile applications for the generation of forms (questionnaires) and freely hosted project websites for data collection.	2008	NA	DOI:10.1017/S0031182012000571 ; https://www.techchange.org/2012/10/09/goodbye-episurveyor-hello-magpi/
<i>EpiSurveyor</i>	NA	Local	EpiSurveyor is a free mobile phone and web-based data collection system used by the health, agriculture, education, conservation, and commerce sectors.	2009	3 years	DOI:10.1017/S0031182012000571 ; https://www.techchange.org/2012/10/09/goodbye-episurveyor-hello-magpi/
<i>Event Capture</i>	Cameroun	Local	An Android application which enables to capture and submit events; for collecting influenza epidemiological data in Cameroon.	2017	1 year	DOI: 10.1111/irv.12747
<i>FAST</i>	Kenya	Local	<i>Field Adapted Survey Tool</i> : it's a system for smartphone data collection to replace paper-based data collection for an influenza sentinel surveillance system.	2013	3 months	DOI 10.1186/s12911-014-0107-5
<i>FeverTracker</i>	India	Local	Malaria surveillance, replacing the paper-based disease report tools	2021	NA	DOI: 10.2196/28951 ; https://covid.joinzoe.com/data
<i>Flu@home</i>	Australia	National	It's an app that collects self-reported symptoms and influenza risk factors, then instructs them in obtaining a low-nasal self-swab, to detect influenza-like illness (ILI).	2020	NA	DOI:10.1136/ bmjopen-2019-036298
<i>FluMob</i>	Singapore	Local	FluMob is a mobile-based ILI surveillance system among health care workers.	2016	2 years	DOI: 10.2196/19712
<i>Flu-report</i>	Japan	National	Flu-report is an influenza-tracking mobile phone app that uses a self-administered questionnaire for the early detection of influenza activity.	2016	1 year	http://mhealth.jmir.org/2018/6/e136/
<i>FrontlineSMS</i>	8 African Countries	Local	Frontline SMS is a free, open source, messaging platform. It is used for human health and also for early warning network for human-wildlife mitigation.	2005	15 years	DOI: 10.1089/hs.2019.0062 ; DOI: 10.1007/978-3-319-22246-2_19 ; doi: 10.2196/jmir.2477 ; DOI: 10.1186/s12889-016-3062-5 ; https://www.frontlinesms.com/ ; DOI: 10.1109/HICSS.2010.274

<i>Gadyan</i>	Brazil	National	Gadyan specifically focus on microcephaly syndromic surveillance and used retrospectively collected relevant data from Google trends, Twitter and Wikipedia to detect Zika outbreak. Was part of a competition named ZikaHack.	2013	3 years	https://aclanthology.org/W17-5806 ; https://sph.med.unsw.edu.au/news/students-find-early-signals-zika-virus-outbreak
<i>GapMap</i>	United States	National	A mobile application to collect locational, diagnostic, and resource use information from individuals with autism.	2017	NA	DOI: 10.2196/publichealth.7150
<i>GeoODK</i>	Peru	Local	Collect human mobility data via self-reported mobile device to identify risks of Malaria infection.	2019	1 month	DOI 10.7717/peerj.6298 ; http://geodk.com/
<i>Healthvana</i>	California, Florida - US	Local	An online patient engagement platform and smartphone application reducing the number of days between STI testing, notification, and treatment.	2014	1 year	doi: 10.2105/AJPH.2017.303999
<i>Healthy.me</i>	Australia	National	Web-based personally controlled health management system (PCHMS) built to increase the uptake of sexually transmitted infections (STI) screening among a young university population	2013	5 months	DOI:10.1093/jamia/ocu052
<i>HEpiTracker - Hospital Epidemics Tracker</i>	Spain	National	An effective and user-friendly tool to identify and track symptoms compatible with COVID-19 in hospital workers.	2020	3 months	http://publichealth.jmir.org/2020/3/e21653/
<i>HHS -</i>	China	Local	<i>Honghu Hybrid System</i> : HHS is a cloud-based system for COVID-19 surveillance and control.	2021	3 months	DOI: 10.2196/18948
<i>IIP - Infection Intelligence Platform</i>	Scotland	National	Provides integrated information on infection (for example, by combining risk factors, demographics, healthcare activity, medicines usage and clinical data) and enabling better analysis of infection information.	2013	4 years	https://www.isdscotland.org/Health-Topics/Health-and-Social-Community-Care/Infection-Intelligence-Platform/About-IIP/ ; DOI:10.1093/jac/dkx229
<i>IIRU-TR (based on ODK)</i>	Oman	Local	<i>International Injury Research Unit trauma registry</i> - The registry was designed to provide comprehensive information on each trauma case from the location of injury until hospital discharge.	2017	6 months	https://doi.org/10.1080/16549716.2017.1380360
<i>ILI Surveillance System</i>	China (Hong-Kong)	Local	It's an electronic school absenteeism surveillance system using smart card-based technology for influenza-like illness (ILI) surveillance. The system is based on on eClass and eAttendance	2012	2 years	DOI: 10.2196/publichealth.6810
<i>India's Kumbh Mela tool for disease surveillance</i>	India	Local	It is a tablet-based customized disease surveillance system with real-time analytic capabilities. It can be deployed at mass gatherings in resource-scarce settings to optimize care delivery by providing real-time access to field data.	2016	2 weeks	DOI:10.1093/pubmed/fdw091
<i>Infectious Disease Information Collection System at the Scene of Disaster</i>	China	National	Collect infectious disease information at the scene of a disaster with rapid acquisition of information regarding infectious disease and rapid questionnaire customization at the scene of disaster relief by use of a personal digital assistant (PDA)	2015	NA	https://doi.org/10.1017/dmp.2015.183
<i>Infectious Disease Surveillance (IDS) System</i>	Australia	Local	Data collection, outbreak detection. Our dashboard is designed to provide a daily, weekly, monthly, and historical summary of outbreak information, which can be potentially used to develop a future intervention plan.	2021	NA	DOI: 10.2196/14837
<i>Interactive Voice Response System (mIVRS) in Ghana</i>	Ghana	Local	Reporting Lymphatic dermatosis (LF) morbidity cases and acute dermatolymphangioadenitis (ADLA) attacks in Ghana. The mIVRS was designed as a surveillance tool to capture LF data in Kassena Nankana Districts of Ghana.	2018	1 year	https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008839
<i>iSikhnas</i>	Indonesia	National	A single integrated database with multiple flexible portals for data submission and data access, including email, SMS, Web, direct software connections and custom applications, for animal disease surveillance.	2013	9 years	https://www.researchgate.net/profile/Asmarani-Kusumawati/publication/331641528_Monitoring_o

							f_Macaca_fascicularis_in_Kreo_Cave_due_to_Construction_of_Dam_from_2010-2015_Conservation_Activities/links/5c8532bf92851c69506a0e0d/Monitoring-of-Macaca-fascicularis-in-Kreo-Cave-due-to-Construction-of-Dam-from-2010-2015-Conservation-Activities.pdf#page=50 ; https://www.isikhnas.com https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244119 ; https://www.kenyanews.go.ke/tag/kenya-animal-bio-surveillance-system-kabs/
<i>KABS - Kenya Animal Biosurveillance System</i>	Kenya	Local	KABS is an open-source mobile phone-based domestic and wild animal disease reporting system. The KABS application perform automatic basic analyses (frequencies, spatial distribution).	2017	3 years		
<i>LeCellPHIA (Lesotho Cell Phone PHIA)</i>	Lesotho	National	LeCellPHIA is a cell phone surveillance system that collects weekly population-based data on influenza-like illness (ILI) in Lesotho by calling a representative sample of a recent face-to-face survey.	2020	2 months	DOI: 10.2196/31236	
<i>LeishCare</i>	Brazil	NA	A smartphone application that help health professionals during the diagnosis and management of leishmaniasis in endemic areas.	2020	NA	DOI: 10.1007/s42600-020-00090-8	
<i>Local Environmental Observer (LEO) Network</i>	World	Regional	A tool to help the tribal health system and local observers to share information about climate and other drivers of environmental changes. With LEO, you can connect with others in your community and share observations	2012	10 years	https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2018.10.002 ; https://leonetwork.org/fr/docs/about/about	
<i>Malaria Control System</i>	India	Local	GIS-Based set of applications for surveillance and case reporting for Malaria.	2015	2 years	https://doi.org/10.1186/s12936-019-3080-8	
<i>Malaria sentinel surveillance</i>	Ethiopia	Local	A system of ten malaria sentinel sites was established to collect data on key malaria indicators using SMS.	2010	4 years	http://www.malariajournal.com/content/13/1/88	
<i>Malaria Trigram</i>	Brazil	National	The Malaria Trigram is an infographic visualization tool that has been developed to improve individual-level malaria surveillance analysis and provide health professionals and public health policymakers with data	2021	NA	https://doi.org/10.1186/s12936-021-03964-z	
<i>MalariaConnect</i>	South Africa	Local	Facilitating rapid reporting of cases and rapid case investigation, case classification, and appropriate response planning	2015	6 years	https://doi.org/10.1186/s12936-019-2683-4 ; https://doi.org/10.1186/s12936-018-2451-x	
<i>Mapping for Ebola response (Based on ODK and OsmAnd)</i>	Sierra Leone	Local	open-source survey software (ODK) installed on Android smartphones and open-source navigation software (OsmAnd) to collect mapping and village data during the 2014-2016 Ebola virus disease (EVD) outbreak	2015	1 month	https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189959	
<i>MCBR - Malaria Case-Based Reporting</i>	Myanmar	National	<i>Malaria Case-Based Reporting</i> : Mobile phone-based application for malaria reporting, case management, and surveillance implemented at a community-level. MCBR data can be entered and stored offline	2017	3 years	https://doi.org/10.1186/s12936-021-03701-6	
<i>MEWAR</i>	Brazil	Local	<i>Mosquito Population Modelling for Early Warning & Public Health Response</i> : Real-time mosquito surveillance, support environmental surveillance agencies	2020	1 year	https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.754072	
<i>MEWS</i>	Madagascar	Local	<i>Malaria Early Warning System</i> Malaria-related data from 21 sentinel sites collected by Short Message Service are automatically analysed to detect malaria trends and malaria outbreak alerts with automated feedback reports.	2007	8 years	DOI: 10.1186/s12936-017-1728-9 ; DOI: 10.2196/16424	
<i>Mi Gripe (+ Frontline SMS)</i>	Guatemala	Local	An influenza-like illness (ILI) tailored mHealth participatory reporting system. Participants use text messages or an app to report symptoms of ILI.	2015	8 months	DOI: 10.2196/publichealth.8610	
<i>Mobile phone-based toll-free surveillance system</i>	Kenya	Local	A mobile phone-based toll-free surveillance system aimed to detect outbreaks of diseases such as Rift Valley fever.	2013	5 years	DOI: 10.1098/rstb.2019.0020	

<i>MOBILE4D</i>	Singapore	National	A disaster reporting and alerting system for smartphones in which bi-directional communication is a key feature.	2015	NA	http://dx.doi.org/10.1145/2737856.2737879
<i>Mo-Buzz</i>	Singapore	National	Dengue surveillance, health communication, early outbreaks detection: Mo-Buzz is a crowdsourcing platform to provide information relating to dengue transmission, and for health authorities to alert users.	2013	NA	DOI: 10.2196/publichealth.7376 ; DOI: 10.1007/s00146-020-00939-7 ; DOI: 10.1177/1090198115604623 ; DOI: 10.2196/jmir.4657 ; DOI: 10.1016/j.actatropica.2013.09.021 ; DOI: 10.2196/jmir.4657
<i>MoSAIC</i>	New York - US	Local	<i>Mobile Surveillance for Acute Respiratory Infections and Influenza-Like Illness in the Community</i> It's a tool that use text messaging to conduct ILI/ARI surveillance in a US community.	2012	10 months	DOI: 10.1093/aje/kwu303
<i>MOSapp</i>	India	Local	Capture geotagged information relating to mosquito abundance and environmental factors, in dengue surveillance context.	2015	NA	https://doi.org/10.1007/s10661-019-7425-0
<i>Mozzify</i>	Philippines	Local	Mozzify is used as a strategic health intervention system for early detection of disease outbreaks in the Philippines. This tool focus on Dengue surveillance, health communication and behaviour improvement.	2019	2 years	DOI: 10.2196/19034
<i>MRIS</i>	Indonesia	Local	<i>Malaria reporting information system</i> : this system was developed to replace the paper-based reporting system for malaria surveillance.	2012	8 years	https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229838
<i>mSOS</i>	Kenya	Local	<i>Mobile SMS-based disease outbreak alert system</i> consists of formatted SMS communication between health workers at local facilities and MOH health managers comprising of disease surveillance coordinators.	2013	6 months	DOI: 10.1371/journal.pone.0179408 ; DOI: 10.3201/eid2204.151459
<i>MyCOVIDKey</i>	Tennessee - US	Local	A mobile-friendly app designed to supplement manual COVID-19 contact tracing efforts on a university campus. All users were encouraged to complete regular self-assessments of COVID-19 risk.	2020	6 weeks	DOI: 10.2196/24275
<i>OBOX (based on ODK and EpiCollect)</i>	Burundi, Tanzania and Zambia	Local	Two technologies namely, digital and short messaging services were used to capture and transmit disease event data in the animal and human health sectors in the study areas based on a server-client model	2011	2 years	http://doi:10.4102/ oivr.v81i2.737
<i>OlymTRIP</i>	Spain	Local	Zika surveillance for Olympics Athlete during the 2016 Rio Games - a surveillance platform based on a mobile application that monitored the health status of the Spanish Olympic Delegation (SOD).	2016	1 month	https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201943
<i>Oncogrid</i>	India	Local	A mobile phone-based remote oral cancer surveillance program connecting primary care dental practitioners with oral cancer specialists.	2010	1 year	DOI: 10.1016/j.ada.2015.05.020
<i>PEDSIDEA - ViVI Score App</i>	Germany, Greece	Local	The ViVI Score mobile application provides a uniform approach to defining ad hoc disease severity at any given time point, based on extensive literature review as well as WHO Criteria for influenza.	2013	2 years	DOI: 10.1111/irv.12645 ; https://score.vi-vi.org/
<i>Portable Quantum Dot Smartphone Device</i>	Canada	NA	A databasing app to inform patients, physicians, and public health agencies of COVID-19 tests results.	2021	NA	https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.1c01280?rel=cite-as&ref=PDF&jav=VoR
<i>PPMF - Privacy-Preserving Mobile, and Fog</i>	NA	NA	An e-government Privacy-Preserving Mobile, and Fog computing framework that can trace infected, and suspected cases of COVID-19 nationwide.	2020	NA	DOI: 10.1109/JBHI.2020.3026060

<i>ProMED</i>	World	Regional	It's an online alert system intended to act as a medical information clearinghouse, by quickly disseminating news of infectious disease outbreaks to medical professionals and other subscribers around the world	1994	17 years	https://doi.org/10.1145/2452516.2452522
<i>RapidSMS</i>	Rwanda, Malawi and Kenya	Local	The goals of the system were to establish a baseline knowledge of disease in the area which can be used to help detect outbreaks early, as well as to provide local people with access to veterinary personnel.	2008	14 years	DOI:10.1017/S0031182012000571 ; https://doi.org/10.1007/s10995-015-1695-0 ; https://www.rapidsms.net/
<i>RTPB - Real Time Biosurveillance Program</i>	India, Sri Lanka	National	A pilot aiming to introduce modern technology to health departments to complement the existing disease surveillance and notification systems.	2009	6 months	DOI:10.1109/health.2010.5556543
<i>Schisto Track</i>	Brazil	NA	A tool using the Android platform for data capture on schistosomiasis, and analysis, designed to meet the needs of a traditional epidemiological survey.	2014	NA	DOI: 10.2196/mhealth.2859
<i>Self-Screening Application (SSA)</i>	Thailand	Local	SSA is a preliminary screening tool for the general public who want to learn more about the disease and who might feel nervous or suspect they have contracted the coronavirus.	2020	2 years	
<i>SEV-Net</i>	China	NA	A deep learning-based attentional network model for plant disease severity identification and classification.	2018	NA	https://doi.org/10.1002/cpe.6161
<i>Signalement Tique</i>	France	National	Collect data by citizen reports on tick bite or tick presence. Another goal is to push the communication between citizen and scientists.	2017	5 years	DOI: 10.4267/2042/69997
<i>SL eCCM App</i>	Malawi	Local	<i>Supporting LIFE electronic Community Case Management Application</i> - Utilizing mHealth technologies (e.g., smartphones, tablets) to deliver community case management (CCM) and better treatments	2016	NA	https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2020.104323 ; https://dx.doi.org/10.4314/mmj.v30i1.2 ; https://supportinglife.accelopment.com/the-supporting-life-app/ DOI: 10.1093/oso/9780198850243.003.0010 ; https://www.youtube.com/watch?v=93AkzdTUcEM&ab_channel=WILDLABS.NET
<i>SMART</i>	World	Regional	<i>Spatial Monitoring and Reporting Tool</i> - A management system that uses data collected by rangers on patrol to inform protected area management.	2011	11 years	
<i>SMARTER-Co</i>	Mexico	Local	A web–mobile application platform was developed to integrate a real-time epidemiological and clinical core baseline database with mouthwash–saliva RT-qPCR testing.	2021	4 months	https://doi.org/10.3390/ijerph19031271
<i>Smartphone-based contact tracing system (based on ODK)</i>	Guinea	National	An informatics system consisting of a mobile health application and business intelligence software was used for collecting and analysing Ebola contact tracing data. It provides a dashboard.	2014	4 years	DOI: 10.9745/GHSP-D-15-00207
<i>SmartVax</i>	Australia	Local	Established to undertake enhanced influenza vaccine safety surveillance and report real-time adverse events in children aged six months to four years.	2012	2 years	DOI: http://dx.doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2015.20.34.30002
<i>SMS for Life</i>	Kenya	Local	The SMS for Life system is a web-based, real-time data reporting application composed of an SMS management tool and a web-based reporting application. The goal is to track malaria testing and treatment practices	2011	1 year	http://www.malariajournal.com/content/13/1/107
<i>SMS IDSR system</i>	South Sudan	Local	Aim: facilitate the health data collection in places with little to no connection. The SMS app was designed using open source Android software.	2015	3 months	DOI: 10.21037/mhealth.2016.03.01
<i>SMS sentinel surveillance network of ILI</i>	Madagascar	National	Encrypted SMS, is now being used by sentinel general practitioners for the daily reporting of cases of fever and ILI seen in their practices.	2007	4 years	DOI: 10.2471/BLT.11.097816

<i>SMS-based mobile service for disease reporting</i>	South Africa	Local	An SMS-based mobile service to enable community members to report suspected cases of diseases. This service aims to increase the number and density of traditional reporting sources to facilitate near real-time reporting	2010	NA	DOI: 10.3233/978-1-60750-659-1-179
<i>SNAP for BRCA</i>	US	Local	An iPhone application to help BRCA carriers manage their surveillance. The SNAP for BRCA app asks users to respond to basic set up questions.	2015	2 years	DOI: 10.1007/s10897-018-0224-x
<i>SOCH - Solution for Community Health - orkers</i>	India	Local	A comprehensive mobile application tool used against Malaria in the local language (Hindi) for disease surveillance, human resources management, and supply chain management.	2018	4 years	https://doi.org/10.1186/s12936-021-03623-3 ; https://doi.org/10.1186/s12936-021-03607-3
<i>SORMAS</i>	Germany, Swiss, France, Nigeria	Regional	<i>Surveillance Outbreak Response Management and Analysis System</i> : An open-source tool for the control and surveillance of infectious diseases in structurally weak regions and for early detection of epidemics.	2014	8 years	DOI: 10.3389/fict.2018.00007 ; DOI: 10.3201/eid2602.191139 ; DOI: 10.3233/978-1-61499-896-9-233 ; https://www.sormas-oegd.de/ ; DOI:10.1136/rmdopen-2018-000860 ; https://acrabstracts.org/abstract/spa-net-a-disease-specific-integrated-ehealth-system-and-quality-registry-for-spondyloarthritis-in-daily-practice-in-the-netherlands/
<i>SpA-Net</i>	Netherlands	Local	It's a disease-specific integrated eHealth system for spondyloarthritis (SpA). SpA-Net enables regular monitoring of patients and real-life data collection.	2016	1 year	http://dx.doi.org/10.1016/j.puhe.2016.03.006 ; doi : 10.3201/eid2313.170299
<i>STEP - SMS system</i>	Guinea-Bissau, Senegal, Mali, Côte d'Ivoire	Regional	Innovative strategy to enhance surveillance for Ebola. The aim is "daily zero-reporting" of Ebola cases from only "weekly zero-reporting"	2015	NA	http://dx.doi.org/10.1016/j.puhe.2016.03.006 ; doi : 10.3201/eid2313.170299
<i>Tekenscanner</i>	Netherlands	National	The aim of the Tekenscanner app is to engage pet owners and veterinarians to record ticks removed from their pets and submit these ticks for identification and pathogen testing. Another goal is to provide an early warning system for exotic ticks invading the Netherlands	2018	4 years	https://doi.org/10.1186/s13071-019-3373-3
<i>Text 2 Treat</i>	Australia	Local	Prompt treatment of patients with genital Chlamydia shortens the period of infectivity with benefits to the individual and wider community. It's using SMS.	2013	1 month	DOI: 10.1177/0956462414530108
<i>The Tick App</i>	United States	National	The Tick App was designed as a survey tool to collect data on human behaviours and movements associated with tick exposure while engaging users in tick identification and reporting	2018	4 years	http://mhealth.jmir.org/2019/10/e14769/ ; https://apps.apple.com/us/app/the-tick-app/id1374944136
<i>Tickphone App</i>	Connecticut - US	NA	A smartphone-based deep learning algorithm for tick identification, to help predicting potential disease risk for tick-bitten patients.	2021	NA	https://doi.org/10.3390/app11167355
<i>TIM - Text-illness-monitoring system</i>	Michigan - US	Local	Conduct active H3N2v virus surveillance among households of youth who exhibited swine at fairs during an outbreak. Parents of swine exhibitors were asked to text in the unique code word using their mobile phone.	2016	1 month	https://doi.org/10.2196/10842
<i>TreCovid19</i>	Italy	Local	Monitoring of home-quarantined patients with COVID-19. Aim: collect information and discussing with the patients.	2020	2 years	DOI: 10.2196/25713
<i>TriatoDex</i>	Brazil	Local	TRIATODEX is a pictorial, annotated, polytomous electronic key to the Triatominae—the subfamily of blood-feeding bugs to which Chagas disease vectors belong.	2018	2 years	https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248628 ; https://play.google.com/store/apps/details?id=max.com.triatodex&hl=pt_BR&gl=US
<i>Trip Doctor</i>	Spain	Regional	A Smartphone-based app monitoring system, was developed to detect infections among travellers in real-time, collecting information on a daily basis.	2018	1 month	DOI: 10.1093/jtm/tay034 ; https://www.tripdoctor.com

<i>Tuberculosis Contact Tracing using OpenDataKit (ODK)</i>	Botswana	Local	The goal is to replace the paper-based system for Tuberculosis surveillance and data collection. The app collects user information, geolocation, possible contact	2012	NA	DOI: 10.1080/10810730.2016.1222035
<i>VaxTracker</i>	Australia	Local	Vaxtracker is a web-based survey for active post marketing surveillance of Adverse Events Following Immunisation. It is designed to efficiently monitor vaccine safety of new vaccines.	2012	2 years	http://dx.doi.org/10.1016/j.vaccine.2014.07.061 ; DOI: http://dx.doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2015.20.34.30002
<i>VECTOS</i>	Colombia	Local	An Integrated System for Monitoring Risk Factors Associated With Urban Arbovirus Transmission: 2 mobile applications to capture entomological and social information, as well as a web-based system.	2015	3 years	https://doi.org/10.9745/GHSP-D-18-00300
<i>VetAfrica</i>	5 African Countries	Regional	Helping African vets and farmers to diagnose diseases in livestock	2014	NA	https://www.engineeringforchange.org/solutions/product/vetafrica/ ; DOI 10.1186/s12917-017-1249-3 ; doi: 10.3389/fvets.2018.00002
<i>Vigilant-e</i>	Guatemala	Local	A mobile phone app-based participatory syndromic surveillance system for collecting to detect dengue virus	2015	1 year	DOI: 10.2196/jmir.8041
<i>VIP-HANA</i>	New York - US	Local	The app allows people suffering from VIH to self-report their symptoms every week and receive self-management strategies tailored to their symptoms.	2018	10 months	https://doi.org/10.1007/s10461-020-03096-6
<i>VISEMURE</i>	NA	NA	<i>Visual Analytics System for Making Sense of Multimorbidity Using Electronic Medical Record Data</i> : users can interactively create different subsets of electronic medical record data to investigate multimorbidity.	2019	NA	DOI: 10.3390/data6080085
<i>VMP</i>	Rwanda	Local	<i>Vaccination monitoring platform</i> : This platform was used to vaccinate 200000 people for Ebola.	2021	NA	DOI: 10.1080/21645515.2021.1920872
<i>Wellvis- COVID</i>	Nigeria	National	A smartphone triage tool using the Nigerian Centre for Disease Control surveillance case definitions for COVID-19.	2020	2 years	http://dx.doi.org/10.1177/2055207621996876
<i>WMG-E</i>	Australia	Regional	<i>Watch Me Grow- Electronic</i> : An Android app to monitor child development and guide parents towards more detailed assessments when risk is identified.	2016	6 years	https://doi.org/10.1186/s12913-021-07243-0 ; https://play.google.com/store/apps/details?id=com.watchmegrow&hl=fr&gl=US

En rouge : outils ne présentant pas de nom clairement exprimé dans les sources détaillant son fonctionnement