

**Recueillir un référentiel de données
d'enquêtes géographiques sur la prévalence
d'infections paludiques en Afrique
1900-2015**

**Robert W Snow, Punam Amratia, Clara W Mundia,
Victor A Alegana, Viola C Kirui, Caroline W Kabaria,
Abdisalan M Noor**



Document de travail à l'appui du Projet Information sur le
paludisme / Information for Malaria (INFORM) financé par le
Département du développement international et le Wellcome
Trust,
Royaume Uni

Version 1.1, décembre 2015



Citation

Snow RW, Amratia P, Mundia CW, Alegana VA, Kirui VC, Kabaria CW, Noor AM (2015). *Recueillir un référentiel de données d'enquêtes géographiques sur la prévalence d'infections paludiques en Afrique 1900-2014*. Document de travail INFORM, élaboré avec le soutien du Département du développement international, Royaume-Uni et Wellcome Trust, Royaume Uni, 3 juin 2015

Financement

Ce travail entrepris par INFORM est financé par le Département du développement international, Royaume-Uni (Grant # ITDCZE47) et le Wellcome Trust qui a octroyé des bourses de recherche à RWS (# 079080 & # 103602) et AMN (# 095127)

Table de matières

1. Préambule	1
2. Pourquoi mesurer la transmission du paludisme?.....	2
3. Mesurer le risque de paludisme	4
3.1 Mesurer la transmission endémique stable du paludisme	
3.2 Mesurer le risque lorsque la prévalence est faible et l'utilisation de données de cas courants	
4. L'histoire des enquêtes parasitaires nationales en Afrique	7
5. Recueil des données d'enquêtes sur la prévalence parasitaire	11
5.1 Contexte de stratégies de recherche de données	
5.2 Recherches dans les archives historiques	
5.3 Recherche des données électroniques	
5.4 Autres sources de données	
6. Abstraction des données d'enquête	15
6.1 Exigences minimales en matière de données	
6.2 Méthodes de détection parasitaires	
6.3 Géocodage des sites d'enquête	
6.4 Définition des frontières nationales	
6.5 Normalisation selon l'âge	
6.6 Limitations dues à la taille de l'échantillon	
7. Partage et accès aux données	20
8. Références	21
9. Annexes: Remerciements	32

Préambule

Ce document de travail fait office de documentation rendant compte de la manière dont le projet INFORM a identifié, recueilli et géocodé des données sur la prévalence du paludisme à travers l'Afrique et la raison pour laquelle ces données sont importantes pour surveiller l'impact temporel des interventions antipaludiques[1,2].

Nous allons nous pencher sur le *Plasmodium falciparum*, qui est, de loin le plus répandu et le plus pathogène des paludismes humains en Afrique. Nous avons toutefois intégré dans notre recherche des données et extraits d'informations, le cas échéant, sur la prévalence de *P. vivax*, *P. malariae* et *P. ovale*.

Les inventaires de données couvrent une longue période de surveillance du paludisme en Afrique et nous détaillons dans ce rapport la façon dont nous avons essayé de capturer des données historiques et contemporaines. En ce qui concerne les analyses entreprises au niveau des pays à l'appui des gouvernements nationaux dans le cadre du Projet INFORM, les données recueillies à partir de 1980 s'avèrent les plus pertinentes.

Depuis 10 ans, ce projet est géré depuis le Kenya. Toutefois, il avait été précédé par des efforts consentis plus tôt dans le cadre de la collaboration MARA / ARMA, commencée en 1996 [3-5]. Le succès de ces 20 dernières années de recueil de données n'aurait pas été possible sans les importantes contributions apportées par de nombreux scientifiques œuvrant dans le domaine du paludisme à travers l'Afrique et auxquels nous avons tenu à adresser nos sincères remerciements à la fin de ce rapport.

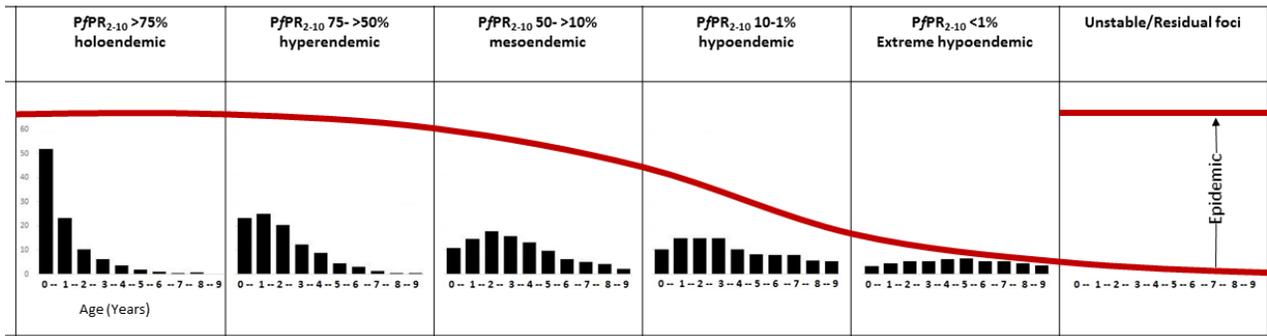
1. Pourquoi est-il important de mesurer la transmission du paludisme?

Il existe plusieurs raisons démontrant l'importance de comprendre la fréquence de l'exposition du parasite du paludisme humain pour les raisons de planification du contrôle et de la gestion de la maladie.

L'incidence de la maladie et les phénotypes cliniques associés dépendent du niveau de l'immunité fonctionnelle acquise précédemment, qui est en grande partie définie par la fréquence des nouvelles infections qui touchent un individu depuis la naissance [6-12]. Dans les zones où l'intensité de la transmission du paludisme est élevée, les épidémies de maladies les plus graves prévalent chez de très jeunes enfants et des répercussions graves suivant l'infection sont rares chez les enfants plus âgés et les adultes. Au fur et à mesure que diminue l'intensité de l'exposition au parasite, la charge clinique du paludisme est portée par les enfants plus âgés jusqu'à ce que la probabilité de développer un événement de la maladie soit plus proportionnelle aux possibilités d'infection (Schéma 1). Dans ces conditions, la charge du paludisme est partagée de manière égale entre la plupart des tranches d'âge et l'absence de toute immunité fonctionnelle dans une communauté rend les populations vulnérables aux épidémies (Schéma 1).

L'évolution de la pathologie en fonction de l'âge est accompagnée d'une présentation grave de la maladie. Dans des conditions de transmission intense, une anémie sévère/aiguë est une cause majeure de maladie mortelle, alors que les présentations qui incluent le paludisme cérébral deviennent de plus en plus courante chez les communautés exposées à des niveaux d'intensité de transmission allant de modérée à faible [7, 9, 11].

Figure 1: Cadre conceptuel de l'épidémiologie clinique de *Plasmodium falciparum* en fonction d'une baisse de l'intensité de transmission parasitaires en Afrique [Snow, 2015]. La ligne rouge représente un taux théorique d'incidences graves de maladie et de mortalité alors que les barres noires démontrent la répartition proportionnelle du paludisme grave entre la naissance et le 10^e anniversaire sur la base de travaux déjà publiés [7,9]



Les modèles biologiques mécanistes qui reproduisent les propriétés mathématiques de la transmission du paludisme prédisent que l'impact probable des différentes stratégies de lutte contre le paludisme à base d'insecticide ou de médicaments aura différentes magnitudes d'effets et de durée globaux d'intervention nécessaires pour démontrer l'impact, selon les niveaux de départ des endémicités [13-18].

En termes généraux, la réduction du contact homme-vecteur, à travers, par exemple, la seule utilisation de moustiquaires imprégnées d'insecticide (MII), ne suffira jamais à interrompre la transmission dans les zones de transmission très intense. A l'inverse, en cas d'utilisation par 90% de la population à 100% du temps dans les zones de transmission intermédiaire, les MII pourraient réduire l'exposition au parasite à presque zéro dans les huit ans [14-15]. Des mesures auxiliaires de lutte anti-vectorielle sont nécessaires pour compléter les stratégies MII dans les zones de transmission intense du paludisme pour réduire rapidement l'abondance des vecteurs de sorte à avoir un impact durable en termes de transmission [15]. L'immédiateté prévue et l'impact global de l'administration massive de médicaments (AMD) et la pulvérisation intradomiciliaire sont également subordonnées à l'intensité de la transmission avant le début de l'intervention [15-18].

Les impacts sur la transmission par le biais de l'utilisation efficace de combinaisons thérapeutiques à base d'artémisinine (CTA) disponibles actuellement sont les plus importants dans les zones où la plupart des nouvelles infections cliniques sont traitées et où l'intensité de la transmission est faible, alors que l'impact du traitement CTA sur la transmission locale est beaucoup plus faible dans les zones où l'intensité de la transmission du parasite est élevée [19] ou lorsqu'il est utilisé pour les ADM [18]. Pour obtenir un impact sur la transmission seulement

grâce aux stratégies de traitement de routine, il faut différents types de combinaisons de médicaments que ceux utilisés actuellement en Afrique [19].

Les effets de l'infection du paludisme chez les femmes enceintes ont été bien décrits et comprennent les effets insidieux d'infections répétées sur l'anémie, l'augmentation des risques de décès in utero/morts fœtales in utero, de faible poids à la naissance conduisant à des risques plus élevés de mortalité infantile et dans des conditions de transmission instable, des risques accrus de décès maternels pendant la grossesse [20,21]. Le traitement présomptif intermittent (TPI) avec deux doses dans les deuxième et troisième trimestres en utilisant le médicament à longue demi-vie sulfadoxine-pyriméthamine (SP) a été mis en œuvre dans une grande partie de l'Afrique subsaharienne depuis 2001 [22]. Au cours des dernières années, cette recommandation a, dans certains pays, été étendue à trois doses de SP à partir de la période des premiers mouvements du fœtus. Au fur et à mesure que la transmission diminue, le rapport coût-bénéfice du TPI change; tandis que les éléments de preuve ne sont pas concluants quant au moment d'arrêter le TPI [23], actuellement il est suggéré que lorsque la prévalence chez les enfants diminue en dessous de 5%, on pourrait envisager soit l'arrêt du TPI ou l'introduction du dépistage et le traitement pour les femmes enceintes [24].

La chimio-prévention saisonnier du paludisme (CSP) s'est avérée utile pour prévenir environ 75% des épisodes cliniques de paludisme chez les enfants âgés de moins de cinq ans, dans les zones où la transmission se limite à quelques mois de l'année [25]. Le ciblage CSP au sein des frontières nationales dépend non seulement de la connaissance des saisons du paludisme, mais également des risques intrinsèques d'endémicité pré-intervention. Dans les zones où l'intensité de la transmission saisonnière historiquement bas, les coûts-avantages de la CSP sont minimes par rapport aux zones où la prévalence du parasite est supérieure à 5% [26]. Il est également important de comprendre des niveaux actuels de transmission du paludisme qui permettront de définir la tranche d'âge éventuellement le plus adapté à la CSP, par exemple 3 mois avant le 5^{ème} anniversaire (arbitrairement fixé à une prévalence supérieure à 10%) ou, au fur et à mesure que la transmission diminue, 3 mois avant 10^{ème} anniversaire où la prévalence est comprise entre 5 et 10% [27].

Lorsque l'intensité de la transmission diminue à des niveaux faibles, les modes de risques parasitaires deviennent de plus en plus hétérogènes où des foyers de transmission spatialement localisés contribuent pour plus de 80% du risque de transmission entre quartiers [28]. Bien qu'il n'y ait pas de règles absolues déterminant le moment du contrôle du paludisme, on a laissé entendre que lorsque la prévalence communautaire du paludisme tombe en dessous de 5% [29], il faut adopter des approches plus ciblées pour la prévention des maladies [30-32]. Les états de très faible prévalence parasitaire servent également de signaux aux agences de contrôle qui peuvent à ce moment-là envisager la révision des stratégies de lutte antipaludiques intégrant les mesures d'éradication [33].

Comprendre l'intensité de la transmission du parasite du paludisme est au cœur d'une planification de lutte efficace et dans la définition des phénotypes cliniques nécessitant des actions de gestion. Tout au long la période de contrôle, l'intensité de la transmission sert d'indice

mesurable du succès de l'intervention et d'un point de référence pour permettre aux programmes d'adapter des combinaisons d'interventions pour maximiser les gains et réorienter le contrôle pour la pré-élimination.

2. Mesurer le risque de paludisme

2.1 Mesurer la transmission endémique stable du paludisme

Le taux d'exposition au parasite peut être mesuré à l'aide d'une variété de techniques épidémiologiques, allant de mesures vectorielles détaillées de taux de piqûres humaines, des proportions de vecteurs avec des parasites dans leurs glandes salivaires, leur parité et longévité dans des hôtes humains provenant d'études longitudinales ou transversales d'acquisition du parasite de la naissance jusqu'au premier anniversaire en utilisant des combinaisons de détection des parasites et de sérologie [34]. Les mesures vectorielles de transmission du paludisme constituent des paramètres importants permettant de modéliser l'impact des interventions. Toutefois, celles-ci sont difficiles et coûteuses à mesurer de façon empirique dans des conditions de terrain [35].

La méthode de mesure la plus couramment utilisée pour mesurer l'exposition au parasite est le taux parasitaire (TP) chez les hôtes humains (strictement en ratio tel qu'il mesuré à une date donnée). Le TP est la proportion d'individus en une seule enquête transversale au sein d'une communauté entière ou communauté échantillonnée qui présentent des signes d'une infection paludique au stade sanguin périphérique. Le TP n'est pas une mesure directe de transmission car elle se sature à des niveaux élevés de transmission en raison de piqûres hétérogènes, de multiples infections et d'immunité acquise. Des modèles mathématiques ont été développés pour traduire les valeurs de TP en valeurs de taux d'inoculations entomologiques (TIE) ou de taux de reproduction de base de l'infection [28]. Néanmoins, sur le plan pratique, des programmes de lutte contre le paludisme utilisent le TP en tant que marqueur direct d'intensité de transmission.

Pendant l'ère du Programme mondial d'éradication du paludisme (GMEP) dans les années 1950 et 1960, la prévalence du parasite paludique chez les enfants était considérée comme un indice mesurable et définitif du risque qui permettrait de définir la manière dont les interventions étaient spatialement ciblées et les progrès mesurés [36-41]. Suite à la conférence sur le paludisme en Afrique, tenue à Kampala, en Ouganda, en 1950 [42], les experts du paludisme ont convenu d'un ensemble de classifications d'endémicité stable du paludisme sur la base de la prévalence d'infection par le *P. falciparum* chez les enfants âgés entre 2 et 10 ans ($PfPR_{2-10}$) ou chez les nourrissons ou infants: transmission hypo-endémique où $PfPR_{2-10}$ était inférieur à 10%, la transmission méso-endémique où le $PfPR_{2-10}$ se situait entre 10% et 50%, la transmission hyper-endémie où le $PfPR_{2-10}$ se situait entre 51% et $\leq 75\%$ et la transmission holo-endémique où la prévalence de l'infection chez les nourrissons était $> 75\%$ [36]. Ces terminologies étaient déjà utilisées avant même la conférence de Kampala, mais se referaient généralement à la prévalence moins spécifique de splénomégalie chez les enfants. Aujourd'hui, ces terminologies sont rarement utilisées. La transmission holo-endémique est rarement définie de façon empirique chez les nourrissons et fait généralement l'objet d'estimations à partir de tranches d'âge utilisées

pour trier les autres classes d'endémicité. En tant que telle, elle est généralement considérée comme un état où $PfPR_{2-10}$ est $\geq 75\%$. Fait plus important encore, ces classifications ont conservé une valeur qualitative dans les descriptions nationales de l'intensité de la transmission depuis plus de 60 ans.

2.2 Mesurer le risque lorsque la prévalence est faible et l'utilisation de données de cas courants

L'optimisation et l'opérationnalisation des définitions de l'intensité de transmission du paludisme ont récemment été revues pour fournir des paramètres permettant d'aider à la prise de décisions sur le moment où des pays ou des régions au sein des pays pourraient décider d'élaborer un programme d'éradication [33]. Le *paludisme contrôlé à faible endémie* a été proposée comme un état où les interventions auraient pu réduire le taux parasitaire moyen dans un échantillon représentatif au niveau national en dessous de 1% au cours de la saison de transmission de pointe, tandis que les niveaux de prévalence dans les sous-populations restent inférieurs à un seuil plus élevé (par exemple, inférieure à une prévalence de 5%) pour permettre une hétérogénéité dans l'endémicité causée par la transmission focale. Étant donné que la composante « contrôlée » de cette définition ne concerne pas une région dans laquelle la transmission du paludisme était toujours historiquement faible, cela se distingue du *paludisme à faible endémie* [33]. En tant que tel, il y a de plus en plus d'adaptations de la classification hypo-endémique pour inclure des zones définies par un $PfPR_{2-10}$ de $<1\%$ et de $<5\%$ [2].

Il existe également un facteur d'échantillonnage pratique lorsque l'intensité de transmission devient très faible ou instable. Cela exige des enquêtes communautaires de plus en plus grandes et plus répétées afin de fournir des estimations avec une précision fiable. Dans cet état de transition, la décision, quant à savoir s'il faut abandonner les enquêtes communautaires en faveur des enquêtes de dépistage passif et/ou actif et de prévalence de l'infection par la fièvre doivent être faites. Ceci a été défini sur le plan opérationnel au cours du GMEP: « Toutefois, aussi tôt que le volume général du paludisme a été réduit dans une mesure considérable, les indices fournis par les enquêtes paludométriques ne seront plus suffisamment sensibles pour mesurer de nouveaux progrès... L'analyse des données d'évaluation des programmes d'éradication, ainsi que des observations plus étroites dans le domaine ont montré qu'on atteint le point où les enquêtes paludométriques cessent d'être suffisamment sensibles lorsque le taux de parasites chute à un niveau compris entre 1% et 3% "[43]. »

Les termes transmission « stable » et « instable » sont largement utilisés mais rarement quantifiés. Cette distinction est importante car la transition vers les états instables implique une transition vers l'éradication. La classification « stable-instable » a été introduite en paludologie par Sir Ronald Ross [Ross, 1916] et adaptée par George Macdonald pour mesurer l'endémicité du paludisme, où la stabilité a été définie quantitativement par le nombre moyen de piqûres qu'un moustique effectue chez un homme au cours de sa vie [39,44]. L'indice de stabilité, cependant, exige des données entomologiques détaillées qui sont rarement disponibles. Qualitativement, le paludisme stable se réfère à des situations relativement insensibles aux changements environnementaux naturels et artificiels. Le paludisme instable se trouve dans des zones très sensibles aux accidents climatiques exceptionnels, se prête facilement à l'éradication

et prévaut souvent dans des zones d'aridité extrême où les changements brusques des précipitations habituelles peuvent conduire à des épidémies.

L'indice de végétation amélioré (EVI) dérivée de l'imagerie du capteur *MODerate-resolution Imaging Spectroradiometer* (Radiomètre spectral pour imagerie de résolution moyenne) (MODIS) a été utilisé pour délimiter les zones soumises à l'aridité extrême et donc potentiellement des zones de transmission instable du paludisme [2,45-47]. Cependant, l'imagerie par satellite EVI fournit une visualisation striée de l'aridité à travers le Mali, le Niger et le Tchad (en fonction de la qualité de l'imagerie). Malgré une illusion de précision pour la transmission du paludisme instable, cela n'a jamais été validé par des données empiriques sur l'incidence clinique ou la prévalence. Nous avons donc évité l'utilisation de l'indice de végétation amélioré dans les définitions ultérieures de la transmission du paludisme instable.

Une définition plus précise du paludisme «instable» est basée sur les cas d'incidence. La mesure de l'incidence du paludisme exige que tous les cas soupçonnés du paludisme soient diagnostiqués grâce à un système de surveillance complet comprenant le dépistage passif des cas (DPC) par l'examen parasitologique des personnes soupçonnées, généralement des cas fébriles présentant les services sanitaires, complétées par le dépistage actif des cas (DAC), les dépistages des cas de fièvre effectués par des visites à domicile à intervalles réguliers [34,40,43,41]. Les résultats sont généralement exprimés sous forme d'incidence parasitaire annuelle (IPA) pour tous les 1 000 habitants au sein de l'ensemble de la population des zones administratives pour lesquelles il est représentatif. Au cours du GMEP, l'IPA n'était considérée valable que si le taux d'examen sanguin annuel (TESA), la proportion de la population cible examinée, dépassait 10% [40,48]. L'autre métrique souvent présenté est le taux de positivité des lames (TPL). Ces indices de surveillance sont reliés comme suit : $API = (ABER * SPR) / 10^a$ [49].

Au cours des dernières activités de cartographie aux niveaux mondial [45] et régional [2,47], on a préféré utiliser une valeur très conservatrice de cas d'incidence de <1 cas pour 10 000 habitants. Bien que cela reconnaisse les difficultés à mesurer l'incidence de cas, il suppose que l'identification des cas grâce à des systèmes routiniers continue à être aussi faible, comme cela a été le cas au cours des deux dernières décennies. Des systèmes d'informations sanitaires et les taux de cas de parasites confirmés s'améliorent à travers l'Afrique. Le défi à présent est de faire en sorte que soit faite la meilleure utilisation possible de ces données conformément à la définition de l'OMS de pré-éradication acceptée qui est de <1 cas pour 1 000 [17, 31, 32] personnes où cela peut être enregistrée en toute confiance ou des données partiellement incomplètes provenant des systèmes de santé utilisées par la majorité de la population peuvent être efficacement spatialement modélisées.

Lors de nombreuses demandes de financement de l'étranger, des stratégies nationales de lutte contre le paludisme ou des examens de programmes de lutte contre le paludisme, les incidences

^a La division par dix est nécessaire parce que l'API est exprimé par tranches de 1000 et les autres termes par tranches de 100

ou le nombre de cas signalés par les systèmes d'information de santé de routine (SIS) sont de plus en plus présentés dans les cartographies à travers l'Afrique subsaharienne, notamment: au Bénin, au Botswana, au Burkina Faso , au Congo, en Côte d'Ivoire, en Erythrée, en Guinée Bissau, au Malawi, en Mauritanie, au Mozambique, à Sao Tomé-et-Principe, au Sénégal, au Togo, à Zanzibar et au Zimbabwe [50]. Ces données sont incomplètes et ne reflètent pas toujours les cas confirmés parasitologiquement. Néanmoins, ces exemples mettent en évidence l'intérêt croissant dans l'application des données de cas de paludisme de routine à la stratification et cartographie du risque de paludisme.

Des données imparfaites et incomplètes sur le paludisme ont récemment été modélisées à l'aide des méthodes géostatistiques avancées pour en faciliter l'utilisation, des données mensuelles incomplètes et les emplacements des établissements de santé géocodées en Namibie [51] et en Zambie [52]. Ces nouvelles approches pour le traitement des données incomplètes de routine, en combinaison avec des capacités de diagnostic redimensionnées offre de nouvelles possibilités intéressantes pour modéliser le cas d'incidence où la plupart des fièvres cherchent un traitement dans les secteurs formels et la plupart des fièvres sont parasitologique confirmées.

Pour les pays, ou zones se trouvant à l'intérieur des pays cherchant, à parvenir à éradiquer le paludisme en Afrique, des combinaisons de PCD et ACD avec dépistage des cas sont déjà en cours en Afrique du Sud [53], au Swaziland [54], à Zanzibar [55], au Cap-Vert [56] et dans les districts limitrophes du fleuve Sénégal au Sénégal [57].

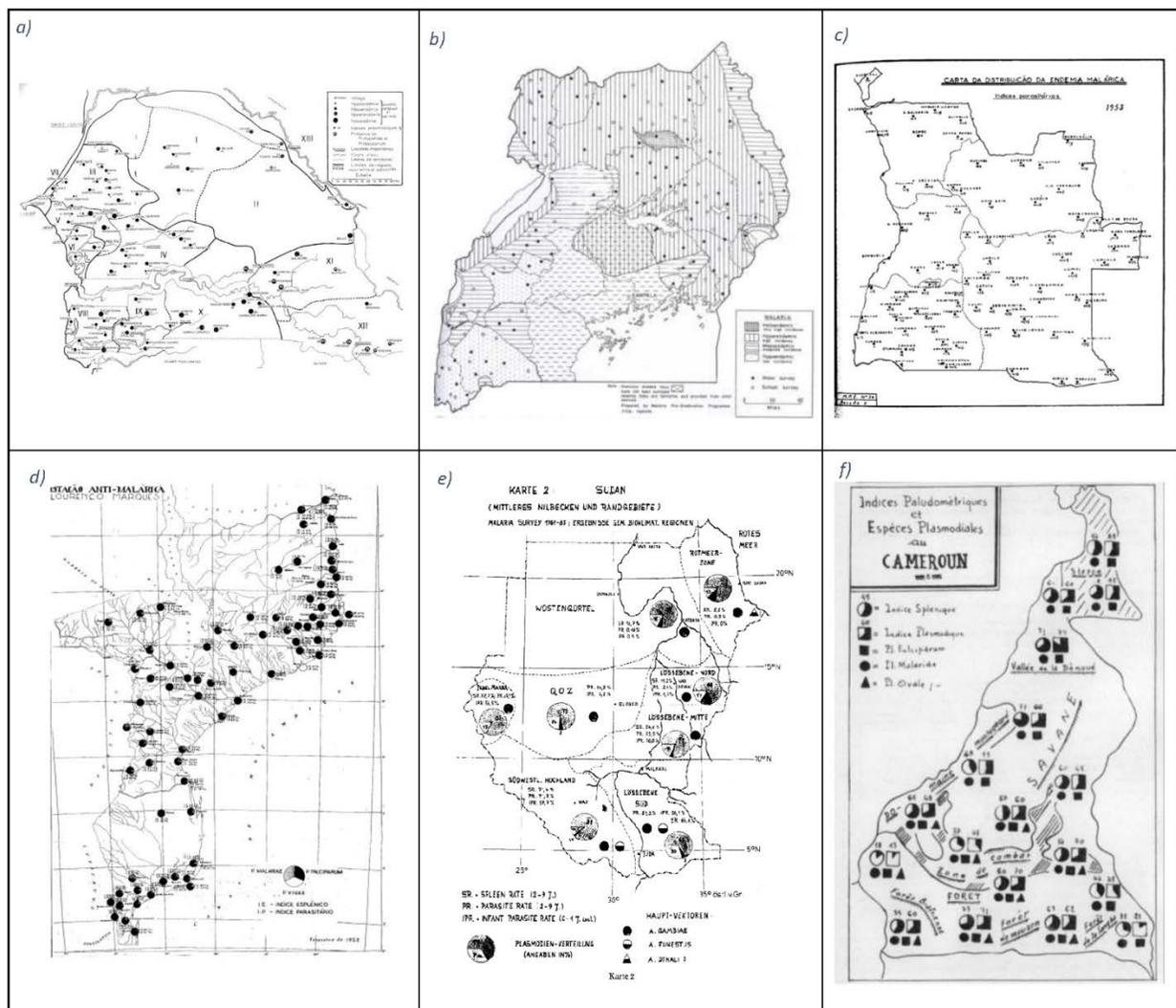
Le passage du contrôle à la pré-éradication est un continuum. Par conséquent, les mesures utilisées pour définir ces paramètres doivent être reflétées par des combinaisons de mesures en fonction de la disponibilité et de la qualité des données nationales. Lorsqu'il n'y a pas de systèmes d'information de santé fiables et là où la prévalence parasitaire reste élevé, il est fondamental d'utiliser la prévalence d'infection à base communautaire comme indicateur de risque. Lorsque l'éradication est un objectif prédéfini, la détection de toutes les infections plutôt que de tous les événements pathologiques devient une priorité. Toutes les métriques de risque doivent permettre de stratifier les régions géographiques avec une précision adéquate. Ces stratifications devraient permettre d'établir un lien quant à ce qui est nécessaire pour déplacer une région plus loin dans le continuum vers le défi ultime de l'éradication. Il n'y a pas de lignes directrices définitives pour ce qui peut être mesuré et sur les critères nécessaires pour entamer l'adaptation des stratégies de contrôle. Nous travaillons en étroite collaboration avec l'OMS pour veiller à ce que cela soit plus clair dans un proche avenir.

3. L'histoire des enquêtes parasitaires nationales en Afrique

Certaines des enquêtes nationales plus anciennes en matière de prévalence de l'infection ont été entreprises au Sénégal en 1905-1906 [58], en Algérie en 1908 [59], au Ghana en 1913 [60], à Zanzibar en 1923-1926 [61] et à l'île Maurice entre 1923 et 1925 [62]. Les enquêtes parasitaires nationales ont été recommandées à travers l'Afrique pendant les phases préparatoires et les phases d'attaque de l'éradication du paludisme dans le cadre du Projet GMEP [40, 43, 48]. Celles-ci étaient fondées sur des méthodes d'échantillonnage statistique pour permettre une

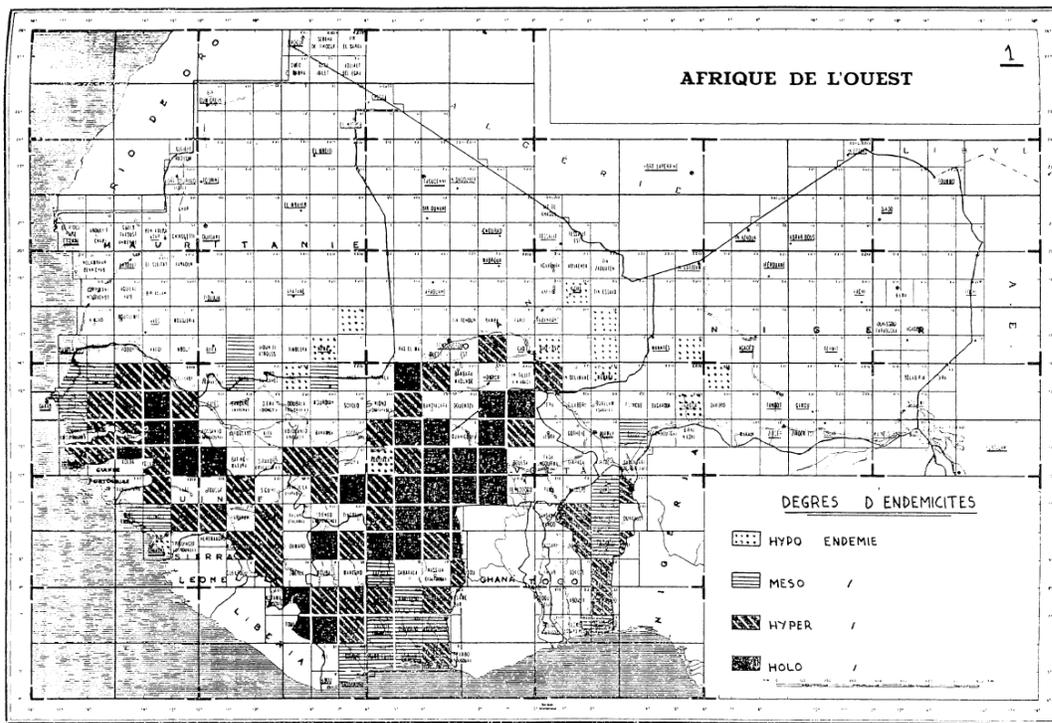
plus grande précision de prévalence de chaque communauté en fonction des niveaux de prévalence attendus [63]. Des exemples de ces enquêtes nationales s'étendent sur 30 ans de préparation pour le contrôle du paludisme en Afrique, y compris les enquêtes menées avant la Conférence de Kampala, en Egypte en 1936 [64], au Cap-Vert en 1946 [65], au Libéria en 1948 [66] et en Namibie en 1950 [67]; et après la Conférence de Kampala, au Maroc en 1951-1953 [68], au Mozambique 1952 [69,70], à Madagascar entre 1952 et 1953 [71], en Angola 1953 [72], au Bénin 1954 [73], au Cameroun en 1954 [74], au Zimbabwe en 1956 [75], au Sénégal en 1960 [76], au Soudan en 1961-1963 [77], en Somalie entre 1960 et 1961 [78,79], au Botswana en 1962 [80,81], au Togo entre 1962 et 1964 [82], en Mauritanie entre 1963 et 1965 [83,84], en Sierra Leone entre 1963 et 1966 [85], en Algérie entre 1964 et 1965 [86], en Ethiopie entre 1964 et 1965 [87,88], en Ouganda entre 1965 et 1967 [89] et en Zambie entre 1969 et 1972 [90]. Des exemples de représentations dessinées à la main de ces données d'enquêtes nationales sont présentés dans le schéma 2.

Schéma 2: Exemples d'enquêtes nationales sur la prévalence du paludisme pendant l'ère du GMPEP: a) au Sénégal [76]; b) en Ouganda [89]; c) en Angola [72]; d) au Mozambique [70]; e) au Soudan [77]; f) au Cameroun [74]



Au début, le Centre Muraz, basé à Bobo Dioulasso au Burkina Faso faisait office du siège sous régional du Service Général d'Hygiène et de Prophylaxie (SGHMP) qui fournissait des préconisations médicales et sanitaires ainsi que la recherche pour les pays qui constituaient la Fédération des pays de l'Afrique occidentale Française (AOF). En 1955, des enquêtes auprès des ménages de grande ampleur ont été entreprises depuis le Centre Muraz, à travers la sous-région pour établir la prévalence du pian et de la syphilis. Le chef de la section de lutte contre le paludisme, le commandant docteur Choumara a suggéré qu'on pourrait inclure des enquêtes complémentaires sur le paludisme sans occasionner des coûts supplémentaires et sans retarder le travail de l'équipe de Tréponématoses. Au cours des années suivantes, les premières cartographies sous-régionales de la prévalence empirique du paludisme ont été élaborées [91] (schéma 3).

Schéma 3: Résultats des enquêtes paludométriques sous-régionales menées dans le cadre d'enquêtes de tréponème en milieu et à la fin des années 1950 par le Centre Muraz à travers l'AOF [91].



Pendant les efforts d'éradication, un certain nombre de pays ont maintenu des enquêtes communautaires parasitologiques étendues mais, pour la majorité des pays d'Afrique subsaharienne, les enquêtes nationales d'infections paludiques auprès des ménages ont été abandonnées.

En 2005, cinq ans après le lancement de l'initiative Roll Back Malaria, il a été reconnu qu'il était important de ressusciter des enquêtes nationales des ménages sur la prévalence de l'infection en tant que moyen pour permettre de suivre les progrès au niveau des pays [92,93]. Les trois principaux véhicules d'enquête pour recueillir les données nationales contemporaines de

prévalence parasitaires étaient les modules de paludisme de l'Enquête démographique et de santé, gérés par le programme américain MESURE-ICF [94], les Enquêtes en grappes à indicateurs multiples, gérées par l'UNICEF [95] et les EIP autonomes gérées par les programmes nationaux de lutte contre le paludisme et leurs partenaires de d'enquête. Ces enquêtes sont effectuées avec un accent sur le suivi des évolutions dans la couverture d'intervention et du taux de mortalité des enfants de moins de cinq ans dans le premier niveau des zones administratives (province, État, Gouvernorat etc.). L'échantillonnage national stratifié et pondéré selon la population ne se fonde pas sur la précision autour de la prévalence du paludisme. L'une des conséquences est que les unités primaires d'échantillonnage qui en découlent ne représentent qu'un très petit nombre d'individus échantillonnés pour l'infection par le paludisme. Ceci est une distinction importante entre les enquêtes nationales sur le paludisme menées au cours de l'ère du Projet GMEP qui ont été conçues sur la base de leur capacité à définir la prévalence d'infection [63].

Les enquêtes nationales actuelles comprennent des combinaisons de méthodes de dépistage des parasites dans différents tranches d'âge en fonction de l'enquête nationale. Cependant, la majorité se focalise uniquement sur les enfants âgés d'entre 6 mois à cinq ans, ce qui constitue une tranche d'âge moins informative en termes de prévalence d'infection par rapport aux enquêtes comprenant une fourchette d'âge d'enfance beaucoup plus étendue [96] et qui représente une autre rupture par rapport aux enquêtes nationales menées entre les années 1950 et 1960 qui étaient axées sur les enfants de moins de 10 ou de moins de 15 ans ou qui ont pris en considération tous les membres du ménage.

Malgré ces limites, il y a eu une augmentation importante de données empiriques sur la prévalence d'infection par le paludisme en Afrique, par rapport à ce qui était disponible dans une vaste zone géographique depuis plus de 40 ans. Depuis 2006, les enquêtes nationales sur les parasites du paludisme ont été entreprises en Angola (2006 et 2011), au Botswana (2012), au Bénin (2012), au Burkina Faso (2010 et 2014), au Burundi (2012), au Cameroun (2011), au Tchad (2011), aux Comores (2010b), en Côte d'Ivoire (2012), en République démocratique du Congo (2011^b), aux Comores (2010^b), en Côte d'Ivoire (2012), en République démocratique du Congo (DRC) (2009 et 2013/14), au Djibouti (2009^b), en Guinée équatoriale (2007 and 2010/11^b), en Érythrée (2002 et 2012^b), en Éthiopie (2006, 2007 et 2011^b), au Gabon (2007, adultes uniquement^b), en Gambie (2008^b, 2010^b, 2013^b et 2015^b), Ghana (2011 and 2014), Guinée (2012 and 2014/15), Guinée Bissau (2008/09^b), Kenya (2007^b, 2010^b et 2015^b), au Liberia (2009 et 2011), à Madagascar (2011 and 2013), au Malawi (2000, 2009, 2012 et 2014), au Mali (2010), Mozambique (2002^a, 2007^a et 2011), en Namibie (2009^a), au Nigeria (2010), au Rwanda (2007 et 2010/11), au Sénégal (2008/9, 2010/11, 2012/13 et 2013/14), en Sierra Leone (2013), en Somalie (2005^b et 2014^b), au Sud-Soudan (2009^b et 2013^b), au Soudan (2005^b, 2009^b et 2012^b), au Swaziland (2010^b), en Tanzanie (2007/8 et 2011/12), au Togo (2013/14), en Ouganda (2009 et 2014/15), en Zambie (2006^b, 2008^b, 2010^b et 2012^a), à Zanzibar (2007, 2010 et 2011/12) et au Zimbabwe (2009 et 2012).

^b Données mises à la disposition de l'équipe d'INFORM par les programmes nationaux de lutte contre le paludisme sans permission pour de partager avec des tiers

Suivant une augmentation des enquêtes communautaires sur la prévalence d'infection, il y a eu une renaissance dans les enquêtes d'écoliers. Cette fourchette d'âge fournit une gamme plus optimale pour les recherches sur la prévalence d'infection. Là où la fréquentation scolaire est élevée et où l'intensité de transmission est stable, cette approche consistant à mesurer l'exposition communautaire aux parasites est moins coûteuse et exige moins de main-d'œuvre que l'échantillonnage communautaire [97,98]. L'utilisation de la prévalence de l'infection chez les écoliers pour suivre les progrès et l'impact de la lutte contre le paludisme et son élimination n'est pas nouvelle. Les enquêtes scolaires ont été entreprises dans le cadre de la surveillance en Rhodésie du Sud (aujourd'hui appelé le Zimbabwe) [75]; au Bechuanaland (aujourd'hui appelé la République du Botswana) [80], en Ouganda [99, 100], en île Maurice [62] et en Sierra Leone [101]. Au Kenya, les enquêtes sur le paludisme dans les écoles ont été régulièrement effectuées dans le cadre de la surveillance paludique par la Division des maladies à transmission vectorielle (DMTV) depuis sa création dans les années 1940 jusqu'au début des années 1990, année où ces enquêtes ont été abandonnées en raison du manque de fonds [DMTV, données non publiées]. Des enquêtes nationales récentes en milieu scolaire ont été restaurées au Kenya [102,103], en Côte d'Ivoire [104], en Ethiopie [105], en Gambie [106], au Mali [107], en Tanzanie [F Molteni, communication personnelle], au Mozambique et au Malawi [Natalie Roschnik, communication personnelle] et en Ouganda [108].

Le co-échantillonnage a été proposé au cours des enquêtes sanitaires plus étendues dans les années 1950 pour la lutte contre les tréponèmes et le paludisme [91] ainsi qu'au cours des enquêtes nutritionnelles menées en Zambie [90]. Récemment, les opportunités partagées, dont les enquêtes sur le paludisme menées dans le cadre d'autres enquêtes sanitaires ont été revues, notamment le dépistage des maladies tropicales négligées [109] ou des enquêtes nutritionnelles, offrant ainsi des possibilités d'intégrer des diagnostics du paludisme. En Somalie, par exemple, nous avons travaillé avec l'Unité d'analyse de la nutrition et de la sécurité alimentaire (FSNAU) de l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture en Somalie, de façon à inclure des diagnostics rapide du paludisme au cours du dépistage des problèmes nutritionnels au sein des communautés entre 2007 et 2011 [110].

4. Recueil des données d'enquêtes sur la prévalence parasitaire

Comme nous l'avons indiqué plus haut, il y a eu deux grandes poussées d'intérêt dans les enquêtes nationales sur la prévalence parasitaire, toutes les deux gravitant autour des initiatives mondiales pour contrôler et éliminer le paludisme menées par l'OMS. Cependant, il y a eu de nombreuses enquêtes de terrain sous-nationales et individuelles sur la prévalence de l'infection paludique à travers le continent depuis le début des années 1900. Le processus d'identification de ces données d'enquêtes fut long et ardu, la prise en charge vers 20 ans. Cette section décrit le processus, l'extraction de données et l'exhaustivité de ce processus de recherche de données.

4.1 Contexte de stratégies de recherche de données

Les principes de base de la recherche d'information sur la prévalence d'infection paludique en Afrique ont été rassemblés dans le projet de collaboration appelé Cartographie du risque de paludisme en Afrique (MARA / ARMA) [4]. Cette collaboration a été étendue en 2005 dans le cadre du Projet Malaria Atlas (MAP) (Atlas du risque de paludisme en Afrique [Guerra et al., 2007]. Ces deux projets provisoires de recueil de données mettent en évidence un aspect important de la localisation des informations paludométriques en Afrique, dont la plupart proviennent de sources inédites. Cela n'aurait pour autant pas surpris les paludologues qui travaillaient en Afrique il y a plus de cinquante ans. Bagster-Wilson déclare dans le traité de Boyd sur le paludisme en 1948 qu'«*on peut s'efforcer de définir avec plus de précision la répartition du paludisme dans la mesure où les informations disponibles le permettront une grande partie de savoir local se cache dans les rapports officiels non publiés qui ne peuvent être consultés que par le biais des visites dans les pays concernés* » [111].

Pour identifier les sources d'informations, nous avons procédé à des méthodes opportunistes, aux approches en cascade et n'avons pas respecté les méthodes rigoureuses proposées pour les examens systématiques ou des méta-analyses [112], étant donné qu'avoir recours uniquement aux données examinées par des pairs se traduirait par l'exclusion de précieuses sources de données de valeur au niveau des pays. Nous avons utilisé des contacts personnels, fait des références occasionnelles aux enquêtes contenues dans les rapports des ministères de la santé, effectué des recherches d'archives et effectué des recherches dans des publications traditionnelles évaluées par les pairs afin de traquer les sources possibles de données d'enquêtes paludiques à travers le continent. Dans les sections suivantes, nous tenterons d'articuler les approches adoptées pour repérer des informations.

4.2 Recherches dans les archives historiques

Depuis 2005, nous avons entrepris des recherches manuelles dans les archives et les bibliothèques des instituts ex-coloniaux de médecine tropicale pour repérer des rapports inédits de paludologues travaillant en Afrique avant que les pays n'accèdent à l'indépendance. Il s'agissait notamment de d'archives de l'Institut de Médecine Tropicale, Anvers; l'Institut Pasteur, Paris; Département d'Histoire de la Médecine, Sapienza - Università di Roma, Rome; Archivioltaliano Di Scienze mediche Coloniali, Rome; Instituto Higiene Medicina Tropical, Lisbonne; Wellcome Trust Library, Londres; The National Archives, Kew, Royaume-Uni; et la London School of Tropical Medicine and Hygiene, Londres.

On notera en particulier les rapports de voyage des consultants et les rapports trimestriels de paludologues travaillant pour le compte de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) à partir des années 1950 jusqu'aux années 1970. Ceux-ci fournissent des récits riches et des données d'enquête des campagnes de pré-élimination, des rapports d'étape d'élimination, des critiques et des analyses de situation du paludisme au niveau national. Toutes ces données sont archivées dans les bibliothèques de l'OMS à Genève, au Caire et à Brazzaville (Figure 4). Nous tenons à

remercier les bibliothécaires de ces archives qui nous ont fourni une aide précieuse dans le repérage des documents non publiés dans chacun de ces sièges de l'OMS.

Figure 4: Archives de l'OMS à Genève (à gauche) et à Brazzaville (à droite)



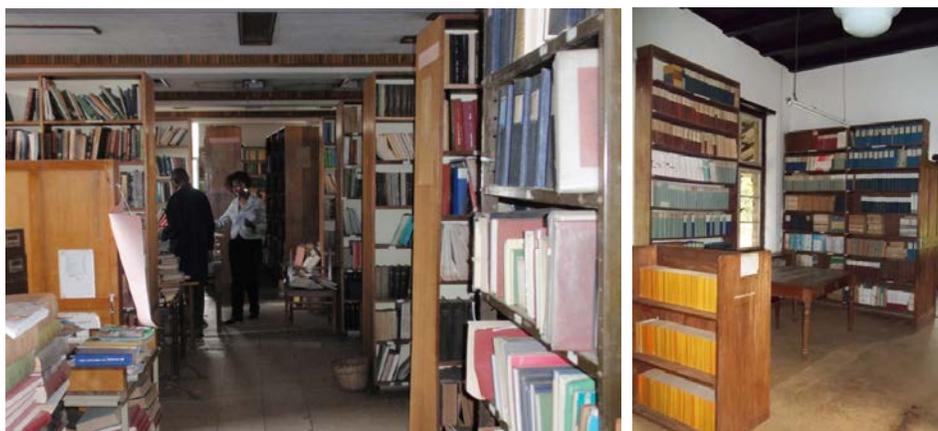
Nous avons également visité les archives nationales du Ministère de la santé situées dans les villes de Nairobi, Kisumu, Eldoret, Mombasa et Meru (au Kenya), Entebbe et Jinja (en Ouganda), Sennar, Khartoum et Kassala (au Soudan), Thies (au Sénégal), Amani (en Tanzanie), Accra (au Ghana), Tzaneen (en Afrique du Sud) et les archives personnelles de l'ex-directeur de Tzaneen Malaria Research Centre – Centre de recherche sur le paludisme (couvrant l'Afrique du Sud, la Namibie et le Botswana). Les dossiers et les rapports tenus au National Institute of Medical Research (Institut national de la recherche médicale) à Amani (Schéma 5) a couvert la période où le centre était le siège sous-régional de l'Institute of Malaria and Vector Borne Diseases (Institut est-africain du paludisme et des maladies à transmission vectorielle) (1954-1977). Le siège du Projet de l'éradication du paludisme à Jinja, en Ouganda, abritait tous les dossiers des enquêtes nationales des ménages à partir des années 1960 jusqu'en 2011 quand ceux-ci ont, malheureusement, été détruits et nous n'avons été en mesure de trouver que ceux qui avaient été déménagé à Entebbe.

Des rapports annuels des services médicaux et de l'assainissement datant de 1919 produits par les gouvernements coloniaux de la Gambie, du Nigeria, du Gold Coast (Ghana), de Sierra Leone, de Somalie, du Kenya, de Tanganyika (Tanzanie), de Zanzibar, d'Ouganda, du Congo belge (RDC), du Bechuanaland (Botswana), du Nyassaland (Malawi), de Rhodésie (Zambie et Zimbabwe), de l'île Maurice et du Soudan étaient disponibles en états variables de conservation, dans la bibliothèque fondée par le Wellcome Trust en 1963 et fait maintenant partie des laboratoires nationaux de santé publique appartenant au ministère de la santé à Nairobi, Kenya (Figure 5).

Au cours du Projet de cartographie du risque de paludisme en Afrique (MARA / ARMA), des scientifiques régionaux ont visité les archives nationales situées dans les villes de Maputo (Mozambique), Bobo Dioulasso (Burkina Faso), Yaoundé (Cameroun), Cotonou (Bénin) et Lomé (Togo) [MARA / ARMA, 1998]. Ces recherches ont identifié plusieurs rapports importants

renfermant des données d'enquêtes nationales. Ils n'ont cependant pas pris des exemplaires numériques de rapports originaux. Dans la mesure du possible, nous avons tenté de localiser ces rapports et d'en préparer des exemplaires numériques. Cela n'a pas toujours été couronné de succès et nous avons de ce fait inclus certaines données des issues de la base de données MARA / ARMA des enquêtes menées à l'époque pré-indépendance avec des citations respectives, notamment celles récupérées du Centre Muraz à Bobo Dioulasso. Des exemplaires numériques des rapports non-publiés issus des archives européennes et africaines sont mis à la disposition des pays dans le cadre du projet INFORM en tant que bibliothèques numériques.

Schéma 5: A gauche, Archives du laboratoire national de santé publique, Nairobi, Kenya (Old Wellcome Trust Library); A droite – Bibliothèque de l'Institut national de recherche médicale, Amani, Tanzanie



4.3 Recherche des données électroniques

Des bases de données électroniques en ligne ont été utilisées comme un moyen d'identifier les pairs, des données publiées sur la prévalence de l'infection paludique, notamment celles publiées depuis les années 1980, y compris : PubMed [113]; Google Scholar [114]; Armed Forces Pest Management Board (le Conseil d'administration de la lutte antiparasitaire des Forces armées) - Littérature Retrieval System [116]; la base de données de la bibliothèque de l'Organisation mondiale de la santé [116]; et le service de la bibliothèque numérique en ligne de l'Institut de Recherche pour le Développement [117].

Nous n'avons pas trouvé facilement des revues régionales, y compris un grand nombre de revues médicales nationales, des revues de la santé publique et parasitologiques à partir des sources ci-dessus. Toutefois, nous avons trouvé des titres et des extraits en ligne de l'African Journals Online (AJOL) [118].

Dans toutes les recherches de bases de données numériques des travaux publiés contenant les mots-clés « *paludisme* » et « *nom de pays* », ont été utilisés. Nous avons évité l'emploi des terminologies spécialisées issues du système de métadonnées médicales «Medical Subject Headings (MeSH)» dans les recherches d'archives numériques de façon à élargir au maximum

notre champ de recherche. Nous avons effectué des recherches de base de données au moins une fois par an à partir de l'année 2005.

Nous avons complété nos recherches par des notifications régulières hebdomadaires sur le paludisme du service d'alerte infos de Malaria World [119], Roll Back Malaria, des bulletins d'informations du Programme de santé environnementale de l'USAID [120] et Santé Tropicale pour les revues nationales et régionales des pays francophones, y compris Médecine d'Afrique noire [121].

Les titres et les résumés ont été utilisés pour identifier d'éventuelles données d'enquêtes parasitaires transversales dans diverses formes : soit en tant qu'enquêtes communautaires, enquêtes en milieu scolaire, autres méthodes de dépistage parasitaire ou des essais sur le terrain. Nous avons également étudié des études sur la prévalence de maladies associées au paludisme lorsque celles-ci sont présentées dans le cadre d'enquêtes sur l'anémie, l'hémoglobinopathie, la transfusion sanguine ou évaluations de la situation nutritionnelle afin d'identifier les rapports coïncidence de la prévalence paludique. En outre, c'était une pratique courante de dépister les membres de la communauté ou des écoliers au cours des protocoles de sensibilité précoces aux médicaments antipaludéens de sorte à enrôler des personnes infectées aux enquêtes de suivi post-traitement. Souvent des données issues des sites d'enquêtes sélectionnés permettaient de fournir le nombre de personnes dépistées et le nombre de personnes infectées. Les enquêtes auprès des populations fébriles ou des personnes fréquentant des cliniques ont été exclues.

Les publications avec des titres ou des extraits pouvant indiquer la présence des données parasitaires possibles ont été soit téléchargées à partir d'archives de revues offertes en ligne en libre accès ou provenant de HINARI (l'Initiative d'accès aux recherches pour la santé) [122]. A chaque fois que les publications n'étaient pas disponibles sur HINARI en libre accès nous visitons les archives des bibliothèques du Royaume-Uni à la London School of Hygiene and Tropical Medicine, la Liverpool School of Tropical Medicine, la bibliothèque Bodleian à l'Université d'Oxford ou la Bibliothèque de l'Institut Pasteur, Paris pour obtenir en obtenir des exemplaires. Nous faisons des demandes de références que nous n'arrivons pas à trouver suivant ces recherches à l'aide du catalogue mondial des recherches à travers les bibliothèques d'Oxford, facturées à la page.

Toutes les publications à partir desquelles des données ont été extraites ont été contrevérifiées à l'aide des bibliographies provenant d'autres sources qu'on aurait oubliées ou qui correspondraient à des documents non publiés ou «documents parallèles», qui ne sont généralement pas contrôlés par les éditeurs commerciaux. Les auteurs des articles évalués par les pairs ont souvent été contactés pour nous renseigner sur des informations complémentaires dans leur document et nous indiquer d'autres travaux non publiés dans leur zone géographique ou de leur institution.

4.4 Autres sources de données

Les enquêtes nationales par sondage sur les ménages ayant intégré la prévalence parasitaire sont décrites dans la section 3. Les données provenant de ces enquêtes sont soit disponibles en formats téléchargeables à partir du programme ICF MEASURE ou ont été fournis au projet INFORM par les programmes nationaux de lutte antipaludique dans le cadre d'accords de collaboration. Pour d'autres données éventuellement inédites et propres aux sites sur la prévalence du paludisme, nous avons consulté des sites Web et contacté les organisations non gouvernementales (ONG) travaillant en Afrique pouvant avoir entrepris des évaluations sanitaires comprenant des enquêtes parasitologiques au sein des communautés auprès desquelles elles œuvraient. Il s'agissait notamment de Médecins sans Frontières [123], MERLIN [124], le Centre Carter [125], Selon l'Unité d'analyse de la sécurité alimentaire et de la nutrition en Somalie (FSNAU) [126], Shape Consulting [127], Save the Children [128], Malaria Consortium [129] et MENTOR [130]. Grâce aux contacts fournis par ces agences, nous avons pu trouver des données provenant de sites d'enquêtes en Guinée, en Sierra Leone, en Côte d'Ivoire, en Tanzanie, au Libéria, en Somalie, au Kenya, en Ouganda, au Nigeria, en Ethiopie, au Mali et au Soudan du Sud.

Les extraits des ouvrages publiés par Tropical Medicine ainsi que ceux issus des réunions sur le paludisme ont été identifiés provenant de sources les plus diverses possibles et produits dans le cadre de conférences et de congrès nationaux et internationaux. Ceux-ci ont été utilisés pour signaler d'éventuelles données sollicitées par correspondance des auteurs d'extraits.

Notre présence régionale et les liens que nous entretenons avec la communauté de recherche sur le paludisme en Afrique a permis de faire naître une prise de conscience quant à l'objectif et à l'ambition de la recherche sur la cartographie du paludisme, commencé en 1996 sous la collaboration MARA / ARMA [3,5]. Nous avons profité de cette connectivité régionale des chercheurs pour contacter directement les collègues travaillant sur l'épidémiologie du paludisme de sorte à rechercher des données ventilées et spécifiques au site, souvent inédites. La volonté de partager des données non publiées sur les enquêtes parasitaires a été sans précédent. Au 1er Juillet 2015, plus de 700 scientifiques et spécialistes individuels de la santé publique ont fourni des informations ventilées sur les données publiées, données non-publiées ou ont apporté leur concours à la localisation des communautés échantillonnées à travers l'Afrique. Nous avons tenu à les remercier dans l'annexe accompagnant le présent rapport ainsi que sur le site Web INFORM [131].

Les instituts régionaux menant des recherches sur le paludisme et leurs partenaires de collaboration étaient toujours à l'avant-garde dans la fourniture de données non publiées. Il convient de mentionner particulièrement, les Medical Research Council Laboratories (Gambie), les partenariats de collaboration entre le Kenyan Medical Research Institute, et le Wellcome Trust / Université d'Oxford, US Centers for Disease Control, Université de Nagasaki et Walter Reed (Kenya), le Centre de Recherche et de formation sur le paludisme (Mali), Uganda Malaria Surveillance Project (Ouganda), les partenariats de collaboration tissés entre Ifakara Health Institute et le Swiss Tropical Institute, la London School of Hygiene and Tropical Medicine et US

Centers for Disease Control (Tanzanie), Dar es Salaam Urban Malaria Control Project (Tanzanie), National Medical Research Institute à Amani (Tanzanie), Institut Pasteur (Madagascar), l'Institut de Recherche pour le développement (Sénégal), Centre de Recherche en Santé de Nouna (Burkina Faso), Institute for Endemic Diseases, University of Khartoum (Sudan), Blue Nile Health Project-Gieзера State University (Sudan), Centro Investigaco Saude Angola (Angola), Liverpool School of Tropical Medicine, Wellcome Trust and College of Medicine, Programme collaboratif de l'University of Malawi (Malawi), South African Medical Research Council (Afrique du Sud, Mozambique et Swaziland), le programme de collaboration du Swiss Tropical and Public Health Institute et de l'Institut de la santé publique (Côte d'Ivoire), le programme de collaboration du US Centers for Disease Control (Togo), partenariats de collaboration du Prince Leopold Institute (Burundi, Bénin et Rwanda), Malaria Institute à Macha (Zambie), Medical Research Centre/Ouganda Virus Research Institute (Ouganda), l'Ecole de Santé Publique de Kinshasa (RDC) et le Southern African Malaria Consortium (Zimbabwe).

5. Abstraction des données d'enquête

5.1 Exigences minimales en matière de données

De chacun des rapports d'enquête les champs de données minimales requises pour chaque enregistrement sont les suivants : description de la zone d'étude (nom, divisions administratives et coordonnées géographiques, cas échantillon), dates de début et de fin de l'enquête (mois et année) et renseignements sur de l'examen sanguin (nombre de personnes dépistées, nombre de personnes constatées positives pour infection au Plasmodium par espèce), méthodes utilisées pour détecter l'infection (microscopie, tests de diagnostic rapide (TDR), réaction en chaîne par polymérase (PCR) ou combinaisons) et l'âge le plus bas et la population étudiée.

Pour les données provenant des essais contrôlés et randomisés d'intervention, les données n'ont été sélectionnées que lorsqu'il s'agissait de données de base, de pré-intervention et celles issues des enquêtes de suivi transversales ultérieures au sein des populations témoins. Lorsque des cohortes d'individus ont été interrogées à plusieurs reprises dans le temps nous nous sommes efforcés d'inclure uniquement la première enquête et les enquêtes ultérieures lorsque celles-ci n'avaient qu'un écart d'au moins cinq mois par rapport à la date d'enquête initiale pour éviter toute dépendance entre les observations basées sur le traitement des personnes infectées précédentes. Lorsqu'il n'était pas possible de ventiler les enquêtes répétées, celles-ci étaient définitivement exclues de l'analyse.

Plusieurs pays ont maintenu des enquêtes sanguines de masse après avoir atteint les phases de consolidation de l'élimination. La durée des phases de pré-élimination, d'attaque, de consolidation et d'entretien d'élimination varie entre les pays [47]. Nous avons choisi d'exclure les données échantillonnées après les dates où les pays mettant en œuvre des programmes d'élimination avaient commencé à utiliser des taux d'incidence dérivés des indices parasitaires annuels ou lorsque des enquêtes sanguines de masse étaient utilisées pour démontrer l'absence de transmission en Algérie (1967), en Egypte (1965), en Libye (1967), en île Maurice (1957), au Maroc (1969), en Réunion (1953) et en Tunisie (1968).

Parfois, les rapports présentaient le nombre total de personnes examinées dans un certain nombre de villages et le pourcentage de personnes contrôlées positives par village; ici nous avons supposé que le dénominateur par village était équivalent au nombre total de personnes examinées divisé par le nombre total de villages. Il était possible d'établir l'année de chaque enquête; cependant, il était parfois impossible d'établir le mois de l'enquête à partir des rapports d'enquêtes. Dans ce cas de figure, nous avons utilisé des descriptions saison «humide» et saison «sèche», premier ou deuxième trimestre scolaire ou d'autres informations pour parvenir à une approximation du mois de l'enquête et avons inclus un rapport sur cette hypothèse. Certains résultats de l'enquête ont été signalés en tant qu'agrégat dans l'espace (par exemple un seul PfPR pour un groupe de villages) ou dans le temps (par exemple, un PfPR moyen estimé à partir de quatre enquêtes différentes menées au fil du temps). Dans de tels cas, nous avons soit cherché d'autres rapports des mêmes enquêtes avec une résolution spatiale ou temporelle plus élevée. Là où cela n'a pas été possible et où des groupes de villages dépassaient 5 km² nous avons exclu du dossier de l'analyse (voir ci-dessous). Lorsque des informations supplémentaires étaient nécessaires pour fournir des données spécifiques par village dans un moment précis, nous avons demandé aux auteurs de nous fournir tout renseignement ou document manquant.

5.2 Méthodes de détection parasitaires

Compte tenu de son ubiquité en tant qu'outil de diagnostic paludique, la méthode préférée de détection parasitaire était la microscopie. Aucune distinction n'était faite entre la microscopie optique ou par fluorescence. La qualité de la vérification de lame [132-133], les variations de sensibilité / spécificité entre les tests de diagnostic rapide (TDR) [134], la capacité des équipes de terrain à analyser les TDR de manière fiable [135-138] ou des variations obtenues sur la base de la sélection des amorces pour les réactions en chaîne de la polymérase (PCR) [139] influencent toutes les descriptions de la prévalence et auront des variances intrinsèques entre les enquêtes incluses dans la base de données. Il a été démontré que les TDR donnent des taux de faux positifs plus élevés que la microscopie [134, 140, 141], cependant, ils ont tendance à stratifier, à fois le taux parasitaire le plus bas (<1%) et le plus élevé (>50%) avec plus de précision par rapport à la microscopie courante [133, 141]. Une analyse d'un grand recueil de données sur les taux parasitaires des communautés a démontré qu'il y avait une différence minime dans les estimations du taux moyen global de prévalence de *P. falciparum* dans une analyse des données correspondantes appariées issues des enquêtes communautaires ayant utilisé la microscopie et les TDR pour les examens parasitaires [46]. Néanmoins, les différences entre les TDR et la microscopie en matière de leur capacité à détecter des d'infections mineures lorsqu'elles sont gérées dans des conditions normales restent un préjugé systématique inhérent aux données [141] que nous sommes incapables de contrôler. Nous sommes également incapables de contrôler la qualité des analyses de données des enquêtes en utilisant uniquement la microscopie.

Le principal problème de la microscopie, lorsqu'elle est utilisée dans le cadre les enquêtes-échantillons nationales, est la qualité de la préparation des lames (coloration et entreposage) et

/ ou les garanties de la vérification de la qualité (VQ) des analyses des lames. Dans ce cas de figure, nous avons, en consultation avec les responsables des enquêtes nationales, dû faire plusieurs jugements de valeur. Par exemple, pour les enquêtes nationales auprès des ménages au Soudan, en Somalie, au Malawi et en Angola, nous avons choisi d'intégrer les prévalences d'infection obtenues grâce aux TDR plutôt les estimations provenant des analyses des lames de microscopie. Par contre, pour d'autres pays tels que le Kenya et l'Ouganda nous avons des garanties quant à la qualité des analyses des prélèvements sanguins pendant enquêtes sur les indicateurs du paludisme. Il n'y a pas de règles absolues pour ces décisions. A chaque fois que des preuves quant à la qualité des analyses des lames nous étaient fournies, nous avons décidé d'utiliser celles-ci par rapport aux TDR.

5.3 Géocodage des sites d'enquête

Le géocodage de données, la définition d'une longitude et une latitude décimale pour chaque site d'enquête consistait en une tâche particulièrement exigeante. En fonction de leur représentation spatiale, les données étaient classées en tant que villages, communautés ou écoles individuelles ou ensemble de communautés dans une zone définissable, correspondant à une zone à l'intérieur d'un quadrillage de 5 km ou environ 0,05 degrés décimaux au niveau de l'équateur. Dans la mesure du possible, nous avons cherché à conserver des données ventilées au "niveau" des villages plutôt que des données à travers une «grande étendue». Lorsqu'il s'agissait de données provenant des communautés dépassant un quadrillage de 5 km, nous avons considéré ces derniers comme une résolution spatiale trop faible, avec une variance importante possible dans le polygone d'informations à exclure lors de l'utilisation de la modélisation géostatistique avancée. En pratique, il s'agissait ici d'un critère difficile à vérifier étant donné que la plupart des rapports d'enquête ne fournissaient pas suffisamment de détails sur la superficie de la zone étudiée.

Une utilisation plus récente des systèmes de positionnement mondial (GPS) lors de travaux d'enquête permet une réagrégation des données d'enquête auprès des ménages avec une plus grande précision. C'est également utile dans le maintien du critère du quadrillage de 5 km tout en combinant des grappes de petites tailles d'échantillon dans l'espace. L'utilisation du GPS pour enregistrer des longitudes et latitudes a contribué de manière appréciable à des enquêtes nationales par sondage sur les ménages depuis *circa* 2007 [142]. Cependant, dans les enquêtes démographiques et sanitaires auprès des ménages gérés par le programme ICF-MEASURE, un processus de déplacement de coordonnées GPS est effectué de telle sorte que pour les clusters urbains, un déplacement est introduit à une distance allant jusqu'à tous les 2 km, qui influe rarement sur la précision globale de modélisation étant donné que ce processus se fait dans le cadre est dans les zones urbaines. Pour les clusters ruraux, on fait un déplacement jusqu'à 5 km, avec 1% de clusters ruraux supplémentaires déplacés jusqu'à une distance de 10 km. Ici, nous avons passé en revue tous les clusters ruraux à l'aide de Google Earth pour examiner la mesure dans laquelle les clusters ruraux pourraient avoir été déplacés vers des zones inhabitées et repositionnés dans les zones peuplées les plus proches.

Pour positionner chaque site d'enquête là où les coordonnées GPS ne sont pas disponibles, nous avons utilisé une variété de ressources numériques, parmi lesquels les plus utiles étaient l'Encyclopédie Microsoft Encarta (Microsoft, 2004) et Google Earth (Google, 2009). D'autres sources d'archives numériques de noms de lieux couramment utilisés sont, entre autres, le serveur de noms de lieux de la National Geospatial-Intelligence Agency, GEOnet, États-Unis [143]; Falling Rain Genomics' Global Gazetteer [144]; Alexandria Digital Library de l'Université de Californie, États-Unis [145]; African Data Sampler [146]; MapCarta [147]; Maplandia [148]; Global geodatabase-cities [149]; Open Street Map [150]; VMAP0 [151] et IslamicFinder [152].

A travers l'Afrique, il existe un certain nombre de répertoire toponymique numériques nationaux pour les lieux habités, les établissements sanitaires ou les écoles. Ce type de répertoires accroît en nombre, en précision et en couverture. Nous les avons obtenus sur demande auprès des bureaux nationaux de recensement, des ministères de l'éducation et de la santé et des ONG partenaires. Cela s'est avéré un outil précieux dans la localisation des communautés au Burkina Faso, au Kenya, en Gambie, au Mozambique, à Madagascar, en Somalie, au Malawi, en Mauritanie, au Ghana, au Niger, en Namibie, au Sénégal, en Somalie, en Afrique du Sud, en Tanzanie, en Ouganda, en Zambie et à Zanzibar.

Bien que nous tentons d'utiliser des nomenclatures types et des stratégies uniques de nommage dans les répertoires toponymiques numériques [153], il est difficile d'atteindre cela au niveau national où les orthographes changent en fonction des auteurs au fil du temps et où les mêmes noms de lieux sont répliqués à travers un pays. En tant que tel, lors de l'extraction de données, chaque point de données a été enregistré avec autant d'informations géographiques que possible issues de la source. C'est bien ces informations qui ont été utilisées au cours du géo-positionnement, par exemple, pour vérifier que le géocodage permettait de cadrer les sites d'enquêtes dans les unités administratives décrites dans le rapport ou qu'il correspondait à d'autres détails dans le rapport sur la distance vis-à-vis des rivières ou les villes lorsque cela était affichées sur Google Earth. Bien qu'en théorie les coordonnées GPS doivent représenter une localisation spatiale sans ambiguïté, il fallait une vérification rigoureuse pour veiller à ce que les sites d'enquêtes correspondent aux coordonnées GPS. Comme d'habitude nous avons donc revérifié toutes les données GPS de toutes les sources en utilisant les noms de lieux et / ou Google Earth pour assurer que les coordonnées se situaient dans les communautés.

Toutes les coordonnées ont été soumises à un contrôle final à l'aide de la base de données spatiale des frontières administratives de second niveau développées et révisées en 2008 par l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) des Nations Unies [154]. L'outil de sélection spatiale ArcGIS 10.1 (ESRI, USA) a été utilisé pour vérifier que les points du long du littoral étaient situés sur des terrains tels que définis par GAUL 2008. La base de données de Global Lakes and Wetlands (GLWD), développée par le Fonds mondial pour la nature [155] a été utilisée pour s'assurer que les points intérieurs étaient positionnés sur la terre ferme et non pas sur des plans d'eau. Nous cherchions, par-là, à identifier les coordonnées qui se trouvaient légèrement au large des côtes, sur les affluents ou dans les unités administratives incorrectes, chaque anomalie a été revérifiée et repositionnée à l'aide de petits changements et avec Google Earth.

5.4 Définition des frontières nationales

A la fin de la Seconde Guerre mondiale en 1945, presque tous les pays en Afrique étaient soumis à la domination ou à l'administration coloniale. Chaque pays sur le continent africain est aujourd'hui indépendant, même si quelques îles restent sous administration européenne (la Réunion et Mayotte). Il existe actuellement 55 États indépendants, dont 53 sont membres de l'Union africaine. Tout au long de ce rapport, nous utilisons les noms et les frontières des États-nations en Afrique et les frontières actuelles, plutôt que la nomenclature pré-indépendance. Tout au long de ce rapport, nous avons utilisé l'outil numérique de traitement de frontières parrainé par l'ONU [156]. En tant que tel, nous traitons le Soudan du Sud en tant qu'entité différente de la République du Soudan et l'Érythrée différente de l'Éthiopie. Il y a beaucoup de zones litigieuses en Afrique, revendiquées par différents pays voisins et qui restent en suspens [157]. Pour les besoins de notre travail, nous avons traité le Triangle d'Illemi en tant que partie intégrante de la région de Turkana du Kenya. Nous avons considéré Walvis Bay en Namibie comme faisant toujours partie de la Namibie, en dépit du fait que ce territoire fait partie de l'Afrique du Sud depuis de nombreuses années suivant l'indépendance de la Namibie en 1990. Deux petits territoires au sein du Royaume du Maroc continuent d'être occupés par l'Espagne dans le Nord-Ouest (Ceuta) et dans le Nord-Est (Melilla) sur le littoral méditerranéen. Cependant, nous avons considérés ces territoires comme faisant partie du Royaume du Maroc se rapprochant de son étendue ottomane avant 1912. Nous traitons la péninsule du Sinaï en tant que partie permanente de la République arabe d'Égypte. Sans faire de jugements politiques, nous avons considéré la région d'Abeyi comme faisant partie intégrante de la République du Soudan, cependant, dans la cartographie des produits nationaux, les deux pays prennent en compte cette région. Nous avons traité le Triangle Hala'ib sur la frontière soudano-égyptienne comme faisant partie du Soudan, bien que, depuis 2010 l'Égypte contrôle cette zone en tant que partie intégrante de son État de la Mer Rouge. La région de Bakassi, territoire frontalier contesté sur la côte atlantique entre le Nigeria et le Cameroun a été traité comme faisant partie du Nigeria, en dépit de la mise en œuvre finale des accords qui ont accordé cette région à l'administration camerounaise en 2014. Les groupes insulaires de Bioko / Annobin et Zanzibar sont traités séparément de la partie continentale de Guinée équatoriale et de Tanzanie respectivement. Ces groupes insulaires ont toujours eu différents plans de lutte antipaludique et des ambitions d'élimination différentes de ceux de leurs homologues du continent.

5.5 Normalisation selon l'âge

Lorsque l'âge n'était pas précisé dans le rapport de chaque enquête, mais que le rapport précisait que l'ensemble du village ou d'enfants de l'école primaire étaient examinés, nous avons supposé que les tranches d'âge à 0-99 ans ou 5-14 ans respectivement. Il y avait une grande diversité dans les tranches d'âge des populations échantillonnées entre les études. Pour faire des comparaisons significatives dans le temps et l'espace, une seule tranche d'âge normalisée est nécessaire. Il est possible d'effectuer des ajustements d'un âge normalisé pour le Plasmodium falciparum grâce à l'observation et à la théorie des maladies infectieuses là où l'immunité est acquise après une exposition répétée de la naissance. Nous avons adapté des modèles de

conversion catalytique de Muench (d'abord utilisé dans le paludisme par Pull & Grab dans les années 1970 [158]) en équations statiques en R-script qui utilise les gammes inférieure et supérieure d'échantillon et la prévalence globale pour se transformer en une estimation prévues chez les enfants âgés de 2-10 ans, $PfPR_{2-10}$ [96].

5.6 Limitations dues à la taille de l'échantillon

La taille de l'échantillon est inversement proportionnelle à la prévalence où, à faible taille des échantillons, les biais dans les estimations de la prévalence sont introduits, en fonction de la prévalence réelle de la population se traduisant d'écarts-types relativement élevés [159]. Il existe un seuil critique entre 10 et 20 individus échantillonnés, en dessous duquel les écarts-types augmentent de façon exponentielle dans la plupart des enquêtes sur les infections parasitaires et la courbe commence à aplatis à partir d'une taille d'environ 50 échantillons et atteint une asymptote à environ 100 [160]. La taille des échantillons d'enquête individuels est également importante dans le calcul des corrélations avec les variables d'endémicité, pour vérifier les associations plausibles entre, par exemple, des précipitations et la prévalence. Au cours de sélection des co-variables, de petits échantillons imprécis peuvent conduire à l'overfitting. Nous avons cherché à combiner les communautés à proximité où tout village comptait moins de 10 personnes échantillonnées et où les communautés se situaient à moins de 5 km l'un de l'autre, échantillonnés exactement au même moment par les mêmes enquêteurs.

6. Partage et accès aux données

Les données recueillies pour cette étude font partie d'une initiative plus large visant à aider les gouvernements nationaux en mettant à leur disposition des plateformes de données probantes pour les aider à concevoir des projets de lutte antipaludique, grâce au concours du projet INFORM [131161] soutenu par le Département pour le développement international, Royaume-Uni et le Wellcome Trust. Les données géocodées sur la prévalence parasitaire issues des données archivées publiées et inédites données et rassemblées en bases de données soigneusement conservées doivent être prise en charge et gérées par les services de lutte contre le paludisme au sein des ministères nationaux de la santé. Les données provenant des recherches nationales et des enquêtes menées par les ministères de la santé sont la propriété des gouvernements nationaux. Le plus souvent, la plupart des ministères de la santé n'ont pas accès à la gamme complète des données sur le paludisme, pourtant potentiellement disponibles dans leur propre pays. Le but est donc de se servir du projet INFORM pour bâtir une appropriation des données nationales sur le paludisme et mettre toutes les données recueillies à la disposition des ministères de la santé à travers l'Afrique et aux conseillers techniques régionaux de l'Organisation mondiale de la santé. A ce titre, ces gouvernements nationaux deviendront les gardiens de leurs propres données nationales et pleinement responsables de leur distribution aux scientifiques nationaux, régionaux et internationaux ainsi qu'aux partenaires de contrôle.

7. Références

1. Snow RW (2014). Sixty years trying to define the malaria burden in Africa: have we made any progress? *BMC Medicine*, **12**: 227
2. Noor AM, Kinyoki DK, Mundia CW, Kabaria CW, Wambua JM, Alegana VA, Fall IS, Snow RW (2014). The changing risk of *Plasmodium falciparum* malaria infection in Africa: 2000–10: a spatial and temporal analysis of transmission intensity. *Lancet*, **383**: 1739-1747
3. Snow RW, Marsh K, le Sueur D (1996). The need for maps of transmission intensity to guide malaria control in Africa. *Parasitology Today*, **12**: 455–457
4. MARA/ARMA (1998). *Towards an atlas of malaria risk in Africa. First technical report of the MARA/ARMA collaboration.* Durban, South Africa; <https://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/10625/31644/1/114833.pdf>
5. Le Sueur D, Binka F, Lengeler C, de Savigny D, Teuscher T, Toure Y, Snow RW (1997). An atlas of malaria in Africa. *Africa Health*, **19**: 23-24
6. Trape JF & Rogier C (1996). Combating Malaria morbidity and mortality by reducing transmission. *Parasitology Today*, **12**: 236-240
7. Snow RW, Omumbo JA, Lowe B, Molyneux SM, Obiero JO, Palmer A, Weber MW, Pinder M, Nahlen B, Obonyo C, Newbold C, Gupta S, Marsh K (1997). Relation between severe malaria morbidity in children and level of *Plasmodium falciparum* transmission in Africa. *Lancet*, **349**: 1650-1654
8. Ghani AC, Sutherland CJ, Riley EM, Drakeley CJ, Griffin JT, Gosling RD, Filipe JAN (2009). Loss of population levels of immunity to malaria as a result of exposure reducing interventions: consequences for interpretation of disease trends. *PLoS One*, **4**: e4383
9. Okiro EA, Al-Taiar A, Reyburn H, Idro R, Berkley J, Nokes DJ, Snow RW (2009). Age patterns of severe paediatric malaria and their relationship to *Plasmodium falciparum* transmission intensity. *Malaria Journal*, **8**: 4
10. Carneiro I, Roca-Feltrer A, Griffin JT, Smith L, Tanner M, Armstrong Schellenberg J, Greenwood BM, Schellenberg D (2010). Age-patterns of malaria vary with severity, transmission intensity and seasonality in sub-Saharan Africa: A systematic review and pooled analysis. *PLoS One*, **5**: e8988
11. Griffin JT, Hollingsworth TD, Reyburn H, Drakeley CJ, Riley EM, Ghani AC (2014). Gradual acquisition of immunity to severe malaria with increasing exposure. *Proceedings of the Royal Society B*, **282**: 20142657
12. Snow RW (2015). Global malaria eradication and the importance of *Plasmodium falciparum* epidemiology in Africa. *BMC Medicine*, **13**: 23

13. Smith T, Maire N, Ross A, Penny M, Chitnis N, Schapira A, Studer A, Genton B, Lengeler C, Tediosi F, de Savigny D, Tanner M (2008). Towards a comprehensive simulation model of malaria epidemiology and control. *Parasitology*, **135**: 1507–1516
14. Smith DL, Noor AM, Hay SI, Snow RW (2009). Predicting changing malaria risk after expanded insecticide treated net coverage in Africa. *Trends in Parasitology*, **25**: 511–516
15. Griffin JT, Hollingsworth D, Okell LC, Churcher TS, White M, Hinsley W, Bousema T, Drakeley CJ, Ferguson NM, Basanez MG, Ghani AC (2010). Reducing *Plasmodium falciparum* malaria transmission in Africa: a model based evaluation of intervention strategies. *PLoS Medicine*, **7**: e1000324
16. Chitnis N, Schapira A, Smith T, Steketee R (2010). Comparing the effectiveness of malaria vector-control interventions through a mathematical model. *American Journal of Tropical Medicine & Hygiene*, **83**: 230–240
17. World Health Organization (2014). *From malaria control to malaria elimination, a manual for Elimination Scenario Planning*. Global Malaria Programme, World Health Organization, Geneva, April 2014
18. Gerardin J, Eckhoff P, Wenger EA (2015). Mass campaigns with antimalarial drugs: a modelling comparison of artemether-lumefantrine and DHA-piperaquine with and without primaquine as tools for malaria control and elimination. *BMC Infectious Diseases*, **15**: 144
19. Okell LC, Drakeley CJ, Bousema T, Whitty CJM, Ghani AC (2008). Modelling the impact of artemisinin combination therapy and long-acting treatments on malaria transmission intensity. *PLoS Medicine*, **5**: e226
20. Guyatt HL & Snow RW (2001). Malaria in pregnancy as an indirect cause of infant mortality in sub-Saharan Africa. *Transactions of Royal Society of Tropical Medicine & Hygiene*, **95**: 569-576
21. Desai M, ter Kuile FO, Nosten F, McGready R, Asamo K, Brabin B, Newman R (2007). Epidemiology and burden of malaria in pregnancy. *Lancet Infectious Diseases*, **7**: 93–104
22. van Eijk A, Hill J, Alegana VA, Kirui V, Gething PW, ter Kuile F, Snow RW (2011). Coverage of malaria protection in pregnant women in sub-Saharan Africa: a synthesis and analysis of national survey data. *Lancet Infectious Diseases*, **11**: 190-207
23. MPAC (2012) www.who.int/malaria/mpac/sep2012/mpac_mip_erg_sep2012.pdf
24. MPAC (2013). www.who.int/malaria/mpac/mpac_sep13_erg_ipt_malaria_pregnancy_report.pdf
25. Meremikwu MM, Donegan S, Sinclair D, Esu E, Oringanje, C (2012). Intermittent preventive treatment for malaria in children living in areas with seasonal transmission. *Cochrane Database Systematic Reviews*, **2**, CD003756
26. Cairns M, Roca-Feltrer A, Garske T, Wilson AL, Diallo D, Milligan PJ, Ghani AC, Greenwood BM (2012). Estimating the potential public health impact of seasonal malaria chemoprevention in African children. *Nature Communications*, **3**: 881

27. Noor AM, Kibuchi E, Mitto B, Coulibaly D, Doumbo OK, Snow RW (2015). A spatial decision support framework for sub-national targeting of seasonal malaria chemoprevention in the Sahel. Under review
28. Smith DL, McKenzie FE, Snow RW, Hay SI (2007a). Revisiting the basic reproductive number for malaria and its implications for malaria control. *PLoS Biology*, **5**: e42
29. Hay SI, Smith DL, Snow RW (2008). Measuring malaria endemicity from intense to interrupted transmission. *Lancet Infectious Diseases*, **8**: 369-378
30. Moonen B, Cohen JM, Snow RW, Slutsker L, Drakeley C, Smith DL, Abeyasinghe R, Rodriguez López MH, Maharaj R, Tanner M, Targett G (2010). Operational strategies to achieve and maintain malaria elimination. *Lancet*, **376**: 1592-1603
31. World Health Organization (2012a). *Disease surveillance for malaria control: Operational manual*. WHO, Geneva
32. World Health Organization (2012b). *Disease surveillance for malaria elimination: Operational manual*. WHO, Geneva
33. Cohen JM, Moonen B, Snow RW, Smith DL (2010). How absolute is zero? An evaluation of historical and current definitions of malaria elimination. *Malaria Journal*, **9**: 213
34. Molineaux L, Muir DA, Spencer HC, Wernsdorfer WH (1988). *The epidemiology of malaria and its measurement*. Malaria: Principles and Practice of Malariology. W. Wernsdorfer and I. McGregor. London, Churchill Livingstone. 2: 999-1089
35. Tusting LS, Bousema T, Smith DL, Drakeley C (2014). Measuring changes in *Plasmodium falciparum* transmission: precision, accuracy and costs of metrics. *Advances in Parasitology*, **84**: 151-208
36. Metselaar D & van Thiel PH (1959). Classification of malaria. *Tropical Geographic Medicine*, **11**: 157–161
37. Macdonald G & Göeckel GW (1964). The malaria parasite rate and interruption of transmission. *Bulletin of World Health Organization*, **31**: 365–377
38. Lysenko AJ & Semashko IN (1968). *Geography of malaria. A medico-geographic profile of an ancient disease*. In: Lebedew AW, ed. Itogi Nauki: Medicinskaja Geografija. Moscow, USSR: Academy of Sciences, pp 25–146
39. Macdonald G (1957). *The epidemiology and control of malaria*. Oxford University Press
40. Pampana E (1969). *A textbook on malaria eradication*. Oxford: Oxford University Press
41. Pull JH (1972). Malaria surveillance methods, their uses and limitations. *American Journal of Tropical Medicine & Hygiene*, **21**: 651-657

42. World Health Organization (1950). *Report on the malaria conference in equatorial Africa. Held under the joint auspices of the World Health Organization and of the commission for technical co-operation in Africa south of the Sahara*. Kampala, Uganda, 27 November–9 December, 1950
43. Yekutieli P (1960). Problems of epidemiology in malaria eradication. *Bulletin of the World Health Organization*, **22**: 669-683
44. Macdonald G (1952). The analysis of equilibrium in malaria. *Tropical Diseases Bulletin*, **49**: 813-1129
45. Hay SI, Guerra CA, Gething PW, Patil AP, Tatem AJ, Noor AM, Kabaria CW, Manh BH, Elyazar IRF, Brooker S, Smith DL, Moyeed RA, Snow RW (2009). A world malaria map: *Plasmodium falciparum* endemicity in 2007. *PLoS Medicine*, **6**: e1000048
46. Gething PW, Patil AP, Smith DL, Guerra CA, Elyazar IRF, Johnston GL, Tatem AJ, Hay SI (2011). A new world malaria map: *Plasmodium falciparum* endemicity in 2010. *Malaria Journal*, **10**: 378
47. Snow RW, Amratia P, Kabaria CW, Noor AM, Marsh K (2012). The changing limits and incidence of malaria in Africa: 1939-2009. *Advances in Parasitology*, **78**: 169-262
48. Black RH (1968). *Manual of epidemiology and epidemiological services in malaria programmes*. World Health Organization, Geneva
49. Ray AP & Beljaev AE (1984). Epidemiological surveillance: a tool for assessment of malaria and its control. *Journal of Communicable Disease*, **16**: 197–207
50. Omumbo JA, Noor AM, Fall IS, Snow RW (2013). How well are malaria maps used to design and finance malaria control in Africa? *PLoS One*, **8**: e53198
51. Alegana VA, Atkinson PM, Wright JA, Kamwi R, Kakokele S, Snow RW, Noor AM (2013). Estimation of malaria incidence in northern Namibia in 2009 using Bayesian Conditional-Autoregressive Spatial-Temporal Models. *Spatial & Spatial Temporal Epidemiology*, **7**: 25-36
52. Bennett A, Yukich J, Miller JM, Vounatsou P, Hamainza B, Ingwe MI, Moonga HB, Kamuliwo M, Keating J, Smith TA, Steketee RW, Eisele TP (2014). A methodological framework for the improved use of routine health system data to evaluate national malaria control programs: evidence from Zambia. *Population & Health Metrics*, **12**: 30
53. Moonasar D, Morris N, Kleinschmidt I, Maharaj R, Raman J, Mayet NT, Benson FG, Durrheim DN, Blumberg L (2013). What will move malaria control to elimination in South Africa? *South African Medical Journal*, **103** (10 Suppl 2): 801-806
54. Cohen JM, Dlamini S, Novotny JM, Kandula D, Kunene S, Tatem AJ (2013). Rapid case-based mapping of seasonal malaria transmission risk for strategic elimination planning in Swaziland. *Malaria Journal*, **12**: 61
55. Zanzibar Malaria Control Programme (2011). *Zanzibar Malaria Performance Review*. September 2011. ZMCP, Ministry of Health, Revolutionary Government of Zanzibar

56. Ministry of Health [Cape Verde], World Health Organization and the University of California, San Francisco (2012). *Eliminating malaria. Moving towards sustainable elimination in Cape Verde*, Geneva: The World Health Organization; http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/75849/1/9789241504386_eng.pdf?ua=1
57. Littrell M, Sow GD, Ngom A, Ba M, Mboup BM, Dieye Y, Mutombo B, Earle D, Steketee RW (2013). Case investigation and reactive case detection for malaria elimination in northern Senegal. *Malaria Journal*, **12**: 331
58. Thiroux D A & D'Anfreville D L (1908). *Le paludisme au Sénégal pendant les années 1905-1906*. Gouvernement General de l'Afrique Occidentale Francaise, Laboratoire de bacteriologie de Saint-Louis, Published Libraire JB Bailliere et Fils, Paris 1908
59. Government General de L'Algérie (1908). *Campagne Antipaludique de 1908*; unpublished document available in Wellcome Library, Euston Road, London, UK, FX.134.AA9
60. Government of Gold Coast (1914). *Medical & Sanitary Report for the year 1913*. Waterlow & Sons, London
61. Mansfield-Aders W (1927). Notes on malaria and filariasis in the Zanzibar Protectorate. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine & Hygiene*, **30**: 207-214
62. Colony of Mauritius (1923-1925). Annual Reports on the Medical and Health Department.
63. Swaroop S, Gilroy AB, Uemura K (1966). Statistical methods in malaria eradication. *Monograph Series of World Health Organization*, **51**: 164
64. Barber MA & Rice JB (1937). A survey of malaria in Egypt. *American Journal of Tropical Medicine & Hygiene*, **17**: 413-436
65. De Meira MT, Simões TS, Pinto Nogueira JF (1948). Observações sobre sezonismo nas ilhas do Sal, Boa Vista e S. Nicolau (Cabo Verde). *Anais do Instituto de Medicina Tropical*, **3**: 213-237
66. Young MD & Johnson TH (1949). A malaria survey of Liberia. *Journal of National Malaria Society*, **8**: 247-266
67. De Meillon B (1951). Malaria survey of South-West Africa. *Bulletin of the World Health Organization*, **4**: 333-417
68. Houel G & Donadille F (1953). Vingt ans de lutte antipaludique au Maroc. *Bulletin de l'Institut d'Hygiene du Maroc*, **13**: 3-51
69. Soeiro A (1952). O sezonismo em Moçambique : contribuição para o estudo epidemiológico. *Anais do Instituto de Medicina Tropical*, **9**: 343-389
70. Soeiro A (1959). Relactório da actividade do Instituto de Investigação Médica de Moçambique em 1958 e plano de trabalhos para o ano de 1960. *Anais Instituto de Higiene e Medicina Tropical*, **16**: 573-611

71. Bernard PM (1954). *Trois ans de lutte antipaludique à Madagascar*. Bulletin de Madagascar, Publication Mensuelle du Service General D'information du Haut-Commissariat, no. 96
72. Cambournac FJC, Gandara AF, Pena AJ, Teixeira EWLG (1955). Subsidios para o inquerito malariologico em Angola. *Anais do Instituto de Medicina Tropical*, **12**: 121-153
73. Anon (1954). *Campagne antipaludique au Dahomey*. Map found in Benin box in WHO Archives Geneva August 2012
74. Languillon J (1957). Carte épidémiologique du paludisme au Cameroun. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, **50**: 585 - 600
75. Alves W (1958). Malaria parasite rates in Southern Rhodesia: May-September 1956. *Bulletin of the World Health Organization*, **19**: 69-74
76. Lariviere M, Hocquet P, Abonnenc E (1961). Résultats d'une enquête palustre dans la république du Sénégal. Indices plasmodiques chez les enfants en milieu rural. *Bulletin de la Société Médicale d'Afrique Noire de Langue Française*, **6**: 386-403
77. Wernsdorfer G & Wernsdorfer W (1967). Malaria in the middle Nile basin and its bordering regions. *Z Tropenmed Parasitol*, **18**: 17-44
78. Rishikesh N & Fahmy Y (1961). *Quarterly report April-June 1961 Republic of Somalia pre-eradication survey*; World Health Organization Unpublished Report, WHO Archives, Geneva, Switzerland
79. Rishikesh N, Payne D, Fahmy Y (1961). *Quarterly report for the period January-March 1961*. World Health Organization Unpublished Report, WHO Archives, Geneva, Switzerland
80. Bechuanaland Protectorate (1958-1963). *Annual Medical and Sanitary Reports for the Protectorate for the years 1958-1963*. Government Printers, Gaborone
81. Craig MH, Sharp BL, Mabaso MLH, Kleinschmidt I (2007). Developing a spatial-statistical model and map of historical malaria prevalence in Botswana using a staged variable selection procedure. *International Journal of Health Geographics*, **6**: 44
82. Cano VI (1971). Développement des services de santé de base (Paludisme). World Health Organization, AFR/MAL/112
83. Barbie Y & Timbila R (1964). Notes sur le paludisme en République Islamique de Mauritanie. *Medicine Tropicale*, **24**: 427-435
84. Khromov A & Privault R (1965). *Programme du pre-eradication du paludisme. Rapport trimestriel, 4th trimestre 1965 (Sep-Oct-Nov)*. WHO Mauritanie; World Health Organization, Unpublished document; WHO Archives, Geneva
85. Beltran O (1966). *Malaria pre-eradication project Sierra Leone-19, fourth quarterly field report. October - December 1966*. Government of Sierra Leone & World Health Organization

86. Guy Y & Gassabi R (1967). Les perspectives de l'éradication du paludisme en Algérie. *Archives de L'Institut Pasteur D'Algerie*, **45**: 72-88
87. Chand D, Garzen JB, Bahar R, Rishikesh N (1964). *Malaria Eradication Service Ethiopia 14 (c): Quarterly Report, 1 October to 31 December 1964*. World Health Organization, unpublished document, Geneva Archives
88. Chand D, Garzon JB, Bahar R, Rishikesh N (1965). *Quarterly report covering period 1 October to 31 December 1964. Project Ethiopia 0014*; dated 9th february 1965; World Health Organization, unpublished document, Geneva Archives
89. Onori E (1967). Distribution of *Plasmodium ovale* in the Eastern, Western and Northern regions of Uganda. *Bulletin of the World Health Organization*, **37**: 665-668
90. Wenlock (1978). The incidence of Plasmodium parasites in rural Zambia. *East African Medical Journal*, **55**: 268-276
91. Escudie A & Hamon J (1961). Paludisme en Afrique Occidentale d'expression Française. *Medicine Tropicale*, **21**: 661-687
92. RBM-MERG - <http://www.rbm.who.int/mechanisms/merg.html>
93. Corsi DJ, Neuman M, Finlay JE, Subramanian SV (2012) Demographic and health surveys: a profile. *International Journal of Epidemiology*, **41**: 1602-1613
94. Measure <http://www.measuredhs.com/Data/>
95. UNICEF http://www.unicef.org/statistics/index_24302.html
96. Smith DL, Guerra CA, Snow RW, Hay SI (2007b). Standardizing estimates of malaria prevalence. *Malaria Journal*, **6**: 131
97. Brooker S, Kolaczinski JH, Gitonga CW, Noor AM, Snow RW (2009) The use of schools for malaria surveillance and programme evaluation in Africa. *Malaria Journal*, **8**: 231
98. Stevenson JC, Stresman GH, Gitonga CW, Gillig J, Owaga C, Marube E, Odongo W, Okoth A, China P, Oriango R, Brooker SJ, Bousema T, Drakeley C, Cox J (2013). Reliability of school surveys in estimating geographic variation in malaria transmission in the western Kenyan highlands. *PLoS One*, **8**: e77641
99. De Zulueta J, Kafuko GW, Cullen JR (1963). An investigation of the annual cycle of malaria in Masaka district (Uganda). *East African Medical Journal*, **40**: 469-488
100. Najera JA, Shidrawi GR, Gibson FD, Stafford JS (1967). A large-scale field trial of Malathion as an insecticide for antimalarial work in Southern Uganda. *Bulletin of the World Health Organization*, **36**: 913-935

101. Storey J (1972). A review of malaria work in Sierra Leone 1900 to 1964. *West African Medical Journal*, **27**: 57-68
102. Gitonga CW, Karanja PN, Kihara J, Mwjame M, Juma E, Snow RW, Noor AM, Brooker S (2010). Implementing school malaria surveys in Kenya: towards a nationwide surveillance system. *Malaria Journal*, **9**: 306
103. Gitonga CW, Edwards T, Karanja PN, Noor AM, Snow RW, Brooker S (2012). Plasmodium infection, anaemia and mosquito net use among school children across different settings in Kenya. *Tropical Medicine & International Health*, **17**: 858–870
104. Hounbedji CA, N Dri PB, Hürlimann E, Yapi RB, Silué KD, Soro G, Koudou BG, Acka CA, Assi S, Vounatsou P, N Goran EK, Fantodji A, Utzinger J, Raso G (2015). Disparities of *Plasmodium falciparum* infection, malaria-related morbidity and access to malaria prevention and treatment among school-aged children: a national cross-sectional survey in Cote d'Ivoire. *Malaria Journal*, **14**: 7
105. Ashton R, Kefyalew T, Tesfaye G, Pullan R, Yadeta D, Reithinger R, Kolaczinski J, Brooker S (2010). *School-based surveys of malaria in Oromia Regional State Ethiopia: towards a map of malaria risk*. Federal Ministry of Health, Ethiopia
106. Takem EN, Affara M, Amambua-Ngwa A, Okebe J, Ceesay SJ, Jawara M, Oriero E, Nwakanma D, Pinder M, Clifford C, Taal M, Sowe M, Suso P, Mendy A, Mbaye A, Drakeley C, D'Alessandro U (2013). Detecting foci of malaria transmission with school surveys: A pilot study in The Gambia. *PLoS One*, **8**: e67108
107. Clarke SE, Roschnik N, Rouhani S, Diarra S, Bamadio M, Sacko M, Traore D, Ly AB, Gaye O, Sembene M, Fall FB (2012). Malaria in school children under a new policy of universal coverage of nets: Recent data from Mali and Senegal. *American Journal of Tropical Medicine & Hygiene*, **87** Supplement 5, abstract 1466
108. Kabatereine NB, Standley CJ, Sousa-Figueiredo JC, Fleming RM, Stothard JR, Talisuna A, Fenwick A (2011). Integrated prevalence mapping of schistosomiasis, soil-transmitted helminthiasis and malaria in lakeside and island communities in Lake Victoria, Uganda. *Parasites & Vectors*, **4**: 232
109. Emerson PM, Ngondi J, Biru E, Graves PM, Ejigsemahu Y, Gebre T, Endeshaw T, Genet A, Mosher AW, Zerihun M, Messele A, Richards FO (2008). Integrating an NTD with one of “The Big Three”: Combined malaria and trachoma survey in Amhara Region of Ethiopia. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, **2**: e197
110. Noor AM, Alegana VA, Patil AP, Moloney G, Borle M, Ahmed F, Yousef F, Amran J, Snow RW (2012). Mapping the receptivity of malaria risk to plan the future of control in Somalia. *British Medical Journal Open Access*, **2**: e001160
111. Boyd MF (1949). *Malariology. A comprehensive review of all aspects of this group of diseases from a global standpoint*; Volume II. WB Saunders Company, Philadelphia and London

112. Higgins JPT & Green S (editors) (2011). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* Version 5.1.0 [updated March 2011]. The Cochrane Collaboration, 2011. Available from www.cochrane-handbook.org
113. PubMed <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez>
114. Google Scholar <http://scholar.google.co.za/>
115. Armed Forces Pest Management Board <http://www.afpmb.org/publications.htm>
116. World Health Organization Library Database <http://www.who.int/library>
117. Institute de Recherché pour le Development on-line digital library service <http://www.ird.fr>
118. African Journals Online (AJOL) <http://www.ajol.info>
119. Malaria World <http://www.malaria-world.com>
120. Environmental Health at USAID malaria bulletins: <http://www.ehproject.org>
121. Santé Tropicale including Medecine D'Afrique Noire <http://www.santetropicale.com>
122. HINARI <http://www.who.int/hinari>
123. Médecins sans Frontières <http://www.msf.org>
124. MERLIN <http://www.merlin.org.uk>
125. Carter Center <http://www.cartercenter.org>
126. Food Security and Nutrition Analysis Unit - Somalia (FSNAU) <http://www.fsnau.org>
127. Shape Consulting <http://cms.shapeconsulting.org>
128. Save the Children <http://www.savethechildren.net>
129. Malaria Consortium <http://www.malariaconsortium.org>
130. MENTOR <http://thementorinitiative.org>
131. INFORM <http://www.inform-malaria.org/>
132. O'Meara WP, Barcus M, Wongsrichanalai C, Muth S, MaguireJD, Jordan RG, Prescott WR, McKenzie FE (2006). Reader technique as a source of variability in determining malaria parasite density by microscopy. *Malaria Journal*, **5**: 118

133. Gitonga CW, Kihara JH, Njenga SM, Awundo K, Noor AM, Snow RW, Brooker SJ (2012). Use of rapid diagnostic tests in malaria school surveys in Kenya: does under-performance matter for planning malaria control? *American Journal of Tropical Medicine & Hygiene*, **87**: 1004-1011
134. World Health Organization-Foundation for Innovative New Diagnostics (2012). *Malaria Rapid Diagnostic Test Performance. Results of WHO product testing of malaria RDTs: Round 4*.
135. Rennie W, Phetsouvanh R, Lupisan S, Vanisaveth V, Hongvanthong B, Phompida S, Alday P, Fulache M, Lumagui R, Jorgensen P, Bell D, Harvey S (2007). Minimizing human error in malaria rapid diagnosis: clarity of written instructions and health worker performance. *Transactions of the Royal Society Tropical Medicine & Hygiene*, **101**: 9–18
136. Harvey SA, Jennings L, Chinyama M, Masaninga F, Mulholland K, Bell DR (2008). Improving community health worker use of malaria rapid diagnostic tests in Zambia: package instructions, job aid and job aid-plus-training. *Malaria Journal*, **7**: 160
137. Endeshaw T, Gebre T, Ngondi J, Graves PM, Shargie EB, Ejigsemahu Y, Ayele B, Yohannes G, Teferi T, Messele A, Zerihun M, Genet A, Mosher AW, Emerson PM, Richards FO (2008). Evaluation of light microscopy and rapid diagnostic test for the detection of malaria under operational field conditions: a household survey in Ethiopia. *Malaria Journal*, **7**: 118
138. Keating J, Miller JM, Bennett A, Moonga HB, Eisele TP (2009). *Plasmodium falciparum* parasite infection prevalence from a household survey in Zambia using microscopy and a rapid diagnostic test: implications for monitoring and evaluation. *Acta Tropica*, **112**: 277–282
139. Okell LC, Ghani AC, Lyons E, Drakeley CJ (2009). Sub-microscopic infection in *Plasmodium falciparum* endemic populations: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Infectious Diseases*, **200**: 1509–1517
140. Samadoulougou S, Kirakoya-Samadoulougou F, Sarrassat S, Tinto H, Bakiono F, Nebié I, Robert A (2014). Paracheck® rapid diagnostic test for detecting malaria infection in under five children: a population-based survey in Burkina Faso. *Malaria Journal*, **13**: 101
141. Florey L (2014). *Measures of malaria parasitemia prevalence in national surveys: Agreement between Rapid Diagnostic Testing and microscopy*. DHS Analytical Studies No. 43. Rockville, Maryland, USA:ICF International
142. Burgert CR, Colston J, Roy T, Zachary B (2013). *Geographic displacement procedure and georeferenced data release policy for the Demographic and Health Surveys*. DHS Spatial Analysis Reports No. 7. Calverton, Maryland, USA: ICF International; <http://dhsprogram.com/publications/publication-SAR7-Spatial-Analysis-Reports.cfm>
143. GEOnet Names Server of the National Geospatial-Intelligence Agency, USA http://www.earth-info.nga.mil/gns/html/cntry_files.html
144. Falling Rain Genomics' Global Gazetteer <http://www.fallingrain.com>
145. Alexandria Digital Library prepared by University of California, USA: <http://www.alexandria.ucsb.edu>

146. African Data Sampler http://gcmd.nasa.gov/records/GCMD_ADS_WRI.html
147. MAPCarta <http://mapcarta.com/>
148. Maplandia <http://www.maplandia.com/>
149. Global geodatabase-cities <http://www.geodatasource.com/cities-platinum.html>
150. Open Street Map <http://extract.bbbike.org/>
151. VMAP0 <http://earth-info.nga.mil/publications/vmap0.html>
152. IslamicFinder <http://www.islamicfinder.org/prayerDetail.php>
153. Hill LL (2000). Core elements of digital gazetteers: Placenames, categories, and footprints. *Research & Advanced Technology for Digital Libraries, Proceedings*, **1923**: 280-290
154. FAO (2008). The Global Administrative Unit Layers (GAUL). EC-FAO Food Security Programme, Food and Agriculture Organization, United Nations
155. Lehner B & Doll P (2004). Development and validation of a global database of lakes, reservoirs and wetlands. *Journal of Hydrology*, **296**: 1-22
156. SALB Second Administrative Level Boundaries.
<http://salbgeonetwork.grid.unep.ch/geonetwork/srv/en> & GAUL Global Administrative Unit Layers. Borders between countries and administrative units within the countries.
<http://www.fao.org/geonetwork/srv/en/metadata.show?id=12691>
157. African Union Border Programme (AUBP) (2014). Delimitation and demarcation of boundaries in Africa: The User's Guide. The Commission of the African Union / Department of Peace and Security, African Union, Addis Ababa, Ethiopia.
158. Pull JH & Grab B (1974). A simple epidemiological model for evaluating the malaria inoculation rate and the risk of infection in infants. *Bulletin of the World Health Organization*, **51**: 507-516
159. Gregory RD & Blackburn TM (1991). Parasite prevalence and host sample size. *Parasitology Today*, **7**: 316-318
160. Jovani R & Tella JL (2006). Parasite prevalence and sample size: misconceptions and solutions. *Trends in Parasitology*, **22**: 214-218
161. Snow RW & Noor AM (2015). Malaria risk mapping in Africa: The historical context to the Information for Malaria (INFORM) project. Working Paper in support of the INFORM Project funded by the Department for International Development and the Wellcome Trust , Nairobi, Kenya 3rd June 2015

Annex:

Acknowledging individuals who have provided assistance in locating, geocoding and providing unpublished data

Angola: Ana Paula Arez, Assumpta Bou-Monclus, Fernando David, Dina Gamboa, António Langa, Akiko Matsumoto, John Mendelsohn, Cristina Mendes, Susana Nery, João Mário Pedro, José Sousa-Figueiredo, Fern Teodoro, Claudia Videira

Benin: Césaire Damien Ahanhanzo, Alexandre Biaou, Emile Bongo, Vincent Corbel, Umberto D'Alessandro, Georgia B Damien, Yves Eric Denon, Virgile Gnanguenon, Marie-Claire Henry, Florence Kouadio, Florence Migot-Nabias, Christian Lengeler, Alain Nahum, Mariam Oke, Razack Osse, Christophe Rogier, Peter Thomas

Botswana: Colleen Fraser, Musa Mabaso, Marlies Craig, Frank Hansford, Graham Root

Burkina Faso: Heiko Becher, Claudia Beiersmann, Clarisse Bougouma, Diadier Diallo, Adama Gansane, Jean-Olivier Guintran, Sidonie Gouem, Amadou Konate, Bocar Kouyaté, Christian Lengeler, Laurent Moyenga, Olaf Müller, Issa Nebie, Jean-Bosco Ouedraogo, André Lin Ouédraogo, Hermann Ouédraogo, Christophe Rogier, August Stitch, Yazoume Yé, Issa Zongo

Burundi: Lidwine Barahadana, Marc Coosemans, Baza Dismas, Natacha Protopopoff

Cameroon: Eric Achidi, Toby Apinjoh, Rolland Bantar, Chi Hanesh, Wilfred Mbacham, Kenneth Ndamukong, Maria Rebollo, Innocent Takougang, Peter Uzoegwu, Samuel Wanji

Cape Verde: Joana Alves, Ana Paula Arez

Chad: Kerah Clement, Ephraim Djoumbe, Ibrahim Socé Fall, Etienne Magloire Minkoulou, Jose Nkuni, Nadjitolnan Othingué, Kaspar Wyass

Cote d'Ivoire: Serge-Brice Assi, Bassirou Bonfoh, Mark Divall, N'Goran K Eliezer, Marie-Claire Henry, Astrid Knoblauch, Benjamin Koudou, Barbara Matthys, Giovanna Raso, Fabian Rohner, Kigbafori Silue, Marcel Tanner, Andres Tschannen, Thomas Tuescher, Juerg Utzinger, Rita Wegmüller

Democratic Republic of Congo: Mike Bangs, Civeon Bazebo, Morrison Bethea, Thierry Lengu Bobanga, Mark Divall, Ellen Dotson, Giovanfrancesco Ferrari, Louis Ilunga, Seth Irish, Jean-Emmanuelle Julo-Réminiac, Sakkie Hattingh, Yakim Kabvangu, Didier Kabing, Didier Kalemwa, Lydie Kalindula-Azama, Hyacinthe Kaseya, Onyimbo Kerama, Astrid Knoblauch, Phillipe Lafour, Christian Lengeler, Joris L. Likwela, Crispin Lumbala Wa Mbuyi, Eric Mafuta, Landing Mane, Emile Manzambi, André Mazinga, Jolyon Medlock, Steve Meshnick, Janey Messina, Flavien Mulumba, Ambroise Nanema, Marius Ngoyi, Henry Ntuku, Laura O'Reilly, Milka Owuor, Cédric Singa, Salumu Solomon, Eric Mukomena Sompwe, Edouard Swana, Katie Tripp, Antoinette Tshéfu, Francis Watsenga, Mirko Winkler

Djibouti: Mouna Osman Aden, Ifrah Ali Ahmed, Abdisalan Mohamed Noor, Christophe Rogier

Egypt: Abdelbaset Zayed, Hoda Atta

Equatorial Guinea: Ana Paula Arez, Estefanía Custodio, Immo Kliendsmidt, National Centre for Tropical Medicine (Madrid), Zaida Herrador Ortiz, Spanish Tropical Diseases Research Network (RICET)

Eritrea: Araia Berhane, Joe Keating, Azmera Gebreslassie, Tewolde Ghebremeskel, Samuel Goitom, Amanuel Kifle, Selam Mihreteab, David Sintasath, Abdulmumini Usman, Assefash Zehaie

Ethiopia: Ruth Ashton, Meshesha Balkew, Estifanos Biru, Simon Brooker, Peter Byass, Karre Chawicha, Wakgari Deressa, Tufa Dinku, Yeshewamebrat Ejigsemahu, Henok Kebede Ejigu, Paul Emerson, Tekola Endeshaw, Teshome Gebre, Asrat Genet, Asefaw Getachew, Melaku Gimma, Patricia Graves, Afework Hailemariam, Sharon Hill, Don Hopkins, Daddi Jima, Abdissa Kurkie Kabeto, Bernt Lindtjörn, Addisu Mekasha, Endale Mengesha, Ayenew Messele, Aryc Mosher, Jeremiah Ngondi, Frank Richards, Teshale Seboxa, Bob Snow, Niko Speybroeck, Kassahun Tadesse, Zerihun Tadesse, Hiwot Solomon Taffese, Bekele Worku, Adugna Woyessa, Delenasaw Yewhalaw, Mulat Zerihun

Gabon: Steffen Bormann, Dieudonné Nkoghe, Francine Ntoumi, Odile Oukem

Gambia: Jane Achan, Onome Akpogheneta, Steve Allen, Sarah Atkinson, Kalifa Bojang, Sering Ceessay, Sian Clarke, David Conway, Baboucarr Daffeh, Umberto D'Alessandro, Chris Drakeley, Sam Dunyo, Fatty Fatoumatta, Malang Fofana, Brian Greenwood, Adam Jagne-Sonko, Cherno Jallow, Ebrima Jarjou, Musa Jawara, Momodou Kalleh, Balla Kande, Sharmila Lareef-Jah, Steve Lindsay, Karafa Manneh, Ousman Nyan, Margaret Pinder, Eleanor Riley, Judith Satoguina, Lorenz von Seidlein, Bob Snow, Sheriffo Sonko, Thomas Sukwa, Ebako Takem, Michael Walther, Emily Webb

Ghana: Benjamin Abuaku, Michael Acquah, Collins Ahorlu, Felicia Amo-Sakyi, Frank Amoyaw, Anthony Amuzu, Vivian Aubyn, Irene Ayi, Aba Baffoe-Willmot, Frank Baiden, Constance Bart-Plange, Fred Binka, Michael Cappello, Daniel Chandramohan, Amanua Chinbuah, Benjamin Crookston, Ina Danquah, Stephan Ehrhardt, Johnny Gyapong, Franca Hartgers, Debbie Humphries, Shamwill Issah, Kwadwo Koram, Margaret Kweku, Keziah Malm, Juergen May, Frank Mockenhaupt, Wahjib Mohammed, Philomena Efua Nyarko, Kofi Osae, Abena Asamoabea Osei-Akoto, Seth Owusu-Agyei, Felicia Owusu-Antwi, Philip Ricks, Sylvester Segbaya, Fredericka Sey, Harry Tagbor, David van Bodegom, Mitchell Weiss

Guinea: Jane Achan, Annick Antierens, Umberto D'Alessandro, Amadou Bailo Diallo, Mark Divall, Timothé Guilavogui, Christine Jamet, Astrid Knoblauch, Cheick Tidiane Sidibe, Amanda Tiffany, Mirko Winkler

Guinea-Bissau: Poul-Erik Kofoed, Amabelia Rodrigues, Michael Walther

Kenya: Timothy Abuya, Kubaje Adazu, Willis Akhwale, Pauline Andang'o, Ken Awuondo, Fred Baliraine, Nabie Bayoh, Philip Bejon, Simon Brooker, Maria Pia Chaparro, Jon Cox, Meghna Desai, Mark Divall, Ulrike Fillinger, Lia Smith Florey, Andrew Githeko, Carol Gitonga, Joana Greenfield, Helen Guyatt, Katherine Halliday, Mary Hamel, Laura Hammitt, Allen Hightower, Tobias Homan, Susan Imbahale, Rachel Jenkins, Chandy John, Elizabeth Juma, Lydia Kaduka, Jimmy Kahara, Akira Kaneko, Simon Kariuki, Christine Kerubo, Charles King, Chris King, Rebecca Kiptui, Astrid Knoblauch, Yeri Kombe, Feiko ter Kuile, Kayla Laserson, Tjalling Leenstra, Eugiena Lo, Brett Lowe, Hortance Manda, Charles Mbogo, Margaret McKinnon, Noboru Minakawa, Sue Montgomery, Eric Muchiri, Richard Mukabana, Charles Mwandawiro, Joseph Mwangangi, Tabitha Mwangi, Miriam Mwjame, Charlotte Neumann, Emily Ngetich, Patricia Njuguna, Abdisalan Mohamed Noor, Oscar Nyangari, George Nyangweso, Christopher Nyundo, Christopher Odero, Edna Ogada, Bernards Ogutu, Bernard Okech, George Okello, Maurice Ombok, Raymond Omollo, Simon Omollo, Monica Omondi, Milka Owuor, Beth Rapuoda, Evan Secor, Dennis Shanks, Larry Slutsker, Bob Snow, David Soti, Jennifer Stevenson, Willem Takken, Feiko Ter Kuile, Jacobien Veenemans, Juliana Wambua, Vincent Were, Tom Williams, Shona Wilson, Guiyun Yan, Guofa Zhou, Dejan Zurovac

Liberia: Richard Allan, Kristin Banek, Joel Jones, Tolbert Nyenswah

Madagascar: Vololomboahangy Andrianaja, Alyssa Finlay, Ronan Jambou, Thomas Kesteman, Patrice Piola, Fanjasoa Rakotomanana, Benjamin Ramarosandrata, Louise Ranaivo, Milijaona Randrianariveolosia, Heryinsalna Honore Rasamimanana, Arsene Ratsimbasoa, Jemima Andrianina Ravelonarivo, Vincent Robert, Christophe Rogier

Malawi: Doreen Ali , Adam Bennett, Cameron Bowie, Bernard Brabin, Simon Brooker, Marian Bruce, Job Calis, Tiyese Chimuna, John Chiphwanya, P. Chirambo, James Chirombo, Maureen Coetzee, Michael Coleman, Wilfred Dodoli, Thomas Eisele, Oliver Gadabu, Paul Prinsen Geerligs, Sarah Gibson, Timothy Holtz, Gertrude Kalanda, Lawrence Kazembe, Peter Kazembe, Immo Kleinschmidt, David Laloo, Miriam Laufer, Misheck Luhanga, Alan Macheso, Ganizani Malata, Kingsley Manda, Don Mathanga, Malcolm Molyneux, Kelias Msyamboza, Piyali Mustaphi, Themba Mzilahowa, Monica Olewe, Kamija Phiri, Arantxa Roca-Feltrer, John Sande, Andrea Sharma, Bertha Simwaka, Jacek Skarbinski , Rick Stekete, Kevin Sullivan , Terrie Taylor, Anja Terlouw, Lindsay Townes, Peter Troell, Mark Wilson, Charles Yuma, John Zoya

Mali: Modibo Bamadio, Sian Clarke, Amadou Baïlo Diallo, Diadier Diallo, Seybou Diarra, Alassane Dicko, Abdoulaye Djimde, Ogobara Doumbo, Soce Fall, Boubacar Maiga, Natalie Roschnik, Saba Rouhani, Massambou Sacko, Issaka Sagara, Mahamadou Sissoko, Ousmane Toure, Manijeh Vafa

Mauritania: Ba Mamadou dit Dialaw, Sidi Ould Zahaf

Mayotte: Fredric Pagès, Jean-Louis Solet, Laurent Filleul

Mozambique: Pedro Aide, Pedro Alonso, Kate Brownlow, James Colborn, Michael Coleman, Alexandre Macedo De Oliveira, Mark Divall, Celine Gustavson, Albert Kilian, Immo Kleinschmidt, Astrid Knoblauch, Samuel Mabunda, Eusébio Macete, Rajendra Maharaj, Susana Nery, Emilia Virginia Noormahomed, Milka Owuor, Natalie Roschnik, Allan Schapira, Ricardo Thomson

Namibia: Colleen Fraser, Frank Hansford, John Irish, Richard Kamwi, Stark Katokele, Musa Mabaso, Kudzai Makomva, John Mendelsohn, Benson Ntomwa, Andreas Reich, Christine Theron, Petrina Uusiku

Niger: Elisa Bosque´-Oliva, Jean-Bernard Duchemin, Isabelle Jeane, Zilahatou Tohon

Nigeria: Emmanuel Adegbe, Grace Adeoye, Philip Agomo, Oluwagbemiga Aina, Bolatito Aiyenigba, Idowu Akanmu, Oladele Akogun, Chiaka Anumudu, Ebere Anyachukwu, Matthew Ashikeni, Samson Awolola, Ebenezer Baba, Oluseye Babatunde, William Brieger, Marian Bruce, Paul Emerson, Emmanuel Miri, Emmanuel Emukah, Nnenna Ezeigwe, Bayo Fatunmbi, Patricia Graves, Celia Holland, Nnaemeka Iriemenam, Albert Kilian, Paddy Kirwan, Ibrahim Maikore, Addusalami Yayo Manu, Kolawole Maxwell, Mark Miare, Audu Bala Mohammed, Gregory Noland, Stephen Oguce, Olusola Ojurongbe, Patricia Okorie, Ladipo Taiwo Olabode, Folake Olayinka, Olanpeleke Olufunke, Peter Olumese, Ogu Omede , Yusuf Omosun, Sola Oresanya, Wellington Oyibo, Lynda Ozor, Frank Richards, Abdullahi Saddiq, Adamu Sallau, Arowolo Tolu, Yemi Tosofola, Aminu Mahmoud Umar, Peter Uzoegwu

Rwanda: Caterina Fanello, Jean-Bosco Gahutu, Alain Kabayiza, Corrine Karema, Michael Loevinsohn, Frank Mockenhaupt, Alphonse Mutabazi, Alphonse Rukondo

Sao Tome and Principe: Hailay Desta, Jih Ching Lien, Thomas Smith, Awash Teklehaimanot

Senegal: Mady Ba, Christian Boudin, Badara Cisse, Sian Clarke, Ndiacé Dangoura, Mame Birame Diouf, Ibrahim Socé Fall, Florie Fillol, Oumar Gaye, Ibou Guisse, Sylvia Males, Florence Migot-Nabias, Rick Paul, Moussa Thior, Jean Francois Trape

Sierra Leone: Matthew Burns, Mark Divall, Astrid Knoblauch, Edward Magbity, Musa Sillah-Kanu, Samuel J. Smith

Somalia: Jamal Amran, Imanol Berakoetxea, Mohammed Borle, Matthew Burns, Waqar Butt, Craig Von Hagen, Abdi Hersi, Grainne Moloney, Abdisalaam Mohamed Noor, Abdi Noor, Ismail Rage, Tanya Shewchuk, Randa Youssef, Fahmi Essa Yusuf

South Africa: Karen Barnes, Frank Hansford, Gerdalize Kok, Philip Kruger, Aaron Mabuza, Rajendra Maharaj

South Sudan: Robert Azairwe, Steve Barya, Emmanuel Chanda, Bill Gueth Kueil, Richard Laku, Margaret Lejukole, Olivia Lomoro, Charles Agono Mona, Harriet Pasquale, Samuel Patti, Heidi Reid

Sudan: Mohamed Abbas, Alnazear Abdalla, Tareg Abdelgader, Nasruddin Abdul-Hadi, Abdalla Ahmed, Mubashar Ahmed, Dalin Abdelkareem Altahir, Sahar Bakhite, Mustafa Dukeen, Tayseer Elamin El Faki, Asma Hsahim El Hassan, Ibrahim El Hassan, Limya El Yamani, Khalid Elmardi, Salah Elbin Elmubark, Homooda Totoa Kafy, Fatih Malik, Jaffar Mirghani, Alaa Moawia, Tasneem Moawia, Abdullah Sayied Mohammed, Maowia Mukhtar, Fazza Munim, Samia Seif Murghan, Ali Elamin Nasir, Abdisalan Mohamed Noor, Bakari Nour, Abdelhameed Elbirdiri Nugad, A. Omer, Abdala Sayaid, Jihad Eltaher Sulieman, Mohamad Tarig, Randa Youssef, Ghasem Zamani

Swaziland: Sabelo Dlamini, Frank Hansford, Simon Kunene, Joe Novotny, Graham Root, Brian Sharp

Tanzania: Salim Abdulla, Mike Bangs, Jubilate Barnard, James Beard, Michael Beasley, Anders Bjorkman, Teun Bousema, Ilona Carneiro, Frank Chacky, Prosper Chaki, Daniel Chandromohan, Mark Divall, Stefan Dongus, Chris Drakeley, Mathew Dukes, Yvonne Geissbühler, Nicodem J Govella, Francesco Grandesso, George Greer, Kara Hanson, Deus Ishengoma, Timona Jarha, Patrick Kachur, Rose Kibe, Gerry Killeen, Safari Kinunghi, William Kisinza, Samson Kiware, Astrid Knoblauch, Karen Kramer, Paul Lango, Martha Lemnge, Christian Lengeler, Neil F Lobo, Zudson Lucas, Rose Lusinde, John Lusingu, Zawadi Mageni, Stephen Magesa, Robert Malima, Alpha D Malishee, Renata Mandike, Tanya Marchant, Honoratia Masanja, Fabian Mashauri, Fabiano Massawe, Caroline Maxwell, Ben Mayala, Leonard Mboera, Peter McElroy, Clara Menendez, Sigsbert Mkude, Yeromin Mlacha, Bruno Mmbando, Ally Mohammed, Fabrizio Molteni, Daniel Msellemu, Hassan Mshinda, Frank Mtei, Zacharia J Mtema, Athuman Muhili, Theonest Mutabingwa, Victoria Mwakalinga, Dismas Mwalimu, Yusufu Mwita, Irene Mwoga, Isaack Namango, Kenneth Nchimbi, Rhita Njau, Fredros Okumo, John Owuor, Milka Owuor, Faith Patrick, Lynn Paxton, Hugh Reyburn, Tanya L Russell, Sunil Sazawa, David Schellenberg, Self Shekalaghe, Clive Shiff, Method Segeja, Rosemary Silaa, Thomas Smith, Paul Smithson, Bob Snow, José Sousa-Figueiredo, Thor Theander, Andrew Tomkins, Patrick Tungu, Jacobien Veenemans, Hans Verhoef, Ying Zhou

Togo: Kodjo Morgah, Anja Terlouw

Uganda: Jane Achan, Seraphine Adibaku, Miriam Akello, Paul Ametepi, Paul Bazongere, Lea Berrang-Ford, Martha Betson, Teun Bousema, Clare Chandler, Jon Cox, Deborah DiLiberto, Grant Dorsey, Calvin Echodu, Dorothy Echodu, Thomas Egwang, Allison Elliot, Anthony Esenu, Samuel Gonahasa, Francesco Grandesso, Jean-Paul Guthmann, Stephen Hillier, Katy Hurd, Narcis Kabatereine, Rita Kabuleta-Luswata, Mark Kaddumuka, Ruth Kigozi, Simon Kigozi, Macklyn Kihembo, Fred Kironde, Steve Kiuwua, Moses Kizza, Jan Kolaczinski, Mary Kyohere, Steve Lindsay, Myers Lugemwa, Caroline Lynch, Godfrey Magumba, Catherine Maiteki, Catherine Maiteki-Sebuguzi, Edith Mbabazi, Monami Patrick, Levi Mugenyi, Lawrence Muhangi, Carolyn Nabasumba, Halima Naiwumbwe, Marjorie Najjengo, Zaria Nalumansi, Florence Nankya, Sussanne Nasr, Dida Manya, Florence Nankya, Sussann Nasr, Juliet Ndibazza, Gloria Oduru, Michael Okia, Jaffer Okiring, Peter Okui, Ambrose Onapa, Niels Ornbjerg, Erling Pedersen, Carla Proietti, Rachel Pullen, Andrea Rehman, Denis Rubahika, John Rwakimari, Paul Simonsen, Bob Snow, James Ssekitooleeko, Sarah Staedke, Claire Standley, Laura Steinhardt, Anna-Sofie Stensgaard, Russell Stothard, Ambrose Talisuna, James Tibenderana, Henry Wannume, Emily Webb, Adoke Yeka, Charlotte Muheki Zikusooka

Zambia: Pascalina Chanda, Elizabeth Chizema, Michael Coleman, Umberto D'Alessandro, Mark Divall, Mark Divall, Thomas Eisele, Lindsey Everett, Jean-Pierre Van Geertruyden, David Hamer, Aniset Kamanga, Mulakwa Kamuliwo, Sera Karuiki, Joe Keating, Immo Kleinschmidt, Astrid Knoblauch, Astrid Knoblauch, David Larsen, Sungano

Mharakurwa, John Miller, Victor Mukona, Modest Mulenga, Boniface Mutombo, Michael Nambozi, Eric Njunju, Milka Owuor, Richard Steketee, Philip Thuma

Zanzibar: Abdullah Ali, Achuyt Bhattarai, Bob Black, Thomas Jänisch, Patrick Kachur, Rose Lusinde, Fabrizio Molteni, David Sullivan

Zimbabwe: Tim Freeman, Nicholas Midzi, Francisca Mutapi, Graham Root, Crispin Lumbala

General archive assistance, data extraction and geo-coding

Camila Aros Perez, Muriel C. Bastien, Mauro Capocci, Catherine Cecilio, Gilberto Corbellini, Joaquim Da Silva, Daniel Demellier, Virgílio do Rosário, Dominique Dupenne, Reynald Erard, Gehane Al Garraya, Carlos Guerra, Nahla Ibrahim, Amir Kamal, David Kaylo, Anne-Marie Lallemand, Lorena Lucioparedes, Betsy Makena, Charles Mayika-Louvouezo, Anne Mbeche, Bernard Mitto, Hatem Nour El-Din H. Mohamed, Jonesmus Mutua, Lydiah Mwangi, Judy Omumbo, Viola Otieno, Marie Sarah Villemin Partow, Christian Pethas-Magilad, João Pires, Agnes Raymond-denise, Gilbert Sang, Christian Sany, Dirk Schoonbaert