Dynamiques environnementales

Journal international de géosciences et de l'environnement

36 | 2015

Environnement et santé : où en est la géographie ?

Analyse de la distribution socio-spatiale du paludisme dans une ville moyenne ouest africaine, Bobo-Dioulasso (Burkina Faso)

Analysis of the socio- spatial distribution malaria in an average city west African, Bobo-Dioulasso (Burkina-Faso)

Florence Fournet, Daouda Kassié, Roch K. Dabiré et Gérard Salem

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/dynenviron/1004>

DOI : 10.4000/dynenviron.1004

ISSN : 2534-4358

Éditeur

Presses universitaires de Bordeaux

Édition imprimée

Date de publication : 1 juillet 2015

Pagination : 146-165

ISBN : 979-10-300-0107-5

ISSN : 1968-469X

Référence électronique

Florence Fournet, Daouda Kassié, Roch K. Dabiré et Gérard Salem, « Analyse de la distribution socio-spatiale du paludisme dans une ville moyenne ouest africaine, Bobo-Dioulasso (Burkina Faso) », *Dynamiques environnementales* [En ligne], 36 | 2015, mis en ligne le 01 juillet 2016, consulté le 28 novembre 2019. URL : <http://journals.openedition.org/dynenviron/1004> ; DOI : 10.4000/dynenviron.1004

La revue *Dynamiques environnementales* est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

Une rivière dans le marigot Houet dans le quartier de Dogona.

Analyse de la distribution socio-spatiale du paludisme dans une ville moyenne ouest africaine, Bobo-Dioulasso (Burkina Faso)

Florence Fournet^{1,2}, Daouda Kassié^{1,3}, Roch K. Dabiré² et Gérard Salem^{3,4}

Résumé/Abstract

Bien que plus tardive qu'ailleurs dans le monde, l'urbanisation est en pleine expansion sur le continent africain. Contrairement à ce que l'on avait pu observer en Europe, elle ne s'accompagne pas de la disparition des maladies de type infectieux ou parasitaire, bien que le poids des maladies non transmissibles se fasse largement sentir. Ainsi, le paludisme dont on prédisait la disparition dans les villes souvent perçues comme délétères du fait notamment de la pollution de l'environnement, y persiste. L'adaptation des moustiques vecteurs de la maladie à la pollution est une des causes de ce maintien mais aussi certaines pratiques spatiales de la population comme la persistance d'une agriculture périurbaine, voire même intra urbaine. Dans ces conditions, la transmission de la maladie pourrait être inégale et les populations ne seraient donc pas soumises au même risque. L'étude conduite à Bobo-Dioulasso, seconde ville du Burkina Faso, avait pour objectif d'analyser la distribution du paludisme dans des quartiers différemment urbanisés et d'identifier les facteurs de risque permettant d'expliquer sa transmission. Il apparaît que la distribution du paludisme dans les quartiers étudiés est inégale : les quartiers centraux et anciennement urbanisés sont plus exposés au paludisme que les quartiers périphériques et plus récents. Cependant, il existe au sein de chaque quartier des sous espaces au sein desquels les enfants sont plus exposés à la maladie. Les déterminants du paludisme font ressortir l'importance de l'environnement (proximité des bas fonds) mais également des facteurs sociaux comme le niveau d'éducation de la mère des enfants et le niveau socio-économique des ménages. Au-delà de la démonstration de l'importance d'études croisant la diversité urbaine et la santé permettant de définir des profils sanitaires d'espaces et de populations, passant par l'élaboration de méthodologies adaptées au contexte urbain, notre ambition était de souligner le besoin d'une concertation entre politiques de santé et de la ville pour un meilleur contrôle de maladies comme le paludisme, à l'heure de la mise en œuvre de leur élimination.

Analysis of the socio- spatial distribution malaria in an average city west African, Bobo-Dioulasso (Burkina-Faso)

Occurring with a time delay compared to what was observed elsewhere in the world, urbanization is expanding in Africa. In contrast to what happened in Europe, the decline of infectious diseases is not perceived, although non communicable diseases increase. Thus, malaria which should disappear from the cities because of environment pollution persists in cities. The adaptation of the vectors to water pollution could explain its persistence, with also some practices like urban agriculture. Under these conditions, transmission of the disease could be unequal and populations may be exposed to a different risk. The study conducted in Bobo-Dioulasso, second city of Burkina Faso, aimed to analyze the distribution of malaria in differently urbanized districts, and to identify the risk factors which may explain its spatial distribution. It appeared that the old central districts were more exposed to malaria than the recent peripheral ones. Moreover, spatial disparities could be observed inside districts. The determinants of malaria emphasized the importance of the environment (proximity of lowlands) and social factors like education level of the mother and socio-economic level of the household. This kind of study allowed defining health patterns of areas and populations according to methodologies adapted to the urban context. Beyond the demonstration of the importance of studies crossing urban diversity and health, our ambition was to underline the need for a dialogue between health and urban policies for a better control of diseases like malaria, at the time of the implementation of their elimination.

Mots clés/Key-words

Ville moyenne, Afrique de l'ouest, paludisme, disparités socio-spatiales.

Medium size city, West Africa, malaria, socio-spatial disparities.

Introduction

Depuis 2007, plus de la moitié de la population mondiale est urbaine, marquant ainsi un tournant important dans l'histoire de notre planète. Ce processus d'urbanisation, initié au XVIII^e siècle en Europe et aux Etats Unis, a été beaucoup plus tardif sur les continents

asiatique et africain. Il s'est développé sur un temps long dans les pays du Nord et dans un contexte économique très favorable. Au contraire, dans les pays du sud, la rapidité du phénomène est impressionnante. Entre 1950 et 2000, l'Afrique a enregistré la plus forte croissance urbaine au monde, supérieure à 4%, et, si les taux sont désormais moindres, la tendance de fond

1. IRD, MIVEGEC (UMR 224), Montpellier, France - Florence.fournet@ird.fr

2. IRSS, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

3. Université Paris Ouest Nanterre la Défense, Nanterre, France.

4. IRD, CEPED (UMR 196), Paris, France.

ne se dément pas. La population urbaine d'Afrique occidentale et centrale était en 2010 de l'ordre de 193 millions d'habitants (115 millions en 1970), soit près de 45% d'urbanisation (OMS & ONU-habitat, 2010). Et d'ici 2030, la croissance urbaine annuelle serait supérieure à 3%, avec un taux d'urbanisation de l'ordre de 53% à cet horizon. Cependant, le contexte économique n'est plus du tout favorable. De fait, rapidité et pauvreté se traduisent par la production de villes mal encadrées et plus globalement par celle d'inégalités socio-spatiales, notamment au plan sanitaire. Qu'il s'agisse de pollution, d'inondations d'espaces impropres à la construction, de difficultés dans l'accès à des soins de qualité, d'absence de filières de gestion des ordures, d'approvisionnement en eau, les populations urbaines des pays du sud font face à des problèmes pluriels en matière de santé. Aux pathologies transmissibles comme le paludisme, se sont ajoutées des maladies non transmissibles comme le diabète ou l'hypertension (OMS, 2011). Si le constat de ce double fardeau de morbidité est indéniable, celui de son inégale répartition sur l'ensemble d'un territoire urbain par essence hétérogène, ne l'est pas moins.

Le paludisme a longtemps été considéré comme une pathologie du monde rural. Les scientifiques pensaient que les conditions environnementales seraient défavorables au vecteur, l'anophèle, que l'on savait sensible à la pollution. Or, les anophèles se sont adaptés à la ville, et on les trouve désormais dans des milieux pollués (Machault *et al.*, 2010 ; Awolola *et al.*, 2007 ; Klinkenberg *et al.*, 2008). Du fait de la forte densité de la population en ville qui contribue à une certaine dilution des piqûres, de l'utilisation des méthodes de protection comme les moustiquaires mais aussi les insecticides qui réduisent l'intensité et la fréquence du contact entre l'homme et le vecteur, de l'accès plus aisé aux traitements, l'acquisition de la prémunition à l'encontre du *Plasmodium* est retardée en ville (Gaye *et al.*, 1991). Ce retard se traduit par une modification du tableau épidémiologique de la maladie qui se manifeste par davantage de paludismes sévères.

Au Burkina Faso, le paludisme demeure une cause de morbidité et de mortalité majeure : 48% des consultations (6,5 millions en 2012 selon les données du programme national) sont motivées par le paludisme et 54% des décès hospitaliers lui sont attribués. Parmi les enfants de moins de 5 ans, le paludisme représente respectivement 61,4% et 77,7% des motifs de consultation et d'hospitalisations, et 80% des causes de décès (DGHS, 2011). La stratégie nationale de lutte contre le paludisme repose sur l'accès au dépistage, l'utilisation des combinaisons thérapeutiques à base d'artémisinine et la couverture universelle en moustiquaires imprégnées à longue durée d'action (MILDA). La dernière distribution de MILDA est intervenue à l'échelle du pays en juillet 2013. Plus de 700 000 moustiquaires ont ainsi été distribuées durant cette campagne. Des résultats encourageants ont été obtenus puisque la prévalence de la parasitémie a baissé passant de 66 % en 2010 à 46 % en 2014 (Ministère de la santé, 2015). Cette baisse a été enregistrée dans chacune des 13 régions du Burkina Faso.

Si la situation du paludisme en milieu rural est assez bien décrite, les études urbaines sont encore rares et s'intéressent peu aux villes moyennes comme Bobo-Dioulasso (Benasseni *et al.*, 1987). Par ailleurs, elles ciblent plus fréquemment des populations à risque comme les femmes enceintes, à travers des enquêtes réalisées dans le système de soins (Cissé *et al.*, 2014).

L'utilisation d'une approche géographique permet de s'affranchir de la mise en évidence de simples facteurs de risque pour travailler plutôt sur leur combinaison en un lieu donné et ainsi permettre la mise en évidence de profils sanitaires d'espaces qui donneraient à voir les villes sous un jour nouveau et offriraient aux politiques de meilleurs outils d'aide à la décision en matière de santé et d'aménagement urbain.

C'est ce que nous nous sommes proposés de faire à Bobo-Dioulasso, seconde ville du Burkina Faso, en conduisant un projet visant à analyser les inégalités socio-spatiales de santé au regard de l'hétérogénéité de la ville en matière d'environnement. S'agissant des maladies à transmission vectorielle, tous les espaces à risques de transmission d'une maladie vectorielle, compte tenu de leurs caractéristiques intrinsèques, que celles-ci soient « naturelles » ou générées par l'anthropisation du milieu, ne sont pas systématiquement des espaces d'expression de ces pathologies. Pour qu'une maladie vectorielle s'exprime, l'hôte et le vecteur doivent nécessairement entrer en contact pour assurer la transmission de l'agent pathogène. On peut alors poser comme hypothèse que les pratiques spatiales et sociales des hommes expliquent l'émergence d'une pathologie et que les risques issus des comportements de l'hôte viennent s'ajouter aux risques environnementaux préalablement générés par l'homme.

Notre propos sera ici de déterminer la prévalence du paludisme chez les enfants de moins de 5 ans dans quatre sous espaces différemment urbanisés de la ville de Bobo-Dioulasso, d'analyser les disparités socio-spatiales intra urbaines du paludisme et d'en identifier les déterminants. Le choix de s'intéresser à des enfants de moins de 5 ans se justifie par le fait qu'ils constituent une population qui paie un lourd tribut aux maladies infectieuses et parasitaires dans les pays en développement : 78% des décès dus au paludisme dans le monde concernent les enfants de moins de 5 ans (OMS, 2014).

Après une présentation de la ville de Bobo-Dioulasso et des sous espaces urbains étudiés, la méthodologie des enquêtes en population sera décrite. Nous nous attacherons ensuite à analyser les données de prévalence du paludisme par rapport à des variables descriptives de l'environnement de vie de ces enfants, tant physique que social. Les zones à risque de paludisme seront finalement caractérisées à l'échelle de ces quartiers.

I- Bobo-Dioulasso, une ville peu dense et modestement urbanisée

Fondée aux environs du XI^e siècle, la ville a longtemps disputé à Ouagadougou, le rôle de capitale (Fourchard, 2002). Définitivement déchuée en 1947, elle affiche des taux d'accroissement annuel relativement importants et surtout constants (4,7% en moyenne) depuis sa découverte par le colonisateur, à l'exception de quelques périodes clés, notamment 1985-1996. Durant cette période, tous les efforts se concentraient alors sur Ouagadougou, vitrine de la politique urbaine sankariste, Bobo-Dioulasso est restée comme en dehors de la dynamique révolutionnaire « pressée » (Le Bris, 2000).

Entre le début de la colonisation et l'Indépendance, la population de la seconde ville du Burkina Faso, présentée comme la capitale économique, est passée de 3 000 à 50 000 habitants, pour atteindre 230 000 habitants en 1975, 310 000 en 1996 et 490 000 en 2006 (INSD, 2008). Cette croissance se traduit par une extension aréolaire de l'emprise urbaine sans densification particulière du bâti du fait de l'absence de contraintes physiques notoires. La superficie de la ville est ainsi passée de 84 ha en 1897 à 10250 ha en 2010. Cette croissance n'est pourtant pas sans conséquence sur l'aménagement urbain qui peine à gérer cette dispersion spatiale peu dense tant pour l'approvisionnement en eau que pour l'électrification, l'enlèvement des ordures, le bitumage des voies ou encore l'implantation de structures de soins ou scolaires.

L'habitat traditionnel avec des constructions de plein pied où le banco reste très présent prédomine à Bobo-Dioulasso, avec au centre la vieille ville et sa zone commerciale, en périphérie, des espaces résidentiels, la zone industrielle et le camp militaire. La partie ancienne de la ville ne fait l'objet d'aucune véritable politique de restauration, l'ensemble donne à voir des quartiers relativement arborés, à l'architecture vieillissante. Les espaces résidentiels sont de deux types : d'une part des espaces anciennement construits selon des règles qui visaient alors à un certain modernisme (zone résidentielle B au secteur 5) et d'autre part, des quartiers créés « en vitesse » sous l'impulsion d'opérations immobilières comme Bobo 2010, colonisés par une classe sociale montante (photo 1).

Contrairement à Ouagadougou, la compétition entre la ville régulière (dite *lotie*) et la ville spontanée (dite *non lotie*) est moins forte. Les espaces non lotis ne sont pas l'apanage des seules périphéries : Dioulassoba, le vieux quartier central à partir duquel s'est construite la ville, en est le témoin (photos 2).

II- Des sous espaces urbains choisis pour illustrer des processus d'urbanisation différents

Au sein de cet espace qui peut sembler assez peu contrasté, des variables discriminantes considérées comme des facteurs de vulnérabilité sanitaire, ont été

photo 1 : Des constructions en dur aménagées par la Société Nationale d'Aménagement des terrains Urbains (SONATUR) dans le quartier Bobo 2010.

photos 2 : En haut, une rue du vieux quartier central de Dioulassoba que rien ne distingue particulièrement d'une rue du quartier non loti de Kodéni, au sud-est de la ville (en bas).

choisies pour circonscrire, par le biais d'analyses en composantes principales et ascendantes hiérarchiques, des sous espaces illustratifs de processus d'urbanisation différenciés, à l'origine d'inégalités sociales et spatiales de santé (tableau 1).

Elles ont été appliquées à un maillage de la ville réalisé en s'appuyant sur une scène de télédétection d'avril 2012 (Pléiades, CNES). Dans un premier temps, la ville a été divisée en 25 grands ensembles homogènes, identifiés visuellement par rapport à la densité du bâti et de la végétation (figure 1).

Ce découpage de l'espace, marqué au plan écologique, s'explique par le fait que les maladies se soucient rarement des frontières et autres découpages administratifs de l'espace. Bobo-Dioulasso fait l'objet de multiples découpages. On y trouve en effet des

quartiers - balayés par la révolution, des secteurs urbains - dont le nombre est récemment passé de 25 à 33, des districts sanitaires - inégaux en termes de bassin de recrutement, qui témoignent d'une gestion urbaine plurielle, enjeux de nombreux pouvoirs et sources de difficultés d'administration.

Variables d'analyse
Proportion inondable de la ZIH
Ecart-type des différences de pentes dans la ZIH
Densité de bâti calculée à partir des scènes de télédétection
Distance moyenne d'accès (en mètres) aux structures de 1 ^{er} contact (tous statuts confondus, privé/public)
Ecart-type de la distance d'accès aux structures de 1 ^{er} contact (tous statuts confondus, privé/public) dans la ZIH
Taux de raccordement moyen de la ZIH au réseau d'eau potable
Ecart-type des taux de raccordement de la ZIH au réseau d'eau potable
Ancienneté moyenne de la zone (en années) estimée à partir de leur période d'apparition sur les photographies aériennes
Ecart-type de l'ancienneté à l'intérieur de la ZIH
Distance moyenne d'accès (en mètres) de la ZIH au centre-ville (centroïde du centre-ville de 1952)
Ecart-type de la distance moyenne au centre-ville

tableau 1 : Variables utilisées pour réaliser une typologie de la ville (Source : Enquêtes de terrain 2012 ; Scène satellite CNES 2012 ; Photographies aériennes IGB, 1994, 1997, 2004, 2007 ; ONEA, 2012 ; Mariko, 1983).

figure 1 : Découpage de Bobo-Dioulasso en 25 grands ensembles homogènes (2012).

figure 2 : Découpage de Bobo-Dioulasso en 125 zones d'îlots homogènes (2012).

Ensuite, ces grands ensembles ont été divisés en sous-ensembles d'îlots homogènes repérés visuellement toujours, par rapport au type de lotissement, de bâti et à sa taille. Cette seconde analyse a conduit à l'identification de 125 sous-ensembles d'îlots homogènes ou ZIH (figure 2).

Des analyses multivariées de classification conduisent à une typologie de ces ZIH en 5 classes qui expliquent près de 50% de l'inertie totale (figure 3).

La classe 1 en rouge sur la carte, correspond à des zones périphériques en cours de densification, mais faiblement équipées à l'image du quartier non loti de Yéguéré qui a été choisi. Au sein de la classe 2, en bleu, se trouvent des zones d'ancienneté variable, quelque peu éloignées du centre ville mais globalement bien équipées comme Dogona. Le quartier Tounouma appartient à la classe 3 (couleur verte) qui regroupe les zones centrales, anciennement urbanisées, densément bâties et bien équipées. Le secteur 25 illustre les ZIH de la classe 5 (couleur rose), comprenant les zones périphériques récentes, en cours de densification, bien équipées. La classe 4 qui apparaît en jaune sur la carte, regroupe des ZIH périphériques, de faible densité de population et elle n'a pas été prise en compte pour les enquêtes en population.

III- Des enquêtes en population pour caractériser les états de santé

Les états de santé des populations des quartiers étudiés, ont été questionnés par des enquêtes en face-à-face réalisées en trois temps. Après sélection aléatoire des ménages par l'intermédiaire de leur parcelle d'habitation, par la fonction « Sampling tool » du logiciel ArcGis10, ces derniers étaient visités par des enquêteurs afin de caractériser leur environnement de vie et leur appréciation de la ville. Un enfant de 6 à 59 mois était tiré au sort. L'enfant était invité ensuite à se rendre dans un centre de santé installé pour la durée de l'enquête au milieu du quartier. Là, après que leur consentement éclairé ait été recueilli auprès de leur tuteur légal, généralement la mère, ces derniers étaient interrogés quant à la santé de l'enfant avant de subir un examen clinique.

Les enquêtes de santé ont eu lieu entre octobre et novembre 2013 après approbation du comité d'éthique (accord N° A30/2013).

Au total, 1045 ménages ont été visités dans les quatre quartiers de Bobo-Dioulasso, et 867 enfants enquêtés (photos 3 et 4).

En cas d'absence, les enquêteurs repassaient dans les concessions pour relancer les ménages et le refus était entériné après 3 relances sans succès. Dans l'ensemble, le taux de refus observé a été de 8,8%, essentiellement lié à l'absence du chef de ménage ne pouvant autoriser sa famille à participer à l'enquête.

figure 3 : Typologie de la ville de Bobo-Dioulasso en 5 classes et localisation des sous-espaces d'enquête.

La mesure de la prévalence du paludisme a été faite par une prise de sang au bout du doigt permettant de réaliser une goutte épaisse et un frottis sanguin. La température axillaire était mesurée sous l'aisselle et en cas de fièvre (température supérieure à 37,5°C), un test diagnostic rapide était réalisé afin de pouvoir proposer un traitement en cas de résultat positif. Le traitement était pris en charge par le projet. En cas de goutte épaisse positive, et si l'enfant n'avait pas été dépisté avant, les enquêteurs informaient la famille et remettaient un traitement au plus tard le lendemain. Un cas de paludisme était déterminé par une goutte épaisse positive et/ou un test diagnostic rapide accompagné de fièvre ou avec des antécédents de fièvre dans les 72 heures précédentes.

IV- Des quartiers centraux plus exposés au risque palustre que les périphéries

Au total, 169 cas de paludisme (P+) ont été diagnostiqués chez les enfants dans les quatre quartiers, soit une prévalence moyenne de 19,2%.

La prévalence du paludisme est plus forte à Dogona que dans les autres quartiers ($p=0,0261$; **tableau 2**). Dans le quartier de Tounouma, elle est également élevée suggérant que contrairement à ce que l'on avait pu observer à Ouagadougou, les quartiers centraux de Bobo-Dioulasso seraient plus exposés au risque palustre que les quartiers périphériques (Sabatinelli, 1986 ; Baragatti *et al.*, 2009 ; Fournet *et al.*, 2010).

V- Des facteurs de risque sociaux qui s'ajoutent aux facteurs de risque environnementaux

Au-delà de la localisation du quartier, plusieurs variables pouvant jouer un rôle dans la transmission du paludisme aux enfants ont été identifiées qui sont l'existence de moustiquaires aux fenêtres des maisons, l'ancienneté de résidence de la mère de l'enfant à Bobo-Dioulasso (née à Bobo, plus de 20 ans de résidence, moins de 20 ans de résidence), son niveau d'éducation (scolarisée, jamais scolarisée), le niveau socio-économique du ménage, son éloignement par rapport aux bas-fonds.

Le niveau socio-économique du ménage a été mesuré par un proxy élaboré selon la méthode utilisée par Dossa *et al.* (2011) pour la ville de Bobo-Dioulasso. Ce proxy s'appuie sur les variables :

- Le type de matériau de construction des murs de la maison principale (dur ; semi-dur ; banco) ;

	No. P+	Prévalence (%)
Dogona	53	26,2
Secteur 25	34	15,2
Tounouma	46	18,5
Yéguéré	36	17,3
Ensemble	169	19,2

tableau 2 : Prévalences du paludisme en fonction du quartier.

photo 3 : Administration d'un questionnaire dans un ménage tiré au sort à Dogo.

photo 4 : Centre médical installé provisoirement dans la cour du centre de santé et de promotion social du secteur 25 qui accueille les personnes recrutées dans les ménages pour les examiner.

- Le type d'accès à l'énergie (électricité ; sans électricité) ;
- Le mode principal d'approvisionnement en eau (compteur individuel ; bornes fontaines ; puits et autres) ;
- L'utilisation du gaz par le ménage pour cuisiner (oui ; non) ;
- La présence d'une douche interne (oui ; non) ;
- La présence d'une cuisine interne (oui ; non) ;
- L'existence de toilettes dans la cour (oui ; non) ;
- La possession d'un téléphone fixe (oui ; non) ;
- La possession d'un réfrigérateur (oui ; non) ;
- La possession d'un téléviseur (oui ; non) ;
- La possession de vélos (oui ; non) ;
- La possession de mobylettes (oui ; non) ;
- La possession de voitures (oui ; non) ;
- La possession de charrettes (oui ; non).

Les ménages enquêtés se trouvaient en moyenne à 400 m d'un des bas fonds qui traversent la ville. C'est cette distance seuil qui a été choisie pour analyser l'effet des bas fonds sur la survenue du paludisme, ces derniers pouvant servir de gîtes aux vecteurs du paludisme, qu'ils soient utilisés ou non pour réaliser de l'agriculture urbaine (Trape *et al.*, 1992 ; De Silva & Marshall, 2012 ; Ngom & Sigmund, 2015) (**photo 5**).

Le fait de dormir sous une moustiquaire n'a pas été considéré comme une variable explicative dans la mesure où 92,4% des enfants ont déclaré le faire (1 seul enfant du secteur 25 n'avait pas dormi sous moustiquaire la veille de l'enquête). De la même façon, nous n'avons pas analysé l'effet de l'âge et du sexe des

enfants afin de cibler plutôt des facteurs de risque liés à l'environnement, et pas à l'individu.

Les variables explicatives ont fait l'objet d'analyses bivariées afin de pouvoir estimer la force de leur association avec le paludisme (**tableau 3**).

Les variables explicatives pour lesquelles la probabilité était inférieure à 0,05, sont liées de façon significative au risque de paludisme chez les enfants.

La proximité des bas-fonds est associée à la survenue du paludisme chez les enfants ($p=0,008$). La prévalence du paludisme est plus importante dans la population des enfants qui habitent à moins de 400 m d'un bas-fond.

Bien que la prévalence du paludisme soit inférieure chez les enfants qui habitent des maisons aux fenêtres pourvues de moustiquaires, cette mesure de protection n'est pas significativement associée à la survenue du paludisme chez l'enfant ($p=0,06$).

Le niveau de vie des ménages n'est pas associé à la survenue du paludisme chez les enfants ($p=0,1254$). Le niveau d'éducation de la mère est associé à la survenue du paludisme chez l'enfant ($p=0,05$). La prévalence du paludisme est plus forte chez les enfants de mères qui n'ont jamais été scolarisées. L'ancienneté de résidence des mères des enfants dans la ville de Bobo-Dioulasso n'est pas liée au risque palustre ($p=0,3318$).

Toutes les variables utilisées en analyses bivariées ont été introduites dans un modèle de régression

Variable	Paludisme (%)	OR	Intervalle de confiance	p-value
Quartier				
référence (Dogona)	26,2	1		0,0261
Secteur 25	15,2	0,505	0,312 - 0,817	
Tounouma	18,5	0,636	0,406 - 0,996	
Yéguéré	17,3	0,591	0,367 - 0,953	
Eloignement du ménage au bas fonds le plus proche				
référence (Moins de 400 m)	22,1	1		0,0088
Plus de 400 m	15,0	0,624	0,438 - 0,890	
Moustiquaires aux fenêtres				
référence (Absence)	10,7	1		0,0661
Présence	20,1	0,478	0,214 - 1,068	
Niveau socio-économique du ménage				
référence (Aisé)	17,1	1		0,1254
Précaire	17,2	1,004	0,653 - 1,545	
Modeste	22,9	1,439	0,955 - 2,169	
Niveau d'éducation de la mère				
référence (Jamais scolarisée)	20,6	1		0,0536
Scolarisée	15,2	0,695	0,480 - 1,007	
Ancienneté de résidence de la mère à Bobo				
référence (Née à Bobo)	20,9	1		0,3318
> 20 ans	17,7	0,744	0,498-1,112	
≤ 20 ans	16,4	0,815	0,518-1,281	

tableau 3 : Relations entre les variables explicatives et le paludisme chez l'enfant.

photo 5 : Vue du marigot Houet dans le quartier de Dogona. Les rives servent de jardins pour des cultures maraîchères, la rivière pourtant très polluée est remplie de larves d'Anophèles en toute saison.

Variable	OR	Intervalle de confiance	P-value
Moustiquaires aux fenêtres			
référence (Aucune moustiquaire)	1		
Moustiquaires aux fenêtres	0,455	0,188 - 1,105	0,0818
Niveau d'éducation			
référence (Non scolarisé)	1		
Scolarisé	0,659	0,446 - 0,974	0,0364
Distance aux bas-fonds*Niveau de vie			
référence (Moins de 400 m et précaire)	1		
Moins de 400 m et modeste	1,834	1,062 - 3,166	
Moins de 400 m et aisé	1,477	0,818 - 2,666	
Plus de 400 m et précaire	0,936	0,498 - 1,759	0,003
Plus de 400 m et modeste	0,963	0,492 - 1,885	
Plus de 400 m et aisé	0,476	0,230 - 0,985	

tableau 4 : Variables associées à la survenue du paludisme chez l'enfant de moins de 5 ans à Bobo-Dioulasso.

logistique multivarié, y compris celles dont le degré de significativité p était supérieur à 0,05 (**tableau 4**). En effet, les facteurs de risque connus comme étant associés à la maladie, peuvent être inclus afin d'éliminer les biais potentiels. De fait, même si l'analyse bivariable n'a pas abouti à mettre en évidence une liaison significative, ces variables dites « d'ajustement » ou « forcées » peuvent être incluses dans le modèle de régression multivariée (Rakotomalala, 2014 ; Desjardins, 2005).

Ce choix nous a permis de prendre en compte des variables ayant une contribution plus faible sur le risque de mauvais état de santé (Desjardins, 2005). L'introduction des variables s'est faite selon une procédure pas à pas descendante qui consiste à retirer progressivement les variables explicatives non significativement liées aux états de santé, en partant d'un modèle qui les contient toutes. Cette méthode permet de mieux prendre en compte des combinaisons de variables.

Le niveau d'éducation des mères est associé à la survenue du paludisme chez leurs enfants : les enfants dont les mères ont été scolarisées ont un risque de paludisme diminué de 34,1%.

La prise en compte d'une nouvelle variable associant le niveau de vie du ménage et sa localisation par rapport aux bas fonds montre une interaction qui révèle que les enfants des ménages précaires habitant à proximité des bas-fonds sont plus exposés au paludisme que ceux des ménages aisés qui vivent loin des bas fonds (De Silva & Marshall, 2012). En effet, ces derniers voient leur risque de contracter un au paludisme diminuer de 52,4%.

Les enfants des ménages modestes qui vivent à proximité des bas-fonds sont 1,8 fois plus exposés au paludisme que ceux des ménages précaires qui vivent à la même distance des bas-fonds. Il est difficile d'expliquer cette situation sans mobiliser des analyses complémentaires qui viseront à retrouver ces enfants, afin de rechercher les comportements ou les faits de santé qui pourraient être à l'origine de cet excès de risque (états nutritionnels et taux d'anémie des enfants, taille du ménage qui conduirait à une concentration des piqûres des moustiques, type d'habitat particulier, mauvais recours aux soins, etc.).

L'existence de moustiquaires aux fenêtres des maisons n'est pas un élément qui protège du paludisme (p=0,0818).

VI- Des différences d'exposition au paludisme au sein des quartiers

Pour aller plus loin que la localisation des ménages où un cas de paludisme chez l'enfant a été diagnostiqué et identifié des zones à risque de paludisme, nous avons utilisé une méthode géographique d'analyse fondée sur des mesures locales d'auto corrélation spatiale. Ces analyses reposent sur l'hypothèse que les valeurs en un lieu sont fonction des valeurs dans le voisinage. Les analyses multivariées ont permis de prédire pour chaque enfant enquêté, une probabilité de survenue du paludisme tenant compte de l'ensemble des facteurs de risque identifiés. Ces probabilités ont été analysées à l'aide du logiciel ArcGIS, pour identifier les zones à haut risque de paludisme (*hot spot*) par l'utilisation de l'indice Getis Ord*, indice local d'association spatiale (LISA). Ces points chauds marquent les lieux de résidence des enfants pour lesquels le risque de survenue du paludisme observé est plus important qu'attendu, dans un modèle de distribution aléatoire de la maladie. L'application d'une technique de lissage (*Kernel Density Estimation*) permet ensuite de cartographier sur l'étendue du quartier, les zones à haut et faible risque de transmission du paludisme par des plages de couleurs allant du bleu (faible risque de paludisme) au rouge (risque élevé de paludisme, **figure 4**).

L'analyse des cartes de prédiction du risque palustre confirme le risque inégal de paludisme chez les enfants entre les quartiers et met en évidence que ce risque existe au niveau de certains sous espaces de tous les quartiers enquêtés.

Le quartier de Dogona montre un risque à l'échelle de l'ensemble du quartier. Si ce risque est également très présent à Tounouma, des poches de plus faible risque peuvent être identifiées, au centre du quartier et dans l'extrême sud-ouest. Tounouma apparaît ainsi plus hétérogène que Dogona en termes de risque palustre.

figure 4 : Zones à risque de paludisme pour les enfants de moins de 5 ans à Dogona, Tounouma, Yéguéré et au Secteur 25.

Yéguéré, le quartier le plus précaire, est coupé en deux avec dans la partie nord, un espace de faible risque palustre et dans la partie sud, un espace de risque élevé.

Le Secteur 25 apparaît presque comme le négatif de Tounouma : la majorité du quartier est à faible risque de paludisme et apparaissent par endroits des zones de risque plus important.

Conclusion : Le paludisme, un risque avéré en milieu urbain mais inégal

Les enquêtes conduites à Bobo-Dioulasso ont mis en évidence l'existence d'une transmission du paludisme chez les enfants de moins de 5 ans des quatre quartiers enquêtés. Si le risque existe partout dans ces quartiers, il est cependant inégal, plus important dans les quartiers anciennement urbanisés et centraux que dans les quartiers plus récents et périphériques. Dans les quartiers globalement moins exposés au paludisme avec une prévalence plus faible, des îlots de risque élevé ont cependant pu être identifiés.

Ces résultats sont intéressants car ils permettent de confirmer l'existence d'une transmission urbaine qui prête encore à la controverse. Contrairement à ce que les études conduites dans des villes comme Accra ville (Fobil *et al.*, 2012) ou Yaoundé (Ngom & Siegmund, 2015), ont pu montrer, elle n'est pas l'apanage de périphéries qui auraient conservé une certaine ruralité

propice au développement des vecteurs, mais également celui de quartiers proches du centre de la ville. Ceci a d'ailleurs été observé précédemment à Libreville (Mourou *et al.*, 2012).

Les combinaisons de facteurs de risque qui ont pu être identifiées font la part belle à des facteurs relevant de l'environnement social des enfants : le niveau d'éducation de sa mère et le niveau socio-économique de son ménage. Le quartier lui-même ne constitue pas un facteur de risque en tant que tel. Cependant, le niveau de vie du ménage est lié par une interaction à la position géographique du ménage par rapport aux bas fonds, identifiés comme des sources de production de moustiques vecteurs de paludisme. Les ménages précaires dont on peut supposer qu'ils n'ont pas nécessairement accès à des parcelles dans les parties les mieux aménagées des quartiers, pourraient se trouver comme contraints au risque au paludisme. Le fait que les ménages modestes vivant à proximité des bas-fonds soient encore plus à risque doit être creusé. Il met en évidence que le lien entre pauvreté et paludisme n'est pas aussi évident qu'on pourrait le penser.

Le choix méthodologique de travailler dans des quartiers différents du point de vue de l'urbanisation s'avère riche de résultats pour la mise en évidence de disparités socio-spatiales de santé. Ce choix délibéré de renoncer à une représentativité intenable dans un environnement aussi hétérogène que celui d'une ville, doit encore être éprouvé à l'aune de la création des profils sanitaires des espaces lorsque les autres indicateurs de santé enquêtés, notamment les états nutritionnels, auront été analysés.

En conclusion, nous soulignons l'importance de ces études pour l'amélioration de la santé des populations. Elles nous conduisent à mettre en évidence que la distribution de moustiquaires ne permettra pas seule de réduire la mortalité liée au paludisme à un niveau proche de zéro comme le souhaite le programme national de lutte contre le paludisme au Burkina Faso : travailler à l'amélioration de l'environnement urbain en aménageant notamment les zones inondables et permettre aux populations d'accéder à un niveau d'instruction correcte sont des pistes à ne pas négliger.

Remerciements : Ces travaux ont été réalisés avec l'appui financier du CNRS (projet PEPS 2012), l'Agence Nationale de la Recherche française (Appel à projet INEG 2012), du Centre National des Etudes Spatiales et de l'Institut de Recherche pour le Développement. Nous remercions la population de Bobo-Dioulasso pour sa participation aux enquêtes de santé.

Références bibliographiques

- Awolola T.S., Oduola A.O., Obansa J.B., Chukwura N.J., Unyimadu J.P., (2007).** Anopheles gambiae s.s. breeding in polluted water bodies in urban Lagos, southwestern Nigeria. *J Vector Borne Dis*, 44: 241-244.
- Baragatti M., Fournet F., Henry M.C., Assi S., Ouedraogo H., Rogier C., Salem G., (2009).** Social and environmental malaria risk factors in urban areas of Ouagadougou, Burkina Faso. *Malaria Journal*, 8:13.
- Benasseni R., Gazin P., Carnevale P., Baudon D., (1987).** Le paludisme urbain à Bobo-Dioulasso. 3 études de la morbidité palustre. *Cah ORSTOM sér Ent Med Parasitol XXV*(3-4) : 165-170.
- De Silva P.M. & Marshall M., (2012).** Factors Contributing to Urban Malaria Transmission in Sub-Saharan Africa: A Systematic Review. *Journal of Tropical Medicine*, Article ID 819563, 10 p.
- Deen J.L., Walraven G.E., von Seidlein L., (2002).** Increased risk for malaria in chronically malnourished children under 5 years of age in rural Gambia. *Journal of Tropical Pediatrics* 48 (2):78-83.
- Desjardins J., (2005).** L'analyse de régression logistique. *Tutorial in Quantitative Methods for Psychology*. 1 (1) 35-41.
- DGISS, (2010).** *Tableau de Bord Santé 2010*. Ouagadougou, Burkina Faso, Ministère de la santé, 196 p.
- Diez-Roux A.V., (2001).** Investigating area and neighborhood effects on health. *Am J Public Health* 91(11):1783-9.
- Dossa L.H., Buerkert A., Schlecht E., (2011).** Cross-Location Analysis of the Impact of Household Socioeconomic Status on Participation in Urban and Peri-Urban Agriculture in West Africa. *Hum Ecol* 39:569-581.
- Fobil J.N., Levers C., Lakes T., Loag W., Kraemer A., May J., (2012).** Mapping Urban Malaria and Diarrhea Mortality in Accra, Ghana: Evidence of Vulnerabilities and Implications for Urban Health Policy. *Journal of Urban Health*. 89,6:977-991.
- Fourchard L., (2002).** *De la ville coloniale à la cour africaine : Espaces, pouvoirs et sociétés à Ouagadougou et à Bobo-Dioulasso (Haute-Volta) fin XIX^e siècle-1960*. Paris, L'Harmattan, 428 p.
- Fournet F., Cussac M., Ouari A., Meyer P., Toe H.K., Gouagna L., Dabire R.K., (2010).** Diversity in anopheline larval habitats and adult composition during the dry and wet seasons in Ouagadougou (Burkina Faso). *Malaria Journal*, 9:78.
- Gaye O., Faye O., Bah L.B., Diallo S., Diouf M., Ndiaye P., Ndiaye A.A., Trape J.F., (1991).** Evolution de La chloroquinorésistance en zone urbaine. Résultats d'enquêtes menées à Dakar et Pikine. *Ann Soc Belge Méd Trop*, 71 : 329-330.
- INSD, (2008).** *Recensement général de la population et de l'habitat 2006. Résultats définitifs*. Rapport de juillet 2008, 52p.
- Klinkenberg E., McCall P.J., Wilson M.D., Amerasinghe F.P., Donnelly M.J., (2008).** Impact of urban agriculture on malaria vectors in Accra, Ghana. *Malar J*, 7(151).
- Le Bris, (2000).** Ouagadougou : de l'immobilisme à l'entropie. in Dureau F, Dupont V, Lelièvre E, Lévy JP et Lulle T (Coordinateurs), *Métropoles en mouvement*, Anthropos et IRD (Eds), Paris, pp 381-392.
- Machault V., Vignolles C., Pagès F., Gadiaga L., Gaye A., Sokhna C., Trape J.P., Lacaux J.P., Rogier C., (2010).** Spatial heterogeneity and temporal evolution of malaria transmission risk in Dakar, Senegal, according to remotely sensed environmental data. *Malar J*, 9(252).
- Mariko C.A.E.K., (1983).** *Morphologie urbaine, organisation spatiale et processus de croissance d'une capitale régionale : Bobo-Dioulasso*. Université Paris 1, 369 p.
- Mitangala Ndeba P., Hennart P., D'Alessandro U., Donnen P., Porignon D., Bisimwa Balaluka G., Dramaix Wilmet M., (2008).** Malnutrition protéino-énergétique et morbidité liée au paludisme chez les enfants de 0 – 59 mois dans la région du Kivu, République Démocratique du Congo. *Med Trop* 68(1):51-7.
- Mourou J.R., Coffinet T., Jarjaval F., Cotteaux C., Pradines E., Godefroy L., Kombila M., Pagès F., (2012).** Malaria transmission in Libreville: results of a one year survey. *Malar J* 11-40.
- Ngom R., Siegmund A., (2015).** The key role of socio-demographic and socio-environmental factors in urban malaria occurrence and control e An illustration using the city of Yaoundé. *Social Science & Medicine* 133:269-279.
- OMS & ONU-Habitat, (2010).** *La face cachée des villes : mettre au jour et vaincre les inégalités en santé en milieu urbain*. Rapport mondial, Genève.
- OMS, (2013).** Aide-mémoire N°355. Mai 2013, Genève.
- OMS, (2014).** *World malaria report 2014*. Genève, 242 p.
- OMONU, (2011).** *Global status report on non communicable diseases*. Genève, 176 p.
- Rakotomalala R., (2014).** *Pratique de la régression logistique. Régression Logistique Binaire et Polytomique*. Université Lyon 2 Lumière, 272 p.
- Sabatinelli G., Rossi P., Belli A., (1986).** Etude sur la dispersion d'*Anopheles gambiae* s.l. dans une zone urbaine à Ouagadougou (Burkina Faso). *Parassitologia* 1986, 28:33-39.
- Salem G., (2002).** Peuplement, population et santé : une inégale répartition. In Charvet JP (ed.), Sivignon M (ed.) *Géographie humaine : questions et enjeux du monde contemporain*, Collection U : Géographie, Paris : A. Colin, p. 67-95.
- Salem G., (1998).** *La santé dans la ville : géographie d'un petit espace dense : Pikine (Sénégal)*. Paris, Karthala, ORSTOM, 198 p.
- Salem G., Legros F., Lefebvre-Zante E., Ndiaye G., Bouganali H., Ndiaye P., Badji A., Trape J.F., (1994).** The urban environment and exposure to *Anopheles* in Pikine, Senegal. *Cah Santé*, 4:347-357.

OCTOBER 24 - 28 2016

Palais du Pharo
Marseille, France

sfecologie2016.sciencesconf.org

Conférence

International Conference on Ecological Sciences

sfecologie2016

*5 plenary speakers
20 key topics
14 selected symposia
1 open conference
5 field trips*

Abstract submission April, 20th
Early bird registration June, 5th
Regular registration July, 1st

sfecologie 2016

@sfe2016

Un jeune garçon assis sur un égout à ciel ouvert dans le bidonville de Kibera, à Nairobi. Avec jusqu'à un million d'habitants, Kibera est le plus grand bidonville d'Afrique et a été le point focal pour la plupart des violences post-électorales de 2007 (cliché : Eoghan Rice/Trócaire, 2012, [wikimedia commons](#)).