

# UNIVERSITE D'AIX-MARSEILLE

## ED 62 - SCIENCES DE LA VIE ET DE LA SANTE

UFR DE MEDECINE

UMR 1252-Sciences Économiques & Sociales de la Santé & Traitement de  
l'Information Médicale

Thèse présentée pour obtenir le grade universitaire de docteur

Discipline : Pathologie humaine

Spécialité : Recherche clinique et Santé Publique

### **Boukary OUEDRAOGO**

Système de surveillance épidémiologique au Burkina Faso :  
Contribution à la mise en place d'un dispositif informatisé de  
remontée des données du paludisme et analyses géo-  
épidémiologiques pour la prise de décision

Soutenue le 03/12/2018 devant le jury :

Renaud Piarroux	Hôpital Pitié-Salpêtrière	Rapporteur
Emmanuel Bonnet	IRD, Ouagadougou	Rapporteur
Aurélie Mayet	Aix Marseille Université	Examineur
Nicolas Meda	Université de Ouagadougou	Examineur
Jean Gaudart	Aix Marseille Université	Directeur de thèse
Jean-Charles Dufour	Aix Marseille Université	Co –Directeur de thèse

Numéro national de thèse/suffixe local : 2018AIXM0675/158ED62

# Résumé

Au Burkina Faso les données médicales sont enregistrées dans des registres papiers de consultation. Ces registres constituent la source de collecte pour les rapports de routine et de surveillance épidémiologique (SEpi). Les rapports de routine sont agrégés mensuellement et les rapports de SEpi agrègent chaque semaine les données de 11 maladies transmissibles à travers du Télégramme Lettre Officiel Hebdomadaire (TLOH). Les informations sont agrégées à l'échelle des districts sanitaires et le processus de transmission n'est pas instantané. Le projet « initiative de Baskuy » initié en 2013, utilisait la téléphonie mobile afin d'améliorer la transmission et la SEpi. Montrant une amélioration de la transmission du TLOH, ce système a été intégré au système de gestion des données de routine du système national d'information sanitaire (SNIS) du Burkina. Cette initiative a été capitalisée par le ministère de la santé avec l'appui technique et méthodologique du SESSTIM (Aix Marseille Univ). Dans ce contexte, les objectifs de ce travail de thèse étaient de rechercher et d'évaluer les éléments qui contribuent à renforcer le dispositif de SEpi. La finalité était de proposer un SI adapté, pertinent et permettant de coordonner, d'une part, la collecte, le stockage, le traitement et la diffusion de l'information, et, d'autre part, aider à la prise de décision.

Dans une première partie, nous avons réalisé une analyse des dispositifs de SEpi et montré comment un SI pourrait tirer bénéfice de l'utilisation de la téléphonie mobile. En seconde partie, nous avons proposé une évaluation d'une réorganisation du circuit de l'information de la SEpi au Burkina Faso. Une analyse spatio-temporelle des cas de paludisme dans la région du centre prenant en compte les facteurs météorologiques de 2011 à 2015 a été effectuée, comme exemple d'analyse épidémiologique.

La troisième partie de notre travail a consisté à proposer une cartographie dynamique en temps réel de suivi des cas cliniques de paludisme de la région sanitaire du centre. Il s'agissait d'un prototype opérationnel, visant à éprouver la faisabilité et l'utilité de ce type d'outil pour l'aide à la décision.

Notre travail a montré qu'un système de SEpi, comme ceux basés sur la téléphonie mobile, doit être obligatoirement intégré au système national. Trop souvent les acteurs extérieurs imposent et décident de la mise en place d'un SI, sans réelle concertation avec les utilisateurs et responsables, sans intégration au système national, sans réflexion à long terme, sur le fonctionnement, les coûts, les développements. Les utilisateurs et les responsables ne doivent pas être considérés comme des « utilisateurs-clients » mais s'approprier le dispositif, des acteurs réels du système tant dans sa mise en place que dans le maintien, le développement et l'analyse. L'exemple de la variation spatio-temporelle du paludisme a montré que des facteurs non sanitaires, en l'occurrence environnementaux, impactent sur la survenue d'épidémies. Il est donc nécessaire, pour avoir une vision de la situation épidémiologique dans un contexte de décision nationale, d'intégrer dans un SI épidémiologique, ces facteurs pour optimiser l'analyse et la SEpi. Par ailleurs, il est indispensable, pour une analyse utile d'une situation épidémiologique, d'avoir, en temps réel, des échelles spatiales et temporelles très fines.

Le succès du développement d'un SI réside principalement dans l'implication des autorités à chaque niveau hiérarchique. Sans politique de SIS décidée au plus haut niveau, structurée et activement coordonnée, toute mise en œuvre d'un nouvel outil (tablette, téléphonie mobile etc.) est vouée à l'échec, quel que soit le budget alloué.

Il faut sortir de la tradition de bilan/rapport annuels qui n'analyse que des informations agrégées passées, déconnecté du SI national, pour entrer dans la SEpi 2.0 en temps réel, réactive, intégrée dans un SIS structuré et coordonnée nationalement.

Mots clés : Surveillance épidémiologique, analyse spatiale, système d'information

# Abstract

In Burkina Faso, medical data are recorded in paper consultation registers. These registers are the collection source for routine and epidemiological surveillance (SEpi) reports. Routine reports are aggregated monthly and SEpi reports aggregate data on 11 communicable diseases each week through the *Télégramme Lettre Officiel Hebdomadaire* (TLOH). Information is aggregated at the district level and the transmission process is not instantaneous. The "Baskuy Initiative" project, initiated in 2013, used mobile telephony to improve transmission and SEpi. Demonstrating an improvement in the transmission of TLOH, this system has been integrated into the routine data management system of Burkina Faso's National Health Information System (NHIS). This initiative was capitalized by the Ministry of Health with the technical and methodological support of SESSTIM (Aix Marseille Univ). In this context, the objectives of this thesis work were to assess and evaluate the elements that contribute to strengthening the SEpi system. The aim was to propose an appropriate and relevant information system that would make it possible to coordinate the collection, storage, processing and dissemination of information, on the one hand, and to assist in decision-making, on the other hand.

In the first part, we carried out an analysis of SEpi devices and showed how an IS could benefit from the use of mobile telephony.

In the second part, we proposed an evaluation of a reorganization of the SEpi information circuit in Burkina Faso. A spatio-temporal analysis of malaria cases in the central region, taking into account meteorological factors from 2011 to 2015, was carried out as an example of an epidemiological analysis.

The third part of our work consisted in proposing a dynamic real-time mapping of the follow-up of clinical malaria cases in the central health region. It was an operational prototype, aimed at testing the feasibility and usefulness of this type of tool for decision support.

Our work has shown that a SEpi system, such as those based on mobile telephony, must be integrated into the national system. Too often, external actors impose and decide on the implementation of an IS, without real consultation with users and managers, without integration into the national system, without long-term reflection on the functioning, costs and developments. Users and managers should not be considered as "user-clients" but should take ownership of the system, real actors of the system both in its implementation and in its maintenance, development and analysis.

The example of the spatial and temporal variation of malaria has shown that non-health factors, in this case environmental factors, have an impact on the occurrence of epidemics. It is therefore necessary, in order to have a vision of the epidemiological situation in a national decision-making context, to integrate these factors into an epidemiological IS in order to optimize the analysis and the SEpi. In addition, it is essential, for a useful analysis of an epidemiological situation, to have, in real time, very fine spatial and temporal scales.

The success of IS development depends mainly on the involvement of authorities at each hierarchical level. Without a SIS policy decided at the highest level, structured and actively coordinated, any implementation of a new tool (tablet, mobile phone, etc.) is doomed to failure, regardless of the budget allocated.

It is necessary to move away from the tradition of annual review/reporting that only analyses past aggregated information, disconnected from the national IS, to enter SEpi 2.0 in real time, reactive, integrated into a structured and nationally coordinated SIS.

Keywords : Epidemiological surveillance, spatial analysis, information system

## Publications

1. **Ouedraogo B**, Dufour JC, Gaudart J, Ouedraogo B, Kouyaté B, Fieschi M. Implémentation d'un système d'information pour la surveillance épidémiologique au Burkina Faso : expérience du district sanitaire de Baskuy. Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique 2014;62(S3):S77. Abstract Form.
2. **Ouedraogo B**, Gaudart J, Dufour JC. How does the cellular phone help in epidemiological surveillance? A review of the scientific literature. Inform Health Soc Care 2017:1-19.
3. **Ouedraogo B**, Inoue Y, Kambiré A, Sallah K, Dieng S, Tine R, Rouamba T, Herbreteau V, Sawadogo Y, Ouedraogo LSLW, Yaka P, Ouedraogo EK, Dufour JC, Gaudart J. Spatio-temporal dynamic of Malaria in Ouagadougou, Burkina Faso, 2011 – 2015. Malar J 2018;17(1):138.
4. **Ouedraogo B**, Gaudart J, Dufour JC. Une évaluation de l'utilisation de la téléphonie mobile et d'une réorganisation du circuit de l'information pour la surveillance épidémiologique au Burkina Faso. Revue d'Epidémiologie et de Santé Publique 2018;66(S3):S177. Abstract Form.
5. Rouamba T, Nakanabo-Diallo S, Derra K, Rouamba E, Kazienga A, Inoue Y, Ouédraogo EK, Waongo M, Dieng S, Guindo A, **Ouedraogo B**, Sallah K, Barro S, Yaka P, Kirakoya-Samadoulougou F, Tinto H, Gaudart J. Socioeconomic and environmental factors associated with malaria hotspots in the Nanoro demographic surveillance area, Burkina Faso. BMC Public Health. "Soumise"

## Conférences

1. **Ouedraogo B**, Dufour JC, Gaudart J, Ouedraogo B, Kouyaté B, Fieschi M. Implémentation d'un système d'information pour la surveillance épidémiologique au Burkina Faso : expérience du district sanitaire de Baskuy. Congrès ADEL-F-EMOIS, Paris, avril 2014. Communication orale.
2. **Ouedraogo B**, Gaudart J, Dufour JC. Une évaluation de l'utilisation de la téléphonie mobile et d'une réorganisation du circuit de l'information pour la surveillance épidémiologique au Burkina Faso. 12e conférence francophone d'épidémiologie clinique, Nice, mai 2018. Poster communiqué.

# Remerciements

Je voudrais exprimer ma reconnaissance et ma gratitude au Pr Jean Gaudart et à Dr Jean-Charles Dufour, respectivement mon directeur et co-directeur de recherche. Vous m'avez guidé pendant les 4 années avec rigueur, patience, exigence et sans approximation. Vos conseils, critiques constructives et constants accompagnements m'ont obligé à dépasser mes propres obstacles. Vous n'avez jamais manifesté d'agacement ou de lassitude pendant toute cette période. Vous m'avez toujours accordé votre temps précieux pour des rencontres ou des échanges qui m'ont permis par vos expériences d'éclairer l'orientation de tous mes travaux. Vous resterez des modèles pour la suite de ma carrière. Que le tout puissant vous protège, exhausse tous vos vœux et vous garde longtemps. Grandement merci pour l'encadrement.

Je remercie le Pr Roch Giorgi pour les précieux conseils et tout l'accompagnement dont j'ai bénéficié durant mon séjour au SESSTIM. Vous avez facilité toutes mes démarches administratives et mon installation. Votre rigueur et votre charisme ont été pour moi une boussole dans mon processus d'apprentissage. Remerciements distingués

Ma sincère gratitude et ma profonde reconnaissance au Pr Fieschi Marius, Professeur honoraire de l'université de marseille, pour avoir porté sur les fonts baptismaux mon projet de master qui a permis de réaliser ce travail de doctorat. Vous avez toujours été un repère et un exemple pour moi depuis mon inscription en master. Je vous prie de bien vouloir trouver dans ses lignes ma profonde reconnaissance et tout mon estime pour la qualité de votre rigueur scientifique. Vous avez aiguisé mon intellect à la recherche de l'excellence et au respect du travail bien accompli.

Je remercie tout le personnel du SESSTIM pour le climat convivial et familial qui a prévalu durant mes années d'études. Mention particulière à Mme Geneviève NOIR, Yasmina BACH-BELHAOUANE et Christine BROUAT.

Un grand merci à tous mes confrères et co-doctorants avec qui nous avons passé de très bon moment. Mes remerciements particuliers à Abdoulaye Guindo, Sohkna Dieng, Juste Aristide Goungounga, Cheick Kounta, Kankoé Salah, Nathalie Graffeo, Robert Darlin Mba, Khadim Ndiaye pour leur divers contributions . Vous resterez toujours des amis.

Je remercie particulièrement Yasuko Inoue, Raphael Tine, et Pascal Yaka pour leur contribution à la réalisation de ce travail. Merci pour l'esprit de collaboration qui a fortement concouru au bon déroulement de ce travail.

Mes sincères remerciements à Dr Djiguimdé Amedée Prosper pour vos conseils et soutiens multiformes. Merci pour les contributions apportées lors de la lecture du document. Vos apports m'ont permis de mieux affiner le grand chapitre des généralités du document final.

Mes sincères remerciements au Pr Meda Nicolas pour vos conseils et soutiens variés. Merci d'avoir accepté examiner le présent document et être membre du jury.

Je remercie le Dr Aurélie Mayet d'avoir accepté être membre du jury. Merci pour votre disponibilité.

Un grand merci aux Pr Renaud Piarroux et Emmanuel Bonnet d'avoir accepté rapporter mon travail. Merci pour le temps consacré à la lecture du manuscrit et être membre du jury.

Une profonde gratitude à Dr Ouedraogo Lionnel Wilfried qui s'est intéressé à ce travail et qui m'a toujours accompagné au cours de mes multiples sollicitations .

Tous mes remerciements à l'ensemble de mes compatriotes qui résident en France. Mes pensées vont particulièrement à Dr Niampa Halidou, Savadogo Ousseme, Ouedraogo P. Claver, et à Pahima Toussaint, Ouoba Rodrigue. Merci pour votre esprit d'ouverture et toute la fraternité avec laquelle j'ai été accueilli. Merci à tous ceux dont les noms n'ont pas pu être cités.

Mes remerciements à la fondation A\*Midex academie d'Excellence de l'université de Marseille pour l'octroi d'un contrat doctotal qui m'a permis de réaliser ce travail. Mes sincères remerciements également à l'institut OpenHealth pour m'avoir accordé un financement pour la finalisation du travail.

Je remercie mon père, ma mère, tous mes frères et soeurs qui m'ont toujours soutenu moralement pendant tout le parcours. Puisse Dieu vous garder longtemps.

Dernières personnes citées, premières pensées à vous. Les mots me manquent pour vous témoigner toute ma gratitude et mes remerciements à toi chérie (OUEDRAOGO/DA Sylvie) et à nos trois enfants (Ariane, Farida et Ayman). Merci à tous pour le soutien moral et le reconfort qui m'ont été d'un très grand support dans le parcours. Tout le mérite du travail vous revient car sans votre soutien je n'aurai probablement pas pu le mener à terme. Merci à toi chérie d'avoir su avec sacrifice t'occuper des enfants durant mes longs séjours d'absences. Merci pour l'amour, la patience et le sacrifice consentis tout au long de cette formation. Merci aux enfants pour d'avoir été sages et disciplinés au cours de mes absences.

# Table des matières

<b>Résumé</b>	<b>1</b>
<b>Abstract</b>	<b>3</b>
<b>Remerciements</b>	<b>5</b>
<b>Table des matières</b>	<b>7</b>
<b>Sigles et abbréviations</b>	<b>9</b>
<b>Figures et tableaux</b>	<b>11</b>
<b>Introduction</b>	<b>12</b>
<b>1. Généralités</b>	<b>16</b>
1.1. Présentation générale du Burkina Faso	16
1.2. Système d'information	19
1.2.1. Définitions	19
1.2.2. Problématique du système d'information sanitaire	21
1.3. Organisation du système de santé au Burkina Faso	23
1.3.1. Organisation administrative	23
1.3.2. Organisation de l'offre de soins	24
1.4. Politique Nationale de Santé (PNS)	26
1.5. Système National d'Information Sanitaire (SNIS)	28
1.5.1. Plan stratégique du SNIS	29
1.5.2. Cadre institutionnel du SNIS	30
1.5.3. Cadre organisationnel du SNIS	31
1.6. Objectifs de la thèse	37
<b>2. Problématique de la veille sanitaire utilisant la technologie mobile et organisation de la surveillance épidémiologique au Burkina Faso</b>	<b>38</b>
2.1. Introduction	38
2.2. Problématique de la veille sanitaire utilisant la technologie mobile	41
2.3. Description de la collecte et de la gestion des données de surveillance épidémiologique au Burkina Faso	70
2.3.1. Actions du système de collecte des données de surveillance	70
2.3.2. Outils de collecte	71
2.3.3. Gestion des données de surveillance	72
2.4. Insuffisances de la surveillance épidémiologique au Burkina Faso	75
2.5. Exemple d'analyse épidémiologique à partir de données déjà disponibles	76
<b>3. Amélioration du système de surveillance épidémiologique au Burkina Faso</b>	<b>102</b>
3.1. Introduction	102
3.2. Etude de faisabilité du modèle cible : Expérience de Baskuy et son extension	106
3.3. Initiative cartographique du paludisme pour les décideurs	109

3.3.1. Méthodologie	110
3.3.2. Résultats	111
3.3.3 Commentaires	113
<b>4. Discussion et perspectives</b>	<b>115</b>
4.1 Organisation du système national d'information sanitaire au Burkina Faso	115
4.2 Amélioration du système de surveillance épidémiologique et initiative cartographique	116
<b>Conclusion</b>	<b>120</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>122</b>
<b>ANNEXES</b>	<b>131</b>
Annexe 1 : Fiche TLOH revue pour la collecte des données par les formations sanitaires	131
Annexe 2 : Liste révisée des maladies prioritaires, des affections et des événements au Burkina Faso	132
Annexe 3 : Fiche de notification individuelle	134
Annexe 4 : Fiche de la liste descriptive des cas :	138
Annexe 5 : Fiche d'investigation de la dengue	139
Annexe 6: Situation épidémiologique de la semaine 16 (2018)	143
Annexe 7 : Cahier des charges	163
Annexe 8: Guide d'utilisation de l'outil de cartographie	175
Annexe 9 : Grille d'évaluation de l'outil de cartographie	186
Intitulés des doctorats AMU	188
ED 62 – SCIENCES DE LA VIE ET DE LA SANTE	188
ED 67 – SCIENCES JURIDIQUES ET POLITIQUES	188
ED 184 – MATHEMATIQUES ET INFORMATIQUE	188
ED 250 – SCIENCES CHIMIQUES DE MARSEILLE	188
ED 251 – SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT	188
ED 352 – PHYSIQUE ET SCIENCES DE LA MATIERE	189
ED 353 – SCIENCES POUR L'INGENIEUR : MECANIQUE, PHYSIQUE, MICRO ET NANO ELECTRONIQUE	189
ED 354 – LANGUES, LETTRES ET ARTS	189
ED 355 – ESPACES, CULTURES, SOCIETES	189
ED 356 – COGNITION, LANGAGE, EDUCATION	190
ED 372 – SCIENCES ECONOMIQUES ET DE GESTION	190
ED 463 – SCIENCES DU MOUVEMENT HUMAIN	190



# Sigles et abbréviations

ARIMA :	Autoregressive Integrated Moving Average
ASBC :	Agents de Santé à Base Communautaires
BD :	Bases de Données
CCF :	Cross Correlation Function
CDC :	Center for Disease Control
CHR :	Centre Hospitalier Regional
CHU :	Centre Hospitalier Universitaire
CISSE :	Centres d'Information Sanitaire et de Surveillance Epidémiologique
CM :	Centres Médicaux
CMA :	Centres Médicaux avec Antenne chirurgicale
CNSS :	Caisse Nationale de Sécurité Sociale
CSPS :	Centres de Santé et de Promotion Sociale
DAF :	Direction de l'Administration et des Finances
DC :	Directions Centrales
DGESS :	Direction Générale des Etudes et des Statistiques Sectorielles
DGSP :	Directeur Général de la Santé de la Population
DHIS2 :	District Health Information System, version 2
DPSP :	Direction de la Protection de la Santé de la Population
DRS :	Direction Régionale de la Santé
DS :	District Sanitaire
ECD :	Equipe Cadre de District
EDS :	Enquête Démographique et de Santé
EMC :	l'Enquête Multisectorielle Continue
ENDOS :	Entrepôt National de Données Sanitaires
ETL :	Extract, Transform and Load
FS :	Formation Sanitaire
GAM :	Generalized Additive Model
GDT :	Guide de Diagnostic et de Traitement
GPRS :	General Packet Radio Service
MNT :	Maladies Non Transmissibles
MPGIS :	Manuel de Procédures de Gestion de l'Information Sanitaire
MS :	Ministère de la Santé
OBC-E :	Organisations à Base Communautaire d'Exécution
OMD :	Objectifs du Millénaire pour le Développement
OMS :	Organisation Mondiale de la Santé
ONG-RenCap :	ONG de Renforcement des Capacités
PCR :	Polymerase Chain Reaction
PEC :	Prise en charge
PEV :	Programme Elargi de Vaccination

PIB : Produit Intérieur Brut  
PNDS : Plan National de Développement Sanitaire  
PNLP : Programme National de Lutte contre le Paludisme  
PNS : Politique Nationale de Santé  
SEpi : Surveillance Epidémiologique  
RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitat  
RSI : Règlement Sanitaire International  
SARA : Service Availability Readiness Assessment  
SCADD : Stratégie de Croissance Accélérée de Développement Durable  
SIDA : Syndrome d'Immuno Déficience Acquise  
SIM : Service d'Information Médicale  
SIMR : Surveillance Intégrée de la Maladie et de la Riposte  
SI : Système d'Information  
SIS : Système d'Information Sanitaire  
SISG : Système d'Information Sanitaire pour la Gestion  
SISI : Système d'Information Sanitaire Informatisé  
SMS : Short Message Service  
SNAT : Schéma National d'Aménagement du Territoire  
SNIGS : Système National d'Information et de Gestion Sanitaire  
SNIS : Système National d'Information Sanitaire  
SPIH : Service de Planification et d'Information Hospitalière  
SS : Structures Sanitaires  
TALI : Tool for Assessing Level of Information  
TLOH : Télégramme Lettre Officielle Hebdomadaire  
TN : Tétanos Néonatal  
VIH : Virus de l'Immunodéficience Humaine

# Figures et tableaux

## Liste des figures

Figure 1 : Carte régionale du Burkina Faso avec les pays limitrophes.....	18
Figure 2 : Organisation administrative et de l'offre de soin selon la pyramide sanitaire .	24
Figure 3 : Circuit de transmission des rapports de routine.....	32
Figure 4 : Circuit de l'information du TLOH (transmission et feedback).....	34
Figure 5 : Processus de mise en place d'un datawarehouse par extraction- transformation-chargement de sources de données différentes (intégration et livraison des données en lot, transformation appliquées sur les données).....	105
Figure 6 : Modèle cible du SNIS au Burkina Faso .....	106
Figure 7 : Structure de la base de données de la cartographie des données du paludisme et de la météorologie. ....	111
Figure 8 : Cartographie de l'incidence (/10 000 personne-semaine) du paludisme avec les données historiques de 2016.....	112
Figure 9 : Position géographique des 5 districts sanitaires sur la carte sanitaire du Burkina Faso .....	114

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Liste des maladies et évènements d'importance en santé publique.....	41
Tableau 2 : Dix principes directeurs pour la collecte, le stockage, le partage et l'utilisation des données pour assurer la sécurité et le confidentialité (CDC Atlanta) (82).....	103

# Introduction

La surveillance épidémiologique d'une maladie ou d'un événement lié à la santé nécessite une veille attentive, reposant sur un réseau d'acteurs (population, agents de santé, acteurs décisionnels...) et des sources d'informations bien coordonnées (1) (2). La constitution et le management continu d'un système d'information (SI), servant de support aux différents processus et flux de données, sont incontournables dès lors que l'on souhaite améliorer l'efficacité et la cohérence de cette surveillance épidémiologique. Avant d'évoquer la notion de système d'information,(3) il nous semble important de parler de la notion de système. Pour Von Bertalanffy le système est considéré « comme un ensemble d'éléments en interaction » (4). Pour le concept de système d'information, les définitions sont nombreuses. Pour l'encyclopédie Wikipédia, « le système d'information (SI) est un ensemble organisé de ressources qui permet de collecter, stocker, traiter et distribuer de l'information, en général grâce à un ordinateur » (5). Selon Christophe Legrenzi (6) « le système d'information est l'ensemble des ressources internes ou externes ; utilisateurs, outils, données et processus qui contribuent au traitement (numérique ou non) de l'information au service de la performance d'entreprise » . Pour le même auteur, « l'information constitue l'ensemble des données et des connaissances créées, acquises, modifiées, gérées et détenues par l'entreprise. Elle représente son histoire, son patrimoine, ses savoir-faire, ses compétences, etc. ».

Les données du SI sont produites par les prestataires de soins qui enregistrent de façon continue les données administratives, les actes, les diagnostics, les traitements, et l'évolution de la maladie (guérisons, décès, perdus de vue...). Les sources d'informations sont multiples : les enregistrements de l'état civil ; les informations issues de l'assurance maladie ; les données d'enquête et de recensement ; les registres des services médicaux et des établissements de santé ; les informations sur le suivi des finances et des ressources ; les données environnementales et climatiques (le niveau de polluants dans l'air ou d'autres milieux, la température maximale et minimale, la vitesse du vent, l'humidité et la précipitation) (1) (2). La mise en œuvre d'un système d'information doit permettre d'apprécier la qualité de l'information. Les critères de qualité sont : la pertinence de l'information (correspond aux besoins de l'utilisateur) ; l'actualité (information récente ou ancienne non mise à jour) ; la disponibilité de l'information (facilement accessible et disponible) ; l'exactitude de l'information (objective et fidèle) ; la clarté de l'information (lisible et compréhensible par l'utilisateur) (7).

La surveillance épidémiologique possède de multiples avantages. Elle permet d'observer l'émergence de pathologies (en fonction des personnes, du temps et du lieu) ; d'alerter sur les problèmes aigus nécessitant une action prompte et efficace ; d'évaluer les tendances temporelles épidémiologiques (permettant de circonscrire la zone géographique touchée) ; et de mesurer l'impact des politiques de santé.

Les objectifs de la surveillance épidémiologiques s'articulent autour des grands fonctions suivantes : a) l'acquisition de l'information par un système de collecte et de saisie des données ; b) le traitement de l'information qui correspond à la transformation des données collectées (validation, analyse) ; c) le stockage de l'information qui correspond à la mémorisation de l'information sous forme de fichier ou de base de données ; d) la diffusion de l'information qui permet de rendre l'information accessible aux différents acteurs du systèmes de santé ; e) l'aide à la prise de décision pour les décideurs. Les divers systèmes de collecte et d'analyse doivent permettre de réduire les délais de prise de décision. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), un bon système de surveillance des maladies aide à la planification, la mise en œuvre d'actions, le suivi et l'évaluation de programmes et projets d'intervention en santé publique (8).

Les critères suivants jouent un rôle dans l'identification d'un système de surveillance épidémiologique :

- le choix des **acteurs** qui vont interagir de manière dynamique et permanente au cours de la surveillance pour permettre l'atteinte des objectifs de la surveillance. Il peut s'agir d'agents de santé, ou d'autres acteurs de la population générale. La surveillance épidémiologique (maladie ou événement lié à la santé) repose sur un réseau d'acteur dont les rôles et responsabilités doivent être clairement identifiés et définis dans les processus auxquels ils participent (2). A titre d'exemple, les questions suivantes peuvent donner des orientations dans l'identification des acteurs : Qui est responsable de la collecte et de la validation des données ? Qui reçoit les rapports épidémiologiques ? Qui est impliqué dans les activités de réponse ? Qui doit être informé à propos des événements détectés ? Qui reçoit l'information au niveau national pour la prise de décision ? (9). La réponse à certaines de ces questions permet de mieux affiner le circuit de l'information afin de réduire les délais de transmission. Un enjeu crucial de la surveillance est la détection rapide des flambés. La précocité de la détection permet d'initier des interventions de contrôle afin de circonscrire et de réduire l'impact humain et économique (10).
- les **outils** qui sont utilisés pour la collecte de l'information (électroniques, documents physiques, appels téléphoniques...) ; les données qui doivent être collectées (données individuelles ou agrégées) ; et la périodicité qui est définie pour la collecte de l'information (quotidienne, hebdomadaire, mensuelle...). Il est important de disposer d'un système d'information fiable pour soutenir la collecte et la transmission de données pour l'aide à la décision. De nombreuses solutions sont développées à travers les pays pour la surveillance épidémiologique. Plusieurs outils peuvent être utilisés comme la transmission de documents physiques (registres, fiches de collecte et de compilation) ou l'utilisation de formulaire de collecte électronique (téléphones, tablettes, ordinateurs). Les outils de collecte doivent être simples, faciles d'utilisation et surtout intégrer au mieux dans les processus métiers des acteurs responsables de la collecte. Ces acteurs sont le plus souvent au premier niveau du système de soins et leur métier est focalisé avant tout sur la prise en charge médicale/sanitaire des

patients ou des populations (11). Les outils de collecte de données utiles à la surveillance épidémiologique doivent être couplés avec les outils utilisés lors de la prise en charge médicale. Idéalement les informations de la surveillance doivent être constituées en réutilisant les données de soins du terrain. Cela permet de limiter les redondances inutiles et les incohérences potentielles entre l'activité sur le terrain, la surveillance épidémiologique et le pilotage des mesures à mettre en œuvre à l'échelle d'un territoire pour répondre à un problème épidémiologique.

- les **procédures** de collecte de l'information (et les logiciels qui servent de support à ces procédures). Les logiciels correspondent à l'ensemble des applications informatiques qui sont nécessaires au bon fonctionnement du système d'information (lorsque celui-ci est informatisé). Les procédures décrivent l'articulation à avoir pour une bonne coordination de la gestion de l'information entre le traitement manuel et automatisé (12).

Au Burkina Faso, la transmission physique (papier) des informations épidémiologiques entre les centres de santé périphériques et les districts sanitaires est habituellement précédée par un appel téléphonique afin de réduire les délais de cette transmission (13). Mais cela impose des retranscriptions fastidieuses des données communiquées et pose des problèmes de redondance des tâches et des données échangées. La transmission électronique permet de réduire les délais de transmission, de plus, lorsqu'elle est correctement organisée, elle supprime le besoin de retranscription et permet de mettre en œuvre plus facilement des contrôles qualité et des analyses automatisées afin de détecter rapidement les alertes d'épidémies (10).

L'Afrique est le continent qui a le plus intégré l'utilisation de la téléphone mobile pour la surveillance épidémiologique (14). Le besoin d'avoir des solutions applicatives « clé en main » pour surmonter les difficultés et insuffisances dans le traitement de l'information peuvent conduire à un empilement et une imbrication des technologies informatiques. Ce qui pourrait occasionner l'absence de cohérence entre les applications informatiques ; les coûts élevés de la maintenance ; et les risques de non adhésion des acteurs confrontés à des systèmes d'informatisés contruits en silo, souvent redondants, incapables de communiquer entre-eux les données/informations qu'ils ont pourtant en commun. Cet empilement oblige à de multiples saisies chronophages, se faisant au détriments du temps qui pourrait être consacré aux contrôles qualité et à des analyses plus ou moins avancées favorisant la montée en compétences des acteurs. Autres conséquences de cet empilement est la verticalisation du traitement informatique de l'information et l'insuffisance d'urbanisation du système d'information. Cette verticalisation n'est pas un attendu de la fonction du système d'information car il n'y a pas ou très peu d'interaction entre les applications informatiques (6). L'urbanisation des systèmes d'informations a pour objectifs de faciliter l'évolutivité et l'adéquation des système d'information ; mettre en évidence les fonctions transverses ou communes et les partager ; enfin renforcer la cohérence des systèmes d'information (6) Elle vise à rendre plus flexible le système d'information, plus évolutifs les moyens technologiques des établissements de santé (3). Un système d'information urbanisé permet d'établir des règles d'architecture et un cadre

d'évolution des différentes applications au meilleur coût et le plus rapidement possible (6) (15).

Dans le présent travail, l'objectif principal est d'améliorer la surveillance épidémiologique du paludisme par un dispositif informatisé et d'analyses géo-épidémiologique du Burkina Faso.

Dans un premier un chapitre, nous aborderons successivement : la presentation du pays ; les principes généraux d'un système d'information et de veille sanitaire ayant recours aux outils technologiques ; l'organisation du système de santé ; la politique nationale de santé ; le système national d'information sanitaire ; et les différents objectifs spécifiques de notre travail. Cette partie de généralité est essentielle à la bonne compréhension du manuscrit, et exposer les éléments (parties prenantes, organisations, système de recueil de données, ...) sur lesquels on peut agir pour améliorer la surveillance épidémiologique du Burkina Faso.

Enfin, suivront successivement les chapitres suivants : a) une description approfondie de l'organisation de la surveillance épidémiologique avec respectivement la description de la collecte et de la gestion des données de surveillance, l'étude des insuffisances de la surveillance et un exemple d'analyse épidémiologique à Ouagadougou (analyse spatio-temporelle des cas de paludisme dans la région sanitaire du centre) ; b) l'amélioration du système de surveillance épidémiologique par la mise en œuvre d'un dispositif de surveillance épidémiologique du paludisme pour les décideurs ; c) Une discussion de nos résultats et des perspectives qu'ils peuvent ouvrir.

# 1. Généralités sur le Burkina Faso et son système d'information sanitaire

## 1.1. Présentation générale du Burkina Faso

Situé au cœur de l'Afrique occidentale, le Burkina Faso est un pays enclavé avec une superficie de 274 200 Km<sup>2</sup>. Selon les données du quatrième recensement général de la population et de l'habitat de 2006 (RGPH) (16), la population résidente du Burkina Faso s'élevait à 14 017 262 habitants dont 52 % de femmes et 48 % d'hommes. La densité est d'environ 51,4 habitants au kilomètre carré. En 2015, la population était estimée à 18 450 494 habitants avec un taux d'accroissement de 3,1%. Environ 77,3% de la population vit en milieu rural. Selon les projections de la Banque mondiale, la population du Burkina en 2018 est estimée environ à 19 820 430 habitants (17) La population est majoritairement jeune avec une prédominance féminine. En effet, plus de la moitié a moins de 17 ans et les femmes représentent 51,7% de la population (16). La population se caractérise par sa jeunesse. L'âge moyen de la population est de 21.8 ans, la proportion des moins de 15 ans représente 47% et celle des enfants de moins de 5 ans, 21%. Avec un produit intérieur brut (PIB) par habitant de 300 dollars US, le Burkina fait partie des pays les plus pauvres de la planète. Le seuil de pauvreté était estimé à 108 454 FCFA par adulte et par an en 2009. Le pourcentage de la population vivant en dessous de ce seuil est de 44% au niveau national (18)(19).

Le taux de couverture d'électricité au Burkina Faso était de 19% en 2015 avec une forte disparité entre le milieu urbain et le milieu rural. Le pays est subdivisé en 13 régions sanitaires, 45 provinces et 351 communes. Il est limité au nord et à l'ouest par le Mali, à l'est par le Niger et au sud par le Bénin, le Togo, le Ghana et la Côte d'Ivoire (voir figure 1). C'est un pays tropical dominé par un climat de type soudanien au sud et sahélien au nord. On y distingue deux saisons inégalement réparties avec une saison pluvieuse de 3 à 4 mois (juin/juillet à septembre) et une saison sèche de 8 à 9 mois (octobre/novembre à mai) (20).

Les résultats de l'enquête multisectorielle continue (EMC) (21) effectuée au Burkina Faso a montré que le taux d'alphabétisation est de 52,51 % (2015). Le niveau de scolarisation des enfants est positivement corrélé au niveau de vie de ménages de ces enfants. La région du Centre contribue à elle seule pour un tiers au taux d'alphabétisation (31,6 %), suivent respectivement les régions suivantes : Les Hauts Bassins (12,6%), la Boucle du Mouhoun (8,0%), le Centre-Ouest (7,2%) et l'Est (7,0%); la contribution de chacune des autres régions non citées est inférieure à 7 %. Les ménages les plus aisés envoient plus leurs enfants à l'école que les moins aisés, le taux de fréquentation scolaire des personnes de 6



à 23 ans est de 60% dans les 20% des ménages les moins pauvres, ce taux est de 39% dans les 20% des ménages les plus pauvres (22).

Sur le plan du développement des télécommunications, le Burkina Faso est classé 162<sup>ème</sup> selon l'indice de développement des télécommunications avec une note de 1,80 sur 10 selon de rapport 2016 de l'Union Internationale des Télécommunications (23). Cet indice comporte trois sous-catégories que sont l'accessibilité, l'utilisation et la compétence ou le Burkina Faso a respectivement des notes de 2,87/10, 0,90/10 et 1,73/10. Selon ce même rapport, le cout d'achat d'un téléphone serait d'environ 16,7% du PIB par habitant avec trente-deux minutes de communications orales par mois et six SMS par mois par foyer. Le taux de souscription au ligne mobile (ce taux ne prend pas en compte le fait qu'un individu peut avoir plusieurs lignes téléphoniques) était de 80,6% en 2015. Seulement 5,2% des foyers possédaient un ordinateur et 12,5% avaient une connexion internet. Le taux d'individu avec internet était de 11,4% avec un débit moyen de 2862 bits/seconde et le coût moyen d'un giga de connexion correspondant à 14,5% du PIB par habitant.

Selon l'EMC, ceux qui utilisent l'ordinateur et l'internet seraient les moins pauvres ; environ une personne sur vingt au Burkina a utilisé un ordinateur ou s'est connecté à l'internet au cours des 12 derniers mois ayant précédé l'enquête (en 2015). La pénétration des technologies de l'information et de la communication pourrait être aussi liée au niveau de vie. Plus d'un pauvre sur deux (53,3%) dispose d'un téléphone portable fonctionnel. Ce même chiffre est de 71% pour les non pauvres. Selon l'enquête sur l'accès aux technologies de l'information et de la communication, 64% de la population du Burkina Faso de 15 ans ou plus en possédait un téléphone portable en 2014 (24). Selon ce rapport, cette proportion est de 56% en milieu rural et de 87% en milieu urbain. Le taux de possession de la téléphonie mobile est plus fort dans la région du Centre (89%), suivi des Hauts Bassins (73%) et du Plateau central (67%).

Dans les résultats du rapport définitif de l'Enquête Démographique et de Santé (EDS) 2010 (20), le niveau de mortalité est en baisse mais reste tout de même élevé par rapport à la moyenne internationale (25). L'espérance de vie à la naissance est de 56,7 ans (contre 70,7 ans au niveau mondial), et le taux de mortalité générale est de 11,8‰. Le taux de mortalité infantile (mortalité des enfants de moins d'un an) est passé de 81‰ en 2003 à 65‰ en 2010 (EDS, 2003 et 2010) (26) (20).

Selon l'annuaire statistique 2017 (27), le paludisme constitue la principale cause de décès dans les formations sanitaire (23,9% en 2015, 17,9% en 2016, 43,5% en 2017). Il est également le principal motif de consultation (48% en 2015, 45% en 2016, 43% en 2017) et d'hospitalisation (22,6% en 2015, 23,1% en 2016, 22% en 2017). La répartition globale du personnel de santé dans les structures publiques en 2016 était comme suit : 1363 médecins, 22 chirurgiens-dentistes, 234 pharmaciens, 3342 sages-femmes, / maleuticiens d'état, 7532 infirmiers, et 2729 agents itinérants de santé.

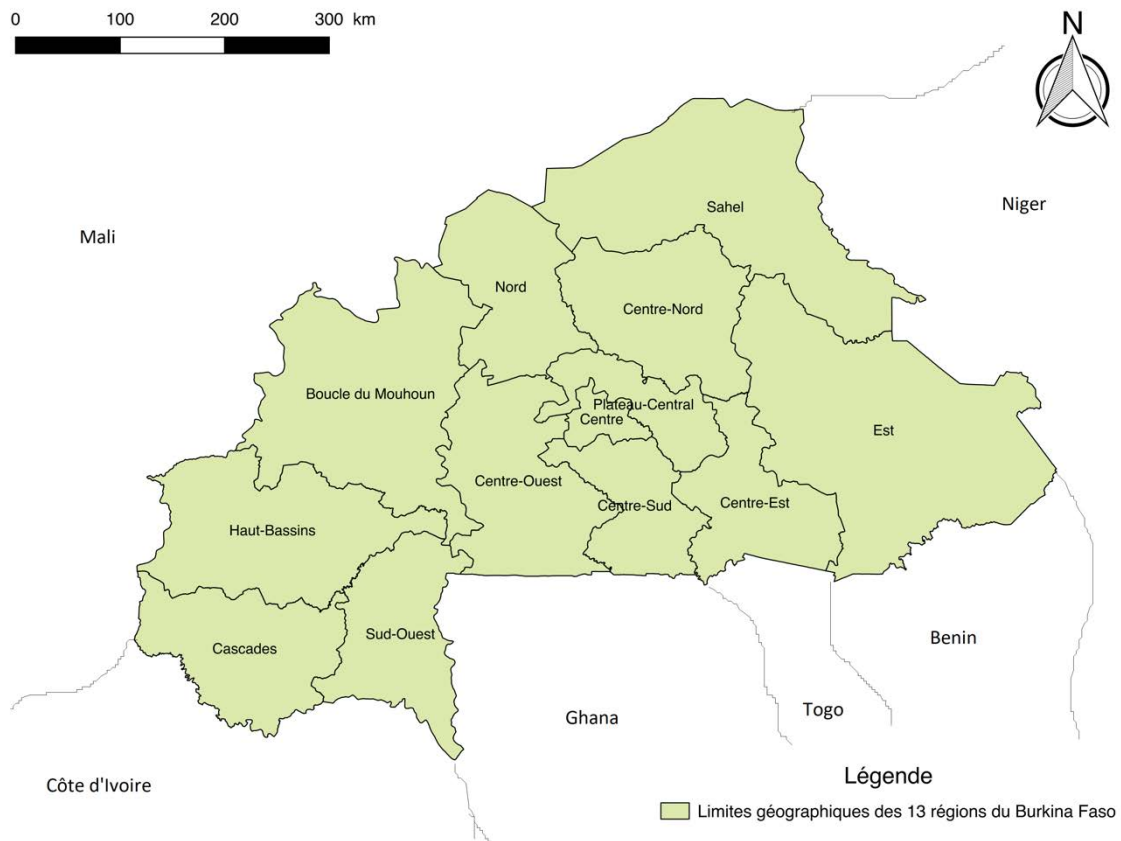


Figure 1 : Carte régionale du Burkina Faso avec les pays limitrophes

## 1.2. Système d'information

### 1.2.1. Définitions

- Système d'information sanitaire (SIS)

Le SIS est un élément constitutif du système de santé (28). Selon la définition de l'Organisation Mondiale de la Santé, un système de santé se compose « de toutes les organisations, personnes et activités dont le but essentiel est de promouvoir, restaurer ou entretenir la santé » (29). La mission d'ensemble d'un système de santé est « d'améliorer la santé et l'équité en matière de santé en répondant aux besoins, en étant équitable sur le plan financier et en utilisant au mieux les ressources disponibles » (29). Le SIS a pour rôle de produire, d'analyser, de diffuser et de rendre disponible promptement des données fiables (30). Il se réfère à l'ensemble des dispositions nécessaires pour l'organisation de l'information sanitaire recueillie dans les structures de santé publiques et privées (31). C'est l'ensemble des composantes techniques et organisationnelles inter reliées en santé qui assure la production, l'analyse, la dissémination, et l'utilisation d'informations fiables et actualisées sur les déterminants du système de santé, la performance des systèmes de santé et l'état de santé de la population (28). Ces informations aident à la prise de décision, à la coordination et au contrôle d'évènements (maladie chronique ou aigue, épidémie, endémie...) (15). Le fonctionnement de ces composantes peut être supporté par des moyens informatiques donnant ainsi lieu à un système d'information sanitaire informatisé (SISI). D'autres appellations sont souvent utilisées pour faire référence au SIS : système national d'information sanitaire (SNIS), système national d'information et de gestion sanitaire (SNIGS) ou encore système d'information sanitaire pour la gestion (SISG) (31).

- Veille épidémiologique

La veille épidémiologique est un processus de contrôle de l'apparition et de la propagation des maladies. Elle permet une investigation épidémiologique, d'anticiper sur les menaces et de réagir promptement en cas de crise sanitaire (32). Elle peut être définie comme « la collecte, l'analyse et l'interprétation en continu par les structures de santé publique des signaux pouvant représenter un risque pour la santé publique dans une perspective d'anticipation, d'alerte et d'action précoce » (33). Elle utilise des moyens technologiques pour rechercher et traiter l'information de l'évolution du nombre de cas d'une maladie dans le temps afin d'assurer une détection prompte et coordonnée de phénomènes inhabituels, surveiller l'ampleur d'une maladie ou suivre un évènement de santé (natalité, mortalité, suivi vaccinal, évolution d'une maladie...) (34)(35). Ces outils technologiques (téléphones, tablettes, ordinateurs...) permettent d'alerter les

responsables décisionnels, suffisamment tôt et au moyen d'une information pertinente pour une prise de décisions adéquates (36).

- Analyse géo-épidémiologique

Il s'agit d'une étude des interactions spatiales dans la survenue et la répartition des maladies dans la population et les groupes humains, dans le temps et l'espace, et des facteurs associés.

L'analyse géographique est une approche spatiale qui étudie les localisations et les actions réciproques (de deux ou plusieurs lieux) spatiales comme des composantes actives des fonctionnements sociétaux (37). Cette analyse géographique permet d'analyser et d'afficher (grâce aux technologies de visualisation avec des logiciels dédiés) des données sous forme de cartes numérisées.

L'analyse épidémiologique quant à elle, analyse les facteurs qui influent sur la santé, et les maladies de populations (37). Elle permet : d'étudier la fréquence des problèmes de santé dans la population et de mesurer la variation de leur répartition en fonction des phénomènes susceptibles de les influencer ; d'analyser le rôle des facteurs susceptibles d'influencer l'incidence des phénomènes de santé ; d'étudier les effets des interventions préventives ou curatives dans le domaine de la santé.

L'analyse géo-épidémiologique tient compte de la distribution géographique des personnes, des facteurs et d'autres ressources (habitats, routes, montagnes...), facilitant ainsi la prise de décision par exemple pour aider à calculer le temps de réponse en cas d'épidémie.

- Surveillance épidémiologique

La surveillance est définie comme « l'action de surveiller ou de contrôler attentivement quelque chose ou quelqu'un (38). La surveillance de certaines maladies contagieuses (peste, variole) s'exerçait sur ce mode (surveillance des individus) pour le contrôle de ces pathologies (39)(38)(37)(38). Sous l'égide de l'expérience cumulées par les *Centers for Disease Control and Prevention* des Etats Unis d'Amérique, on est passé de la surveillance des individus à la surveillance de la dynamique des maladies dans la population (surveillance épidémiologique) (36).

Selon le règlement sanitaire international (RSI), la surveillance « s'entend de la collecte, de la compilation et de l'analyse systématiques et continues de données à des fins de santé publique et de la diffusion d'informations de santé publique en temps voulu à des fins d'évaluation et aux fins d'une action de santé publique, selon les besoins » (40)

Dans le cadre de la santé animale, B Toma a proposé la définition de la surveillance épidémiologique comme « une méthode d'observation fondée sur des enregistrements en continu permettant de suivre l'état de santé ou les facteurs de risque d'une population définie, en particulier de déceler l'apparition de processus pathologiques et d'en étudier le développement dans le temps et dans l'espace, en vue de l'adoption de mesures appropriées de lutte » (41). Cette définition met l'accent sur le renforcement de la vigilance pour détecter précocement les maladies, suivre leur évolution pour des actions de

prévention ou de contrôle (42). Cependant dans le cadre de la santé humaine, on peut néanmoins proposer celle qui est communément admise et utilisée dans la pratique. En effet, dans les années 1950, le centre de contrôle et de prévention des maladies (CDC, Atlanta) a proposé de définir la surveillance épidémiologique (ou encore la surveillance en santé publique) comme "un processus systématique de collecte, d'analyse et d'interprétation de données sur des événements de santé spécifiques importants pour la planification, la mise en œuvre, et l'évaluation des pratiques en santé publique, étroitement associées à leur juste diffusion à ceux qui ont besoin d'être informés" (38). Cette définition met l'accent sur trois notions fondamentales : Un recueil systématique et pérenne des données, un feedback vers les bénéficiaires, et l'aide à la décision (prise d'action rapide et efficace en santé publique). Le caractère systématique et pérenne est ainsi déterminant dans un système de surveillance épidémiologique.

### **1.2.2. Problématique du système d'information sanitaire**

Il y a plusieurs étapes de transmission de l'information : des structures de santé vers le bureau du district/région, et du bureau district/région vers le niveau central. Le dysfonctionnement d'une étape rend problématique la qualité de l'information de l'étape suivante. Dans chacune de ces étapes successives de la transmission de l'information du SIS, il doit y avoir une qualité du traitement de l'information et une qualité de l'information de base fournie par l'étape précédente (31). Ces étapes permettent de capter de l'information (enregistrement et compilation des données), à la traiter (analyser, corriger et interpréter les données) et à la restituer (retro information, diffusion, production de tableau de bord) pour la prise de décision. Dans le processus décisionnel, pour avoir les réponses aux questions que l'on se pose à travers le SIS, il faut que les exigences suivantes soient respectées :

- Une définition claire des indicateurs pour traduire les données brutes en information utile et exploitable. Par exemple, un registre de consultation journalier non horodaté d'un service de soins infirmier fournit la liste des malades reçus mais ne permet pas de mesurer la charge de travail (nombre de malades vus, rapporté au personnel présent durant une période donnée). Les indicateurs doivent être bien définis et choisis avant de mettre les outils pour l'enregistrement, la compilation, l'analyse, la correction, l'interprétation, l'utilisation ou la prise de décision, et la transmission (échelon supérieur ou retro information). Un indicateur bien choisi pour la question posée doit être jugé positivement selon trois critères de validité technique : sensible (« une variation du phénomène à mesurer entrainera-t-elle une variation de la valeur de l'indicateur ? »); spécifique (« une variation de la valeur de l'indicateur indique-t-elle nécessairement une variation du phénomène à mesurer ? est-ce que d'autres phénomènes ne peuvent pas faire varier la valeur de l'indicateur ») ; valide (« est-ce que la valeur de l'indicateur fournit la réponse à la question posée ? ») (31).
- Une fois les indicateurs bien définis, l'enregistrement et la compilation sont les étapes suivantes. Toutes les structures de soins (publiques et privées) sont à prendre en

compte et doivent fournir des données complètes. La compilation permet ainsi de mettre en commun les données issues de plusieurs centres de santé. Tous les acteurs doivent être disponibles, maîtriser les outils de collecte et avoir compris l'intérêt opérationnel du travail de recueil des données et son utilité dans le processus global de la surveillance épidémiologique. Une stratégie de motivation peut être instituée pour responsabiliser et inciter les acteurs à bien faire (promotion, renforcement de compétence...). Une périodicité d'enregistrement doit être clairement définie et rigoureusement suivie. Un manuel de procédure comprenant la définition des indicateurs et la procédure de recueil d'enregistrement pourrait être édité pour faciliter le rôle des acteurs. Dans un SIS, une attention particulière doit être faite sur la qualité de l'information transmise (43).

- Lorsque les valeurs des indicateurs sont disponibles, l'étape suivante consiste à utiliser une procédure qui permettra de transformer toute la masse d'information en information structurée permettant la prise de décision. Les données peuvent être organisées pour : faire des comparaisons (entre patients, dans le temps ou l'espace...) ; identifier l'absence ou l'existence d'écarts (équivalences, différences ou changement) ; vérifier l'exactitude et/ou la complétude. Une correction des données peut s'avérer utile dans certains cas (erreurs de transcription, omissions...)
- Une fois analysées, les informations doivent être interprétées et utilisées pour la prise de décision. Sans interprétation, il y a un risque que le système ne soit pas durable car il n'y aura pas de valorisation du travail des acteurs. Ces derniers pourront à juste titre se demander de l'utilité de la bonne collecte des données. Le personnel doit être formé à l'interprétation des résultats dans la mise en place d'un SIS car cette phase permet d'identifier les priorités d'action (31). La prise de décision doit être cohérente avec l'existant, donc tenir compte des informations déjà présentes dans le SIS. Par exemple, une intervention sanitaire pour réduire l'incidence du paludisme dans une localité doit prendre en compte la couverture en formations sanitaires de la localité, les mesures déjà entreprises par les centres de santé et/ou la communauté...

Le processus de prise de décision est complexe et nécessite d'avoir l'information fiable qui est fournie par le SIS. L'existence d'outils informatisés d'aide à la prise de décision (tableaux de bord synthétiques, courbes de tendance des indicateurs, présentation dynamique des informations ...), disponibles en temps et lieux voulus et correctement interfacés avec les données qui circulent au sein du SIS peut avoir un impact positif sur la prise de décision. A contrario, des outils inadaptés et non ou mal intégrés au SIS vont impacter négativement la qualité/pertinence de la décision finale (résistance aux changements des habitudes des acteurs, insuffisance d'appropriation de l'outil, outil non adapté aux besoins des décideurs, système vertical ne prenant pas en compte tous les besoins spécifiques).

Plusieurs acteurs interviennent dans un système de soins. Les informations analysées doivent pouvoir circuler à l'intérieur entre les acteurs comme à l'extérieur du système de santé. D'abord l'information circule du niveau inférieur vers le niveau supérieur du système de santé. Les analyses effectuées du niveau supérieur doivent redescendre pour

consolider la prise de décision ou pour améliorer la qualité des données. Par ailleurs, certaines informations sont portées à la connaissance de la population selon les objectifs décisionnels du niveau central (sensibilisation, conseil, information...). Dans certaines circonstances, des partenaires techniques sont également ampliataires de l'information pour faciliter et orienter leurs actions (maladie à déclaration obligatoire, bulletin d'information...)

Dans la pratique, il est rare d'avoir un SIS informatisé satisfaisant, prenant en compte toutes les données produites dans un système de santé. En effet, il y a une multiplicité d'outils informatiques (serveurs de données, ordinateurs, tablettes, téléphone...) et logiciels qui sont utilisés pour la collecte, le traitement et la remontée d'information sanitaire. Ces outils mettent en contribution beaucoup d'acteurs qui n'interagissent pas forcément de manière synergique et cohérente (services de santé privés et publics, service de santé des armées, services de santé confessionnels et semi-confessionnels). Cette multiplicité pose très souvent la question d'interopérabilité, de fiabilité et de maintenance des logiciels utilisés pour le SIS. Alors, si dans un pays le SIS est mal intégré, il est source d'erreur statistiques, de données incomplètes et de retard de prise de décision, entraînant des conséquences sur les interventions sanitaires.

## **1.3. Organisation du système de santé au Burkina Faso**

### **1.3.1. Organisation administrative**

Le Ministère de la santé comprend trois niveaux dans sa structuration administrative : les niveaux central, intermédiaire et périphérique (44). Voir figure 2

- Le niveau central est composé des structures centrales organisées autour de deux grandes entités que sont le cabinet du ministre et le secrétariat général. La composition de ces entités varie d'un organigramme à un autre. A titre d'exemple, le ministère de la santé a connu trois organigramme entre 2014-2018. Le niveau central est chargé de l'élaboration des politiques nationale de santé, de la mobilisation des ressources pour le secteur de la santé, du contrôle de gestion et de l'évaluation des performances en santé (45).
- Le niveau intermédiaire est organisé au tour de 13 régions sanitaires avec pour entité administrative la direction régionale de la santé (DRS). La région sanitaire est la structure déconcentrée chargée de la coordination, de la supervision et de l'encadrement technique des activités mises en œuvre au niveau district sanitaire en conformité avec les orientations stratégiques définies par la politique nationale de santé. La direction régionale est dirigé par un directeur régional autour d'une équipe (fixe) composée d'un responsable de la lutte contre la maladie et de la protection des

groupes spécifiques, d'une gestionnaire des ressources humaines, d'un service administratif et financier, d'un service de promotion de la santé, d'un secrétariat et d'un service de la pharmacie, du laboratoire et de la médecine traditionnelle.

- Le niveau périphérique était constitué de 70 districts sanitaires jusqu'en février 2018. Le nouvel organigramme de février a consacré la naissance des directions provinciales (45 au total) comme niveau d'organisation de ce niveau périphérique. Chaque district est dirigé par une équipe cadre de district (ECD) de 9 personnes : un médecin-chef de district, un médecin-chef adjoint, un responsable à la planification, un responsable administratif et financier, un pharmacien, un responsable de la santé de la reproduction, un responsable à l'hygiène et à l'assainissement, un responsable du centre d'information sanitaire et de surveillance épidémiologique, et un responsable au programme élargi de vaccination. Une direction régionale couvre une ou plusieurs directions provinciales.

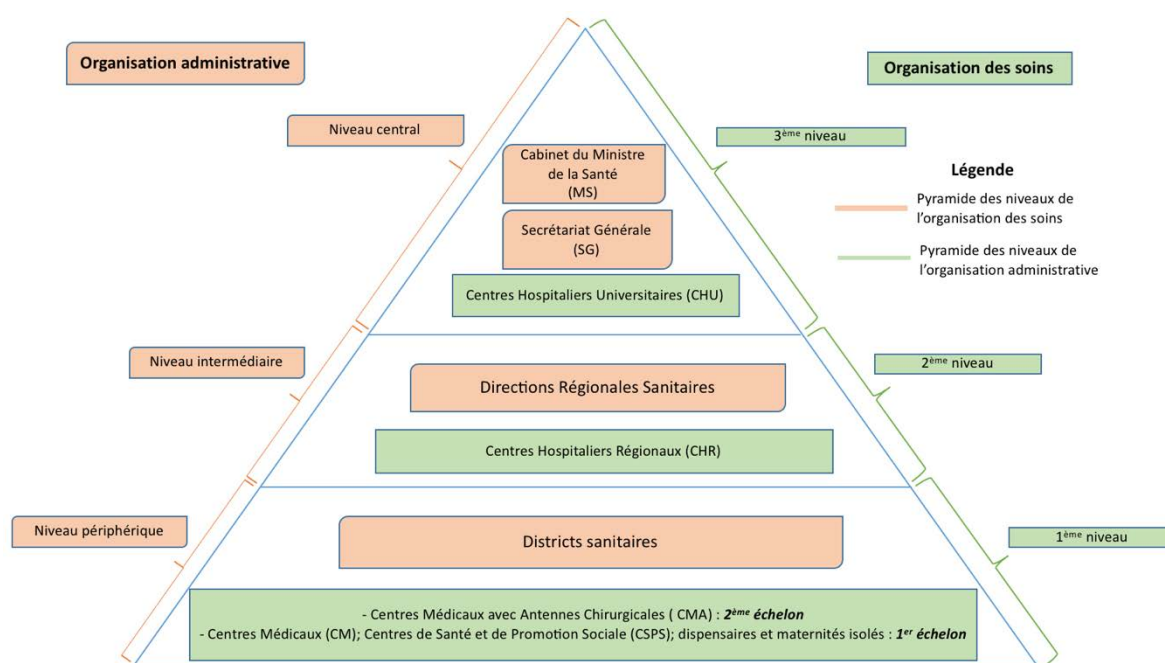


Figure 2 : Organisation administrative et de l'offre de soins selon la pyramide sanitaire

### 1.3.2. Organisation de l'offre de soins

L'offre de soins est assurée par différentes structures sanitaires au niveau des sous-secteurs sanitaires public, privé et traditionnel. Cette offre englobe les soins curatifs, préventifs, promotionnels et réadaptatifs (46).

- Les soins curatifs concernent tous les moyens humains et matériels mis en œuvre pour la guérison d'une maladie. Il s'agit notamment de la prise en charge des affections courantes aiguës (paludisme, infections respiratoires, méningites, etc.) et chroniques (tuberculose, diabète, hypertension artérielle, etc.) ; des consultations de référence ou



de premier contact ; du suivi des patients sous traitement ; des interventions chirurgicales essentielles (hernie, occlusion, hydrocèle traumatismes mineurs..) ; de la prise en charge (PEC) des affections bucco-dentaires ; des PEC spécialisés (affections neuropsychiatriques, affections génito-urinaires, dermatologiques, des fractures etc.) ; et du nursing.

- les soins préventifs concernent toutes les activités sanitaires développées pour empêcher la survenue de maladies (vaccination, distribution de moustiquaires, assainissement du milieu, sensibilisation de la population, traitements préventifs, dépistage de pathologies à chaque contact telles l'hypertension artérielle ou la recherche de cancer du col de l'utérus, prévention des escarres et des infections nosocomiales, dépistage des affections chroniques et cancéreuses, information-éducation et communication) .
- les soins promotionnels s'articulent autour de la sensibilisation sur les questions d'hygiène et de nutrition, et les questions spécifiques à la santé des groupes vulnérables (personnes âgées, femmes enceintes, enfants), l'information l'éducation et la communication sur la santé, les campagnes de dépistage des affections chroniques (hypertension artérielle, diabète) et cancéreuses (cancer du col de l'utérus, du sein) ; le counseling sur la santé de la reproduction, nutritionnel et hygiéno-diététiques (excitants, alcool...) ; la sensibilisation sur les maladies chroniques ; la promotion d'une alimentation saine et équilibrée.
- les soins réadaptatifs concernent la correction des troubles visuels ; la kinésithérapie fonctionnelle ; le suivi des soins réadaptatifs prescrits, l'information, l'éducation et la communication pour la réinsertion sociale en collaboration avec les techniciens de l'action sociale ; la pose de prothèses (cardiaques, auditives, dentaires, oculaires, implants...) ; les soins orthopédiques.

Au niveau du sous-secteur sanitaire public, l'offre se compose des soins de base assurés par les centres de santé et de promotion sociale (CSPS), les centres médicaux et des soins de référence assurés par les centres médicaux avec antenne chirurgicale (CMA) ou hôpitaux de district, les centres hospitaliers régionaux (CHR) et les centres hospitaliers universitaires (CHU). Le paquet minimum d'activités de ces soins de base comprend des activités promotionnelles, préventives et curatives. Ces structures n'offrent pas de soins de référence, excepté quelques formations sanitaires urbaines en fonction des ressources disponibles, des prestations supplémentaires souvent spécialisées) (47). Ce sous-système public de soins est organisé en trois niveaux de soins (voir figure 1).

Le premier niveau de soins comprend deux échelons : i) Un premier échelon de soins qui est composé d'un réseau de centres médicaux, de centres de santé et de promotion sociale (CSPS), de dispensaires et maternités isolés. En 2017, on dénombrait 1 839 CSPS, 57 centres médicaux (CM), 8 maternités isolées et 136 dispensaires isolés (27) ; ii) un deuxième échelon qui sert de référence pour le premier échelon. Le deuxième échelon est représenté par les centres médicaux avec antenne chirurgicale (CMA) au nombre de 45 CMA fonctionnels (27).

Le deuxième niveau de soins est représenté par les centres hospitaliers régionaux (CHR) au nombre de huit (08) en 2017, ils servent de référence pour les CMA.

Le troisième niveau de soins est constitué par les centres hospitaliers universitaires au nombre de six (06) en 2017 et constituent le niveau de référence le plus élevé.

Le sous-secteur sanitaire privé contribue à accroître l'offre de soins en particulier dans les centres urbains. On distingue, le sous-secteur privé à but non lucratif et le sous-secteur privé à but lucratif. En 2016, on dénombrait 450 structures privées concentrées dans les villes de Ouagadougou (247) et de Bobo-Dioulasso (79). On avait au total 98 structures privées hospitalières et 352 non hospitalières. Ces structures sont en grande majorité implantées dans les deux grandes villes du pays (Ouagadougou et Bobo Dioulasso). Toutes les structures sanitaires privées relèvent fonctionnellement du premier niveau de soin pour les structures non hospitalières, et du deuxième échelon pour les structures privées hospitalières. Ainsi toutes les données statistiques sont transmises aux formations sanitaires de leurs aires de couverture géographique pour les structures non hospitalières. Les données des structures hospitalières sont transmises directement aux districts sanitaires de leurs aires géographiques de couverture.

Le sous-secteur sanitaire traditionnel, partie intégrante du système de santé, reste encore l'une des principales sources de soins pour les populations. Bien que la pharmacopée et la médecine traditionnelle soient reconnues par la loi n°23/94/ADP du 19 mai 1994 portant code de santé publique, ce sous secteur reste faiblement organisé et les données non encore prises en compte dans le système national d'information sanitaire. Ainsi, l'organisation et la promotion de bonnes pratiques à ce niveau doivent être accentuées.

Par ailleurs, les services de santé des forces armées nationales, l'office de santé des travailleurs, les trois centres nationaux (centre national d'appareillage orthopédique du Burkina, centre national de lutte contre la cécité, et le centre national de lutte antituberculeux), les services de santé de la caisse nationale de sécurité sociale, et les services de santé des œuvres universitaires contribuent également à différents niveaux à l'offre de soins. Les données de ces services ne sont pas toujours capitalisées dans les statistiques nationales

Les activités de santé à bases communautaires sont réalisées par les agents de santé à base communautaires (ASBC), les ONG de renforcement des capacités (ONG-RenCap) en collaboration avec les organisations à base communautaire d'exécution (OBC-E) dans le cadre de la contractualisation des activités de santé. Les données communautaires sont transmises et capitalisées par les formations sanitaires d'origine aux districts sanitaires.

## **1.4. Politique Nationale de Santé (PNS)**

La vision de la PNS découle de la vision énoncée dans l'étude prospective Burkina 2025 : « une nation solidaire, de progrès et de justice qui consolide son respect sur la scène

internationale ». Cette vision se décline comme étant le meilleur état de santé possible pour l'ensemble de la population du Burkina à travers un système de santé national performant. (19)(47)

La politique nationale de santé a été adoptée en 2010 et est mise en œuvre à travers le plan national de développement sanitaire (PNDS) 2011-2020 (19). Le PNDS 2011-2020 a pour but de contribuer au bien-être des populations à l'horizon 2020. Son objectif général est d'améliorer l'état de santé des populations dans un contexte marqué par l'impératif de l'atteinte des objectifs du millénaire pour le développement (OMD) et par les perspectives nationales de développement définies à travers la stratégie de croissance accélérée de développement durable (SCADD), le schéma national d'aménagement du territoire (SNAT) et l'étude nationale prospective « Burkina 2025 ».

La PNS définit 8 grandes orientations stratégiques nationales en matière de santé qui sont traduites chacune en objectifs spécifiques, en axes d'interventions et en actions prioritaires. Ces orientations pour la santé sont :

- le développement du leadership et de la gouvernance : Il se rapporte à la collaboration intersectorielle et la coordination des interventions en santé, à la régulation et la normalisation des activités, à la lutte contre la corruption, à la mise en oeuvre de la décentralisation et à la planification dans le secteur de la santé.
- l'amélioration des prestations des services : Il s'agit principalement de problèmes relevant de l'organisation et du fonctionnement des services et de leur qualité, de la qualité des soins de santé dans les formations sanitaires, des soins de santé communautaire, de la lutte contre le VIH et le Syndrome d'Immuno Déficience Acquis (SIDA), de l'offre de services de santé en faveur des spécifiques (personnes âgées, femmes enceintes, enfants de moins de 5 ans).
- le développement des ressources humaines : Il s'agit essentiellement de problèmes liés à la satisfaction de la qualité et en quantité et des besoins en ressources humaines, ainsi qu'à leur gestion.
- Les médicaments, consommables médicaux et vaccins : Il s'agit d'interventions liées à la couverture des besoins en produits de santé ainsi qu'à la qualité et sécurité sanitaire des aliments, à la coordination de la des filières d'approvisionnement et de distribution des produits pharmaceutiques.
- le développement des infrastructures, des équipements : Les domaines d'intervention sont liés à la couverture en infrastructures sanitaire, à la logistique (ainsi que leur maintenance) et aux équipements médicaux.
- l'amélioration de la gestion du système d'information sanitaire : Le problème prioritaire dans ce domaine est en rapport avec la gestion des données du SIS.
- la promotion de la recherche pour la santé : Il s'agit essentiellement de la diffusion et de l'utilisation des résultats de recherche dans le processus de prise de décision, et la coordination de la recherche en santé.
- l'accroissement du financement de la santé et amélioration de l'accessibilité financière des populations aux services de santé : Les problèmes concernent la gestion des

ressources financières allouées à la santé, le volume et les mécanismes du financement de la santé.

La mise en oeuvre de la PNS vise à : renforcer le leadership et la gouvernance; rendre plus performants les services de santé (meilleures qualité prestations au différents niveaux du système de santé incluant le niveau communautaire) ; réduire significativement la mortalité par rapport à leur niveau de base renseigné par les données de l'enquête démographique en santé en 2010.

## **1.5. Système National d'Information Sanitaire (SNIS)**

Le SNIS est mis en place pour la production et la diffusion de l'information sanitaire. Cette information sanitaire est essentielle pour l'organisation, le pilotage et le suivi-évaluation du plan national de développement sanitaire. Il est chargé de produire et de diffuser les principaux indicateurs de santé (44).

Le SNIS poursuit les objectifs spécifiques suivants : élaborer les outils d'aide à la décision et d'appréciation de la situation sanitaire (pour l'état, les acteurs et utilisateurs du système de santé) ; soutenir la recherche et les échanges internationaux ; soutenir le processus de planification, de gestion et d'évaluation des programmes et des services de santé. Dans le but d'améliorer les performances du SNIS, un plan stratégique (44) a été élaboré pour assurer la disponibilité à temps d'une information sanitaire de qualité accessible et utilisée par les acteurs du système de santé pour la planification et la prise de décision. Selon ce plan stratégique, la production et la diffusion des indicateurs de santé (ressources sanitaires, activités des services de santé, morbidité et mortalité) sont produites par le dispositif du SNIS.

Sur le plan normatif des outils du SNIS, il existe une harmonisation de la gestion de l'information sanitaire à tous les niveaux à travers un manuel de procédures de gestion de l'information sanitaires (MPGIS). Pour l'harmonisation des définitions et du mode de calcul des principaux indicateurs du SNIS, il existe une version validée et diffusée d'un document sur les métadonnées (48).

Le système national d'information sanitaire a connu une évolution remarquable dans la gestion informatisée des données avec la mise en place d'un Entrepôt National de Données Sanitaires (Endos-BF) en 2012. Cet entrepôt est développé avec le logiciel "District Health Information System, version 2 (DHIS2)". La plateforme est accessible par internet et a été déployée à l'échelle du pays depuis 2013. Elle intègre les données mensuelles de tous les niveaux de soins de la pyramide sanitaire (centres de santé périphériques, hôpitaux de district, centres hospitaliers régionaux, centres hospitaliers universitaires). La saisie des données est mensuelle et est effectuée au niveau des districts sanitaires et des hôpitaux. Le faible débit de la connexion internet et l'absence de

connexion à certains endroits ne permettent pas une utilisation optimale de cette base de données. Egalement, l'insuffisance de couverture de l'électricité au niveau des formations sanitaires associée à l'instabilité de la connexion internet et le faible niveau d'utilisation des outils informatiques par les acteurs de ce niveau de la pyramide sanitaire constituent des limites pour la décentralisation de la saisie des districts sanitaire au niveau des formations sanitaires.

### **1.5.1. Plan stratégique du SNIS**

Adopté en conseil des ministres le 03 août 2011, le plan stratégique du système national d'information sanitaire 2011-2020 a pour vision à l'horizon 2020 de mettre à la disposition du système de santé, un système d'information intégré ; performant à tous les niveaux du système de santé ; produire dans les délais de l'information sanitaire de qualité, accessible et utilisée par tous les acteurs de la pyramide sanitaire pour une prise de décision en vue de l'amélioration de la santé des populations sur des bases factuelles (44). La réalisation d'une telle ambition nécessite la mise en œuvre d'interventions. Ainsi, ce plan met en exergue un certain nombre de défis essentiels auxquels le SNIS doit faire face pour la période 2011-2020. Il s'articule autour de 4 axes stratégiques :

- Le renforcement de la coordination, de la planification et du leadership. Ce renforcement est important pour la mise en place d'un système d'information performant. La coordination permet d'assurer le déploiement de la stratégie dans l'ensemble du système de santé. Des mécanismes de coordination sont définis et qui précisent le rôle des acteurs. Les documents de normes et procédures de collecte de données sont élaborés. Cependant une bonne coordination va de pair avec un bon management des ressources par les premiers acteurs, d'où l'importance d'un renforcement du leadership.
- Le renforcement des ressources humaines et financières, des équipements et des infrastructures. La disponibilité constante des ressources humaines en nombre et en qualité est un élément clé du développement du système d'information. Le développement des ressources humaines se fera à travers la formation et la supervision. Selon les recommandations de l'OMS, chaque pays doit avoir au moins un médecin pour 10000 habitants et 1 infirmier pour 5000 habitants. En 2017, le budget annuel alloué à la santé était de 10,11%, ce qui était inférieur aux engagements internationaux en matière d'allocations budgétaires (49) . Lors de la déclaration d'Abuja en avril 2001, les chefs d'état africains s'étaient engagés d'allouer au moins 15% des budgets annuels à l'amélioration du secteur de la santé (50) . L'équipement (matériel médicaux technique, matériel informatique et péri informatique...) et les infrastructures (construction et/ou réfection aux normes des bâtiments) devront bénéficier d'une mise à niveau et un entretien continu.
- L'amélioration de la production, de la gestion et de la qualité des données sanitaires. Un renforcement des sources de données par une valorisation des enquêtes déjà existantes (telles que l'enquête nationale sur les prestations des services de santé et la qualité des données sanitaires qui a été effectuée en 2014 avec le soutien de l'OMS ;

ou l'enquête annuelle nutritionnelle à l'échelle du pays) ainsi que la réalisation d'enquêtes nécessaires permettent de renforcer cette stratégie. Ce renforcement permettra de rendre disponible des informations de qualité pour une meilleure prise de décision.

- L'amélioration de la diffusion et de l'utilisation de l'information sanitaire. Une disponibilité de l'information est essentielle pour accentuer la prise de décision sur des bases factuelles par les acteurs décisionnels. Pour y parvenir, le SNIS doit être conçu de manière à garantir un accès sécurisé, direct et facile aux décideurs.

La mise en œuvre des activités du SNIS est assurée par les structures centrales (directions centrales du ministère de la santé), les directions régionales de la santé, les hôpitaux (régionaux et universitaires) et les districts sanitaires.

## **1.5.2. Cadre institutionnel du SNIS**

Le SNIS se compose d'un ensemble de six sous-systèmes interdépendants, plus ou moins fonctionnels en ce qui concerne les échanges d'information entre-eux (voir cadre organisationnel du SNIS au chapitre suivant). La coordination des activités de ces sous-systèmes incombe à la direction générale des études et des statistiques sectorielles (DGESS). Cette direction est hiérarchiquement liée au secrétariat général et assure entre autres la production de l'annuaire statistique national chaque année.

Il existe dans les autres directions centrales du ministère de la santé, des services chargés de la gestion de l'information sanitaire. Les données de tous ces services sont censées être prises en compte dans l'entrepôt national de données sanitaires via les rapports de routine des districts sanitaires. Cependant, les données de certaines directions (par exemple : la direction de la lutte contre la maladie, actuelle direction de la protection de la santé de la population, la direction de la prévention contre la vaccination et la direction de la nutrition) ne sont pas entièrement saisies dans l'entrepôt à partir des districts sanitaires et/ou hôpitaux. En effet, certaines données remontent directement des districts sanitaires vers ces directions quotidiennement ou hebdomadairement. C'est le cas par exemple pour les données du Télégramme Lettre Officiel Hebdomadaire (TLOH), pour les données de vaccination du programme élargi de vaccination ou pour les données de suivi nutritionnel des formations sanitaires.

Au niveau des régions et des districts sanitaires, les centres d'information sanitaire et de surveillance épidémiologique (CISSE) sont chargés de cette gestion. Chaque centre assure la gestion de toutes les données provenant des formations sanitaires de leurs aires de couverture géographique.

Dans les hôpitaux, cette attribution incombe au service d'information médicale (SIM) ou au service de planification et d'information hospitalière (SPIH). Tous ces services ont pour rôle secondaire d'accompagner les acteurs des services soins sur le processus de collecte et de transmission des informations selon les délais spécifiés par le ministère de la santé, et de veiller à une bonne diffusion des résultats d'analyse auprès de tous les acteurs.

### **1.5.3. Cadre organisationnel du SNIS**

Le six composantes du SNIS sont : (i) le sous-système des rapports de routine des services de santé, (ii) le sous-système de la surveillance épidémiologique, (iii) le sous-système de la gestion des programmes, (iv) le sous-système de l'administration et de la gestion des ressources, (v) le sous-système des enquêtes et études périodiques et (vi) le sous-système à assise communautaire.(51)

#### **1.5.3.1 Sous-système des rapports de routine des services de santé**

Ces rapports sont gérés par la Direction Générale des Etudes et des Statistiques Sanitaires (DGESS). Les rapports prennent en compte : a) les données des maladies transmissibles (paludisme, dengue, rougeole, Virus de l'Immunodéficience Humaine, etc) ; b) les données des maladies non transmissibles ( les affections cardio-vasculaires, les maladies mentales, les maladies métaboliques comme le diabète et la goutte, la malnutrition et les autres carences nutritionnelles, les cancers) ; c) et les données obstétricales et pédiatriques (les données de suivi des grossesses et d'accouchements, les données du programme élargie de vaccination).

Ce sous-système est chargé d'analyser, de valider et de compiler les données statistiques de routine des formations sanitaires publiques et privées. La collecte des données est faite d'une part à partir des rapports mensuels des structures sanitaires publiques et privées du premier niveau (dispensaires/ maternités isolés, centres de santé et de promotion sociale (CSPS), des centres médicaux, des centres médicaux avec antennes chirurgicales) et des organisations à base communautaire (OBC) ; et d'autre part à partir des rapports mensuels et trimestriels des structures sanitaires des deuxième et troisième niveaux de la pyramide sanitaire (centres hospitaliers régionaux et centres hospitaliers universitaires respectivement, voir figure 1). Les rapports mensuels sont les résultats du dépouillement des enregistrements contenus dans les registres (registres de consultations journalières ; registres d'accouchement ; registres d'hospitalisations ; registres de planning familial).

Les rapports mensuels des structures sanitaires (publiques et privées) sont transmis aux districts sanitaires (DS) qui les saisissent dans l'entrepôt de données national (ENDOS). Ces informations sont ensuite compilées secondairement par les DS trimestriellement et transmises à la direction régionale de la santé pour validation. Les rapports trimestriels validés par les directions régionales de la santé (DRS) sont transmis à la DGESS qui procède à la vérification, à la validation et au verrouillage définitif de ces données dans l'entrepôt national.

Les hôpitaux (CHU et CHR) saisissent mensuellement leur rapport de routine dans l'entrepôt de données national. Des rapports trimestriels sont élaborés également par ces structures et transmis à la DGESS qui effectue les mêmes tâches que précédemment. Un exemplaire du rapport trimestriel des hôpitaux (soumis à la DGESS) est envoyé aux directions régionales de la santé pour exploitation. Les rapports des hôpitaux permettent

en effet aux directions régionales de connaître la situation sanitaire de leurs aires de responsabilité (incidence et prévalence des pathologies prise en charge de l'ensemble des structures sanitaires) et d'orienter les actions locales en fonction de la situation épidémiologique d'ensemble. Voir figure 3 pour le circuit de l'information des rapports de routine du SNIS.

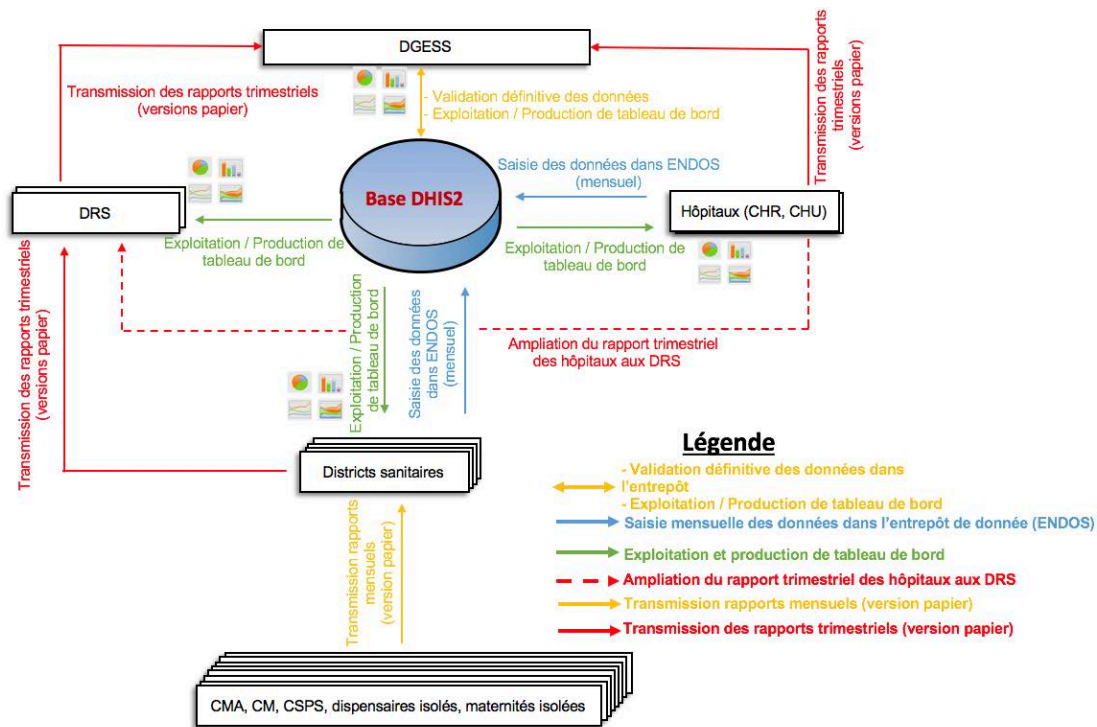


Figure 3 : Circuit de transmission des rapports de routine

### 1.5.3.2 Sous-système d'information de la surveillance épidémiologique

Ce système est sous la coupe administrative de la direction de la protection de la santé de la population (DPSP, ex direction de la lutte contre la maladie) avec le nouvel organigramme adopté en février 2018. Voir figure 4 pour le circuit des rapports de surveillance épidémiologique. Ces rapports de surveillance épidémiologique collectent :

- les données hebdomadaires de certaines maladies transmissibles et les données de décès maternels et néonataux (voir annexe 1). Les variables suivantes sont collectées : a) le nombre de cas de chaque maladie, b) le nombre décès de chaque maladie, c) le nombre de décès maternel, d) le nombre de décès néonataux. Cette collecte hebdomadaire constitue un système d'alerte précoce de ces pathologies et évènements prioritaires, elle est renseignée à partir d'un support rempli hebdomadairement appelée Télégramme Lettre Officielle Hebdomadaire (voir la fiche TLHO en annexe 1).



Toutes les structures sanitaires (en dehors des hôpitaux) sont chargées de collecter, d'analyser, de valider et de transmettre les données TLOH aux districts sanitaires. Les hôpitaux transmettent les TLOH aux DRS (cette transmission est irrégulière voire inexistante le plus souvent). Les TLOH sont transmis ensuite à la DPSP via les DRS par téléphone et/ou par courrier électronique (classeur Excel).

- les données individuelles quotidiennes sont transmises selon le même circuit que précédemment en cas d'épidémie avérée, ou de suspicion/confirmation de maladie à potentiel épidémique (le charbon, le choléra, la dengue, la shigellose, la diarrhée sanguinolente, la fièvre jaune, la grippe humaine due à un nouveau sous type, la méningite, la maladie à virus à Ebola, la fièvre de Lassa, la maladie à virus Zika, et la fièvre de la vallée du Rift).

Tous les rapports de surveillance épidémiologique (hebdomadaires et quotidiens) ne sont pas saisis dans l'entrepôt de données national (ENDOS-BF) avec la même périodicité de collecte ni avec le même niveau spatial d'agrégation. Elles sont en effet agrégées à l'échelle des districts sanitaires et saisies mensuellement dans ENDOS-BF avec les autres données du rapport de routine.

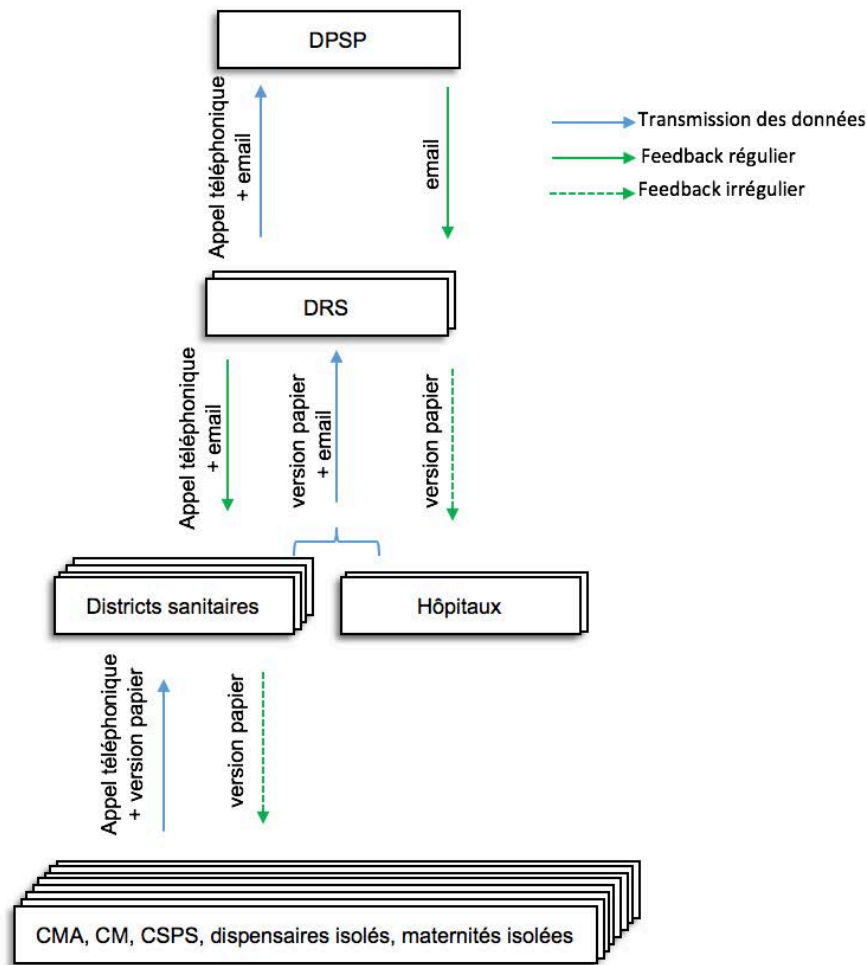


Figure 4 : Circuit de l'information du TLOH (transmission et feedback)

### 1.5.3.3 Sous-système d'information pour la gestion des programmes

Les programmes disposent d'un circuit spécifique de collecte des données. Les données sont transmises directement à la coordination de chaque programme spécifique par les directions régionales de la santé. Les pathologies objet de programmes spécifiques sont le paludisme, la trypanosomiase, la tuberculose, la lèpre, les infections sexuellement transmissibles et le Sida, les maladies tropicales négligées (schistosomiase, onchocercose, filariose lymphatique, les vers intestinaux, le trachome), les maladies diarrhéiques, les infections respiratoires aiguës et le noma. De même, la santé mentale, la santé bucco-dentaire, la lutte contre la cécité, les carences nutritionnelles et la vaccination font l'objet de programmes verticaux. La périodicité de collecte des données est variable d'un programme à un autre.

A titre indicatif :

- pour le paludisme, bien que l'information soit transmise hebdomadairement par le TLHO, les données sont parallèlement collectées mensuellement à partir d'une base de données dénommée BD-Malaria. Cette base est renseignée au niveau des districts sanitaires et envoyée à la direction régionale pour transmission au programme national de lutte contre le paludisme.
- pour la tuberculose et le Virus de l'Immunodéficience Humaine (VIH), les données sont collectées, analysées et validées chaque trimestre au niveau des directions régionales en collaboration avec les districts sanitaires et les hôpitaux. Les données validées sont ensuite transmises au programme national de lutte contre la tuberculose pour les données de la tuberculose et au programme nationale de lutte contre le VIH pour les données liées au VIH.

#### **1.5.3.4 Sous-système d'information pour l'administration et la gestion des ressources**

Ce sous-système s'occupe des données relatives aux infrastructures, au personnel, aux ressources financières (l'état et partenaires financiers) et à la gestion du patrimoine. Les structures du ministère qui interviennent dans ce sous-système sont la DGESS, la direction de l'administration et des finances (DAF) et la direction des ressources humaines (DRH). Les données sur les ressources (financières, humaines et infrastructures) font l'objet de collecte en fin d'année ou lors d'opérations ponctuelles tels que les enquêtes et recensements. La collecte des données financières est réalisée annuellement dans le cadre de l'élaboration des comptes nationaux de la santé. La collecte des données sur les infrastructures permet la mise à jour de la carte sanitaire chaque année.

#### **1.5.3.5 Sous-système des enquêtes et des études périodiques**

Les études et enquêtes portent essentiellement sur les revues du programme élargi de vaccination (PEV), les enquêtes nutritionnelles, enquêtes de prévalence (VIH/Sida, Paludisme...) et l'enquête SARA (Service Availability Readiness Assessment).

Les revues du PEV permettent d'évaluer la couverture vaccinale, la gestion financière du programme, la gestion de la logistique/sécurité des injections, les performances réelles du programme et les progrès réalisés depuis la première revue de 2003 (52). Les enquêtes nutritionnelles permettent de fournir des données nationales actualisées sur la situation nutritionnelle et sur la morbidité, mais aussi sur la couverture en vitamine A chez les enfants de 6 à 59 mois et en déparasitage chez les 12-59 mois, et sur les pratiques d'alimentation chez le nourrisson et le jeune enfant (53). Les enquêtes de prévalence ont pour objectif de collecter, d'analyser et de diffuser les données démographiques portant, en particulier, le VIH, le paludisme, la planification familiale, la fécondité, la santé de la mère et de l'enfant (54). L'enquête SARA est un outil d'évaluation des services de santé afin de mesurer la disponibilité et la capacité opérationnelle de ces services. Cette enquête

(qui bénéficie de l'appui technique et financier de l'OMS et du Fonds mondial) permet ainsi de disposer de données sur les mécanismes mis en place au Burkina Faso pour assurer les soins à la population et suivre leur évolution dans le temps (55).

#### **1.5.3.6 Sous-système à assise communautaire**

Ce sous-système permet d'assurer la surveillance épidémiologique et de suivre en continu l'évolution du nombre de cas d'une maladie dans le temps en vue de détecter les phénomènes anormaux. Il met à contribution le personnel communautaire vivant dans la communauté (deux agents communautaires par village administratif sur l'ensemble du territoire). Ce personnel est souvent le premier à être informé de l'apparition d'une maladie ou de la survenue de décès inhabituels, d'où l'intérêt de cette surveillance communautaire. Ce personnel communautaire a pour rôle de faire remonter les rumeurs (pouvant concerner la recrudescence d'une maladie sous surveillance) et les décès inhabituels dans la population. Ces rumeurs et décès inhabituels doivent amener à faire une investigation pour confirmer ou infirmer la présence de cas nécessitant une intervention sanitaire d'urgence ou un renforcement de la prévention. En plus des agents de santé communautaires, les leaders d'opinion (religieux, traditionnels ou politiques), les maîtres d'école, les tradi-praticiens de santé, et autres personnes ressources contribuent au niveau communautaire et participent à la remontée de l'information (56).

## 1.6. Objectifs de la thèse

Les objectifs de ce projet de thèse sont de :

- Améliorer le dispositif de surveillance mobile
- Mettre en place une cartographie dynamique d'analyses géo-épidémiologiques du paludisme.

Pour atteindre ces objectifs les activités suivantes ont été réalisées successivement :

- Une revue de la littérature de la surveillance épidémiologie par le mobile,
- Une analyse spatio-temporelle de l'incidence du paludisme dans la ville de Ouagadougou,
- Une évaluation de l'extension du projet de surveillance par le mobile au Burkina Faso,
- Une proposition de cartographie dynamique de surveillance des cas hebdomadaire de paludisme.

## **2. Problématique de la veille sanitaire utilisant la technologie mobile et organisation de la surveillance épidémiologique au Burkina Faso**

### **2.1. Introduction**

Selon l'Union internationale des télécommunications, la proportion de la population mondiale qui avait une souscription active à la téléphonie mobile en fin 2017 était de 48,2% pour les pays en développement et 97,1% dans les pays développés (57). La téléphonie mobile est ainsi largement utilisée dans le monde et son usage pour la collecte d'information sanitaire se pratique de plus en plus dans de nombreux pays.

Le système de surveillance épidémiologique des maladies au Burkina Faso est sous la responsabilité administrative de la DPSP du ministère de la santé. Ce système prend en compte les maladies transmissibles et non transmissibles. Les maladies non transmissibles est un groupe hétérogène comprenant les maladies cardio-vasculaires, les maladies respiratoires chroniques, les hémoglobinopathies, les maladies bucco-dentaires, les maladies oculaires et de l'oreille, les affections cardio-vasculaires, les troubles et maladies mentales, les maladies métaboliques comme le diabète, la malnutrition et autres carences nutritionnelles, et les cancers (58). Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), les maladies non transmissibles (MNT) en Afrique pourraient causer la mort de 3.9 millions de personnes d'ici à 2020 (59). Le rapport prédit que le fardeau en Afrique des MNT devient de plus en plus lourd et devrait prendre le dessus sur celui des maladies transmissibles d'ici à 2030. Pour faire face au fardeau que constituent les MNT, le Burkina Faso a élaboré un plan stratégique de lutte contre les MNT qui couvre la période 2014-2018 (58). Aussi, l'OMS a élargi l'accès à la prévention et au traitement des maladies transmissibles comme le VIH/sida, la tuberculose, le paludisme et les maladies tropicales, y compris la vaccination (60). Le contrôle efficace des maladies transmissibles et non transmissible doit être fondé sur un système national de surveillance qui fonctionne efficacement. Afin de garantir la prompt transmission des données à tous les programmes de prévention et de lutte pour une prise de décision adéquate, le Burkina Faso a opté pour une approche coordonner des activités de surveillance à tous les niveaux de la pyramide sanitaire. Cette approche dénommée « Surveillance Intégrée de la Maladie et de la Riposte (SIMR) » a pour objectif général de « fournir à temps des bases rationnelles devant servir à la prise de décisions et au choix

des interventions de santé publique pour une lutte efficace contre les maladies prioritaires, les affections et les événements d'importance en santé publique» (56).

La surveillance des maladies au Burkina Faso est regroupée en quatre grandes catégories réparties comme suit (voir synthèse en annexe 2) :

- les **maladies à potentiel épidémique** (le charbon, le choléra, la dengue, la shigellose, la diarrhée sanguinolente, la fièvre jaune, la grippe humaine due à un nouveau sous type, la méningite, la maladie à virus à Ebola, la fièvre de Lassa, la maladie à virus Zika, et la fièvre de la vallée du Rift). La méningite, la dengue, le choléra et la fièvre jaune sont les plus notifiés durant les dix dernières années. La méningite représente au Burkina Faso la première cause de morbidité et de mortalité parmi les maladies à potentiel épidémique avec une incidence cumulée de la méningite cérébro-spinale de 16,5 cas pour 100 000 habitants en 2015 et un taux de létalité de 9,8% (61) . Il y'a un changement du profil bactériologique de germes de la méningite. En effet jusqu'en 2010, le *Neisseria meningitidis A* (NmA) était le germe le plus isolé, mais à partir de 2011 et jusqu'en 2017, le *Neisseria meningitidis W* (Nm W) et le *Streptococcus pneumoniae* (Sp) sont devenus les germes les plus isolés à la Polymerase Chain Reaction (PCR) (62). Depuis 2013 à 2017, des flambées saisonnières de cas de dengue sévissent au Burkina Faso dont les études ont permis d'identifier trois serotypes circulant (DENV2, DENV3, and DENV4 (63)). Pour le choléra, aucun cas n'a été notifié depuis 2011 après les 20 cas importés et rapportés de la même année (64). Concernant la fièvre jaune, le Burkina est toujours à risque d'épidémie selon l'OMS, de 2006 à 2008, la proportion de cas confirmés était respectivement de 0,35, 0,27 et 0,54 %, sans différence significative ( $p = 0,69$ ) (65) (66).
- les **maladies à éradiquer** (la poliomyélite et la dracunculose). Lors de la 13ème réunion de la Commission régionale de certification pour l'éradication de la poliomyélite en Afrique (CRCA) tenue à Abidjan en Côte d'Ivoire, le Burkina Faso à l'instar du Bénin, des Iles Comores et de Sao Tomé & Principes ont été déclarés pays libres de poliomyélite par l'OMS (67). La CRCA avait noté qu'aucun cas de poliomyélite à virus sauvage n'a été enregistré dans les formations sanitaires du Burkina Faso, depuis le 25 septembre 2009. La certification de son éradication au Burkina Faso a été actée le 1er décembre 2011, à Genève en Suisse, au cours de la huitième rencontre de la commission internationale pour la certification de la poliomyélite (68). L'éradication de la dracunculose a été certifiée pour le Burkina Faso en décembre 2017 à Nairobi par l'OMS (69). Cependant, le pays a été invité lors de cette certification à maintenir la surveillance de l'information et les alertes au moyen d'un examen (hebdomadaire et/ou mensuel) continu et permanent des rapports de la SIMR. L'insuffisance d'approvisionnement en eau potable associée au mouvement de la population dans les milieux urbains constituent un risque d'infection à la dracunculose.
- les **maladies à éliminer** (la filariose lymphatique, la lèpre, la trypanosomiase, la rougeole, la rubéole, le tétanos néonatal et le trachome). Le Burkina Faso est un pays endémique de la filariose lymphatique, la transmission a été interrompue dans 44

districts sanitaires sur 70 que compte le Burkina Faso et le taux de couverture relatif au traitement de masse en 2016 était de 64% (10,9 millions) (70). De 2012 à 2015, environ 200 cas de lèpre ont été diagnostiqués chaque année au Burkina Faso, avec 92% de formes contagieuses (71). Pour la trypanosomiase, selon les statistiques 2018 de l’OMS, le Burkina Faso notifie moins de 100 nouveaux cas par an (72). L’incidence de la rougeole est de 1,4 cas pour 100 000 habitants avec un seul cas de décès en 2015 et en 2018 (61). Le Burkina Faso est l’un des dix-neuf états membres de l’OMS en bonne voie pour atteindre l’objectif visant l’élimination de la rougeole et de la rubéole d’ici 2020 (73). Pour le tétanos néonatal (TN), le nombre de cas est passé à 2 entre 2008 et 2010 avec un nombre de districts sanitaires à risque élevé de TN qui est passé de 41 à 0. Depuis 2010, aucun district sanitaire n’a notifié au moins 1 cas de TN pour 1000 naissances vivantes, cependant il représente encore un problème pour la santé (74) (75). En 2016, 43 districts sanitaires sur les 70 avaient des cas confirmés de trachome qui ont nécessité une intervention de santé publique (76).

- les **maladies et évènements d’importance en santé publique** (voir tableau 1). Parmi ces maladies, la morbi-mortalité du paludisme est la plus importante. Selon l’annuaire statistique 2017, il constitue la première cause de consultation, de mise en observation et de décès dans les formations sanitaires de base (CSPS, dispensaires et maternités isolés) avec respectivement 43,5%, 60,5% et 35,9% en 2017. Il représente également la première cause de consultation, d’hospitalisation et de décès dans les centres médicaux et les hôpitaux avec respectivement 30,3%, 22% et 15,8% en 2017 (78). Selon le même rapport, les infections respiratoires aiguës occupent la deuxième place des motifs de consultation dans les formations sanitaires de base avec 25,5%. Les évènements d’importance en santé publique sont constitués par les décès maternels et néonataux avec respectivement 889 et 4562 cas en 2017.



Tableau 1 : Liste des maladies et évènements d'importance en santé publique

1. Paludisme	16. Drépanocytose
2. Diarrhée chez les enfants de moins de 5 ans	17. Malnutrition
3. Infections Respiratoires Aigües sévères (Pneumonie grave) chez les enfants de moins de 5 ans)	18. Hépatite - B
4. VIH/Sida	19. Hépatite - C
5. Onchocercose	20. Rage
6. Infections sexuellement transmissible (IST)	21. Leishmaniose
7. Envenimation (Morsures de serpent)	22. Cancer du col de l'Utérus
8. Schistosomiasis	23. Cancer du sein
9. Parasitoses intestinales	24. Cataracte
10. Tuberculose	25. Noma
11. Fièvre typhoïde	26. Tréponématoses endémiques (Pian & Bejel)
12. Asthme	27. Ulcère de Buruli
13. Diabète	28. Traumatisme (accidents de circulation)
14. Epilepsie	29. Décès maternels
15. Hypertension artérielle	30. Décès néonataux

Le règlement sanitaire international (RSI) auquel le Burkina Faso a souscrit recommande à l'ensemble des pays de surveiller tout événement susceptible d'avoir une ampleur internationale pour la santé publique. Il s'agit essentiellement des maladies infectieuses inhabituelles/inattendues (variole, poliomyélite, grippe humaine causée par un nouveau sous-type), susceptible de se propager rapidement (choléra, peste pulmonaire, fièvre jaune, fièvre hémorragiques virales, dengue, fièvre de la vallée du Rift), ainsi que les situations d'urgence sanitaire liées à des phénomènes environnementaux, industriels ou terroristes, y compris les événements dont les causes ou l'origine sont inconnues (40).

## 2.2. Problématique de la veille sanitaire utilisant la technologie mobile

De nombreuses applications mobiles ont été développées dans de nombreux pays pour la veille sanitaire. Nous avons effectué une revue de la littérature sur l'utilisation de la téléphonie pour la surveillance épidémiologique dans le monde. Notre étude est la seule à notre connaissance qui s'est focalisée sur la veille technologique par la téléphonie mobile.

Notre méthodologie a permis de retenir 31 articles/projets dans lesquels il fait état de l'utilisation du mobile pour la surveillance des maladies.

Les résultats de cette étude ont montré que la plupart des projets ont été mis en œuvre en Afrique. Les maladies infectieuses étaient les éléments les plus surveillés. La plupart

des projets reposait sur une collecte quotidienne et une transmission par SMS (Short Message Service) des données. L'évaluation économique de ces projets était limitée au coût des SMS, des téléphones portables et de la mise en œuvre de l'implémentation.

Cette analyse a fait l'objet d'une publication dans *Informatics for Health and Social Care* (*voir ci-dessous*)

## **How does the cellular phone help in epidemiological surveillance? A review of the scientific literature**

Boukary Ouedraogo , Jean Gaudart & Jean-Charles Dufour

DOI: 10.1080/17538157.2017.1354000

### **ABSTRACT**

*Background:* In the field of epidemiological surveillance, no systematic literature review appears to exist of implemented projects using cellular phone technology. *Method:* We performed a systematic literature review using the Pubmed and Scopus databases to retrieve articles published up to December 2015. We analyzed information reported in these publications according to the mobile health (mHealth) evidence reporting and assessment

(mERA) checklist, and complemented this work with specific items related to epidemiology, in order to clarify the types of results reported and summarized in this context.

*Results:* Thirty-three articles were selected and reviewed. Each article was related to a different project. Two mERA items were systematically and fully reported, while two others were never reported. Three projects were deployed in very specific zones. Most of the projects were implemented in Africa. Infectious diseases were the elements most monitored. Most projects were based on daily data collection and SMS transmission. Economic assessment was limited to SMS, mobile phone, and implementation costs.

*Discussion-conclusion:* Although suitable for epidemiologic surveillance, the mERA checklist needs further interpretation. The technical and transmission modes of cellular phone use varied greatly from one study to another. No evaluation of the interoperability capabilities of cellular phones with other applications or sub-systems was possible.

### **KEYWORDS :**

Cellular phone; data transmission mode; epidemiological surveillance; health information system

### **Introduction**

The use of Health Information Technologies (HIT) has grown exponentially in the past 15 years. Their potential to improve the efficiency and effectiveness of healthcare interventions has been recognized by governments around the world. (1) According to the International Telecommunication Union report in 2016, seven billion people (95% of the global population) live in an area covered by a mobile-cellular network. Mobile-broadband networks (3G or above) reach 84% of the global population but only 67% of the rural population (2). This report also estimated that approximately 7% of new cellular phone users would come from developing countries, primarily in Africa, the Asia-Pacific region, and the Americas. Furthermore, worldwide, new user growth would be

approximately 2.6% per year, and developing countries would drive the increase (the figures for 2014 were 3.1% and 1.5 %, in developing and developed countries, respectively) (3 ). At the end of 2014, the penetration rate (i.e. mobile network coverage) reached 69% in Africa and 89% in Asia Pacific. Penetration in Europe and the United States reached 100% in 2012 (3 ). The cellular phone is a significant advance in the field of technology. According to Des Horts C-HB, it has the following advantages: increased individual productivity by reducing spatial and temporal requirements in the implementation of work, increased flexibility, reduced coordination costs,

improved communication, and knowledge sharing (4) According to Gribbins ML, cellular phone technology facilitates immediate access to information, strengthens performance in decision making, and increases prompt transmission of data (5 ).

Numerous studies have examined the potential of cellular phone technologies for different health interventions: patient treatment and follow-up (6 ,7), epidemiological surveillance

(8 ,9) and alerts (10 ,11), prevention (12), treatment compliance, health and safety awareness, the global impact on personal health, and telemedicine in rural contexts (9 ).

Some literature reviews have been conducted on specific disease categories (13). Others have focused on the impact of various HIT, including cellular phone technologies, on patient satisfaction (14). Deglise documented the specific usage of SMS for disease surveillance in developing countries (15) and identified 19 implementations of which only four have been scientifically studied and published in scientific literature. In epidemiology, timely data collection in the field and quality control are two crucial elements for surveillance

and effective decision making in routine and crisis situations (16). In this context, basic cellular phones can be used according to their connection capacities (GSM, GPRS, EDGE, 3G, 4G, etc.), their various data transmission protocols (voice, SMS, MMS, Internet data) and their embedded applications (for data collection, fill-in forms and/or data visualization and calculation), as a Swiss army knife approach for health information transmissions.

To our knowledge, few scientific publications have succinctly collected and presented data used to highlight strategic choices and to anticipate difficulties associated with using cellular phones. This is the case for data collection, data transmission, data processing, and the dissemination of results in the context of epidemiological surveillance. In order to evaluate the published benefits of this technology, its potential and future usefulness in epidemiological surveillance, we performed a literature review focusing on interventions published in the scientific literature.

Epidemiological surveillance systems are tools for decision-making in the field of prevention and disease control. They provide effective detection and monitoring of health threats. Therefore, the timeliness and relevance of health decisions depend on the reliability of the monitoring system. According to Dufour, the choice of diseases to be monitored depends on their severity, potential for propagation, mortality, morbidity, economic impact, as well as the opportunities for preventive and curative interventions,

and control programs in accordance with national and international regulations (17). A better scientific understanding of mobile monitoring devices is important to evaluate the role that cellular phone technology can play in the development of epidemiological surveillance systems. In order to achieve this, we searched published works focusing on the following questions: a) What types of cellular phone technology interventions have been used for epidemiological surveillance? b) What types of resources have been used? c) What kinds of results have been reported? The aim of this review was to answer the question “How does the cellular phone help in epidemiological surveillance?”.

Intervention types examined included delivery modes and data transmission frequencies, geographical contexts, data security processes, objectives underlying mobile phone data collection, and transmission.

Resources types examined included hardware and material infrastructure used for epidemiological surveillance (network coverage, devices used, specialized platforms, etc.), user engagement in the project, software resources and user interfaces, interoperability with existing health systems, details for replicability, user training, and guidelines.

## **Materials and methods**

### ***Data collection and selection***

We searched the Pubmed and Scopus databases. We focused on two concepts of interest: “cell phones” and “epidemiological surveillance”. The structures of the queries used for each database were different. We expressed each key word by Boolean combinations of several text-words, synonyms, and dedicated keywords when available. “The syntax for the resulting queries is available in Table 1.

We screened the retrieved articles for the title and abstract. When needed (i.e. title/abstract insufficiently informative) we consulted the full text.

Inclusion criteria were as follows: a) The use of the cellular phone had to be the intervention being studied; b) Epidemiological surveillance of disease cases (acute or chronic) had to be explicitly mentioned.

Exclusion criteria were as follows: a) the use of the cellular phone exclusively dedicated to diseases/health condition prevention (e.g. vaccination reminder/control); b) exclusive focus on adverse drug effects; c) studies on behavioral changes (smoking cessation, adherence to a set diet, sedentary lifestyle); d) interventions to evaluate and/or improve compliance to treatment; e) assessment of personal usage of mobile health (mHealth) apps (e.g. quantified self, fitness apps); f) applications exclusively dedicated to drug stock control or management.

When in doubt about whether to include or exclude an article, a consensual decision was made by the authors.

### ***Data processing and analysis***

We used the mobile health (mHealth) evidence reporting and assessment (mERA) (18)

checklist to screen content from articles. The mERA comprises 16 generic items which focus on various mHealth interventions. For each article retained, we studied which items were fully, partially, or non-reported. Moreover, we also considered items especially important in epidemiological surveillance, by creating a list of variables of interest (congruous with mERA items) relevant in an epidemiological context. For each article retained, in addition to recording its publication date, we performed an analysis based on information explicitly related to the following variables: a) geographic coverage; b) geo-economic context; c) type of disease monitored (acute or chronic diseases, infectious, or not); d) frequencies of data transmission; e) types of analyses performed (epidemiologic and/or economic); f) outcome indicators; g) data capture and transmission technologies (SMS, GPRS, voice call); h) software details; i) data security; j) data transmission operating procedures; k) interoperability (we analyzed how each article reported how variables fitted with existing systems). These variables were grouped into two categories: “resource type variables” (a to h) and “technical means variables” (g to k).

Table 1. Syntax requests used in databases.

<b>Database</b>	<b>Requests</b>
<b>Pubmed</b>	(“Cell Phones”[Mesh] OR “cell phone”[tiab] OR “smart phone” [tiab] OR “cellular phone”[tiab] OR “short message service”[tiab] OR “SMS”[tiab] OR “text messaging”[tiab]) AND (surveillance[tiab] OR epidemio* surveillance[tiab] OR epidemio* monitoring[tiab] OR population surveillance[tiab] OR biosurveillance[tiab] OR epidemio* information[tiab] OR epidemio* detection[tiab] OR epidemio* investigation[tiab] OR disease surveillance[tiab] OR sentinel surveillance [tiab] OR epidemio* research[tiab] OR epidemio* study[tiab]))
<b>Scopus</b>	title-abs-key(cell phone) OR title-abs-key(smart phone) OR title-abs-key(cellular phone) OR title-abs-key(short message service) OR title-abs-key(SMS) OR title-abs-key(text messaging) AND (title-abs-key(epidemio* surveillance) OR title-abs-key(epidemio* monitoring) OR title-abs-key(population* surveillance) OR title-abs-key(biosurveillance) OR title-abs-key(epidemio* information) OR title-abs-key(epidemio* detection) OR title-abs-key(epidemio* investigations) OR title-abs-key(disease surveillance) OR title-abs-key(sentinel surveillance) OR title-abs-key(epidemio* research) OR title-abs-key(epidemio* study))

We used the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) classification (19) to determine countries where epidemiological studies using mobile phone technology projects were implemented. This classification shows all countries and

territories eligible for official development assistance (ODA) and includes all low- and middle-income countries based on gross national income (GNI) per capita, as published by the World Bank. It also includes all of the least developed countries (LDC) as defined by the United Nations (UN). It does not include G8 members, EU member states, or countries with a set date for entry into the EU (20).

We explored the quality of electronic data versus paper-based data in these articles. The report of reliability of data by the authors (through comparison with paper-based data) was estimated. Similarly, estimations of error rates were assessed when reported. We defined data transmission as timely if transmission occurred within the recommended timeframe at each stage of the health information system process. We also considered the report of user satisfaction topics, completeness (all required data are present), incoherence (unrealistic data, etc.), and operating costs (cost of implementing, materials, data transmission, and system maintenance).

In order to classify the projects according to their characteristics, hierarchical classification on principal components of a multiple correspondence analysis (MCA) was used, as previously described by Lê and Husson (21,22). All the variables of interest mentioned above were included in this analysis. A MCA was the first pre-processing step to explore the technology, year of implementation, OECD categories, and mERA items on the mixed data set. The MCA took into consideration relationships between variables. The coordinates of each variable in the first 15 principal components, which accounted for more than 80% of the information, were then used to perform a Hierarchical Ascendant Classification (HAC). This method provides classes according to the explored profile using an objective non-supervised classification technique. Statistical analysis was performed using the software programs R<sup>1</sup> and FactoMineR<sup>2</sup>. Figures were formatted with Paint.net<sup>3</sup>

(1) v3.3.0 (The R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria)

(2) R software package

(3) v4.0.9 software. (Warren Paint & Color Co., Nashville, USA)

## **Results**

### ***Literature selection overview***

The database search was performed in December 2015 and retrieved 1,377 articles. During the screening process, we removed duplicates and excluded 1,344 articles according to the inclusion/ exclusion criterion outlined above. Finally, 33 articles were included.

There was no overlap between articles in terms of project description: each of the 33 articles regarded a different project. We therefore analyzed variables concerning 33 different research projects experimenting with cellular phone use in epidemiological surveillance.

### ***mERA generic items reporting***

mERA items were reported heterogeneously (see Table 2 and Appendix 1).

Two mERA items were systematically and fully reported in articles selected in our literature review: a) “Intervention delivery” (which described mode, frequency, and intensity of the intervention) and b) “Compliance with national guidelines or regulatory statutes” (mechanism used to assure that the intervention content was in accordance with existing regulatory guidelines). On the contrary, two mERA items were never reported in any of the articles studied: a) “Interoperability/health information system context” (which described whether and how interventions can integrate existing health information systems) and b) “Access of individual participants” (which covered barriers/facilitators to the intervention adoption, including individual-level structural, economic and social barriers/facilitators to access) (18). (see [Table 2](#))

Table 2. Number of projects where mERA checklist items were reported.

	Number of projects where item was fully reported (%)	Number of projects where item was partially reported (%)	Number of projects where item was not reported (%)
Infrastructure (population level)	9 (27.3)	1 (3.0)	23 (69.7)
Technology platform	18 (54.5)	0	15 (45.5)
Interoperability /Health information systems (HIS) context	0	0	33 (100)
Intervention delivery	33 (100)	0	0
Intervention content	11 (33.3)	05 (15.2)	17 (51.5)
Usability/content testing	06 (18.2)	0	27 (81.8)
User feedback	5 (15.2)	01 (3.0)	27 (81.8)
Access of individual participants	0	0	33 (100)
Cost assessment	9 (27.3)	0	24 (72.7)
Adoption inputs /programmed entry	4 (12.1)	0	29 (87.9)
Limitations for delivery at scale	4 (12.1)	0	29 (87.9)



Contextual adaptability	5 (15.2)	15 (45.5)	13 (39.3)
Replicability	7 (21.2)	1 (3.0)	25 (75.8)
Data security	8 (24.2)	5 (15.2)	20 (60.6)
Compliance with national guidelines or regulatory statutes	33 (100)	0	0
Fidelity of the intervention	16 (48.5)	1 (3.0)	16 (48.5)

### ***Specific variables relevant in epidemiological context***

According to our methodology, we specifically focused on 11 variables. Appendix 2 presents the relationship between the specific variables we identified in the epidemiologic surveillance context and generic mERA items.

### ***Geographic coverage***

Geographic coverage concerns the extent of the zone where data were collected. Three projects (9.1%) were deployed in very specific zones where cellular phones had become the only way to transmit data because of crises, such as earthquakes. For the 30 other projects, besides the fact that classic transmission (paper-based media) and cellular phone transmission were used simultaneously, we noted that three different objectives for data transmission were identified: (i) 15 projects (45.4%) implemented either in epidemiological sentinel zones or in a sample of undifferentiated health centers (rural or urban); (ii) 5 projects (15.2%) covering all rural health centers in a specific country; (iii) 10 projects (30.3%) covering all health centers (i.e. rural and urban) of a specific country.

### ***Geo-economic context***

At the continent level, 12 projects were exclusively implemented in Africa, 12 in Asia, 5 in Europe, and 2 in South America. In addition, 1 project was implemented in both North America and Asia, and finally 1 was implemented in three continents (Asia, Africa, and Europe). This gives a total of 33 projects. At the country level, 1 of these 33 was implemented in 15 countries (23). Two (24,25) were each simultaneously implemented in two countries. The 30 other projects were implemented in only one country: of these four were in China (16,26–28), four in Zambia (29–32), and two in Kenya. (33,34) The remaining 20 projects were implemented in other countries around the world. Overall therefore, a total of 35 countries were covered by one or more of the 33 projects (see Appendix 3).

According to the OECD, 26 of these 35 countries benefited from official development assistance, the nine others being developed countries (Appendix 3). We noted that LDC

constituted 34% of the 35 countries, developed countries 25.7%, upper middle-income countries and territories 23%, lower middle-income countries and territories 14.3%, and finally other low-income countries 3%.

### ***Types of diseases monitored***

Infectious diseases were the diseases most monitored (Appendix 3). Malaria was monitored in one third of the projects (29,30,33–41). Mobile technology was mentioned as an efficient means of detecting malaria promptly and consequently of ensuring its early treatment even in remote and isolated regions (40). In some projects (33,35,38), mobile technology helped to increase the number of malaria symptomatic cases detected, to estimate the accurate proportion of malaria cases, to assess more precisely how many malaria rapid diagnostic tests were performed, and the percentage of positive results among them, and finally, to observe the movement of plasmodium through geographic zones. Additionally, malaria cases signaled by cellular phones, combined with satellite maps, helped to forecast areas where malaria transmission risk was higher (38).

Influenza, the second most frequent infectious disease monitored, represented 12.1% of the studies (23,42–44). Data transmission by cellular phone was widely used for the H1N1 influenza pandemic in 2008 (23). In this case, it helped to promptly transmit daily percentages, identify the severity of the disease, estimate the mortality rate per country, and map incidence levels. During the pandemic, prompt daily notifications of cases accounted for 89% of transmitted data (42). In Senegal, influenza surveillance using cellular phone technology showed that children aged 5–14 were most affected (39.6%) (43).

In emergency situations, the cellular phone has been employed as an alternative transmission channel for monitoring disease (26–28) and has proven itself to be a useful communication tool for infectious disease surveillance in countries affected by natural disasters (26). In 2008, during the earthquake in China, the collection and transmission of data via cellular phone helped solve issues of poor functioning in the health information system for disease surveillance (28). For example, the Sichuan region used cellular phone technology to promptly report over 50% of notifiable diseases after the earthquake. The percentage of prompt data transmission was over 88% at the end of year, which was higher than before the disaster period (approximately 80%) (27) (Appendix 3).

Aggregated mobile data were also used to estimate population mobility, predict cholera propagation, define a threshold of infection pressure, and predict new locations of cases in Haiti in 2010 (45).

### ***Frequencies of data transmission***

Most projects were based on daily collection and transmission of quantitative or mixed data about infectious diseases (Table 3). Depending on the individual data element, data transmission frequency was performed daily (the majority of cases) or weekly. Geographic location was reported in 45.5% of the projects.

Table 3: Breakdown of projects by disease, data transmission frequency and type

	Number	Data transmission frequency		Data type		
		Daily	Weekly	Qualitative	Quantitative	Mixed
Acute infectious diseases	28	66%	34%	3%	56%	41%
Acute non-infectious diseases	2	100%	0%	0%	0%	100%
Chronic infectious diseases	8	100%	0%	0%	25%	75%
Chronic non-infectious diseases	2	0%	100%	0%	50%	50%

### ***Types of analyses performed and outcome indicators***

In 24 of the 33 projects, the statistical analysis reported had solely an epidemiological focus, while in the remaining nine the focus was both economical and epidemiological (see Appendix 1).

Concerning outcome indicators, several elements were reported:

#### Data quality, promptness and completeness

In Ethiopia [37], Sri Lanka [16] and Papua New Guinea [43] data were completely reliable (error rate 0%). Instead, the error rate reached 18% in Vietnam [46]. In Zambia, it varied widely between the country's different health districts (1.7% in the Mbabala district and 36.1% in the Kamawanu district) where SMS were used to report the early detection of a malaria outbreak in 2008-2009 [29].

The data transmission promptness rate reached 95% and was highest in Sri Lanka and Uganda [39]. Cellular phone data was promptly transmitted in up to 33% of malaria-based contexts in 2012/2013 compared with 12% in 2011/2012 in South Africa [29]. The promptness rate improved in Indonesia during the 2011 influenza pandemic, from 69% in 2010 to 82% in 2011 [44]. The rates of prompt cellular phone data transmission also increased in Zambia vis-à-vis the reporting of malaria cases, with an increase from 13% to 33% [30].

In China, in 2008, cellular phone data were used in 88% of disaster areas, significantly higher than the observed rate in 2007, and higher than the rate (83%) in non-disaster areas of Sichuan Province [28]. (Table 4).

Table 4: Quality indicators. References refer to individual projects

<b>Project references</b>	<b>Indicators</b>	<b>Number of projects (percentages) where indicators were analyzed</b>
[7,11,27,28,33,38,44,47,48]	promptness of data transmission	9 (27.3%)
[24,29,33,37,44,46,47]	data errors (data reliability, incoherencies in data)	7 (21.2%)
[26-28,38,39,48]	completeness of data transmission	6 (18.2%)

#### Operating cost, user satisfaction, feedback

Operating cost was limited in our review to SMS, mobile phone and implementation costs. It was indicated in 27.3% of projects. User satisfaction with using vocal calls and internet was not reported in any of the projects. Satisfaction with using SMS was only evaluated for daily surveillance of chronic infectious diseases, a mean score of 4 being obtained from a satisfaction score range of 1 to 5. Feedback of data via mobile phone technology was indicated in 12.1% of our 33 projects. (see Appendix 1)

#### ***Data capture and transmission technologies***

Eighteen projects (25.5%) exclusively used SMS for data transmission, 9 (27.2%) exclusively used internet access by GPRS, and 2 (6.1%) exclusively used voice call. The remaining 4 projects used both SMS and GPRS (2 projects: 6.1%) or both classic vocal communication and SMS (2 projects: 6.1%) For more details about each transmission mode see Appendix 3.

Three types of user interface for data capture were implemented:

Electronic forms, included numeric fields and specific dropdown lists to restrict and therefore focus data capture. These forms could be previously installed on cellular phones or downloaded via internet.

SMS texts, constraining users to format their short messages, which were sent to a server, using logical separators in order to differentiate the various data elements embedded in the messages.

Vocal calls, classic phone conversations where a human operator recorded dictated information on a centralized worksheet or database.

#### ***Software details and data security***

The software name implemented to collect and transmit data was indicated in 54.5% of the projects in our review while 4.12% indicated details of software development for future replicable processes. One project explained for example how to access and

configure applications [24].

With regard to security, 24.2% of our project explained clearly how data were made secure (data were encrypted for most of them). For example, we noticed that information on each case is sent as an encrypted text message to the national database, to gather preliminary feedback [26,41]. (see Appendix 1 for more details).

### ***Data transmission operating procedures***

Data are collected when a network problem occurs. Quan V [39] used the technical possibility of collecting data and storing it on a mobile phone in case of temporary unavailability of the telephone network in order to then sent it once coverage of the telephone network is restored.

In other projects [24,44] there were additional tasks for users when collecting the data. For example, they had to perform tests with simulated data before the effective transmission of real data, and had to download the application or its updates.

Four projects included initial training for mobiles phones[33,39,42,48] . In 18.2% of projects, users had to configure their mobile phone themselves and/or use their own mobile phone to transmit data. (see Appendix 1)

### ***Interoperability***

None of the articles reviewed described how the associated project could fit with existing health information systems.

### ***Multivariate analysis (geo-economic context, data transmission technologies, period and mERA checklist)***

By using Multiple Correspondence Analysis, two main axes explained 48% of the variance. The first axis (29.13%) was characterized by little income (low-income and less developed) and less income (middle income) countries. It was also characterized by internet use in Lower Middle Income Countries and Territories. The second axis (19, 1%) was characterized by higher income countries and indicated voice call use (Figure 1).

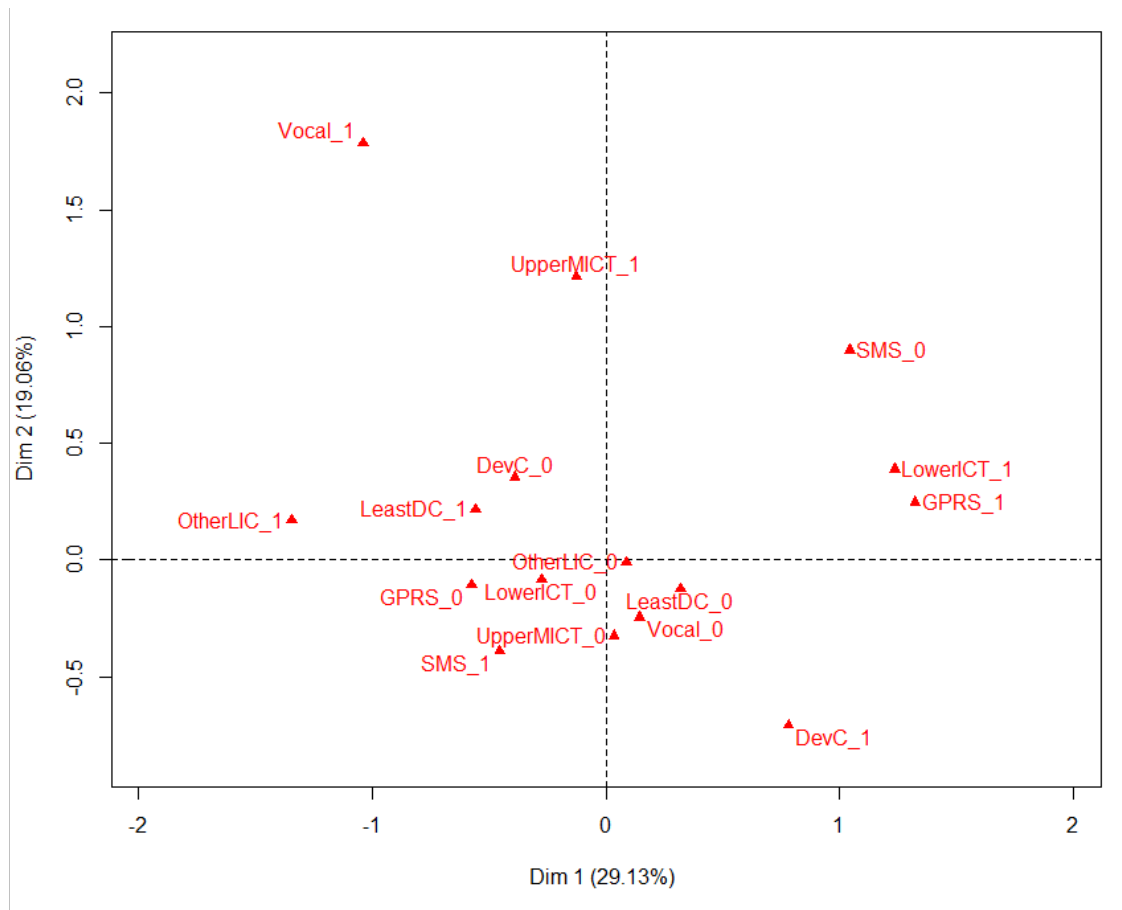


Figure 1: Characteristics of intervention methods. For each variable, the various modalities (i.e. modes of transmission, country classification) were placed on the first MCA plane.

Abbreviations: Least Developed Countries: LeastDC; Developed countries: DevC; Lower Middle Income Countries and Territories: LowerINT; Upper Middle Income Countries and Territories: UpperMICT ; Other Low Income Countries: OtherLIC.

The 0 or 1 added to the modalities stands for the presence or absence of modalities.

The Hierarchical Ascendant Classification on Multiple Correspondence Analysis enabled us to identify three profiles of projects.

(1) Profile 1: The projects in the first profile (18 projects) were characterized by the fact that they lacked any description of mERA items. Data security and intervention content were the only fully and partially described items, retrospectively. No description of Technology platform, Usability, Replicability, Cost assessment, Adoption input, Limitation or Delivery at scale was reported.

(2) Profile 2: The projects in the second profile (4 projects) were implemented mainly in developed countries, and in 2003/ 2004. Although the contextual adaptability item was not described, the Usability item was fully described.

(3) Profile 3: The projects in the third profile (11 projects) were mainly well described, especially the following mERA items: Intervention content, Infrastructure,

Replicability, Technology platform, Limitation or delivery at scale, and Adoption input. These projects were mainly implemented in 2009.

The analysis of the number of studies per year and per country showed that the highest number of projects in the highest number of countries occurred in 2008, following by 2009 and 2012 (10 countries, respectively) (Figure 2). SMS was the technology most used, with the internet coming in second position.

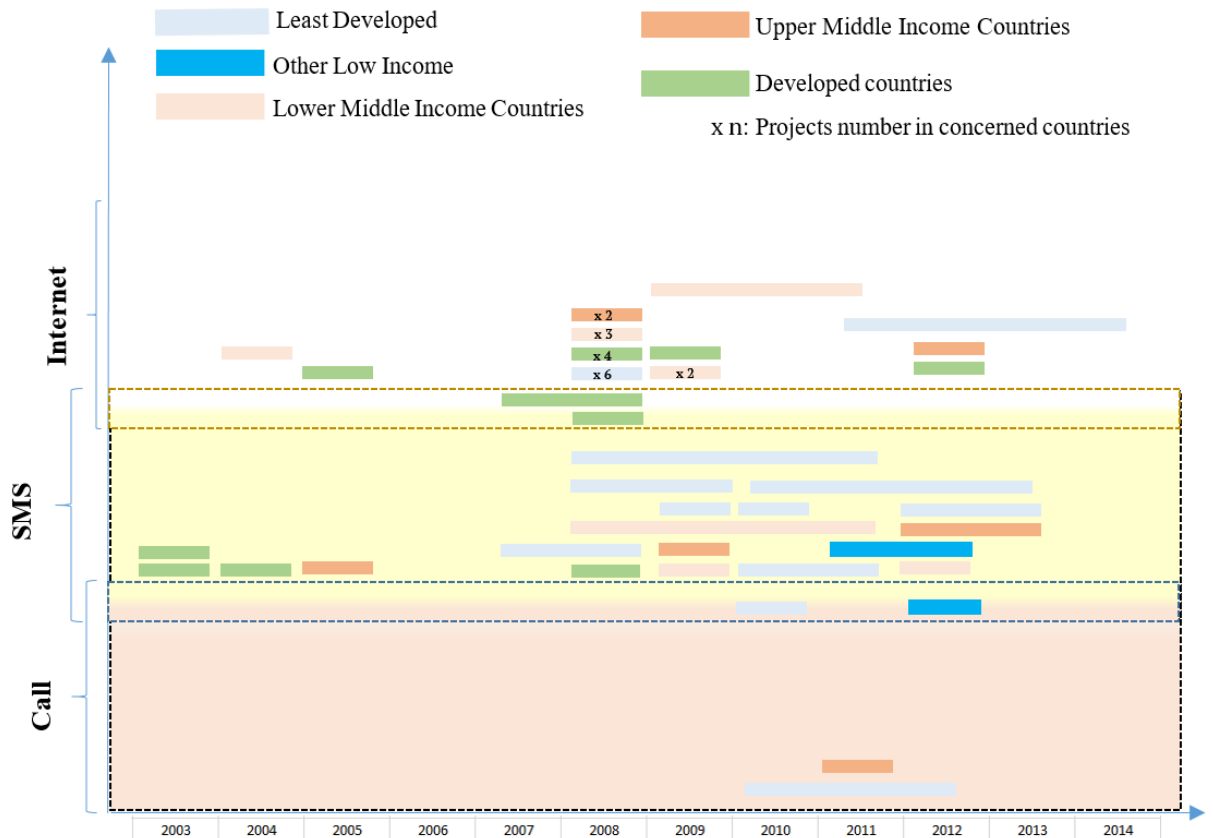


Figure 2: Data transmission according to period and OECD country classification. Period of intervention is on the abscissa, transmission mode on the ordinate. Country group economic context is represented with a color gradient (depending on the OECD classification). A horizontal bar in this graphic stands for one project implemented in one country (or several countries if “xn” is indicated).

### Discussion

This literature review provides an in-depth exploration of factors reported when usage of cellular phone for epidemiological surveillance is implemented. These factors mainly concern resources and types of technologies used, as well as data transmission processes.

### Resource types

Most of the 33 projects examined were conducted across a large number of developed and developing countries. This suggests that mobile technology could have broad applicability (53) and acceptability (54) around the world. Cellular phone use may contribute to the diagnosis and epidemiological surveillance of diseases in areas where

physical access is difficult and/or which have limited human resources, medical, and technical equipment (41). However, the high geographical mobility of health workers in charge of data collection/transmission, combined with cellular phone network area fluctuations (instability of calls and connections) can be an obstacle to the sustainability of disease surveillance.

The data elements transmitted differed from one project to another in our literature review. This difference can be explained by the fact that national disease surveillance systems differ between countries. Indeed, the WHO recommends that each country should establish its own surveillance activities in order to monitor diseases which have a higher impact and which may lead to outbreaks (55,56). However, despite different public health systems, the methodology implemented has to be similar across countries if one wishes to interpret and share data, and implement policy decisions at a regional scale. For example, during the Ebola outbreak in 2014 in West Africa, having an interoperable national information system between countries would have been a great help. In a region like West Africa, a gap in disease detection in even one country poses a serious threat not only to that country but to neighboring countries and farther afield.

This literature review shows that cellular phone technology improves disease monitoring in many ways. Indeed, cellular phone use was successful during crisis situations and in pilot experiments collecting and transmitting surveillance data on diseases. This result is in line with other studies which mentioned that cellular phone technology could be useful in several ways as follows: monitoring notifiable diseases, reducing the cost of monitoring, saving time, improving the care of individuals, and providing an opportunity for health professionals and patients to interact effectively (57–61). Cellular phone technology has the potential to improve the quality and the timeliness of data reporting. For example, it has already acted as a springboard to anticipate an influenza pandemic and to track arboviruses in Vietnam, Madagascar, and Mexico (11,46,62).

No article reported a comparative analysis of data quality between the three cellular phone transmission modes (SMS, Internet, and vocal call). However, Patnaik conducted a one-month study among 13 health Indian professionals and showed that data transmitted by voice call had a significant higher rate of reliability than data transmission using electronic forms and SMS (63). There was no significant difference between Internet and SMS data transmission in their study. It has been shown that data inaccuracies may compromise the benefits of mobile technology use (64).

Technology adoption and effective use also depends on economic criteria. Direct or indirect costs (cellular phone purchases and maintenance, server acquisitions, software licenses and implementation costs) and return on investment (promptness, user satisfaction) were discussed only briefly or not at all in the 33 publications reviewed. It is also apparent that the costs of purchasing a cellular phone and of SMS were rarely addressed (58,59). Economic assessment of the cost-effectiveness of cellular phone use for data transmission in developing countries could provide a clearer picture of implementation costs in order to evaluate and possibly strengthen surveillance and disease control in these countries. In 2013, we carried out a study in Burkina Faso which



focused on weekly Internet-based transmission using cellular phones. We showed that the direct costs for each agent were 77 euros for the purchase of a telephone and 8 euros per month for individual Internet subscription. However, we did not address the indirect costs. Further studies on cost-effectiveness, and the technical and financial feasibility of the adoption of cellular phone technology in health services are needed (54). Indirect costs, mobile network coverage, electricity accessibility and staff turnover are other potential challenges which need to be studied and addressed (65).

User satisfaction with data processing and transmission mode was only investigated in one project (in which SMS were used). However, an Indian study on the use of the three transmission modes examined here, showed that SMS and voice call interfaces are easier to use for health care workers and patients and require less technical maintenance than Internet-based forms used on cellular phones to transmit data. Other studies (66,67) focusing on diabetes and asthma surveillance, suggested that there is no difficulty for health care workers in terms of learning and acceptability of cellular phone use for data capture and transmission. However, a more comprehensive assessment of user satisfaction employing a scoring system for all transmission modes would be beneficial in order to better evaluate the chances of success of mobile user interfaces in future health contexts (61).

### ***Technical means***

With respect to user interfaces, as described by Patnaik (64), to date three types for data capture have been employed with cellular phones for epidemiological surveillance: electronic forms, SMS texts, and vocal calls. All 33 projects included here used at least one of the three transmission modes (SMS, vocal call, Internet). The software packages used for data transmission were all different to each other, in terms of collection, transmission, and data processing. When health data are collected, transmitted, and used, the protection of privacy, particularly with regard to the processing of personal data, is needed (for ethical and/or juridical reasons). In most projects investigated here, personal data were not collected. In one project (24), the patients' first and last names were transmitted but respect of privacy and anonymity were not reported.

Moreover, it was not possible to evaluate the interoperability capabilities of cellular phone systems with other software (i.e. software specifically related or not to health data collection) or sub-systems (e.g. pre-cellular phone health system software). More specifically, the implementation method, data frame, and semantic coding were never reported in any of the 33 articles. The interoperability of each new implemented system is very important to avoid fragmentation of health information systems. To that end, it is essential to respect the syntactic and semantic interoperability between applications (68). Currently, the West African Health Organization (WAHO) provides several recommendations to improve national surveillance systems including interoperability. At a conference in Accra, Ghana in 2015, co-organized by the WAHO and

the U.S. Agency for International Development (USAID), it was stressed that efforts to strengthen health information systems will succeed best if they support national and regional priorities, if they are integrated with other partner initiatives in the region and if they are implemented with local leadership (69). Recommendations for the use of cellular phones in health interventions suggest that the potential for technical and structural integration within existing health information systems (HIS) must be described, irrespective of whether this integration has been implemented in previous systems (18). None of the 33 projects we examined followed these recommendations.

This review shows that numerous projects have already been implemented to use cellular phone technology in epidemiology, and that there is great diversity in the technical and transmission modes used from one country to another. Furthermore, technical and methodological details were rarely presented in the projects included.

### **Data transmission processes**

Data transmission processes and cellular phone systems used to transmit data for epidemiological surveillance may differ depending on several characteristics as follows: nature of the intervention (pilot studies, interim solution, long-term solution), monitored diseases (35), types of collected data and transmission frequency, organizational methods, national public health system (54), economic and geographical contexts, and studied population (35). Not all of these characteristics were always identified or sufficiently detailed in each published article examined.

### ***Strengths and limitations of this review***

The mERA checklist includes all the necessary items needed to report mobile epidemiologic surveillance intervention projects. However in order to be usable in the epidemiologic surveillance context, we needed to extrapolate/reinterpret some items beyond their initial description in the original mERA article. For instance, this is the case with “Intervention content”, because with disease surveillance, data are transmitted from participants to the system. However, mERA is mainly oriented through data transmission from system to participant.

To limit the possibility of missing relevant publications, we performed a broad literature search. However because only two scientific bibliographic databases were used, there is a chance that some publications were missed. Another reason for possible missing articles is that they were under- represented due to the scientific approach employed (rather than the operational one). A further limitation of this review is that we subjectively classified mERA items in the publications as “non- reported”, “partially reported” or “fully reported”. This may have biased the resulting reporting rates calculated. Some elements mentioned in the articles were difficult to map to a mERA item, because they were not clearly defined or were ambiguous. A final limitation of our review is that the gap analysis presented does not give an indication as to why certain items are underreported. It could be that these items are not considered important for the evaluation of some specific mobile phone usages in epidemiological surveillance.

## **Conclusion and recommendations**

Our review, which focuses on the use of cellular phones in epidemiological surveillance, identified the 11 variables related with mERA checklist. This work could be useful to provide a better understanding of the benefits of and gaps in cellular phone usage for epidemiology, as well as a greater understanding of the evidence reported in the scientific literature. Because of the importance of adopting new information technologies into national information systems, future studies must have more detailed methodological aspects, and must address several factors, including interoperability with existing systems, direct and indirect costs, coverage and network stability, management of human resources, and equipment. Furthermore, following the WHO recommendations, there is an urgent need to develop a common framework for national health information systems, as well as guidelines for the development of new technologies within these systems.

## **Acknowledgments**

This work was carried out thanks to the support of the A\*MIDEX grant (n° ANR-11-IDEX-0001-02) funded by the French Government “Investissements d’Avenir” program. It was also partially financially supported by the NGO Prospective & Cooperation. Neither of the two funding organizations influenced the design, analysis, or interpretation of the work. We are very grateful to Jude Sweeney, English translator and interpreter, for his support and guidance.

## **Declaration of interests**

The authors declare that they have no competing interests.

## **References**

1. Institute of medicine. Crossing the quality chasm: A new health system for the 21st century [Internet]. Washington, DC: National Academy of Sciences; 2001. p.8. <https://www.nationalacademies.org/hmd/~media/Files/Report%20Files/2001/Crossing-the-Quality-Chasm/Quality%20Chasm%202001%20%20report%20brief.pdf>.
2. International Telecommunication Union. ICT, Facts and figures 2016 [Internet]. Printed in Switzerland, Geneva; 2016 [cited 2016 Jul 12]. Available from: <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/ICTFactsFigures2016.pdf>.
3. International Telecommunication Union. The world in 2015 [Internet]. Geneva, Switzerland: International Telecommunication Union; 2015. p.6. <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/ICTFactsFigures2014-e.pdf>.
4. Des Horts C-HB, Isaac H. L’impact des TIC mobiles sur les activités des professionnels en entreprise; 2006 [accessed 2015 Oct 5]. <https://halshs.archives->

ouvertes.fr/halshs-00155192/.

5. Gribbins ML, Gebbauer J, Shaw MJ. Wireless B2B mobile commerce: a study on the usability, acceptance, and process fit. Ninth Americas Conference on Information Systems [Internet]. 2003; [Citeseer]. [accessed 2015 Nov 5]. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?>
6. Mahmud N, Rodriguez J, Nesbit J. A text message-based intervention to bridge the healthcare communication gap in the rural developing world. *Technology and Health Care*. 2010;18:137–44.
7. Michael BD, Geleta D. Development of ClickClinica: a novel smartphone application to generate real-time global disease surveillance and clinical practice data. *BMC Medical Informatics and Decision*. 2013;13:70. doi:10.1186/1472-6947-13-70.
8. M'ikanatha NM, Lynfield R, Van Beneden CA, De Valk H. *Infectious disease surveillance*. Chichester, UK: Wiley-Blackwell; 2013.
9. Bwalya YW, Panos L. *Completing the revolution: the challenge of rural telephony in Africa*. Softcover. London, UK: Panos Institute; 2004.
10. Yen M-Y, Wu T-SJ, Chiu AW-H, et al. Taipei's use of a multi-channel mass risk communication program to rapidly reverse an epidemic of highly communicable disease. Ratner AJ, editor. *PLoS One* 2009;4:e7962. doi:10.1371/journal.pone.0007962.
11. Randrianasolo L, Raelina Y, Ratsitorahina M, et al. Sentinel surveillance system for early outbreak detection in Madagascar. *BMC Public Health* 2010;10:31. doi:10.1186/1471-2458-10-31.
12. Cole-Lewis H, Kershaw T. Text messaging as a tool for behavior change in disease prevention and management. *Epidemiologic Reviews* 2010;32:56–69. doi:10.1093/epirev/mxq004.
13. Mbuagbaw L, Mursleen S, Lytvyn L, et al. Mobile phone text messaging interventions for HIV and other chronic diseases: an overview of systematic reviews and framework for evidence transfer. *BMC Health Services Research* [Internet] 2015;15. [accessed 2015 May 19]. <http://www.biomedcentral.com/1472-6963/15/33>.
14. Rozenblum R, Donzé J, Hockey PM, et al. The impact of medical informatics on patient satisfaction: A USA- based literature review. *International Journal of Medical Informatics* 2013;82:141–58. doi:10.1016/j.ijmedinf.2012.12.008.
15. Deglise C, Suggs LS, Odermatt P. SMS for disease control in developing countries: a systematic review of mobile health applications. *Journal of Telemedicine and Telecare* 2012;18:273–81. doi:10.1258/jtt.2012.110810.
16. Li Y, Fang L, Gao S, et al. Decision support system for the response to infectious disease

- emergencies based on webgis and mobile services in China. Colizza V, editor. PLoS One 2013;8:e54842. doi:10.1371/journal.pone.0054842.
17. Dufour B, Hendrikx P, Toma B. Élaboration et mise en place de systèmes de surveillance épidémiologique des maladies à haut risque dans les pays développés. *Revue Scientifique et technique (International Office of Epizootics)* 2006;25:187–98. doi:10.20506/rst.25.1.1659.
  18. Agarwal S, LeFevre AE, Lee J, et al. Guidelines for reporting of health interventions using mobile phones: mobile health (mHealth) evidence reporting and assessment (mERA) checklist. *British Medical Journal* 2016; i1174. doi:10.1136/bmj.i1174.
  19. Development Assistance Committee (DAC) List of Official Development Assistance (ODA) Recipients for flows in 2014, 2015 and 2016. [Internet]. France: Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD); 2015. p. 1. <http://www.oecd.org/dac/stats/documentupload/DAC%20List%20of%20ODA%20Recipients%202014%20final.pdf>.
  20. The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Development Assistance Committee (DAC) List of official development assistance (ODA) Recipients [Internet]. 2015 [cited 2016 Dec 18]. Available from: <http://www.oecd.org/dac/stats/daclist.htm>.
  21. Lê S, Josse J, Husson F. FactoMineR: An R package for multivariate analysis. *Journal of Statistical Software* 2008;1(1) [2008 [Internet]]. <https://www.jstatsoft.org/index.php/jss/article/view/v025i01>.
  22. Husson F, Josse J, Pagès J. Principal component methods - hierarchical clustering - partitional clustering: why would we need to choose for visualizing data? [Internet]. Agrocampus; 2010 [cited 2016 Dec 24]. Available from: [http://factominer.free.fr/docs/HPC\\_husson\\_josse.pdf](http://factominer.free.fr/docs/HPC_husson_josse.pdf).
  23. Lin Y, Heffernan C. Accessible and inexpensive tools for global HPAI surveillance: A mobile-phone based system. *Preventive Veterinary Medicine* 2011;98:209–14. doi:10.1016/j.prevetmed.2010.10.003.
  24. Gow GA, Waidyanatha N, Mary VP. Using mobile phones in a Real-Time Biosurveillance Program: Lessons from the frontlines in Sri Lanka and India. *Technology and Society (ISTAS), 2010 IEEE International Symposium on* [Internet]. University of Wollongong Wollongong, Australia: IEEE; 2010 [cited 2015 Feb 19]. p. 366–374. Available from: [http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs\\_all.jsp?arnumber=5514617](http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=5514617).
  25. Freeman JE, Rosser TL, Brown M, et al. Use of mobile phone technology to improve outcomes in patients with critical limb ischemia and diabetes. *Journal of the American College of Cardiology* 2010;55:A157–E1468. doi:10.1016/S0735-1097(10)61469-6.
  26. Yang C, Yang J, Luo X, et al. Use of mobile phones in an emergency reporting system for infectious disease surveillance after the Sichuan earthquake in China. *Bulletin of the World Health Organization* 2009;87:619–23. doi:10.2471/BLT.08.060905.
  27. Ma J, Zhou M, Li Y, et al. Design and application of the emergency response mobile phone-based information system for infectious disease reporting in the Wenchuan earthquake zone. *Journal of Evidence based Medicine* 2009;2:115–21. doi:10.1111/j.1756-5391.2009.01018.x.
  28. Guo Y, Su XM. Mobile device-based reporting system for Sichuan earthquake-affected

- areas infectious disease reporting in China. *Biomedical and Environmental Sciences* 2012;25:724–29.
29. Davis RG, Kamanga A, Castillo-Salgado C, et al. Early detection of malaria foci for targeted interventions in endemic southern Zambia. *Malaria Journal* 2011;10:260. doi:10.1186/1475-2875-10-260.
  30. Kamanga A, Moono P, Stresman G, et al. Rural health centres, communities and malaria case detection in Zambia using mobile telephones: a means to detect potential reservoirs of infection in unstable transmission conditions. *Malaria Journal* 2010;9:96. doi:10.1186/1475-2875-9-96.
  31. Schuttner L, Zijdel W, Manda H, et al. Use of mobile phone-guided community outreach for integrated primary health care and HIV services in Zambia. Rome (Italy). 6th IAS Conference. 2011.
  32. Schuttner L, Sindano N, Theis M, et al. A mobile phone-based, community health worker program for referral, follow-up, and service outreach in rural Zambia: Outcomes and overview. *Telemedicine E-Health*. 2014;20:721– 28. doi:10.1089/tmj.2013.0240.
  33. Githinji S, Kigen S, Memusi D, et al. Using mobile phone text messaging for malaria surveillance in rural Kenya. *Malaria Journal* 2014;13:107. doi:10.1186/1475-2875-13-107.
  34. Buckee CO, Wesolowski A, Eagle NN, et al. Mobile phones and malaria: modeling human and parasite travel. *Travel Medicine and Infectious Disease* 2013;11:15–22. doi:10.1016/j.tmaid.2012.12.003.
  35. Prue CS, Shannon KL, Khyang J, et al. Mobile phones improve case detection and management of malaria in rural Bangladesh. *Malaria Journal* 2013;12:1475–2875. doi:10.1186/1475-2875-12-48.
  36. Meankaew P, Kaewkungwal J, Khamsiriwatchara A, et al. Application of mobile-technology for disease and treatment monitoring of malaria in the. *Malaria Journal* 2010;9:237. doi:10.1186/1475-2875-9-237.
  37. Yukich JO, Butts J, Miles M, et al. A description of malaria sentinel surveillance: a case study in oromia regional state, Ethiopia. *Malaria Journal* 2014;13:88. doi:10.1186/1475-2875-13-88.
  38. Quan V, Hulth A, Kok G, et al. Timelier notification and action with mobile phones–towards malaria elimination in South Africa. *Malaria Journal* 2014;13:151. doi:10.1186/1475-2875-13-151.
  39. Asiimwe C, Gelvin D, Lee E, et al. Use of an innovative, affordable, and open-source short message service- based tool to monitor malaria in remote areas of Uganda. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 2011;85:26–33. doi:10.4269/ajtmh.2011.10-0528.
  40. Tatem AJ, Huang Z, Narib C, et al. Integrating rapid risk mapping and mobile phone call record data for strategic malaria elimination planning. *Malaria Journal* 2014;13:52. doi:10.1186/1475-2875-13-52.
  41. Cesario M, Lundon M, Luz S, et al. Mobile support for diagnosis of communicable diseases in remote locations. *Proceedings of the 13th International Conference of the NZ Chapter of the ACM's Special Interest Group on Human-Computer Interaction [Internet]*. Dunedin, New Zealand: ACM; 2012 [cited 2015 Apr 8]. p. 25–28. Available from: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2379261>.
  42. Lajous M, Danon L, López-Ridaaura R, et al. Mobile messaging as surveillance tool during pandemic (H1N1) 2009, Mexico. *Emerging Infectious Diseases Journal* 2010;16:1488–89. doi:10.3201/eid1609.100671.

43. Dia N, Diene Sarr F, Thiam D, et al. Influenza-like illnesses in Senegal: not only focus on influenza viruses. Baldanti F.editor, PLoS ONE. 2014;9:e93227. doi:10.1371/journal.pone.0093227.
44. Hanafusa S, Muhadir A, Santoso H, et al. A surveillance model for human avian influenza with a comprehensive surveillance system for local-priority communicable diseases in south Sulawesi, Indonesia. *Tropical Medicine & International Health*. 2012;40:141–47. doi:10.2149/tmh.2012-10.
45. Bengtsson L, Gaudart J, Lu X, et al. Using mobile phone data to predict the spatial spread of cholera. *Scientific Reports* 2015;5:8923. doi:10.1038/srep08923.
46. Katona LB, Rosen JM, Vu NC, et al. A new paradigm for disease surveillance in Vietnam. *Telemedicine and E-Health* 2014;20:493–95. doi:10.1089/tmj.2013.0250.
47. Safaie A, Mousavi SM, LaPorte RE, et al. Introducing a model for communicable diseases surveillance: cell phone surveillance (CPS). *European Journal of Epidemiology* 2006;21:627–32. doi:10.1007/s10654-006-9033-x.
48. Rosewell A, Ropa B, Randall H, et al. Mobile phone-based syndromic surveillance system, Papua new Guinea. *Emerging Infectious Diseases Journal* 2013;19:1811–18. doi:10.3201/eid1911.121843.
49. Ferrer-Roca O, Cardenas A, Diaz-Cardama A, et al. Mobile phone text messaging in the management of diabetes. *Journal of Telemedicine and Telecare* 2004;10:282–85. doi:10.1258/1357633042026341.
50. Vähätalo MA, Virtamo HE, Viikari JS, et al. Cellular phone transferred self blood glucose monitoring: prerequisites for positive outcome. *Practical Diabetes International* 2004;21:192–94. doi:10.1002/pdi.642.
51. Zaidi SMA, Labrique AB, Khowaja S, et al. Geographic variation in access to dog-bite care in Pakistan and risk of dog-bite exposure in Karachi: prospective surveillance using a low-cost mobile phone system. Rupperecht CE, editor. *PLOS Neglected Tropical Diseases* 2013;7:e2574. doi:10.1371/journal.pntd.0002574.
52. Anhøj J, Møldrup C. Feasibility of collecting diary data from asthma patients through mobile phones and SMS (Short Message Service): Response rate analysis and focus group evaluation from a pilot study. *Journal of Medical Internet Research* 2004;6:e42. doi:10.2196/jmir.6.4.e42.
53. International Telecommunication Union ancient [Internet]. 2014. <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/ICTFactsFigures2015.pdf>.
54. Krishna S, Boren SA, Balas EA. Healthcare via cell phones: a systematic review. *Telemedicine and E-Health* 2009;15:231–40. doi:10.1089/tmj.2008.0099.
55. Normes recommandées par l’OMS pour la Surveillance [Internet]. Report No.: WHO/CDS/CSR/ISR/99.2.Genève, Suisse: Organisation mondiale de la Santé; 2000. p. 172. [http://data.unaids.org/publications/irc-pub04/surveillancestandards\\_fr.pdf](http://data.unaids.org/publications/irc-pub04/surveillancestandards_fr.pdf).
56. Morse SS. Global infectious disease surveillance and health intelligence. *Health Affairs (Millwood)* 2007;26:1069–77. doi:10.1377/hlthaff.26.4.1069.
57. Deribe K, Roda AA. The potential of mobile phone technology for public health practice in Ethiopia. *Ethiopian Journal of Health Development* 2012;25:233–34.
58. Gentry S, van-Velthoven MH, Tudor Car L, et al. Telephone delivered interventions for reducing morbidity and mortality in people with HIV infection. In: *The Cochrane Collaboration*, editor. *Cochrane database syst. rev.* [Internet]. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2013. [accessed 2015 Feb 26]. <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD009189.pub2>.
59. Corpman DW. Mobile health in China: A review of research and programs in medical care, health education, and public health. *Journal of Health Communication*

- 2013;18:1345–67. doi:10.1080/ 10810730.2013.778370.
60. Freifeld CC, Chunara R, Mekar SR, et al. Participatory epidemiology: use of mobile phones for community- based health reporting. *PLOS Medicine* 2010;7:e1000376. doi:10.1371/journal.pmed.1000376.
  61. Mphatswe W, Mate K, Bennett B, et al. Improving public health information: a data quality intervention in KwaZulu-Natal, South Africa. *Bulletin of the World Health Organization* 2012;90:176–82. doi:10.2471/ BLT.11.092759.
  62. Chowell G, Bertozzi SM, Colchero MA, et al. Severe respiratory disease concurrent with the circulation of H1N1 influenza. *The New England Journal of Medicine* 2009;361:674–79. doi:10.1056/NEJMoa0904023.
  63. Patnaik S, Brunskill E, Thies W. Evaluating the accuracy of data collection on mobile phones: A study of forms, SMS, and voice. *Inf. Commun. Technol. Dev. ICTD 2009 Int. Conf. On [Internet]. IEEE; 2009. [accessed 2015 Apr 1]. pp. 74–84. [http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs\\_all.jsp?arnumber=5426700](http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=5426700).*
  64. Patnaik S, Brunskill E, Thies W. Evaluating the accuracy of data collection on mobile phones: A study of forms, SMS, and voice. *Inf. Commun. Technol. Dev. ICTD 2009 Int. Conf. On [Internet]. IEEE; 2009 [accessed 2015 Mar 17]. pp. 74–84. [http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs\\_all.jsp?arnumber=5426700](http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=5426700).*
  65. Soto G, Araujo-Castillo RV, Neyra J, et al. Challenges in the implementation of an electronic surveillance system in a resource-limited setting: Alerta, in Peru. *BMC proceedings. United Kingdom: BioMed Central Ltd; 2008 [cited 2015 Mar 4]. p. S4. Available from: <http://www.biomedcentral.com/1753-6561/2/S3/S4/>.*
  66. Ryan D, Cobern W, Wheeler J, et al. Mobile phone technology in the management of asthma. *Journal of Telemedicine and Telecare* 2005;11:43–46. doi:10.1258/1357633054461714.
  67. Frost G, Dornhorst A, Moses R, editors. *Nutritional management of diabetes mellitus*. Chichester, West Sussex, England. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons; 2003.
  68. Patrice D, Marius F. *L'interopérabilité des systèmes d'information de santé*. Conseil de l'informatique hospitalière de santé. Elsevier Masson; 1997.
  69. Health Systems that Can Talk to Each Other Can Respond Better to Emergencies [Internet]. WAHO; [accessed 2016 Mar 17]. <http://www.wahooas.org/spip.php?article1164>.



Appendix 1: mERA checklist according to the 33 projects

Projects refs	IS	TP	IH	ID	IC	UC	UF	IP	CA	AI	LD	CA	RE	DS	CW	FI
[7]	1	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	3	3	1	3	3
[11]	1	1	1	3	1	1	1	1	3	1	1	2	1	3	3	3
[16]	1	3	1	3	3	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3	1
[23]	1	1	1	3	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	3	1
[24]	3	3	1	3	3	3	3	1	3	1	3	3	3	2	3	3
[25]	1	3	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1
[26]	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3	3
[27]	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3	3
[28]	3	3	1	3	3	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3
[29]	1	1	1	3	2	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3	1
[30]	3	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1
[31]	1	3	1	3	3	1	1	1	1	1	1	2	2	1	3	1
[32]	1	3	1	3	2	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3	1
[33]	3	3	1	3	3	1	1	1	1	3	1	2	1	2	3	3
[34]	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2
[35]	1	1	1	3	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	1
[36]	1	3	1	3	3	1	1	1	3	1	1	2	3	2	3	1
[37]	3	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	2	3	2	3	3
[38]	1	3	1	3	2	1	3	1	1	1	1	1	1	3	3	3
[39]	3	3	1	3	3	3	1	1	3	3	1	1	3	1	3	3
[40]	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1
[41]	1	1	1	3	3	1	3	1	1	1	1	2	1	3	3	1
[42]	1	3	1	3	3	3	1	1	1	3	1	1	3	1	3	1
[43]	1	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	1
[44]	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	3	2	1	1	3	3
[45]	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3
[46]	1	1	1	3	2	1	1	1	3	1	1	1	1	1	3	3
[47]	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	3
[48]	3	3	1	3	3	1	3	1	3	3	3	2	1	2	3	3
[49]	3	3	1	3	1	3	3	1	3	1	1	1	1	1	3	1
[50]	1	3	1	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1
[51]	3	3	1	3	1	1	1	1	3	1	1	2	1	1	3	1
[52]	1	1	1	3	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	3	3

Legend: 1: Item not reported; 2: Item partially reported, 3: Item fully reported IS: InfraStructure (population level); TP: Technology Platform; IH: Interoperability /Health information systems (HIS) context; ID: Intervention Delivery; IC: Intervention Content; UC: Usability/Content testing; UF: user Feedback; IP: Access of Individual Participants; CO: COst assessment; AI: Adoption Inputs /programmed entry; LD: Limitations for delivery at scale: CA: Contextual adaptability; RE: REplicability; DS: Data security; CW: Compliance With national guidelines or regulatory statutes; FI: Fidelity of the intervention

## Appendix 2. mERA checklist correspondences in our literature review

Number	Criterion	Relevant variables in epidemiologic surveillance context
1	Infrastructure (population level)	Data capture and transmission technologies
2	Technology platform	Software detail (software name)
3	Interoperability / Health information systems (HIS) context	Interoperability
4	Intervention delivery	Data capture and transmission Frequencies of data transmission
5	Intervention content	Type of disease monitored Type of analyses performed Indicator outcome : Feedback
6	Usability/content testing	Data transmission operating procedure
7	User feedback	Outcome indicator: User satisfaction
8	Access of individual participants	
9	Cost assessment	Outcome indicator: Operating cost
10	Adoption inputs / programmed entry	Data transmission operating procedure
11	Limitations for delivery at scale	Data transmission operating procedure
12	Contextual adaptability	Geo-economic context Geographic coverage
13	Replicability	Software details ( details of software development)
14	Data security	Data security
15	Compliance with national guidelines or regulatory statutes	Type of disease monitored
16	Fidelity of the intervention	Outcome indicator: data quality, promptness and completeness

## Appendix 3: Study details of included studies to the 33 projects

Ref	Main objective	Diseases	Countries/Continent	OECD classification : 2013- 2015	Transmission modes	Period implementation
[7]	Data transmission at national level	Various Infectious diseases	United Kingdom / Europe	DevC	Internet	2012
[11]	Data transmission for sentinel cases	Various Infectious diseases	Madagascar / Africa	LeastDC	SMS	April 2007 - December 2008
[16]	Data transmission	Various Infectious diseases	China / Asia	DevC	Internet	May - June 2009

	at national level						
[23]	Data transmission at national level	Influenza	Africa : Togo	LeastDC	Internet	2008	
			France	DevC			
			Europe	Germany			DevC
			Russia	DevC			
			Pakistan	LowerINT			
			Afghanistan	LeastDC			
			Bangladesh	LeastDC			
			China	DevC			
			India	LowerINT			
			Asia	Myanmar			LeastDC
			Laos	LeastDC s			
			Thailand	UpperMICT			
			Cambodia	LeastDC			
Malaysia	UpperMICT						
			Vietnam	LowerINT			
[24]	Data transmission for sentinel cases	Various Infectious diseases	Asia	Sri Lanka	LowerINT	Internet	June 2009
				India	LowerINT	Internet	June 2009
[25]	Data transmission for sentinel cases	Various Infectious diseases	USA	DevC	Internet	2005 2004	
			Indonesia/Asia	LowerINT			
[26]	Data transmission in a crisis situation	Various Infectious diseases	China / Asia	DevC	SMS	May - July 2008	
[27]	Data transmission in a crisis situation	Various Infectious diseases	China / Asia	DevC	- Internet - SMS	May 2007 - December 2008	
[28]	Health management in a crisis situation	Various Infectious diseases	China / Asia	DevC	- SMS - Internet	May 2008	
[29]	Data transmission for sentinel cases	Malaria	Zambia/Africa	LeastDC	SMS	2008 - 2011	
[30]	Data transmission at rural level	Malaria	Zambia/Africa	LeastDC	SMS	August 2008 - March 2009	
[31]	Data transmission at national level	HIV	Zambia/Africa	LeastDC	SMS	August 2010 - April 2011	
[32]	Data transmission at rural level	Various Infectious diseases	Zambia/Africa	LeastDC	Internet	April 2011 - December 2014	
[33]	Data transmission at rural level	Malaria	Kenya/Africa	OtherLIC	SMS	2011 - March 2012	
[34]	Data transmission at national level	Malaria	Kenya / Africa	OtherLIC	- SMS - Voice call	2012	
[35]	Data transmission at rural level	Malaria	Bangladesh / Asia	LeastDC	Voice call	June 2010 - June 2012	

[36]	Data transmission for rural cases	Malaria	Indonesia / Asia	DevC	SMS	2009
[37]	Data transmission for sentinel cases	Malaria	Ethiopia/ Africa	LeastDC	SMS	2010-2013
[38]	Data transmission for sentinel cases	Malaria	South Africa / Africa	UpperMICT	SMS	October 2012 - May 2013
[39]	Data transmission at national level	Malaria	Uganda / Africa	LeastDC	SMS	October - November 2009
[40]	Data transmission of samples from care centre	Malaria	Namibia/Africa	UpperMICT	Voice call	January - May 2011
[41]	Data transmission for sentinel cases	Malaria	Brazil / South America	UpperMICT	Internet	2012
[42]	Data transmission at national level	Influenza	Mexico / South America	UpperMICT	SMS	April 2009
[43]	Data transmission at national level	influenza	Senegal/Africa	LeastDC	SMS	March 2012 - 2013
[44]	Data transmission at national level	Influenza	Indonesia / Asia	LowerINT	SMS	2008-2011
[45]	Data transmission at national level	Cholera	Haiti / Central America	LeastDC	- Voice call -SMS	October - December 2010
[46]	Data transmission for sentinel cases	Various Infectious diseases	Vietnam / Asia	LowerINT	SMS	July - December 2012
[47]	Data transmission by laboratories	Various Infectious diseases	Iran / Asia	UpperMICT	SMS	2005
[48]	Data transmission for sentinel cases	Various Infectious diseases	Guinea/ Africa	LeastDC	SMS	2010
[49]	Data transmission for sentinel cases	Diabetes	Spain/Europe	DevC	SMS	April - October 2003
[50]	Data transmission for sentinel cases	Diabetes	Finland/Europe	DevC	SMS	2004
[51]	Data transmission for sentinel cases	Various Infectious diseases	Pakistan/Asia	LowerINT	Internet	February 2009 - February 2011
[52]	Data transmission for sentinel cases	Asthma	Denmark/ Europe	DevC	SMS	February - March 2003

Legend: Least Developed Countries: LeastDC; Developed countries: DevC; Lower Middle Income Countries and Territories: LowerINT; Upper

Middle Income Countries and Territories: UpperMICT; Other Low Income Countries: OtherLIC.

## 2.3. Description de la collecte et de la gestion des données de surveillance épidémiologique au Burkina Faso

Les données de surveillance sont collectées à travers des outils de collecte et de transmission. Ces outils ont pour objectifs de mettre à disposition des données ayant les qualités requises afin de permettre une détection précoce des épidémies. Ces données sont nécessaires, mais ne sont pas suffisantes pour s'assurer que la détection et les mesures pour la riposte seront correctes. Il est également indispensable de disposer des méthodes, des compétences et des outils pertinents pour la gestion et l'analyse de ces données afin de réagir promptement et efficacement lorsque nécessaire. A cela s'ajoute l'impératif d'une bonne coordination des différents acteurs qui sont chargés de la collecte, de l'analyse, de la prise de décision.

### 2.3.1 Actions du système de collecte des données de surveillance

Les structures sanitaires fournissent régulièrement (quotidiennement ou hebdomadairement) les données épidémiologiques individuelles ou agrégées des patients pour la surveillance. Des dispositions administratives permettent la remontée régulière des données de qualité pour la prise de décision. Au nombre de ces actions qui favorisent une prise de décision effective depuis le niveau périphérique dans le contrôle des maladies nous avons :

- L'élaboration d'outils spécifiques de collecte des données. Il existe à tous les niveaux du système de santé des outils de collecte adaptés en fonction de la situation épidémiologique. A titre d'exemple les fiches d'investigation des cas sont spécifiques à chacune des maladies objet de surveillance.
- L'existence d'un circuit formel temporel et spatial de transmission de l'information. La transmission suit une périodicité régulière en fonction du regroupement administratif des formations sanitaires.
- La diffusion de directives pour une bonne définition des cas suspects, probables et/ou confirmés. Il existe dans les structures de santé un guide de diagnostic et de traitement (GDT, uniquement dans les centres de santé du premier niveau de la pyramide sanitaire) et un guide de surveillance intégré des maladies et de la riposte (SIMR, à tous les niveaux de la pyramide sanitaire) qui facilitent la bonne notification des cas par les agents de santé (à partir des signes cliniques de l'ordinogramme du GDT ou des orientations contenues dans le guide de SIMR). A titre d'exemple, dans le guide de SIMR, la définition standardisée pour les cas de fièvre jaune est la suivante (62):
  - **Cas suspect** = Fièvre ( $\geq 38^{\circ}\text{C}$ ) d'apparition brusque, avec ictère (jaunisse) apparaissant dans les 14 jours du début des symptômes

- **Cas probable** = Cas suspect ET Positif à la recherche d'anticorps spécifique IgM, chez un sujet non vacciné dans les 30 jours OU Histopathologie du foie positive, OU Lien épidémiologique avec un cas confirmé.

- **Cas confirmé** = Cas probable ET Détection d'anticorps neutralisants spécifiques chez un sujet non vacciné dans les 30 jours précédant le début de la maladie OU un des éléments suivants chez un sujet non vacciné dans les 14 jours précédant le début de la maladie : Antigène de la fièvre jaune détecté par des dosages immunologiques, OU Génome du virus détecté par la PCR, OU Isolement du virus amaril.

- Le suivi régulier des tendances des maladies grâce aux analyses hebdomadaires, la production et la diffusion de la situation épidémiologique du pays par le service de surveillance de la DPSP. Il existe également un arrêté du ministre de la santé créant un comité de gestion des épidémies. Ce comité se réunit tous les mercredis pour analyser continuellement et prendre des actions appropriées pour contenir et arrêter les flambés d'épidémies. Ce comité est présidé par le Secrétaire Général du Ministère de la Santé (MS) et inclus en plus des acteurs décisionnels du ministère, des partenaires techniques et financiers clés intervenant dans la santé.
- Le suivi et le renforcement des stocks de médicaments et des consommables de laboratoire lors des épidémies. Il existe par exemple un pré-positionnement dans les districts sanitaires de kits de prise en charge gratuite des cas de méningites en cas de suspicion en attendant la confirmation par le laboratoire de référence. Il y'a un renforcement des capacités des laboratoires pour la confirmation des cas. Dans le cas par exemple de la flambée épidémique de dengue en 2017, le ministère de la santé a procédé à la mise la disposition de tests de diagnostic rapide pour le diagnostic des cas suspects de dengue en attendant la confirmation par le laboratoire de référence. L'appui des laboratoires de référence en cas d'épidémie ou de maladie à potentiel épidémique facilitent l'investigation épidémiologique des cas.
- La planification périodique d'activités pour le renforcement des compétences du personnel. Le personnel de santé est régulièrement mis à niveau sur les nouvelles directives lors de l'apparition d'une flambée épidémique. Ainsi, les épidémies de dengue et de méningites ont toujours occasionnées des séances de formation et de remise à niveau des agents de santé afin de permettre une bonne définition des cas lors des consultations de routine.

### 2.3.2 Outils de collecte

Les outils de collecte élaborés dans le cadre de la surveillance des maladies au Burkina Faso sont de plusieurs types et complémentaires. Ils permettent un suivi approprié des cas notifiés depuis les formations sanitaires du premier niveau vers le niveau supérieur. Les outils élaborés sont :

a) les fiches d'enregistrement pour la collecte et la transmission hebdomadaire du nombre de cas et de décès de chaque maladie sous surveillance. Ces fiches sont appelées outils du « Télégramme Lettre Officiel Hebdomadaire (voir annexe 1) ». Elles sont disponibles au niveau des structures en charge de la collecte/compilation des données

(CSPS, CM/CMA, DS, CHR, CHU, DRS). Les TLOH sont ensuite transmis à la DPSP via les DRS par téléphone ou par courrier électronique (voir figure 4). Toutefois, en cas d'épidémie, la transmission des données se fait quotidiennement

b) la fiche de notification individuelle (voir fiche en annexe 3) des cas pour les maladies à potentiel épidémique (cf liste plus haut). Cette fiche individuelle est disponible uniquement au niveau des formations sanitaires et contient les informations suivantes : l'identification du patient (nom, prénom, sexe, résidence, date de naissance, date de consultation); le type de pathologie suspecté; le statut vaccinal du malade; les informations sur le prélèvement sanguin du malade pour la confirmation du cas au niveau des formations sanitaires (prélèvement effectué ou pas, nature du prélèvement, heure d'ensemencement dans le milieu de transport, date d'envoi du prélèvement au laboratoire de référence, date et heure d'envoi et de réception de la fiche au district sanitaire); date et heure d'arrivée de la fiche dans le service de surveillance de la DPSP ; classification finale de la DPSP ( suspect, probable, confirmé)

c) la liste descriptive (voir fiche en annexe 4) des cas de maladies à potentiel épidémique (cf liste plus haut). Elle constitue une retro information du niveau central vers le niveau inférieur. Cette liste synthétise les fiches de notifications individuelles et donne les informations suivantes : l'identification de chaque malade (nom, prénom, sexe, date de naissance, résidence), le statut vaccinal de chaque malade, l'évolution du malade (décédé, guéri, inconnu, en traitement), les résultats d'examen de laboratoire, la date de transmission et de réception de l'information au district sanitaire concerné.

d) la fiche récapitulative hebdomadaire des données de laboratoire. Ces données sont synthétisées et transmises au niveau central pour compléter les informations de la liste descriptive des cas avant la retro-information. En plus de l'identification du malade, il contient les résultats d'examen du laboratoire, la date de transmission et de réception des résultats par la DPSP.

e) la fiche d'investigation des cas (voir en exemple la fiche d'investigation de la dengue en annexe 5). Elle est utilisée en cas de flambée d'une des maladies sous surveillance (méningite, rougeole, dengue, choléra...). Une fois notifié, l'équipe d'investigation du district sanitaire est chargée d'aller sur le site pour remplir cette fiche. Elle comporte les informations suivantes : la localisation du site, l'identification du malade, l'itinéraire et la notion de contact, les aliments et boisson consommés dans les 24-72h par le patient, les signes clinique et l'évolution, les résultats de laboratoire si effectués.

### **2.3.3 Gestion des données de surveillance**

Un système de surveillance efficace doit fournir aux utilisateurs et décideurs une information disponible en temps voulu, complète, fiable et appropriée pour leurs besoins. Une information est pertinente lorsqu'elle est essentielle et adaptée au travail à effectuer et à la prise de décision (15)15/11/2018 01:51:00. La gestion des données englobe les processus de collecte, de compilation, de transmission et d'utilisation des données pour la prise de décision.



### **2.3.3.1. Collecte des données**

La collecte est réalisée au niveau de l'ensemble des formations sanitaires publiques. Les données des structures privées sont compilées et transmises aux structures publiques de leurs aires géographiques de couverture.

Les rapports du TLOH sont issus du dépouillement des enregistrements contenus dans les registres de consultation journalière, d'hospitalisation et de la maternité (voir paragraphe 1.5.3.1). La complétude des rapports des formations sanitaires publiques était estimée à 98% en 2016. Cette estimation est faite à partir des données reçues à la DGESS à partir des données saisies sur les formulaires des districts sanitaires dans l'entrepôt de données sanitaire (ENDOS). La saisie dans l'entrepôt de données ne permet cependant pas d'avoir une promptitude de transmission à cause de la période de saisie qui est mensuelle.

Au niveau des structures de santé privées la majorité des cliniques et polycliniques ne participent pas ou inconstamment à la transmission des données (la complétude globale des rapports de saisie était de 16% en 2017 selon un rapport interne de la DGESS). Il en est de même des services de santé des Forces Armées, de la Caisse Nationale de Sécurité Sociale (CNSS) et des services de santé confessionnelles. Pourtant, les données de toutes ces structures devaient remonter dans les mêmes délais que ceux des formations sanitaires du premier niveau. Pour des questions de sécurité et de mission régaliennne de l'armée, les données ne sont pratiquement pas comptabilisées dans l'entrepôt de données. En effet, les rapports agrégés des pathologies sont transmis par intermittence. A titre indicatif, pour la prise en charge de l'infection à VIH lors des sessions trimestrielles de validation des données, les équipes des régions sanitaires responsable de la validation des données n'ont jamais reçu la liste exhaustive des patients infectés par le VIH à l'image des autres structures de prise en charge participant à la validation. La CNSS est l'institution étatique habilitée pour assurer la prévoyance retraite des agents du secteur privé. Elle s'occupe de la gestion des cotisations à la retraite de tous les travailleurs du secteur privé. Elle possède dans chaque région un centre de santé prenant en charge toutes les couches socio-professionnelles. Malheureusement, les rapports de ces centres ne sont pas toujours transmis aux districts sanitaires de leur aire de couverture.

### **2.3.3.2. Compilation et transmission des données**

La compilation est une étape qui est très importante dans le processus de gestion des données. C'est en effet à cette étape que les données recueillies sont traitées, analysées et les résultats utilisés pour la prise de décision (77).

Au Burkina Faso, en matière de stockage et de transmission des données de surveillance, il existe dans chaque district sanitaire (DS) un classeur Excel de compilation des données du TLOH. Selon le chronogramme établi par le ministère de la santé, les TLOH sont reçus aux DS des formations sanitaires tous les lundis avant 10h (d'abord par appel, ensuite suivent les versions papiers). Une fois les rapports des formations sanitaires reçus, le responsable du centre d'information sanitaire et de surveillance épidémiologique (CISSE) du DS procède au contrôle de qualité des données et leurs ressaisies dans un autre

classier Excel de compilation pour l'ensemble des formations sanitaires. Les données agrégées sont ensuite être transmises à la DRS par appel et/ou en version numérique le même jour avant 16h.

Au niveau des hôpitaux, les données sont de nouveau ressaisies, également sous Excel, et transmises à la DRS avec la même périodicité que les districts sanitaires. Il existe dans l'ensemble des 13 hôpitaux, un responsable en charge de la compilation, de la vérification et du stockage des données.

La DRS à travers son service en charge de la gestion des données de routine effectue les mêmes tâches que les CISSE des DS afin de disposer d'une base de données régionale agrégées des données du TLOH. Ces données agrégées sont ensuite transmises à la DPSP tous les mardis avant 10h.

L'implication des acteurs à tous les niveaux du système de santé permet de valoriser les tâches des gestionnaires de données, toute chose qui favorise leur pleine implication pour avoir des données de qualité. Cette implication confère aussi des responsabilités pour la compilation, le contrôle de la qualité, la conservation et la transmission des données. A chaque niveau de la pyramide se dégage, pour les responsables des centres d'information sanitaire, une responsabilité morale pour maintenir un niveau constant de vérification et de validation de la qualité.

### **2.3.3.3. Accès aux données**

L'accès aux données est règlementé. Certaines données permettent d'identifier directement ou indirectement les personnes physiques, telles que les données individuelles de notification des cas de suspects de méningites, de dengue, ou rougeole. Il y a une réglementation pour accéder aux données à caractère personnel sur le plan national. Selon la législation du Burkina Faso, l'utilisation de ces données nécessite un consentement des patients selon l'article 21 de loi portant protection des données à caractère personnel du Burkina Faso (78). Dans le cadre du droit comparé, pour la commission nationale de l'informatique et des libertés en France, l'utilisation de telles types de données « constitue un traitement de données à caractère personnel toute opération ou tout ensemble d'opérations portant sur de telles données, quel que soit le procédé utilisé, et notamment la collecte, l'enregistrement, l'organisation, la conservation, l'adaptation ou la modification, l'extraction, la consultation, l'utilisation, la communication par transmission, diffusion ou toute autre forme de mise à disposition, le rapprochement ou l'interconnexion, ainsi que le verrouillage, l'effacement ou la destruction. » (79). Cependant, pour le traitement des données agrégées, il n'existe pas de disposition réglementaire officielle au niveau du Burkina Faso.

Au Burkina Faso, l'accès et l'utilisation des données de surveillance du niveau central est uniquement réservé au service en charge de la surveillance de la DPSP. Cependant, en cas de demande d'une personne physique ou morale, une demande écrite motivée adressée à la direction générale de la santé publique (DGSP) permet de disposer des données hebdomadaires de l'ensemble du pays. Le niveau d'agrégation spatial le plus fin disponible au niveau central est le district sanitaire. Les données sont présentées le plus souvent sous forme de tableaux donnant uniquement le nombre de cas et de décès de

chaque pathologie sous surveillance. Pour les données à caractère individuel, le ministère de la santé n'autorise pas la mise à disposition de la base de données dans le cadre des obligations de la loi dont l'autorisation des patients et celle du comité d'éthique est requis. Au niveau intermédiaire (DRS et hôpitaux) et au niveau périphérique (DS et formations sanitaires) de la pyramide sanitaire, les démarches pour accéder aux données d'une région, d'un centre hospitalier ou d'un district sanitaire sont identiques à celles du niveau central pour les données agrégées et individuelles. Pour les données agrégées, le niveau spatial d'agrégation pour la région sanitaire est identique à celui du niveau central. Cependant, le niveau spatial d'agrégation des données pour le DS est la formation sanitaire.

## 2.4. Insuffisances de la surveillance épidémiologique au Burkina Faso

La surveillance épidémiologique possède quelques insuffisances notamment dans son fonctionnement et le degré d'implication des acteurs de la pyramide sanitaire :

a) Une **faible implication des structures privées** dans la surveillance épidémiologique. Les structures privées ne transmettent pas régulièrement les rapports mensuels aux districts sanitaires pour la compilation et la saisie dans la base ENDOS. Les statistiques annuelles de la DGESS ont montré que moins de 50% des formations sanitaires privées ont transmis leurs données au cours de l'année 2016. Pourtant, le cahier de charge autorisant l'ouverture des structures sanitaires privées les contraint à transmettre leur rapport d'activité (rapports de surveillance et de routine) au district sanitaire de leur aire géographique dans les mêmes délais que les formations sanitaires publiques.

L'absence d'interpellation de ces structures par l'autorité ministérielle ne favorise pas la compliance du sous-secteur privé pour une amélioration de la complétude et promptitude de transmission des données.

b) Une **insuffisance d'échange d'information sur la surveillance entre les niveaux de la pyramide sanitaire**. Il y'a peu ou pas de feedback de la situation épidémiologique hebdomadaire (bulletin épidémiologique) analysée au niveau national vers les structures périphériques. Le rapport hebdomadaire national d'analyse du service de surveillance de la DPSP (voir annexe 6, le bulletin épidémiologique de la semaine 16 de l'année 2018) est transmis au cabinet du ministre et aux 13 DRS. Malheureusement, les DRS ne font pas suivre l'information régulièrement aux districts sanitaires qui se devaient également de les partager avec les formations sanitaires.

La synthèse de l'analyse des TLOH faite au niveau des DRS est toujours transmis aux DS. Cependant, l'analyse des informations du TLOH disponible au niveau des DS n'est pas toujours transmise aux FS.

c) Autres insuffisances de la surveillance épidémiologique :

- Il y'a des **retards dans la notification** des cas dans certaines formations sanitaires publiques. L'évaluation de la transmission des données du TLOH dans le district sanitaire de Baskuy avait objectivé un promptitude de 88% (80).
- une **insuffisance de personnel compétent (faible qualité des données de notification)**. Dans certaines formations sanitaires (dispensaires isolés le plus souvent) les agents de santé responsable de ces structures n'ont pas un niveau acceptable pour faire un diagnostic de toutes les pathologies du TLOH. En effet, les infirmiers brevetés qui sont formés pour accompagner les infirmiers diplômés d'état dans les soins sont souvent responsabilisés par manque de personnel pour la gestion des dispensaires isolés. Le Burkina Faso comptait (en 2017) 134 dispensaires isolés en attente de normalisation (qui sont gérés pour la plupart du temps par des infirmiers brevetés) ;
- une **absence d'exhaustivité des données**. Certaines pathologies sous surveillance tels que le paludisme et la rougeole sont souvent prises en charge à domicile par automédication ou via les guérisseurs traditionnels (le patient n'est conduit dans une structure sanitaire conventionnée qu'en cas de complications ou de non amélioration de la symptomatologie). Les données de prise en charge des pathologies sous surveillance par les guérisseurs traditionnels communément appelés « tradipraticien de santé » ne sont pas capitalisées par le système d'information sanitaire (il n'y a pas de mécanisme mis en place pour permettre la vérification, la validation et la remontée de leurs informations).

La conjugaison de l'ensemble des insuffisances pourrait faciliter la propagation rapide des épidémies dans une localité comme ce fut le cas de la maladie à virus Ebola en 2013 en Afrique de l'Ouest.

## 2.5. Exemple d'analyse épidémiologique à partir de données déjà disponibles

Dans le but de contribuer à l'amélioration de la surveillance, nous avons fait une analyse spatio-temporelle de l'incidence du paludisme sur 5 ans couvrant la période de 2011-2015 de la région sanitaire du centre. Les données de tous les districts sanitaires de la région du centre ont été intégrées. Cette étude a permis d'identifier trois périodes de transmission du paludisme pour les 4 premières années (basse, haute et intermédiaire) et deux périodes de transmission pour l'année 2015 (basse et haute).

Malgré les multiples stratégies de lutte contre le paludisme au Burkina (distribution universelle de moustiquaire à longue durée d'action, prise en charge gratuite des femmes enceintes et des enfants de moins de 5 ans, sensibilisation, pulvérisation intra domiciliaire) l'incidence du paludisme montait en crescendo au cours du temps.

La prise en compte des variables météorologiques (humidité max et min, température max et min, nombre d'épisode de pluie, pluviométrie et la vitesse du vent) a permis de

mettre en évidence un lien statiquement significatif entre l'humidité, la température et la pluviométrie et le nombre d'épisode de pluie avec l'incidence du paludisme. Cette analyse a fait l'objet d'une publication dans *Malaria journal* (*voir ci-dessous*)

### **Spatio-temporal dynamic of malaria in Ouagadougou, Burkina Faso, 2011–2015**

Boukary Ouedraogo<sup>1\*†</sup>, Yasuko Inoue<sup>1,2†</sup>, Alinsa Kambiré<sup>1</sup>, Kankoe Sallah<sup>1,3</sup>, Sokhna Dieng<sup>1,4</sup>, Raphael Tine<sup>1</sup>, Toussaint Rouamba<sup>1,5,6</sup>, Vincent Herbreteau<sup>7</sup>, Yacouba Sawadogo<sup>8</sup>, Landaogo S. L. W. Ouedraogo<sup>9</sup>, Pascal Yaka<sup>10</sup>, Ernest K. Ouedraogo<sup>10</sup>, Jean-Charles Dufour<sup>1</sup> and Jean Gaudart<sup>1</sup>

#### **Abstract**

**Background:** Given the scarcity of resources in developing countries, malaria treatment requires new strategies that target specific populations, time periods and geographical areas. While the spatial pattern of malaria transmission is known to vary depending on local conditions, its temporal evolution has yet to be evaluated. The aim of this study was to determine the spatio-temporal dynamic of malaria in the central region of Burkina Faso, taking into account meteorological factors.

**Methods:** Drawing on national databases, 101 health areas were studied from 2011 to 2015, together with weekly meteorological data (temperature, number of rain events, rainfall, humidity, wind speed). Meteorological factors were investigated using a principal component analysis (PCA) to reduce dimensions and avoid collinearities. The Box-Jenkins ARIMA model was used to test the stationarity of the time series. The impact of meteorological factors on malaria incidence was measured with a general additive model. A change-point analysis was performed to detect malaria transmission periods. For each transmission period, malaria incidence was mapped and hotspots were identified using spatial cluster detection.

**Results:** Malaria incidence never went below 13.7 cases/10,000 person-weeks. The first and second PCA components (constituted by rain/humidity and temperatures, respectively) were correlated with malaria incidence with a lag of 2 weeks. The impact of temperature was significantly non-linear: malaria incidence increased with temperature but declined sharply with high temperature. A significant positive linear trend was found for the entire time period. Three transmission periods were detected: low (16.8–29.9 cases/10,000 person-weeks), high (51.7–84.8 cases/10,000 person-weeks), and intermediate (26.7–32.2 cases/10,000 person-weeks). The location of clusters identified as high risk varied little across transmission periods.

**Conclusion:** This study highlighted the spatial variability and relative temporal stability of malaria incidence around the capital Ouagadougou, in the central region of Burkina Faso. Despite increasing efforts in fighting the disease, malaria incidence remained high and increased over the period of study. Hotspots, particularly those detected for low transmission periods, should be investigated further to uncover the local environmental

and behavioural factors of transmission, and hence to allow for the development of better targeted control strategies.

**Keywords:** Malaria, Spatio-temporal dynamic, Hotspots, Spatial clusters

\*Correspondence: boukary.ouedraogo@univ-amu.fr

†Boukary Ouedraogo and Yasuko Inoue are both first authors and contributed equally to this work

<sup>1</sup> Aix Marseille Univ, INSERM, IRD, SESSTIM UMR1252 Sciences Economiques & Sociales de la Santé & Traitement de l'Information Médicale, Marseille, France Full list of author information is available at the end of the article

## Background

In 2015, malaria was the first cause of outpatient consultations (48.0%), hospitalizations (22.6%) and death (23.9%) in Burkina Faso [1]; it was also the main cause of illness among children (80%) [2]. Given the scarcity of resources in the country, malaria treatment requires new strategies that target specific populations, time periods and geographical areas. The World Health Organization (WHO) recommends implementing 2 sets of complementary interventions [3]: (i) universal strategies based on vector control, such as universal distribution of long-lasting insecticide-treated nets (LLINs) and universal access to rapid diagnosis and treatment in health facilities (pillar 1 of the 2015 WHO malaria report); and, (ii) locally tailored strategies that target vulnerable populations (e.g., chemoprevention in pregnant women and children under 5 years), and ones that target spatio-temporal malaria hotspots (with a specific focus on parasites and vectors) (pillars 2 and 3 of the report). For their part, Yukich et al. recommend active case detection and prevalence surveillance at very precise levels of transmission [4]. A number of studies have highlighted the importance of targeting high incidence areas and/or asymptomatic carriers to reduce malaria transmission [5–7]. Others have argued that insofar as spatial heterogeneity gradually increases with the decrease in transmission intensity, intervention programmes should be implemented during low transmission periods [8].

In Burkina Faso, the current national policy is based on universal access to rapid diagnostic test (RDT) and artemisinin-based combination therapy (ACT), and on universal distribution of LLINs [9]. Similar to the situation in other West African countries where malaria transmission is seasonal [10], a strategy targeting children during high transmission periods was implemented in July 2016 in 50 out of 70 health districts (covering a total of 10,874,840 inhabitants) [11]. Each year, this seasonal malaria chemoprevention (SMC) programme covers children aged 3–59 months from July to October [2]. Despite such efforts, the incidence of malaria remains high throughout Burkina Faso. In view of this, malaria treatment requires new, targeted strategies that are based on spatio-temporal assessments of malaria transmission [4].

In Ouagadougou, the capital of Burkina Faso, a previous cross-sectional study (2004) investigating 8 out of 30 neighbourhoods showed that malaria incidence among children

(6–12 years) was heterogeneous and associated with lower economic or education levels, distance from hydrological areas, irregularly built-up areas, and lack of LLIN use [12]. However, the dynamic of malaria transmission in the entire central region, including the capital city and the adjacent rural areas has to be explored. In the context of seasonal control strategies, high and low transmission periods need to be properly defined, and the relationships between meteorological factors and onsets of the yearly epidemic need to be better understood, as this will make it possible to anticipate the transmission of the disease.

Lastly, while the spatial pattern of malaria transmission is known to vary depending on local conditions, its temporal evolution has yet to be evaluated. Studies have shown that even at a very local scale, *Anopheles* density and malaria incidence are heterogeneous and associated with spatial and temporal hotspots [8, 13, 14]. Consequently, hotspots should be thoroughly investigated to allow for the development of targeted control strategies [8, 15–17].

The aim of this study was to determine the spatio-temporal dynamic of malaria in the central region of Burkina Faso, taking into account meteorological factors.

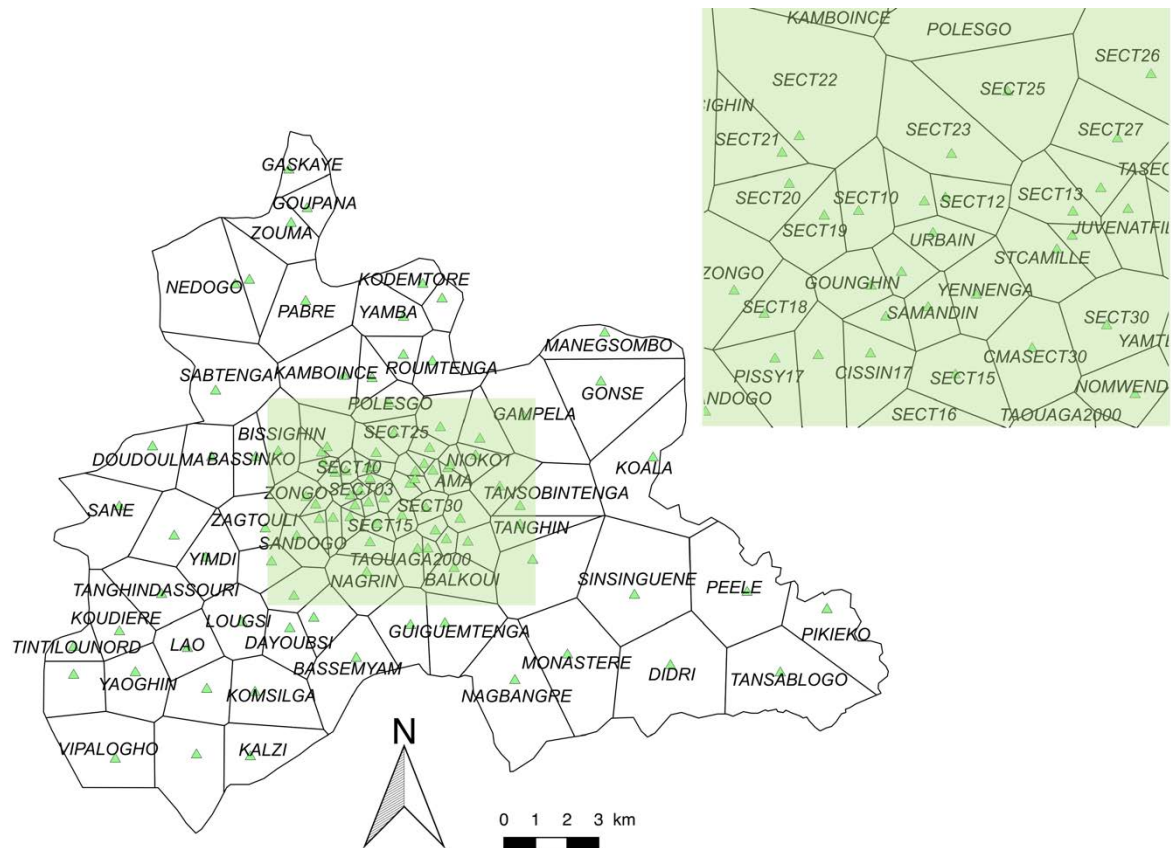
## Methods

The central region of Burkina Faso has a surface area of 2869 sq km, and includes the capital Ouagadougou (urban area) along with 6 semi-urban or rural provincial departments. In 2015, the population of the region was 2,637,303, representing 14.86% of the national population, and its annual growth rate was 4.2% [1]. The region is divided into 101 health areas (HAs) distributed in 5 health districts (Fig. 1).

The global positioning system (GPS) coordinates of each HA were extracted from the national health map [18] and confirmed by field investigations. Estimated population per HA was extracted from the yearly national action plan for each health district, based on the last census (2006) and the projection (until 2016) released by the *Institut National de la Statistique et de la Démographie* (INSD).

In Burkina Faso, data on malaria incidence can be obtained from 2 sources. The first is the national epidemiological surveillance system, known as the *Télégramme Lettre Ociel Hebdomadaire* (TLOH). In this system, HAs are required to provide weekly reports on 11 diseases (including malaria) to their respective health districts; reported cases are then gathered and controlled by the health districts before being sent to the Ministry of Health. The second is a national database known as 'BD-Malaria', which focuses on malaria and is mainly aimed at facilitating the management of RDT and ACT. This data-base publishes monthly reports on the number of malaria cases, RDT use, treatment stocks (ACT), and the number of LLINs distributed to pregnant women. It relies on the monthly reports provided by all health facilities of Burkina Faso.

In this study, malaria cases were extracted from the TLOH database (weekly) and the BD-Malaria database (monthly) for a 5-year period (2011/1/3–2015/12/27) and for each HA. The 2 databases were compared to validate/correct the weekly number of cases.



**Fig. 1** Health area limits and locations of health facilities. Black lines correspond to the limits of the HAs (Thiessen polygons). Each green triangle represents the location of each health facility. The top green rectangle is a zoom of the central urban area (Ouagadougou)

Weekly meteorological data were obtained from one meteorological station (*Station de l'Aéroport International de Ouagadougou*) of the *Direction Nationale de la Météorologie* for the same study period. The meteorological variables included were: weekly rainfall (mm), the number of rain events per week, weekly averages of minimum and maximum daily temperature (°C), weekly averages of minimum and maximum daily relative humidity (%), and weekly averages of daily wind speed (km/h).

To begin, meteorological factors were identified using a principal component analysis (PCA) to reduce dimensions and avoid collinearities. The stationarity of the malaria time series and that of the combined meteorological time series derived from the main components were determined with the Box-Jenkins ARIMA modelling procedure (seasonal auto-regressive integrated moving average) [19–21]. The lags between the stationary time series of malaria and the stationary time series of each meteorological factor were measured using cross-correlation functions. Second, the impact of the different meteorological factors on malaria incidence was assessed using a general additive model (GAM). The latter included meteorological components (presenting a significant cross-correlation after the time series was shifted by the time lag), seasonality and trends. A negative binomial distribution was used to account for over-dispersion, and the log-transformed population count was used as an offset to estimate standardized incidence ratios [22]. Furthermore, spline smoothing was performed to capture the non-



linear relationship between malaria incidence and combined meteorological factors. Third, a change-point analysis was conducted to detect high, low and intermediate transmission periods (respectively, HTP, LTP and ITP). The change-point analysis in mean and variance was performed using the pruned exact linear time algorithm (PELT) [23].

For each transmission period derived from the change-point analysis, malaria incidence was mapped, and hotspots were identified using Kulldor's spatial scan statistic. The latter approach seeks to group the various neighbouring spatial units into potential clusters by moving a scanning window across the geographical region of interest. The algorithm uses circular windows centred at each HA. Potential clusters are defined for a radius ranging from 1 to 50% of the population [24].

The incidences were mapped at the health area scale. Currently, each health facility is associated with an administrative HA defined by the Ministry of Health. The field investigation showed that these administrative boundaries were not relevant as inhabitants mainly accessed the closest health facility, and not the health facility administratively associated to their home. Using the GPS of each health facility, the areas based on the Thiessen polygon approach were estimated. This approach allowed to propose a theoretical area associated with each health facility. Between each point created, corresponding to each health facility, a bisector was drawn to delimit the HA of two adjacent health facilities.

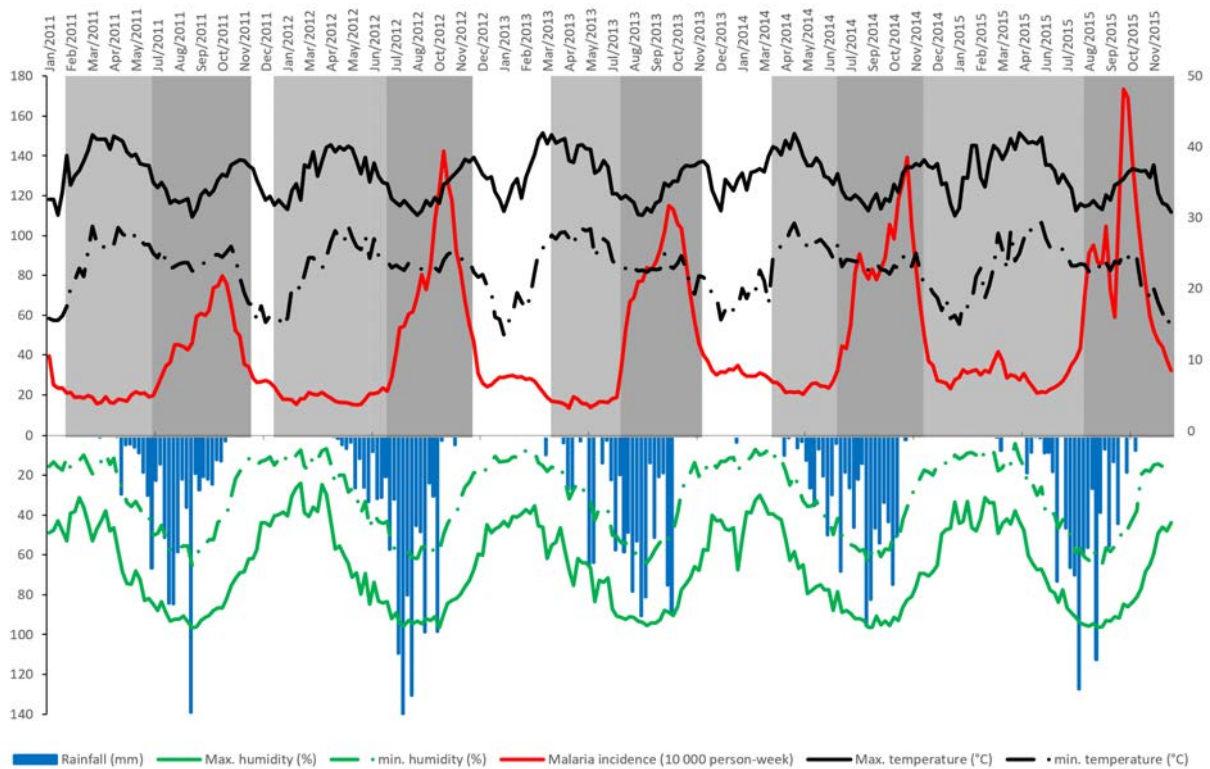
Each polygon represented the area around each health facility. The variation in the HA size was explained by the density of health facilities, greater in central urban area than in rural/remote ones.

Spatial cluster analysis was performed using Satscan software version 9.4 (Information Management Services Inc, Silver Spring, Maryland, USA). All other statistical analyses were performed using R v3.3.0 (The R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria) (packages {mgcv}{caschnono}{FactoMineR}{forecast}). QGIS software (version 2.12.2, Open Source Geospatial Foundation, Boston, USA) was used to provide maps. Figures were formatted with Paint.net software (v4.0.13, Warren Paint & Color Co., Nashville, USA).

## **Results**

### **Overview of the time series**

From 2011 to 2015, the malaria incidence time series revealed an association between classical seasonality and dry/rainy annual periodicity (Fig. 2). The highest incidences were observed between June and November. Beyond the classical seasonal pattern, a small rebound was observed just after each annual epidemic. Yet despite the implementation of national control policies during this period, no decreasing trend was observed. Moreover, malaria incidence never went below 13.7 cases/10,000 person-weeks whatever the HA.



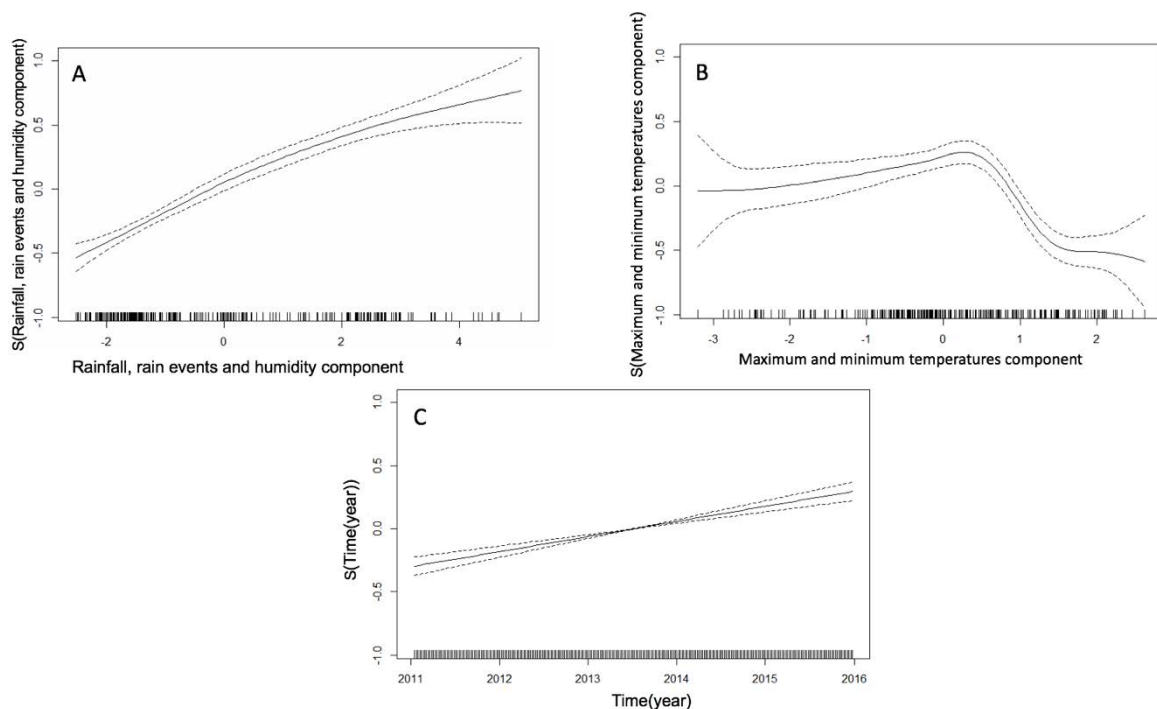
**Fig. 2** Weekly meteorological factors and malaria incidence from 2011 to 2015. Upper left y-axis represents malaria incidence (1000 person-weeks, red curve); lower left y-axis represents rainfall (mm, blue bar chart), maximum and minimum humidity (% , respectively continuous and dashed green curves); upper right y-axis represents maximum and minimum temperature (°C, respectively continuous and dashed black curves). The white/ grey background (upper panel) represents the different transmission periods (white for intermediate, light grey for low, and dark grey for high)

### Meteorological data and malaria incidence analysis

Combination of the meteorological factors allowed to identify 3 main components (derived from the PCA, representing 90.17% of the inertia). The first component (53.6% of the inertia) was constituted by rain (rain- fall amount and number of rain events) and humidity (maximum and minimum weekly averages). Minimal and maximal temperatures (weekly averages) were combined into the second component (22.16% of the inertia). The weekly average wind speed formed the third component (14.41% of the inertia), see Additional file 1.

After stationarity, the first meteorological component (rainfall, rain events, humidity) was positively and significantly correlated with malaria incidence with a lag of 2 weeks (correlation coefficient: 0.18). The second meteorological component (minimum and maximum temperatures) was negatively and significantly correlated with malaria incidence with a lag of 2 weeks (correlation coefficient: -0.13). The third component (wind speed) was not significantly correlated with malaria incidence.

The multivariate analysis (GAM modelling) assessed the relationship between malaria incidence and the different meteorological components (taking into account the time lag between them), explaining 75% of the deviation. It found a quasi-linear relationship with the first meteorological component (rainfall, rain events, humidity), indicating a significant increase in malaria incidence ( $p < 0.001$ ; Fig. 3a). The impact of the second meteorological component (minimum and maximum temperatures) was significantly non-linear: malaria incidence increased with temperature but declined sharply with high temperature, indicating a negative impact of high temperature on malaria ( $p < 0.001$ ; Fig. 3b). A significant positive linear trend ( $p < 0.001$ ) was also found for the entire time period, indicating an overall increase in malaria incidence in the region (Fig. 3c).



**Fig. 3** Relationship between malaria incidence and the first meteorological factor (rainfall, rain events, humidity), the second meteorological component (maximum and minimum temperatures), and time. The continuous black curves represent adaptive smooth relationships of malaria incidence according to the first meteorological component (a), the second meteorological component (b), and time (c), with a CI of 95% (dashed black curves)

### Spatial hotspot distribution

The change point analysis performed on the malaria incidence time series allowed to identify 3 transmission periods: low, high, and intermediate (Table 1, Fig. 2).

Malaria incidence for LTPs ranged from 16.8 to 29.9 cases/10,000 person-weeks. LTPs generally began in February or March and lasted from 15 to 35 weeks; they overlapped with the dry and hot season for about 3–4 months, until the beginning of the rainy season.

Note that the LTP of 2014–2015 was different from the other LTPs, with an observed mean rainfall of 9.43 mm/week.

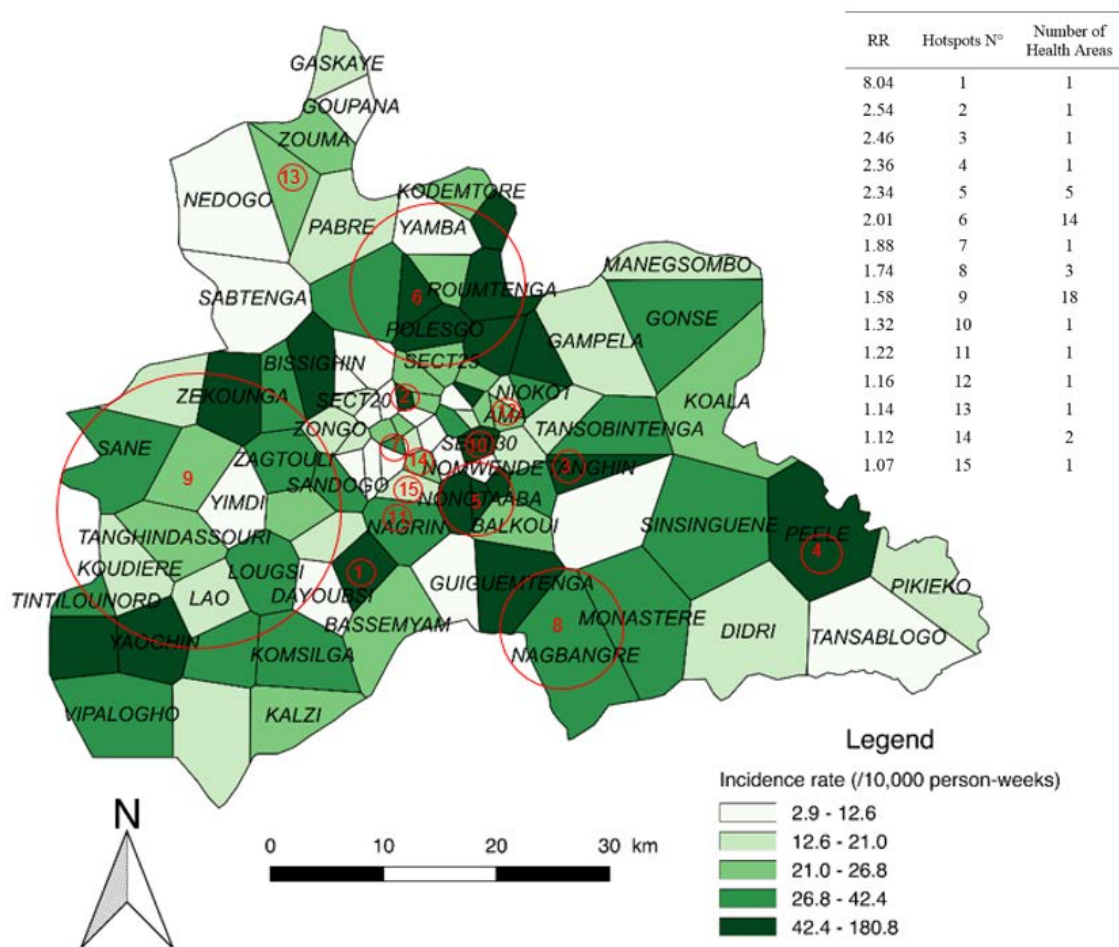
Malaria incidence for HTPs ranged from 51.7 to 84.8 cases/10,000 person-weeks. HTPs began around the end of June or beginning of July, just after the start of the rainy season, and lasted until the middle or end of November. The duration of HTPs ranged from 20 to 22 weeks, and observed rainfall ranged from 25.85 to 45.27 mm.

ITPs started just after HTPs, and were distinguished from LTPs by significantly higher malaria incidence, which ranged from 26.7 to 32.2 cases/10,000 person-weeks. The duration of ITPs ranged from 4 to 16 weeks. ITPs overlapped with the dry and cold season (December, January, February), for which almost no rain was recorded (i.e., observed mean rainfall ranged from 0 to 0.23 mm/week). Note that no ITP was detected for the year 2014–2015 (see Additional le 2).

### **Low transmission periods**

Fifteen significant hotspots including 52 HAs were detected for the combined LTPs, which presented an overall incidence rate of 22.7 cases/10,000 person-weeks. The highest-risk hotspot (Fig. 4, n°1) had a risk ratio (RR) of 8.04 ( $p < 0.0001$ ) and was composed of one HA (Zeguedesse). This HA was located in a rural area (in the southern and central part of the region), and had an incidence rate of 180.8 cases/10,000 person-weeks for a population of 2969 inhabitants. The largest hotspot (Fig. 4, n°9) was located in a mixed urban/rural area in the western part of the region. It was composed of 18 HAs, and had a RR of 1.58 ( $p < 0.0001$ ) and an incidence rate of 34.2 cases/10,000 person-weeks.

The rural environment accounted for the highest number of HAs (25); these were located in 6 hotspots presenting an incidence rate of 39.1 cases/10,000 person-weeks (147,013 inhabitants). The urban environment accounted for 20 HAs; these were located in 11 hotspots presenting an incidence rate of 35.3 cases/10,000 person-weeks (557,582 inhabitants) (see Additional le 3).



**Fig. 4** Spatial pattern of incidence per health area and spatial hotspots for low transmission periods. The choropleth map presents the incidence rate (/1000 person-weeks) for the combined LTPs over the 5 years. The red circles represent the high-risk clusters. The attached Table presents the RRs for each hotspot along with the number of Has.

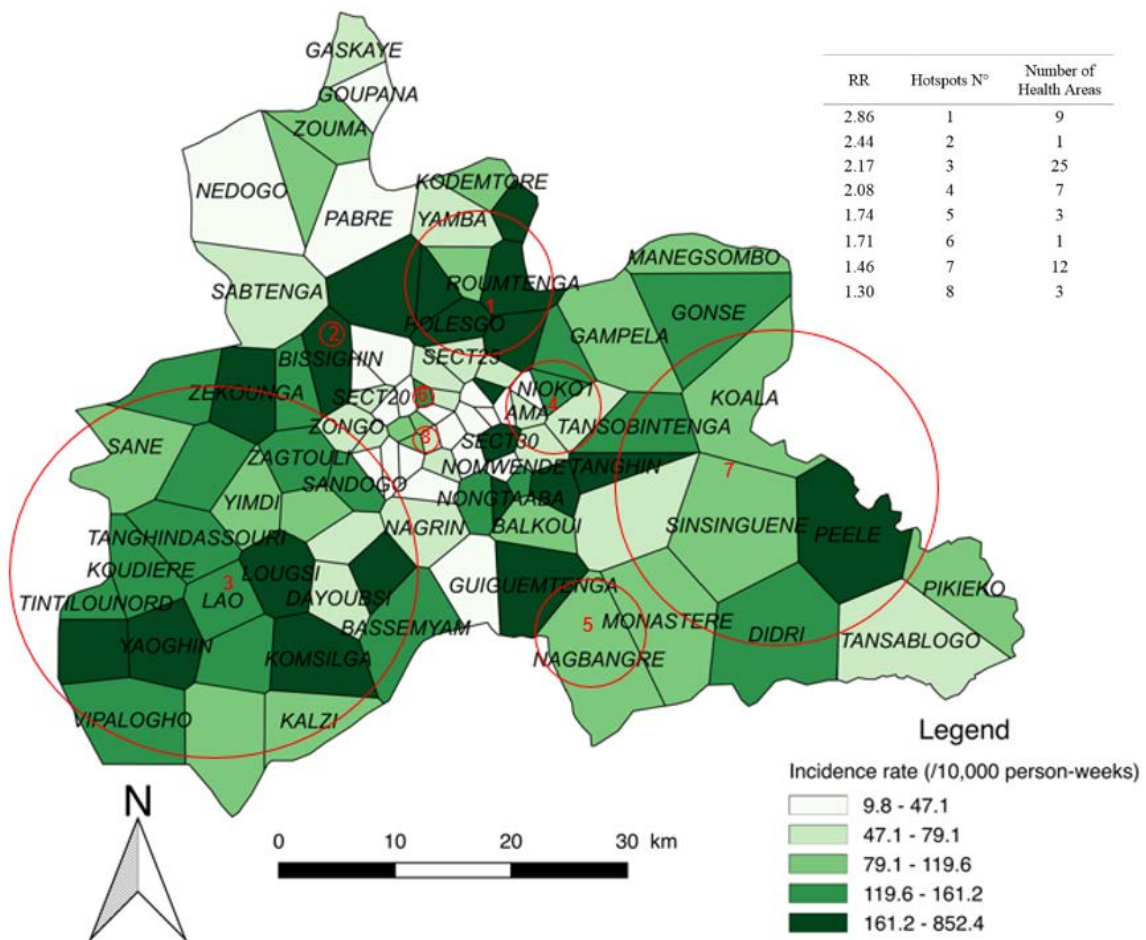
### High transmission periods

Eight significant hotspots, including 61 HAs, were detected for the combined HTPs, which presented an overall incidence rate of 75.3 cases/10,000 person-weeks. The highest-risk hotspot (Fig. 5, n°1) had a RR of 2.86 ( $p < 0.0001$ ) and was composed of 9 HAs (see Additional 3). It was located in the northern part of the region, and had an incidence rate of 206.9 cases/10,000 person-weeks for a population of 53,216 inhabitants. The largest hotspot (Fig. 5, n°3) was located in a mixed urban/rural area in the southwestern and slightly central part of the region. It was composed of 25 HAs, and had a RR of 2.17 ( $p < 0.0001$ ) and an incidence rate of 146.5 cases/10,000 person-weeks with a population of 224,778 inhabitants.

**Table 1 Malaria incidence and rainfall according to duration, start and end dates for the 3 transmission periods by year**

Years	Level of transmission	Duration (weeks)	Start date	End date	Malaria Incidence (per 10,000 person-weeks)	Rainfall (mm) per week
2011	Intermediate	4	03/01/11	30/01/11	28.6	0
	Low	21	31/01/11	26/06/11	18.9	8.13
	High	22	27/06/11	27/11/11	51.7	29.76
2011-2012	Intermediate	6	28/11/11	08/01/12	26.7	0
	Low	26	09/01/12	08/07/12	18.7	7.92
	High	20	09/07/12	25/11/12	78.8	45.27
2012-2013	Intermediate	16	26/11/12	17/03/13	28.1	0.02
	Low	17	18/03/13	14/07/13	16.8	17.48
	High	20	15/07/13	01/12/13	78.3	34.99
2013-2014	Intermediate	15	02/12/13	16/03/14	32.2	0.23
	Low	15	17/03/14	29/06/14	23.9	13.51
	High	21	30/06/14	23/11/14	82.9	32.52
2014-2015	Low	35	24/11/14	26/07/15	29.9	9.43
	High	22	27/07/15	27/12/15	84.8	25.85

The rural environment accounted for the highest number HAs (40); these were located in 4 hotspots presenting an incidence rate of 132.8 cases/10,000 person-weeks (381,421 inhabitants). The urban environment accounted for 15 HAs; these were located in 6 hotspots presenting an incidence rate of 141 cases/10,000 person-weeks (413,713 inhabitants) (see Additional le 3). Note that the HA of Zeguedesse, located in hotspot n°3, had the highest incidence rate with 852.4 cases/10,000 person-weeks.



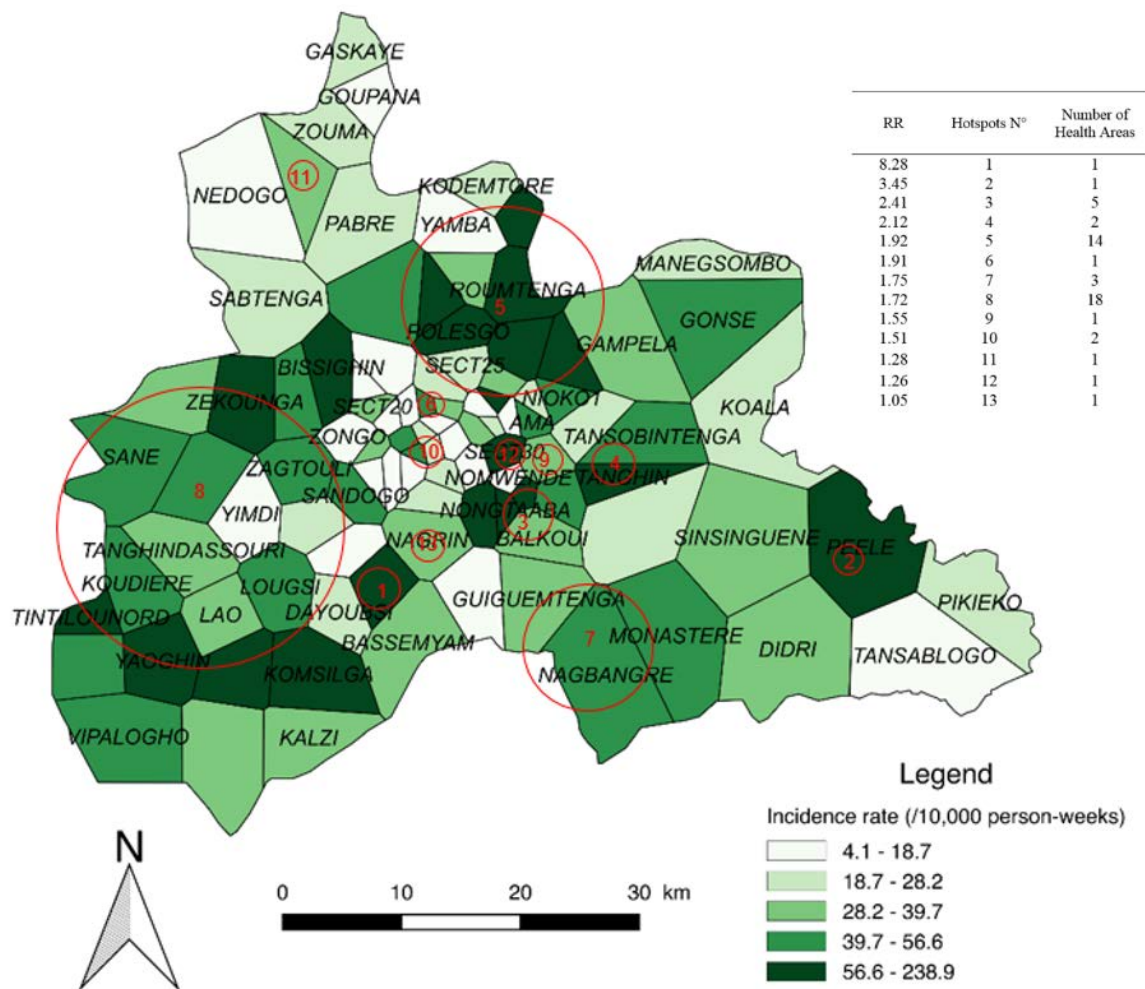
**Fig. 5** Spatial pattern of incidence per health area and spatial hotspots for high transmission periods. The choropleth map presents the incidence rate (/1000 person-weeks) for the combined HTPs over the 5 years. The red circles represent the high-risk clusters. The attached Table presents the RRs for each hotspot along with the number of Has.

### Intermediate transmission periods

Thirteen significant hotspots including 51 HAs were detected for the combined ITPs, which presented an overall incidence rate of 291 cases/10,000 person-weeks. The highest risk hotspot (Fig. 6, n°1) had a RR of 8.28 ( $p < 0.0001$ ) and was composed of a single HA (Zeguedesse). This hotspot had an incidence rate of 238.9 cases/10,000 person-weeks for a population of 2969 inhabitants. The largest hotspot (Fig. 6, n°8) was located in a mixed urban/rural area in the western part of the region. It was composed of 18 HAs, and had a RR of 1.72 ( $p < 0.0001$ ) and an incidence rate of 47.3 cases/10,000 person-weeks (196,730 inhabitants).

The rural environment accounted for the highest number of HAs (27); these were located in 7 hotspots presenting an incidence rate of 55 cases/10,000 person-weeks (38,684 inhabitants). The urban environment accounted for 20 HAs; these were located in 9

hotspots presenting an incidence rate of 48.6 cases/10,000 person-weeks (107,430 inhabitants) (see Additional le 3).



**Fig. 6** Spatial pattern of incidence per health area and spatial hotspots for intermediate transmission periods. The choropleth map presents the incidence rate (/1000 person-weeks) for the combined ITPs over the 5 years. The red circles represent the high-risk clusters. The attached Table presents the RRs for each hotspot along with the number of Has.

### Discussion

This study highlighted the spatial variability and relative temporal stability of malaria incidence around the capital Ouagadougou, in the central region of Burkina Faso. Despite increasing efforts in fighting the disease, malaria incidence remained high and increased over the study period. The positive quasi-linear relationship between the first meteorological component (rainfall, rain events, humidity) and malaria was similar to that observed elsewhere.

Studies have shown that small puddles of stagnant water exposed to the sun during the rainy season and the beginning of the dry/cold season are favourable to larvae



development and mosquito survival in urban settings [25–28]. In this study, no negative impact of strong rains (which can destroy breeding sites) was found [29]. Moreover, the lag of 2 weeks between the first meteorological component (rainfall, rain events, humidity) and malaria incidence was shorter than that reported in other countries assessing rainfall only (a lag of 3 months was reported in Mali [30], and lags of 2–3 months were reported in Ethiopia and East African highlands [28, 31]). This may be due to the presence of permanent water bodies in the region (with 5 dams) and permanent agriculture areas that contribute to a constant presence of vectors at these locations. This may explain the rapid onset of malaria incidence at the beginning of the rainy season. Furthermore, publications assessing the relationship between vegetation and malaria showed similar lags [32–35]. This result could also be due to the analysis at the weekly scale (and not at the monthly scale) and by the use of combinations of meteorological factor (using PCA).

The impact of temperature on malaria incidence has also been highlighted in several studies [36, 37]. In the context of Ethiopia [38], Peterson et al. identified a positive impact of minimum temperature on malaria incidence after a lag of 4 weeks. Entomological studies have stressed the negative impact of high temperature, which increases *Anopheles* death rate [39–41]. Indeed, temperature influences the duration of larvae development, the incubation period of parasites and mosquito survival [27, 37, 42]. Accordingly, the results showed both a positive impact of decreasing temperatures and a negative impact of increasing temperatures on malaria incidence.

While previous studies have found a decreasing impact of wind speed on mosquito survival [43–45], no significant relationship between wind speed and malaria incidence was observed. This result may be due to the higher incidence rate and relatively low wind speeds observed. In fact, during the *harmattan* period (mainly November to March) [46], high wind speed is associated with drought and high temperatures, making it difficult to study the impact of wind speed independently from temperature and drought.

While the impact of meteorological factors on malaria incidence has been the focus of numerous studies, malaria is also caused by other factors, notably parasitaemia and human behaviour. Indeed, humans are the only reservoir of parasites, which means that sub-microscopic and asymptomatic carriage should be investigated for a better understanding of the dynamic of transmission [30, 36, 47]. Nevertheless, meteorological variables can be used to estimate and forecast malaria incidence, thereby providing public health decision-makers with a useful tool [48].

Most published studies (e.g. [12, 49]) describe 2 periods of malaria transmission. By contrast, 3 transmission periods were identified, which did not perfectly correspond to the climatic seasons of Burkina Faso (hot–dry, rainy, cold–dry seasons). HTPs lasted from June to December, whereas the rainy season usually lasts from April to October. This lag should be kept in mind when implementing pre-traveller prevention strategies or programmes of SMC and intermittent treatment and prevention during pregnancy.

The definition of hotspots by using the Satscan method allowed to detect high-risk areas. This method has been developed to detect spatial or space–time clusters of cases, for different distributions [50–52], and for different cluster shapes [53]. This scanning approach

makes it possible to overcome the problem of the proximity matrix and the distance weighting function. Based on the like-lihood ratio test and a Monte Carlo approach, it allows taking into account the problem of the multiplicity of tests (unlike other scan methods) [24]. But the hotspots definition is relative to the overall incidence and not to particular high-risk places. Even if the method is not constrained by the scanning window shape, the circular or elliptic-shaped scanning window available within the software may impact the results in case of non-circular clusters or edge effects [54]. This approach tends then to detect clusters that are too broad (lack of specificity), by absorbing nearby spatial units [24, 56]. Furthermore, the Satscan performances decrease for low baseline incidences, low sizes of the at-risk population and for low relative risks [55, 57].

Some hotspot locations varied little across the different transmission periods, indicating a relatively stable spatio-temporal pattern. Only the associated relative risks changed across transmission periods, though this was probably due to the method used to estimate these risks.

The specific HA of Zeguedesse (corresponding to hot-spot n°1 of the LTPs and to hotspot n°1 of the ITPs) was at higher risk of malaria throughout the 5-year period. It may be partly explained by population growth. Indeed, the construction of a new hospital centre (Centre Hospitalier Universitaire Blaise Compaoré) in 2010 led to the destruction of the villages of Bassemiam and Dayoubsi (114 ha) and to the re-housing of the population in Zeguedesse. The population growth that ensued may have prompted an increase in transmission intensity, and hence in the number of reported cases. However, given that no population census has been conducted since 2010, it may be that the population of Zeguedesse was underestimated, thereby leading to overestimated incidences.

When the transmission periods were compared, 3 zones of particular interest were found. The first zone was located in the southwestern part of the region, and included almost all rural areas of the Boulmiougou health district. Hotspots n°1 and 9 of the LTPs (Fig. 4) were included in hotspot n°3 of the HTPs (Fig. 4), with risk ratios (RRs) increasing from 1.58 and 8.04, respectively, for the LTPs to 2.17 for the HTPs. This zone also corresponded to hotspots n°1 and 8 of the ITPs, which presented RRs of 8.28 and 1.72, respectively. Second, a high-risk area was detected in the northern part of the region, with RRs of 2.01, 2.86 and 1.92 for the LTPs, HTPs, and ITPs, respectively (Figs. 4, 5, 6), corresponding to hotspots n°6, 1, and 5. Third, a stable high-risk area was found in the southeastern part of the region, with RRs of 1.74, 1.74, and 1.75 for the LTPs, HTPs, and ITPs, respectively (Figs. 4, 5, 6), corresponding to hotspots n°8, 5, and 7. In this zone, the location of hotspots n°4 and 2 was the same for the LTPs and the ITPs (Figs. 4, 6).

These 3 zones of interest are located in a similar environment. Indeed, there are 3 dams in the north of the capital, one dam in the southwest (near Boulmiougou), and one dam in the southeast (near Koubri). Furthermore, the eastern part of the region is characterized by the presence of the Nakambe forest. This specific environment may be associated with a higher risk of malaria because it is favourable to the development of *Anopheles* breeding sites [58–61].

## Conclusions

Despite increasing efforts to fight the disease, the incidence of malaria increased between 2011 and 2015 in the central region of Burkina Faso. For each year of the study, 3 periods of malaria transmission were identified: all 3 periods were associated with relatively stable hotspots located in a similar environment (dams). The hotspots detected during the LTPs had a higher incidence of malaria. Future studies should investigate these hotspots to uncover the local environmental and behavioural factors of transmission, as this would allow for the development of better-targeted control strategies. For this purpose, a real-time monitoring system should be implemented based on the existing national monitoring system.

## Abbreviations

ACT: artemisinin-based combination therapy; ARIMA: seasonal auto-regressive integrated moving average; GAM: general additive model; GPS: global positioning system; HAs: health areas; HTP: high transmission period; ITP: intermediate transmission period; LLIN: long-lasting insecticide net; LTP: low transmission period; PCA: principal component analysis; PELT: pruned exact linear time; RDT: rapid diagnostic test; RR: risk ratio; SMC: seasonal malaria chemoprevention; TLOH: *Télégramme Lettre O ciel Hebdomadaire*; WHO: World Health Organization.

## Authors' contributions

BO, YI and JG designed the study, performed data validation and cleaning, analysed the data, and wrote the first draft of the manuscript; JCD contributed to the interpretation of the results and to the writing of the manuscript; AK, PY, EKO, YS, and LSLWO contributed to data collection, to data validation, and to the writing of the manuscript; KS, SD, RT, TR, and VH contributed to statistical analysis, to data interpretation, and to the writing of the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

## Author details

<sup>1</sup> Aix Marseille Univ, INSERM, IRD, SESSTIM UMR1252 Sciences Economiques & Sociales de la Santé & Traitement de l'Information Médicale, Marseille, France.

<sup>2</sup> Embassy of Japan in the Republic of Guinea, Conakry, Guinea.

<sup>3</sup> Prospective et Coopération, Laboratoire d'Idées, Bureau d'Etudes Recherche, Marseille, France.

<sup>4</sup> Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique, Rennes, France.

<sup>5</sup> Université libre de Bruxelles, EPS, Centre de Recherche en Epidémiologie, Biostatistique et Recherche Clinique, Brussels, Belgium.

<sup>6</sup> IRSS-Clinical Research Unit of Nanoro (IRSS-CRUN), Nanoro, Burkina Faso.

<sup>7</sup> IRD, UMR 228 ESPACE-DEV, Station SEAS-OI, Saint-Pierre, France.

<sup>8</sup> Programme National de Lutte contre le Paludisme, Ministère de la Santé, Ouagadougou, Burkina Faso.

<sup>9</sup> Direction Régionale de la Santé du Centre, Ministère de la Santé, Ouagadougou, Burkina Faso.

<sup>10</sup> Direction de la Météorologie, Ministère des Transports, Ouagadougou, Burkina Faso.

### **Acknowledgements**

The authors would like to thank the staff of health information and epidemiological surveillance centers of the five health districts (central region). The authors are also grateful to the Chief Medical Officers for facilitating exchanges, and particularly, the health district of Baskuy for facilitating the study. The authors also acknowledge the meteorological service actors who collected and transmitted meteorological data, particularly Dr. Waongo Moussa.

### **Competing interests**

The authors declare that they have no competing interests.

### **Availability of data and materials**

The datasets used and/or analysed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

### **Consent for publication**

Not applicable.

### **Ethics approval and consent to participate**

Not applicable.

### **Funding**

This work was carried out thanks to the support of the A\*MIDEX Grant (n°ANR- 11-IDEX-0001-02) funded by the French Government *Investissements d'Avenir* programme). This work was also supported by OpenHealth Institut, the French NGO Prospective & Cooperation and by the AMMA Consortium (African Monsoon Multidisciplinary Analyses). None of the 3 funding organizations influenced the design, analysis or interpretation of the work.

## References

1. Ministère de la santé. Annuaire statistique 2015. Direction générale des études et des statistiques sectorielles. 2016. [http://www.sante.gov.bf/index.php?option=com\\_edocman&view=document&id=113&catid=7&Itemid=1123](http://www.sante.gov.bf/index.php?option=com_edocman&view=document&id=113&catid=7&Itemid=1123). Accessed 10 Jan 2017.
2. Tiono AB, Kangoye DT, Rehman AM, Kargougou DG, Kaboré Y, Diarra A, et al. Malaria incidence in children in south-west Burkina Faso: comparison of active and passive case detection methods. *PLoS ONE*. 2014;9:e86936.
3. WHO. Global Malaria Programme. Global technical strategy for malaria, 2016–2030. Geneva: World Health Organization; 2015. <http://www.who.int/malaria/publications/atoz/9789241564991/en/>. Accessed 8 Feb 2017.
4. Yukich J, Bennett A, Yukich R, Stuck L, Hamainza B, Silumbe K, et al. Estimation of malaria parasite reservoir coverage using reactive case detection and active community fever screening from census data with rapid diagnostic tests in southern Zambia: a re-sampling approach. *Malar J*. 2017;16:137.
5. Bousema T, Stresman G, Baidjoe AY, Bradley J, Knight P, Stone W, et al. The impact of hotspot-targeted interventions on malaria transmission in Rachuonyo South District in the western Kenyan highlands: a cluster-randomized controlled trial. *PLoS Med*. 2016;13:e1001993.
6. Mogeni P, Williams TN, Omedo I, Kimani D, Ngoi JM, Mwacharo J, et al. Detecting malaria hotspots: a comparison of rapid diagnostic test, microscopy, and polymerase chain reaction. *J Infect Dis*. 2017;216:1091–8.
7. Larsen DA, Ngwenya-Kangombe T, Cheelo S, Hamainza B, Miller J, Winters A, et al. Location, location, location: environmental factors better predict malaria-positive individuals during reactive case detection than index case demographics in Southern Province, Zambia. *Malar J*. 2017;16:18.
8. Mogeni P, Omedo I, Nyundo C, Kamau A, Noor A, Bejon P, et al. Effect of transmission intensity on hotspots and micro-epidemiology of malaria in sub-Saharan Africa. *BMC Med*. 2017;15:121.
9. Ministère de la Santé. Directives nationales pour la prise en charge du paludisme dans les formations sanitaires du Burkina Faso. 2010. [http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PA00JPHB.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00JPHB.pdf). Accessed 2 Aug 2017.
10. Arab A, Jackson MC, Kongoli C. Modelling the effects of weather and climate on malaria distributions in West Africa. *Malar J*. 2014;13:126.
11. Ministère de la Santé. Lutte contre le paludisme au Burkina Faso: la campagne de la chimio-prévention du paludisme saisonnier (CPS) lancée. 2016. [http://www.sante.gov.bf/index.php?option=com\\_content&view=article&id=307:cps-2&catid=87&Itemid=1075](http://www.sante.gov.bf/index.php?option=com_content&view=article&id=307:cps-2&catid=87&Itemid=1075). Accessed 8 Feb 2017.
12. Baragatti M, Fournet F, Henry M-C, Assi S, Ouedraogo H, Rogier C, et al. Social and environmental malaria risk factors in urban areas of Ouagadougou, Burkina Faso. *Malar J*. 2009;8:13.

13. Sissoko MS, van den Hoogen LL, Samake Y, Tapily A, Diarra AZ, Coulibaly M, et al. Spatial patterns of *Plasmodium falciparum* clinical incidence, asymptomatic parasite carriage and anopheles density in two villages in Mali. *Am J Trop Med Hyg.* 2015;93:790–7.
14. Espié E, Diene Sarr F, Diop F, Faye J, Richard V, Tall A, et al. Spatio-temporal variations in malaria incidence in children less than 10 years old, Health District of Sokone, Senegal, 2010–2013. *PLoS ONE.* 2015;10:e0137737.
15. Bousema T, Gri n JT, Sauerwein RW, Smith DL, Churcher TS, Takken W, et al. Hitting hotspots: spatial targeting of malaria for control and elimination. *PLoS Med.* 2012;9:e1001165.
16. Ruktanonchai NW, DeLeenheer P, Tatem AJ, Alegana VA, Caughlin TT, Zuerbach-Schoenberg E, et al. Identifying malaria transmission foci for elimination using human mobility data. *PLoS Comput Biol.* 2016;12:e1004846.
17. Nkumama IN, O’Meara WP, Osier FHA. Changes in malaria epidemiology in Africa and new challenges for elimination. *Trends Parasitol.* 2017;33:128–40.
18. Premier Ministère. Carte sanitaire du Burkina Faso. Conseil National de la Statistique du Burkina Faso. 2010. [http://www.cns.bf/IMG/pdf/carte\\_sanitaire\\_2010.pdf](http://www.cns.bf/IMG/pdf/carte_sanitaire_2010.pdf). Accessed 10 Jan 2017.
19. Jere S, Moyo E. Modelling epidemiological data using Box–Jenkins procedure. *Open J Stat.* 2016;06:295–302.
20. Metcalfe AV, Cowpertwait PSP. *Introductory time series with R.* New York: Springer; 2009.
21. Shumway RH, Stoer DS. *Time series analysis and its applications.* 3rd ed. Cham: Springer International Publishing; 2011.
22. Wood S. *Generalized additive models: an introduction with R.* 1st ed. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC; 2006.
23. Killick R, Eckley I. *changept: an R package for changepoint analysis.* *J Stat Softw.* 2014;58:1–19.
24. Gaudart J, Giorgi R, Poudiougou B, Touré O, Ranque S, Doumbo O, et al. Détection de clusters spatiaux sans point source prédéfini: utilisation de cinq méthodes et comparaison de leurs résultats. *Rev Epidemiol Santé Publique.* 2007;55:297–306.
25. Brain WRB, Walton JN, editors. *Brain’s diseases of the nervous system.* 10th ed. Oxford: Oxford University Press; 1993.
26. Teklehaimanot HD, Lipsitch M, Teklehaimanot A, Schwartz J. Weather-based prediction of *Plasmodium falciparum* malaria in epidemic-prone regions of Ethiopia I. Patterns of lagged weather effects reflect biological mechanisms. *Malar J.* 2004;3:41.
27. Adimi F, Soebiyanto RP, Sa N, Kiang R. Towards malaria risk prediction in Afghanistan using remote sensing. *Malar J.* 2010;9:125.
28. Abeku T, De Vlas SJ, Borsboom GJ, Tadege A, Gebreyesus Y, Gebreyohannes H, et al. Effects of meteorological factors on epidemic malaria in Ethiopia: a

- statistical modelling approach based on theoretical reasoning. *Parasitology*. 2004;128:585–93.
29. Devi NP, Jauhari RK. Relationship between *Anopheles uviatilis* & *A. stephensi* (Diptera: Culicidae) catches & the prevalence of malaria cases at Kalsi area in Dehradun District (Uttaranchal). *Indian J Med Res*. 2006;123:151–8.
  30. Coulibaly D, Travassos MA, Tolo Y, Mattew BL, Abdoulaye KK, Karim T, et al. Spatio-temporal dynamics of asymptomatic malaria: bridging the gap between annual malaria resurgences in a Sahelian environment. *Am J Trop Med Hyg*. 2017;97:1761–9.
  31. Pascual M, Cazelles B, Bouma MJ, Chaves LF, Koelle K. Shifting patterns: malaria dynamics and rainfall variability in an African highland. *Proc Biol Sci*. 2008;275:123–32.
  32. Gaudart J, Touré O, Dessay N, Dicko AL, Ranque S, Forest L, et al. Modelling malaria incidence with environmental dependency in a locality of Sudanese savannah area, Mali. *Malar J*. 2009;8:61.
  33. Gomez-Elipe A, Otero A, Van Herp M, Aguirre-Jaime A. Forecasting malaria incidence based on monthly case reports and environmental factors in Karuzi, Burundi, 1997–2003. *Malar J*. 2007;6:129.
  34. Patz JA, Strzepek K, Lele S, Hedden M, Greene S, Noden B, et al. Predicting key malaria transmission factors, biting and entomological inoculation rates, using modelled soil moisture in Kenya. *Trop Med Int Health*. 1998;3:818–27.
  35. Silue KD, Raso G, Yapi A, Vounatsou P, Tanner M, N’Goran EK, et al. Spatially-explicit risk profiling of *Plasmodium falciparum* infections at a small scale: a geostatistical modelling approach. *Malar J*. 2008;7:111.
  36. Zhou G, Minakawa N, Githeko AK, Yan G. Association between climate variability and malaria epidemics in the East African highlands. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2004;101:2375–80.
  37. Paaijmans KP, Read AF, Thomas MB. Understanding the link between malaria risk and climate. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2009;106:13844–9.
  38. Peterson I, Borrell LN, El-Sadr W, Teklehaimanot A. A temporal–spatial analysis of malaria transmission in Adama, Ethiopia. *Am J Trop Med Hyg*. 2009;81:944–9.
  39. Christiansen-Jucht C, Parham PE, Saddler A, Koella JC, Basáñez M-G. Temperature during larval development and adult maintenance influences the survival of *Anopheles gambiae* s.s. *Parasit Vectors*. 2014;7:489.
  40. Abiodun GJ, Maharaj R, Witbooi P, Okosun KO. Modelling the influence of temperature and rainfall on the population dynamics of *Anopheles arabiensis*. *Malar J*. 2016;15:364.
  41. Murdock CC, Sternberg ED, Thomas MB. Malaria transmission potential could be reduced with current and future climate change. *Sci Rep*. 2016;6:27771.

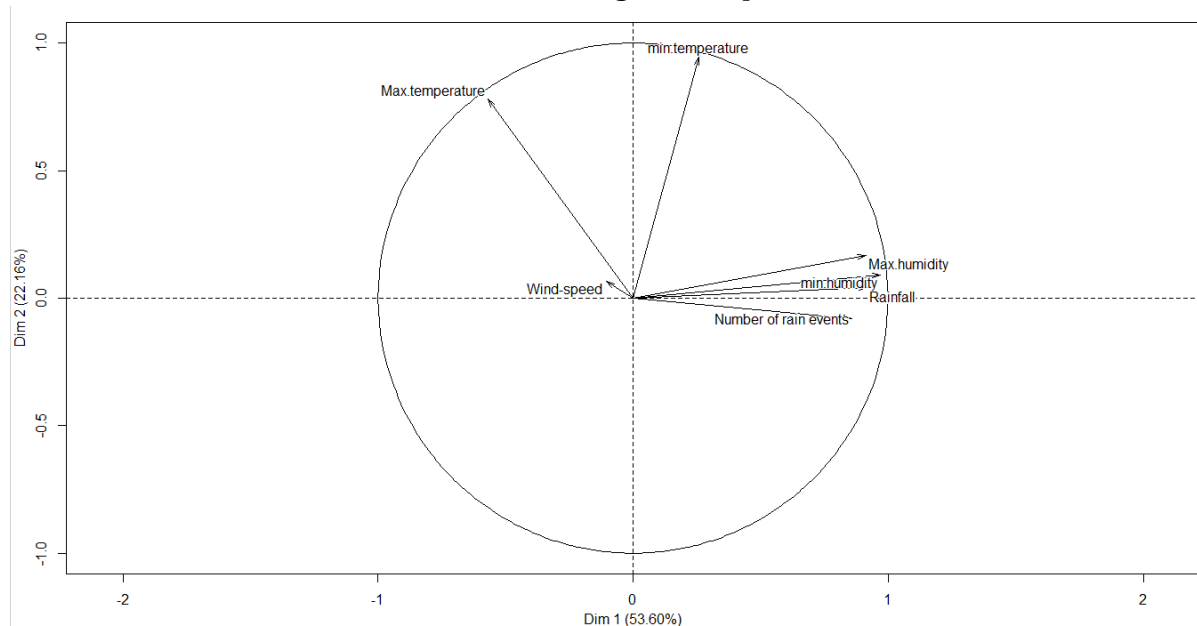
42. Colón-González FJ, Tompkins AM, Biondi R, Bizimana JP, Namanya DB. Geospatial health 11(1s) 2016: healthy future. Assessing the effects of air temperature and rainfall on malaria incidence: an epidemiological study across Rwanda and Uganda. 2016. <http://www.geospatialhealth.net/index.php/gh/article/view/379/436>. Accessed 28 Apr 2017.
43. Vezenegho SB, Carinci R, Gaborit P, Issaly J, Dusfour I, Briolant S, et al. *Anopheles darlingi* (Diptera: Culicidae) dynamics in relation to meteorological data in a cattle farm located in the coastal region of French Guiana: advantage of mosquito magnet trap. Environ Entomol. 2015;44:454–62.
44. Parham PE, Pople D, Christiansen-Jucht C, Lindsay S, Hinsley W, Michael E. Modeling the role of environmental variables on the population dynamics of the malaria vector *Anopheles gambiae sensu stricto*. Malar J. 2012;11:271.
45. Al-Mansoob MAK, Al-Mazzah MM. The role of climate on malaria incidence rate in four governorates of Yemen. Med J Malaysia. 2005;60:349.
46. Kabore AV. sidwaya. Les maladies de l'harmattan. 2003. [http://www.sante-tropicale.com/Actualites/0103/actualites%200103\\_2.htm](http://www.sante-tropicale.com/Actualites/0103/actualites%200103_2.htm). Accessed 14 Sep 2017.
47. Ouédraogo AL, Gonçalves BP, Gnémé A, Wenger EA, Guelbeogo MW, Ouédraogo A, et al. Dynamics of the human infectious reservoir for malaria determined by mosquito feeding assays and ultrasensitive malaria diagnosis in Burkina Faso. J Infect Dis. 2016;213:90–9.
48. Girond F, Randrianasolo L, Randriamampionona L, Rakotomanana F, Randrianarivelojosia M, Ratsitorahina M, et al. Analysing trends and forecasting malaria epidemics in Madagascar using a sentinel surveillance network: a web-based application. Malar J. 2017;16:72.
49. Coulibaly D, Rebaudet S, Travassos M, Tolo Y, Laurens M, Kone AK, et al. Spatio-temporal analysis of malaria within a transmission season in Bandiagara, Mali. Malar J. 2013;12:82.
50. Gaudart J, Poudiougou B, Dicko A, Ranque S, Toure O, Sagara I, et al. Space–time clustering of childhood malaria at the household level: a dynamic cohort in a Mali village. BMC Public Health. 2006;6:286.
51. Kulldor M. SaTScan user guide for version 9.5; 2018. [https://www.satscan.org/cgi-bin/satscan/register.pl/SaTScan\\_Users\\_Guide.pdf?todo=process\\_userguide\\_download](https://www.satscan.org/cgi-bin/satscan/register.pl/SaTScan_Users_Guide.pdf?todo=process_userguide_download). Accessed 9 Feb 2018.
52. Kulldor M, Nagarwalla N. Spatial disease clusters: detection and inference. Stat Med. 1995;14:799–810.
53. Block R. Software review: scanning for clusters in space and time: a tutorial review of SaTScan. Soc Sci Comput Rev. 2007;25:272–8.
54. Jacquez GM, Greiling DA. Local clustering in breast, lung and colorectal cancer in Long Island, New York. Int J Health Geogr. 2003;2:3.



55. Guttman A, Li X, Feschet F, Gaudart J, Demongeot J, Boire JY, et al. Cluster detection tests in spatial epidemiology: a global indicator for performance assessment. *PLoS ONE*. 2015;10:e0130594.
56. Guttman A, Li X, Gaudart J, Gérard Y, Demongeot J, Boire JY, et al. Spatial heterogeneity of type I error for local cluster detection tests. *Int J Health Geogr*. 2014;13:15.
57. Guttman A, Ouchchane L, Li X, Perthus I, Gaudart J, Demongeot J, et al. Performance map of a cluster detection test using extended power. *Int J Health Geogr*. 2013;12:47.
58. Yewhalaw D, Legesse W, Van Bortel W, Gebre-Selassie S, Kloos H, Duchateau L, et al. Malaria and water resource development: the case of Gilgel-Gibe hydroelectric dam in Ethiopia. *Malar J*. 2009;8:21.
59. Kibret S, Lautze J, Boelee E, McCartney M. How does an Ethiopian dam increase malaria? Entomological determinants around the Koka reservoir. *Trop Med Int Health*. 2012;17:1320–8.
60. Erhart A, Thang ND, Van Ky P, Tinh TT, Van Overmeir C, Speybroeck N, et al. Epidemiology of forest malaria in central Vietnam: a large scale cross-sectional survey. *Malar J*. 2005;4:58.
61. Sharma SK, Tyagi PK, Padhan K, Upadhyay AK, Haque MA, Nanda N, et al. Epidemiology of malaria transmission in forest and plain ecotype villages in Sundargarh District, Orissa, India. *Trans R Soc Trop Med Hyg*. 2006;100:917–25.

## Additional files

### Additional file 1. First and second meteorological components derived from the PCA.



**Additional le 2.** Malaria transmission period (low, high, intermediate) by year and season. Malaria incidence (/10,000 person-weeks) is presented for each year and season (dry/hot, rainy, dry/cold) from 2011 to 2015.

Seasons		dry / cold	dry / hot					rainy				dry / cold	
Months		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Year	2011	ITP (28.6)	LTP (18.9)					HTP (51.7)				ITP...	
	2012	...ITP (26.7)	LTP (18.7)					HTP (78.8)				ITP...	
	2013	...ITP (28.1)			LTP (16.8)			HTP (78.3)				ITP...	
	2014	...ITP (32.2)			LTP (23.9)			HTP (82.9) ...				LTP...	
	2015	...LTP (29.9)					HTP (84.8)						

**Additional le 3.** Spatial hotspots by transmission period.

Low Transmission Period			
Risk Ratios (RR)	Hotspot number	Health area (HA) name	Urbanisation level ( number of HA)
8.04	1	Zeguedesse	Rural (1)
2.54	2	Pogbi	Urban (1)
2.46	3	Tanghin	Urban (1)
2.36	4	Peele	Rural (1)
2.34	5	Nomwende, Tasect30, Nongtaaba, Sect30, Taouaga2000	Urban (5)
2.01	6	Roumtenga, Songdin, Yamba, Polesgo, Sakoula, Sagnioniogo, Kodemtore Kamboince, Wendifande, Dassasgho, Niokol, Sect26, , Sect25, Sect27	Rural (7) Semi-urban (4) Urban (3)
1.88	7	Sect08	Urban (1)
1.74	8	Nagbangre, Monastere, Guiguemtenga	Rural (3)
1.58	9	Sane, Bazoule, Doudoulma, , Yimdi, Zekounga, Koudiere, Tintilounord ,Lao, Boassa, Lougsi, Yaoghin, Tintilousud, Bassinko, Tanghindassouri, Bissighin, Zagtouli, Sabtenga, Sandogo	Rural (12), Semi-urban (3), Urban (3)
1.32	10	Stcamille	Urban (1)
1.22	11	Nagrin	Urban (1)
1.16	12	AMA	Urban (1)
1.14	13	Zibako	Rural (1)
1.12	14	Sect03, Gounghin	Urban (2)
1.07	15	Sect15	Urban (1)
High Transmission Period			
Risk Ratios (RR)	Hotspot number	Health area (HA) name	Urbanisation level ( number of HA)
2.86	1	Sagnioniogo, Kodemtore, Yamba, Roumtenga, Songdin, Sakoula, Polesgo, Kamboince, Sect26	Rural (7), Semi-urban (1), Urban (1)
2.44	2	Dassasgho	Urban (1)

2.17	3	Tintilousud, Tintilounord, Yaoghin, Koudiere, Vipalogho, Lao, Tampoussoum, Tampouy, Bazoule, Lougsi, Sane, Yimdi, Komsilga, Kalzi, Dayoubi, Boassa, Tiguindalgue, Doudoulma, Zeguedesse, Zekounga, Bassemiam, Tanghindassouri, Bassinko ,Zagtouli, Sandogo	Rural (21), Semi-urban (2), Urban (2)
2.08	4	Nongtaaba, Taouaga2000, Nomwende, Tasect30, Balkoui, Dagnongo, Sect30	Urban (7)
1.74	5	Nagbangre, Monastere, Guiguemtenga	Rural (3)
1.71	6	Pogbi	Urban (1)
1.46	7	Koala, Gonse, Sinsinguene, Gampela, Peele, Tansobintenga, Tanghin, Tanlarghin, Saaba, Didri, Nioko1, Wendefande	Rural (10), Semi-urban (2)
1.3	8	Gounghin, Sect03, Sect08	Urban (3)
Intermediate Transmission Period			
Risk Ratios (RR)	Hotspot number	Health area (HA) name	Urbanisation level ( number of HA)
8.28	1	Zeguedesse	Rural (1)
3.45	2	Peele	Rural (1)
2.41	3	Nomwende, Tasect30, Nongtaaba, Sect30, Taouaga2000	Urban (5)
2.12	4	Tanghin, Tansobintenga	Urban (1), Rural(1)
1.92	5	Roumtenga, Songdin, Yamba, Polesgo, Sakoula, Sagnioniogo, Kodemtore, Kamboince, Wendefande, Nioko1, Sect26, Sect25, Sect27, Dassasgho,	Rural (7), Semi-urban (3), Urban (4)
1.91	6	Pogbi	Urban (1)
1.75	7	Nagbangre, Monastere, Guiguemtenga	Rural (3)

1.72	8	Sane, Bazoule, Doudoulma, Tanghindassouri, Yimdi, Zekounga, Koudiere, Tintilounord, Lao, Boassa, Lougsi, Yaoghin, Tintilousud, Bissighin, Bassinko, Zagtouli, Sabtenga, , Sandogo	Rural (13), Semi-urban (1), Urbain(4)
1.55	9	AMA	Urban (1)
1.51	10	Sect08, Gounghin	Urban (2)
1.28	11	Zibako	Rural (1)
1.26	12	Stcamille	Urban (1)
1.05	13	Nagrin	Urban (1)

# 3. Amélioration du système de surveillance épidémiologique au Burkina Faso

## 3.1. Introduction

Un réseau d'acteurs coordonnés et des sources d'information bien associés sont les socles de la surveillance liée à la santé, et cette surveillance nécessite une veille sanitaire attentive. Cette veille sanitaire notifie l'apparition de pathologies en fonction du temps, des personnes et de la localité. Elle permet ainsi : i) d'alerter sur les problèmes sanitaires aigus nécessitant une action rapide et prompte ; ii) d'estimer les tendances épidémiologiques dans le temps ; iii) et de mesurer l'impact actions et plus largement des politiques de santé.

La surveillance peut être passive ou active (81). Dans le premier cas, les données remontent selon l'organisation du système de santé (du niveau inférieur à celui supérieur) sans l'intervention directe du niveau supérieur. Cette remontée concerne par exemple le système de surveillance des maladies à déclaration obligatoire (méningite, rougeole, fièvre jaune...). A l'opposé de la surveillance passive, la surveillance active nécessite l'intervention du niveau supérieur pour la collecte des données. Des moyens spécifiques sont mis en œuvre dans ce dernier cas pour motiver quelques acteurs à surmonter les contraintes d'une collecte et d'une transmission régulière (2). Dans le dernier cas, les données sont donc plus complètes (mais non exhaustive), et permettent d'alerter rapidement sur les problèmes de santé aigus (par exemple maladie à virus Ebola). La surveillance épidémiologique au Burkina est exclusivement passive.

Après la collecte, la pertinence et l'intérêt de la surveillance épidémiologique implique qu'elle s'accompagne de prises de décisions en faveur de l'amélioration de la santé de la population. Les données doivent être transformées en informations et en connaissances utilisables/opérationnelles pour les décideurs, ces derniers doivent également porter à la connaissance des agents, les résultats des analyses afin de leur permettre d'utiliser à leur niveau l'information pour piloter leur pratique (2). Selon le centre de surveillance et de prévention des maladie (CDC, Atlanta), la finalité de la surveillance est de diffuser les résultats d'analyse à ceux qui ont besoin de ces connaissances pour la prise de décision en santé publique.

L'application trop rigide de l'exigence de confidentialité entrave souvent l'accès aux données pour certaines analyses plus approfondies par les utilisateurs afin de donner les informations probantes pour une meilleure prise de décision. Les dix principes directeurs

de gestion et d'utilisation de bases de données proposés par le centre de contrôle et de prévention des maladies (CDC) peuvent servir de guide pour améliorer l'accessibilité aux données (voir tableau 2).

Tableau 2 : Dix principes directeurs pour la collecte, le stockage, le partage et l'utilisation des données pour assurer la sécurité et le confidentialité (CDC Atlanta) (82).

1. Les données de santé publique devraient être acquises, utilisées, divulguées et conservées à des fins légitimes de santé publique
2. Les programmes devraient recueillir le minimum d'informations personnelles identifiables nécessaires pour mener des activités de santé publique.
3. Les programmes devraient avoir des politiques fortes pour protéger la vie privée et la sécurité des données personnellement identifiables.
4. La collecte de données et les politiques liées devraient refléter le respect des droits des individus et des communautés et réduire la charge de travail excessive.
5. Les programmes devraient avoir des politiques et procédures visant à assurer la qualité de toutes les données qu'ils collectent ou utilisent.
6. Les programmes ont l'obligation d'utiliser et de diffuser les données synthétisées aux parties prenantes qui en ont besoin, en temps opportun.
7. Les programmes doivent partager les données à des fins légitimes de santé publique et peuvent établir des règles d'utilisation pour faciliter le partage des données en temps opportun.
8. Les données de santé publique doivent être stockées dans un environnement sécurisé et transmis par des méthodes sécurisées.
9. Le nombre des personnes et entités autorisés à accéder à des données identifiables doit être réduit.
10. Les responsables du programme devraient être des gestionnaires actifs et responsables des données de santé publique.

L'amélioration du système de surveillance épidémiologique doit s'inscrire dans une vision globale du respect du règlement sanitaire international dont le Burkina Faso a souscrit. Ainsi le pays doit avoir un système de surveillance épidémiologique flexible capable de détecter et de vérifier rapidement tous les risques pour la santé publique qu'il soit connu, nouveau, ou inhabituel (83). Un tel système nécessitera une intégration des initiatives locales au système national avec une pleine implication des premiers responsables stratégiques et opérationnels du ministère de la santé dans tous les projets de système d'information et de surveillance. Plusieurs facteurs peuvent cependant limiter la mise en cohérence des initiatives informatiques dans un pays : i) des applications et plateformes diverses, disparates et incohérentes ; ii) des applications utilisant des bases de données (BD) et autres technologies obsolètes (pas de mise à jour et d'entretien des BD) ; iii) une structure changeante des systèmes sources dans le temps ; iv) une qualité de données non

fiable et changeante dans le temps; v) un format de données difficilement interprétable ou ambigu ; vi) une insuffisance d'appropriation des applications et de transfert de compétences aux bénéficiaires pour les applications développées par les partenaires (exemple : applications dont les données sont hébergées dans le cloud et dont l'administration de la base échappe à la souveraineté du pays).

Au Burkina Faso, de multiples bases de données existent pour la surveillance épidémiologique (base Excel dans le cadre du TLOH, données collectées avec la téléphonie mobile dans le cadre du projet RapidSMS, collecte de données de la méningite dans le cadre du projet STeLAB). L'ensemble de ces bases possèdent un fonctionnement vertical. Ces bases données ne communiquent pas entre elles (pas d'interopérabilité).

Il serait bénéfique de repenser cette organisation en silo source de redondance dans la collecte des données et de perte de temps (multiples saisies et analyses), et de progresser dans la constitution d'entrepôt(s) de données cohérent(s). Pour la première étape d'amélioration de la qualité des données, nous proposons l'approche Extract, Transform and Load (ETL, voir figure 5) pour guider le ministère de la santé. Cette approche permet la consolidation d'une grande quantité de données à l'aide des trois opérations suivantes :

- Extraction (E), pour identifier et extraire les données des sources ayant subi une modification depuis la dernière exécution ;
- Transformation (T), pour appliquer diverses transformations aux données afin de les nettoyer, les intégrer et les agréger.
- Chargement ou Load (L), pour insérer les données transformées dans l'entrepôt et gérer les changements aux données existantes.

L'approche est conçue pour regrouper et uniformiser les données issues de sources différentes dans un entrepôt de données ou DataWareHouse. La définition d'un datawarehouse est donnée par Bill INMON (1996), considéré comme l'inventeur des datawarehouses : « le DataWareHouse est une collection de données orientées sujet, intégrées, non volatiles et historisées, organisées pour le support d'un processus d'aide à la décision. » (84). L'objectif d'un tel entrepôt est de pouvoir faire rentrer toutes les données collectées du ministère de la santé dans ce schéma (voir figure 6). Ce qui nécessitera que les données soient dé-normaliser, nettoyées, contextualisées et chargées(84).

L'entrepôt de données sanitaire sera constitué de magasins de données ou datamart. Les datamart sont définis comme des sous-ensemble du datawarehouse contenant les données datawarehouse pour un domaine particulier du ministère (par exemple : surveillance, programme VIH, programme tuberculose, données du programme élargi de vaccination, données des différentes instances du DHIS2, données de la centrale d'achat des médicaments et des laboratoires, etc.). Le datamart contrairement au datawarehouse n'a pas de vocation transversale mais il est spécialisé sur un domaine spécifique. On désignera ainsi chaque sous-ensemble par son datamart : datamart surveillance, datamart DHIS2, etc. Ils permettent d'attribuer les droits d'accès en fonction des secteurs d'activité.



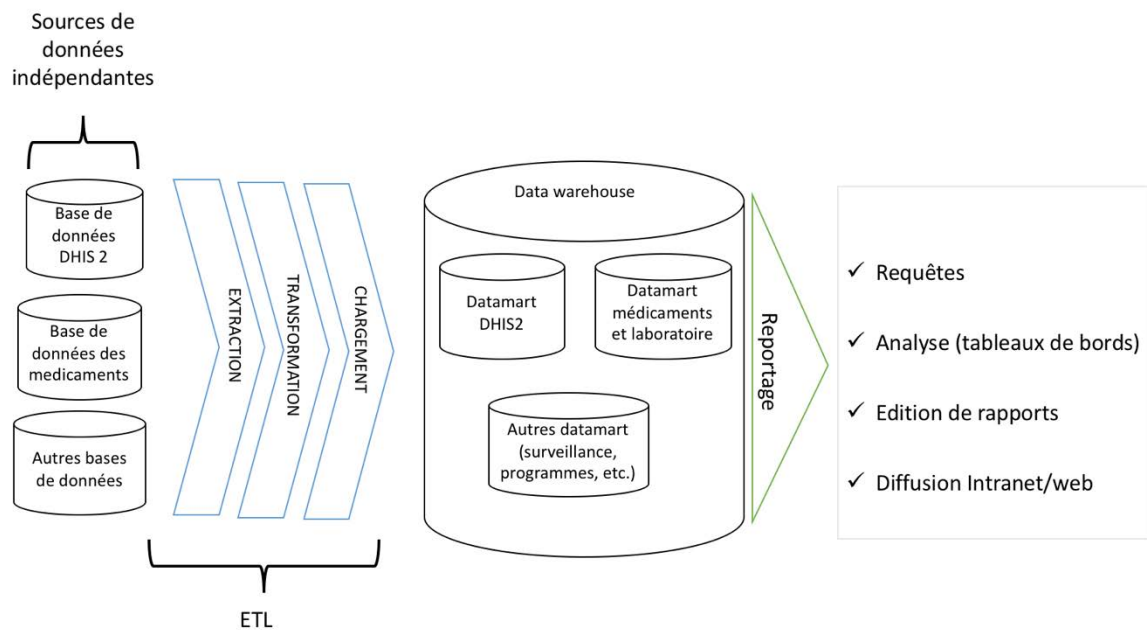


Figure 5 : Processus de mise en place d'un datawarehouse par extraction-transformation-chargement de sources de données différentes (intégration et livraison des données en lot, transformation appliquée sur les données)

La figure 6 donne une représentation idéale d'un modèle conceptuel faisant de l'ENDOS une véritable base décisionnelle avec une interopérabilité avec les autres systèmes opérationnels. Notre proposition de modèle cible a pour but de proposer un système de surveillance épidémiologique intégré, performant et réactif qui sera articulé avec les autres systèmes d'information de la pyramide sanitaire.

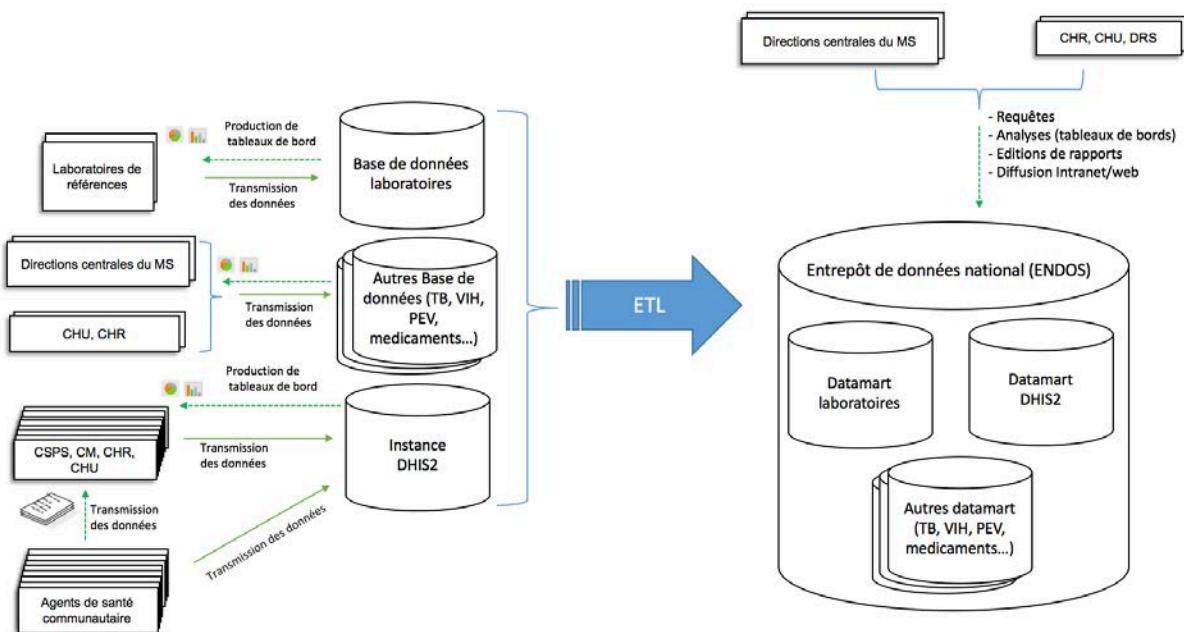


Figure 6 : Modèle cible du SNIS au Burkina Faso

## 3.2. Etude de faisabilité du modèle cible : Expérience de Baskuy et son extension

Le système de surveillance fonctionne parallèlement avec le système de routine à l'instar des autres pays de l'Afrique de l'ouest. L'organisation ouest africain (dont le Burkina Faso est membre) a recommandé à l'ensemble des pays de mettre en place une architecture intégrée et plus interconnecté de ces deux systèmes (85). C'est dans cette dynamique que le Burkina Faso a consolidé le projet de surveillance épidémiologique des données du TLOH en utilisant la téléphonie mobile (80). Ce projet intitulé « initiative de Baskuy » a été initié en 2013 dans l'ensemble des structures sanitaires (SS) publiques du district sanitaire (Baskuy) et était intégré au système informatisé de gestion des données de routine du SNIS (ENDOS-BF). L'« Initiative de Baskuy » a fait l'objet d'une communication publiée au congrès d'ADEL-F-EMOI (voir abstract ci-dessous). Le TLHO, initialement papier, a été informatisé sous forme d'un formulaire électronique capable d'alimenter directement ENDOS-BF. Ce projet, a permis une transmission instantanée des données via la connexion internet GPRS (General Packet Radio Service). Le ministère de la santé a capitaliser les acquis de ce projet pour l'étendre en 2015, 2016 et 2017 respectivement à 3, 16 et 28 districts sanitaires.

(Voir abstract ci-dessous : <http://dx.doi.org/10.1016/j.respe.2014.01.020>)

## **Implémentation d'un système d'information pour la surveillance épidémiologique au Burkina Faso : expérience du district sanitaire de Baskuy**

B. Ouedraogo<sup>a</sup>, J.-C. Dufour<sup>b</sup>, J. Gaudart<sup>b</sup>, B. Ouedraogo<sup>c</sup>, B. Kouyaté<sup>d</sup>, M. Fieschi<sup>e</sup>

<sup>a</sup>District sanitaire de Baskuy, ministère de la Santé, Ouagadougou, Burkina Faso

<sup>b</sup>Université Aix-Marseille, UMR912 SESSTIM (AMU-Inserm-IRD), Marseille, France

<sup>c</sup>Services informatiques et de la télésanté, ministère de la Santé, Ouagadougou, Burkina Faso

<sup>d</sup>Ministère de la Santé, Ouagadougou, Burkina Faso

<sup>e</sup>Faculté de médecine, Marseille, France

**Introduction.** Au Burkina Faso, la surveillance épidémiologique fait intervenir différentes structures organisées hiérarchiquement effectuant, avec insuffisamment de rétrocontrôles, les tâches du processus de surveillance. Les étapes de collecte puis de transmission des données, qui incombent aux formations sanitaires de terrain, ne sont pas informatisées : La réactivité et la qualité des données transmises sont insuffisantes. Notre travail vise à améliorer ces éléments dans le système d'information de remontée et de traitement des données épidémiologiques des 12 maladies à déclaration obligatoire (données du télégramme lettre officiel hebdomadaire [TLOH]).

**Méthodes.** Une modélisation (UML) du processus de surveillance a été réalisée pour identifier les besoins des acteurs et les flux d'informations du SI. L'implémentation du modèle résultant utilise une version mobile du logiciel district health information system (DHIS). L'utilisation du système a concerné les 10 formations sanitaires du district de Baskuy. Une évaluation portant sur les mois d'avril et mai 2012 a été réalisée.

**Résultats.** La collecte et la transmission des informations, initialement papier, a été informatisée. Les formations sanitaires ont été équipées en téléphonie mobile pour télétransmettre les données sources vers une base commune, via Internet. Les interfaces mobiles réalisées permettent de saisir et d'exploiter la base historique. Un contrôle de qualité permet de détecter les données aberrantes. Une cartographie sanitaire est réalisée hebdomadairement. Entre avril et mai le taux de promptitude dans la transmission des données du TLOH est passé de 22,5 à 95% et celui de complétude de 90% à 100 %.

**Discussion/Conclusion.** Le processus d'implémentation a porté sur les premières étapes de collecte de données. L'utilisation du serveur du ministère de la santé est un atout. Le rôle des acteurs de terrain et la valeur informationnelle des données qu'ils transmettent sont valorisés. La consolidation du système d'information concernant les accès, les envois et les contrôles de données sont analyses épidémiologiques spatio-temporelles et faciliterait les prises de décision aux différents niveaux hiérarchiques.

Nous avons évalué ce projet en 2016 et cela a fait l'objet d'un article rédigé non encore soumis et d'une communication affichée au congrès d'Epiclina 2018 et qui a été publiée dans la Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique 66 (2018) S171–S189.

L'abstract ci-dessous, (<https://doi.org/10.1016/j.respe.2018.03.300>).

### **Une évaluation de l'utilisation de la téléphonie mobile et d'une réorganisation du circuit de l'information pour la surveillance épidémiologique au Burkina Faso**

B. Ouedraogo, J. Gaudart, J.-C. Dufour

#### **Introduction :**

Le rapport hebdomadaire de surveillance épidémiologique du Burkina Faso agrège les données de 11 maladies transmissibles, ainsi que les données de décès maternels et néonataux. Initialement papier, il a été informatisé sous forme d'un formulaire électronique mobile capable d'alimenter directement l'entrepôt de données national (ENDOS-BF). Ce projet dénommé « initiative de Baskuy » a été expérimenté dans le district sanitaire de Baskuy en 2013 et a été étendu en 2015 à deux autres districts sanitaires du pays (Kongoussi et Gourcy).

L'organisation pyramidale basée sur les missions et les entités a été transformée en une organisation plus en réseau, axée sur le processus de partage de données. Nous avons réalisé une étude d'évaluation de cette configuration avec toutes les parties prenantes.

#### **Méthode :**

Nous avons évalué ce dispositif auprès

- des infirmiers chefs de postes de toutes les 87 structures sanitaires (SS) publiques des trois districts sanitaires (DS) ;
- des médecins-chefs et des gestionnaires de données de ces trois districts ;
- des trois gestionnaires de données des directions régionales de la santé (DRS) de ces DS ;
- et dans trois directions centrales (DC) du ministère de la santé (MS) qui sont les utilisatrices de la plateforme.

L'enquête a été réalisée de février à avril 2016. L'ensemble des questions portaient sur l'utilisation du dispositif tout au long de l'année 2015. Nous avons adopté le modèle de l'outil « Tool for Assessing Level of Information » (TALI) développé par « Health Information Systems Project » d'Afrique du Sud. Cet outil est structuré en trois paliers : le fonctionnement du système d'information, l'analyse de l'information, et l'utilisation de l'information. Nous avons adopté les étapes d'évaluation des systèmes d'information médicale utilisées par AnnFruhling et Stacie Petter. Une échelle de Likert à sept options de choix a été utilisée pour la majorité des items du questionnaire. Une question ouverte de satisfaction clôturait les items de chaque palier.

**Résultats :**

Pour le fonctionnement correct du dispositif, il y avait « rarement » ou « jamais » : une transmission des données en dehors des délais ; un défaut de couverture du réseau ; une transmission incomplète des données ; ou une absence de transmission de données dans une semaine. Dans 73,6 % des structures sanitaires, il y avait une absence de feedback. L'information était souvent analysée et discutée au niveau des DS. Les courbes de tendances des tableaux de bord dont tous les acteurs avaient accès ont permis aux trois DRS et aux trois DC d'identifier les alertes épidémiologiques de méningites et de rougeole. Les indicateurs étaient « toujours » utilisés pour l'élaboration des plans d'actions au niveau des DS, mais « jamais » utilisés au niveau des DRS et des trois DC. La majorité (54 %) des SS avaient souhaité un accès aux informations des autres SS à travers l'application mobile. Des formations continues avaient été demandées par 37 % des structures. Certains agents des SS (14 %) avaient exprimé un besoin d'une plus grande implication des DS, des DRS et du MS.

**Conclusion :**

Les résultats de cette étude ont montré que le dispositif de surveillance par la téléphonie mobile au Burkina a permis d'identifier des alertes épidémiologiques. L'insuffisance d'implication des premiers acteurs constitue un frein pour améliorer la transmission des données dans les délais et le suivi du fonctionnement correct des dispositifs mobiles.

**Mots clés :** Téléphone mobile ; Surveillance épidémiologique

### **3.3. Initiative cartographique du paludisme pour les décideurs**

Ce projet a eu pour finalité dans sa phase pilote de mettre en place une maquette opérationnelle, visant à expérimenter la faisabilité et l'utilité d'un outil de cartographie pour l'aide à la décision des cas de paludisme dans la région sanitaire du centre. Tous les cinq (5) districts sanitaires de cette région ont été inclus dans le projet. Cet outil était accessible à tous les niveaux de la pyramide sanitaire de la région sanitaire du centre via une interface web.

L'objectif était de donner des éléments techniques et scientifiques au ministère de la santé pour développer et maintenir la surveillance épidémiologique sur des bases cartographiques.

Cette cartographie permettait la saisie des données du paludisme provenant du Télégramme Lettre Officiel Hebdomadaire (TLOH) des 101 formations sanitaires publiques de la région du centre, ainsi que des données météorologiques hebdomadaires (pluviométrie et nombre d'épisode de pluie, température minimale et maximale, humidité minimale et maximale de l'air) observées et prédites, pour la mise en place de modèle de prédiction des cas de paludisme.

### 3.3.1. Méthodologie

La mise en place de la cartographie a été faite en trois étapes en utilisant les données historiques réelles de 2016 de la région sanitaire du centre (les cas de paludisme et les données de la météorologie) :

a) Dans un premier temps il a été effectué une modélisation prévisionnelle de l'incidence du paludisme avec le logiciel R en utilisant le package shiny de RStudio ; Ce package permet de créer une application web avec R et de faire des modèles visuels de prédiction, tous deux interactifs (86). Une application Shiny est composée de deux fichiers : **ui.R** qui définit l'interface, et **server.R** qui définit la logique de l'application. Les deux parties communiquent via les objets **input** (avec un ensemble de contrôles prédéfinis tels que : valeur numérique, case à cocher, texte, liste déroulante...) et **output** (propose des fonctions gérant l'affichage des résultats par exemple table, graphique, texte...) (87) (88). Les étapes suivantes ont été suivi pour cette modélisation :

- une étude globale des séries temporelles de l'incidence du paludisme et des données météorologique (nombre d'évènements pluvieux, cumul de pluie, températures minimum et maximum, humidité minimum et maximum).
- une étude des décalages par cross correlation function (CCF) après modélisation par la moyenne mobile intégrée autorégressive (autoregressive integrated moving average : ARIMA) ;
- une application des décalages sur le tableau de données ;
- un calibrage d'un modèle régional, par Generalized Additive Model (GAM) et prévision régionale ;
- un calibrage d'un modèle pour chaque centre de santé, par GAM avec spatialisation, et prévision pour chaque CSPS.
- Nous avons par la suite implémenté une cartographie visuelle interactive avec shiny et Rstudio serveur (voir figure 7 pour la structure de la base de données). Cette implémentation a permis de mettre en évidence la faisabilité technique pour générer les cartes en temps réel avec la programmation R. Des interfaces personnalisées ont été créées pour chaque district sanitaire et pour le service de la météorologie pour entrer les données hebdomadairement.

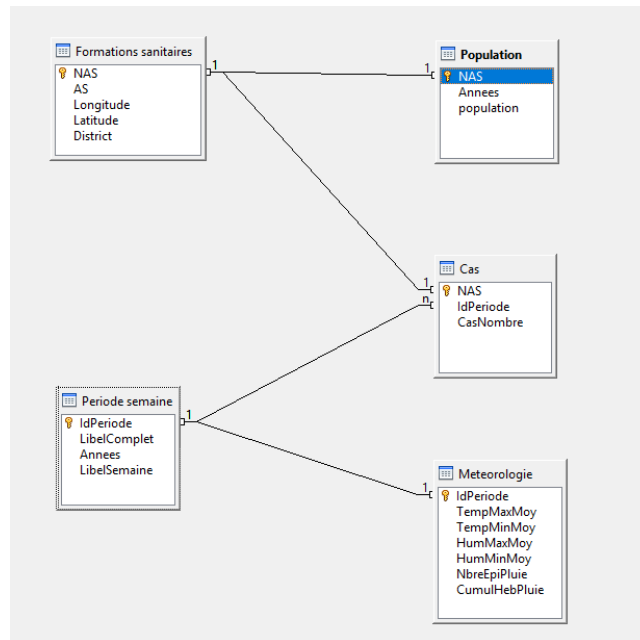


Figure 7 : Structure de la base de données de la cartographie des données du paludisme et de la météorologie.

b) En deuxième étape un cahier des charges a été élaboré, et l'élaboration d'un guide d'utilisation a constitué la troisième étape. Le cahier des charges donnait la présentation du projet ; les objectifs ; les contraintes ; les attributions des acteurs (université d'Aix-Marseille, le ministère de la santé du Burkina et le service de la météorologie) ; la structure de la base et l'aperçu des interfaces de saisie (voir en annexe 7 le cahier des charges). A la suite du cahier des charges nous avons travaillé avec les CISSE des cinq districts sanitaires pour une harmonisation des outils de collecte des données hebdomadaires avant de concevoir un formulaire en ligne pour la saisie des données météorologiques et de paludisme. Un guide d'utilisation succinct et concis a été élaboré pour accompagner tous les acteurs dans l'appropriation de la plateforme (saisie des données, manipulation interactive de l'outil). Voir annexe 8 pour le guide d'utilisation en annexe

### 3.3.2. Résultats

Des interfaces de connexion et d'identification ont été implémentées. L'interface de connexion était hébergée sur un serveur web et accessible depuis le site Web du SESSTIM. Après identification, chaque district sanitaire procédait à la saisie et la validation des données sur la plateforme (Voir guide d'utilisation en annexe 8 pour la succession des écrans permettant la saisie des données). Les cartes d'incidence hebdomadaire des 101 formations sanitaires de la région du centre du Burkina Faso sont générées automatiquement après la saisie, ainsi que les courbes épidémiologiques associées à chacune de ces formations sanitaires. Avec les données historiques (2011-2016), une cartographie dynamique

hebdomadaire de l'incidence (/10 000 personne-semaine) du paludisme pour chaque formation sanitaire des cinq districts sanitaires de la région sanitaire a été implémentée (voir figure 8). Un curseur permettait de sélectionner les données d'une semaine et de l'année à visualiser sur la carte. Un menu déroulant permettait à tous les utilisateurs de la plateforme de choisir une formation sanitaire pour visualiser spécifiquement la courbe de tendance de l'incidence du paludisme (en rouge) à l'échelle de toutes les semaines (en cours et précédentes) des périodes précédemment sélectionnées. Le numéro de la formation sanitaire choisi apparaissait en rouge sur la carte (permettant de la localiser sur la carte). Tous les utilisateurs de la plateforme avaient accès librement aux informations de la cartographie dynamique à l'échelle des formations sanitaires.

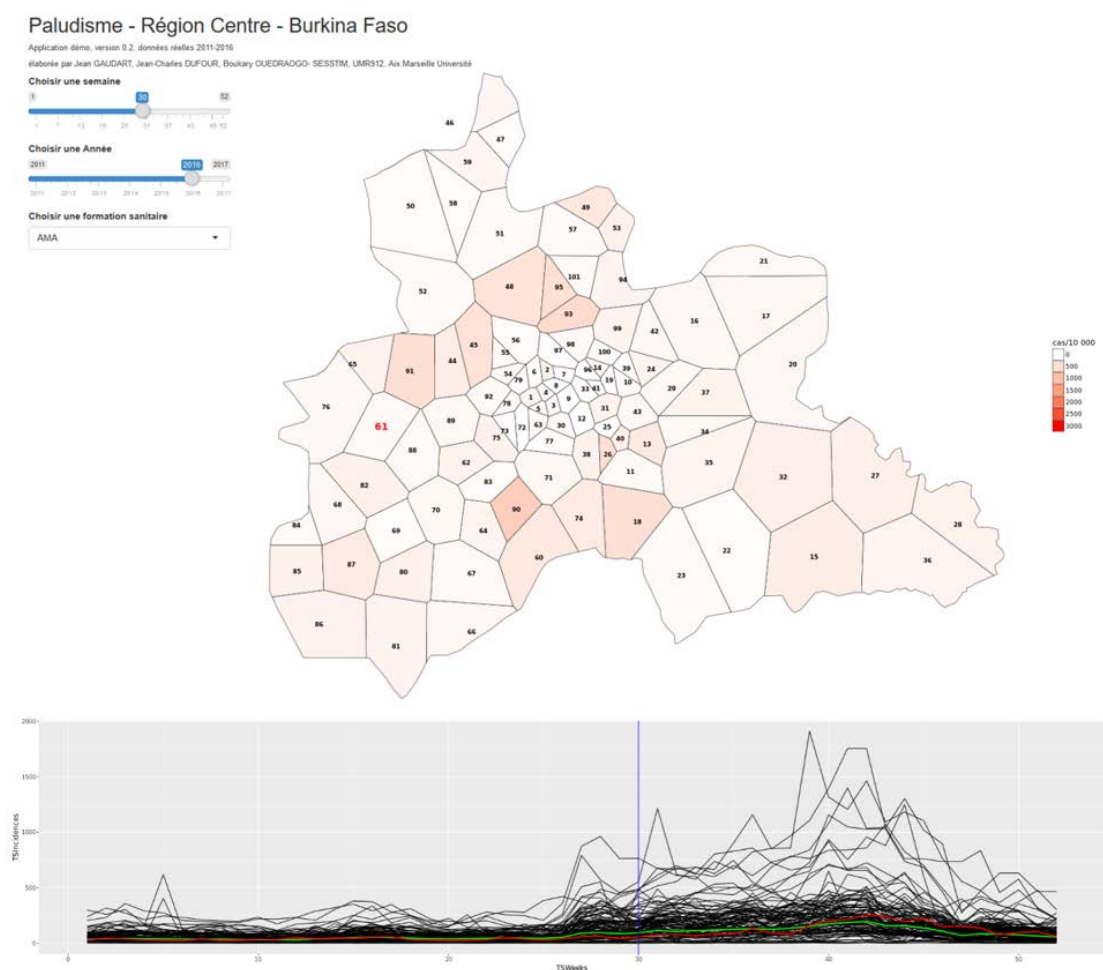


Figure 8 : Cartographie de l'incidence (/10 000 personne-semaine) du paludisme avec les données historiques de 2016.



### 3.3.3 Commentaires

L'absence de saisie de données par les agents de la météorologie n'a pas permis de tester le modèle prédictif de l'incidence du paludisme en fonction des variables météorologiques. Toutes les relances et interpellations n'ont pas permis d'avoir même une seule semaine de saisie de données.

La saisie des données par les 5 districts sanitaire (Baskuy, Boulmiougou, Bogodogo, Sig-Nonghin et Nongremasson, voir figure 9) n'était pas régulière. Les districts sanitaires de Baskuy, de Sig-Noghin et de Nongrmasson étaient plus ou moins réguliers dans la saisie (avec respectivement 40, 39 et 32 semaines de saisies sur les 52 semaines de l'année 2017). Les DS de Bogodogo et de Boulmiougou ont toujours présenté des insatisfactions avec respectivement 10 semaines et 2 semaines de saisies. Ces insuffisances nous ont conduit à entreprendre des actions correctrices par des entretiens individuels, envoies de mails avec des appels téléphoniques. Lors des entretiens, seul le DS de Boulmiougou sur les 5 avait signalé des difficultés de connexion et de remplissage des champs. Ce dernier a donc reçu un accompagnement adéquat pour la transmission régulière des données. Malgré cet appui, c'est le seul DS qui n'a pas transmis plus de 2 fois les données. Nous avons émis l'hypothèse d'une absence d'adhésion et de suivi pour les DS de Bogodogo et de Boulmiougou.

Nous avons élaboré un questionnaire qualitatif pour évaluer le processus de collecte des données et l'utilisation de la plateforme auprès de tous les acteurs en milieu d'implémentation (voir annexe 9 la grille du questionnaire administré au niveau district sanitaire). La grille a été transmise à l'ensemble des 5 districts, au programme national de lutte contre le paludisme, à la direction de lutte contre la maladie (actuel DPSP), aux infirmiers chefs de poste des 101 formations sanitaires et à la directions générale de la météorologie. Au cours du processus de collecte et d'échange, seuls les infirmiers chefs de poste des 10 FS du district sanitaire de Baskuy, le médecin-chef et le CISSE du DS de Baskuy, et le programme national de lutte contre le paludisme (PNLP) ont apporté des réponses aux questionnaires qui leur ont été soumis. Les résultats de l'analyse préliminaires ont permis de savoir que l'outil n'était pas pleinement utilisé par les formations sanitaires qui transmettent les données au district pour la prise de décision. Aussi, l'instabilité de la connexion internet ne les permettait pas d'afficher la cartographie sur leurs téléphones qui étaient les principaux outils qu'ils utilisent pour se connecter. Pour les responsables du DS de Baskuy, la saisie des données de cartographie entraîne une modification des pratiques car il y'a une double transmission de l'information. Le circuit traditionnel de remontée des données fonctionnant en parallèle. Ils ont émis le souhait d'intégrer les outils pour alléger le travail des CISSE. Cela pourrait expliquer la réticence et l'insuffisance de saisie constatée dans les autres DS. Il faudra par conséquent un regroupement de toutes les sources de collecte de données disponibles pour un souci d'efficacité et d'efficience (89) (90). Pour le PNLP, la cartographie vient en appui au bulletin hebdomadaire déjà existant, et contribuera à améliorer la qualité des indicateurs et de prévoir les stocks de médicaments et des intrants de diagnostic. Le PNPL a souhaité sa pérennisation, mais les multiples sollicitations infructueuses de la direction générale de

la santé et des autres districts n'ont pas permis l'appropriation du dispositif par le ministère de la santé.

Cette étude sur la mise en œuvre de la cartographie dynamique de suivi du paludisme a mis en évidence l'existence de défaillances sur les plans organisationnel et participatif au niveau du ministère de la santé. Les résultats de l'évaluation montrent qu'une réelle utilisation (pour l'aide à la décision) du dispositif et une participation des autorités pour analyser les insuffisances (absence de transmission des données, insuffisance d'exploitation des données de cartographies, résistance aux changements, problème de connexion internet...) et apporter des solutions sont déterminant pour la réussite des projets de système d'information. Les différents partenaires techniques et financiers peuvent favoriser et faciliter des solutions concrètes, simples et durable, pour peu que l'autorité publique montre que cela fait partie réellement des priorités du pays. Notre contribution durant la même période pour accompagner le Burkina Faso pour faire des cartographies d'aide à la décision pour l'épidémie de dengue pourrait expliquer le manque d'attention aux difficultés de la cartographie d'aide à la décision pour le paludisme.

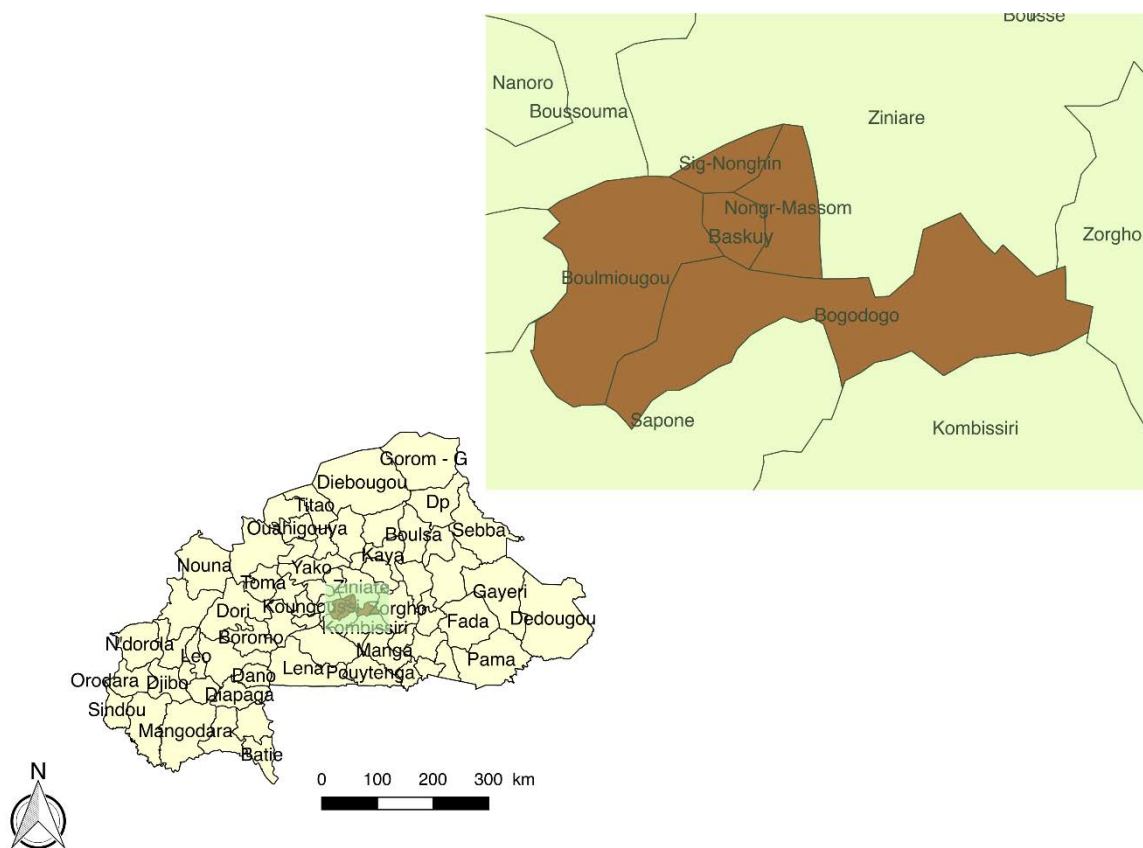


Figure 9 : Position géographique des 5 districts sanitaires sur la carte sanitaire du Burkina Faso

## 4. Discussion et perspectives

### 4.1 Organisation du système national d'information sanitaire au Burkina Faso

Malgré la relecture des organigrammes, l'organisation de type pyramidal (organisation des soins et organisation administrative) du système de santé n'a pas subi de changement. Le circuit de l'information sanitaire calqué sur l'organisation pyramidale des soins permet d'assurer en outre une meilleure gestion des risques en produisant de l'information structurée pour la planification opérationnelle et décisionnelle. Le respect du rôle des acteurs du niveau opérationnel (les agents de santé communautaires, des centres de santé, des districts sanitaires et des hôpitaux) dans la production de l'information sanitaire facilite la prévention des événements indésirables (telles que la survenue d'épidémies ou l'apparition de nouvelle maladie) et la continuité des soins en évitant les ruptures dans la prise en charge des malades (référence des malades du niveau inférieur vers celui supérieur). Cette gestion participative de l'information à tous les niveaux de la pyramide, selon le degré d'implication et de besoins de l'information des acteurs participe à la bonne gouvernance des systèmes d'information. Cette gouvernance permet en amont d'harmoniser, de coordonner et de mettre en cohérence tous les systèmes d'information informatisés. Elle permet de garantir une production régulière de statistiques harmonisées et coordonnées, et d'améliorer la connaissance et l'accès à des données fiables et exactes.

Cependant toutes les informations collectées ne suivent pas le circuit normal recommandé précédemment. C'est le cas par exemple des données collectées par le dispositif REC (Registre Electronique de Consultation). Les données sont collectées à partir des centres de santé et elles sont rendus disponibles au niveau du ministère sans vérification et validation aux niveaux districts et régions sanitaires. Il n'y pas de processus de contrôle et de validation en amont avant leur mise à disposition pour analyse et prise de décision au niveau central. Cette transmission parallèle qui court-circuite le flux normal de transmission de l'information des paliers de la pyramide sanitaire ne permet pas d'avoir des données de qualité et pourrait entraîner des prises de décisions non adaptées. Certaines informations sensibles pourraient également échapper au contrôle si les mécanismes de contrôle et de validation de l'information ne sont pas respectés.

L'absence de saisie des données de surveillance dans l'entrepôt de données au niveau des districts sanitaires ne permet pas une bonne historisation et archivage des données. En effet, la compilation et le stockage des données du TLOH sont faits avec à travers des classeurs Excel. Il n'est donc pas possible de faire un traitement automatique des données et d'avoir des tableaux de bords d'aide à la décision en temps réel des données du TLOH. Le projet « Initiative de Baskuy » se révèle donc comme une opportunité pour améliorer

la gestion des données de surveillance et faciliter leur intégration dans l'entrepôt de données. Ce projet mérite d'être consolidé progressivement par la mise en place d'un plan de passage à l'échelle dans un délai raisonnable. Il permettra de faire une surveillance active avec des données exhaustives, complètes qui permettent d'alerter rapidement sur les problèmes de santé aigus. Les données de surveillance ainsi disponibles pourront être utilisées, divulguées et conservées à des fins légitimes de santé publique.

## **4.2 Amélioration du système de surveillance épidémiologique et initiative cartographique**

Le processus de mise en place du système de surveillance cartographique a connu quelques insuffisances par défaut d'implication de l'autorité administrative :

- Malgré nos multiples relances, la direction générale de la météorologie n'a pas facilité la saisie des données hebdomadaires de météorologie. Pourtant, avant le démarrage effectif de l'activité, l'assurance avait été donnée que la remontée des données serait régulière après l'opérationnalisation de la plateforme. Cette assurance avait occasionné d'une part la recherche et l'essai de modèles prédictifs sur les données historiques, et d'autre part l'implémentation de l'interface de saisie personnalisée pour la direction de la météorologie. Malheureusement, l'absence d'information n'a pas permis de tester les analyses prédictives des cas de paludisme en fonction des données de la météorologie.
- Au niveau du ministère de la santé, il y'avait une insuffisance d'implication des premiers responsables pour faciliter la transmission continue des données sur la plateforme et son appropriation de la base de données après la phase de test qui a débuté en janvier 2017 et qui s'est achevée le 31 décembre 2017. Les relances et interpellation envers le point focal du ministère de la santé étaient souvent accompagnées de saisies ponctuelles pour certains DS.

Ce projet d'aide à la décision et de cartographie, définis en collaboration avec les premiers acteurs, n'a pas toujours atteints les résultats escomptés, nous avons constaté une absence de saisie de données récurrentes par les districts sanitaires. Cette insuffisance laisse présager la non utilisation de l'outil de suivi cartographique des cas de paludisme hebdomadaire par les acteurs du ministère de la santé pour l'aide à la décision. La conjugaison de ces constats permet de se poser la question à savoir si le dispositif de cartographie a été utile et opportun pour l'analyse et l'aide à la décision ?

Il y avait donc une insuffisance d'implication de tous les niveaux de la pyramide sanitaire au cours du déploiement, de la remontée des données et de l'utilisation des plateformes dans le projet « initiative de Baskuy » et dans l'initiative cartographie pour le paludisme. Ces insuffisances pourraient engendrer de nombreuses conséquences. Une des

conséquences est le risque<sup>1</sup> d'échec plus important des projets informatiques par un effet domino descendant du niveau central vers les formations sanitaires avec pour corolaire la non transmission des données, l'absence d'utilisation des plateformes pour l'aide à la décision. Une autre conséquence pourrait être la réticence des partenaires à soutenir les initiatives futures. En effet, ces deux projets ont été portés sur les fonds baptismaux par le SESSTIM (Aix-Marseille Université) depuis 2013. Cette université pourrait se poser légitimement la question de savoir si ces projets soutenus sont des priorités pour le ministère de la santé ? Si oui, quels sont les facteurs explicatifs des insuffisances ? comment surmonter les difficultés et insuffisances constatées et rendre pérennes ces différentes expériences ?

Plusieurs facteurs peuvent expliquer ces insuffisances :

i) la faible concentration des acteurs après l'opérationnalisation des différents dispositifs. En effet, ils avaient manifesté un engouement jusqu'au niveau des premiers responsables du ministère de la santé et du service de la météorologie. La survenue de l'épidémie de dengue après la mise en place de l'initiative cartographique a contribué à une réorientation des acteurs politiques et pourrait expliquer l'insuffisance d'adhésion au projet de cartographie du paludisme. Aussi, la sollicitation du ministère de la santé pour aider à élaborer une cartographie hebdomadaire d'aide à la décision pour la dengue permet de consolider cet argumentaire.

ii) la résistance aux changements des acteurs opérationnels qui sont réticents à une évolution vers un système d'information plus largement informatisé. C'est le cas de certains districts sanitaires au cours de l'initiative cartographique pour le paludisme. Les multiples appuis à certains acteurs (sur leurs requêtes, comme le DS de Boulmiougou) n'ont pas permis d'améliorer la collecte des données et aucun signe d'effort patent n'a été constaté pour améliorer la transmission. De même, l'appui conséquent apporté aux acteurs du service de la météorologie n'a pas eu l'effet escompté car aucune saisie n'a été effectuée depuis le démarrage de l'activité. Il aurait été probablement nécessaire de mettre en œuvre une démarche de conduite du changement plus étoffée. Cela n'a pas pu être réalisé dans le cadre de cette expérimentation qui n'avait pas de moyen financier spécifique.

Les éléments justifiant la résistance aux changements peuvent être dus à : l'insatisfaction technique (connexion internet insatisfaisante pour exploiter la cartographie en ligne), l'insatisfaction fonctionnelle (fonctions ou informations manquantes) ou l'ergonomie non adaptée (interface non adaptée aux acteurs) ; ou aux acteurs eux-mêmes comme les attitudes et perceptions individuelles pour utiliser les différents dispositifs. Les différents projets n'ont pas modifié les fonctions et attributions des acteurs car l'organisation du circuit de l'information a été respectée. Par conséquent, cette résistance ne pourrait pas

---

<sup>1</sup> Le 'risque' est défini comme « la possibilité qu'un projet ne s'exécute pas conformément aux prévisions de dates d'achèvement, de coût et de spécifications, ces écarts par rapport aux prévisions étant considérés comme difficilement acceptables voire inacceptables » (91)

être liée à l'organisation car il n'y a pas de modification de la division du travail, la coordination, la collaboration et la coopération entre les acteurs.

iii) l'insuffisance d'implication des autorités des ministères de la santé. Il y avait peu d'animation et de pilotage de ces projets par ces derniers qui sont maîtres d'ouvrage. L'opportunité de ces projets et l'expression fonctionnelle des besoins sont de leur essor, ainsi cette insuffisance pourrait renforcer la résistance aux changements du niveau inférieur.

Les efforts futurs de consolidation et d'amélioration devront se concentrer naturellement sur les insuffisances des présents projets, la mesure et l'analyse de ces insuffisances, et rechercher les solutions potentielles pour leurs réussites. L'absence d'une conduite de projet rigoureuse et constate, l'implication insuffisante de la maîtrise d'ouvrage et la résistance aux changements insuffisamment prise en compte constituent le plus souvent les principaux facteurs bloquant des projets d'informatisation.

Une des solutions pour faire face à la résistance aux changements est d'impliquer activement les acteurs, comprendre leurs besoins par le changement, et de prendre activement des mesures pour résoudre leurs problèmes. Des phases ont été proposées pour soutenir le changement (92) : a) Définir le besoin et la nécessité d'apporter des améliorations ; b) Créer et communiquer un but unificateur ; c) Identifier les alliances de travail formelles et informelles et assurer l'adhésion des acteurs ; d) Créer un plan d'action ; e) Autoriser les acteurs à agir et prendre des initiatives ; f) Créer des opportunités pour de petites réalisations significatives ; g) Développer les accomplissements et terminer les activités de changement inachevées ; h) Renforcer et valoriser la nouvelle approche (étudier et publier les meilleures pratiques des acteurs par exemple).

Une étude récente basée sur des études de cas réels de la mise à l'échelle de l'implémentation de solution informatique pour la gestion de données en santé dans les pays en voie de développement a identifié cinq domaines d'intérêt clés essentiels pour la réussite des projets numériques en santé (93):

i) les caractéristiques intrinsèques de l'initiative doivent offrir des avantages tangibles pour répondre à un besoin non satisfait, avec la participation des utilisateurs finaux dès le début de l'initiative. Par exemple en 2010 au Ghana (94), une initiative de télémédecine reposait sur l'utilisation des téléphones mobiles par les agents de santé communautaires (utilisateurs finaux) dans les communautés et districts sanitaires éloignés. Cette initiative a été présentée comme un exemple réussi de mise à l'échelle de solution informatique en santé car la couverture nationale des services de télémédecine devrait être possible d'ici 2019, aussi, elle permet de réduire le nombre de transferts évitables de malades vers les hôpitaux.

ii) toutes les parties prenantes doivent être mobilisées, formées et motivées pour mettre en œuvre l'initiative, Les utilisateurs finaux doivent être préparés à adopter et à utiliser pleinement la solution de santé numérique. A titre d'exemple de projet réussi au Ghana

était celui d'un projet communautaire d'amélioration de l'hypertension dans la région orientale du Ghana. La plateforme offrait une formation aux agents de santé communautaires pour dépister l'hypertension et fournir à leurs clients une éducation thérapeutique et des informations sanitaires adéquates sur l'hypertension via la téléphonie mobile (93) (95).

iii) la composante technique du projet d'information devrait être fondée sur la simplicité, l'interopérabilité et l'adaptabilité. Deux exemples de projets réussis peuvent être retenus : au Sénégal (96) , le projet mDiabète fournit des conseils de santé aux patients diabétiques ; au Burkina Faso depuis 2016, le projet mHealth met à contribution les agents de santé communautaire pour la transmission par SMS des données de prise en charge à domicile. Le choix de la technologie doit être aligné avec la possibilité de son interaction avec les autres solutions numériques qui sont utilisées pour la collecte et la gestion des données.

iv) l'environnement politique dans lequel le projet d'informatisation des activités de santé est censé fonctionner, où l'alignement sur la politique de soins de santé au sens large est essentiel, tout comme le financement durable qui soutiendra la maintenance à long terme, y compris le financement du secteur privé le cas échéant. L'absence de politiques et de normes solides en matière de projet informatisé dans le domaine de la santé rend difficile la conception de solutions à grande échelle. A titre d'exemple, les services ghanéens de télémédecine ont bénéficié d'un partenariat public-privé qui a fourni à la fois le financement et l'expertise pendant la phase de mise en place et la phase pilote, après quoi l'appropriation locale a été pleinement établie. (93)

v) l'écosystème extrinsèque devrait être pris en compte, y compris la présence de l'infrastructure appropriée pour soutenir l'utilisation des initiatives numériques à l'échelle. A titre d'exemple, la mise en place de plateforme électronique tributaire de la couverture en réseau internet ou GSM doit prendre en compte leur disponibilité ou non dans la phase d'extension ou de passage à l'échelle.

# Conclusion

Les outils de système d'information de remontée doivent être implementés en fonction des priorités et avoir une pleine participation des acteurs du ministère de la santé. Les partenaires techniques et financiers viennent ainsi en appui à la vision impulsée par les autorités gouvernementales. C'est dans cette lancée que la mise en place des dispositifs de surveillance épidémiologiques au Burkina a été guidée par les besoins exprimés par les autorités du ministère de la santé après l'expérimentation réussie du projet « Initiative de Baskuy ». Les difficultés enregistrées au cours de la mise en place des systèmes de surveillance au cours de ce travail de thèse nous suggère une analyse du milieu interne (dégré d'implication des acteurs à tous les niveaux du système de santé, identifier les facteurs liés à la résistance aux changements, l'impact des projets informatiques existants, contraintes techniques et logistiques...) et externe (priorités du pays en système d'information, dégré d'implication des autorités du pays, les opportunités et les contraintes nationales, urbanisation du système d'information national...). Cette analyse permettra d'assurer un véritable ancrage institutionnel et de réduire par anticipation l'impact négatif des facteurs exogènes dans le processus d'informatisation de la surveillance épidémiologique. Cet ancrage institutionnel solide des projets de système d'information est capital pour la réussite des projets informatiques d'envergure nationale. Cet ancrage permettra de soutenir la mobilisation et la coordination des acteurs engagés dans la collecte, mais également l'accès aux bases de données, l'analyse, la dissémination et l'utilisation des données. Les structures en charge de la coordination de cet ancrage doivent jouer pleinement leur rôle pour recadrer et/ou suspendre la mise en place de projets verticaux qui ne rentrent pas dans le champ d'action des priorités du pays (97) (98).

Notre travail a montré qu'un système de SEpi, comme ceux basés sur la téléphonie mobile, doit être obligatoirement intégré au système national. Trop souvent les acteurs extérieurs imposent et décident de la mise en place d'un SI, sans réelle concertation avec les utilisateurs et responsables, sans intégration au système national, sans réflexion à long terme, sur le fonctionnement, les coûts, les développements. Les utilisateurs et les responsables ne doivent pas être considérés comme des « utilisateurs-clients » mais s'approprier le dispositif, des acteurs réels du système tant dans sa mise en place que dans le maintien, le développement et l'analyse.

L'exemple de la variation spatio-temporelle du paludisme a montré que des facteurs non sanitaires, en l'occurrence environnementaux, impactent sur la survenue d'épidémies. Il est donc nécessaire, pour avoir une vision de la situation épidémiologique dans un contexte de décision nationale, d'intégrer dans un SI épidémiologique, ces facteurs pour optimiser l'analyse et la SEpi. Par ailleurs, il est indispensable, pour une analyse utile



d'une situation épidémiologique, d'avoir, en temps réel, des échelles spatiales et temporelles très fines.

Le succès du développement d'un SI réside principalement dans l'implication des autorités à chaque niveau hiérarchique. Sans politique de SIS décidée au plus haut niveau, structurée et activement coordonnée, toute mise en œuvre d'un nouvel outil (tablette, téléphonie mobile etc.) est vouée à l'échec, quel que soit le budget alloué.

Il faut sortir de la tradition de bilan/rapport annuels qui n'analyse que des informations agrégées passées, déconnecté du SI national, pour entrer dans la SEpi 2.0 en temps réel, réactive, intégrée dans un SIS structuré et coordonnée nationalement.

# Bibliographie

1. Organisation Mondiale de la Santé. Améliorer les données pour la politiques : Renforcer les systèmes d'informations sanitaires et d'enregistrement de l'état civil [Internet]. 2013 juin p. 16. Available from: [http://www.wpro.who.int/southpacific/pic\\_meeting/2013/documents/PHMM\\_PIC10\\_5\\_HIS\\_Fr.pdf](http://www.wpro.who.int/southpacific/pic_meeting/2013/documents/PHMM_PIC10_5_HIS_Fr.pdf)
2. Elysee S. La surveillance épidémiologique : méthodes, avantages et limites [Internet]. Santé conjugée; 2013 Juillet p. 65–72. Report No.: 65. Available from: [https://www.maisonmedicale.org/docrestreint.api/5255/073bf0d072e1ccb0e190946d95ac7158d0e0d5ef/pdf/sc65\\_cahier\\_def\\_somasse.pdf](https://www.maisonmedicale.org/docrestreint.api/5255/073bf0d072e1ccb0e190946d95ac7158d0e0d5ef/pdf/sc65_cahier_def_somasse.pdf)
3. Fieschi M. Traitement des données en santé: approches systémiques,. 2018.
4. Bertalanffy L von, Chabrol J-B. Théorie générale des systèmes. Paris: Dunod; 2012.
5. Encyclopédie Wikipédia. Système d'information [Internet]. 2018 Aug. Available from: [https://fr.wikipedia.org/wiki/Système\\_d%27information#cite\\_note-1](https://fr.wikipedia.org/wiki/Système_d%27information#cite_note-1)
6. Legrenzi C, Gapaillard C. Les nouveaux schémas directeurs des SI gouvernance, valeur et stratégie. Paris: Hermes sciences publ. : Lavoisier; 2013.
7. Bournaud I, Druart G, Petitgand E. DCG épreuve 8: systèmes d'information de gestion. 2012.
8. Organisation Mondiale de la Santé. Protocole d'évaluation des Systèmes nationaux de Surveillance et de Riposte concernant les Maladies transmissibles [Internet]. OMS; 2001 [cited 2018 Jun 19] p. 124. Report No.: WHO/CDS/CSR/ISR/2001.2. Available from: <http://www.who.int/csr/resources/publications/surveillance/whocdscsr20012f.pdf>
9. Organisation Mondiale de la Santé. Coordination de la surveillance épidémiologique entre Points d'entrée et Système nationaux de surveillance [Internet]. 2014 [cited 2018 Jun 24] p. 39. Report No.: WHO/HSE/GCR/LYO/2014.12. Available from: [http://www.who.int/ihr/lyon/surveillance/OMS\\_PoE\\_4V\\_1421\\_23fr.pdf](http://www.who.int/ihr/lyon/surveillance/OMS_PoE_4V_1421_23fr.pdf)
10. Camille P. Nouveaux outils et nouvelles données pour la surveillance des maladies infectieuses [Internet]. 2012 [cited 2018 Jun 24]. Available from: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00690501/document>
11. Organisation Mondiale de la Santé. Réunion sur les outils de gestion des épidémies [Internet]. OMS | Bureau Régional de l'Afrique; Available from: <http://www.afro.who.int/fr/news/reunion-sur-les-outils-de-gestion-des-epidemies>
12. Couleau-Dupont A. DCG épreuve 8: systèmes d'information de gestion : manuel & applications. 2016.

13. Ouedraogo B, Inoue Y, Kambiré A, Sallah K, Dieng S, Tine R, et al. Spatio-temporal dynamic of malaria in Ouagadougou, Burkina Faso, 2011–2015. *Malar J* [Internet]. 2018 Dec [cited 2018 Jun 19];17(1). Available from: <https://malariajournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12936-018-2280-y>
14. Ouedraogo B, Gaudart J, Dufour J-C. How does the cellular phone help in epidemiological surveillance? A review of the scientific literature. *Inform Health Soc Care*. 2017 Aug 22;1–19.
15. Laudon KC, Laudon JP. *Management information systems: managing the digital firm*. 2018.
16. Ministère de l'économie et des finances. Recensement général de la population et de l'habitation de 2006 [Internet]. Burkina Faso; 2008 p. 52. Available from: [http://www.insd.bf/documents/publications/insd/publications/resultats\\_enquetes/autres%20enq/Resultats\\_definitifs\\_RGPH\\_2006.pdf](http://www.insd.bf/documents/publications/insd/publications/resultats_enquetes/autres%20enq/Resultats_definitifs_RGPH_2006.pdf)
17. Banque Mondiale. Burkina Faso [Internet]. [cited 2018 Nov 13]. Available from: <https://donnees.banquemondiale.org/pays/burkina-faso>
18. Direction Générale de l'Information et des Statistiques Sanitaires (DGISS). The Global Fund, et Organisation Mondiale de la santé (OMS), « Enquête nationale sur les prestations des services de santé et la qualité des données sanitaires ». Ouagadougou, Burkina Faso: Ministère de la santé; 2013 juin.
19. Ministère de la Santé. Plan National de Développement Sanitaire (PNDS) 2011-2020. Ministère de la Santé; 2011.
20. Direction Générale des Etudes et des Statistiques Sectorielles. Tableau de bord 2015 des indicateurs de santé [Internet]. Ouagadougou, Burkina Faso; 2016 [cited 2017 Jul 9] p. 103. Available from: [http://cns.bf/IMG/pdf/tableau\\_de\\_bord\\_2015\\_ms\\_vf.pdf](http://cns.bf/IMG/pdf/tableau_de_bord_2015_ms_vf.pdf)
21. Institut National de la Statistique et de la Démographie. Alphabétisation et scolarisation [Internet]. Ouagadougou, Burkina Faso; 2015 Nov [cited 2018 Mar 21] p. 65. Available from: [http://www.insd.bf/n/contenu/enquetes\\_recensements/Enq\\_EM/Alphab%e9tisation\\_et\\_scolarisation.pdf](http://www.insd.bf/n/contenu/enquetes_recensements/Enq_EM/Alphab%e9tisation_et_scolarisation.pdf)
22. Institut National de la Statistique et de la Démographie. Profil de pauvreté et d'inégalités [Internet]. Ouagadougou, Burkina Faso; 2015 Nov [cited 2018 Mar 21] p. 90. Available from: [http://www.insd.bf/n/contenu/enquetes\\_recensements/Enq\\_EM/Profil\\_de\\_pauvrete\\_et\\_d\\_inegalite\\_en\\_2014.pdf](http://www.insd.bf/n/contenu/enquetes_recensements/Enq_EM/Profil_de_pauvrete_et_d_inegalite_en_2014.pdf)
23. International Telecommunication Union. *Measuring the Information Society Report*. Genève, Suisse: International Telecommunication Union; 2016.
24. Institut National de la Statistique et de la Démographie. Accès aux technologies de l'information et de la communication [Internet]. Ouagadougou, Burkina Faso; 2015 Nov [cited 2018 Mar 21] p. 47. Available from: [http://www.insd.bf/n/contenu/enquetes\\_recensements/Enq\\_EM/Acces\\_aux\\_TICs.pdf](http://www.insd.bf/n/contenu/enquetes_recensements/Enq_EM/Acces_aux_TICs.pdf)

25. Groupe Banque mondiale. Espérance de vie à la naissance, total (années) [Internet]. Washington, États-Unis; 2011. Available from: <https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/SP.DYN.LE00.IN?end=2015&start=2010>
26. Institut National de la Statistique et de la Démographie. Enquête Démographique et de Santé 2003 [Internet]. Ouagadougou, Burkina Faso: Ministère de l'Économie et du Développement; 2004 [cited 2017 Sep 22]. Available from: [http://www.aho.afro.who.int/profiles\\_information/images/3/33/Burkina-Faso-EDS-2003-fr.pdf](http://www.aho.afro.who.int/profiles_information/images/3/33/Burkina-Faso-EDS-2003-fr.pdf)
27. Ministère de la Santé. Annuaire statistique 2017 [Internet]. Ouagadougou, Burkina Faso; 2018 Juin [cited 2018 Jun 20]. Available from: [http://onsp-sante.bf/sites/default/files/publications/202/Annuaire%20MS%202017\\_Signé.pdf](http://onsp-sante.bf/sites/default/files/publications/202/Annuaire%20MS%202017_Signé.pdf)
28. Pour Une Approche Systematique Du Renforcement Des Systemes De Sante. World Health Organization; 2010.
29. Organisation mondiale de la Santé. Everybody's Business: Strengthening Health Systems to Improve Health Outcomes: WHO's Framework for Action. Genève, Suisse; 2007.
30. Carla A, Ties B. Les systèmes d'information sanitaire piliers de la santé publique [Internet]. Genève, Suisse: OMS; [cited 2018 Mar 19]. Available from: <http://www.who.int/bulletin/volumes/83/8/aboutabstract0805/fr/>
31. Altilia J-P d'. Système d'information sanitaire. Paris: L'Harmattan; 2005.
32. Camara G. Conception d'un système de veille épidémiologique à base d'ontologies: application à la schistosomiase au Sénégal [Internet]. 2013. 183 p. Available from: <https://books.google.bf/books?id=4dDUoAEACAAJ>
33. Desenclos J, Viso A. La sécurité et la veille sanitaire. In: Santé publique : états des savoirs. La découverte. Paris; 2010. p. 341–50.
34. Kouakou R J. Veille informationnelle et enjeu stratégique [Internet]. 2009 Sep 2 [cited 2018 Jun 24]. Available from: <http://moodle.izf.net/pluginfile.php/280/course/overviewfiles/VEILLE%20INFORMATIONNELLE.pdf?forcedownload=1>
35. wikipedia. Veille technologique [Internet]. 2018 juin [cited 2018 Jun 24]. Available from: [https://fr.wikipedia.org/wiki/Veille\\_technologique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Veille_technologique)
36. Rouach D. La veille technologique et l'intelligence économique. Paris: Presses universitaires de France; 2016.
37. wikipedia. Analyse spatiale. In [cited 2018 Mar 20]. Available from: [https://fr.wikipedia.org/wiki/Analyse\\_spatiale](https://fr.wikipedia.org/wiki/Analyse_spatiale)
38. Astagneau P, Ancelle T. Surveillance épidémiologique: principes, méthodes et applications en santé publique. Paris: Médecine sciences publications; 2011.

39. Dabis F, Desenclos J-C, Brücker G, Drucker J, Girard J-F, Salamon R. *Épidémiologie de terrain: méthodes et applications*. 2017.
40. Weltgesundheitsorganisation, editor. *Règlement sanitaire international: 2005*. 2. ed. Genève: Organisation Mondiale de la Santé; 2006. 89 p.
41. Toma B. *Glossaire d'épidémiologie animale*. 1.éd. Maisons-Alfort: Éd. du Point Vétérinaire; 1991. 362 p. (Médecine Vétérinaire).
42. B. D, P. H, B. T. *Élaboration et mise en place de systèmes de surveillance épidémiologique des maladies à haut risque dans les pays développés*. *Rev Sci Tech Int Epiz*. 2006;25(1):187–98.
43. Venot A, Burgun A, Quantin C. *Informatique médicale, e-Santé fondements et applications*. Paris: Springer Paris : Imprint : Springer; 2013.
44. *Plan stratégique du système national d'information sanitaire du Burkina Faso 2010-2020* [Internet]. Ouagadougou, Burkina Faso: Ministère de la santé; 2009 [cited 2017 Sep 22]. Available from: [http://www.sante.gov.bf/phocadownload/Textes\\_fondamentaux/Autres/plan\\_strategique\\_snis\\_2010-2020.pdf](http://www.sante.gov.bf/phocadownload/Textes_fondamentaux/Autres/plan_strategique_snis_2010-2020.pdf)
45. USAID. *Plan opérationnel de l'USAID pour la lutte contre le paludisme au titre de l'année fiscale 2015* [Internet]. Ouagadougou, Burkina Faso; 2015 [cited 2017 Sep 22]. Available from: [https://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=10&ved=0ahUKEwjyy\\_GIpbnWAhWCCChoKHb8IByEQFghmMAk&url=https%3A%2F%2Fwww.usaid.gov%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fdocuments%2F1860%2FBURKINA%2520FASO\\_FY%25202015%2520MOP-FRENCH.docx&usq=AFQjCNHvqRLOVmkY1BClhYwImpcM0lcI4A](https://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=10&ved=0ahUKEwjyy_GIpbnWAhWCCChoKHb8IByEQFghmMAk&url=https%3A%2F%2Fwww.usaid.gov%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fdocuments%2F1860%2FBURKINA%2520FASO_FY%25202015%2520MOP-FRENCH.docx&usq=AFQjCNHvqRLOVmkY1BClhYwImpcM0lcI4A)
46. Direction de la santé et de la famille. *Paquet d'activités de soins par niveau en faveur des personnes âgées* [Internet]. Ouagadougou, Burkina Faso: Ministère de la santé; [cited 2018 Mar 21]. Available from: [http://www.sante.gov.bf/phocadownload/Textes\\_fondamentaux/Autres/paquets%20dactivites%20sante%20pa.pdf](http://www.sante.gov.bf/phocadownload/Textes_fondamentaux/Autres/paquets%20dactivites%20sante%20pa.pdf)
47. Ministère de la santé. *Politique nationale de santé* [Internet]. Ouagadougou, Burkina Faso; 2011 p. 26. Available from: [http://www.sips.gov.bf/img\\_tmp\\_fichiers/MS-PS-2.pdf](http://www.sips.gov.bf/img_tmp_fichiers/MS-PS-2.pdf)
48. Direction des statistiques sectorielle. *Métadonnées des indicateurs du système national sanitaire (SNIS)* [Internet]. Ouagadougou, Burkina Faso: Ministère de la Santé; 2015 Mar [cited 2018 Feb 5] p. 232. Available from: [http://www.cns.bf/IMG/Metadonnees/Meta\\_donnees\\_SNIS.pdf](http://www.cns.bf/IMG/Metadonnees/Meta_donnees_SNIS.pdf)
49. O L. *Burkina Faso : Le FOSCAO plaide pour une augmentation de 2% par an du budget alloué à la santé* [Internet]. Ouagadougou, Burkina Faso: Lefaso.net; 2018 février [cited 2018 Mar 1]. Available from: <http://lefaso.net/spip.php?article82139>
50. Zida A, Gbangou A, Bocar K, ZOUBGA AD, Oumarou Z. *Soutenir l'utilisation des évidences scientifiques issues de la recherche pour l'élaboration des politiques dans les*

- systèmes de santé en Afrique [Internet]. 2011 [cited 2018 Jun 20] p. 40. Available from: <http://www.who.int/evidence/BurkinaPBalloctionsbudgetaires.pdf>
51. African Health Observatory. Informations, recherche, bases factuelles et connaissances sanitaires [Internet]. Brazzaville, Congo: World Health Organization; Available from: [http://www.who.int/profiles\\_information/index.php/Burkina\\_Faso:Health\\_information\\_research\\_evidence\\_and\\_knowledge/fr#R.C3.A9sum.C3.A9\\_d.27orientation](http://www.who.int/profiles_information/index.php/Burkina_Faso:Health_information_research_evidence_and_knowledge/fr#R.C3.A9sum.C3.A9_d.27orientation)
  52. Direction générale de la santé Direction de la prévention par les vaccinations. Revue approfondie du PEV 2009 Burkina Faso [Internet]. Ministère de la Santé, Burkina Faso; 2010 Juin [cited 2018 Jun 23] p. 166. Available from: [http://epivacplus.org/sites/default/files/articles/59\\_1-20100923-193124\\_0.PDF](http://epivacplus.org/sites/default/files/articles/59_1-20100923-193124_0.PDF)
  53. Direction de la nutrition. Enquête nutritionnelle nationale 2016 [Internet]. Ministère de la Santé, Burkina Faso; 2016 Décembre [cited 2017 Jun 23] p. 46. Available from: [https://www.humanitarianresponse.info/sites/www.humanitarianresponse.info/files/documents/files/smart\\_2016.pdf](https://www.humanitarianresponse.info/sites/www.humanitarianresponse.info/files/documents/files/smart_2016.pdf)
  54. Institut National de la Statistique et de la Démographie (INSD). Enquête démographique et de santé et à indicateurs multiples (EDSBF-MICS IV) [Internet]. 2011 Aout [cited 2018 Jun 23] p. 40. Available from: <https://dhsprogram.com/pubs/pdf/pr9/pr9.pdf>
  55. Direction Générale des Etudes et des Statistiques Sectorielles. Enquête nationale sur les prestations des services de santé et la qualité des données sanitaires. [Internet]. Ministère de la Santé, Burkina Faso; 2014 [cited 2018 Jun 23] p. 197. Available from: <http://apps.who.int/healthinfo/systems/datacatalog/index.php/catalog/50/download/152>
  56. Direction Générale de la Santé de la Population. Guide technique pour la surveillance intégrée de la maladie et de la riposte au Burkina Faso. Section 1-8. [Internet]. Ministère de la Santé, Burkina Faso; 2016 Oct [cited 2018 Jun 23] p. 215. Available from: [http://onsp-sante.bf/sites/default/files/publications/204/Guide\\_SIMR\\_2016\\_sect%201-8.pdf](http://onsp-sante.bf/sites/default/files/publications/204/Guide_SIMR_2016_sect%201-8.pdf)
  57. ICT Facts and Figures 2017 [Internet]. Genève, Suisse: Union Internationale de la Télécommunication; Available from: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/facts/default.aspx>
  58. Direction Générale de la Santé. Plan stratégique intégré de lutte contre les maladies non transmissibles 2014-2018 [Internet]. Ministère de la Santé, Burkina Faso; 2013 août [cited 2018 Jun 23] p. 67. Available from: <http://www.iccp-portal.org/system/files/plans/Burkina%20Faso%20-%20Plan%20Stratégique%20intégré%20de%20lutte%20contre%20les%20maladies%20non%20transmissibles%202014-2018.pdf>
  59. Organisation Mondiale de la Santé. Report on the status of major health risk factors for noncommunicable diseases: WHO African Region, 2015. [Internet]. OMS, Comité Régional de l'Afrique; 2015 [cited 2018 Jun 23] p. 73. Available from: [http://www.afro.who.int/sites/default/files/2017-06/15264\\_who\\_afr-situation-ncds-15-12-2016-for-web\\_0.pdf](http://www.afro.who.int/sites/default/files/2017-06/15264_who_afr-situation-ncds-15-12-2016-for-web_0.pdf)

60. Parlement Européen. L'Organisation mondiale de la santé au cœur de sa réforme. [Internet]. Union européenne; 2015 Oct [cited 2018 Jun 23] p. 8. Available from: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/571307/EPRS\\_BRI%282015%29571307\\_FR.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/571307/EPRS_BRI%282015%29571307_FR.pdf)
61. Organisation Mondiale de la Santé. Stratégie de Coopération [Internet]. Genève, Suisse; 2018 Mai. Available from: [http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/205680/ccsbrief\\_bfa\\_fr.pdf;jsessionid=051A63E4811D3CDC9A03507D3AECA91F?sequence=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/205680/ccsbrief_bfa_fr.pdf;jsessionid=051A63E4811D3CDC9A03507D3AECA91F?sequence=1)
62. Direction Générale de la Santé de la Population. Guide technique pour la surveillance intégrée de la maladie et de la riposte au Burkina Faso. Section 9. [Internet]. Ministère de la Santé, Burkina Faso; 2016 Oct [cited 2018 Jun 23] p. 215. Available from: [http://onsp-sante.bf/sites/default/files/publications/205/Guide\\_SIMR\\_2016\\_section%209.pdf](http://onsp-sante.bf/sites/default/files/publications/205/Guide_SIMR_2016_section%209.pdf)
63. Ridde V, Agier I, Bonnet E, Carabali M, Dabiré KR, Fournet F, et al. Presence of three dengue serotypes in Ouagadougou (Burkina Faso): research and public health implications. *Infect Dis Poverty* [Internet]. 2016 Dec [cited 2018 Jun 3];5(1). Available from: <http://www.idpjournals.com/content/5/1/23>
64. Organisation Mondiale de la Santé. Choléra, 2011 [Internet]. Genève; 2012 Aout [cited 2018 Jun 3] p. 15. Available from: [http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/241944/WER8731\\_32\\_289-303.PDF?sequence=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/241944/WER8731_32_289-303.PDF?sequence=1)
65. Organisation Mondiale de la Santé. Countries with risk of yellow fever transmission and countries requiring yellow fever vaccination [Internet]. 2016 [cited 2018 Jun 23] p. 4. Available from: [http://www.who.int/ith/ITH\\_Annex\\_I.pdf](http://www.who.int/ith/ITH_Annex_I.pdf)
66. Yaro S, Zango A, Rouamba J, Diabaté A, Dabiré R, Kambiré C, et al. Situation épidémiologique de la fièvre jaune au Burkina Faso de 2003 à 2008. *Bull Société Pathol Exot.* 2010 Feb;103(1):44–7.
67. Organisation Mondiale de la Santé. Eradication de la poliomyélite en Afrique [Internet]. Abidjan, Cote d'Ivoire: OMS | Bureau Régional de l'Afrique; 2015 [cited 2018 Jun 3]. Available from: <http://www.afro.who.int/fr/news/eradication-de-la-poliomyelite-en-afrique-le-burkina-faso-le-benin-les-iles-comores-et-sao>
68. BADOLO K. Burkina Faso : le ver de Guinée éradiqué [Internet]. Ouagadougou; 2015 Feb. Available from: <http://www.sidwaya.bf/m-4693-burkina-faso-le-ver-de-guinee-eradique.html>
69. Moloo A. Dracunculose (maladie du ver de Guinée): l'équipe internationale de certification évalue la déclaration d'élimination de la maladie au Kenya [Internet]. Genève, Suisse; [cited 2018 Jun 3]. Available from: [http://www.who.int/neglected\\_diseases/news/ICT\\_Kenya\\_2017/fr/](http://www.who.int/neglected_diseases/news/ICT_Kenya_2017/fr/)
70. Sante Actu. Filariose lymphatique : A la découverte d'une maladie négligée [Internet]. 2016 Déc [cited 2018 Jun 4]. Available from: <http://santeactu.bf/filariose-lymphatique-a-decouverte-dune-maladie-negligee/>

71. Rabo K. Burkina Faso: Maladie de la lèpre - "L'on peut guérir complètement [Internet]. 2017 Mar [cited 2018 Jun 4]. Available from: <http://fr.allafrica.com/stories/201703170292.html>
72. Organisation Mondiale de la Santé. Trypanosomiase humaine africaine (maladie du sommeil) [Internet]. Genève, Suisse; 2018 février [cited 2018 Jun 4]. Available from: [http://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/trypanosomiasis-human-african-\(sleeping-sickness\)](http://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/trypanosomiasis-human-african-(sleeping-sickness))
73. Organisation Mondiale de la Santé. Progrès réalisés vers l'élimination de la rougeole dans la région africaine d'ici à 2020 [Internet]. Victoria Falls, République du Zimbabwe: OMS, Comité Régional de l'Afrique; 2017 mai [cited 2018 Jun 4] p. 4. Report No.: AFR/RC67/INF.DOC/4. Available from: [http://www.afro.who.int/sites/default/files/2017-08/AFR-RC67-INF-DOC-4%20Progr%C3%A8s%20r%C3%A9alis%C3%A9s%20vers%20l%27%C3%A9liminati%20de%20la%20rougeole%20dans%20la%20R%C3%A9gion%20africaine%20d%27ici%20%C3%A0%202020\\_1.pdf](http://www.afro.who.int/sites/default/files/2017-08/AFR-RC67-INF-DOC-4%20Progr%C3%A8s%20r%C3%A9alis%C3%A9s%20vers%20l%27%C3%A9liminati%20de%20la%20rougeole%20dans%20la%20R%C3%A9gion%20africaine%20d%27ici%20%C3%A0%202020_1.pdf)
74. Organisation Mondiale de la Santé. Validation de l'élimination du tétanos maternel et néonatal au Burkina Faso, 2012 [Internet]. Genève, Suisse; 2012 Nov [cited 2018 Jun 4] p. 450–9. Available from: [http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/241991/WER8746\\_450-459.PDF?sequence=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/241991/WER8746_450-459.PDF?sequence=1)
75. UNICEF. Élimination du Tétanos maternel et néo-natal. 2010 juin.
76. Organisation Mondiale de la Santé. Élimination du trachome : accélérer les actions pour atteindre l'objectif de 2020 [Internet]. Alliance OMS pour l'élimination mondiale du trachome d'ici 2020; 2016 avril p. 28. Available from: [http://www.trachomacoalition.org/sites/all/themes/report-2016/PDF/GET2020\\_2016\\_FR.pdf](http://www.trachomacoalition.org/sites/all/themes/report-2016/PDF/GET2020_2016_FR.pdf)
77. Québec (Province), Ministère du développement durable environnement et parcs. Outil de compilation des données et de présentation des résultats du Protocole de caractérisation de la bande riveraine: outil élaboré dans le cadre du Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL). Québec: Développement durable, environnement et parcs; 2009.
78. CIL. Droit a l'information [Internet]. Commission de l'Information et des Libertés; [cited 2018 Oct 5]. Available from: <http://www.cil.bf/index.php/protection-de-vos-donnees/vos-droits/130-droit-a-l-information>
79. CNIL. Traitement de données à caractère personnel : obligations légales [Internet]. commission nationale de l'informatique et des libertés; Available from: <https://www.cnil.fr/fr/quelles-formalites-pour-les-traitements-de-donnees-de-sante-caractere-personnel>
80. Ouedraogo B. Mise en place d'un système informatisé de remontée des données de surveillance épidémiologique des formations sanitaires du District Sanitaire de Baskuy. Ouagadougou. Marseille, France: Aix Marseille Université; 2013 p. 46.



81. Doumtsop JGT, Khalef I, Diakite MLB, Boubker N. Epidémiologie des PFA et les performances du système de surveillance en Mauritanie de 2008 à 2012. *Pan Afr Med J.* 2014;18:305.
82. Lisa M L, Lawrence O G. Ethical Collection, Storage, and Use of Public Health Data A Proposal for a National Privacy Protection. *J Am Med Assoc.* 2009 Jul 1;302:82–4.
83. Renforcer la sécurité sanitaire grâce à la mise en oeuvre du RSI [Internet]. Bureau OMS de Lyon: OMS; [cited 2018 Mar 11]. Available from: <http://www.who.int/ihr/lyon/surveillance/fr/>
84. Rharbaoui F. Entrepôt de données et aide à la décision. Sarrebruck, Allemagne: Éditions universitaires européennes; 2011.
85. Rencontre annuel conjointe des responsables des systèmes nationaux d'information sanitaire (SNIS) et de la surveillance intégrée de la maladie et riposte (SIMR) avec les partenaires techniques et financiers de l'espace CEDEAO [Internet]. Accra, République du Ghana: West African Health Organization; 2015. Available from: [http://www.wahooas.org/IMG/pdf/OOAS\\_Reunion\\_Annuelle\\_SNISSIMR\\_Rapport\\_FINAL\\_FRENCH.pdf](http://www.wahooas.org/IMG/pdf/OOAS_Reunion_Annuelle_SNISSIMR_Rapport_FINAL_FRENCH.pdf)
86. Nicole B, Cindy F, Paul G. Interactive Applications for Modeling and Analysis with Shiny [Internet]. NASA GSFC Code 405; 2015 Aug 26 [cited 2018 Jun 24]. Available from: <https://pdfs.semanticscholar.org/presentation/a2ff/08dddafa975b9041d8a50ed5ae7ca72a70df7.pdf>
87. Julien B. Application web avec Shiny [Internet]. 2013 Nov 18 [cited 2018 Jun 24]. Available from: [https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00961541/file/interv%20\(1\).pdf](https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00961541/file/interv%20(1).pdf)
88. RStudio Inc. Learn Shiny [Internet]. 2017 [cited 2018 Jun 24]. Available from: <http://shiny.rstudio.com/tutorial/>
89. A. Meunier. Système de soins publics et organisation territoriale. Approche de l'espace Burkinabé [Internet]. 2004 p. 375–8. (L'information géographique). Report No.: 68–4. Available from: [http://www.persee.fr/doc/ingeo\\_0020-0093\\_2004\\_num\\_68\\_4\\_2970](http://www.persee.fr/doc/ingeo_0020-0093_2004_num_68_4_2970)
90. Kafando Y, Ridde V. Les ressources financières des comités de gestion du Burkina Faso peuvent améliorer l'équité d'accès au système de santé. *Cah Santé.* 2010 Jul;(3):153–161.
91. AFITEP. Dictionnaire de management de projet. In: 4e édition. Afnor; 2000.
92. Tanasoica L-G. Change Management – Resistance to the change. *Fac Eur Econ Stud* [Internet]. [cited 2018 Jun 19]; Available from: [https://www.researchgate.net/profile/Daniel\\_Serbanica/publication/46533446\\_CORPORATE\\_SOCIAL\\_RESPONSIBILITY\\_IN\\_ROMANIA/links/0c9605317002c9ee34000000/CORPORATE-SOCIAL-RESPONSIBILITY-IN-ROMANIA.pdf#page=1378](https://www.researchgate.net/profile/Daniel_Serbanica/publication/46533446_CORPORATE_SOCIAL_RESPONSIBILITY_IN_ROMANIA/links/0c9605317002c9ee34000000/CORPORATE-SOCIAL-RESPONSIBILITY-IN-ROMANIA.pdf#page=1378)
93. Labrique AB, Wadhvani C, Williams KA, Lamptey P, Hesp C, Luk R, et al. Best practices in scaling digital health in low and middle income countries. *Glob Health* [Internet]. 2018 Nov 3 [cited 2018 Nov 12];14. Available from: [object Object]

94. Novartis Foundation. Ghana telemedicine [Internet]. 2011. Available from: <https://www.novartisfoundation.org/our-work/reimagining-healthcare-through-digital-technology/ghana-telemedicine>
95. FHI 360. Community-based Hypertension Improvement Project (ComHIP) [Internet]. 2016. Available from: <https://www.fhi360.org/projects/community-based-hypertension-improvement-project-comhip>
96. World Health Organization. mDiabetes , an innovative programme to improve the health of people with diabetes in Senegal. [Internet]. 2017. Available from: <https://afro.who.int/news/mdiabetes-innovative-programme-improve-health-people-diabetes-senegal>
97. Laetitia B-V. Sytème d'information et de suivi de la protection de l'enfant en Afrique de l'ouest et du centre. [Internet]. UNICEF; 2009 Mar. Available from: [https://www.unicef.org/wcaro/french/analyse\\_des\\_systemes\\_dinformation\\_et\\_de\\_suivi\\_de\\_la\\_Protection\\_en\\_AOC\\_2009.pdf](https://www.unicef.org/wcaro/french/analyse_des_systemes_dinformation_et_de_suivi_de_la_Protection_en_AOC_2009.pdf)
98. Casadella V, Benlahcen-Tlemcani M. De l'applicabilité du Système National d'Innovation dans les Pays Moins Avancés. *Innovations*. 2006;24(2):59.

# ANNEXES

## Annexe 1 : Fiche TLOH revue pour la collecte des données par les formations sanitaires

TLOH N° \_\_\_\_\_ du / / / / au / / / /

Maladies sous surveillance	Nombre de cas		Nombre de décès
Charbon			
Choléra			
Dengue	Suspects		
	Probables		
Diarrhée sanguinolente (Shigellose)			
Ictère fébrile (Fièvre jaune)			
Grippe humaine due à un nouveau sous type			
Méningite			
Maladie à virus Ebola			
Fièvre de Lassa			
Maladie à virus Zika			
Fièvre de la Vallée du Rift			
Rougeole			
Paralysie flasque aigüe (PFA)			
Tétanos néonatal (TNN)			
Ver de Guinée	Notifié		Isolé
Syndromes grippaux (SG)			
Infections respiratoires aigües sévères (IRAS)			
Paludisme simple			
Paludisme grave			
<b>Décès maternel et néonatal</b>	<b>En institution</b>		<b>En communauté</b>
Décès maternel			
Décès néonatal			

*NB: Fiche pour archivage au CSPS/unités de soins du CM/CMA/Services du CHR/Services du CHU*

**Observations:**

.....

.....  
Nom et signature du responsable

.....

## Annexe 2 : Liste révisée des maladies prioritaires, des affections et des événements au Burkina Faso

Groupe de maladies	Affections concernées
<b>Maladies à potentiel épidémique :</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Charbon</li> <li>2. Choléra</li> <li>3. Dengue</li> <li>4. Shigellose (Diarrhée sanguinolente)</li> <li>5. Fièvre jaune</li> <li>6. Grippe humaine due à un nouveau sous type</li> <li>7. Méningite</li> <li>8. Ebola</li> <li>9. Fièvre de Lassa</li> <li>10. Maladie à virus Zika</li> <li>11. Fièvre de la Vallée du Rift</li> </ol>
<b>Maladies affections et évènements recommandés par le RSI</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peste</li> <li>2. Variole</li> <li>3. SRAS</li> </ol>
<b>Maladies à Eradiquer</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dracunculose</li> <li>2. Poliomyélite</li> </ol>
<b>Maladies à Eliminer</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Filariose lymphatique</li> <li>2. Lèpre</li> <li>3. Trypanosomiase</li> <li>4. Rougeole/Rubéole</li> <li>5. Tétanos néonatal</li> <li>6. Trachome</li> </ol>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diarrhée chez les enfants de moins de 5 ans</li> </ol>

<p style="text-align: center;"><b>Autres Maladies et évènements d'Importance en Santé Publique</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Infections Respiratoires Aigues sévères (Pneumonie grave) chez les enfants de moins de 5 ans)</li> <li>3. VIH/Sida</li> <li>4. Paludisme</li> <li>5. Onchocercose</li> <li>6. Infections sexuellement transmissible (IST)</li> <li>7. Envenimation (Morsures de serpent)</li> <li>8. Schistosomiasis</li> <li>9. Parasitoses intestinales</li> <li>10. Tuberculose</li> <li>11. Fièvre typhoïde</li> <li>12. Asthme</li> <li>13. Diabète</li> <li>14. Epilepsie</li> <li>15. Hypertension artérielle</li> <li>16. Drépanocytose</li> <li>17. Malnutrition</li> <li>18. Hépatite - B</li> <li>19. Hépatite - C</li> <li>20. Rage</li> <li>21. Leishmaniose</li> <li>22. Cancer du col de l'Utérus</li> <li>23. Cancer du sein</li> <li>24. Cataracte</li> <li>25. Noma</li> <li>26. Décès maternels</li> <li>27. Décès néonataux</li> <li>28. Tréponématoses endémiques (Pian &amp; Bejel)</li> <li>29. Ulcère de Buruli</li> <li>30. Traumatisme (accidents de circulation)</li> </ol>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

# Annexe 3 : Fiche de notification individuelle

## FICHE INDIVIDUELLE DE NOTIFICATION DE CAS

<b>RESERVE A LA DLM</b>						
Date d'arrivée à la DLM : ____/____/____ Classification Finales : <input type="checkbox"/> Cas suspects <input type="checkbox"/> Cas probables <input type="checkbox"/> Cas confirmés						
<b>FORMATION SANITAIRE :</b> _____ <b>District :</b> _____ <b>Région :</b> _____						
<input type="checkbox"/> Choléra <input type="checkbox"/> Diarrhée sanguinolente <input type="checkbox"/> Méningite <input type="checkbox"/> Autres (à préciser) : _____						
<b>N° IDENTIFIANT UNIQUE (EPID) :</b> / BFA / _ _ _ / _ _ _ / _ _ _ / _ _ _ / _ _ _						
(A remplir au niveau du CISSE du district)		Pays	Région	District	Année	Maladie N° Cas
<b>IDENTIFICATION DU PATIENT</b>						
Nom du patient : _____ Prénom(s) du patient : _____						
Date de naissance : ____/____/____ ou Age en années : ____ ou Age en mois (si<12 mois)____ ou Age en jours (si<1 mois) ____ Sexe : <input type="checkbox"/> Féminin <input type="checkbox"/> Masculin						
Profession _____						
<b>Résidence du patient</b>						
District de résidence : _____ Ville/Village : _____ Quartier/Secteur : _____ <input type="checkbox"/> Urbain / <input type="checkbox"/> Rural						
Nom du père /de la mère/du tuteur : _____ N° téléphone du patient ou des parents : _____						
Date de consultation : ____/____/____ Date du début de la maladie : ____/____/____						
Patient Hospitalisé/Mise en observation <input type="checkbox"/> Externe <input type="checkbox"/> Evolution : <input type="checkbox"/> Guéri <input type="checkbox"/> Décédé <input type="checkbox"/> En traitement <input type="checkbox"/> Inconnu						
<b>MALADE VACCINE :</b> <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> INCONNU						
<i>Si ce n'est pas un cas de méningite :</i>						
Type de vaccin : _____ Nbre de doses : _____ Date dernière vaccination : _____ Source de l'information vaccinale : _____ _____ ou <input type="checkbox"/> Inconnu ____/____/____ <input type="checkbox"/> carnet <input type="checkbox"/> registre vaccination <input type="checkbox"/> verbale						

**Si cas suspect de méningite, vaccins reçus :**

Type de vaccins vaccinale	Nombre doses	Date dernière vaccination.	Source de l'information
<input type="checkbox"/> MenAC.....	_____ ou <input type="checkbox"/> Inconnu	____/____/____	<input type="checkbox"/> carnet <input type="checkbox"/> registre
vaccination <input type="checkbox"/> verbale			
<input type="checkbox"/> MenACW.....	_____ ou <input type="checkbox"/> Inconnu	____/____/____	<input type="checkbox"/> carnet <input type="checkbox"/> registre
vaccination <input type="checkbox"/> verbale			
<input type="checkbox"/> MenACWY .....	_____ ou <input type="checkbox"/> Inconnu	____/____/____	<input type="checkbox"/> carnet <input type="checkbox"/> registre
vaccination <input type="checkbox"/> verbale			
<input type="checkbox"/> Conjugué A.....	_____ ou <input type="checkbox"/> Inconnu	____/____/____	<input type="checkbox"/> carnet <input type="checkbox"/> registre
vaccination <input type="checkbox"/> verbale			
<input type="checkbox"/> PCV13.....	_____ ou <input type="checkbox"/> Inconnu	____/____/____	<input type="checkbox"/> carnet <input type="checkbox"/> registre
vaccination <input type="checkbox"/> verbale			
<input type="checkbox"/> Hib.....	_____ ou <input type="checkbox"/> Inconnu	____/____/____	<input type="checkbox"/> carnet <input type="checkbox"/> registre
vaccination <input type="checkbox"/> verbale			

**ECHANTILLON PRELEVE :**  OUI  NON (Note : SI NON, compléter quand même la fiche et l'acheminer au CISSE du district)

Si **NON** : Pourquoi :  Manque de kit  Manque de compétence  Etat du malade  Autre :

Si **OUI** : Date du prélèvement : \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Heure du prélèvement : /\_\_/\_/ HH \_\_/\_/Min

Nature du prélèvement :  Selles  Sang  LCR  Autres : \_\_\_\_\_

Aspect du prélèvement : (LCR) :  Clair  Trouble  Hématique  Xanthochromique  Citrin  Louche  Purulent

(Selles) :  Aqueux  Glaireux  Glairo sanguinolent  Sanguinolent

Résultats du Test de Diagnostic Rapide (TDR) :

Conditionnements :  Tube sec  Trans-Isolate  Cryotube  Cary blair  Autre :

Heure d'ensemencement dans le milieu de transport : /\_\_/\_/ HH \_\_/\_/Min

Echantillon(s) envoyé(s) au labo :  Oui  Non Si non pourquoi ?

Date d'envoi du prélèvement au labo : \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Nom du Laboratoire d'analyse :

Date de notification à l'échelon supérieur : \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Agent ayant rempli la fiche :

Tél : \_\_\_\_\_

Date d'envoi de la fiche au District : \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Date d'arrivée de la fiche au District: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**LABORATOIRE DU CMA DE :** \_\_\_\_\_

Date de réception : \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Heure /\_\_/\_\_/H\_\_/\_\_/ Min N° dans le registre du labo :

Echantillon(s) reçu(s) :  Tube sec  Trans-Isolate  Cryotube  Cary blair  Autre (préciser) :

Conditions de transport de/des Echantillon(s) :  Adéquates  Non Adéquates

Aspect du prélèvement : LCR :  Clair  Trouble  Hématique  Xanthochromique  Citrin  Louche  Purulent

Selles :  Acqueux  Glaireux  Glairo sanguinolent  Sanguinolent

Type de Tests effectués :  Cytologie  Etat frais  Gram  Latex;  TDR Autre (préciser).....

Cytologie : Leucocytes /\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_mm<sup>3</sup> PN /\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_% LYMPH /\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_% Etat frais :

Gram :  DGP  DGN  BGP  BGN  Autre germes  Négatif

Résultats du Test de Diagnostic Rapide (TDR) :

Latex :  NmA  NmC  NmW/Y  NmB/E.coliK1  *S. pneumoniae*  Hib  StrepB  Négatif

Autre test (type et résultats préciser) :

Date d'envoi des prélèvements au laboratoire de référence : \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**LABORATOIRE DU CHR DE :** \_\_\_\_\_

Date de réception : \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Heure /\_\_/\_\_/H\_\_/\_\_/ Min N° dans le registre du labo :

Echantillon(s) reçu(s) :  Tube sec  Trans-Isolate  Cryotube  Cary blair  Autre (préciser) :

Conditions de transport de/des Echantillon(s) :  Adéquates  Non Adéquates

Aspect du prélèvement : LCR :  Clair  Trouble  Hématique  Xanthochromique  Citrin  Louche  Purulent

Selles :  Acqueux  Glaireux  Glairo sanguinolent  Sanguinolent

Type de Tests effectués :  Cytologie  Etat frais  Gram  Latex;  TDR Autre (préciser).....

Cytologie : Leucocytes /\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_mm<sup>3</sup> PN /\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_% LYMPH /\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_% Etat frais :

Gram :  DGP  DGN  BGP  BGN  Autre germes  Négatif

Résultats du Test de Diagnostic Rapide (TDR) :

Latex :  NmA  NmC  NmW/Y  NmB/E.coliK1  *S. pneumoniae*  Hib  StrepB  Négatif

Culture :  NmA  NmC  NmW  NmY  NmB  NmX  Nm Indéterminé  *S. pneumoniae*

Hib  *H. influenzae* Indéterminé  StrepB  Autre germes (préciser) :

Contaminé  Négatif

Autre test (type et résultats préciser) : \_\_\_\_\_

Antibiogramme : Ceftriaxone :  Sensible  Résistant  Intermédiaire  Non fait  
Penicilline G :  Sensible  Résistant  Intermédiaire  Non fait  
Oxacilline :  Sensible  Résistant  Intermédiaire  Non fait  
Autres \_\_\_\_\_ :  Sensible  Résistant  Intermédiaire  Non fait

Date d'envoi des prélèvements au laboratoire de référence : \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_



LABORATOIRE DE REFERENCE : \_\_\_\_\_

Date de réception : \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_ Heure /\_\_\_/\_\_\_/ H\_\_\_/\_\_\_/ Min N° dans le registre du labo :

Echantillon(s) reçu(s) :  Tube sec  Trans-Isolate  Cryotube  Cary blair  Autre (préciser) :

Conditions de transport de/des Echantillon(s) :  Adéquates  Non Adéquates

Aspect du prélèvement : LCR :  Clair  Trouble  Hématique  Xanthochromique  Citrin  Louche  Purulent

Selles :  Acqueux  Glaireux  Glairo sanguinolent  Sanguinolent

Type de Tests effectués :  Cytologie  Etat frais  Gram  Latex;  TDR Autre (préciser).....

Cytologie : Leucocytes /\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_mm<sup>3</sup> PN /\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_/% LYMPH /\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_/% Etat frais :

Gram :  DGP  DGN  BGP  BGN  Autre germes  Négatif

Résultats du Test de Diagnostic Rapide (TDR) :

Latex :  NmA  NmC  NmW/Y  NmB/E.coliK1  *S. pneumoniae*  Hib  StrepB  Négatif

Culture :  NmA  NmC  NmW  NmY  NmB  NmX  Nm Indéterminé  *S. pneumoniae*  Hib  *H. influenzae* Indéterminé  StrepB  Autre germes (préciser) :

Contaminé  Négatif

Autre test (type et résultats préciser) : \_\_\_\_\_

PCR : date de PCR : \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

NmA  NmC  NmW  NmY  NmB  NmX  Nm Indéterminé  *S. pneumoniae*  Hib  *H. influenzae* Indéterminé  StrepB  Autre germes (préciser) :

Contaminé  Négatif

Sérotype : /\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_/

Autre test (type et résultats préciser) : \_\_\_\_\_

Antibiogramme : Ceftriaxone :  Sensible  Résistant  Intermédiaire  Non fait  
Penicilline G :  Sensible  Résistant  Intermédiaire  Non fait  
Oxacilline :  Sensible  Résistant  Intermédiaire  Non fait  
Autres \_\_\_\_\_ :  Sensible  Résistant  Intermédiaire  Non fait

Observations : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



# Annexe 5 : Fiche d'investigation de la dengue

## INFORMATIONS GENERALES

Région sanitaire :

\_\_\_\_\_

District

sanitaire \_\_\_\_\_

Formation

sanitaire \_\_\_\_\_

Type de FS ayant notifié le cas :  CSPS  CM  CMA  CHR  CHU/ Clinique/  
 Polyclinique/Autres

<b>N° IDENTIFIANT UNIQUE (EPID) :</b> / BFA / _ _ _ / _ _ _ / _ _ / _ _ _ / _ _						
_ _ /	Pays	Région	District	Année	Maladie	N° Cas
<i>(A remplir au niveau du CISSE du district)</i>						

### IDENTIFICATION DU PATIENT

Nom du patient : \_\_\_\_\_ Prénom(s) du patient : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Date de naissance : \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_ ou Age en années : \_\_\_ ou Age en mois (si<12 mois) \_\_\_ ou Age en jours (si<1 mois) \_\_\_ Sexe :  Féminin  Masculin

Profession \_\_\_\_\_

#### **Résidence du patient**

District de résidence : \_\_\_\_\_ Ville/Village : \_\_\_\_\_ Quartier/Secteur : \_\_\_\_\_  Urbain /

Rural

Autres (à préciser)..... Lieu de travail/ d'activité

\_\_\_\_\_

Nom du père /de la mère/du tuteur :

N° téléphone du patient ou des

parents :

Notion de voyage récent : 5 - 7 jours avant le début des symptômes : Oui /\_\_\_/ Non /\_\_\_/

Si Oui précisez la localité.....

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Date de consultation : \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

Date du début de la maladie : \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

/\_\_\_\_\_

Mise en observation /Patient Hospitalisé     Externe

Adresse (numéro du téléphone)

## **INFORMATIONS CLINIQUES**

Antécédents récents de traitement : .....

Le patient a-t-il présenté la **Fièvre** ?     Oui     Non    si oui, date de début / \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_ /

Est-ce que le patient présente ou a présenté un des symptômes suivants (*cocher*):

Myalgies/arthralgies	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
Céphalées	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
Douleur rétro-orbitale	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
Douleur musculaire	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
Douleur articulaire	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
Asthénie	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
Nausées-vomissements	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
Eruptions cutanées	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
Anorexie/perte d'appétit	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
Syndrome de choc	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
<b>Signes d'hémorragies</b>		
Saignements des gencives (gingivorragie)	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
Ménorragie (menstruations abondantes/saignement vaginal inhabituel)	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
Purpura/Ecchymose/Pétéchies	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
Sang dans les selles	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
Vomissement de sang (hématémèse)	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
Saignement du nez (épistaxis)	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
Saignement aux points d'injection/ponction	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
Autre saignement (préciser)	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non

## PRELEVEMENT

Prélèvement effectué ?  Oui  Non Si oui, Date de prélèvement \_\_\_\_\_

Date d'acheminement au laboratoire : \_\_\_\_\_

Date d'envoi au LNR-FHV: \_\_\_\_\_

## LABORATOIRE d'origine

### Type de prélèvement reçu

- Sang sur tube sec
- Sang sur anticoagulants
- Autre, à préciser \_\_\_\_\_

Condition de conservation au laboratoire : préciser la température

Condition de transport

### Résultats

Numération Blanche (Nombre)			
CRP (Nombre)			
Nombre de plaquettes (Nombre)			
AgNS 1	<input type="checkbox"/> Positif	<input type="checkbox"/> Négatif	<input type="checkbox"/> NA
Sérologie IgM	<input type="checkbox"/> Positif	<input type="checkbox"/> Négatif	<input type="checkbox"/> NA
Sérologie IgG	<input type="checkbox"/> Positif	<input type="checkbox"/> Négatif	<input type="checkbox"/> NA
PCR	<input type="checkbox"/> Positif	<input type="checkbox"/> Négatif	<input type="checkbox"/> NA

## LABORATOIRE DE REFERENCE (s'il y a lieu)

Date de réception : .....

Condition de conservation au laboratoire :  adéquate  non adéquate

## EVOLUTION DU CAS

Guéri  En traitement  Décédé  Inconnu

➤ Date d'hospitalisation / \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_ / Date de sortie / \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_ Si complication, préciser le

type : .....

.....

...

➤ Si décédé, préciser : Date du décès / \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_ / Lieu de décès :  Centre de santé  Domicile Autre \_\_\_\_\_

➤ Si décédé Préciser tableau

clinique : .....

.....

.....

**Classification finale du Cas**  Suspect  Probable  Confirmé  Pas un cas

Pathologie associée : -----

-----

**Commentaires** : -----

-----

-----

Nom et prénom de l'agent ayant rempli la fiche

\_\_\_\_\_ Téléphone\_

# Annexe 6 : Situation épidémiologique de la semaine 16 (2018)

**BURKINA FASO**

**MINISTRE DE LA  
SANTÉ**

**SECRETARIAT  
GENERAL**

**DIRECTION  
GENERALE DE LA  
SANTÉ PUBLIQUE**

**DIRECTION DE LA  
PROTECTION DE LA  
SANTÉ DE LA  
POPULATION**

**SERVICE DE  
SURVEILLANCE  
EPIDEMIOLOGIQUE**

**Téléphone : (226) 25-32-  
46-68**

**Email : [survepi@yahoo.fr](mailto:survepi@yahoo.fr)**

## **SITUATION EPIDEMIOLOGIQUE HEBDOMADAIRE**

**(Semaine N°16 du 16/04/2018 au 22  
/04/2018)**



# Plan de presentation

1. Situation des maladies notifiées au TLOH
2. Situation épidémiologique de la méningite
3. Situation épidémiologique de la rougeole
4. Bulletin hebdomadaire de la surveillance pilote des IRAS
5. Stocks de médicaments
6. Mesures de préparation et de riposte
7. Actions entreprises
8. Actions à entreprendre



## 1. Situation des Maladies à potentiel épidémique notifiées au TLOH (S01- 16\_ 2018)

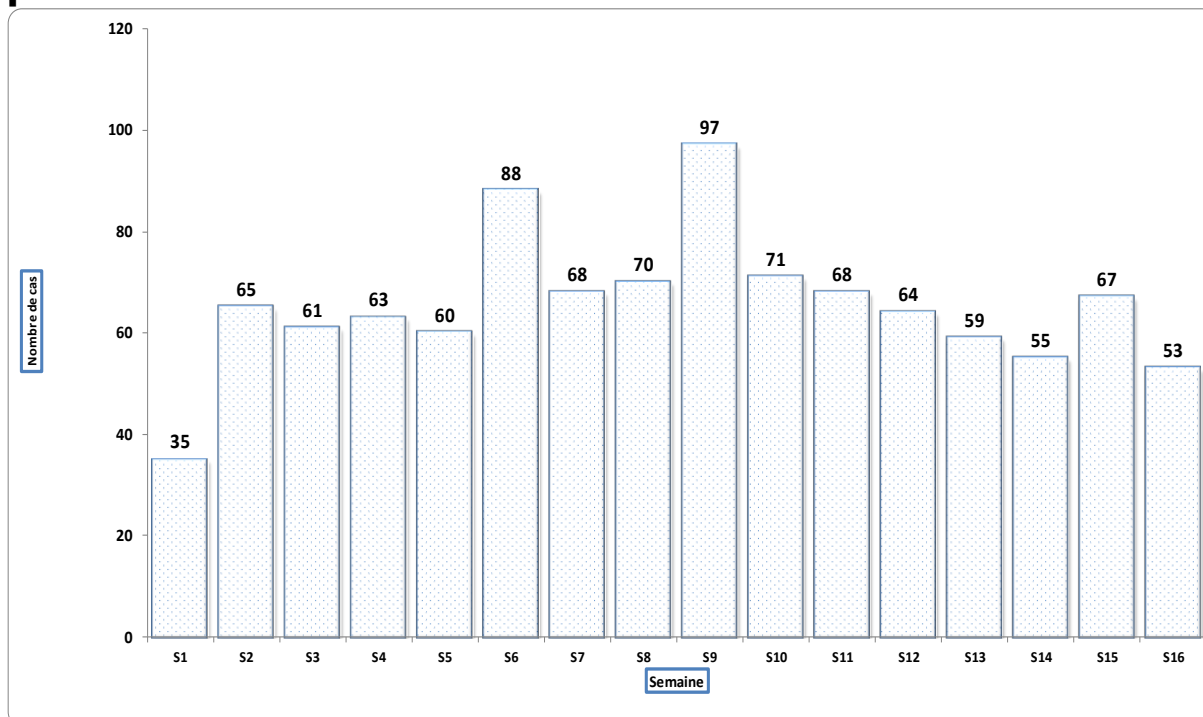
MALADIES	CAS	DECES	LETALITE (%)
MENINGITE	1044	75	7.2
ROUGEOLE	2184	5	0.2
DIARRHEE SANGUINOLENTE	88	0	0.0
CHOLERA	0	0	–
ICTERE FEBRILE	372	7	1.9
PARALYSIE FLASQUE AIGUE	104	0	0.0
DENGUE	1010	3	0.3
TETANOS NEO NATAL	2	1	50.0

## 2. Situation épidémiologique de la méningite

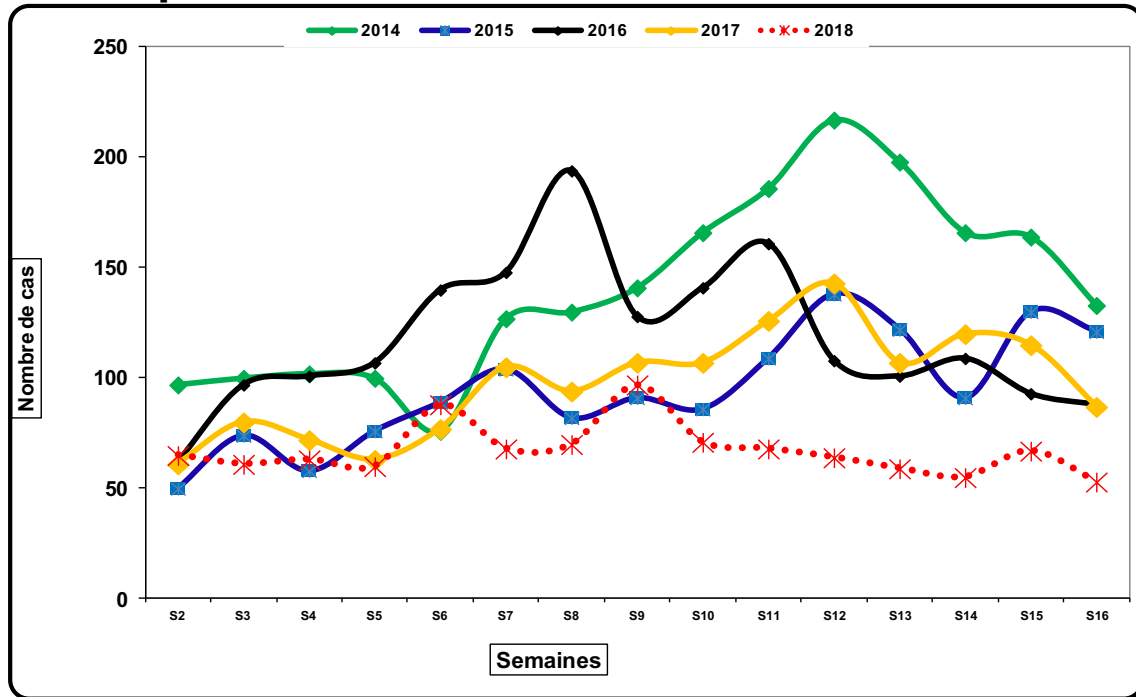
### 2.1 Situation des cas, des décès et de la létalité de la méningite à la semaine 16 de 2015 à 2018

ANNEES	CAS	DECES	LETALITE (%)
2015	1455	150	10.3
2016	1844	215	11.7
2017	1487	144	9.7
2018	1044	75	7.2

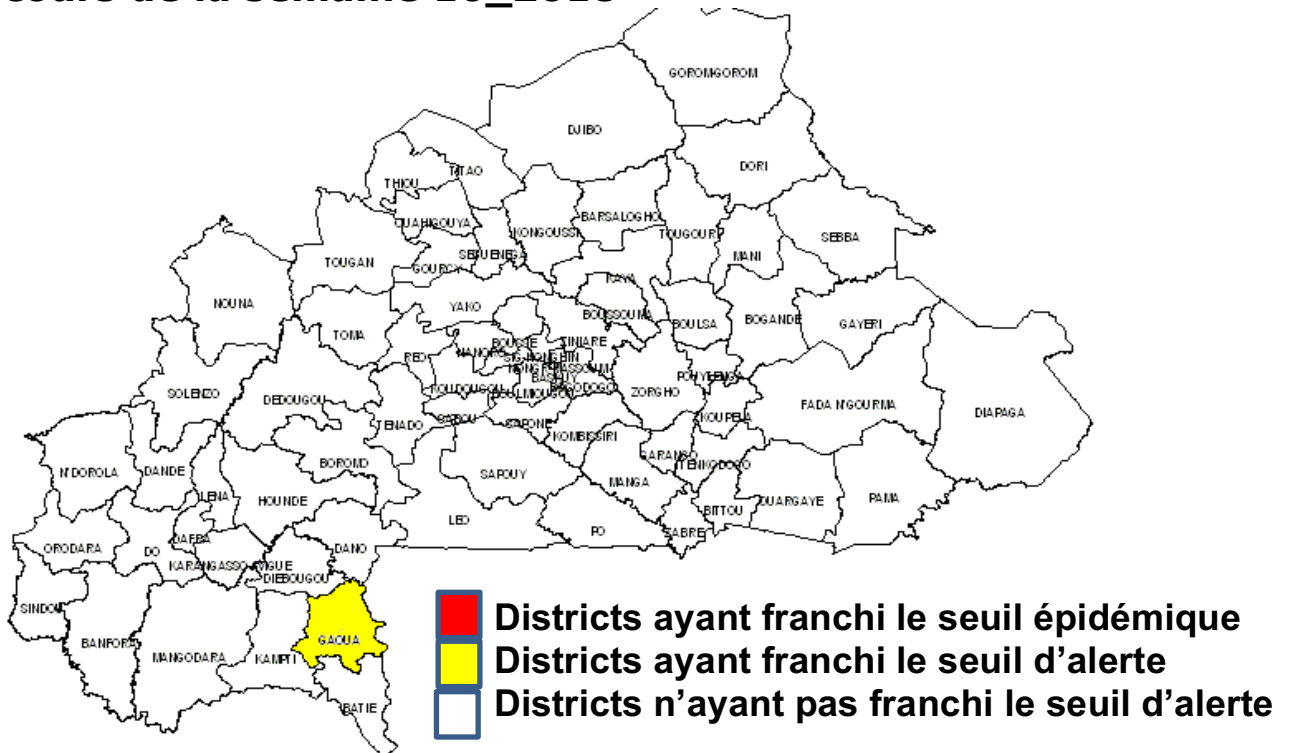
### 2.2 Evolution des cas de méningite au cours des 16 premières semaines de 2018



## 2.3 Evolution comparative des cas de méningite au cours des 16 premières semaines de 2014 à 2018



## 2.4 Cartographie des districts selon leur taux d'attaque au cours de la semaine 16\_2018



*Le district sanitaire de Gaoua a franchi le seuil d'alerte à la semaine 16 avec un taux d'attaque de 3.1 cas pour 100 000 habitants*

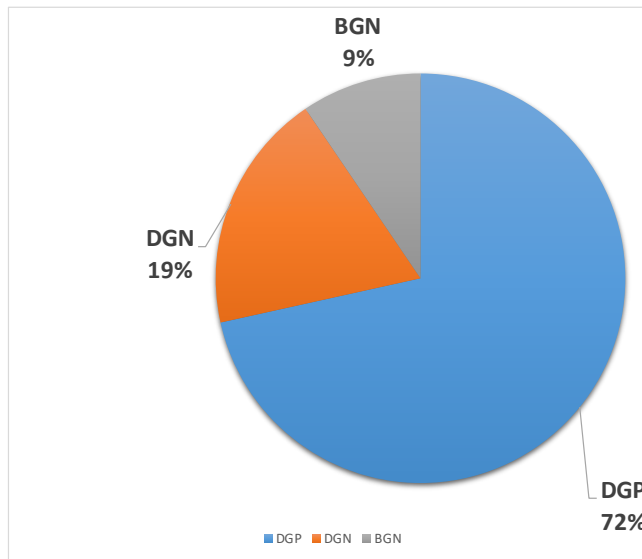
## 2.4 Répartition des résultats des analyses du LCR au Gram et au latex par district sanitaire au cours de la semaine 16 de 2018 (1/2)

REGIONS SANITAIRES	DISTRICTS	Nombre de cas de méningite notifiés	Nombre de cas prélevés	GRAM						LATEX						
				LCR analysés	Négatifs	Positifs	DGP	DGN	BGN	LCR analysés	NmA	NmC	NmW	Spn	Hib	
Cascades	Banfora	2	2	2	2	0	0	0	0	0						
	Mangodara	0														
Centre	Sindou	1	1	1	1	0	0	0	0	1						
	Baskuy	0														
	Bogodogo	4	2	2	2	0	0	0	0	0						
	Boulmiougou	1	1	1	1	0	0	0	0	0						
	Nongr-Massom	0														
Centre-Est	Sig-Nonghin	0														
	Bitou	0														
	Garango	0														
	Koupéla	1	1	1	1	0	0	0	0	0						
	Ouargaye	0														
	Pouyenga	0														
	Tenkodogo	0														
Centre-Nord	Zabré	0														
	Barsalogo	0														
	Boulsa	0														
	Boussouma	0														
	Kaya	5	5	5	5	0	0	0	0	0						
Centre-Ouest	Koungoussi	0														
	Tougouri	0														
	Koudougou	0														
	Léo	1	1	1	1	0	0	0	0	0						
	Nanoro	0														
	Réo	0														
Centre-Sud	Sabou	0														
	Sapouy	0														
	Tenado	1	1	1	1	0	0	0	0	0						
	Kombissiri	0														
	Manga	1														
Est	Pô	0														
	Saponé	0														
	Bogandé	1	1	1	0	1	0	0	1	0						
	Diapaga	1	1	1	1					0						
	Fada	2	2	2	0	2	2	0	0	2				2		
Hauts Bassins	Gayeri	0														
	Manni	0														
	Pama	0														
	Dafra	0														
	Dandé	0														
	Dô	1	1	1	1	0	0	0	0	0						
	Houndé	3	3	3	3	0	0	0	0	0						
	Karangasso Vigué	0														
	Lena	0														
	N'dorola	1	1							0						
	Orodara	1	1	1	1	0	0	0	0	0						
	Boucle du Mouhoun	Boromo	0													
		Dédougou	4	4	4	1	3	3	0	0	3				2	
		Nouna	0													
Solenzo		1	1	1	1					0						
Toma		0														
Nord	Tougan	0														
	Gourcy	1	1													
	Ouahigouya	0														
	Séguenega	2	2	2	2	0	0	0	0	0						
	Thiou	0														
Plateau Central	Titao	0														
	Yako	2	2	2	2	0	0	0	0	0						
	Boussé	0														
Sahel	Ziniaré	1	1	1	1	0	0	0	0	1						
	Zorgho	1	1	1	1	0	0	0	0	0						
	Djibo	0														
Sud-Ouest	Dori	0														
	Gorom - G	2	2	2	1	1	0	0	1	0						
	Sebba	1														
	Batié	0														
TOTAL	Dano	2	2	2	2	0	0	0	0	0						
	Diébougou	1	1	1	1	0	0	0	0	0						
	Gaoua	8	8	8	8	0	0	0	0	0						
	Kampiti	0														
TOTAL		53	49	47	40	7	5	0	2	7	0	0	0	4	0	

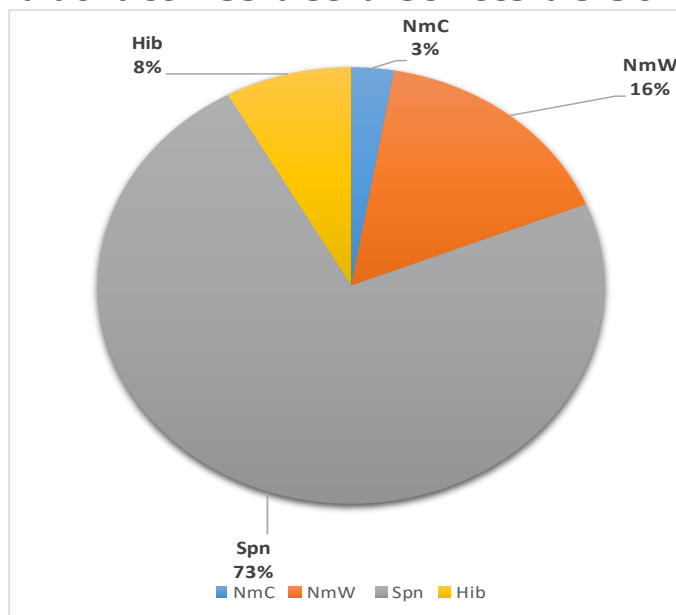
## 2.5 Répartition des résultats des analyses du LCR au Gram et au latex par district sanitaire de la semaine 01 à 16 de 2018

REGIONS SANITAIRES	DISTRICTS	Cas de méningite notifiés	NBRE PRELEVE	LCR analysés	Négatif	Positif	GRAM			LATEX				
							DGP	DGN	BGN	NmA	NmC	NmW	Sp	Hib
Cascades	Banfara	41	41	41	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mangodara	14	14	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sindou	15	15	14	12	2	2	0	0	0	0	0	0	0
Centre	Baskuy	4	4	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	Bogodogo	100	66	65	60	5	3	1	0	0	0	2	2	0
	Boulmiougou	27	26	25	22	3	3	0	0	0	0	0	1	0
	Nongr-Massom	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sig-Nonghin	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Centre-Est	Bittou	5	5	5	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	Garango	18	18	18	15	3	2	0	1	0	0	0	0	0
	Koupéla	6	6	6	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	Ouargaye	10	9	9	7	2	2	0	0	0	0	0	0	0
	Pouytenga	4	4	4	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	Tenkodogo	10	10	8	6	2	1	1	0	0	0	0	0	0
	Zabré	12	12	11	9	2	0	1	1	0	0	1	1	0
Centre-Nord	Barsalogo	3	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Boulsa	10	9	9	6	3	3	0	0	0	0	0	0	0
	Boussouma	2	2	2	0	2	1	1	0	0	1	0	1	0
	Kaya	99	95	94	89	5	5	0	0	0	0	0	4	0
	Koungoussi	14	7	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Centre-Ouest	Tougouri	5	4	4	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	Koudougou	9	9	9	5	4	4	0	0	0	0	0	0	1
	Léo	15	15	15	13	2	1	1	0	0	0	0	0	0
	Nanoro	5	5	5	4	1	1	0	0	0	0	1	0	0
	Réo	6	6	6	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0
	Sabou	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	Sapouy	3	3	3	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0
Centre-Sud	Tenado	12	11	11	10	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	Kombissiri	9	9	9	6	3	2	1	0	0	0	0	0	0
	Manga	10	9	9	8	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	Pô	19	19	19	15	4	1	3	0	0	0	0	0	0
Est	Saponé	2	2	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	Bogandé	5	5	5	1	4	0	2	2	0	0	0	0	0
	Diapaga	41	37	26	21	5	5	0	0	0	0	0	2	0
	Fada	23	23	22	19	3	3	0	0	0	0	0	3	0
	Gayeri	11	11	11	9	2	2	0	0	0	0	0	0	0
	Manni	9	9	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pama	20	14	14	10	4	0	2	2	0	0	0	0	0
Hauts Bassins	Dafra	12	12	12	11	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	Dandé	14	13	13	8	5	3	2	0	0	0	0	0	0
Boucle du Mouhoun	Dô	8	8	8	7	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	Houndé	37	37	36	31	5	2	2	1	0	0	1	0	0
	Karangasso Vigi	8	8	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lena	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	N'dorola	4	4	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	Orodara	14	14	14	13	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	Boromo	12	12	12	9	3	3	0	0	0	0	0	0	0
Nord	Dédougou	17	17	17	11	6	6	0	0	0	0	0	3	0
	Nouna	13	13	13	11	2	2	0	0	0	0	0	0	0
	Solenzo	19	19	19	17	2	1	1	0	0	0	0	0	0
	Toma	5	5	5	4	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Plateau Central	Tougan	12	12	10	9	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	Gourcy	5	5	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ouahigouya	5	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Séguenega	22	22	22	19	3	3	0	0	0	0	0	0	0
	Thiou	3	3	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Sahel	Titao	11	11	11	11	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	Yako	9	9	9	7	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	Boussé	8	6	6	4	2	1	0	1	0	0	0	1	0
	Ziniaré	9	9	9	7	2	2	0	0	0	0	0	1	0
Sud-Ouest	Zorgho	26	25	25	23	2	2	0	0	0	0	0	1	1
	Djibo	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dori	26	25	25	21	4	1	1	2	0	0	0	1	0
	Gorom - G	5	5	5	3	2	1	0	1	0	0	0	0	0
TOTAL	Sebba	9	8	8	2	6	2	4	0	0	0	0	0	0
	Batié	15	15	15	13	2	1	0	1	0	0	1	1	0
	Dano	35	33	33	31	2	2	0	0	0	0	0	3	0
	Diébougou	20	18	18	14	4	4	0	0	0	0	0	0	0
	Gaoua	55	55	55	53	2	2	0	0	0	0	0	2	0
Kampti	4	3	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	
<b>TOTAL</b>		<b>1044</b>	<b>971</b>	<b>935</b>	<b>796</b>	<b>139</b>	<b>98</b>	<b>26</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>27</b>	<b>3</b>

## 2.6 Proportion des germes identifiés au Gram dans les laboratoires des districts de S01 à S16 de 2018 N = 139



## 2.7 Proportion des germes identifiés au Latex dans les laboratoires des districts de S01 à S16 de 2018 N = 36



## 2.8 Répartition des résultats des analyses du LCR au niveau des laboratoires de référence à la semaine 16\_2018

Régions	Districts	Echantillons analysés	Négatifs	Positifs	NmW	NmX	Sp	Hib
Boucle du Mouhoun	Tougan	1	1	0	0	0	0	0
	Toma	1	0	1	0	0	0	1
Cascades	Banfara	1	1	0	0	0	0	0
	Sindou	1	1	0	0	0	0	0
Centre	Baskuy	2	1	1	0	0	1	0
	Bogodogo	1	1	0	0	0	0	0
Centre-Est	Zabré	6	6	0	0	0	0	0
Centre Nord	Kongoussi	1	1	0	0	0	0	0
Centre-Ouest	Koudougou	1	1	0	0	0	0	0
	Nanoro	2	1	1	0	0	0	1
	Réo	2	2	0	0	0	0	0
Centre-Sud	Kombissiri	6	6	0	0	0	0	0
	Pô	3	2	1	1	0	0	0
	Saponé	1	1	0	0	0	0	0
Est	Manni	1	1	0	0	0	0	0
Hauts Bassins	Dafra	7	4	3	0	0	3	0
	Do	3	2	1	0	0	1	0
	K. Vigué	4	0	4	0	0	4	0
	Lena	1	0	1	0	0	1	0
Nord	Gourcy	2	0	2	0	0	2	0
	Séguenega	5	5	0	0	0	0	0
	Thiou	2	1	1	0	0	1	0
	Titao	4	2	2	0	0	2	0
	Yako	1	1	0	0	0	0	0
Plateau Central	Ziniaré	2	2	0	0	0	0	0
	Zorgho	1	1	0	0	0	0	0
Sahel	Dori	1	1	0	0	0	0	0
	Gorom - G	1	1	0	0	0	0	0
	Sebba	2	1	1	0	1	0	0
Sud-Ouest	Batié	5	4	1	0	0	1	0
	Diébougou	4	2	2	0	0	2	0
<b>Total</b>		<b>75</b>	<b>53</b>	<b>22</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>18</b>	<b>2</b>

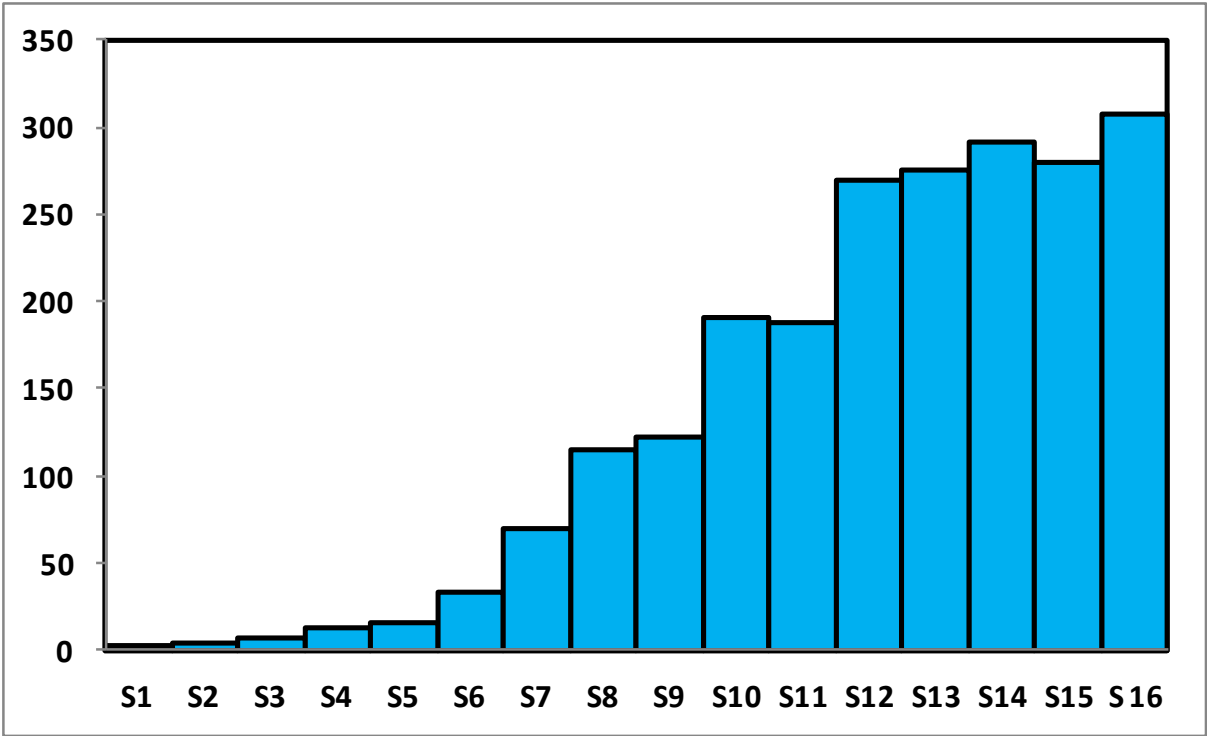
### 3. Situation épidémiologique de la rougeole

#### 3.1 Situation des cas et décès de rougeole par district sanitaire à S16\_2018

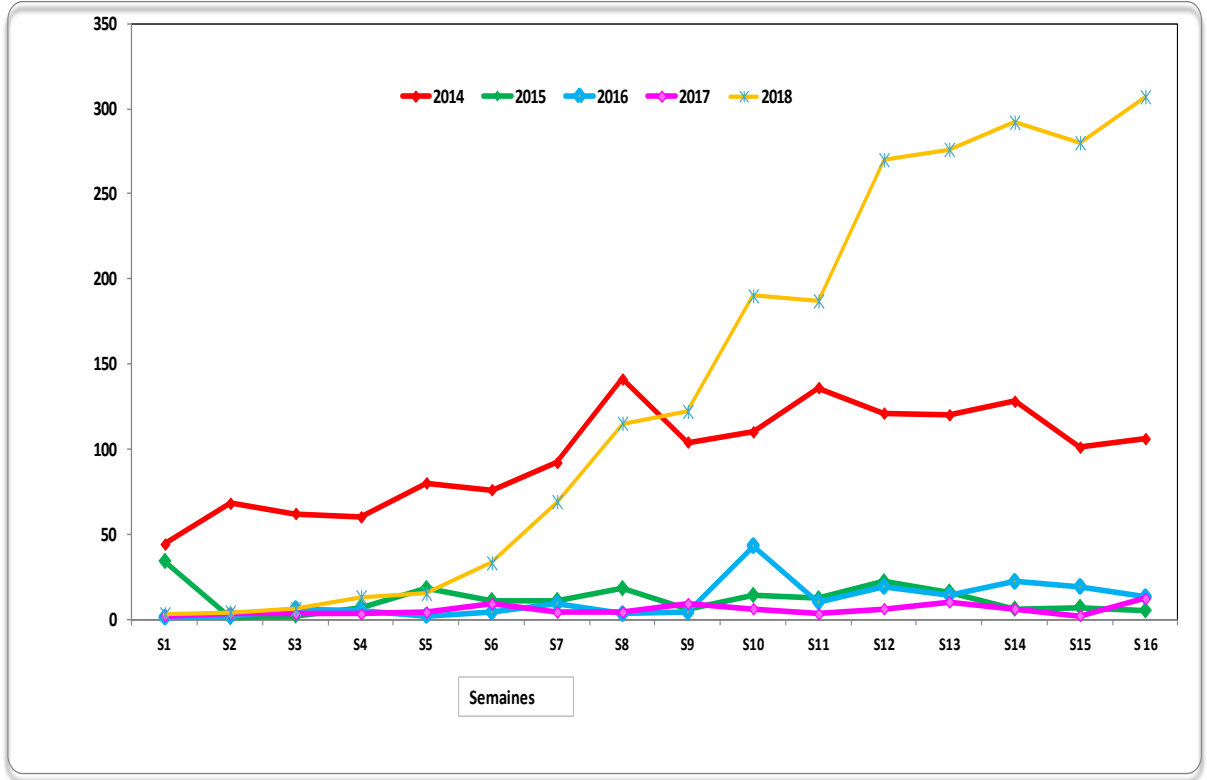
Régions sanitaires	Districts	S16		S1 à S16			
		Cas	Décès	Cas	Décès		
Cascades	Banfora	0	0	12	0		
	Mangodara	2	0	23	0		
	Sindou	0	0	3	0		
Centre	Bogodogo	0	0	13	1		
	Boulmiougou	1	0	5	0		
	Nomgremasso	0	0	1	0		
	Sig-Nonghin	4	0	20	0		
Centre-Est	Bittou	0	0	4	0		
	Koupéla	0	0	1	0		
	Ouargaye	10	0	63	0		
	Pouytenga	4	0	14	0		
	Tenkodogo	0	0	2	0		
Centre-Nord	Zabré	14	0	38	1		
	Barsalogo	4	0	24	0		
	Boulsa	0	0	3	0		
	Boussouma	3	0	18	0		
	Kaya	5	0	37	0		
	Kongoussi	2	0	28	0		
Centre-Ouest	Tougouri	13	0	58	0		
	Koudougou	1	0	7	0		
	Léo	0	0	4	0		
	Nanoro	1	0	29	0		
	Réo	3	0	22	0		
	Sabou	0	0	3	0		
	Sapouy	3	0	41	0		
Centre-Sud	Tenado	0	0	4	0		
	Kombissiri	0	0	14	0		
	Manga	1	0	5	0		
	Po	0	0	1	0		
Est	Saponé	0	0	8	0		
	Bogandé	0	0	5	0		
	Diapaga	2	0	52	0		
	Fada	14	0	86	0		
	Gayeri	0	0	0	0		
Régions sanitaires	Districts	S15		S1 à S15			
		Cas	Décès	Cas	Décès		
		Hauts Bassins	Manni	10	0	60	0
			Dafra	13	0	52	0
			Dandé	13	0	33	0
			Dô	1	0	36	0
			Houndé	2	0	38	0
		Boucle du Mouhoun	Karangasso	2	0	34	1
			Lena	0	0	7	0
			Boromo	4	0	26	0
			Dédougou	5	0	14	0
			Nouna	5	0	10	0
			Solenzo	0	0	1	0
		Nord	Toma	1	0	1	0
			Tougan	0	0	1	0
Gourcy	0		0	8	0		
Ouahigouya	0		0	8	0		
Séguenega	3		0	6	0		
Plateau Central	Thiou	1	0	3	0		
	Titao	0	0	2	0		
	Yako	4	0	31	0		
	Boussé	0	0	8	0		
Sahel	Ziniaré	1	0	2	0		
	Zorgho	3	0	3	0		
	Djibo	11	0	31	0		
Sud-Ouest	Dori	3	0	12	0		
	Sebba	2	0	3	0		
	Batié	2	0	11	0		
	Dano	1	0	15	0		
	Diébougou	12	0	90	0		
TOTAL	Gaoua	22	1	85	2		
	Kampti	99	0	905	0		
		<b>307</b>	<b>1</b>	<b>2184</b>	<b>5</b>		

#### 3.2 Evolution hebdomadaire de la rougeole au Burkina Faso en 2018





**3.3 Evolution comparative des cas de rougeole au cours des 16 premières semaines de 2014 à 2018**



### 3.4 Répartition des résultats rougeole au niveau du laboratoire de référence

District	ECHANTILLONS ANALYSES	Igm Rougeole			Igm Rubéole		
		POSITIF	NEGATIF	INDETERMINE	POSITIF	NEGATIF	INDETERMINE
BANFORA	1	1	0	0	0	0	0
BARALGHO	2	2	0	0	0	0	0
BOGODOGO	1	1	0	0	0	0	0
BOROMO	3	2	1	0	0	1	0
BOULMIUGOU	2	0	1	1	0	2	0
BOULSA	3	2	1	0	0	1	0
BOUSSE	2	2	0	0	0	0	0
DAFRA	12	10	2	0	0	2	0
DANDE	2	1	1	0	0	1	0
DEDOUGOU	3	2	1	0	0	1	0
DIAPAGA	14	11	1	2	0	3	0
DIEBOUGOU	7	4	3	0	0	3	0
DO	2	2	0	0	0	0	0
DORI	2	2	0	0	0	0	0
GAOUA	5	5	0	0	0	0	0
HOUNDE	16	13	2	1	0	3	0
KAMPTI	104	53	37	14	0	51	0
KARANGASSO VIGUE	3	2	1	0	0	1	0
KAYA	10	6	4	0	0	4	0
KOMBISSIRI	5	3	1	1	0	2	0
KONGOUSSI	1	1	0	0	0	0	0
KOUDOUGOU	1	1	0	0	0	0	0
District	ECHANTILLONS ANALYSES	Igm Rougeole			Igm Rubéole		
		POSITIF	NEGATIF	INDETERMINE	POSITIF	NEGATIF	INDETERMINE
LEO	2	0	1	1	0	2	0
MANGODARA	16	11	4	1	0	5	0
MANNI	5	2	2	1	0	3	0
NANORO	16	10	3	3	0	6	0
OUAHIGOUYA	1	1	0	0	0	0	0
OUARGAYE	3	2	0	1	0	1	0
REO	1	0	1	0	0	1	0
SABOU	1	0	1	0	0	1	0
SAPONE	4	4	0	0	0	0	0
SAPOUY	7	3	3	1	0	4	0
SIGNOGHIN	2	1	1	0	0	1	0
SINDOU	2	2	0	0	0	0	0
SOLENZO	1	1	0	0	0	0	0
TENADO	1	0	1	0	0	1	0
TENKODOGO	2	0	2	0	0	2	0
THIOU	2	0	2	0	0	2	0
TOUGOURI	17	13	4	0	0	4	0
YAKO	12	5	5	2	1	6	0
ZABRE	5	4	1	0	0	1	0
<b>Total</b>	<b>301</b>	<b>185</b>	<b>87</b>	<b>29</b>	<b>1</b>	<b>115</b>	<b>0</b>

## 4. Situation épidémiologique de la dengue

Régions sanitaires	Cumul (S01-S52)		
	Suspect	Probable	décès
Boucle du Mouhoun	300	282	0
Cascades	25	10	0
Centre	9475	5202	32
Centre-Est	715	472	0
Centre-Nord	1493	745	1
Centre-Ouest	1175	951	2
Centre-Sud	72	13	0
Est	62	14	0
Hauts Bassins	303	96	0
Nord	854	660	1
Plateau Central	152	78	0
Sahel	361	202	0
Sud-Ouest	87	43	0
<b>Total</b>	<b>15074</b>	<b>8768</b>	<b>36</b>

Régions sanitaires	S16			Cumul (S01-S16)		
	Suspect	Probable	décès	Suspect	Probable	décès
Boucle du Mouhoun	0	0	0	32	20	0
Cascades	0	0	0	2	2	0
Centre	34	10	0	778	379	3
Centre-Est	0	0	0	4	0	0
Centre-Nord	0	0	0	35	9	0
Centre-Ouest	3	3	0	22	14	0
Centre-Sud	0	0	0	28	4	0
Est	1	0	0	4	1	0
Hauts Bassins	0	0	0	8	0	0
Nord	0	0	0	20	7	0
Plateau Central	0	0	0	22	19	0
Sahel	2	2	0	51	50	0
Sud-Ouest	0	0	0	4	0	0
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>1010</b>	<b>505</b>	<b>3</b>

## 5. Bulletin hebdomadaire de la surveillance pilote des infections respiratoires aiguës sévères (IRAS)

### 5.1 Synthèse des données

Tableau I : synthèse des données de surveillance des IRAS par district pilote

Sites	Nombre de cas d'IRAS enregistrés 2016-2017	dont			Situation Semaine 16_2018			Semaine 1 à semaine 16 de 2018			
		Notifiés en 2016	Notifiés en 2017	Total Prélevé	Nombre de cas d'IRAS notifiés	Nombre de cas prélevés	Nombre de décès notifiés	Nombre de cas d'IRAS enregistrés	Nombre de décès enregistrés	Nombre de cas prélevés	Nombre d'échantillons envoyés
Bogodogo	165	18	147	150	05	05	00	127	03	116	116
Boussé	159	09	150	144	01	01	00	52	02	38	38
Houndé	218	18	200	210	07	07	00	114	04	114	114
Kongoussi	208	27	181	149	00	00	00	123	04	110	110
Total	750	72	678	653	13	13	00	416	13	378	378

- Au cours de la semaine 16 de 2018 les districts sanitaires de Bogodogo Boussé, et Houndé ont notifié respectivement 05, 01 et 07 cas d'IRAS.
- 90,9% des cas d'IRAS notifiés en 2018 ont fait l'objet de prélèvement.
- Tous les cas de la semaine 16 de 2018 ont fait l'objet de prélèvement.
- 416 cas ont été notifiés au cours des 15 premières semaines de 2018. Parmi ces cas, 90,9% ont fait l'objet de prélèvement.
- Treize (13) décès ont été enregistrés de S1 à S16 de 2018.

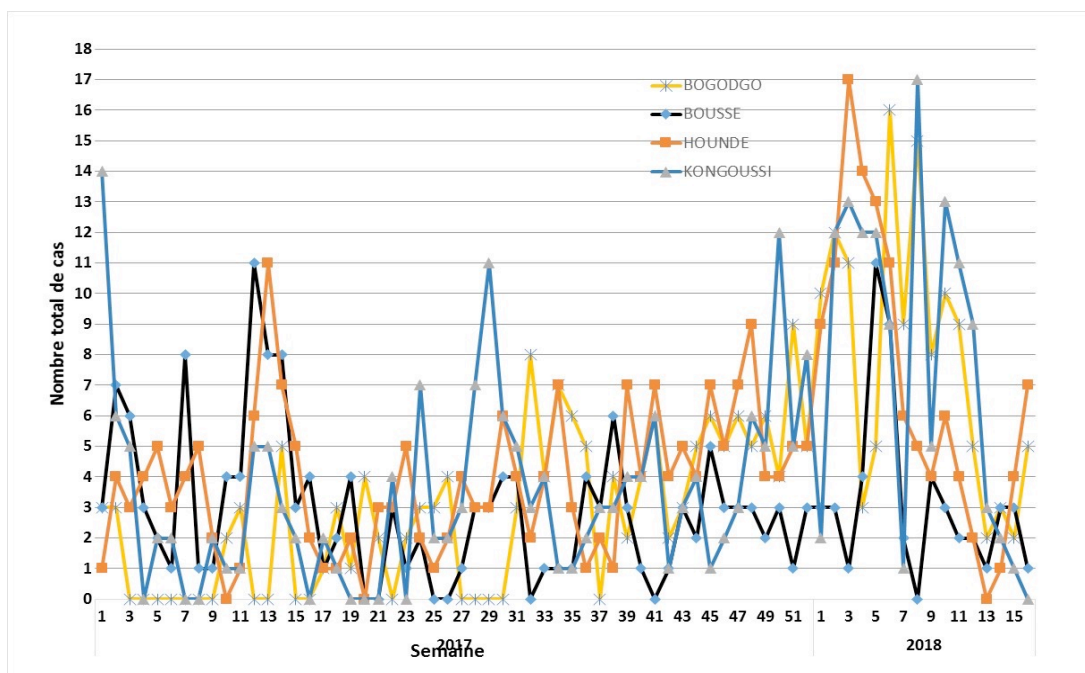


Figure 1 : évolution des cas d'IRAS de la semaine 1\_2017 à la semaine 16\_2018 et par district pilote

On note une légère tendance à la hausse pour les courbes de Bogodogo et Houndé.

## 5.2 Surveillance hebdomadaire de la circulation des virus

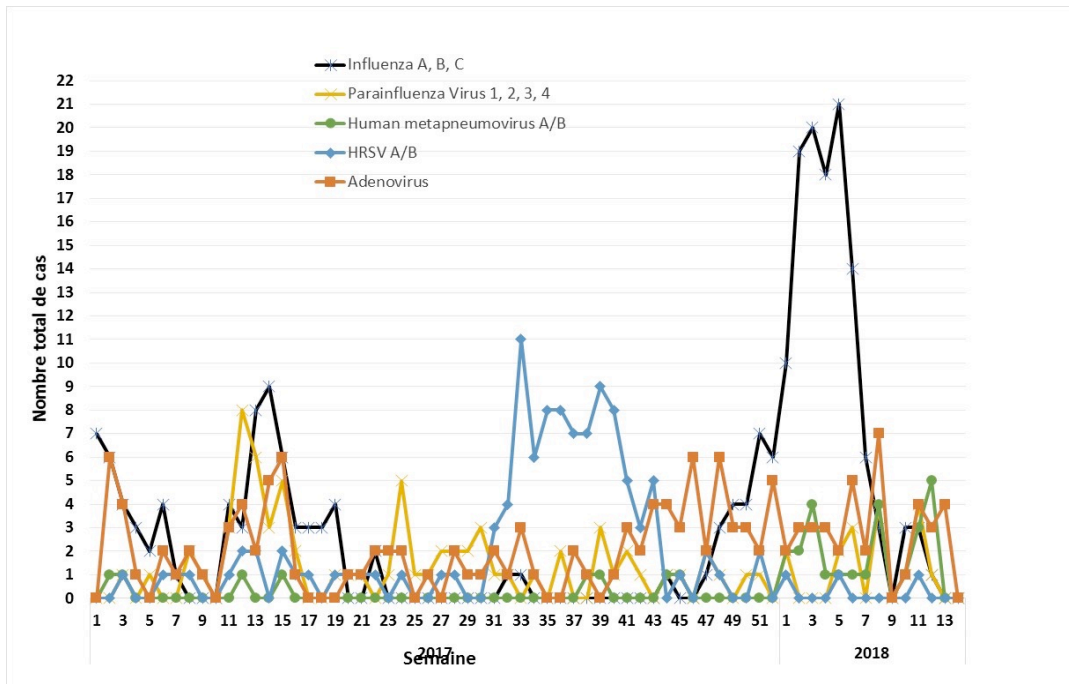


Figure 2 : évolution du nombre de virus identifiés de S1\_2017 à S14\_2018

Toutes les courbes ont tendance à la baisse.

## 5.2 Surveillance hebdomadaire de la circulation des Influenzas

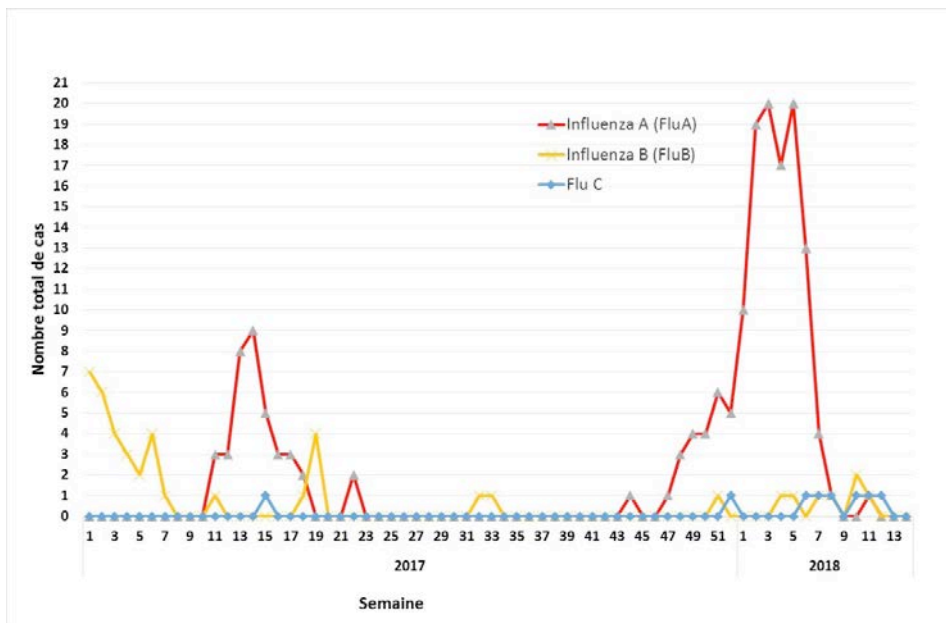


Figure 3 : évolution du nombre de virus influenzas identifiés de S1\_2017 à S14\_2018

Il y a une nette tendance à la baisse des influenzas notamment le FluA. Depuis S13 aucun cas d'influenza n'a été identifié.

## 5.2 Surveillance hebdomadaire de la circulation des bactéries

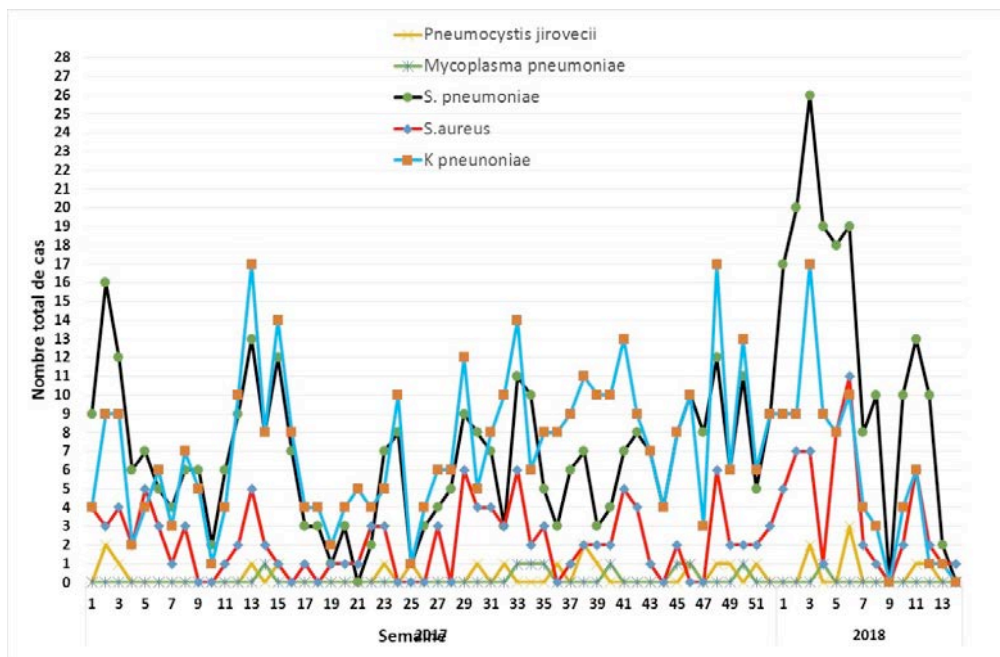


Figure 4 : évolution du nombre hebdomadaire de bactéries identifiés de S1\_2017 à S14\_2018

Il y a une tendance à la baisse pour toutes les courbes.

## 6. Situation des stocks de médicaments, consommables, vaccins et réactifs pour la lutte contre la méningite au niveau de la DPSP

N°	DESIGNATION	DOSAGE	STOCK	Date	Observations
			Disponible	Peremption	
<b>MEDICAMENTS ET CONSOMMABLES</b>					
1	Aiguille à PL G20-G22	unité	100	avr-19	
2	Ceftriaxone inj 1G	Amp	9 000	août-20	
3	Coton Hydrophile 500g	unité	50	oct-20	
4	Hydrocortisone 100mg/2ml, 1ml	Amp	5 000	juil-20	
5	Intranule G20-G24	unité	5 400	juin-22	
6	Paracetamol (perfalgan) inj	FI	1 000	oct-19	
7	Kit pour ponction lombaire	kit/100	3	oct-19	
8	Perfuseur + aiguille	unité	500	août-20	
9	Seringue 10cc	unité	5 400	avr-20	
10	Seringue 5cc	unité	4 800	août-20	
11	SGL 5% 500 ml	FI	3 450	août-20	
12	Sparadrap perforé 5x18	unité	120	févr-20	
13	SSI 0,9% 500 ml	FI	1 550	juil-19	
<b>REACTIFS ET CONSOMMABLES</b>					
14	Milieu TI	unité	100	juin-20	
15	Kit Gram	coffret	5	févr-19	
16	Tube de prélèvement	unité	2 300	août-21	
<b>Vaccins</b>					
17	Vaccins tetravalents	FI/10 doses	100 000		CAMEG
18	Boite de sécurité 5 litres	unité	121		CAMEG

## 6.1 Situation des stocks de médicaments et consommables pour la prise en charge du cholera

N°	Désignation	dosage	Quantité	Peremption
<b>MEDICAMENTS</b>				
1	Ringer	500 ml	10000	oct.-19
<b>CONSOMMABLES</b>				
2	Sonde nasogastrique CH8	unité	200	déc.-18
3	Coton	500 g	20	avr.-19
4	Perfuseur	unité	500	sept.-19
5	Sparadrap	18cm X5 m	60	févr.-19
<b>DESINFECTANTS ET MATERIELS DE DESINFECTION</b>				
6	Flacon de prélèvement	unité	600	
7	Gant de ménage	unité	1000	
8	Gresil (1L)	bte	150	
9	Hypoclorite de CA	20 litre	1	
10	Masque à Gaz	unité	54	
11	Pylvérisateur (16 L)	unité	25	
12	Sac Poubelle	unité	100	

## 6.2 Situation des kits de protection, de prélèvement et de transport dans le cadre de la lutte contre la maladie à virus ebola

N°	Designation	dosage	Quantité	Observations
1	Blouse de protection Type PPE	carton/50	80	août-19
2	Bavette	bte/50	100	
3	Thermometre à laser	unité	42	
4	Botte en platique N°45-46	Paire	250	
5	Gant de ménage	Paire	300	
6	Eau de javel comp bte/200	unité	40	janv-20
7	Gel hydroalcoolique 1200 ml	unité	60	nov-18
8	Distributeur de gel hydro	unité	96	
9	Gel hydroalcoolique 60 ml	unité	48	juin-18
10	Gel hydroalcoolique 475 ml	unité	24	oct-19
11	lunette de protection	unité	2	
12	Sac poubelle	pacquet/50 L	60	
13	Tablier impermeable	unité	30	
14	Kit d'equipement de protection Module B OMS	3 unités	2	
15	Kit pour emballage et transport d'échantillons Module 8 de l'OMS	unité	4	
16	Masque à Gaz	unité	150	

## 6.3 Situation des stocks de médicaments et consommables pour la prise en charge de la dengue



N°	Designation	dosage	Quantité	Peremption
<b>MEDICAMENTS ET CONSOMMABLES</b>				
1	Sérum Glucosé isotonique 5%	500 ml	460	oct.-19
2	Sérum salé isotonique 0,9%	500 ml	545	juil.-19
3	Dicynone 250 MG Injectable	Unité	100	avr.-21
4	Exacil Injectable 10 ml	Unité	100	janv.-21
5	Vitamine K1 10 mg inj	Unité	100	juin-19
6	Paracetamol 1G injectable	100 ml	400	mai-20
7	Sparadrap perfore	18x5	40	oct.-20
8	Perfuseur	unité	1000	oct.-20
9	Intranule G20	unité	2000	juin-22
10	Intranule G22	unité	2000	juin-22
11	Séringue 5 cc	unité	600	mai-20
12	Séringue 10 cc	unité	600	mai-20
13	Gant d'examen	unité	10000	oct.-20
14	Ringer	500 ml	600	nov.-20
15	Creme antimoustique	unité	100	mars-20
16	Spray antimoustique	unité	100	avr.-21
17	Bombe antimoustique	unité	150	sept.-19
<b>REACTIFS</b>				
18	TDR dengue AgNS1 et IgM/IgG	Unité	20	oct.-18
19	TDR dengue AgNS1 et IgM/IgG	Unité	1800	août-19
20	TDR dengue AgNS1 et IgM/IgG	Unité	1150	nov.-19

## 7. Actions entreprises

- Feed-back de la situation épidémiologique de la semaine 15 allant du 09/04/2018 au 15/04/2018.
- Collecte, analyse et synthèse des données de surveillance épidémiologique de la semaine 16 allant du 16/04/2018 au 22/04/2018.
- Diffusion de messages clés sur les radios et télé locales dans le cadre de la lutte contre la dengue, la méningite et les infections respiratoires.
- Investigation des cas de rougeole par les districts ayant notifié au moins 5 cas dans le même mois.
- Élaboration hebdomadaire d'un SitRep sur la rougeole durant la période de la flambée.
- Supervision des acteurs des régions sur la SIMR.
- Tenue d'un atelier bilan de la gestion de la flambée des cas de Dengue de 2017, à Ouagadougou du 17 au 19 avril 2018.
- Recommandation à la DRS du Sud-Ouest d'apporter un appui au district sanitaire de Gaoua à l'investigation des cas suspects de méningite.

## 8. Actions à entreprendre

- Feed-back de la situation épidémiologique de la semaine 16 allant du 16/04/2018 au 22/04/2018.
- Collecte, analyse et synthèse des données de surveillance épidémiologique de la semaine 17 allant du 23/04/2018 au 29/04/2018.
- Diffusion de messages clés sur les radios et télé locales dans le cadre de la lutte contre la dengue, la méningite et les infections respiratoires.
- Investigation des cas de rougeole par les districts ayant notifié au moins 5 cas dans le même mois.
- Elaboration hebdomadaire d'un SitRep sur la rougeole durant la période de la flambée.
- Supervision des acteurs des régions sur la SIMR.
- Participation à la célébration de la journée mondiale de lutte contre le paludisme le 25 avril 2018, à Ouagadougou.
- Tenue d'une réunion préparatoire sur le processus d'extension pilote de transport des échantillons avec la SONAPOST.

# Annexe 7 : Cahier des charges

## I. Présentation du projet

Au Burkina Faso le système de santé se présente sous la forme d'une pyramide organisée en trois niveaux qui assurent des soins de santé primaires, secondaires et tertiaires. La prise en charge des cas de paludisme est assurée surtout par le premier niveau de la pyramide qui est constitué par les districts sanitaires. Ces districts sanitaires (70 au total sur l'ensemble du pays) couvrent les premiers et deuxièmes échelons de soins qui sont représentés par les formations sanitaires (FS) suivants : Le centre de santé et de promotion sociale (CSPS), les centres médicaux (CM), les dispensaires isolés, les maternités isolées et les hôpitaux de district. 13 régions sanitaires couvrent ces 70 districts sanitaires. Chaque district est géré par un organe technique dénommé équipe cadre du district (ECD) composé de 9 personnes: un médecin-chef de district; un médecin-chef adjoint; un responsable du centre d'information et de surveillance épidémiologique (CISSE); un gestionnaire administratif et financier; un responsable de la planification, du suivi et de l'évaluation; un responsable des stratégies de santé à base communautaire et des groupes spécifiques; un responsable de la prévention par les vaccinations, un pharmacien responsable de la pharmacie, des laboratoires, de la médecine pharmacopée traditionnelles; un responsable de l'hygiène, de l'assainissement et de la communication en santé. Dans le cadre de la surveillance épidémiologique, chaque FS transmet tous les lundis avant 10h les données de surveillance (12 maladies dont le paludisme) par appel téléphonique au district sanitaire de sa zone de couverture pour compilation, analyse et transmission à la direction régionale de la santé du centre le même jour avant 16h.

La région sanitaire du centre, zone de mise en place du projet de cartographie regroupe 5 districts sanitaires. Ce projet a pour finalité dans sa phase pilote de mettre en place une maquette opérationnelle, visant à expérimenter la faisabilité et l'utilité d'un outil de cartographie pour l'aide à la décision des cas de paludisme. Cet outil sera accessible à tous les niveaux de la pyramide sanitaire de la région sanitaire du centre via une interface web.

Cette cartographie inclura les données du paludisme provenant du Télégramme Lettre Officiel Hebdomadaire (TLOH) de 101 FS, ainsi que des données météorologiques hebdomadaires (pluviométrie et nombre d'épisode de pluie, température minimale et maximale, humidité minimale et maximale de l'air) observées et prédites, pour la mise en place de modèle de prédiction des cas de paludisme. Voir en annexe les variables à collecter, le nombre et la dénomination des FS par district sanitaire.

La mise en place de la cartographie se fera d'abord par une étude des séries temporelle des incidences du paludisme et des données météorologiques (nombre d'événement pluvieux, les cumuls de pluie, les températures minimales et maximales, l'humidité minimale et maximale). Ensuite une étude et une application des décalages des cas de paludisme sur les séries stationnaires permettront de faire une cartographie prévisionnelle pour chaque FS après calibrage d'un modèle pour chaque centre de santé par un modèle additif généralisé avec spatialisation.

## II. Objectif

Donner des éléments techniques et scientifiques au ministère de la santé pour développer et maintenir la surveillance épidémiologique sur des bases cartographiques.

### III. Contraintes

Un certain nombre de contraintes pèsent sur la réalisation du projet.

Contraintes de coûts et de réalisation : Il n'y a pas de budget alloué à la réalisation de la cartographie. La réalisation va nécessiter des acquisitions ou locations de matériels (serveur de données, ordinateurs) et de logiciels. Le travail intellectuel de conception et d'entretien de la base de données sera supporté par le SESSTIM pour la phase de test.

- ✓ Contrainte de délais : le projet est prévu pour débiter en mi avril 2017 et s'étaler jusqu'en décembre 2017. Deux évaluations devront être réalisées au début et à la fin de la période de test. Les évaluations porteront sur l'utilisation des données de cartographie au niveaux des FS, des districts sanitaires, de la région sanitaire, de la direction de la lutte contre la maladie et au niveau de programme national de lutte contre le paludisme.
- ✓ Contrainte de délais de transmission des données. Les informations doivent être saisies chaque lundi avant 16h sur des formulaires dédiés pour chaque aire de santé impliquée dans la transmission des données.

### IV. Attributions des acteurs

Le SESSTIM, le ministère de la santé et la direction générale de la météorologie sont les principales structures qui interviendront pour la mise en place du projet.

#### 1) SESSTIM (UMR 912, Aix-Marseille Université, IRD, INSERM)

Le SESSTIM à travers le Pr Jean Gaudart, les Drs Jean-Charles Dufour et Ouedraogo Boukary et veillera à la mise en place du dispositif durant la période de test. La vérification de la remontée régulière des données sera assurée par Dr Ouedraogo Boukary. L'équipe du SESSTIM s'assurera que le modèle de cartographie est bien compris et répond au mieux aux besoins des utilisateurs de tous les niveaux de la pyramide sanitaire. Ainsi, les modèles de cartes seront amendés progressivement avec les bénéficiaires chaque mois.

#### 2) Ministère de la santé

##### *a- Direction de la lutte contre la maladie*

Elle sera l'interlocuteur directe du ministère de la santé avec le SESSTIM. Elle sera chargée de centraliser et transmettre au SESSTIM les préoccupations, suggestions et doléances des autres acteurs concernés du ministère de la santé et de la météorologie. Elle s'assurera en collaboration avec la direction régionale que la cartographie contribue à la lutte contre le paludisme au niveau des districts et FS : prévision des stocks (moustiquaires, médicaments et TDR), sensibilisation de la population à l'utilisation des moustiquaires, lutte anti-larvaire en communauté par les agents de santé communautaire.

Elle anticipera sur la prise en main du dispositif après la phase d'essai : formation d'acteurs, achat de serveur de données et collaboration avec le SESSTIM. Un plan de reprise en pain devra être discuté avec le SESSTIM au moins trois mois avant la fin de la phase test pour un accompagnement progressif de ce dernier avant fin décembre 2017.

##### *b- Direction régionale de la santé du centre (DRS)*

Elle aura dans un premier temps un rôle de catalyseur pour la transmission continue des données par les districts sanitaires. Par conséquent, elle instruira chaque médecin-chef de district à veiller à la saisie continue des données de cartographie par les CISSE. Elle devra également faire une vérification hebdomadaire de la concordance des données agrégées et transmises dans

la plateforme et celles contenues dans le rapport de synthèse hebdomadaire envoyé à la DRS par les CISSE. Les incohérences devront être relevées et portées à la connaissance du SESSTIM via la DLM pour correction.

L'outil de cartographie devra contribuer à avoir une meilleure visibilité de l'incidence du paludisme dans chaque district (à l'échelle des formations sanitaires) par la DRS. La DRS vérifiera les difficultés d'utilisation du dispositif par les districts et son apport dans la prise de décision. Elle initiera des rencontres avec les districts pour identifier les atouts et les insuffisances du dispositif. Une synthèse mensuelle des suggestions, propositions et difficultés sera transmise à la DLM.

#### *c- districts sanitaires*

La dernière réactualisation des coordonnées GPS nécessaires à la réalisation de la cartographie remonte à l'année 2011 pour la région sanitaire du centre. Ainsi, toutes les 101 FS publiques des cinq districts de cette de la région sanitaire seront impliqués dans le projet de cartographie. Chaque CISSE devra s'identifier par son nom et prénom et accéder à une interface de saisie de données de paludisme contenant :

- des champs pré-remplis non modifiables par les CISSE : son district sanitaire, l'année et la semaine en cours, la liste des aires de santé, la population de chaque aire de santé de l'année en cours, les coordonnées GPS

- des champs à renseigner par les CISSE : l'identifiant unique de la formation sanitaire, le nombre de cas de paludisme de la semaine précédente.

Les données à saisir seront issues du classeur Excel transmis hebdomadairement à la DRS dans le cadre de la surveillance épidémiologique via le TLOH. Pour minimiser les erreurs et accroître la fiabilité de l'information un double contrôle sera effectué :

- Une rubrique supplémentaire devra être prévue dans ledit classeur Excel pour indiquer à la DRS les informations transmises pour la cartographie afin que ce dernier puisse les vérifier avant l'accessibilité des informations cartographiques le lendemain. La feuille devra contenir la liste des formations sanitaires, leurs identifiants uniques et le nombre total de cas de paludisme.

- Les identifiants uniques des formations sanitaires et les données devront être copiés du classeur et collés sur le formulaire en ligne. Voir en annexe la structuration des identifiants uniques par formation sanitaire (IUPS) et par district.

La cartographie devra permettre aux districts et aux formations sanitaires de :

- ✓ Prévoir un réajustement des stocks d'antipaludéen, de moustiquaires et de TDR en fonction des prévisions cartographiques.
- ✓ Accentuer les campagnes de sensibilisation de lutte contre le paludisme localement

#### *c- Aires sanitaires*

Elles auront un rôle d'utilisateurs des informations cartographiques. Chaque aire sanitaire aura la latitude de consulter les prévisions cartographiques de sa structure et de les comparer si besoin avec celle des AS adjacentes. Les responsables de ces structures pourront anticiper sur les mesures à prendre pouvant contribuer à la lutte contre le paludisme (commande d'anti paludéen et de TDR, sensibilisation de la communauté par les agents de santé à base communautaire dont les activités relèvent directement des aires sanitaires).

### 3) Ministère des transports

Le service de la météorologie de ce ministère aura un rôle d'abord de fourniture de données et secondairement de consultation de l'outil de prédiction des cas de cas paludisme sur la base des

variables météorologiques. L'agent en charge de renseigner les données aura accès au formulaire saisie avec les champs suivants :

- des champs pré-remplis non modifiables : l'année et la semaine en cours
- des champs à renseigner portant sur les données constatées liées à la température min et max, la pluviométrie et l'humidité min et max. Ces variables permettront de manière plus précise de faire des prédictions des cas de paludisme à l'échelle des formations sanitaires. En effet des études ont montrés l'interaction entre variable climatique et l'incidence du paludisme. L'ensemble des données devront être renseigné obligatoirement avant validation.

## V. Structure de la base

Le schéma architectural de la base de donnée sera constitué de sept tables : « **Users** », « **DS** », « **FS** », « **Population** », « **Palu** », « **Periode** » et « **Meteo** ».

La table « **users** » aura pour attributs : l'identifiant de l'agent du service de la météorologie ou du district en charge de la saisie des données, l'identifiant des administrateurs de la base, le mot de passe de l'utilisateur, l'identifiant unique du district et de la météorologie.

- ✓ La table district « **DS** » aura pour attributs : l'identifiant unique de chaque DS, l'identifiant unique de chaque formation sanitaire et le nom du district sanitaire.
- ✓ La table formation sanitaire « **FS** » aura pour attributs : l'identifiant unique de la formation sanitaire, le nom de la formation sanitaire, la latitude et la longitude de la formation sanitaire.
- ✓ La table « **population** » aura pour attributs : Les identifiants uniques des tables « **population** » et « **FS** », la population annuelle de la formation sanitaire, année. Cette table permettra de faire annuellement la mise à jour des données populationnelle par formations sanitaires par les CISSE
- ✓ La table « **Palu** » aura pour attributs : les identifiants uniques des tables « **palu** », « **meteo** », « **pop** » et « **periode** » et les cas hebdomadaire de paludisme.
- ✓ La table « **Periode** », aura pour attributs l'identifiant unique de ladite table, l'année en cours et les semaines précédentes.
- ✓ La table « **Meteo** » servira à : enregistrer des données hebdomadaires météorologiques que sont : les températures moyenne min et max, l'humidité moyenne max et min, le cumul pluviométrique et le nombre d'épisode de pluie.

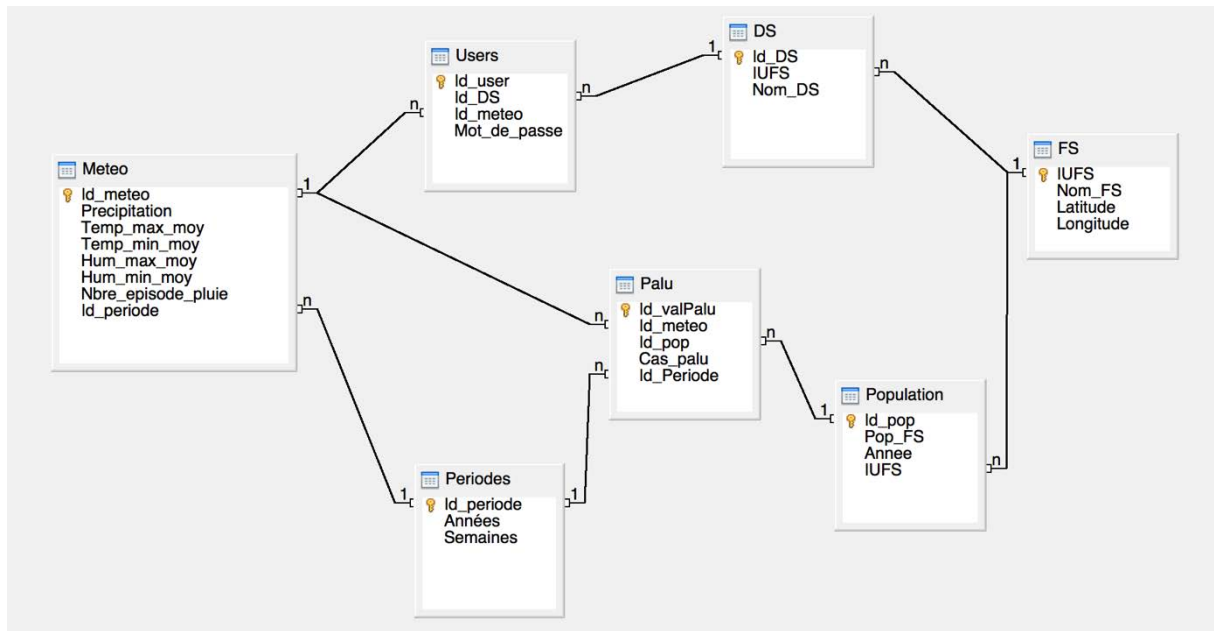


Figure1 : Schéma architectural de la base de données

## VI. Aperçu des interfaces de saisie

Trois interfaces seront créées. Uniquement les cellules en jaune seront renseignées lors des saisies (identification et entrée des données).

- Aperçu de l'interface d'identification de chaque utilisateur (district, météorologie et administrateurs) :

<b>Id utilisateur</b>	
<b>Mot de passe</b>	

Figure2 : Interface d'identification

- Aperçu de l'interface de saisie des données du district sanitaire de Baskuy (exemple).

Formation sanitaires	Population	Latitude	Longitude	IUFS	Cas Paludisme
GOUNGHIN	39747	-1,549	12,356		
POGBI	25901	-1,534	12,381		
SAMANDIN	35526	-1,533	12,350		
SECT03	15957	-1,541	12,360		
SECT08	24091	-1,545	12,347		
SECT10	46084	-1,553	12,378		
SECT12	30589	-1,528	12,382		
URBAIN	69603	-1,531	12,371		
YENNENGA	15072	-1,519	12,353		

Figure 3 : Interface de saisie des cas de paludisme



- Aperçu de l'interface de saisie des données de la météorologie.

Année 2017

Service Météorologie

Semaines S1: 2/01/2017-8/01/2017 2017

- S1: 2/01/2017-8/01/2017
- S2: 9/01/2017-15/01/2017
- S3: 16/01/2017-22/01/2017
- S4: 23/01/2017-29/01/2017
- S5: 30/01/2017-5/02/2017
- S6: 6/02/2017-12/02/2017

Variables	Valeurs observées
Température maximale moyenne	
Température minimale moyenne	
Humidité maximale moyenne	
Humidité minimale moyenne	
Cumul pluviométrique	
Nombre d'épisode de pluie	

Valider

Figure 4 : Interface de saisie des données de la météorologie

### 1) Variables à collecter

- Nombre de cas de paludisme
- Le nombre d'épisode de pluie
- Le cumul pluviométrique hebdomadaire
- La température maximale moyenne hebdomadaire
- La température minimale moyenne hebdomadaire
- L'humidité maximale moyenne hebdomadaire
- L'humidité minimale moyenne hebdomadaire

## 2) Districts sanitaires et formations sanitaires à cartographier

Nombre	Districts sanitaires	Identifiant Unique des Formations Sanitaires (IUFS)	Dénomination des formations sanitaires
9	Baskuy	1	GOUNGHIN
		2	POGBI
		3	SAMANDIN
		4	SECT03
		5	SECT08
		6	SECT10
		7	SECT12
		8	URBAIN
		9	YENNENGA
34	Bogodogo	10	AMA
		11	BALKOUI
		12	CMASECT30
		13	DAGNONGO
		14	DASSASGHO
		15	DIDRI
		16	GAMPELA
		17	GONSE
		18	GUIGUEMTENGA
		19	JUVENATFILLE
		20	KOALA
		21	MANEGSOMBO

		22	MONASTERE
		23	NAGBANGRE
		24	NIOKO1
		25	NOMWENDE
		26	NONGTAABA
		27	PEELE
		28	PIKIEKO
		29	SAABA
		30	SECT15
		31	SECT30
		32	SINSINGUENE
		33	STCAMILLE
		34	TANGHIN
		35	TANLARGHIN
		36	TANSABLOGO
		37	TANSOBINTENGA
		38	TAOUAGA2000
		39	TASECT28
		40	TASECT30
		41	WEMTENGA
		42	WENDEFANDE
		43	YAMTENGA
16	Sig-nonghin	44	BASSINKO
		45	BISSIGHIN
		46	GASKAYE

		47	GOUPANA
		48	KAMBOINCE
		49	KODEMTORE
		50	NEDOGO
		51	PABRE
		52	SABTENGA
		53	SAGNIONIOGO
		54	SECT20
		55	SECT21
		56	SECT22
		57	YAMBA
		58	ZIBAKO
		59	ZOUMA
33	Boulmiougou	60	BASSEMYAM
		61	BAZOULE
		62	BOASSA
		63	CISSIN17
		64	DAYOUBSI
		65	DOUDOULMA
		66	KALZI
		67	KOMSILGA
		68	KOUDIÈRE
		69	LAO
		70	LOUGSI
		71	NAGRIN

		72	PISSY
		73	PISSY17
		74	PONSMTENGA
		75	SANDOGO
		76	SANE
		77	SECT16
		78	SECT18
		79	SECT19
		80	TAMPOUSSOUMDI
		81	TAMPOUY
		82	TANGHINDASSOURI
		83	TIGUINDALGUE
		84	TINTILOUNORD
		85	TINTILOUSUD
		86	VIPALOGHO
		87	YAOGHIN
		88	YIMDI
		89	ZAGTOULI
		90	ZEGUEDESSE
		91	ZEKOUNGA
		92	ZONGO
9	Nongr-Masson	93	POLESGO
		94	ROUMTENGA
		95	SAKOULA
		96	SECT13

		97	SECT23
		98	SECT25
		99	SECT26
		100	SECT27
		101	SONGDIN

## Annexe 8: Guide d'utilisation de l'outil de cartographie

Le présent guide d'utilisation est divisé en trois grandes parties :

- La première partie résume les grandes lignes pour la saisie des données au profit des CISSE des cinq districts de la région sanitaire du centre et du gestionnaire des données de la météorologie. Il donne les grandes étapes à suivre pour la saisie des données.
- La deuxième partie guide le responsable CISSE de la DRS pour vérifier et corriger les données transmises par les CISSE des districts sanitaires hebdomadairement
- La troisième partie oriente l'ensemble des utilisateurs que sont : les formations sanitaires ; districts sanitaires ; la région sanitaire du centre ; les services centraux du ministère de la santé (ministre de la santé, secrétariat général, DGS, DLM, PNLP) ; et le service de la météorologie sur l'utilisation et l'interprétation des graphiques. Elle présente l'interface cartographique des données couvrant les années 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 et 2016. Les données de 2017 devront être saisies par semaine. Deux figures sont représentées sur cette interface.
  - ✓ Une première figure donne une représentation graphique en gradient de couleur des incidences du paludisme par formation sanitaire.
  - ✓ Une seconde figure donne une courbe évolutive des cas de paludisme pour l'ensemble des formations sanitaires.

PS : Les cartes de prévision par formation sanitaire seront prises en compte ultérieurement. Ces prévisions prendront en compte les données météorologiques. La version révisée du guide d'utilisation donnera les grandes orientations pour leur interprétation.

## I) Première partie : Entrée des données

Pour la saisie des données, chaque CISSE et l'agent en charge de la saisie des données de la météorologie doivent suivre la procédure suivante chronologiquement (voir figure 1) :

I) Saisir dans la barre de navigation (1) l'URL suivante

<http://sesstim.univ-amu.fr/cartobf>

II) Cliquez ensuite sur le lien (2) pour saisir les données



Figure 1 : Interface d'accès à la cartographie et de saisie des données

Vous serez redirigé vers l'interface d'identification de saisie de vos paramètres de connexion (voir figure 2 ci-dessous)

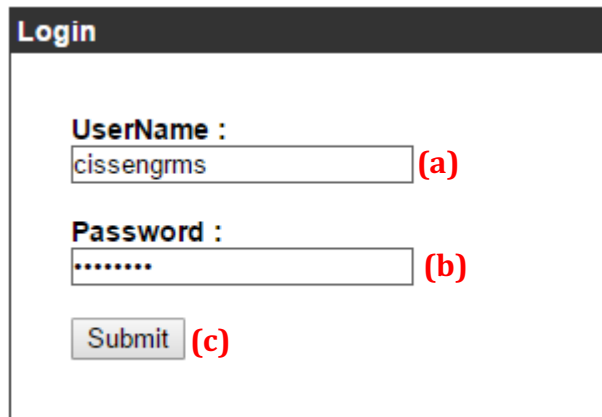
The image shows a login form with a dark header containing the word 'Login'. Below the header, there are two input fields. The first is labeled 'UserName :' and the second is labeled 'Password :'. Below the input fields is a 'Submit' button.

Figure 2 : Interface d'identification de saisie des données

A titre d'exemple nous vous proposons étape par étape la procédure de saisie des données pour le district sanitaire de Nongr-Masson à partir de l'interface d'identification. Suivez les indications en rouge mentionnées entre parenthèse en lettre minuscule chronologiquement.



## Etape1 : Identification



**Login**

**UserName :**  
cissengrms (a)

**Password :**  
..... (b)

Submit (c)

Figure 3 : Interface d'identification de saisie des données (district de Nongr-Masson)

**(a)** : Entrez votre identifiant

**(b)** : Entrez votre mot de passe personnalisé qui vous a été communiqué

**(c)** : Validez avec le bouton « Submit » pour accéder à votre interface de saisie des données

Nom d'utilisateur : cissengrms - [Se déconnecter](#) -  
 District sanitaire : Nongr-Masson  
 Année : 2017

1. Choisissez une semaine :  (d)

2. Copier les données Excel ci-dessous,  
 puis cliquez sur le bouton 'Remplir le tableau' :

(e)

(f)

3. Vous pouvez aussi saisir ou modifier directement les données dans le tableau

Identifiants des FS	Formations Sanitaires (FS)	Nombre de cas de palu (g)	Année-et-Semaine
93	POLESGO		2017-S20
94	ROUMTENGA		2017-S20
95	SAKOULA		2017-S20
96	SECT13		2017-S20
97	SECT23		2017-S20
98	SECT25		2017-S20
99	SECT26		2017-S20
100	SECT27		2017-S20
101	SONGDIN		2017-S20

4. N'oubliez pas de cliquer sur le bouton 'Valider' pour enregistrer les données

(h)

Figure 4 : Interface de saisie des données du district sanitaire de Nongr-Masson

### Etape 2 : Sélection de la semaine de saisie des données.

Avant de saisir les données, assurez-vous que la semaine correspondante est bien sélectionnée dans la liste déroulante (d). Par défaut la semaine précédente pour la saisie des données sera active.

### Etape 3 : Entrée des données

Les modes de saisie des données diffèrent des districts sanitaires et du service de la météorologie

#### a) Saisie des données au niveau district sanitaire

Deux possibilités sont proposées dans l'interface de saisie des données pour entrer les données de la semaine concernée par district sanitaire.

**Possibilités 1 :** Vous pouvez copier et coller les données depuis votre classeur Excel dans la plage du formulaire dénommé « 2. Copier les données Excel ci-dessous, puis cliquez sur le bouton 'Remplir le tableau' » [voir (e) sur la figure 4] puis cliquez sur « Remplir le tableau » (f). Les données seront alors automatiquement reportées dans les cellules de la colonne « nombre de cas de palu » (g).

Cliquez sur le bouton « Valider » (h) pour enregistrer vos données dans la base de données.

Si vous optez pour cette solution, il est impératif que les cellules en gris soient exactement les mêmes que ceux qui vous ont été données pour la saisie des données par semaine et par formation sanitaire.

Les figures 5 et 6 donnent un exemple de sélection de données (non débordante et débordante) pouvant être collées dans la plage (e) à partir de votre classeur. *Nous vous conseillons d'opter pour la sélection des données uniquement si vous avez modifié les noms des colonnes et/ou des formations sanitaires.*

Dénomination des formations sanitaires	Identifiant Unique des Formations Sanitaires (IUFS)	Nombre de cas
POLESGO	93	157
ROUMTENGA	94	99
SAKOULA	95	57
SECT13	96	50
SECT23	97	358
SECT25	98	173
SECT26	99	117
SECT27	100	393
SONGDIN	101	13

Figure 5 : Exemple de sélection de données à coller dans le champs (e).

Dénomination des formations sanitaires	Identifiant Unique des Formations Sanitaires (IUPS)	Nombre de cas
POLESGO	93	157
ROUMTENGA	94	99
SAKOULA	95	57
SECT13	96	50
SECT23	97	358
SECT25	98	173
SECT26	99	117
SECT27	100	393
SONGDIN	101	13

Figure 6 : Exemple de sélection débordante des données à coller dans le champs (e).

**Possibilités 2 :** Vous pouvez saisir les données manuellement les cellules de la colonne « nombre de cas de palu » (g). Cliquez ensuite sur le bouton « valider » (h) pour enregistrer vos données.

#### b) Saisie des données au niveau météorologie

Le gestionnaire des données du service de la météorologie à une seule possibilité :  
- saisir chaque donnée directement dans le champ de chaque cellule de la colonne « Valeurs observées » (g') puis valider (h) pour enregistrer les données (voir figure 8).

Nom d'utilisateur : meteobf - [Se déconnecter](#) -

Année : 2017

1. Choisissez une semaine : S23 : 05/06/2017 - 11/06/2017 ▾

2. Saisissez (ou modifiez) les données dans le tableau ci-dessous

<b>Variabes météorologiques</b>	<b>Valeurs observées (g')</b>	<b>Année-et-Semaine</b>
Température maximale moyenne		2017-S23
Température minimale moyenne		2017-S23
Humidité maximale moyenne		2017-S23
Humidité minimale moyenne		2017-S23
Cumul pluviométrique		2017-S23
Nombre d'épisodes de pluie		2017-S23

3. N'oubliez pas de cliquer sur le bouton 'Valider' pour enregistrer les données modifiées

(h)

Figure 7 : Interface de saisie des données de la météorologie

## II) Deuxième partie : Validation/modification des données

La vérification des données par le responsable CISSE de la DRS est essentiel dans la pyramide sanitaire. La mise à jour des cartes est décalée de 24h pour permettre à la direction régionale de valider les informations saisies par les districts sanitaires conformément au cahier des charges.

La vérification des données via l'interface se fait selon la chronologie suivante :

a) Saisir dans la barre de navigation **(1')** l'URL suivante (voir figure 8):

<http://sesstim.univ-amu.fr/cartobf>

c) Cliquez ensuite sur le lien **(2')** pour saisir/valider les données :



Figure 8 : Interface d'accès à la cartographie et de saisie/validation des données

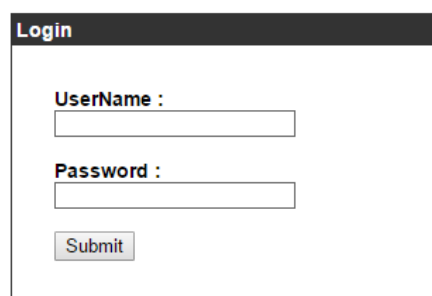
### Etape1 : Identification

Vous serez redirigé vers l'interface d'identification de saisie de vos paramètres de connexion. Veuillez suivre les indications en rouge mentionnées entre parenthèse en lettre minuscule chronologiquement.

**(a')** : Entrez votre identifiant

**(b')** : Entrez votre mot de passe personnalisé qui vous a été communiqué

**(c')** : Validez avec le bouton « Submit » pour accéder à votre interface personnalisée (voir figures 9 et 10 ci-dessous).



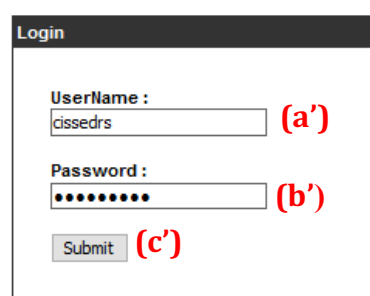
Login

UserName :

Password :

Submit

Figure 9 : Interface d'identification du CISSE DRS



Login

UserName :  **(a')**

Password :  **(b')**

Submit **(c')**

Figure 10 : Interface d'identification du CISSE DRS

## Etape2 : Vérification des données

Une fois identifié, choisissez le district et la semaine (i) pour afficher les données à vérifier. Les données s'afficheront en (j). Vous pouvez les contrôler (et si besoin les modifier). Penser à cliquer sur le bouton « Valider » (k) pour enregistrer vos éventuelles modifications. Répétez l'étape (i) pour visualiser l'ensemble des données des cinq districts selon la période de votre choix. Voir figures 11, 12 et 13

Nom d'utilisateur : cissedrs - [Se déconnecter](#) -  
Année : 2017

(i) 1. Choisissez un district :  et une semaine :

(j) 2. Si nécessaire, modifiez les données dans le tableau

Identifiants des FS	Formations Sanitaires (FS)	Nombre de cas de palu	Année-et-Semaine
---------------------	----------------------------	-----------------------	------------------

3. N'oubliez pas de cliquer sur le bouton 'Valider' pour enregistrer les données modifiées

(k)

Figure 11 : Aperçu de l'interface de vérification des données du CISSE DRS

Nom d'utilisateur : cissedrs - [Se déconnecter](#) -  
Année : 2017

(i) 1. Choisissez un district :  et une semaine :

(j) 2. Si nécessaire, modifiez  s le tableau

Identifiants des FS	Formation Sanitaires (FS)	Année-et-Semaine
---------------------	---------------------------	------------------

3. N'oubliez pas de cliquer sur le bouton 'Valider' pour enregistrer les données modifiées

(k)

Figure 12 : choix du district sanitaire et de la semaine

Nom d'utilisateur : cissedrs - [Se déconnecter](#) -  
Année : 2017

(i) 1. Choisissez un district :  et une semaine :

2. Si nécessaire, modifiez les données dans le tableau

(j)

Identifiants des FS	Formations Sanitaires (FS)	Nombre de cas de palu	Année-et-Semaine
1	GOUNGHIN	359	2017-S23
2	POGBI	356	2017-S23
3	SAMANDIN	279	2017-S23
4	SECT03	78	2017-S23
5	SECT08	152	2017-S23
6	SECT10	9	2017-S23
7	SECT12	91	2017-S23
8	URBAIN	21	2017-S23
9	YENNENGA	4	2017-S23

(k) 3. N'oubliez pas de cliquer sur le bouton 'Valider' pour enregistrer les données modifiées

Figure 13 : Aperçu de l'interface du district sanitaire de Baskuy pour la semaine du 05-06-17 au 11-06-17

### III) Troisième partie : Consulter et interpréter les figures

L'accès aux figures se fait de la même manière que la procédure pour accéder à l'interface d'identification de saisie des données. Cependant, une fois connecté avec l'URL, il faudra cliquer sur le lien (2'') indiqué sur la figure 14.

- Saisir dans la barre de navigation (1'') l'URL suivant : <http://sesstim.univ-amu.fr/cartobf>
- Cliquez ensuite sur le lien (2'') pour accéder à la cartographie.

Figure 14 : : Interface d'accès à la cartographie et de saisie des données



Une fois sur l'interface vous avez deux curseurs (sur la gauche) pour le choix de la semaine allant de la semaine 1 à la semaine 52 **(l)** et de l'années allant de 2011 à 2017 **(m)**. Un menu déroulant **(n)** permet de choisir la formation sanitaire pour la période sélectionnée.

La carte de la région du centre avec l'ensemble des formations sanitaires sera générée en bas avec en gradient de couleur l'incidence du paludisme par formation sanitaire. La formation sanitaire sélectionnée sera identifiée sur la carte avec son numéro unique de couleur rouge et sur le graphe par une ligne en rouge également [Voir **(o)** et **(q)** sur la figure 9 à titre d'exemple].

La légende **(p)** donne en gradient de couleur le nombre de cas pour 10000 habitants.

Le graphique en dessous de la carte (voir figure 15) donne sur l'ensemble de l'année sélectionnée des courbes de variation des cas de paludisme pour l'ensemble des formations sanitaires. La courbe en rouge **(q)** représente l'évolution de l'incidence du paludisme de la formation sanitaire sélectionnée pour l'année choisie

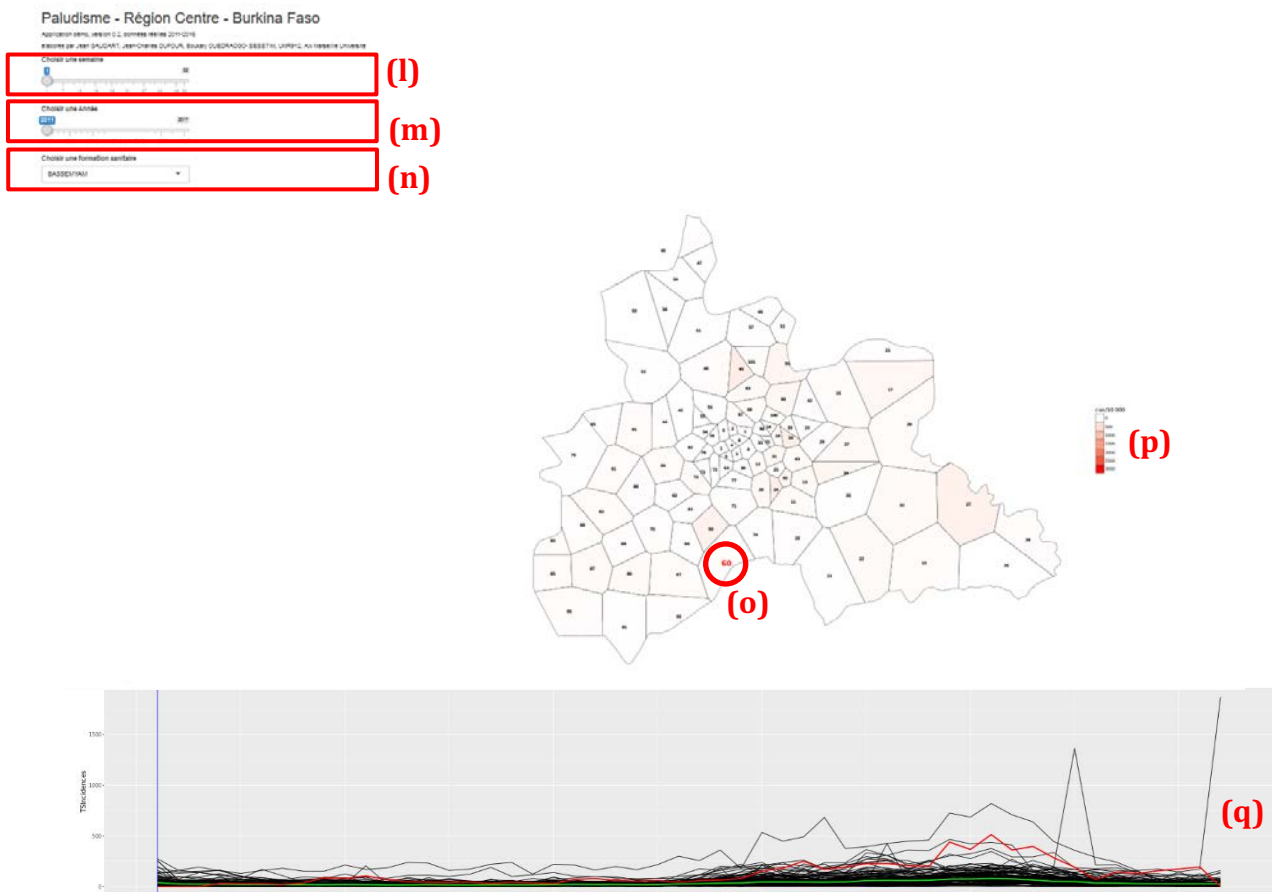


Figure 15 : : Interface cartographique l'incidence du paludisme dans la région du centre

# Annexe 9 : Grille d'évaluation de l'outil de cartographie

## Guide d'entretien sur la cartographie dynamique dans le cadre du paludisme au Burkina Faso

### 1) Evaluation du processus de collecte des données

Que pensez-vous du système de collecte et de transmission des données, et leur qualité ?

Les districts participent-ils de la même manière dans la transmission des données ?

Quels seraient, à propos du paludisme, les informations manquantes pour assurer une bonne analyse épidémiologique de la situation ?

### 2) Evaluation de l'utilisation

Avez-vous le temps de regarder les cartes toutes les semaines ?

Regardez-vous les cartes uniquement lorsque vous êtes interpellés, alertés par une autre source (collègue, médecin en périphérie, autre service du ministère etc.) ?

Vos pratiques sont-elles modifiées avec la mise en place de la cartographie (gestion des stocks de médicaments, TDR, mesures de préventions (moustiquaires, SMC), investigation épidémiologique particulière, prise d'une décision de politique sanitaire suite à l'évaluation de la cartographie ...) ?

Si oui décrivez la situation et votre décision/action...

Comment s'organise la prise de décision par rapport à vos propres données et face à la situation des zones voisines ?

Comment partagez-vous votre expertise avec les autres professionnels de santé, de façon générale et plus précisément à propos de cette cartographie dynamique ?

Comment appréciez-vous votre rôle d'alerte dans la supervision et le contrôle des districts sanitaires ?

Avez-vous le retour d'information de votre supérieur ?

Avez-vous des retours à propos de l'utilisation de cette cartographie dynamique venant des professionnels de santé des districts, centres de santé ou des informations sanitaires ?

Quelles sont les potentielles défaillances d'un tel système que vous identifiez ?

Outre le paludisme, quels sont les problèmes de santé qui sont, à votre avis, prioritaires, et doivent figurer dans un tel système ?

3) Que voulez-vous ajouter ?

# Intitulés des doctorats AMU

Mentions et Spécialités des doctorats votées en CS le 16/10/2012

## ED 62 – SCIENCES DE LA VIE ET DE LA SANTE

- Biologie
  - Biochimie structurale
  - Génomique et Bioinformatique
  - Biologie du développement
  - Immunologie
  - Génétique
  - Microbiologie
  - Biologie végétale
- Neurosciences
- Pathologie humaine
  - Oncologie
  - Maladies infectieuses
  - Génétique humaine
  - Conseil en Génétique
  - Pathologie vasculaire et nutrition
  - Ethique
  - Recherche clinique et Santé Publique

## ED 67 – SCIENCES JURIDIQUES ET POLITIQUES

- Droit privé
- Droit public
- Histoire du droit
- Droit
- Science politique

## ED 184 – MATHEMATIQUES ET INFORMATIQUE

- Mathématiques
- Informatique
- Automatique

## ED 250 – SCIENCES CHIMIQUES DE MARSEILLE

- Sciences chimiques

## ED 251 – SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

- Anthropologie biologique
- Ecologie

- Géosciences de l'environnement
- Génie des procédés
- Océanographie
- Chimie de l'environnement

## **ED 352 – PHYSIQUE ET SCIENCES DE LA MATIERE**

- Astrophysique et Cosmologie
- Biophysique
- Energie, Rayonnement et Plasma
- Instrumentation
- Optique, Photonique et Traitement d'Image
- Physique des Particules et Astroparticules
- Physique Théorique et Mathématique
- Matière Condensée et Nanosciences

## **ED 353 – SCIENCES POUR L'INGENIEUR : MECANIQUE, PHYSIQUE, MICRO ET NANOELECTRONIQUE**

- Energétique
- Mécanique et Physique des Fluides
- Acoustique
- Mécanique des Solides
- Micro et Nanoélectronique
- Génie Civil et Architecture

## **ED 354 – LANGUES, LETTRES ET ARTS**

- Etudes anglophones
- Etudes germaniques
- Etudes slaves
- Langue et littérature chinoises
- Langue et Littérature françaises
- Littérature générale et comparée
- Arts plastiques et sciences de l'Art
- Musicologie
- Etudes cinématographiques
- Arts du spectacle

## **ED 355 – ESPACES, CULTURES, SOCIETES**

- Géographie
- Urbanisme et Aménagement du territoire
- Préhistoire

- Archéologie
- Histoire de l'Art
- Histoire
- Sciences de l'Antiquité
- Mondes arabe, musulman et sémitique
- Etudes romanes
- Sociologie
- Anthropologie
- Architecture

### **ED 356 – COGNITION, LANGAGE, EDUCATION**

- Philosophie
- Psychologie
- Sciences du Langage
- Sciences de l'Information et de la Communication
- Sciences de l'Education

### **ED 372 – SCIENCES ECONOMIQUES ET DE GESTION**

- Sciences de Gestion
- Sciences Economiques
- Sciences Economiques : AMSE

### **ED 463 – SCIENCES DU MOUVEMENT HUMAIN**

- Sciences du Mouvement Humain
- Biomécanique
- Contrôle Perceptivo-Moteur et Apprentissage
- Physiologie de l'exercice
- Sciences de l'Homme et de la Société