



U.S.T.T-B

Ministère de l'Education Nationale



REPUBLIQUE DU MALI
Un Peuple – Un But – Une Foi

**Université des Sciences, des Techniques
et des Technologies de Bamako**

Faculté de Médecine et d'Odonto-Stomatologie

DER de Santé Publique et Spécialités

N° **DERSP/FMOS/USTTB**

Mémoire

Master en Santé Publique
Option Epidémiologie

Année Universitaire 2017 - 2018

Sujet

Etude sociodémographique et spatiale de l'incidence des épisodes multiples de
paludisme à Dangassa de 2014 à 2016

S

enté et soutenu le

Par :

Dr Aïssata Massambou SACKO

Président :
Membre :
Directeur : Dr Oumar THIERO
Co-directeur : Dr Yaya Ibrahim COULIBALY

Sponsor : (si le cas)

Dédicaces

Je remercie Dieu le tout puissant pour m'avoir accordé sa grâce et sa miséricorde jusqu'au jour d'aujourd'hui.

Ce document est dédié à :

- **Mon père et ma mère Pr Massambou SACKO et Dr Oumou N'DIAYE SACKO**

Vous êtes ma source d'inspiration dans la vie. Tout au long de ma vie, vous m'appris à être respectueuse, courageuse, travailleuse et surtout à aimer et valoriser son prochain. Bref j'ai reçu le meilleur de vous. Vous nous avez toujours soutenues mes sœurs et moi, que ce soient dans les meilleurs ou mauvais moment. Soyez-en remerciés du fond du cœur. Je vous souhaite le meilleur dans la vie. Je vous aime.

- **A mes trois petites filles : Mariam, Aminata et Oumou OUTTARA**

Vous êtes le soleil de ma vie. Je vous souhaite une longue et pieuse vie dans la santé et surtout accompagné d'une très belle carrière professionnelle. Que Dieu vous bénisse !

- **A mes sœurs, mon frère et mon cher époux** qui m'ont soutenue tout au long de cette formation. Je vous souhaite le meilleur pour la vie.

Remerciements

Mes sincères remerciements vont à l'endroit de :

- **Pr Seydou DOUMBIA, MD, PhD**

Vous n'avez pas hésité un seul moment à nous soutenir et à nous transmettre votre savoir-faire tout au long de cette formation. Recevez ici l'expression de notre profonde gratitude.

- **A tous les enseignants du DERSP** pour la qualité de l'enseignement que vous nous avez prodigué au cours de cette formation.

- A toute l'équipe du MRTC et plus particulièrement celle de ICEMR-Mali (**Pr Cheick Fantamady KEITA, Pr Mamadou DIAKITE, Dr Nafomon SOGOBA, Mr Moussa KEITA, Dr Mahamoudou B TOURE, DR SORY DIAWARA, Dr Mamadou B. COULIBALY, Mme BAGAYOKO Sibé THIAM, Mr Makan KEITA, Dr Drissa KONATE, Mr Hamadi COULIBALY**) et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à ce travail ; soyez remerciés pour votre disponibilité. Vos conseils n'ont pas fait défaut tout au long de ce travail. Nous vous en seront éternellement reconnaissantes.

- **Au Dr Oumar THIERO MSc, MSPH, PhD**

Aui a accepté de diriger ce travail avec toute la rigueur scientifique et méthodologique. Merci de nous avoir consacré de votre précieux temps et de nous avoir fait profiter de vos immenses talents de Biostatistique et d'Epidémiologie. Recevez ici l'expression de notre profonde gratitude.

- **Au Dr Yaya Ibrahim COULIBALY**

Merci d'avoir accepté de nous accompagner au cours de ce travail. Votre détermination et vos précieux conseils nous ont permis d'approfondir largement nos connaissances en épidémiologie. Veuillez recevoir l'expression de notre profonde gratitude.

- **Au Dr Moctar TOUNKARA** qui n'a ménagé aucun effort pour aider à accomplir ce travail.

- **Au Dr Moussa Brema SANGARE** : vous avez été d'un aide précieux dans ce travail. Soyez en remercié profondément.

- **Au Dr Yacouba Aba COULIBALY** qui nous a toujours soutenues que ce soit dans les bons ou mauvais moments. Soyez en remercié du fond du cœur.

- **Au Dr Kadidiatou BAGAYOKO** : merci pour ton soutien et ta solidarité envers tes camarades.

Au Dr Kola CISSE et à toute la 6^{ème} promotion de Master en santé publique : nous avons passé de très bons moments de formation avec vous. Je vous souhaite à tous une très bonne carrière dans vos domaines respectifs en santé publique.

Table des matières

I.	Introduction.....	1
II.	Objectifs.....	3
2.1.	Objectif général.....	3
2.2.	Objectifs spécifiques.....	3
III.	Revue de la littérature.....	3
3.1.	Epidémiologie.....	3
3.2.	Transmission.....	4
3.2.1.	Vecteur.....	5
3.2.2.	Agent pathogène.....	5
3.2.3.	Cycle.....	5
3.3.	Symptomatologie.....	6
3.4.	Politique nationale de lutte contre le paludisme.....	7
3.5.	Traitement (1).....	7
3.6.	Prévention.....	8
IV.	Méthodologie.....	9
4.1.	Cadre de l'étude (14).....	9
4.2.	Type et période de l'étude.....	10
4.3.	Population de l'étude.....	10
4.4.	Critères d'inclusion.....	10
4.5.	Critères de non inclusion.....	11
4.6.	Collecte des données et échantillonnage.....	11
4.7.	Variables de l'étude.....	13
4.8.	Aspects réglementaires et éthiques.....	14
4.9.	Déroulement pratique.....	14
4.10.	Plan d'analyse.....	15
V.	Résultats.....	17
5.1.	Caractéristiques sociodémographiques et biologiques des participants de la cohorte de 2014 à 2016.....	17
5.2.	Déterminants du paludisme en fonction du nombre d'épisodes de paludisme.....	21
5.3.	Distribution spatiale des cas de paludisme en fonction du nombre d'épisode à Dangassa de 2014 à 2016.....	30
VI.	Discussion.....	39

6.1.	Relation entre le nombre d'épisodes de paludisme et l'âge	39
6.2.	Relation entre le nombre d'épisodes de paludisme et le sexe	39
6.3.	Relation entre l'anémie et le nombre d'épisodes de paludisme	40
6.4.	Relation entre la période de transmission et le nombre d'épisodes de paludisme	40
6.5.	Risque de survenue d'un nombre élevé de paludisme en fonction de l'année.....	40
6.6.	Distribution spatiale des épisodes de paludisme	41
VII.	Conclusion	42
VIII.	Recommandations	42
IX.	Références.....	43

Liste des sigles et abréviations

CRF : Fiche de report des cas

CTA : Combinaison Thérapeutiques à base d'Artémisinine

CSCom : centre de santé communautaire

GE : Goutte Epaisse

HRP2 : Protéine Riche en Histidine – 2

DERSP : Département d'Enseignement et Recherche en Santé Publique

EDS : Enquête Démographique et de Santé

FMOS : Faculté de Médecine et d'Odontostomatologie

GE : Goutte Epaisse

HRP2 : Protéine Riche en Histidine – 2

IC : Intervalle de Confiance.

ICER-Mali: International Center for Excellence in Research-Mali

ICEMR: International Center for Excellence in Malaria Research

MIIs : Moustiquaires Imprégnées d'Insecticides

MILDA : Moustiquaire Imprégnée de Longue Durée d'Action

MRTC: Malaria Research and Training Center

OMS : Organisation mondiale de la Santé

PCD : Diagnostic Passif des Cas

PNLP : Programme Nationale de Lutte contre le Paludisme

TDR : Test de Diagnostic Rapide

TPI : Traitement Préventif Intermittent

Liste des tableaux

Tableau I : description des variables de l'étude en fonction de l'objectif spécifique

Tableau II : répartition annuelle des indices du paludisme durant les passages transversaux en haute et faible période de transmission à Dangassa de 2014 à 2016

Tableau III : Caractéristiques sociodémographiques et biologiques de la cohorte pour les épisodes palustres entre les passages transversaux en haute et faible période de transmission à Dangassa de 2014 à 2016

Tableau IV : analyse bivariée : relation entre le nombre d'épisodes de paludisme et les facteurs (âge, sexe, ethnie, année, anémie) en périodes de forte transmission

Tableau V : analyse bivariée : relation entre le nombre d'épisodes de paludisme et les facteurs (âge, sexe, ethnie, année, anémie) en périodes de forte transmission

Tableau VI : analyse bivariée : relation entre le nombre d'épisodes de paludisme et les facteurs (âge, sexe, ethnie, année, anémie) en périodes de faible transmission

Tableau VII : analyse multivariée avec la regression logistique multinomiale ordinale : relation entre le nombre d'épisodes de paludisme et les facteurs (âge, sexe, ethnie, année, anémie, période de transmission)

Liste des figures

Figure1 : présentation du village de Dangassa

Figure2 : diagramme de sélection des participants pour le suivi au PCD et la survenue d'épisodes de paludisme

Figure3 : risque de survenue d'un nombre plus élevé d'épisodes de paludisme par groupe d'âge en fonction des périodes de transmission chaque année

Figure4 : risque de survenue d'un nombre élevé d'épisodes de paludisme par sexe en fonction des périodes de transmission chaque année

Figure5 : risque de survenue d'un nombre élevé d'épisodes de paludisme pour l'anémie en fonction des périodes de transmission chaque année

Figure6 : distribution spatiale des épisodes de paludisme à Dangassa après les passages de juin et octobre 2014

Figure7 : distribution spatiale des épisodes de paludisme à Dangassa après le passage du mois de juin 2014

Figure8 : distribution spatiale des épisodes de paludisme à Dangassa après le passage du mois d'octobre 2014

Figure9 : distribution spatiale des épisodes de paludisme à Dangassa après les passages de juin et octobre 2015

Figure10 : distribution spatiale des épisodes de paludisme à Dangassa après le passage du mois de juin 2015

Figure11 : distribution spatiale des épisodes de paludisme à Dangassa après le passage du mois d'octobre 2015

Figure12 : distribution spatiale des épisodes de paludisme à Dangassa après les passages de juin et octobre 2016

Figure13 : distribution spatiale des épisodes de paludisme à Dangassa après le passage du mois de juin 2016

Figure14 : distribution spatiale des épisodes de paludisme à Dangassa après le passage du mois d'octobre 2016

Abstract

Background: One of the main characteristics of malaria epidemiology is its heterogeneity in malaria-endemic areas, especially in semi-urban areas such as Dangassa in Mali. This study evaluates the risk factors associated with the occurrence of multiple episodes of malaria in Dangassa from 2014 to 2016 and their spatial distribution.

Materials and methods: This was a longitudinal study with the ICEMR1 cohort in Dangassa from 2014 to 2016. In the study, participants were malaria-free during the cross-sectional round and were followed according to the occurrence of malaria episodes between the passages. The risk of multiple episodes was determined by ordinal logistic regression with SPSS 25.0 software. Arc-GIS version 10.2 software was used to analyze the spatial distribution of malaria episodes.

Results: The risk of a high number of malaria episodes was higher in children aged 5 to 9 years compared to those under 5 years of age (OR=1.33(1.06; 1.66). This risk was greater during periods of high transmission OR=2.05(1.74; 2.42) and varied by year (lower in 2016) OR= 2.69 (2.21; 3.3) and 2.93(2.44; 3.52). The malaria episodes were scattered throughout the village with a high concentration to the west where the Niger River passes about 4 km away.

Conclusion: Our results showed that there would likely be malaria transmission hotspots in Dangassa and that vulnerability related to malaria occurrence was higher among children aged 5 to 9 years compared to those less than 5 years of age. The main trigger of multiple malaria attacks was the age group.

Keywords: Malaria episode; spatial distribution; socio-demographic characteristics; Mali.

Abstract

Background: L'une des principales caractéristiques de l'épidémiologie du paludisme est son hétérogénéité dans les zones d'endémie palustre surtout dans les milieux semi-urbains tels que Dangassa au Mali. Cette étude s'intéresse aux facteurs de risque associés à la survenue d'épisodes multiples de paludisme à Dangassa de 2014 à 2016 ainsi qu'à leur distribution spatiale.

Materials and methods: il s'agissait d'étude longitudinale avec les données de la cohorte ICEMR1 de Dangassa de 2014 à 2016. Etaient dans l'étude les participants indemnes de paludisme au cours des passages transversaux et qui ont été suivi en fonction de la survenue d'épisode de paludisme entre deux passages. Le risque de survenue d'épisodes multiples a été déterminé à partir d'une régression logistique ordinaire avec le logiciel SPSS 25.0. Le logiciel Arc-GIS version 10.2 a été utilisé pour déterminer la distribution spatiale des épisodes de paludisme.

Results: Le risque de survenue d'un nombre plus élevé d'épisode de paludisme était plus grand chez les enfants de 5 à 9 ans comparés à ceux de moins de 5ans (OR=1,33(1,06 ; 1,66). Ce risque était plus grand en période de forte transmission OR=2,05(1,74 ; 2,42) et variait en fonction de l'année (moins en 2016) OR= 2,69 (2,21 ; 3,3) et 2,93(2,44 ; 3,52). Les épisodes de paludismes étaient dispersés dans tout le village avec une forte concentration vers l'ouest où le bras du fleuve Niger passe à environ 4km.

Conclusion: nos résultats ont montré qu'il existerait probablement des points chauds de transmission du paludisme à Dangassa et que la vulnérabilité liée à la survenue de paludisme était plus grande chez les enfants de 5 à 9 ans comparés à ceux des moins de 5 ans.

Keywords : Episode de paludisme ; distribution spatiale ; caractéristiques sociodémographiques ; Mali.

I. Introduction

Le paludisme ou la malaria est une parasitose du sang due à un parasite du genre *Plasmodium*, propagée et transmise à l'homme par des piqûres de certaines espèces de moustiques anophèles (femelles infectés). C'est une maladie potentiellement grave et mortelle si elle n'est pas traitée tôt et de façon adéquate (1).

De par sa morbidité et sa mortalité le paludisme demeure un grand problème de santé publique notamment en Afrique subsaharienne. En effet, l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) estime qu'il y'a eu en 2016 environ 216 millions de cas de paludisme dont 445 000 décès dans 91 pays (soit 5 millions de cas de plus qu'en 2015) et 446 000 décès en 2015(2). La majeure partie de la charge mondiale du paludisme est supportée par la région africaine de l'OMS avec près de 90% des cas de paludisme et 91% des décès dus à cette maladie en 2016 et 92% des décès en 2015(3).

Au Mali, selon le programme national de lutte contre le paludisme (PNLP), le paludisme constitue la première cause de morbidité (32%) et de mortalité (0,09‰) avec des répercussions sociodémographiques défavorables pour les populations(4). Les résultats de l'Enquête Démographique et de Santé du Mali (EDSM-V, 2012-2013) montrent un taux d'anémie de 82 % chez les enfants de 6-59 mois avec 21 % d'anémie légère, 52 % d'anémie modérée et 9 % d'anémie sévère(5).

L'une des principales caractéristiques commune de l'épidémiologie du paludisme est son hétérogénéité dans les zones d'endémie palustre surtout dans les milieux semi-urbains(6) tels que Dangassa au Mali. Certains individus dans la communauté présentent beaucoup plus d'épisodes de paludisme clinique comparés à d'autres.

Différentes études réalisées au Kenya,(7), dans certains pays ainsi que dans de vastes ensembles de données provenant de 90 populations en Afrique ont décrit ce phénomène(8). Il a été rapporté au Sénégal que certains enfants ont connu jusqu'à vingt épisodes de paludisme au cours de leurs deux premières années de vie, pendant que d'autres enfants du même âge dans la même localité n'ont connu qu'un seul épisode au cours de la même période(9).

Depuis plusieurs années des stratégies efficaces de lutte contre le paludisme ont été mises en œuvre au Mali. Malgré toutes ces stratégies de lutte la fréquence du paludisme reste élevée dans le pays avec une prévalence nationale de 35,7% (4).

L'analyse spatiale est une approche géographique qui étudie les localisations et les interactions spatiales en tant que composantes actives des fonctionnements sociétaux. Les Systèmes d'information géographiques (SIG) permettent également une mise en relation de données qui peuvent, sur le papier, sembler très éloignées. L'analyse spatio-temporelle fournit les informations permettant de voir :

- l'évolution de la tendance des cas de paludisme en fonction du temps
- La cartographie du paludisme dans les zones d'endémie
- La surveillance de la tendance permet la détection et la PEC précoce des cas
- La cartographie permet de montrer les zones les plus touchées ainsi que les hot-spots (points chauds) de la transmission et d'y concentrer les efforts de lutte notamment la stratégie basée sur la rupture ciblée de la transmission.

Très peu d'études ont été réalisées sur la distribution spatiale des cas de paludisme au Mali. Ainsi notre étude a pour objectif d'étudier les facteurs de risque associés aux épisodes multiples de paludisme clinique et leur distribution spatiale dans la cohorte ICEMR1 de Dangassa.

Hypothèses de recherche

- Le nombre d'épisodes palustres varie en fonction des facteurs sociodémographiques et spatiaux.

II. Objectifs

2.1. Objectif général

Etudier les caractéristiques sociodémographiques et la distribution spatiale des cas de paludisme en fonction du nombre d'épisodes à Dangassa de 2014 à 2016.

2.2. Objectifs spécifiques

- Identifier les déterminants sociodémographiques de l'incidence du paludisme en fonction du nombre d'épisodes à Dangassa de 2014 à 2016.
- Déterminer la distribution spatiale des cas de paludisme en fonction du nombre d'épisode à Dangassa de 2014 à 2016

III. Revue de la littérature

3.1. Epidémiologie

Le paludisme est très fréquent dans les pays en développement notamment en Afrique Subsaharienne avec un impact socio-économique défavorable sur les populations. Les populations à risques sont essentiellement constituées par les enfants de moins de cinq ans et les femmes enceintes. Les couches de la population les plus vulnérables sont constituées par les enfants de moins de 5 ans et les femmes enceintes. Selon le rapport mondial 2018 de l'OMS, en 2017 61% (266 000) des décès dus au paludisme sont survenus chez les enfants de moins de 5 ans à travers le monde(10). L'endémicité du paludisme est définie par la proportion d'enfants de 2 à 9 ans porteurs des formes asexuées du *Plasmodium falciparum*. Ainsi quatre niveaux d'endémicité ont été déterminés :

- Hypo-endémicité, moins de 25 % de splénomégalie.
- Méso-endémicité, de 25 à 50 %
- Hyper-endémicité, de 50 à 75 %
- Holo-endémicité avec plus de 75 % et disparition des splénomégalies chez l'adulte.

Cette classification fut adoptée par la conférence sur le paludisme de l'OMS en Afrique équatoriale en 1951 pour caractériser les diverses situations en Afrique tropicale.

Au Mali, il a été décrit cinq faciès de transmission du paludisme(11) :

- Zone de transmission saisonnière longue : dure plus de 6 mois de mai à novembre avec près de 1500 mm d'eau par an ; un indice plasmodique aux environs de 80 – 85

- % et une prémunition d'anémie chez les femmes enceintes pouvant atteindre 41,2 %. C'est le domaine de la zone Soudano-Guinéenne. Le paludisme y est holo-endémique.
- Zone de transmission saisonnière : courte 3 mois : au Sahel avec près de 200 à 800 mm d'eau par an. Les enfants de moins de 6 mois à 9 ans sont les plus atteints. Le paludisme y est hyper-endémique avec un indice plasmodique variant entre 50 et 75 %.
 - Zone subsaharienne ou hypo-endémique : avec 200 mm d'eau par an le paludisme peut se manifester de façon épidémique, l'indice plasmodique est inférieur à 5 %.
 - Zone urbaine (pollution des gîtes, médicalisation) : hypo-endémique, l'indice plasmodique est inférieur à 10 %.
 - Zone de transmission bimodale ou plurimodale en début de la saison des pluies : c'est le delta intérieur du Niger et les zones de retenues d'eau et de riziculture (barrages), l'indice plasmodique est inférieur à 40 %.

Ainsi il ressort que l'épidémiologie du paludisme varie énormément d'une zone à l'autre et même dans des lieux géographiquement très proches. Le paludisme touche une centaine de pays dans le monde, particulièrement les zones tropicales défavorisées d'Afrique, d'Asie et d'Amérique.

3.2. Transmission

Le parasite du paludisme est transmis à l'Homme à travers les piqûres de la femelle des moustiques du genre *Anophèles*. Ces piqûres surviennent surtout entre le crépuscule et l'aube. La transmission peut se faire par voie sanguine, par transfusion, suite à un accident d'exposition au sang (AES) ou par piqûre lors du partage de matériel d'injection chez les usagers de drogues intraveineuses. Il y a un risque de transmission sanguine à partir de sang frais avec des globules rouges intacts. La transmission materno-fœtale est également possible par l'intermédiaire du placenta. L'intensité de la transmission dépend des facteurs liés au parasite, au vecteur, à l'hôte humain et à l'environnement.

La transmission est plus intense dans les régions où les espèces de moustiques ont une durée de vie relativement longue avec une forte préférence pour les êtres humains. Ceci explique que près de 90% des cas de paludisme surviennent en Afrique. La transmission dépend aussi des conditions climatiques qui peuvent influencer sur l'abondance et la survie des moustiques, telles que le régime des précipitations, la température et l'humidité. Dans de nombreuses régions, la transmission est saisonnière avec un pic pendant ou juste après la saison des pluies.

L'immunité humaine est aussi un facteur important, en particulier chez les adultes dans les zones de transmission modérée à intense. Une immunité se développe après des années d'exposition et, bien qu'elle ne confère jamais une protection totale, elle réduit le risque que l'infection palustre cause des troubles sévères. C'est la raison pour laquelle la plupart des décès par paludisme en Afrique surviennent chez de jeunes enfants, tandis que, dans les zones de faible transmission et où la population est peu immunisée, tous les groupes d'âge sont exposés à cela.

3.2.1. Vecteur

Il s'agit de moustiques de l'ordre des diptères, de la famille des *Culicidae* et du genre *Anopheles*. Ce sont les femelles hématophages qui transmettent le *Plasmodium* au cours de leur repas sanguin. Leur durée de vie moyenne est de 1 mois. Au Mali, ce sont les membres du complexe *Anopheles gambiae* *sl* et *Anopheles funestus* qui transmettent le *Plasmodium*.

3.2.2. Agent pathogène

Le germe responsable du paludisme est un parasite protozoaire intracellulaire, le *Plasmodium*. On rencontre de nombreuses espèces de *Plasmodium* qui atteignent diverses espèces animales mais seulement cinq sont à l'origine du paludisme chez l'Homme : *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium malariae*, *Plasmodium ovale*, *Plasmodium vivax* et *Plasmodium knowlesi*. Ce dernier parasite habituellement des singes (macaques) d'Asie du Sud-Est et il est passé récemment chez l'homme.

Plasmodium falciparum : est le plus largement répandu à travers le monde. Il développe plus de résistance aux antipaludiques et il est responsable des formes cliniques graves (comme le neuro-paludisme) potentiellement mortelles.

3.2.3. Cycle

Le cycle se déroule successivement chez l'homme et chez l'anophèle.

Chez l'homme (12) : le cycle est divisé en 2 phases :

- La phase hépatique asymptomatique : survient après une piqûre infectante d'anophèle qui injecte avec sa salive quelques dizaines de parasites (stade de sporozoïtes). Ceux-ci pénètrent, en l'espace de quelques minutes, les hépatocytes dans lesquels ils se transforment en schizontes préérythrocytaires qui, après 7 à 15 jours de maturation asymptomatique (incubation), éclatent et libèrent quelques milliers de mérozoïtes dans le sang.
- La phase sanguine ou érythrocytaire : très rapidement, les mérozoïtes pénètrent dans les globules rouges pour une nouvelle transformation et multiplication (stade de

trophozoïtes puis transformation en schizontes) qui prend 24 (*Plasmodium knowlesi*), 48 (*Plasmodium falciparum*, *Plasmodium vivax*, *Plasmodium ovale*) ou 72 heures (*Plasmodium malariae*) et conduit à la destruction du globule rouge hôte et à la libération de 8 à 32 nouveaux mérozoïtes. Ces mérozoïtes pénètrent dans de nouveaux globules rouges et débutent un nouveau cycle de réplication. Cette partie correspond à l'évolution cyclique variable de la fièvre : toutes les 24 heures (*Plasmodium knowlesi*), tierce (*Plasmodium falciparum*, *Plasmodium vivax*, *Plasmodium ovale*) ou quarte (*Plasmodium malariae*). Après un certain nombre de cycles érythrocytaires, certains mérozoïtes subissent une maturation d'une dizaine de jours, les gamétocytes apparaissent dans le sang et vont rester en circulation pendant 10 à 15 jours.

- Chez le moustique(13) : l'infestation du moustique a lieu lors d'un repas sanguin pris chez une personne infectée. Une fois ingérés, les gamétocytes de *Plasmodium* se différencient en gamètes mâles et femelles qui fusionnent en un œuf libre (ookinète) qui se fixe à l'estomac et se transforme en oocyste. Les cellules parasitaires se multiplient à l'intérieur de cet oocyste, produisant des centaines de sporozoïtes qui vont alors migrer vers les glandes salivaires du moustique et qui seront inoculés avec la salive lors d'un repas sanguin sur l'hôte. La durée du développement varie (de 10 à 40 jours) en fonction des conditions climatiques et selon l'espèce de *Plasmodium*.

3.3.Symptomatologie

- Les accès palustres simples sont caractérisés par la fièvre associée à des frissons, des céphalées, des myalgies, une asthénie, des nausées, des vomissements, des diarrhées, une pâleur ou un ictère. L'apparition de troubles neurologiques est un signe de gravité du paludisme. A l'examen clinique, une splénomégalie associée ou non à une hépatomégalie peut être observée tardivement. Lorsqu'une personne fait de nouveaux accès après guérison des précédents, il peut s'agir d'une réinfection (nouvelle piqûre d'anophèle infectée), d'une recrudescence (augmentation de la parasitémie qui résulte de la maturation des hypnozoïtes persistants dans le foie, après un traitement incomplet ou inefficace, ou persistant au long cours chez des sujets partiellement immuns) ou de rechute (poussée de parasitémie ayant comme point de départ des schizontes exo-érythrocytaires à développement lent(2, 3, 10).
- Complications(12) : elles sont liées à la défaillance d'organes, telles qu'une insuffisance rénale aiguë, un œdème pulmonaire ou des perturbations métaboliques et hydroélectrolytiques. La complication la plus grave de *P. falciparum* est l'accès pernicieux ou malaria cérébrale, due à la séquestration des hématies parasitées dans

les capillaires cérébraux qui entraînent une anoxie et la défaillance concomitante d'autres organes (poumons, reins, etc.). le neuropaludisme est défini par l'existence de signes neurologiques aigus (encéphalopathie) ainsi que d'autres manifestations de défaillance viscérale au cours d'un paludisme à *P. falciparum*. L'évolution de la maladie peut être fatale si un traitement n'est pas instauré précocement (dans les 24h après les premiers signes). *P. knowlesi* peut également engendrer rapidement une situation potentiellement létale, comparable au *P. falciparum*. Les autres espèces sont rarement mortelles mais *P. malariae* peut entraîner des néphroses suite à un dépôt glomérulaire de complexes immuns.

3.4. Politique nationale de lutte contre le paludisme

Le Mali, à travers le Programme National de Lutte contre le Paludisme (PNLP) et le plan stratégique national de lutte contre le paludisme 2018-2022, s'est engagé à lutter contre le paludisme en réduisant la morbidité et la mortalité dus au paludisme. La mission du Programme est d'assurer à toute la population un accès universel et équitable aux interventions de lutte antipaludique dans le cadre de la politique nationale de santé(4). Les orientations stratégiques sont entre autres :

- Cibler les interventions en fonction des caractéristiques épidémiologiques
- Maintenir un accès et une couverture élevée à travers des interventions de qualité
- Renforcer l'approche communautaire
- Améliorer les capacités de coordination et de gestion
- Renforcer le partenariat notamment avec le secteur privé
- Contribuer au renforcement durable du système de santé
- Promouvoir les interventions de surveillance du paludisme

Le but est de contribuer à la réduction du fardeau du paludisme à un niveau où il ne constitue plus une cause majeure de morbidité et de mortalité, ni une barrière au développement économique et social sur l'ensemble du territoire malien. Il se fera à travers deux axes: la prise en charge des cas et la prévention(4). (PNLP 2018-2022)

3.5. Traitement (1)

Il existe plusieurs molécules antipaludiques, qui peuvent être utilisées en prophylaxie (prévention lors d'un voyage en pays endémique) en curatif.

Un accès palustre simple à *P. falciparum* chez le voyageur est traité per os par une combinaison d'artémether + luméfantrine (Coartem©) ; ou atovaquone + proguanil (Malarone©) ; ou quinine + doxycycline ou clindamycine ou artemisinine + piperaquine (Eurartesim©).

Une forme grave de paludisme par *P. falciparum* est traitée en hospitalisation, avec artésunate (voie IV), artémether ou quinine (voie IV). L'objectif du traitement du

paludisme à *P. vivax* et à *P. ovale* est double : traiter l'infection aiguë et prévenir les épisodes de récurrences tardives dus aux formes dormantes intrahépatiques. Pour un accès palustre simple à *P. vivax* et *P. ovale*, la chloroquine est le traitement de choix. La primaquine y est associée pour obtenir une guérison radicale. La chloroquine est également recommandée pour le traitement du paludisme à *P. malariae*.

3.6. Prévention

- Prévention des piqûres de moustiques : Le moustique anophèle est actif entre le coucher du soleil et l'aube. Pour se protéger contre les piqûres (le soir et la nuit), il est conseillé de porter des vêtements clairs longs couvrants, d'utiliser des répulsifs cutanés (en respectant les contre-indications) sur les parties découvertes du corps et de dormir sous moustiquaire imprégnée d'insecticide.
- **La lutte anti vectorielle** : caractérisée essentiellement par la pulvérisation intradomiciliaire à effet rémanent et la destruction des gîtes larvaires.
- **Le traitement préventif intermittent** : pendant la grossesse avec la sulfadoxine pyriméthamine (SP)
- **La chimio-prévention du paludisme saisonnier** : chez les enfants de moins de cinq ans avec la SP et l'amodiaquine.
- **Chimio-prophylaxie chez le sujet naïf du paludisme** : elle n'est pas indispensable pour chaque voyageur se rendant dans un pays où la malaria est endémique. L'indication dépendra du pays et de la région visités, de la saison, de la durée et des circonstances du séjour, et de facteurs individuels. Les médicaments n'empêchent pas l'infection, mais préviennent la maladie en décimant les parasites lorsqu'ils pénètrent dans les globules rouges.
- **Vaccination** : les voies de recherche d'un vaccin antipaludique sont très nombreuses, mais elles se heurtent à de grandes difficultés. Un des freins majeurs à la recherche d'un vaccin antipaludique reste l'absence de modèle animal : les petits rongeurs ne sont pas sensibles aux mêmes souches que l'homme, et les singes ne développent pas de pathologie cérébrale comme l'espèce humaine. Des progrès ont certes été réalisés ces 25 dernières années.

IV. Méthodologie

4.1. Cadre de l'étude (14)

Cette étude s'est déroulée à Dangassa qui est un village du district sanitaire de Oueléssébougou dans le cercle de Kati, région de Koulikoro. Il est situé à 4 km du fleuve Niger et son hameau est à environ 800m du même fleuve. Il est le deuxième site du premier « ICEMR Tulane-Ouest-Africa » au Mali. Ce village compte approximativement 6 000 habitants (chiffre de recensement de l'enquête démographique et de santé en 2011) repartis en 9 quartiers (Barada, Filaking, Kansamana, Kossala, Mantoumana, Marina, Setiguila, Songoroni, Bamogola). Les Malinkés sont le groupe ethnique majoritaire, suivis par les Fulanis et autres (Bambara, Somono, et Bozo). Dangassa dispose d'un centre de santé communautaire qui couvre 16 villages et dirigé par un médecin.

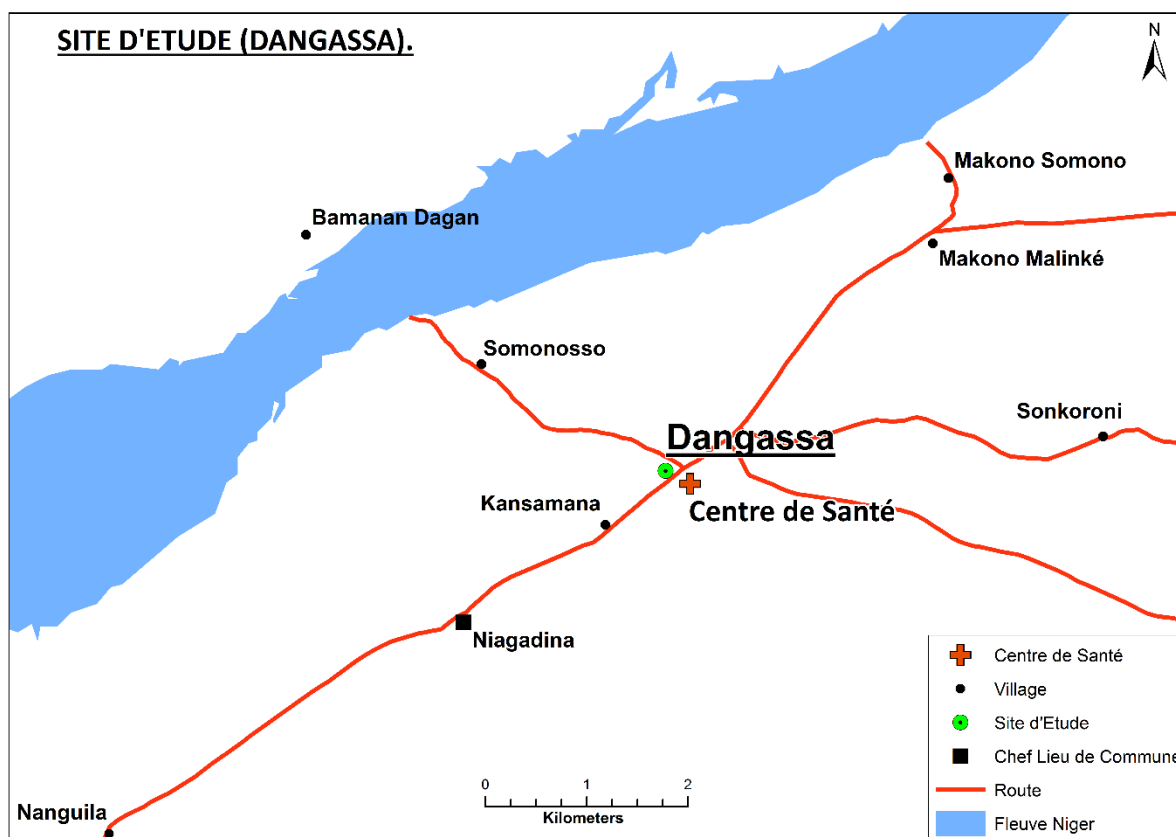


Figure1 : présentation du village de Dangassa. Source : données ICEMR1

4.2. Type et période de l'étude

Il s'agit d'une étude longitudinale réalisée à Dangassa de janvier 2014 à décembre 2016 soit une période de trois ans.

4.3. Population de l'étude

Il s'agissait des participants de la cohorte ICEMR1 de Dangassa. Cette cohorte a été constituée à travers un recensement fait de porte-à-porte au début de l'étude. Des enfants et adultes (des communautés de 5 000 à 7 000 habitants) ont été choisis au hasard à partir de la base de données du recensement par site. En supposant un nombre moyen de 6 personnes par ménage (EDSM V), environ 240 ménages ont été sélectionnés pour constituer la cohorte. Tous les membres d'un ménage sélectionné ont été invités à participer à l'étude. Après leur consentement / assentiment, tous les participants ont reçu une carte de participant avec une photo et un numéro d'identification unique. Les membres de la cohorte ont été encouragés à se présenter au centre de santé chaque fois qu'ils se sentaient mal. La présentation de la carte de membre était obligatoire lors de chaque visite. Une base de données informatisée de la population étudiée a été constituée et la mise à jour se fait chaque trimestre avec des données de recensement (p. Ex., Nouveau-nés et migration / immigration).

4.4. Critères d'inclusion

Il s'agissait de toutes les personnes non malades de paludisme au cours des passages transversaux (deux par année en juin et octobre) et suivies dans le cadre de la détection passive des cas de paludisme de 2014 à 2016.

Le but de la détection passive des cas (PCD) de paludisme est de mesurer l'incidence du paludisme dans la cohorte. Au CSCCom de Dangassa, cette surveillance se fait sur toute l'année. Les membres de la cohorte d'étude ont été encouragés à se présenter au centre de santé local chaque fois qu'ils ne se sentent pas bien. Lors de chaque visite au centre de santé, le médecin effectue des examens cliniques, et procède à un test de diagnostic rapide (DTR) du paludisme à *P. falciparum*, et un prélèvement de goutte de sang pour le frottis sanguins pour déterminer la présence et densité du parasite. Pour tout participant testé positif au TDR, un traitement antipaludique gratuit est offert par l'agent de santé local conformément aux directives du ministère de la santé.

4.5. Critères de non inclusion

- ✓ Toutes les personnes qui n'ont pas été vues au cours des passages transversaux
- ✓ Les personnes qui sont sorties de la cohorte pour diverses raisons.
- ✓ Les personnes vues au cours des passages transversaux mais qui étaient malades du paludisme.

4.6. Collecte des données et échantillonnage

- les données de notre étude ont été extraites de la base de données des passages transversaux et de détection passive des cas de paludisme (PCD) de la cohorte ICEMR1 de Dangassa de 2014 à 2016. Les données de ICEMR1 ont été collectées sur des formulaires de questions (CRF) et saisie sur le logiciel STUDIE STRAX.

L'échantillonnage a été fait selon le schéma suivant : Au cours de chaque passage transversale nous avons déterminé la prévalence du paludisme dans la cohorte. Les participants indemne de du paludisme ont été sélectionnés pour le suivi dans le cadre de la survenue d'épisodes multiples de paludisme. Chaque participant a été caractérisé en fonction du nombre d'épisode survenu entre deux passages transversaux (CF figure2).

Digramme de sélection des participants pour le suivi

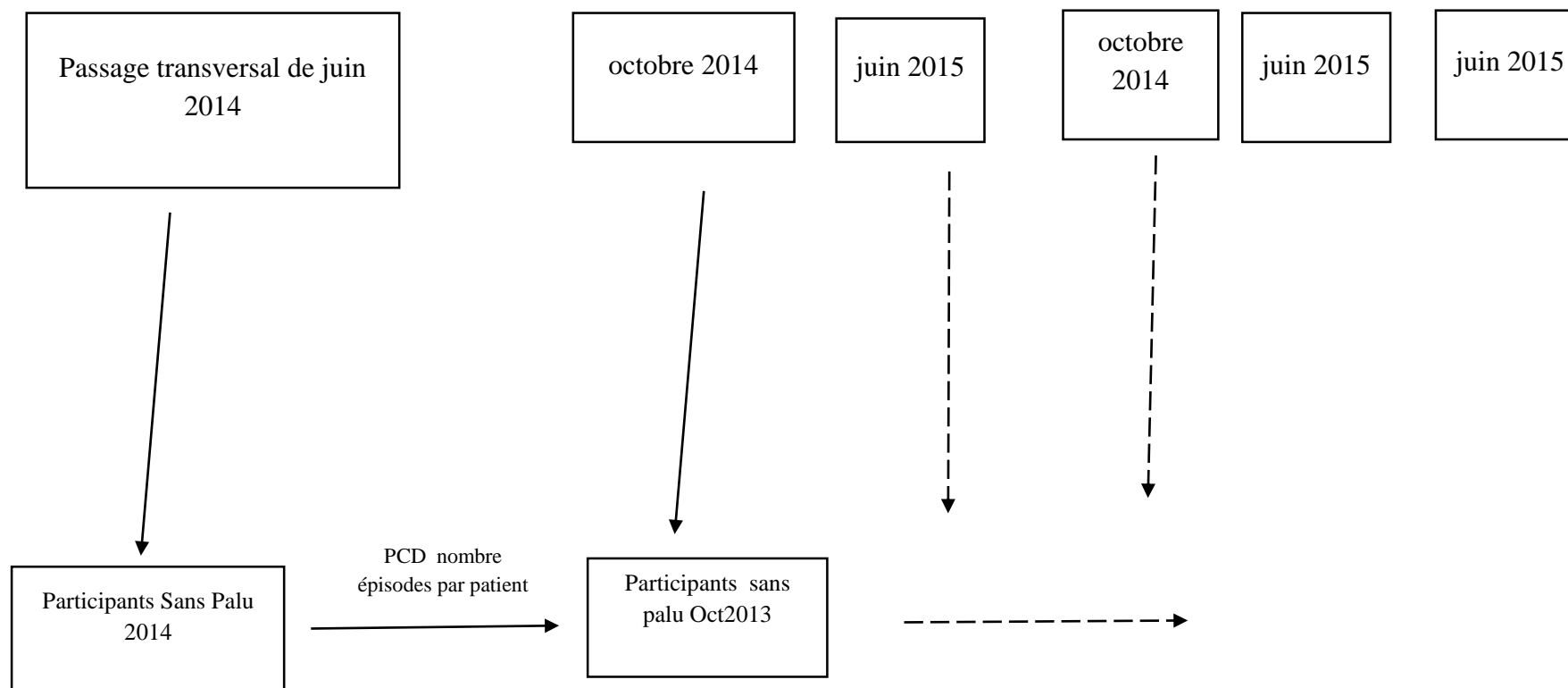


Figure2 : diagramme de sélection des participants pour le suivi au PCD et la détermination du nombre d'épisodes

4.7. Variables de l'étude

Tableau I : description des variables de l'étude en fonction de l'objectif spécifique

Objectif	Variables à mesurer	source
Déterminer déterminants sociodémographiques de l'incidence du paludisme en fonction du nombre d'épisodes à Dangassa de 2014 à 2016.	<ul style="list-style-type: none"> - Goute épaisse positif au <i>Plasmodium</i> - Test de diagnostic rapide positif au <i>Plasmodium</i> - Fièvre=température corporelle $\geq 37.5^{\circ}\text{C}$ - Age en année - Sexe est masculin ou féminin - L'ethnie - Taux d'hémoglobines dans le sang en g/dl 	Base de données des passages transversaux et de la détection passive des cas de paludisme de la cohorte ICEMR1 de Dangassa de 2014 à 2016
Déterminer la distribution spatiale des cas cliniques de paludisme en fonction du nombre d'épisode à Dangassa de 2013 à 2016	<ul style="list-style-type: none"> - Coordonnées GPS de ménages qui sont la latitude et la longitude - Quartier de résidence - Passage transversal - Période de transmission 	

4.8. Aspects réglementaires et éthiques

Le protocole de l'étude ICEMR1 a été soumis au comité d'éthique de la faculté de médecine et d'odontostomatologie et de celui des NIH pour l'approbation depuis 2011. Notre base de données a été extraite à partir de données déjà collectées par le projet. Nous n'avons utilisé que le numéro d'identification des participants de la cohorte. La confidentialité sur l'identité des participants a été respectée. Les résultats de cette étude contribueront à l'élaboration de stratégie pour la lutte contre le paludisme.

4.9. Déroulement pratique

Le nombre d'épisodes clinique de paludisme a été compté à partir des données du PCD en deux passages transversaux portant sur les patients qui ont été suivis dans la cohorte pendant la période de l'étude. Une durée minimum de vingt jours a été considérée comme temps de survenue d'un nouvel épisode de paludisme.

Définition de cas de paludisme : l'épisode de paludisme a été défini comme TDR positif ou GE positif à *Plasmodium* associé à la présence de fièvre ou antécédent de fièvre les 24 heures précédant la consultation (15, 16). La fièvre étant définie une température corporelle $\geq 37.5^{\circ}\text{C}$ (15, 17).

Les participants ont été classés en groupes en fonction du nombre d'épisodes de paludisme entre deux passages de juin à octobre 2014 ; d'octobre 2014 à juin 2015 ; de juin à novembre 2015 ; de novembre 2015 à juin 2016 ; de juin à décembre 2016(6).

Les caractéristiques des individus ont été étudiées pour déterminer les déterminants des cas d'épisodes multiples de paludisme dans la cohorte. Il s'agissait entre autre des facteurs socio démographique tels que l'âge, le sexe, le quartier de résidence ; et les facteurs biologiques tels que le taux d'hémoglobine dans le sang.

La période de forte transmission ou de saison pluvieuse a été décrite comme étant l'intervalle de temps entre le mois de juin et octobre (ou novembre) chaque année(18).

La période de faible transmission ou de saison non pluvieuse a été décrite comme étant le temps entre le mois d'octobre (ou novembre) et celui de juin de l'année suivante(18).

4.10. Plan d'analyse

Analyse descriptive :

Nous avons décrit

- Les caractéristiques sociodémographiques des participants de la cohorte: ils s'agissent de l'âge, le sexe, les quartiers de résidence.
- Les caractéristiques biologiques : le taux d'hémoglobine dans le sang, le nombre de TDR ou de GE positif, nombre de gamétocytes).
- L'incidence du paludisme entre deux passages transversaux a été définie comme le nombre de cas clinique de paludisme confirmé à la consultation rapporté à la population indemne de la maladie durant le passage transversale qui a précédé la consultation à Dangassa de 2013 à 2016.
- Le nombre d'épisodes de paludisme est le nombre de fois qu'une personne est déclarée cas clinique de paludisme à la suite d'une nouvelle consultation dans un délai minimum de 20 jours entre deux passages transversaux. Le nombre d'épisodes a été classé en 0, 1, 2 et + épisodes.
 - ✓ 0 épisode : il s'agit des personnes qui sont venues en consultation une seule fois et chez qui le paludisme n'a pas été confirmé ou celles qui ne sont pas venues en consultation pendant la période de suivi.
 - ✓ 1 épisode : il s'agit des personnes qui ont fait un seul épisode de paludisme pendant entre deux passages transversaux.
 - ✓ 2 épisodes : concerne les personnes qui ont fait au moins deux épisodes de paludisme entre deux passages transversaux.

Analyse statistique

- ✓ SPSS 25.0 et Arc GIS 10.2 ont été utilisés pour toutes les analyses
- ✓ Pour l'analyse univariée, le test de khi2 avec $\alpha=5\%$ et/ou l'Anova ont été utilisés pour mesurer l'association entre la variable nombre d'épisodes de paludisme et les différentes variables indépendantes (caractéristiques sociodémographiques et biologiques).

Les variables indépendantes suivantes ont été utilisées

- L'âge : a été recodé en tranches d'âge (les moins de 5ans, 5-9ans, 10-14ans, 15 ans et plus)
 - le sexe : masculin, féminin
 - le taux d'hémoglobine : a été recodé en anémie à partir du tableau de classification de l'OMS.
- ✓ Pour l'analyse multi variée : le modèle de régression logistique proportionnel ou ordinaire a été utilisé pour déterminer les facteurs de risque liés aux différentes modalités du nombre d'épisodes de paludisme.
- ✓ Pour l'analyse spatiale : les coordonnées GIS ont été utilisés pour identifier les ménages des cas de paludisme en fonction du nombre d'épisodes de chaque participant. Un modèle d'analyse spatial a été utilisé pour représenter la localisation spatiale des cas de paludisme en fonction du nombre d'épisodes.

V. Résultats

5.1. Caractéristiques sociodémographiques et biologiques des participants de la cohorte de 2014 à 2016

Tableau II : répartition annuelle des indices du paludisme durant les passages transversaux en haute et faible période de transmission à Dangassa de 2014 à 2016

Indicateurs		2014			2015			2016		
		Passage-juin n(%)	Passage-octobre n(%)	<i>p</i>	Passage-juin n(%)	Passage-octobre n(%)	<i>p</i>	Passage-juin n(%)	Passage-octobre n(%)	<i>p</i>
Paludisme*	Palu+	57(7,9)	79(11,9)	0,005	55(5,1)	156(13,8)	<0,001	72(6)	116(10,7)	<0,001
	Palu-	662(92,1)	585(88,1)		1014(94,9)	975(86,2)		1120(94)	971(89,3)	
Fièvre	Fièvre+	100(13,9)	138(20,8)	<0,001	244(22,8)	210(18,6)	0,007	205(17,2)	311(28,6)	<0,001
	Fièvre-	619(86,1)	526(79,2)		825(77,2)	921(81,4)		987(82,8)	776(71,4)	
GE		397(55,8)	352(53)	0,166	187(17,5)	709(62,7)	<0,001	352(29,5)	295(27,1)	0,11
		315(44,2)	312(47)		882(82,5)	422(37,3)		840(70,5)	792(72,9)	
Total		719(100)	664(100)		1069(100)	1131(100)		1192(100)	1087(100)	

NB : GE= goutte épaisse.

Chaque année la prévalence du paludisme était plus élevée en période de haute transmission (passage du mois d'octobre) du paludisme. En 2014 la prévalence du paludisme variait de 5,7 à 11,9% entre les périodes de faible (juin) et de haute transmission (octobre). En 2015 cette prévalence était de 5.1% en période de faible transmission et 13,8% en période haute transmission. En 2016 le même phénomène a été constaté avec 6% en période de faible transmission et 10,7% en période de forte transmission.

La prévalence de la fièvre variait chaque année entre les deux périodes de transmission. En 2014 et 2016 elle était plus élevée en période de haute transmission comparée à celle de la faible transmission avec respectivement 13,9 et 20,8% en 2014 ; 17,2 et 28,6% en 2016. Par contre en 2015, cette prévalence était plus élevée en période de faible transmission avec 22,8% contre 18,6% en période de haute transmission.

La proportion de goutte épaisse positive ne variait pas significativement entre les périodes de transmission en 2014 et 2016. Mais en 2015 la proportion de goutte épaisse positive était statistiquement plus élevée en période de haute transmission.

Tableau III : Caractéristiques sociodémographiques et biologiques de la cohorte pour les épisodes palustres entre les passages transversaux en haute et faible période de transmission à Dangassa de 2014 à 2016

Caractéristiques sociodémographiques et biologiques		2014			2015			2016		
		Passage-juin n(%)	Passage-octobre n(%)	<i>p</i>	Passage-juin n(%)	Passage-novembre n(%)	<i>p</i>	Passage-juin n(%)	Passage-octobre n(%)	<i>p</i>
Age (an)	<5	90(13,6)	54(9,2)	<i>0,001</i>	138(13,6)	150(15,4)		216(19,3)	133(13,7)	
	5-9	188(28,4)	173(29,6)		266(26,2)	233(23,9)	<i>0,006</i>	278(24,8)	252(26)	<i>0,008</i>
	10-14	117(17,7)	123(21)		185(18,2)	184(18,9)		195(17,4)	188(19,4)	
	>=15	266(40,2)	235(40,2)	<i>0,49</i>	425(41,9)	408(41,8)		431(38,5)	398(41)	
Sexe	Masculin	308(46,5)	271(46,3)		470(46,4)	444 (45,9)	<i>0,43</i>	511(45,9)	448(46,4)	<i>0,42</i>
	Féminin	354(53,5)	314(53,7)		543(53,6)	523(54,1)		602(54,1)	517(53,6)	
Ethnie	Peulh	39(5,9)	40(6,8)		55(5,4)	46(4,7)		50(4,5)	40(4,2)	
	Bambara	20(3)	17(2,9)	<i><0,001</i>	20(2)	18(1,9)		20(1,8)	15(1,6)	
	Sarakholé	2(0,3)	1(0,2)		1(0,1)	3(0,3)	<i><0,001</i>	2(0,2)	2(0,2)	<i>0,99</i>
	Malinké	592(89,4)	518(88,5)		928(91,6)	894(92,2)		1027(92,4)	896(93)	
	Dogon	9(1,4)	9(1,5)		9(0,9)	1(0,1)		1(0,1)	1(0,1)	
	Autre	39(5,9)	40(6,8)	<i><0,001</i>	55(5,4)	567(58,2)		12(1,1)	9(0,9)	
Anémie	Anémie+	85(12,8)	178(30,4)		150(14,8)	208(21,3)	<i><0,001</i>	123(11)	166(17,1)	<i><0,001</i>
	Anémie-	577(87,2)	407(69,6)	<i>0,02</i>	864(85,2)	767(78,7)		997(89)	805(82,9)	
Porteur de gamétocytes	Oui	7(1,1)	16(2,7)		77(7,6)	69(7,1)	<i>0,36</i>	13 (1,2)	9(0,9)	<i>0,38</i>
	Non	655(98,9)	569(97,3)		937(92,4)	906(92,9)		1107(98,8)	962(99,1)	
Total		662(100)	585(100)	<i>0,001</i>	1014(100)	975(100)		1120(100)	971(100)	

Les personnes âgées de 15 ans ou plus étaient les plus représentées dans l'échantillon avec environ 40% chaque année. Elles étaient suivies par les enfants âgés 5 à 9 ans avec environ 25% de l'échantillon chaque année. Cette distribution ne variait pas entre les deux périodes de transmission.

Le sexe féminin était le plus représenté à chaque passage transversal avec environ 54%. Cette proportion n'était pas statistiquement différente entre les périodes de transmission.

L'ethnie des Malinkés était la plus représentée avec près de 90% de l'échantillon.

La proportion d'anémie variait chaque année entre les deux passages transversaux. Elle était plus élevée en période de haute transmission comparée à celle de la faible transmission.

La proportion de porteurs de gamétocytes était la plus élevée en 2015 avec environ 7% au cours des deux passages.

5.2. Déterminants du paludisme en fonction du nombre d'épisodes de paludisme et de la période de transmission

Tableau IV : analyse bivariée avec le test statistique de khi2: relation entre 1^{er} nombre d'épisodes de paludisme de chaque participant et les facteurs (âge, sexe, ethnie, année, anémie) en périodes de forte transmission

Facteurs		nombre d'épisodes			p
		0 épisode	1 épisode	2 épisodes ou plus	
		n(%)	n(%)	n(%)	
Sexe	masculin	1443(47)	217(44)	77(39)	0,09
	féminin	1625(53)	275(55,9)	116(60,1)	
Age	moins de 5ans	483(15,7)	59(12)	35(18,2)	<0,001
	5-9ans	777(25,2)	134(27,2)	73(38)	
	10-14ans	591(19,2)	72(14,6)	22(11,5)	
	15ans et plus	1231(39,9)	227(46,1)	62(32,3)	
Ethnie	Peulh	128(4,2)	35(7,1)	21(10,9)	0,07
	Bambara	56(1,8)	15(3)	4(2,1)	
	Sarakholé	7(0,2)	0(0)	0(0)	
	Malinké	2844(92,8)	437(88,8)	162(83,9)	
	Dogon	2(0,1)	0(0)	0(0)	
	autre	28(0,9)	5(1)	6(3,1)	
Année	2014	499(16,20)	118(24)	45(23,3)	<0,001
	2015	729(23,7)	198(40,2)	87(45,1)	
	2016	1854(60,2)	176(35,8)	61(31,6)	
Anémie	anémie	438(14,2)	61(12,4)	25(13)	0,51
	pas d'anémie	2644(85,80)	431(87,6)	168(87)	
Total		3082(100)	492(100)	193(100)	

Les personnes de sexe féminin faisaient plus le paludisme comparées aux masculins en période de forte transmission. 60% des féminins avaient fait au moins deux épisodes de paludisme au cours de cette période. La relation entre le sexe et le paludisme n'était pas statistiquement significative ($p=0,09$).

L'âge était statistiquement associé au paludisme ($p<0,001$). Les proportions les plus élevées de paludisme étaient rencontrées chez les enfants de 5 à 9ans et les personnes âgées de 15 ans et plus. 38% des enfants de 5 à 9ansavaient fait au moins deux épisodes de paludisme au cours de la période de forte transmission.

Les cas de paludisme au cours de la période de forte transmission variaient significativement en fonction de l'année ($p<0,001$). En 2015, 45% des épisodes multiples de paludisme avaient été enregistrés. Par contre en 2016, 60% des personnes suivies n'avaient pas fait de paludisme.

Les personnes anémiées faisaient moins le paludisme comparées à celles qui n'avaient pas d'anémie. 87% des non anémiées avaient fait au moins deux épisodes de paludisme au cours de la période de forte transmission.

Tableau V : analyse bivariée avec le test statistique de khi2 : relation entre le nombre d'épisodes de paludisme de chaque participant et les facteurs (âge, sexe, ethnie, année, anémie) en périodes de faible transmission en 2014 et 2015

Facteurs		nombre d'épisodes			<i>p</i>
		0 épisode n(%)	1 épisode n(%)	2 épisodes ou plus n(%)	
Sexe	masculin	739(45,5)	127(44,7)	9(47,4)	0,09
	féminin	885(54,5)	157(55,3)	10(52,6)	
Age	moins de 5ans	248(15,20)	33(11,6)	6(31,6)	<0,001
	5-9ans	413(25,3)	92(32,4)	5(26,3)	
	10-14ans	319(19,5)	34(12)	0	
	15ans et plus	653(40)	125(44)	8(42,1)	
Ethnie	Peulh	102(6,3)	18(6,3)	2(10,5)	0,07
	Bambara	37(2,3)	6(2,1)	1(5,3)	
	Sarakholé	3(0,2)	1(0,4)	0	
	Malinké	1462(89,9)	258(90,8)	16(84,2)	
	Dogon	1(0,1)	0	0	
	autre	22(1,4)	1(0,4)	0	
Année	2014	654(40)	124(43,7)	6(31,6)	<0,001
	2015	979(60)	160(56,3)	13(68,4)	
	anémie	406(24,9)	80(28,2)	4(21,1)	
	pas d'anémie	1227(75,1)	204(71,8)	15(78,9)	
Total		1633	284	19	

Les personnes de sexe féminin avaient fait plus d'épisode de paludisme comparées aux masculins en période de faible transmission. 52.6% des féminins avaient fait au moins deux épisodes de paludisme au cours de cette période. La relation entre le sexe et le paludisme n'était pas statistiquement significative ($p=0,95$).

L'âge était statistiquement associé au paludisme ($p<0,001$). Les proportions les plus élevées de paludisme étaient rencontrées chez les enfants de 5 à 9ans et les personnes âgées de 15 ans et plus. Les enfants de moins de 5ans avaient fait plus d'épisodes de paludisme au cours de la période de faible transmission avec 31,6%.

Les cas de paludisme au cours de la période de faible transmission ne variaient pas significativement en fonction de l'année ($p=0.378$). En 2015, le plus grand nombre d'épisodes multiples de paludisme avait été enregistré avec 60%.

Les personnes anémiées faisaient moins le paludisme comparées à celles qui n'avaient pas d'anémie. 79% des épisodes multiples de paludisme étaient enregistrés chez les non anémiées au cours de la période de faible transmission. La relation n'était pas statistiquement significative ($p=0,45$).

Tableau VII : analyse multivariée : modèle de régression logistique ordinaire : relation entre le nombre d'épisodes de paludisme de chaque participant et les facteurs (âge, sexe, ethnie, année, anémie, période de transmission)

Facteurs		OR	Intervalle de confiance à 95 %		<i>p</i>
			Borne inférieure	Borne supérieure	
Sexe	masculin	0,89	0,77	1,03	0,125
	féminin (réf)				.
Ethnie	peulh	1,22	0,62	2,41	0,557
	bambara	0,93	0,43	1,99	0,851
	sarakholé	0,36	0,041	3,26	0,367
	malinké	0,74	0,39	1,39	0,353
	dogon	9,32	9,32	9,32	.
	autre				.
Année	2014	2,69	2,21	3,3	0
	2015	2,93	2,44	3,52	0
	2016				.
Age	5-9ans	1,33	1,06	1,66	0,013
	10-14ans	0,71	0,54	0,92	0,011
	15ans et plus	1,11	0,89	1,38	0,325
	moins de 5ans (réf)				.
Anémie	pas d'anémie	1,07	0,88	1,29	0,463
	anémie (réf)				.
période	forte transmission	2,05	1,74	2,42	0
	faible transmission (réf)				.

NB : réf= référence

OR=Odds ratio

Après ajustement pour les autres facteurs dans le modèle (l'âge, l'année, la période de transmission, l'ethnie), les sujets de sexe masculin avaient un risque moins élevé mais non significatif comparés à ceux du sexe féminin de faire un nombre d'épisode de paludisme plus élevé avec $OR=0,89(0,77 ; 1,03)$.

Le risque de faire un nombre plus élevée de paludisme variait en fonction de l'année après avoir ajuster pour les autres facteurs. En 2014 et 2015, le risque d'avoir un nombre plus élevé d'épisodes de paludisme était élevé par rapport à l'année 2016 avec respectivement $OR= 2,69(2,21 ; 3,3)$ et $2,93(2,44 ; 3,52)$.

Les sujets âgés de 5 à 9ans et ceux de 15 ans et plus ajustées pour les autres facteurs avaient un risque élevé de faire plus d'épisodes de paludisme comparés aux enfants de moins de 5 ans $OR=1,33(1,06 ; 1,66)$ et $1,11(0,89 ; 1,38)$. Par contre les enfants âgées de 10 à 14 ans avaient moins de risque comparés à ceux des moins de 5 ans de faire plus d'épisodes de paludisme $OR=0,71(0,54 ; 0,92)$.

Les personnes anémiées ajustées aux autres facteurs avaient un risque plus élevée mais non significatif comparées à celle qui n'avaient pas d'anémie de faire un nombre plus élevé d'épisodes de paludisme $OR=1,07(0,88 ; 1,29)$.

Le risque de faire un nombre plus élevé d'épisode de paludisme en période de forte transmission était plus élevé par rapport à celle de la faible transmission après ajustement pour les autres facteurs avec un $OR=2,05(1,74 ; 2,42)$.

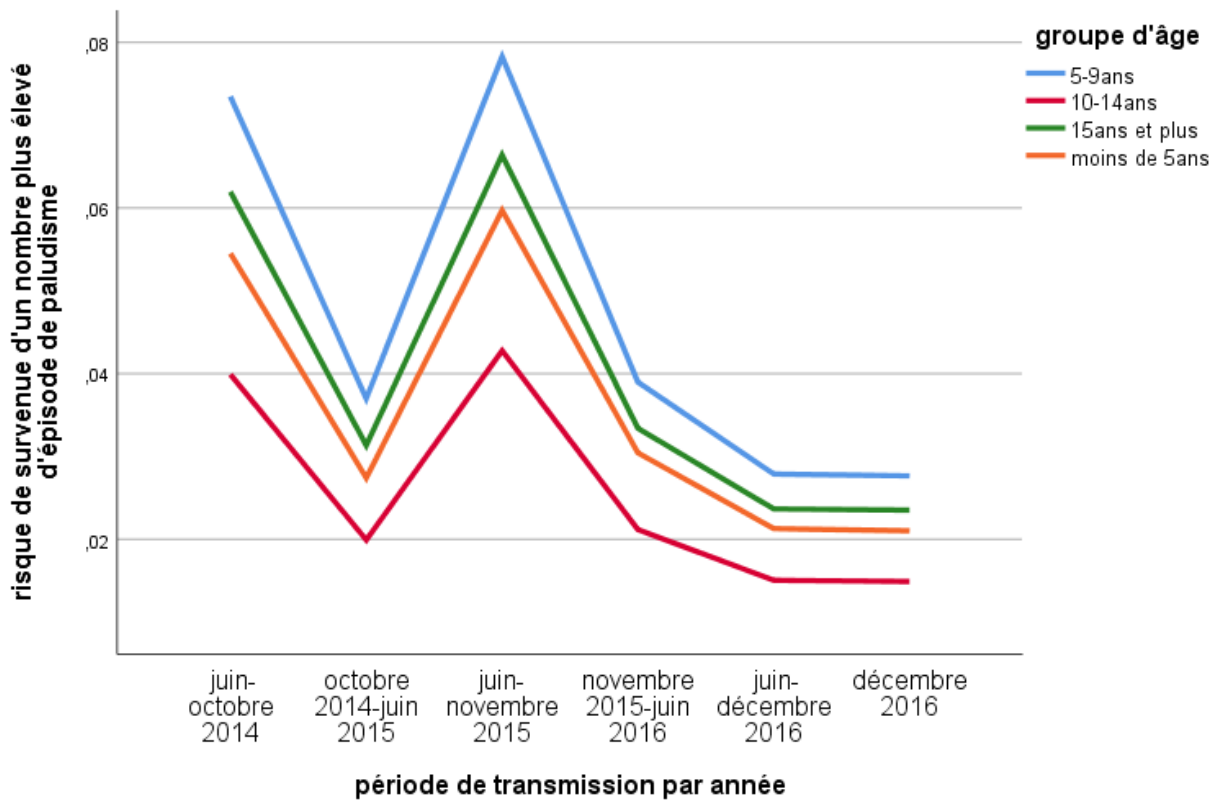


Figure3 : risque de survenue d’un nombre plus élevé d’épisodes de paludisme par groupe d’âge en fonction des périodes de transmission chaque année

A partir de novembre 2015, le risque de survenue d’un nombre plus élevé d’épisodes de paludisme avait diminué chez tous les groupes d’âge à partir du passage de novembre 2015. Les enfants de 5 à 9 ans avaient un risque élevé de survenue d’un nombre plus élevé d’épisodes de paludisme par rapport aux autres groupes d’âge quel que soit la période de transmission. Les enfants de 10 à 14 ans avaient un risque moindre de survenue d’un nombre plus élevé d’épisodes de paludisme par rapport aux autres groupes d’âge.

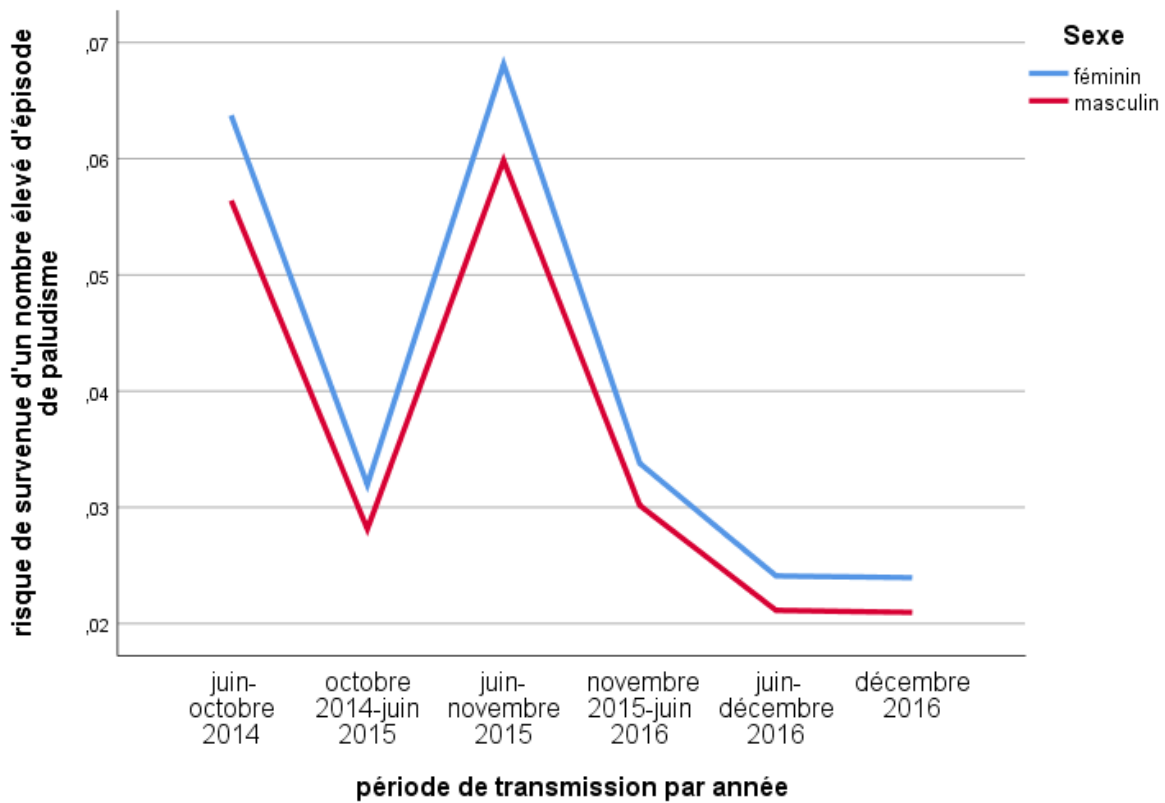


Figure4 : risque de survenue d'un nombre élevé d'épisodes de paludisme par sexe en fonction des périodes de transmission chaque année

Le risque de survenue d'un nombre plus élevé d'épisodes de paludisme était plus élevé chez les personnes de sexe féminin comparé à celles du sexe masculin au cours de chaque période de transmission du paludisme.

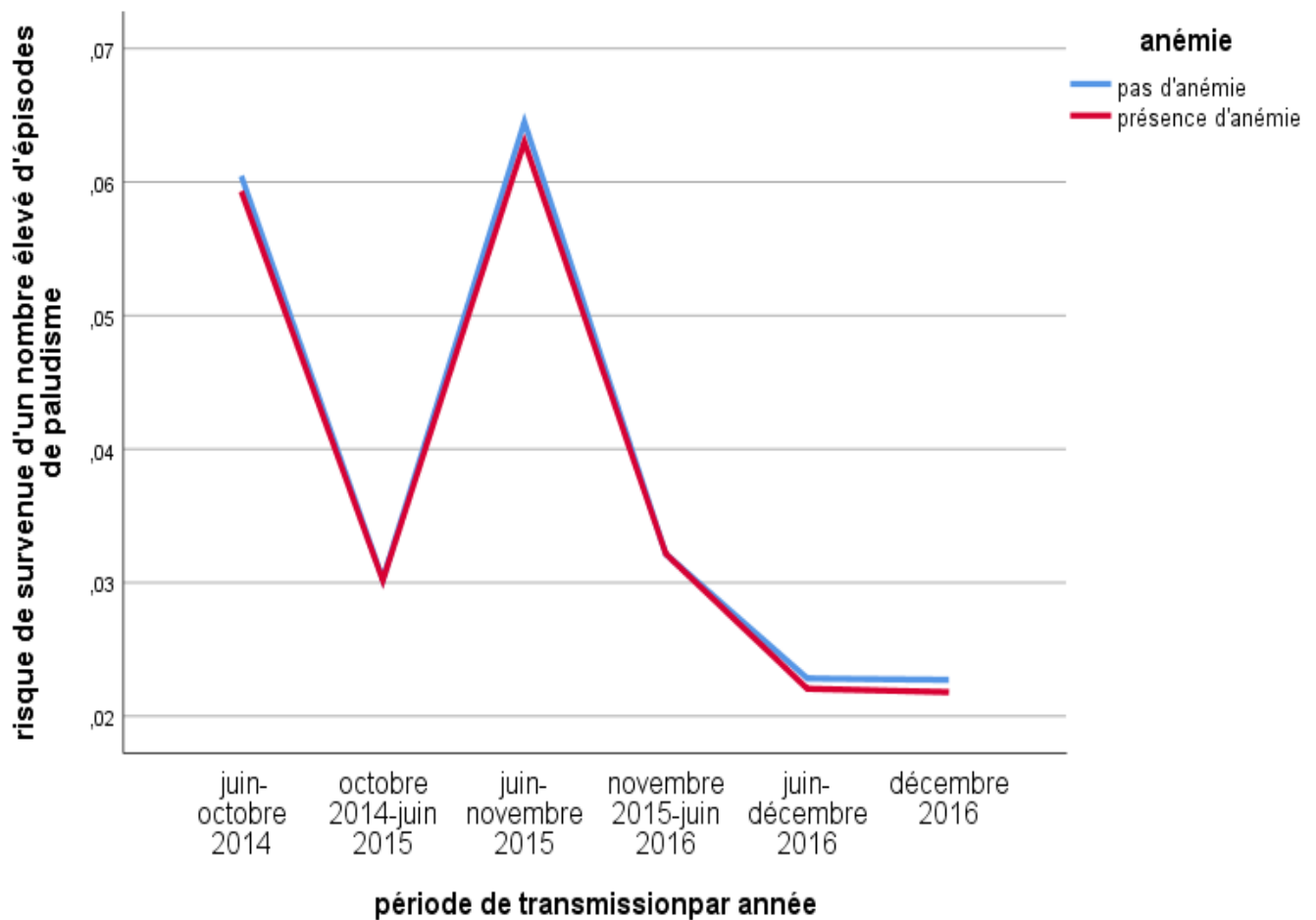
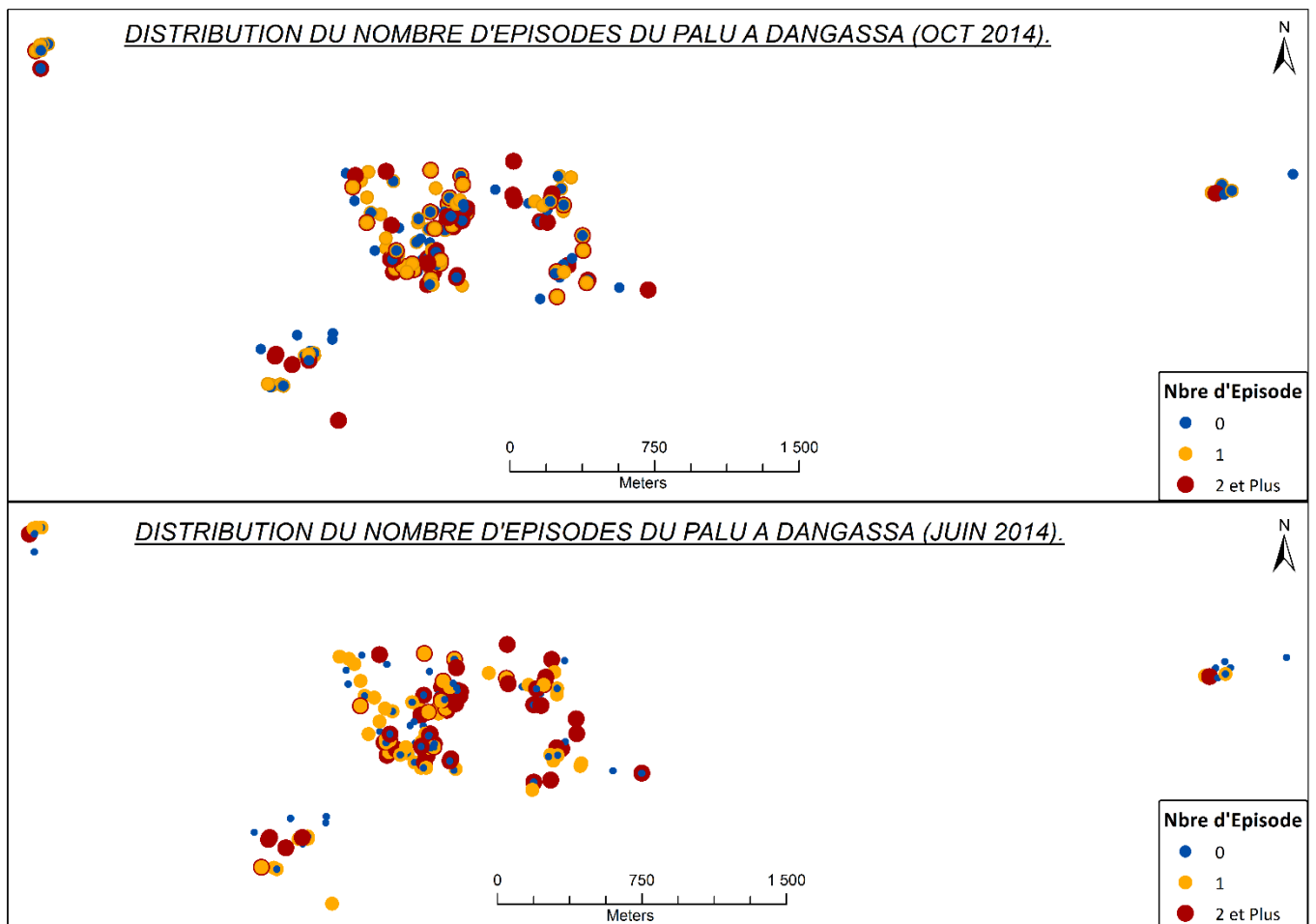


Figure5 : risque de survenue d'un nombre élevé d'épisodes de paludisme pour l'anémie en fonction des périodes de transmission chaque année

Le risque de survenue d'un nombre plus élevé d'épisodes de paludisme en fonction des périodes de transmission était la même chez les personnes non anémiées comparés à celle qui avaient l'anémie. Une légère diminution de ce risque chez les personnes anémiées pendant la période de juin-novembre 2015 et juin-décembre 2016 était observé.

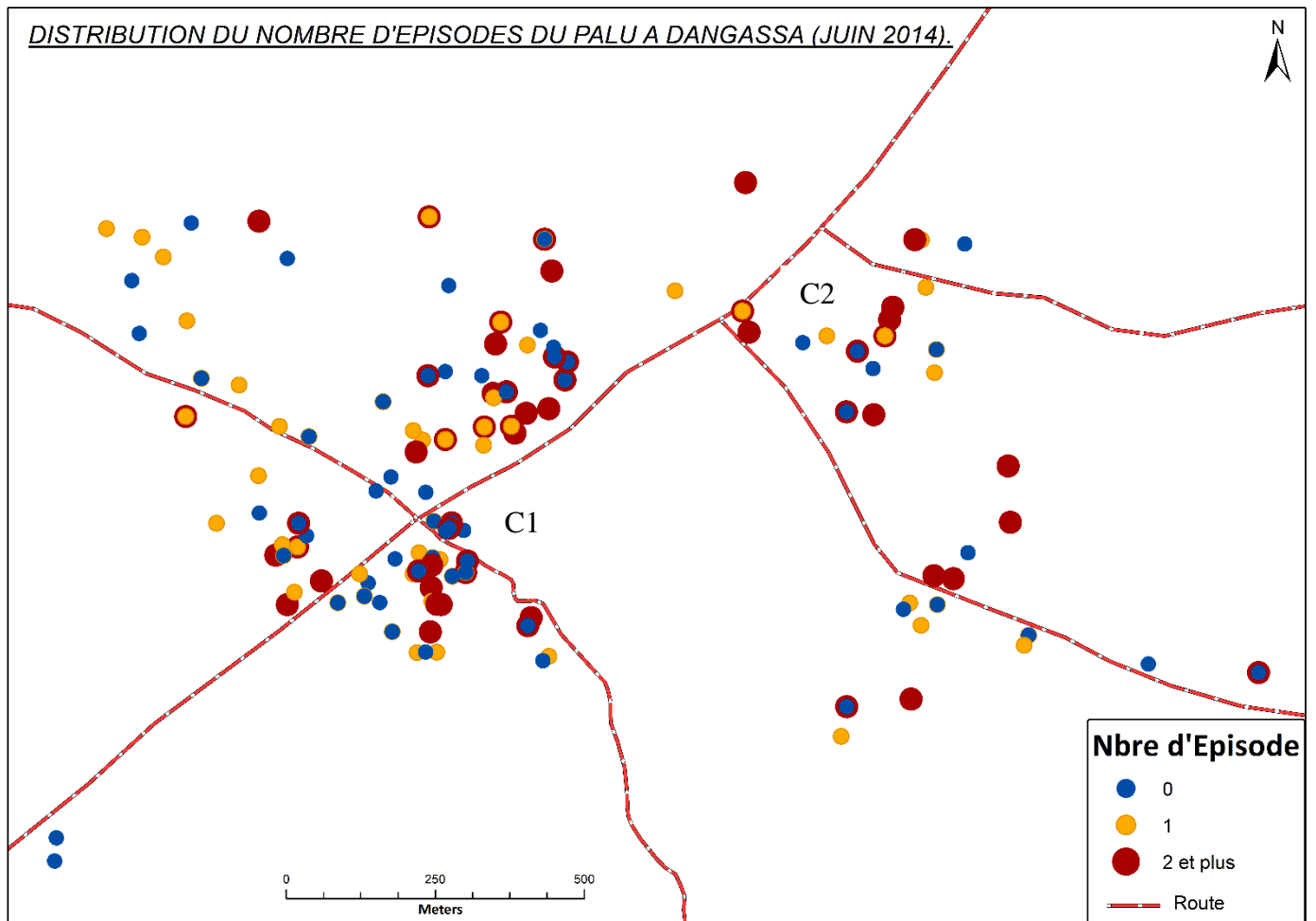
5.3. Distribution spatiale des cas de paludisme en fonction du nombre d'épisode à Dangassa de 2014 à 2016



NB : PALU= paludisme ; juin 2014= période de transmission entre les passages de juin et octobre 2014 ; oct 2014=période de transmission entre les passages d'octobre 2014 à juin 2015

Figure6 : distribution spatiale des épisodes de paludisme à Dangassa après les passages de juin et octobre 2014

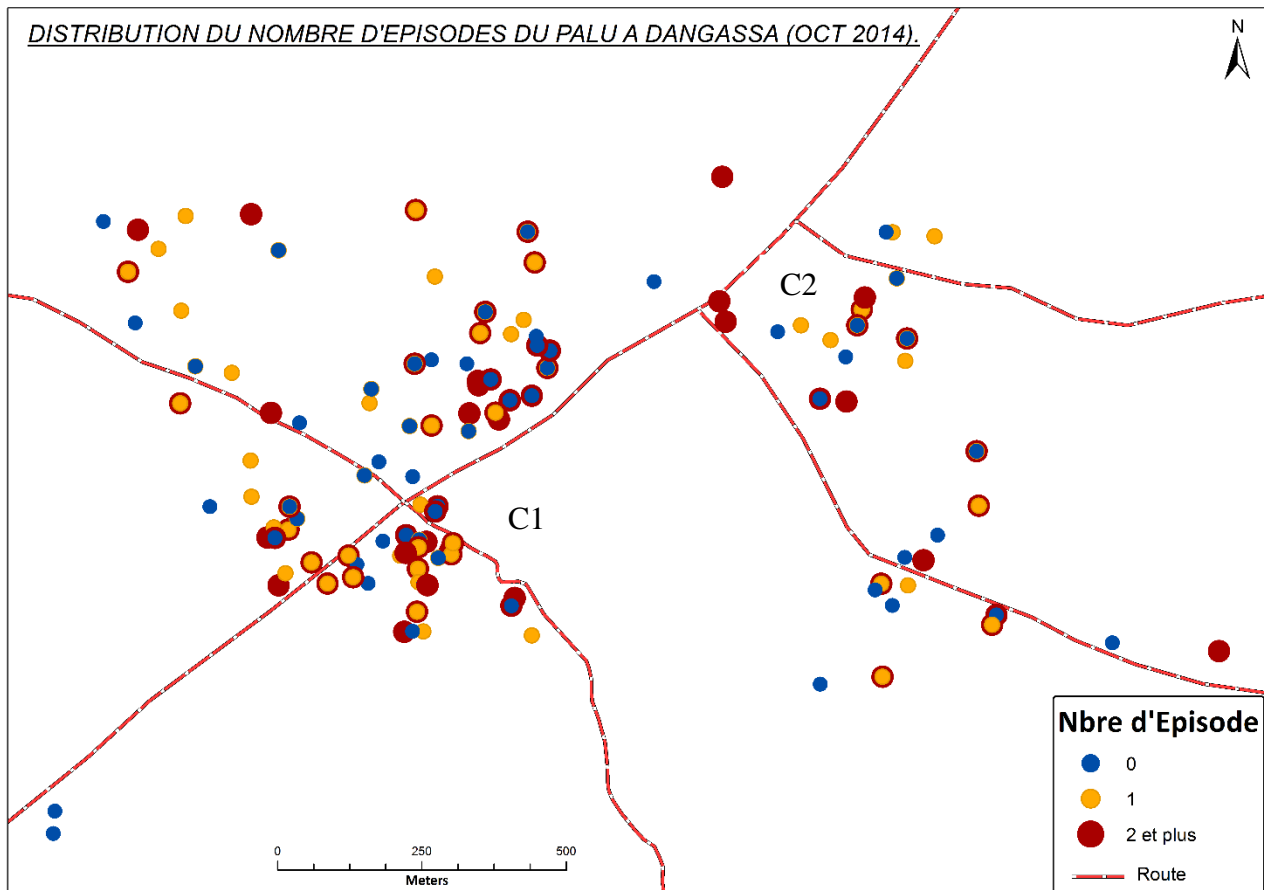
La figure6 montrait une dispersion des cas de paludisme dans tout le village de Dangassa pendant les deux périodes de transmission.



NB : PALU= paludisme ; juin 2014= période de transmission entre les passages de juin et octobre 2014 ; C1 et C2=carrefour

Figure7 : distribution spatiale des épisodes de paludisme à Dangassa après le passage du mois de juin 2014

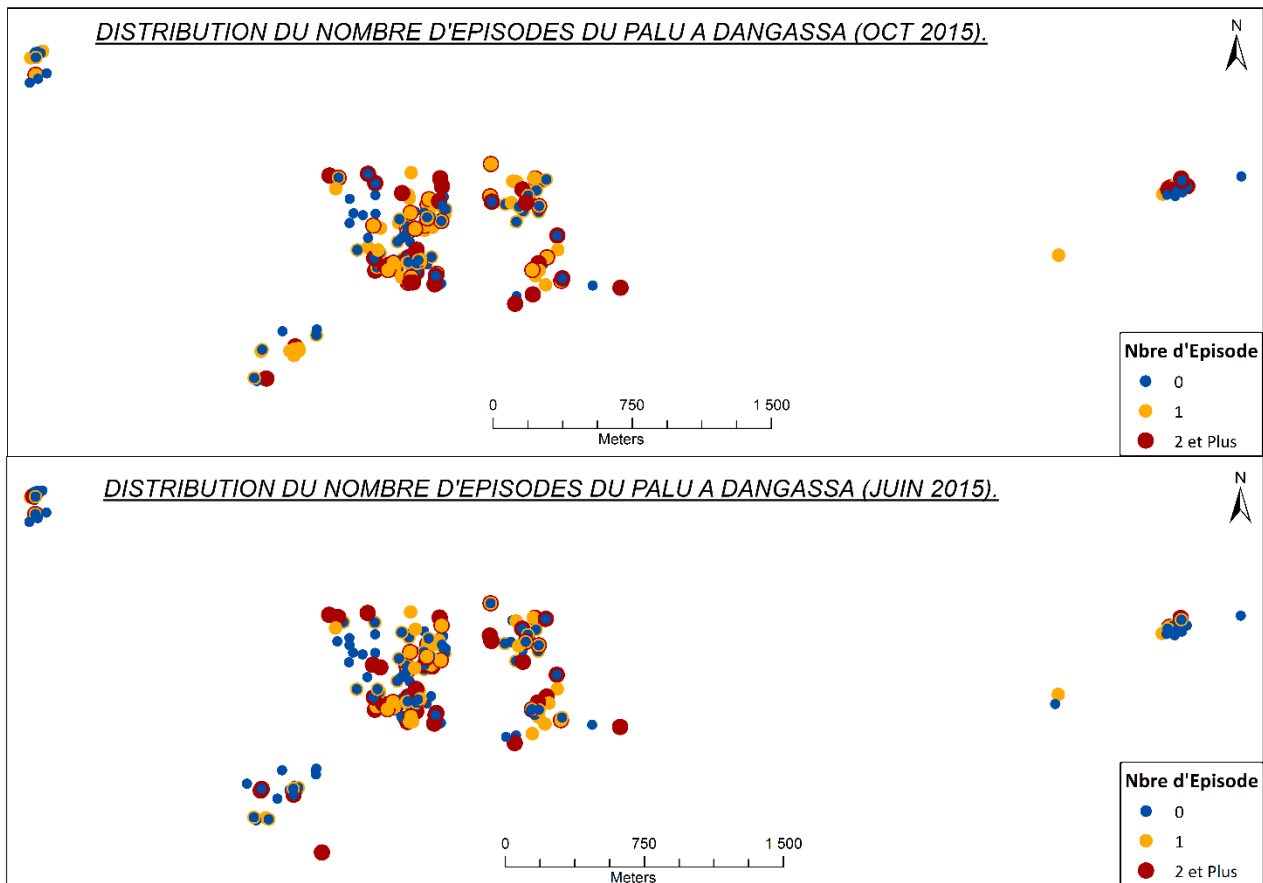
On a observé une dispersion des cas de paludisme dans le village de Dangassa. Les épisodes de paludismes étaient plus denses vers l'ouest. Cependant on pouvait remarquer une forte concentration des nombres élevés d'épisode vers l'ouest autour des carrefours C1 et C2. Entre les deux carrefours les cas de paludisme étaient rares.



NB : PALU= paludisme ; oct 2014= période de transmission entre les passages d'octobre 2014 à juin 2015 ; C1et C2=carrefour

Figure8 : distribution spatiale des épisodes de paludisme à Dangassa après le passage du mois d'octobre 2014

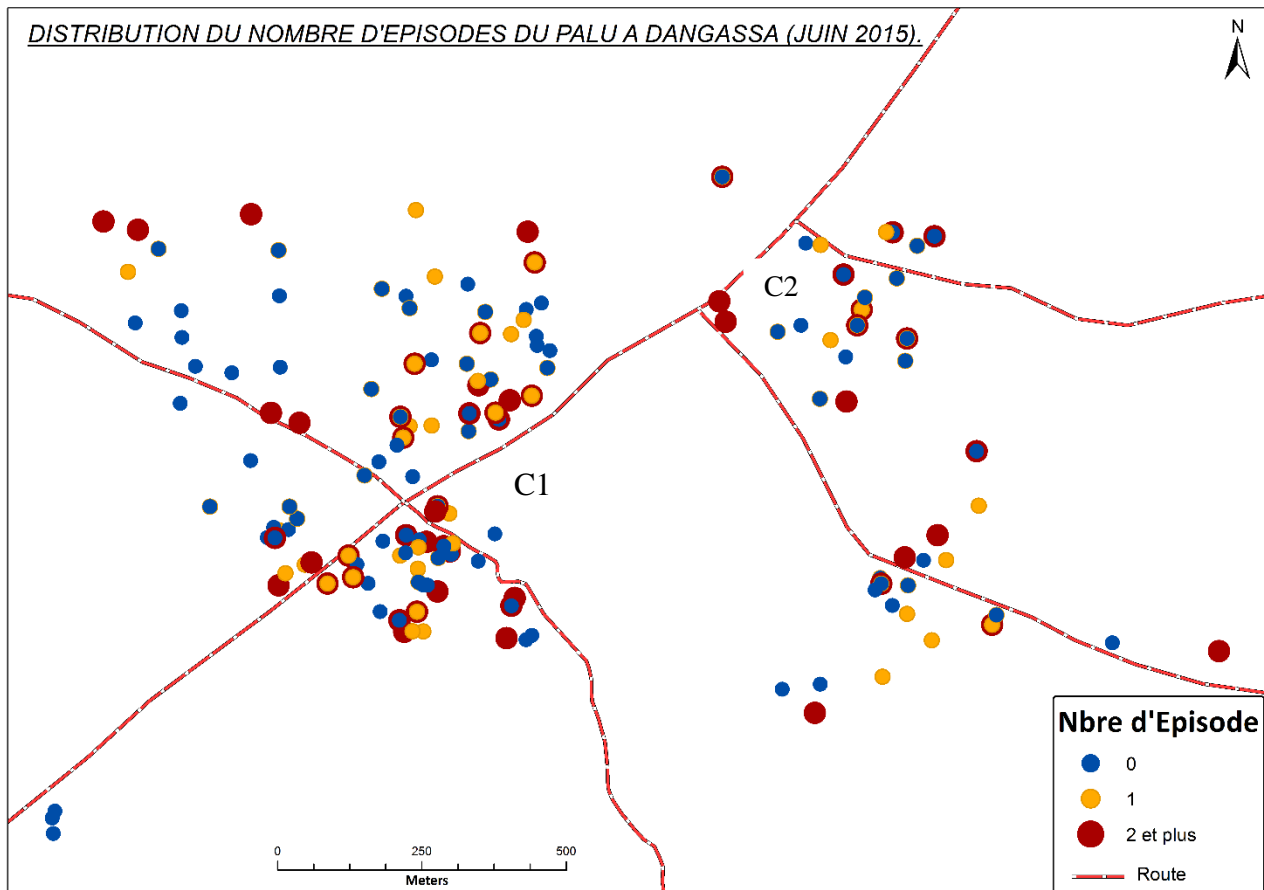
On pouvait observer une dispersion des cas de paludisme dans le village de Dangassa. Les épisodes multiples étaient plus concentrés vers l'ouest autour des carrefours C1 et entre les deux carrefours les cas de paludisme étaient rares.



NB : PALU= paludisme ; juin 2015= période de transmission entre les passages de juin et octobre 2015 ; oct 2015=période de transmission entre les passages d’octobre 2015 et juin 2016

Figure9 : distribution spatiale des épisodes de paludisme à Dangassa après les passages de juin et octobre 2015

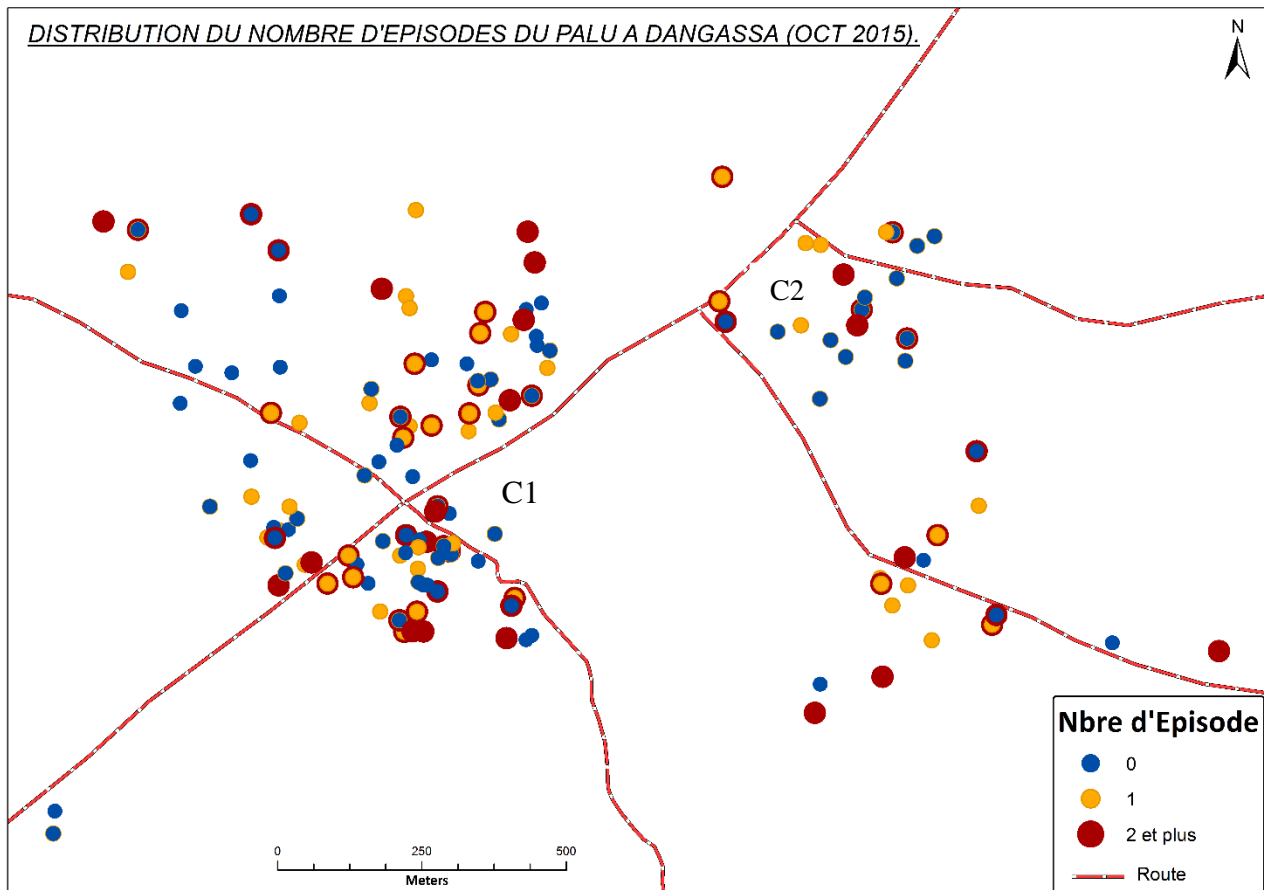
Les épisodes de paludismes étaient dispersés dans tout le village pendant les deux périodes de transmission.



NB : PALU= paludisme ; juin 2015= période de transmission entre les passages de juin et octobre 2015 ; C1 et C2=carrefour

Figure10 : distribution spatiale des épisodes de paludisme à Dangassa après le passage du mois de juin 2015

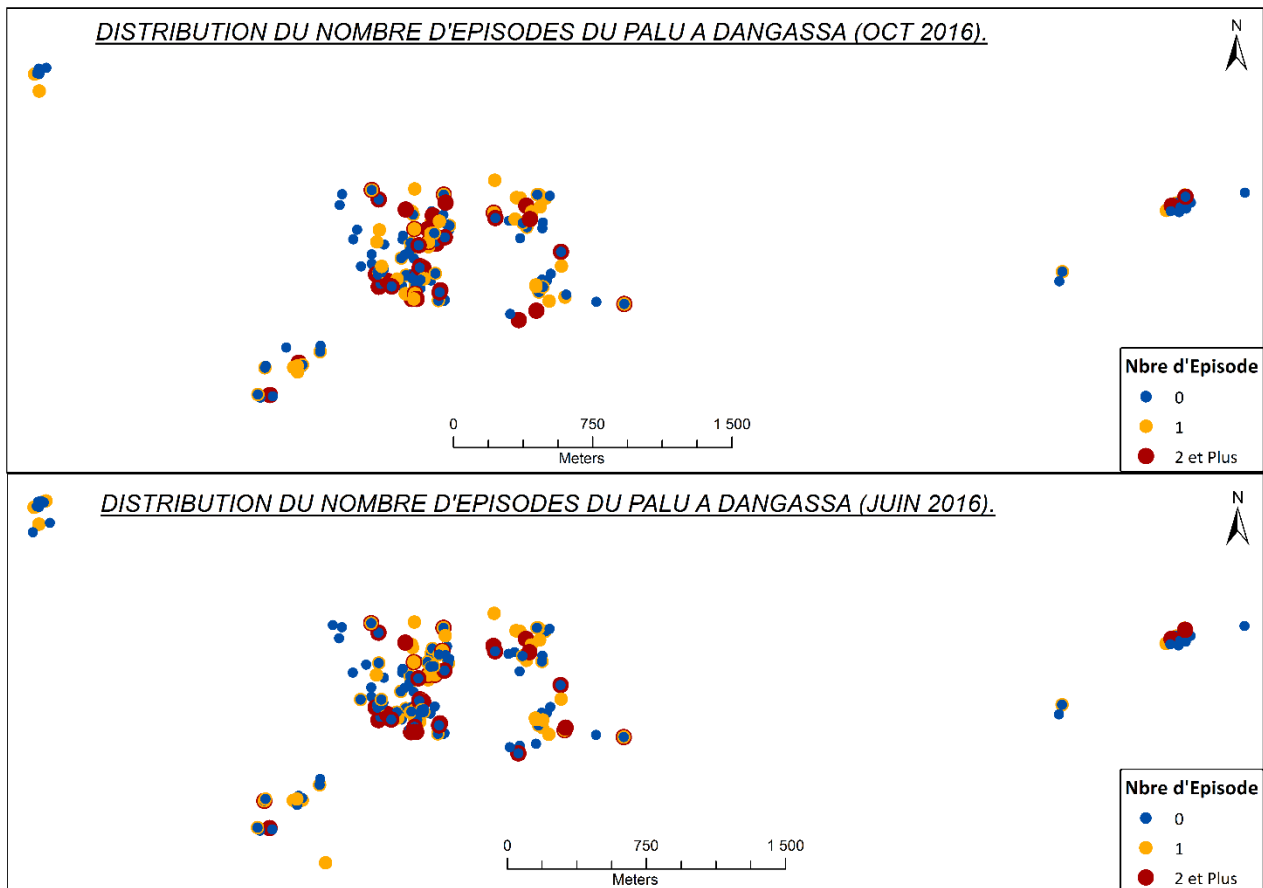
Les épisodes de paludisme étaient beaucoup plus concentrés autour du carrefour C1. La dispersion était moins dense au cours de cette période.



NB : PALU= paludisme ; oct 2015= période de transmission entre les passages d'octobre 2015 et juin 2016 ; C1 et C2=carrefour

Figure11 : distribution spatiale des épisodes de paludisme à Dangassa après le passage du mois d'octobre 2015

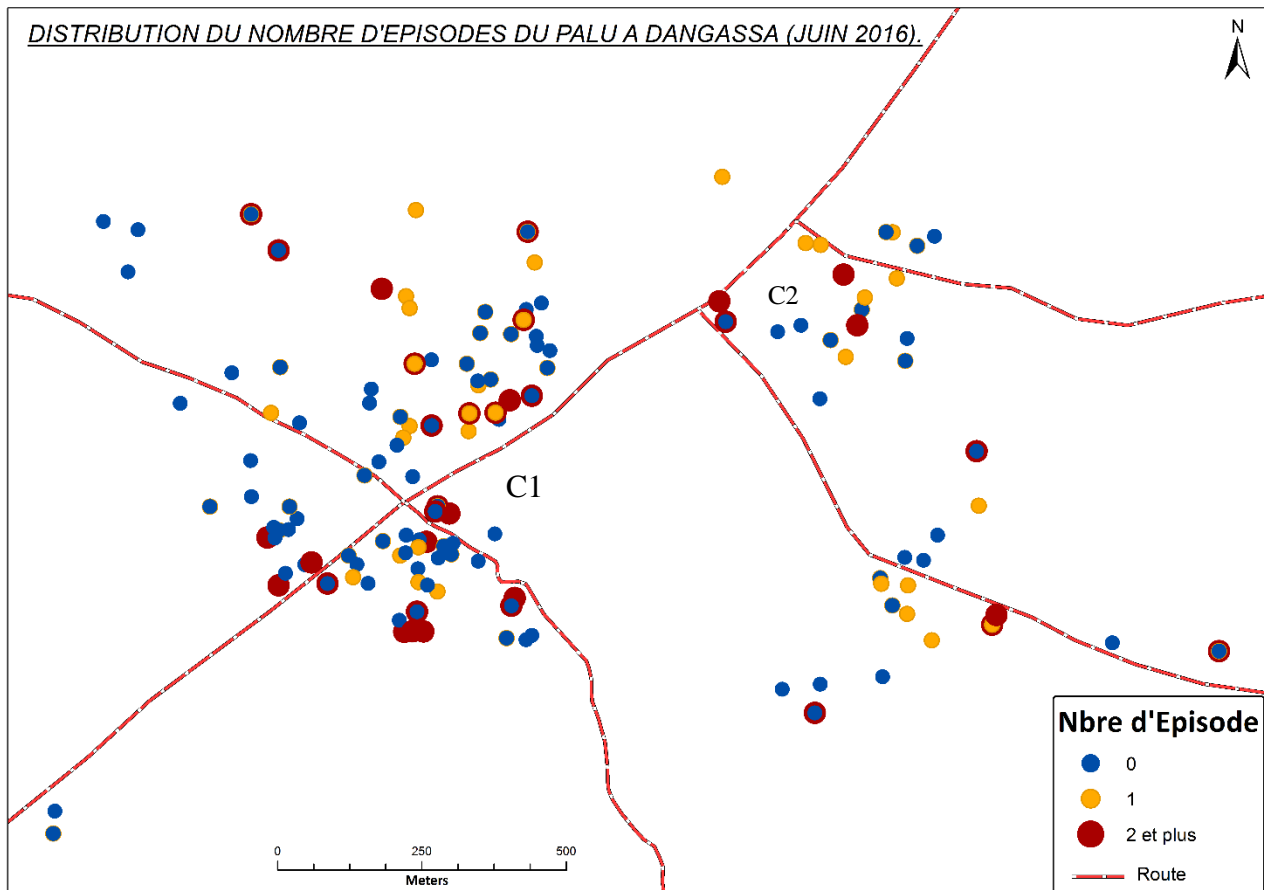
Les épisodes de paludisme étaient moins denses comparés à la période précédente. Les épisodes multiples étaient plus concentrés autour du carrefour C1 vers l'ouest. La dispersion était moins dense.



NB : PALU= paludisme ; juin 2016=période de transmission du paludisme entre les passages de juin et octobre 2016 ; oct2016= période de transmission du paludisme entre les passages d’octobre à décembre 2016

Figure12 : distribution spatiale des épisodes de paludisme à Dangassa après les passages de juin et octobre 2016

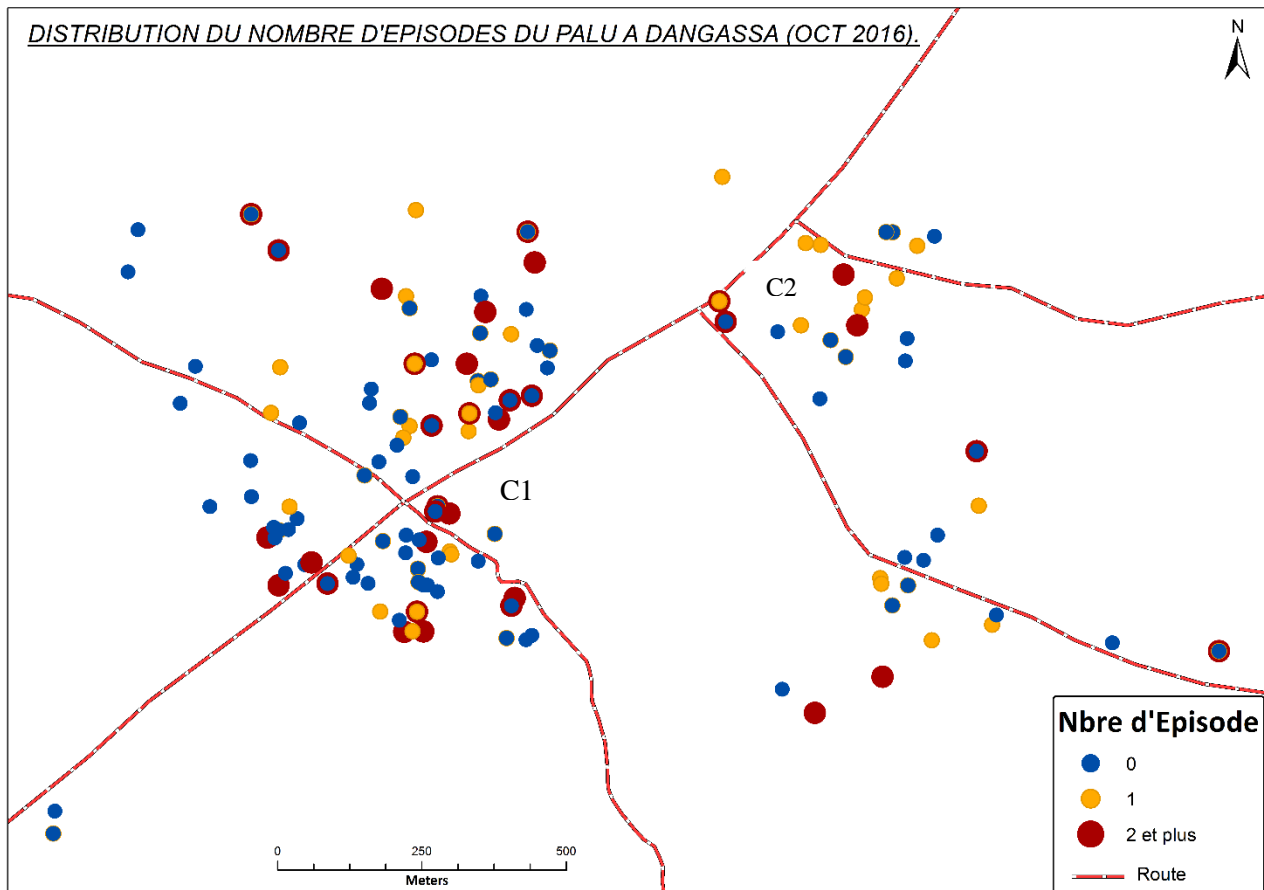
Le même phénomène de dispersion était observé en 2016. Mais les épisodes de paludisme étaient moins denses par rapport aux deux années précédentes.



NB : PALU= paludisme ; juin 2016=période de transmission du paludisme entre les passages de juin et octobre 2016 ; C1 et C2= carrefour

Figure13 : distribution spatiale des épisodes de paludisme à Dangassa après le passage du mois de juin 2016

Les épisodes de paludisme étaient moins denses et beaucoup plus accentués autour du carrefour C1.



NB : PALU= paludisme ;oct 2016= période de transmission entre le passage d'octobre et le mois de décembre 2016

Figure14 : distribution spatiale des épisodes de paludisme à Dangassa après le passage du mois d'octobre 2016

Les épisodes de paludisme étaient moins denses au cours de cette période. Ils étaient plus accentués autour du carrefour C1.

VI. Discussion

Notre étude était basée sur une analyse longitudinale des données des passages transversaux et de la détection passive des cas de paludisme de la cohorte ICEMR1 de Dangassa de 2014 à 2016.

6.1. Relation entre le nombre d'épisodes de paludisme et l'âge

L'âge est défini comme un facteur de vulnérabilité du paludisme. Chez les enfants de moins de 5 ans on estime que le système immunitaire n'est pas assez mature pour faire face aux parasites du paludisme. Dans notre étude enfants âgés de 5-9 ans ajustés pour les autres facteurs avaient un risque plus élevé de faire plus d'épisodes de paludisme comparés aux enfants de moins de 5 ans avec $OR=1,33(1,06 ; 1,66)$. Cette situation pourrait s'expliquer par le fait que les enfants de moins de 5ans sont beaucoup plus protégés par les actions de lutte contre le paludisme. En 2015 la distribution universelle de MII et la chimio prévention saisonnière contre le paludisme chez les enfants âgés de 3 à 59 mois ont été initiés dans le village par le projet ICEMR1 en collaboration avec le PNLP. Une étude réalisée par Touré M *et al* (19) dans la ville de Sélingué au Mali en 2011 montre également que les enfants de 5-9 ans sont beaucoup plus exposés au risque de paludisme comparés à ceux qui ont un âge inférieur à 5 ans aussi bien pendant la période de haute transmission que pendant celle de la basse transmission avec $OR=2.3(1.6 ; 3.4)$ en octobre et $3.7(2.6 ; 5.5)$ en juillet. Contrairement à notre étude, Dicko A. *et al* (20) trouvent l'incidence la plus élevée de paludisme chez les enfants de moins de 5 ans au cours d'étude réalisée à Sotuba et Donéguébougou au Mali en 1999-2000. Mwangi T W *et al* (7) au Kenya trouvent une susceptibilité plus élevée au paludisme chez les enfants de moins de moins de 5 ans. Nous avons également constaté que les enfants âgés de 10 à 14 ans avaient moins de risque comparés à ceux des moins de 5 ans de faire plus d'épisodes de paludisme $OR= 0,71(0,54 ; 0,92)$. Ceci pourrait être le fait de l'acquisition de l'immunité contre le paludisme avec l'âge.

6.2. Relation entre le nombre d'épisodes de paludisme et le sexe

Le risque de survenue d'un nombre plus élevé d'épisodes de paludisme était moins élevé chez les personnes de sexe masculin comparées à celles du sexe féminin avec $OR=0,89(0,77 ; 1,03)$. En 2012, Ayele *et al* (21) trouvent également en Ethiopie un risque plus élevé de survenue de paludisme chez les personnes de sexe féminin comparé aux masculins. Par contre les résultats de Diallo M(22) en 2015 montrent un risque plus grand chez le sexe masculin.

6.3. Relation entre l'anémie et le nombre d'épisodes de paludisme

Les personnes anémiées ajustées aux autres facteurs avaient un risque plus élevée comparées à celle qui n'avaient pas d'anémie de faire un nombre plus élevé d'épisodes de paludisme OR=1,07(0,88 ; 1,29). Cette différence n'était pas statistiquement significative. Cette anémie pourrait être liée à d'autres types de pathologie telle que la drépanocytose par exemple ou la bilharziose. Mais la cause de l'anémie n'a pas été déterminée dans notre étude. Ceci pourrait être l'objet d'une recherche dans le même site.

6.4. Relation entre la période de transmission et le nombre d'épisodes de paludisme

En période de forte transmission, le risque de survenue d'un nombre plus élevé d'épisode de paludisme était deux fois plus élevé par rapport à celui de la faible transmission après ajustement pour les autres facteurs avec un OR=2,05(1,74 ; 2,42). La période de forte transmission au Mali coïncide avec la saison des pluies où une grande quantité d'eau est versée sur le territoire. Ceci crée un environnement d'humidité favorable au développement et à la multiplication des moustiques responsables de la transmission du paludisme. Ceci pourrait expliquer le risque élevé de survenue de multiples épisodes au cours de cette période. L'étude de Sissoko M S *et al* (23) en 1998 à Niono au Mali montre également que l'incidence du paludisme est plus élevée pendant la saison des pluies (3,2 pour 1 000 enfants par jour), alors qu'elle était plus faible pendant la saison sèche (0,6 pour 1 000 enfants par jour). Contrairement à notre étude, celle de Mwangi et al (24) en 2005 constate un nombre plus élevé d'épisodes cliniques de paludisme par personne et par an chez les personnes vivant dans une zone de faible transmission du paludisme, par rapport au nombre d'épisodes dans celles provenant d'une zone de transmission élevée (0,84 contre 0,55 épisodes / personne / an) ; rapport de taux d'incidence, 0,66 [intervalle de confiance à 95%, 0,61–0,72]; $p < 0,001$).

6.5. Risque de survenue d'un nombre élevé de paludisme en fonction de l'année

Le risque de survenue d'un nombre plus élevée de paludisme variait en fonction de l'année après avoir ajustée pour les autres facteurs. En 2014 et 2015, le risque d'avoir un nombre plus élevé d'épisodes de paludisme était approximativement trois fois plus élevé par rapport à l'année 2016 avec respectivement OR= 2,69 (2,21 ; 3,3) et 2,93(2,44 ; 3,52). La saison des pluies a commencé plus tôt que prévu au Mali en 2015 avec une pluviométrie beaucoup plus importante par rapport à celle attendue. Ceci est facteur favorable à la transmission du paludisme. Cette situation pourrait peut-être expliquer le risque plus important de survenue d'épisodes multiples de paludisme en 2015. Le risque moindre en 2016 pourrait être le fait de l'initiation en 2015 par le PNLN en collaboration avec le projet ICEMR1 de la couverture universelle en moustiquaire

imprégnées et la chimio prévention contre le paludisme saisonnier chez les enfants de moins de 5 ans dans le village(14).

6.6. Distribution spatiale des épisodes de paludisme

Les épisodes de paludisme étaient beaucoup plus denses et dispersés dans le village. Ils étaient plus accentués autour du carrefour C1 vers l'ouest du village. Ce carrefour est le plus proche du bras du fleuve Niger qui passe à l'ouest du village. Il existerait probablement des points chauds de transmission non loin des carrefours C1 et C2. Par contre, entre ces deux carrefours les épisodes de paludisme se faisaient plus rares. Il serait plus intéressant d'approfondir les analyses sur la distribution spatiale dans tout le village dans le but d'identifier les points chauds de la transmission du paludisme afin d'y concentrer les efforts de lutte antipaludique. L'étude de Coulibaly D et al(25) montre une hétérogénéité spatiale de la transmission du paludisme à Bandiagara au Mali en 2010 avec l'existence de deux points chauds de transmission le long de la rivière Yamé.

L'une des limites de cette analyse spatiale est que les coordonnées GPS de certains ménages de l'étude n'étaient pas disponibles. Cependant nous n'avons pu mesurer correctement les corrélations entre les différents ménages où les épisodes multiples sont survenus.

VII. Conclusion

Notre étude qui était basée sur une analyse longitudinale de l'incidence des multiples épisodes de paludisme et leur distribution spatiale à Dangassa de 2014 à 2016 a montré que le risque de survenue de nombre plus élevé d'épisodes de paludisme a diminué en 2016. Cette situation pourrait probablement être associée à l'accentuation des différentes interventions de lutte antipaludique dans le village. La population vulnérable à un grand risque de survenue d'un nombre élevé d'épisode de paludisme tend à ce déplacé vers les enfants de 5 à 9 ans. Cela pourrait être lié à l'introduction de la chimio prévention contre le paludisme saisonnier chez les enfants de moins de 5 ans.

Nos résultats ont montré qu'il existerait probablement des points chauds de transmission du paludisme dans le village. Cependant des études ultérieures s'avèrent nécessaires pour pouvoir mesurer correctement ce phénomène.

VIII. Recommandations

Au terme de cette étude nous formulons les recommandations suivantes

- Aux autorités

- Elargir la chimio prévention contre le paludisme saisonnier aux enfants de 10 à 14 ans
- Etendre la détection passive des cas de paludisme à toute la population de Dangassa
- Intégrer les outils du système d'information géographique à la surveillance du paludisme

- Aux chercheurs

- Initier de nouvelles études pour déterminer la cause de l'anémie dans la population et déterminer la part du paludisme dans la survenue de cette anémie
- Approfondir les recherches sur la distribution spatiale des épisodes de paludisme afin d'identifier correctement les ponts chauds de la transmission afin de bien orienter les différentes actions de lutte antipaludique

IX. Références

1. WHO. Stratégie technique mondiale de lutte contre le paludisme 2016-2030. Report No.: ISBN 978 92 4 256499 0.
 2. WHO. World malaria report 2017. Geneva; 2017. Report No.: ISBN 978-92-4-156552-3.
 3. Aubry P, Gaüzère B-A. Médecine Tropicale: Paludisme, Actualités 2018 [updated 24 janvier 2019. Available from: www.medecinetropicale.com.
 4. PNLP. Plan stratégique de lutte contre le paludisme 2018-2022. 2018.
 5. CPS/SSDSPF., INSTAT/MPATP., INSTAT/MPATP., ICF. Enquête Démographique et de Santé au Mali 2012-2013. Rockville, Maryland, USA; 2014.
 6. Rono J, Farnert A, Murungi L, Ojal J, Kamuyu G, Guleid F, et al. Multiple clinical episodes of Plasmodium falciparum malaria in a low transmission intensity setting: exposure versus immunity. BMC medicine. 2015;13:114.
 7. Mwangi TW, Fegan G, Williams TN, Kinyanjui SM, Snow RW, Marsh K. Evidence for over-dispersion in the distribution of clinical malaria episodes in children. PloS one. 2008;3(5):e2196.
 8. Smith DL, Dushoff J, Snow RW, Hay SI. The entomological inoculation rate and Plasmodium falciparum infection in African children. Nature. 2005;438(7067):492-5.
 9. Trape JF, Pison G, Spiegel A, Enel C, Rogier C. Combating malaria in Africa. Trends in parasitology. 2002;18(5):224-30.
 10. WHO. World malaria report. 2018. Geneva; 2018. Report No.: ISBN 978-92-4-156469-4.
 11. DOUMBO O, OUATTARA NI, KOITA O, MAHARAUX A, TOURE YT, TRAORE SF, et al. APPROCHE ECO-GEOGRAPHIQUE DU PALUDISME EN MILIEU URBAIN LA VILLE DE BAMAKO AU MALI. ECOL HUM 1989;Vol. VIII:3-15. .
 12. Prevention C-CfDCa. CDC - Malaria - About Malaria - Biology 2019 [updated 2019-01-28T01:38:54Z/.
 13. Cycle évolutif du Plasmodium . [
 14. ICER-Mali. projet ICEMR: Recherche pluridisciplinaire pour la prévention et la lutte contre le paludisme en Afrique de l'Ouest. 2012.
 15. Adomako-Ankomah Y, Chenoweth MS, Durfee K, Doumbia S, Konate D, Doumbouya M, et al. High Plasmodium falciparum longitudinal prevalence is associated with high
- Dr Aïssata Massambou SACKO


- multiclonality and reduced clinical malaria risk in a seasonal transmission area of Mali. *PloS one*. 2017;12(2):e0170948.
16. Bejon P, Williams TN, Liljander A, Noor AM, Wambua J, Ogada E, et al. Stable and unstable malaria hotspots in longitudinal cohort studies in Kenya. *PLoS medicine*. 2010;7(7):e1000304.
 17. Duvignaud A, Denoeud-Ndam L, Akakpo J, Agossou KV, Afangnihoun A, Komongui DG, et al. Incidence of malaria-related fever and morbidity due to *Plasmodium falciparum* among HIV1-infected pregnant women: a prospective cohort study in South Benin. *Malaria journal*. 2014;13:255.
 18. Coulibaly D, Travassos MA, Tolo Y, Laurens MB, Kone AK, Traore K, et al. Spatio-Temporal Dynamics of Asymptomatic Malaria: Bridging the Gap Between Annual Malaria Resurgences in a Sahelian Environment. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 2017;97(6):1761-9.
 19. Toure M, Sanogo D, Dembele S, Diawara SI, Oppfeldt K, Schioler KL, et al. Seasonality and shift in age-specific malaria prevalence and incidence in Binko and Carriere villages close to the lake in Selingue, Mali. *Malaria journal*. 2016;15:219.
 20. Dicko A, Sagara I, Diemert D, Sogoba M, Niambele MB, Dao A, et al. Year-to-year variation in the age-specific incidence of clinical malaria in two potential vaccine testing sites in Mali with different levels of malaria transmission intensity. *The American journal of tropical medicine and hygiene*. 2007;77(6):1028-33.
 21. Ayele DG, Zewotir TT, Mwambi HG. Prevalence and risk factors of malaria in Ethiopia. *Malaria journal*. 2012;11:195.
 22. Diallo M. *Epidémiologie du paludisme: comprendre la vulnérabilité et la résistance des individus à l'infection à Dangassa [Mémoire]: Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako; 2015.*
 23. Sissoko MS, Dicko A, Briet OJ, Sissoko M, Sagara I, Keita HD, et al. Malaria incidence in relation to rice cultivation in the irrigated Sahel of Mali. *Acta tropica*. 2004;89(2):161-70.
 24. Mwangi TW, Ross A, Snow RW, Marsh K. Case definitions of clinical malaria under different transmission conditions in Kilifi District, Kenya. *The Journal of infectious diseases*. 2005;191(11):1932-9.
 25. Coulibaly D, Rebaudet S, Travassos M, Tolo Y, Laurens M, Kone AK, et al. Spatio-temporal analysis of malaria within a transmission season in Bandiagara, Mali. *Malaria Journal*. 2013;12:82.

Annexe

Tableau I : Taux d'hémoglobine pour diagnostiquer l'anémie (g/l)

Population	Taux d'hémoglobine dans le sang en g/l			
	Pas d'anémie	Légère	Modérée	Grave
Enfants de 6-59mois	≥110	100-109	70-99	<70
Enfants de 5-11ans	≥115	110-114	80-109	<80
Enfants de 12-14ans	≥120	110-119	80-109	<80
Femmes non enceintes	≥120	110-119	80-109	<80
Femmes enceintes	≥110	100-109	70-99	<70
Homme ≥15ans	≥130	100-129	70-99	<80

Source: FAO, WHO. World Declaration and Plan of Action for Nutrition. International Conference on Nutrition. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, December 1992. (<http://whqlibdoc.who.int/hq/1992/a34303.pdf>, consulté 7 juin 201

	West African ICEMR CRF 2 - Passive Case Detection	Study ID: <input type="text"/>
---	--	--------------------------------

A. GENERAL INFORMATION	
A.1	Census ID: <input type="text"/>
A.5	Date of visit <input type="text"/> (Day) - (Month) - (Year)

B. RECENT HISTORY OF FEVER AND OTHER SYMPTOMS IN THE PAST 2 WEEKS			
B.1	Fever	1 - <input type="checkbox"/> Yes	0 - <input type="checkbox"/> No
B.2	Chills	1 - <input type="checkbox"/> Yes	0 - <input type="checkbox"/> No
B.3	Headache	1 - <input type="checkbox"/> Yes	0 - <input type="checkbox"/> No
B.4	Muscle aches	1 - <input type="checkbox"/> Yes	0 - <input type="checkbox"/> No
B.5	Nausea	1 - <input type="checkbox"/> Yes	0 - <input type="checkbox"/> No
B.6	Vomiting	1 - <input type="checkbox"/> Yes	0 - <input type="checkbox"/> No
B.7	Antimalaria treatment	1 - <input type="checkbox"/> Yes	0 - <input type="checkbox"/> No
B.8	Antibiotic	1 - <input type="checkbox"/> Yes	0 - <input type="checkbox"/> No
B.9	ITN Use (Past 24 H)	1 - <input type="checkbox"/> Yes	0 - <input type="checkbox"/> No

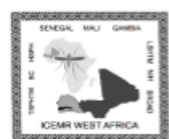
C. CLINICAL EXAMINATION		
C.1	Body weight	_____.____ (Kg)
C.2	Body temperature	_____.____ (°C)
C.3	Respiration rate (measure for one minute with subject not crying) :	____ (/min)
C.4	Heart rate (measured for one minute with subject not crying) :	____ (/min)
C.5	Blood pressure	____ / ____ (mmHg)

D. OBSERVED PHYSICAL SIGNS		
D.1	Coma	1 - <input type="checkbox"/> Yes 0 - <input type="checkbox"/> No
	D.1.1 if yes Blantyre coma score	____ (1 to 5)

Version 2.0

Page 1 of 6

6 June 2013

	West African ICMR CRF 2 - Passive Case Detection	Study ID: _____
--	---	------------------------

D.2	Convulsion	1 - <input type="checkbox"/> Yes	0 - <input type="checkbox"/> No
D.3	Prostration	1 - <input type="checkbox"/> Yes	0 - <input type="checkbox"/> No
D.4	Icterus (Yellow skin/Jaundice)	1 - <input type="checkbox"/> Yes	0 - <input type="checkbox"/> No
D.5	Splenomegaly (spleen palpable below coastal margin)	1 - <input type="checkbox"/> Yes	0 - <input type="checkbox"/> No
D.6	Hepatomegaly (liver palpable below coastal margin)	1 - <input type="checkbox"/> Yes	0 - <input type="checkbox"/> No

E. SAMPLE COLLECTION			
E.1	RDT Done?	1 - <input type="checkbox"/> Yes	0 - <input type="checkbox"/> No
E.2	RDT (HRP2) Positive?	1 - <input type="checkbox"/> Yes	0 - <input type="checkbox"/> No
E.3	Sample taken for hemoglobin measurement	1 - <input type="checkbox"/> Yes	0 - <input type="checkbox"/> No
E.4	Hemoglobin Result	_____.____ g/dl	
E.5	Thick and Thin blood smear collected on slide?	1 - <input type="checkbox"/> Yes	0 - <input type="checkbox"/> No
E.6	Sample collected on filter paper in a 14 mm circle?****	1 - <input type="checkbox"/> Yes	0 - <input type="checkbox"/> No
	E.6.1 Number of blood spots collected	1 - <input type="checkbox"/> One	0 - <input type="checkbox"/> Two
E.7	Sample collected into an EDTA tube?	1 - <input type="checkbox"/> Yes	0 - <input type="checkbox"/> No

