

Profil saisonnier du recours aux soins palustres dans un contexte de lutte anti larvaire dans le district sanitaire de Nouna, au Burkina Faso

Ylassa BARRY¹, Issouf TRAORE^{2*},
Peter DAMBACH³, Ali SIE¹ et
Rainer SAUERBORN³

Résumé

Une campagne de lutte antilarvaire contre le paludisme à l'aide du biolarvicide de type *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) a été mise en œuvre dans le district sanitaire de Nouna au Burkina Faso. Cet article analyse le profil saisonnier du recours aux soins palustres, puis évalue l'effet du *Bti* sur la transmission du paludisme dans le district. Les données proviennent des registres de consultation des formations sanitaires du district. Le profil saisonnier du recours aux soins a été analysé à l'aide de la méthode de décomposition STL (Seasonal-Trend decomposition using LOESS). La méthode de la double différence a permis d'évaluer l'effet du *Bti* sur le recours aux soins. Entre 2013 et 2016, 75519 cas de recours aux soins palustres ont été enregistrés avec une moyenne annuelle de 18853 cas. Le profil du recours aux soins est permanent et saisonnier. Les pics apparaissent pendant la saison pluvieuse. La décomposition par la méthode STL du profil a permis d'observer une saisonnalité à double pics apparaissant en août et en octobre chez les enfants et à un pic apparaissant en octobre chez les adultes. La double différence a permis de montrer que l'effet du *Bti* n'a pas induit de changement dans le profil saisonnier du recours aux soins palustres.

Mots clés : Larvicide, Paludisme, Recours aux soins, Burkina Faso

Seasonal profile of malaria care in the context of larvae control in the health district of nouna, burkina faso

Abstract

A malaria control campaign using the biolarvicide *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) was implemented in the Nouna health district in Burkina Faso. This paper analyses the seasonal pattern of malaria care use and then assesses the effect of *Bti* on malaria transmission in the district. The data were obtained from the consultation registers of the district's health facilities. The seasonal pattern of health care seeking was analysed using the Seasonal-Trend decomposition using LOESS (STL). The

¹ Centre de Recherche en Santé de Nouna, Burkina Faso

² Université Thomas SANKARA, Burkina Faso

³ Université de Heidelberg, Allemagne

*Auteur correspondant : t_issouf2000@yahoo.fr

double-difference method was used to assess the effect of Bti on healthcare use. Between 2013 and 2016, 75519 cases of malaria care seeking were recorded with an annual average of 18853 cases. The pattern of care seeking is permanent and seasonal. Peaks occur during the rainy season. The STL decomposition of the profile showed a seasonal pattern with double peaks appearing in August and October for children and one peak appearing in October for adults. The double difference showed that the effect of *Bti* is not noticeable on the seasonal use of malaria care.

Keywords: Larvicide, Malaria, Care seeking, Burkina Faso

Introduction

Environ 2,2 milliards de personnes vivant dans 90 pays tropicaux sont exposées au risque d'infection palustre et on estime que chaque année, 300 à 500 millions d'entre elles contractent le paludisme, avec une issue fatale chez 1,5 à 2,7 millions de malades surtout en Afrique subsaharienne. Au Burkina Faso, le paludisme constitue la principale cause de consultation, d'hospitalisation et de décès, notamment chez les enfants et les femmes enceintes (1-3). Le cycle de transmission du paludisme nécessite l'intervention d'un vecteur, la femelle de l'Anophèle. Le développement du moustique est marqué par deux phases, une phase pré-imaginale aquatique et une phase adulte aérienne. La phase aquatique commence avec la ponte d'œufs par la femelle gravide jusqu'au stade de nymphe suite à quatre stades larvaires ponctués de trois mutations (4). Les larves d'anophèles se nourrissent de levures, de bactéries et de petits organismes aquatiques. Lorsque les conditions sont favorables, le passage de l'œuf à l'imago dure entre sept et 13 jours (5). La population des anophèles augmente la densité vectorielle et par conséquent le risque de transmission du paludisme. Autrement dit, la réduction de la pullulation d'anophèles est vue comme un moyen de prévention primaire du paludisme. Il s'agit de contrôler les larves à la source pour les empêcher d'évoluer en nymphes (6-8). Des solutions existent telle que l'utilisation de biolarvicide de type *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) (7-15). L'activité larvicide du *Bti* provient exclusivement de sa structure cristalline qui agit comme un poison. Lorsque la larve de moustique ingère le *Bti*, les toxines se fixent sur des récepteurs spécifiques par un mécanisme de type clé/serrure ce qui induit le gonflement des cellules et l'éclatement du tube digestif donc la mort de la larve (12). Les études sur l'innocuité indiquent que les cristaux de *Bti* ne sont toxiques que pour les larves de certains insectes. Son innocuité, qui

repose sur un solide consensus scientifique, indique que ce biopesticide peut être utilisé sans risque pour les humains et tout autre mammifère, les micro- et les macro-invertébrés, les poissons, les batraciens et les oiseaux potentiellement exposés (12).

Ce moyen de lutte contre le paludisme a été testé dans le district sanitaire de Nouna au Burkina Faso à travers un projet dénommé « Réduction écologique du paludisme en Afrique ». Il a consisté au traitement des gîtes larvaires potentiels avec une formulation soluble du *Bti* (9). Cette campagne de lutte antilarvaire a été conduite pendant deux années successives, 2014 et 2015. La mise en œuvre opérationnelle fait distinguer trois groupes de localités. Le groupe 100% traitement (42 villages + la ville de Nouna) dans lequel, l'ensemble des gîtes potentiels les plus productifs sont systématiquement traité au *Bti*. Le groupe 50% traitement (42 villages) dans lequel, seulement la moitié des gîtes les plus productifs recevaient le traitement au *Bti*. Le groupe 0% traitement (42 villages) qui sert de contrôle. La campagne se déroule essentiellement en saison pluvieuse (juillet-septembre) où les gîtes sont pulvérisés à un intervalle de 10 jours (9). L'implémentation d'un tel outil innovant à une échelle large est sujet à de nombreux défis (9,16). La réduction des moustiques a été mesurée par enquête entomologique au moyen de captures à piège lumineux dans chaque groupe de traitement. Les résultats en terme de réduction de la population de moustique ont été satisfaisants (17,18). D'ailleurs cette campagne s'est révélé être bénéfique pour les autres maladies transmises par les moustiques (19). On comprend ainsi pourquoi l'intervention a eu une forte adhésion et un écho favorable dans la communauté (20,21). L'objectif du présent article est de voir, au-delà de la réduction de la population de moustique, s'il est possible de détecter un changement dans le profil saisonnier du recours aux soins palustres attribuable au projet biolarvicide. Par recours aux soins palustres, on entend les cas de consultations dans les formations sanitaires modernes mises en place par le Ministère de la santé.

I. Matériels et méthodes

I.1. Zone d'étude

La zone d'intervention du projet couvrait la moitié sud du district sanitaire de Nouna, au Nord-Ouest du Burkina Faso (Figure 1). Le recours aux soins palustres s'organise autour des Centres de Santé et

de Promotion Sociale (CSPS). Le cas échéant, les CSPS réfèrent les patients au Centre Médical avec Antenne chirurgicale (CMA) localisé à Nouna, le chef-lieu de la province de la Kossi.

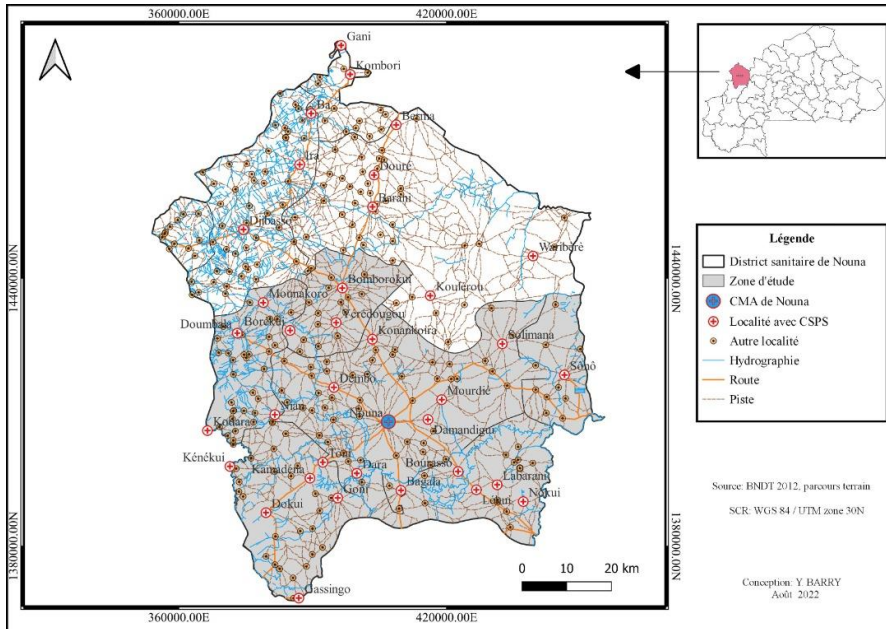


Figure 1: Localisation de la zone d'étude dans le district sanitaire de Nouna

Le climat de la zone d'étude est de type soudano-sahélien caractérisé par deux saisons très contrastées. Une courte saison pluvieuse de quatre mois (juin-septembre), avec en moyenne 212 mm de pluie, août reste le mois le plus pluvieux (Figure 2). Et une longue saison sèche et chaude avec une moyenne de 33°C chacun, avril et mai sont les mois les plus chauds (Figure 2). Sur le plan hydrographique, la zone d'étude est essentiellement irriguée par des cours d'eau temporaires (Figure 1). Tous les réservoirs d'eau sont mis en eau naturellement par les précipitations dont la moyenne annuelle est de 800 mm.

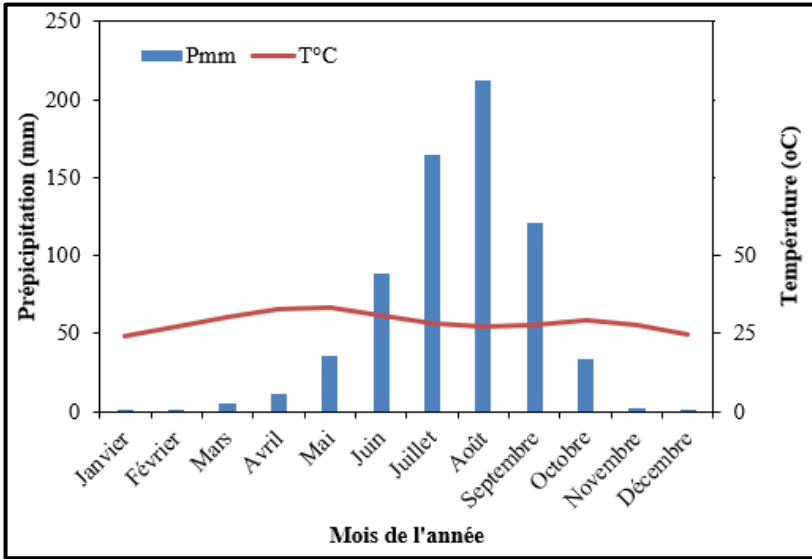


Figure 2 : Température et précipitation mensuelles de la zone d'étude
Collecte et source de données

Il s'est agi de recenser les cas de paludisme (simple et grave) consignés dans les registres de consultation dans les CSPS. Cette fouille d'archives a été accomplie par une équipe d'agents de terrain à l'aide de fiches d'enquêtes directement au niveau de chaque CSPS. Pour faciliter la comparaison, on a considéré quatre années : les deux années d'intervention (2014 et 2015), l'année avant l'intervention (2013) et l'année après l'intervention (2016). A partir de ces données de base, des variables dichotomiques indiquant la période et le niveau de traitement ont été créées.

I.2. Analyse de données

I.2.1. Estimation de la tendance du recours aux soins palustres

La méthode de décomposition STL (Seasonal-Trend decomposition using LOESS) a été utilisée pour analyser le profil saisonnier du recours aux soins palustres. C'est l'une des méthodes de décomposition où LOESS (Locally Estimated Scatterplot Smoothing) est appliqué de manière itérative aux observations dans des fenêtres temporelles mobiles pour filtrer la série chronologique de manière à obtenir des estimations de tendance et de saisonnalité robustes aux comportements aberrants de la série chronologique (22,23). Cette

méthode permet de séparer la série chronologique des cas de recours aux soins palustres en trois composantes :

- la composante tendancielle qui montre la tendance globale (observée chaque année) et traduit l'orientation du profil du recours aux soins palustres ;
- la composante saisonnière qui met en relief les pics du recours aux soins palustres ;
- la composante résiduelle qui traduit la variation accidentelle due à un évènement inhabituel pour une saison donnée.

I.2.2. Estimation de l'effet de la campagne antilarvaire sur le recours aux soins palustres

La méthode de la double différence a été utilisée pour estimer l'effet du traitement des gîtes larvaires au *Bit* sur le recours aux soins palustres en inspirant de Cutler *et al.*, (24) et Apouey *et al.*, (25). Les changements dans l'évolution des cas de recours aux soins provenant des villages avec des flux qui diffèrent selon leur groupe de traitement ont été mesurés. L'équation est estimée à l'aide du modèle linéaire de probabilité. Pour ce faire, un modèle général Y_{gt} est utilisé :

$$Y_{gt} = \beta_0 + \beta_1 T_{gA} + \beta_2 P_t + \beta_3 T_{gB} + \beta_4 \rho + \delta_A (T_{gA} \times P_t) + \delta_B (T_{gB} \times P_t) + \varepsilon_{gt}$$

Avec:

g représente le groupe de traitement, et t la période.

Y_{gt} désigne les cas de recours aux soins palustres.

β_0 est la constante de régression (ordonnée à l'origine de la droite de régression).

T_{gA} est une variable indiquant l'exposition au traitement dans les villages ayant reçu 100% de traitement (1 si oui et 0 si non)

T_{gB} est une variable indiquant l'exposition au traitement dans les villages ayant reçu 50% de traitement (1 si oui et 0 si non).

ρ est une variable désignant le rayon d'action théorique des CSPS. Ainsi, Rayon1, Rayon2 et Rayon3 indiquent respectivement les villages situés entre 0-4 Km, 5-9 Km et 10 km et plus de leurs CSPS de référence.

P_t indique les effectifs du recours aux soins palustres de la période de traitement.

δ_A est le coefficient estimé de l'effet du traitement antilarvaire dans le bras 100% traitement.

δ_B est le coefficient estimé de l'effet du traitement antilarvaire dans le bras 50% traitement.

Dans la suite, la variable P_t sera noté période. Elle désigne également les cas de recours aux soins pendant la saison humide en 2014 et en 2015. Les termes d'interactions entre l'exposition au traitement et la période de traitement $T_{gA} \times P_t$ et $T_{gB} \times P_t$ représentent les variables de traitement dans les bras 100% traitement et 50% traitement. Leurs coefficients (δ_A et δ_B) représentent les coefficients estimés de la double différence. Ils seront dans la suite notés respectivement 100% traitement \times période et 50% traitement \times période. Pour montrer la robustesse du modèle, on a effectué un test de sensibilité en utilisant le taux de prévalence du recours aux soins comme variable explicative d'intérêt. Cette variable mesure le nombre de cas palustres d'une localité par rapport à la taille de sa population en 2013. On a également réalisé un autre test de robustesse sans prendre en compte l'effet du traitement dans les localités ayant reçu 50 % de traitement au *Bti*. Afin de comparer les deux modèles, nous avons utilisé le critère d'information Akaike (AIC)⁴.

I.3. Considérations éthiques

Le projet « Réduction écologique du paludisme en Afrique » a été mis en œuvre par le Centre de Recherche en Santé de Nouna (CRSN) avec deux partenaires allemandes notamment l'Université de Heidelberg et l'Association allemande de lutte contre les moustiques. Le projet a bénéficié des approbations du Comité Institutionnel d'Ethique du CRSN et du Comité d'Ethique pour la Recherche en Santé (CERS) à Ouagadougou.

⁴ L'AIC du modèle de base était de 28833.48 contre 28843.61 pour le modèle réduit.

II. Résultats

II.1. Le recours aux soins palustres demeure saisonnier.

Au total, 75519 cas de consultations pour cause de paludisme ont été recensés à partir des registres de consultation des CSPS et sur la période des quatre années (2013-2016), soit une moyenne de 18852,25 paludéens par an.

-Un profil saisonnier typiquement monotone

La figure 3 montre que tous les mois de l'année enregistrent des consultations palustres avec des mois épidémiques courant juillet à octobre. Les consultations palustres augmentent pour atteindre le pic principal au mois d'août, suivit par le pic secondaire au mois d'octobre. Les pics n'excèdent pas 250 consultations par mois en 2013 et 2016. Ceux-ci avoisinent 1000 cas de paludisme par mois en 2014 et 2015. Le flux du recours aux soins palustres baisse généralement entre les mois de janvier et juin mais ne s'annule jamais (Figure 3).

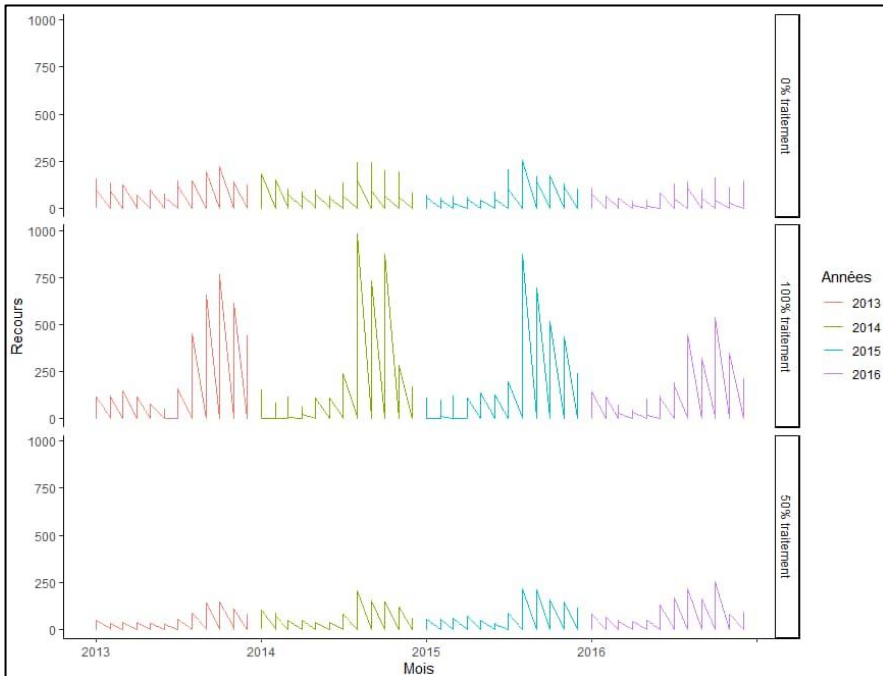


Figure 3: Profil mensuel du recours aux soins palustres selon les groupes de traitement

-Un profil saisonnier avec un glissement du pic principal en fonction du traitement au Bti

La figure 4 montre clairement un changement dans la localisation du pic principal du recours aux soins palustres selon que l'on se situe en année d'intervention ou pas. Ainsi, pour 2013 et 2016 (années sans intervention), le pic majeur est observé au mois d'octobre et n'excède pas 3126 cas. Tandis que, le point culminant est observé dans le mois d'août pour 2014 et 2015 (années d'intervention au *Bti*) et ne dépasse pas 3916 cas. La différence entre ces deux pics est de 790 cas. Globalement, le nombre minimal du recours aux soins palustre s'établit au-dessus de 500 cas par mois.

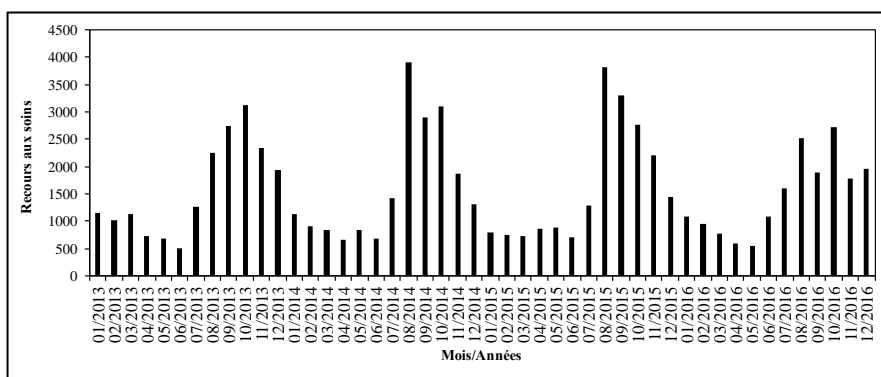


Figure 4 : Profil mensuel global du recours aux soins palustres dans la zone d'étude

II.2. Une légère tendance à la baisse du recours aux soins palustres en année d'intervention au *Bti*

La figure 5 présente les résultats par la méthode de la décomposition STL du recours aux soins palustres par tranche d'âge : les enfants (figure 5a, b, c, d) et les adultes (figure 5a', b', c', d'). Les observations laissent apparaître que les consultations pour cause de paludisme sont dominées par les enfants chez qui les pics mensuels dépassent 2000 cas comparativement aux adultes ayant des pics inférieurs à 1500 cas (figure 5a, a'). La composante tendancielle affiche une concavité chez les deux groupes d'âge en 2015. Mais, il ressort que chez les enfants la convexité de 2016 domine celle de 2014 ; et inversement chez les adultes (figure 5b, b'). Quant à la composante saisonnière les résultats montrent clairement un phénomène à double-pic chez les enfants et à mono-pic pour les

adultes. Cependant, il apparaît que le pic principal est observé au mois d'octobre chez les enfants tandis que, le seul pic chez les adultes s'affiche au mois d'août (figure 5c, c'). Aussi, on remarque plus de variations accidentelles chez les enfants que chez les adultes sur la base de la composante résiduelle (figure 5d, d').

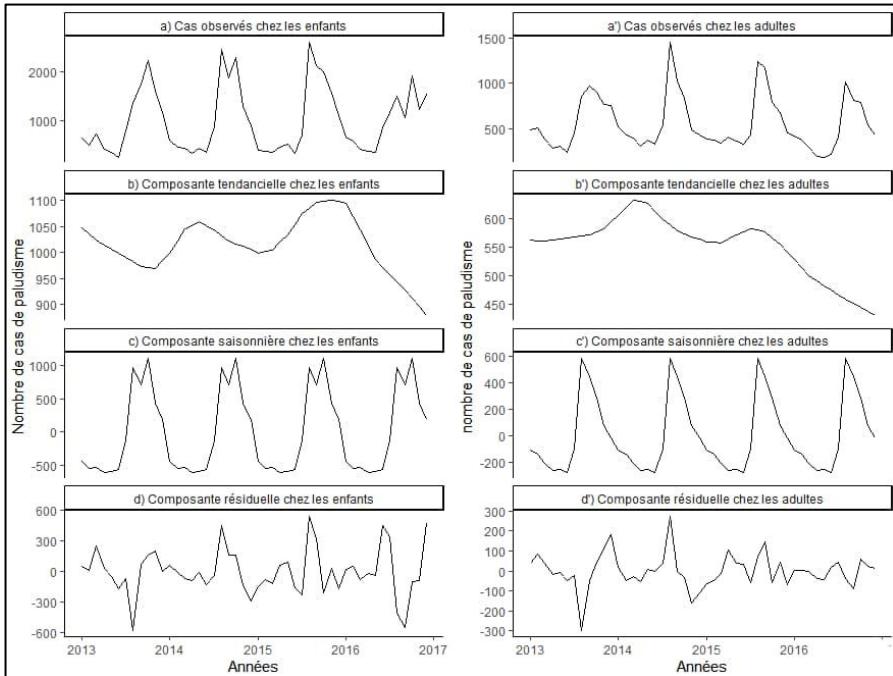


Figure 5 : Décomposition STL des cas de recours aux soins palustres par tranche d'âge

II.3. En dépit du traitement au *Bti* le profil saisonnier reste globalement le même

Le tableau I présente l'estimation de l'effet du traitement des gîtes larvaires au *Bti* sur le recours aux soins palustres. Le coefficient de la double différence estimé à 33,452 dans le bras 100% traitement est positif et significatif au seuil de 0,001. Dans le bras 50% de traitement, le coefficient qui est estimé à 2,266 est statistiquement non significatif. Le recours aux soins palustre est corrélé positivement à la période de traitement et négativement au rayon d'action théorique des CSPS.

Tableau I : Estimation de l'effet du traitement au *Bti* sur le recours aux soins palustres

Variables	Coefficients Estimés	Variances	Valeurs-t	Pr(> t)
(Ordonnée à l'origine)	45,185	3,669	12,314	< 2e-16 ***
Période	17,743	4,255	4,170	3,14e-05 ***
Rayon2	-43,098	2,759	-15,619	< 2e-16 ***
Rayon3	-47,510	3,424	-13,875	< 2e-16 ***
100 % traitement × période	33,452	6,166	5,425	6,31e-08 ***
50 % traitement × période	2,266	6,823	0,332	0,739872
Codes de significativité :			0	'***'
			0,001	'**'
			0,01	'*'
			0,05	'.'
			0,1	' '
			1	'1'

III. Discussion

Le profil du recours aux soins palustres demeure typiquement saisonnier avec une seule période épidémique. Il garde la même allure que l'on se situe en année d'intervention ou pas. L'estimation de l'impact de la campagne anti larvaire sur la prévalence a donné des conclusions qualitativement semblables aux estimations avec les cas de recours aux soins. Comme dans le modèle de départ, le coefficient de notre variable d'intérêt était toujours positif et statistiquement significatif au seuil de 1 %. Le coefficient de la double différence est estimé à 32,57, contre 33,45 dans le modèle de base avec le même niveau de significativité avec ce modèle. Les résultats suggèrent qu'un modèle avec toutes les variables prédictives (le modèle de base) est toujours meilleur. De plus, les tendances des cas de recours aux soins dans les différents groupes de traitement ont évolué parallèlement

pendant toutes les saisons de l'année. Cela permet alors de confirmer l'hypothèse du modèle qui exige que les cas de recours aux soins palustres aient la même tendance dans les groupes interventions et contrôle en l'absence du traitement. Le modèle utilisé semble donc robuste et on peut considérer que les estimations sont valides. Ensemble, les variables prédictives représentent 30 % de la variance du profil saisonnier du recours aux soins palustres.

Les résultats indiquent une tendance à la baisse du recours aux soins palustres particulièrement observable pendant la deuxième année de la campagne antilarvaire, toutefois avec une saisonnalité très marquée. Les effectifs élevés des cas de consultations remarquables dans le groupe 100% traitement s'expliquent par le fait que c'est le groupe qui comporte le plus de population avec la ville de Nouna qui compte à elle seule sept secteurs. Par voie de conséquence, cela ne signifie pas forcément augmentation des cas de paludisme. La période épidémique du recours aux soins palustres coïncide parfaitement avec la saison pluvieuse (juin-septembre). Sur le plan entomologique cette période particulière de l'année correspond à la mise en eau de tous les types de gîtes (macro comme micro) de reproduction des moustiques vecteurs du paludisme. On assiste donc à un moment de forte pullulation des moustiques. C'est dire qu'à la densité humaine s'ajoute la densité vectorielle, toute chose qui augmente les chances d'être piqué par une anophèle. Le paludisme étant une infection parasitaire aiguë, la réponse sous forme de maladie est donnée quelques jours après les inoculations entomologiques. C'est pourquoi les cas de paludisme augmentent automatiquement avec la pullulation des anophèles. C'est donc à juste titre que le projet dans son design, comme décrit par Dambach et *al.*, (9), a ciblé cette période pour la pulvérisation des gîtes larvaires avec le *Bti*. Les résultats de réduction de population de moustiques sont consignés dans les travaux de Dambach et *al.*, (17-19). Ces auteurs ont montré que plus de moustiques ont été capturés dans le groupe 0% traitement au *Bti* comparé au groupe 50% et d'avantage moins dans le groupe 100%. Cette baisse de la population de moustiques a même été rapportée par la communauté dans une étude qualitative conduite par Bambach et *al.*, (20).

Le profil saisonnier, endémo-épidémique, quoique monotone permet de voir un glissement du pic majeur selon qu'il est eu intervention ou non. En année d'intervention, les consultations palustres atteignent le pic en milieu de saison pluvieuse en août ; tandis qu'en année sans intervention le pic de recours aux soins palustres intervient un mois

après la fin de la saison pluvieuse, en octobre. Toutefois, la décomposition par la méthode STL laisse voir la suprématie du pic d'août sur celui d'octobre. En réalité le pic d'octobre n'est observable que chez les enfants (moins de 15 ans). Le pic d'août quant à lui domine puis qu'observé à la fois chez les enfants et chez les adultes (15 ans et plus). C'est dire que le mois le plus pluvieux demeure le mois de plus grand recours aux soins palustres. Sur la base de l'allure de la courbe de la composante tendancielle, on serait tenté de conclure quant à un effet bénéfique de la campagne de traitement au *Bti* sur le recours aux soins palustres dans la seconde année d'intervention, 2015. Le coefficient de la double différence dans les localités ayant reçu 100% de traitement était estimé à 33,45. Cela implique que le flux du recours aux soins augmente en moyenne dans ces localités de 34 cas par mois (surtout en 2014), pour une augmentation du niveau de traitement d'une unité pendant la période de pulvérisation des gîtes larvaires, les autres variables étant constantes. Cette augmentation des cas implique que la campagne de lutte antilarvaire n'a pas permis de baisser le profil du recours aux soins dans la première année d'intervention en 2014. Une analyse des cas dans le sous-groupe d'enfants de moins de cinq ans donne qualitativement la même conclusion. Certes que le traitement au *Bti* a entraîné une réduction de la pression vectorielle, mais la saison pluvieuse demeure la période de forte pullulation des moustiques. L'influence des précipitations sur l'épidémiologie du paludisme s'exerce même sur le profil de la mortalité palustre comme l'ont conclu Traoré et *al.*, (1) et Diboulo et *al.*, (2). Selon ces auteurs, les décès palustres sont concentrés dans les mois les plus pluvieux de l'année. Les profils saisonniers de recours aux soins et de décès sont donc similaires. L'effet du traitement n'est pas perceptible sur le profil saisonnier de fréquentation des CSPS pour raison de paludisme. La campagne n'ayant consisté qu'à la pulvérisation des macro-gîtes larvaires, le profil épidémique est attribuable au fonctionnement des micro-gîtes larvaires. Ravoniharimelina et *al.*, (6) ont montré lors d'une étude longitudinale sur les gîtes larvaires d'*anophèles* que les densités d'*Anophèles gambiae* s. 1. les plus élevées ont été relevées dans les gîtes temporaires tels que les petites flaques d'eau de pluie. Tusting et *al.*, (26) ont montrés que les meilleurs résultats sont enregistrés sur les sites à forte densité démographique et sur les sites de reproductions relativement petits et accessibles. Pour Graves et *al.*, (27), le contrôle des larves est plus réalisable dans une zone plus sèche dans laquelle les sites de reproduction sont moins nombreux et plus concentrés.

Conclusion

Dans le district sanitaire de Nouna la réduction de la population de moustiques vecteurs du paludisme reste attribuable aux campagnes de pulvérisation des gîtes larvaires potentiels au moyen du biolarvicide *Bti* conduites en 2014 et 2015. Suite à cela, la zone a enregistré une légère baisse des cas de recours aux soins palustres particulièrement remarquable à la deuxième année d'intervention, 2015. Toutefois, le profil saisonnier et la période de haute fréquentation des formations sanitaires pour cause de paludisme demeure inchangés. Par ailleurs, nos estimations permettent de conclure que l'effet du *Bti* n'est pas perceptible au niveau du profil saisonnier du recours aux soins palustres. Il ressort de cette étude que dans le cadre de la lutte antilarvaire, le contrôle des macro-gîtes macro-gîtes n'est pas assez suffisant pour garantir une réduction de la transmission du paludisme dans les zones de fortes endémicités pendant la saison pluvieuse. La prise en compte des micro-gîtes larvaires s'avère donc nécessaire pour garantir un amortissement du fardeau palustre. Aussi, dans le cadre de la lutte intégrée contre le paludisme, un accent particulier doit être accordé aux enfants. La modification du profil saisonnier du paludisme reste un défi majeur et nécessiterait l'intégration de plusieurs outils de lutte vectorielle.

Références bibliographiques

- 1. Traoré I, Ouedraogo FC, Yé M, Sie A, Karthe D, 2011**, Distribution spatiale de la mortalité palustre dans le district sanitaire de Nouna, au Nord-ouest du Burkina Faso, Journal Africain des Sciences de l'Environnement, ISSN: 0796–8906, pp.27-49.
- 2. Diboulo, Eric, Sié A, Joacim R, Louis N, Yé M, Bagagnan C, Rainer Sauerborn, 2012**, Weather and mortality: a 10 years retrospective analysis of the Nouna Health and Demographic Surveillance System, Burkina Faso. Global Health Action 5, no. 1: 19078.
- 3. Karthe D, Traoré I, Sié A, Kappas M, 2012**, Malaria in Kossi Province, Burkina faso : An investigation of spatio-temporal incidence pattern. Martin KAPPAS, Uwe GROSS, Dermot KELLEHER, (Eds.), Global Health - A challenge for interdisciplinary research, Universitätsverlag Göttingen. 305-320.

4. **Carnevale P, Robert V, Manguin S, Corbel V, Fontenille D, Garros C, et al, 2009**, Les anophèles Biologie, transmission du Plasmodium et lutte antivectorielle, Marseille : IRD; 402 p. [En ligne].
5. www.editions.ird.fr, Consulté le 24 janvier 2020.
6. **Organisation Mondiale de la Santé**, La lutte antivectorielle : méthodes à usage individuel et communautaire, Genève: OMS ; 1999.
7. **Ravoniharimelina B, Romi R, Sabatinelli G. 1992**, Étude longitudinale sur les gîtes larvaires d'Anopheles gambiae S. L. dans un canton de la province d'Antananarivo (hautes terres centrales de Madagascar). Ann Parasitol Hum Comparée. 67(1):26-30. [En ligne] <https://www.parasite-journal.org/articles/parasite/abs/1992/01/parasite1992671p26/parasite1992671p26.html>. Consulté le 31 août 2020
8. **Fillinger U, Lindsay SW, 2011**, Larval source management for malaria control in Africa: myths and reality, Malaria Journal, 10(1): 353. [En ligne].
9. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-10-353>, Consulté le 29 mars 2021.
10. **McCann RS, Berg VDH, Diggle PJ, Vugt MV, Terlouw DJ, Phiri KS, et al, 2017**, Assessment of the effect of larval source management and house improvement on malaria transmission when added to standard malaria control strategies in southern Malawi: study protocol for a cluster-randomised controlled trial. BMC Infect Dis, 17(1) :639. [En ligne]
11. <https://doi.org/10.1186/s12879-017-2749-2>, Consulté le 1^{er} avril 2021
12. **Dambach P, Traoré I, Becker N, Kaiser A, Sié A, Sauerborn R. EMIRA: 2014**, Ecologic Malaria Reduction for Africa: innovative tools for integrated malaria control, Global Health Action 7: 25908, 7p
13. **Organisation Mondiale de la Santé, 2014**, Entomologie du paludisme et lutte antivectorielle : guide du participant. Malte : OMS ; [En ligne].
14. <https://www.who.int/malaria/publications/atoz/9789241505819/fr/>, Consulté le 11/09/2020.
15. **Dambach P, Louis VR, Kaiser A, Ouedraogo S, Sié A, Sauerborn R, et al. 2014**; Efficacy of Bacillus thuringiensis var.

israelensis against malaria mosquitoes in northwestern Burkina Faso. *Parasit Vectors*. 7 :371.

16. Boisvert, Jacques, Lacoursière, Jean O, 2004, Le *Bacillus thuringiensis israelensis* et le contrôle des insectes piqueurs au Québec. Québec : ministère de l'Environnement; p. 101. Report No: ENV/2004/0278.

17. Majambere S, Lindsay SW, Green C, Kandeh B, Fillinger U, 2007, Microbial larvicides for malaria control in The Gambia, *Malar Journal*. 6(1):76, [En ligne] <https://doi.org/10.1186/1475-2875-6-76>. Consulté le 01 avril 2021.

18. Mpofo M, Becker P, Mudambo K, de Jager C, 2016, Field effectiveness of microbial larvicides on mosquito larvae in malaria areas of Botswana and Zimbabwe, *Malar Journal*, 15(1): 586. [En ligne].

19. <https://doi.org/10.1186/s12936-016-1642-6>. Consulté le 1er avril 2021.

20. Choi L, Majambere S, Wilson AL, 2019, Larviciding to prevent malaria transmission. *Cochrane Database Syst Rev*. 8 :1465-1858 [En ligne].

21. <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD012736.pub2/full>, Consulté le 10 septembre 2020.

22. Dambach P, Traoré I, Kaiser A, Sié A, Sauerborn R, SIE Ali, Becker N, 2016, Challenges of implementing a large-scale larviciding campaign against malaria in rural Burkina Faso – lessons learned and recommendations derived from the EMIRA project, *BMC Public Health* 16:1023, 7p.

23. Dambach P, Baernighausen T, Traoré I, Ouedraogo S, Sie A, Sauerborn R et al, 2019, Reduction of malaria vector mosquitoes in a large-scale intervention trial in rural Burkina Faso using Bti based larval source management, *Malaria Journal*, 18: 311, 9p.

24. Dambach P, Winkler V, Bärnighausen T, Traoré I, Ouedraogo S, Sié A, et al, 2020, Biological larviciding against malaria vector mosquitoes with *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti): Long term observations and assessment of repeatability during an additional intervention year of a large-scale field trial in rural Burkina Faso. *Global Health Action*. Vol. 13, 1829828.

25. Dambach P, Bärnighausen T, Yadouleton A, Dambach M, Traoré I, Korir P et al, 2021, Is biological larviciding against malaria a starting point for integrated multi-disease control? Observations from a

cluster randomized trial in rural Burkina Faso, PLoS ONE 16 (6): e0253597.

26. Dambach P, Jorge MM, Traoré I, Phalkey R, Sawadogo H, Zabré P et al, 2018, A qualitative study of community perception and acceptance of biological larviciding for malaria mosquito control in rural Burkina Faso. BMC Public Health, 18:399, 11p.

27. Dambach P, Traoré I, Sawadogo H, Zabré P, Shukla S, Sauerborn R et al, 2021b, Community acceptance of environmental larviciding against malaria with *Bacillus thuringiensis israelensis* in rural Burkina Faso: A knowledge, attitudes and practices study, Global Health Action. 14:1, 1988279.

28. Silal SP, Barnes KI, Kok G, Mabuza A, Little F, 2013, Exploring the Seasonality of Reported Treated Malaria Cases in Mpumalanga, South Africa. PLOS ONE. 8(10): e76640. [En ligne].

29. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0076640>. Consulté le 24 novembre 2021.

30. Cleveland RB, Cleveland WS, McRae JE, Terpenning I, 1990, STL: A seasonal-trend decomposition. J Stat. 6(1):3-73.

31. Cutler D, Fung W, Kremer M, Singhal M, Vogl T, 2010, Early-life malaria exposure and adult outcomes: evidence from malaria eradication in India. American Economic Journal: Applied Economics 2(2), 72-94.

32. Bénédicte HA, Picone G, Wilde J, Coleman J, Kibler R. 2017, Paludisme et anémie des enfants en Afrique subsaharienne : effet de la distribution de moustiquaires. Cairn Info. 2(68),163-197.

33. Tusting LS, Thwing J, Sinclair D, Fillinger U, Gimnig J, Bonner KE, et al, 2013, Mosquito larval source management for controlling malaria. Cochrane Database Syst Rev, (8). [En ligne]. <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD008923.pub2/full>. Consulté le 6 avril 2021.

34. Graves PM, Osgood DE, Thomson MC, Sereke K, Araia A, Zerom M, et al, 2008, Effectiveness of malaria control during changing climate conditions in Eritrea, 1998–2003. Trop Med Int Health 13(2): 218-28. [En ligne].

35. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-3156.2007.01993.x>. Consulté le 6 avril 2021.

