

PROTECTION ET RISQUE MALADIE : LE CAS DU PALUDISME AU CAMEROUN

Liliane Bonnal, Pascal Favard and Harcel Nana Tomen

Volume 82, Number 1-2, 2015

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1091601ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/1091601ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Faculté des sciences de l'administration, Université Laval

ISSN

1705-7299 (print)

2371-4913 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Bonnal, L., Favard, P. & Tomen, H. (2015). PROTECTION ET RISQUE MALADIE : LE CAS DU PALUDISME AU CAMEROUN. *Assurances et gestion des risques / Insurance and Risk Management*, 82(1-2), 97–130.
<https://doi.org/10.7202/1091601ar>

Article abstract

This research was carried out from the Cameroon Survey of Malaria Indicator conducted in 2011. Only children under six years were considered. We estimated the probability of being sick considering the endogeneity of the protection. The results of this study allow us to evaluate the effect of protection and show that the best protected children seem to be the most at risk children. Households would therefore a “good” risk disease perception.

PROTECTION ET RISQUE MALADIE : LE CAS DU PALUDISME AU CAMEROUN

Liliane Bonnal*, Pascal Favard** et Harcel Nana Tomen***

■ RÉSUMÉ

Ce travail a été réalisé à partir de l'Enquête sur les indicateurs du paludisme conduite au Cameroun en 2011. Seuls les enfants de moins de six ans ont été considérés. Nous avons estimé la probabilité d'être malade en considérant le caractère endogène de la protection. Les résultats de ce travail permettent d'évaluer l'effet de la protection et montrent que les enfants qui sont les mieux protégés semblent être les enfants les plus à risques. Les ménages auraient donc une « bonne » perception du risque maladie.

Mots clés : maladies endémiques, paludisme, protection, risque, moustiquaires, Cameroun

■ ABSTRACT

This research was carried out from the Cameroon Survey of Malaria Indicator conducted in 2011. Only children under six years were considered. We estimated the probability of being sick considering the endogeneity of the protection. The results of this study allow us to evaluate the effect of protection and show that the best protected children seem to be the most at risk children. Households would therefore a “good” risk disease perception.

Key words : endemic diseases, malaria, protection, risk, bednets, Cameroon

* Liliane Bonnal, Crief-Teir, Université de Poitiers et TSE-Gremaq.

** Pascal Favard, Université François-Rabelais de Tours.

*** Harcel Nana Tomen, Crief-Teir, Université de Poitiers.

INTRODUCTION

Avec le SIDA et la tuberculose, le paludisme représente aujourd'hui l'un des principaux problèmes mondiaux de santé publique qui pèse sur les économies (Sachs et Malanay, 2002). Selon les statistiques de l'OMS, Organisation Mondiale de la Santé (WHO, 2013), la population à risque est estimée à 3,4 milliards. Le paludisme est endémique dans 104 pays ou territoires et est responsable, dans le monde, de 8% de la mortalité infantile (enfants de moins de 5 ans) après la pneumonie (19%) et les maladies diarrhéiques (18%). Concernant le paludisme, les populations les plus vulnérables demeurent les enfants de moins de 5 ans, les femmes enceintes et les malades du SIDA. En 2012, l'OMS estime à 207 millions le nombre d'épisodes palustres dont 80% en Afrique. Ces chiffres sont légèrement en baisse par rapport à ceux de 2008 (Manguin et *al.*, 2008). Le nombre de décès dus au paludisme est estimé à 627000 dont 90% en Afrique; les enfants de moins de 5 ans sont les plus frappés¹, 77% des décès. Les coûts directs sont estimés, à l'échelle du continent africain, à 12 milliards USD par an et ceci sans tenir compte des pertes économiques. La prévention et la lutte contre le paludisme absorbe jusqu'à 25% du revenu des ménages et représente 40% des dépenses de santé des états (PSNLP, 2011).

Il n'existe actuellement aucun vaccin homologué contre le paludisme. Autrement dit, la protection totale contre le paludisme est impossible. La maladie peut être prévenue au moyen d'antipaludiques, notamment chez la femme enceinte à l'aide d'un traitement préventif intermittent durant la grossesse (TPI). La réduction du risque passe aussi par l'évitement, dans la mesure du possible, des piqûres de moustiques. Face à l'absence de vaccins, la lutte antivectorielle reste le principal moyen pour réduire la transmission du paludisme au niveau communautaire. C'est la seule intervention qui puisse ramener la transmission à des niveaux beaucoup plus faibles (Alaii et *al.*, 2003). Il est à souligner que selon l'OMS, il existe deux formes principales de lutte antivectorielle: les moustiquaires imprégnées d'insecticide² (MII) et les pulvérisations intradomiciliaires d'insecticide à effet rémanent (PIR). D'autres méthodes antivectorielles existent, les larvicides et la gestion de l'environnement, par exemple.

Face à ces maladies endémiques qui menacent le développement des pays pauvres et le bien-être des populations, une place importante a été donnée à la lutte contre celles-ci dans les Objectifs³ du Millénaire pour le Développement (OMD) adoptés par les Nations Unies en

septembre 2000 à New York. C'est dans ce cadre que le Cameroun a pris l'initiative, en 2002⁴, de faire de la lutte contre le paludisme, une priorité⁵. La totalité de la population du Cameroun peut être touchée par la maladie, même si un tiers de cette population ne vit pas dans une zone à risque de transmission élevé. Dans ce pays, le paludisme a été responsable de près de 31% des consultations dans les formations sanitaires et de 44% des hospitalisations. Au Cameroun, le paludisme est la première cause de mortalité (41%) chez les enfants de moins de cinq ans et cette maladie est responsable de 18% des décès chez l'adulte. En 2011, la prévalence du paludisme chez les enfants de 6 à 59 mois est de 30%, soit 37% en milieu rural et 21% en milieu urbain. L'évolution entre 2004 et 2011 est contrastée puisque la prévalence du paludisme a augmenté en milieu rural et diminué en milieu urbain. Cette prévalence varie de 15% la région Nord-Ouest à 52% dans la région centre hormis Yaoundé (INS, 2012).

L'Afrique centrale⁶ est la région d'Afrique subsaharienne où la proportion, 20% (OMD, 2013), des enfants qui dorment sous une moustiquaire est la plus faible; celle-ci n'a quasiment pas évolué depuis le début du siècle. Au Cameroun cette proportion est de 21% soit 19% en milieu rural et 24% en milieu urbain (INS, 2012). La proportion de la population d'Afrique subsaharienne protégée par pulvérisation des habitations reste constante aux environs de 11%. Pourquoi un ménage décide de posséder une MII? Pourquoi un ménage décide d'utiliser une MII? Il peut paraître surprenant que ces deux questions ne soient pas équivalentes. Les faits sont là, posséder une MII est loin d'impliquer que celle-ci va être utilisée même si Koenker et Kilian (2014) montrent que cet écart n'est pas aussi grand si on considère l'accessibilité à une MII plutôt que la possession d'une MII. Dans de très nombreux pays les MII sont distribuées gratuitement. L'article de Cohen et Dupas (2010) montre que même si on imposait une participation financière aux ménages, le taux d'utilisation des MII ne serait pas significativement modifié. En revanche, la quantité de MII achetée est décroissante par rapport à la participation financière Dupas (2009) même si Keefer et Khemani (2012) montrent que la disposition à payer des ménages peut être augmentée par des campagnes médiatiques. La distribution gratuite des MII pour atteindre une couverture universelle des populations à risque est donc légitimée par ces travaux. Ceci dit, la lutte contre le paludisme passe par l'identification des variables qui expliquent le taux d'utilisation des MII. Un très grand nombre d'articles ont abordé le sujet, (Adjei et Gyimah, 2012; Bennett et *al.*, 2012; Bowen, 2013; Chukwuocha et *al.*, 2010; Macintyre et *al.*, 2012) pour

ne citer que les plus récents⁷, avec parfois des résultats contradictoires. Macintyre et *al.* (2012) montrent que si l'enquêteur observe qu'un ménage a déployé une MII alors il y a 90% de chances que cette MII ait été utilisée la nuit précédant l'enquête. Ce résultat ne fait que déplacer notre problème puisque déployer la MII est endogène. On ne peut donc pas considérer que déployer une MII soit une variable expliquant l'utilisation de cette MII mais indirectement cette étude nous conduit à penser que la personne en charge du foyer fait un arbitrage bien connu des économistes. Déployer une MII représente un effort et donc une désutilité pour la personne en charge de le faire. Si les conditions sont réunies dans le foyer pour que la MII soit déployée une fois pour toutes, cette désutilité est ponctuelle. Dans le cas contraire, cette désutilité est supportée tous les soirs.

La saisonnalité des précipitations, la température minimale et l'irrigation déterminent la saisonnalité du taux d'inoculation entomologique (TIE⁸), mais seulement dans les régions où il n'y a qu'une seule saison des pluies (Mabaso et *al.*, 2007). Des mesures des paramètres climatiques (Ye et *al.*, 2009), montrent que la température est le meilleur facteur de prédiction de l'abondance des moustiques et de l'incidence du paludisme. Une analyse intéressante (Huldén et *al.*, 2013) de l'impact du nombre moyen de personnes vivant dans le foyer sur la probabilité d'éradication du paludisme détermine une « masse critique » de quatre personnes par foyer. Toutefois, ces modèles n'expliquent pas l'hétérogénéité spatiale d'intensité de transmission observée d'un village à l'autre dans une zone définie comme endémique ou très favorable à la prolifération des anophèles (Pierrat, 2012). La transmission s'effectuant principalement la nuit et donc à l'intérieur des maisons, le degré de finition de l'habitation jouerait un rôle dans la modulation du risque. En particulier, la nature du toit, des murs (les moustiques se reposant dessus après avoir piqué) et le nombre d'ouvertures peuvent avoir une incidence (Konradsen et *al.*, 2003). L'environnement proche de la maison a aussi son importance : certaines pratiques créent des micro-gîtes d'origine anthropique. Toutefois, des études récentes ont montré que la corrélation entre le nombre de vecteurs identifiés sur un espace de vie et le niveau de transmission ne suffisait pas à expliquer le phénomène de transmission (Bousema et *al.*, 2010). D'après Pierrat (2012), « la réalité du paludisme est le fait d'une certaine vulnérabilité, qui caractérise des individus ou des groupes d'individus, et qui s'intègre dans la réalité d'un territoire pour en faire un système pathogène ». Certaines conditions socioéconomiques et culturelles (richesse, type de construction, éducation, occupation des sols, accès aux soins,

religion, etc.) sont susceptibles de favoriser le risque palustre. Des modèles incorporant une réflexion plus aboutie sur les facteurs socio-économiques et culturels, pouvant expliquer le risque de transmission, sont donc à construire. C'est ce que nous tentons de réaliser dans cet article.

Notre objectif est de mettre en évidence l'effet de la protection sur la prévalence de la maladie chez les enfants de moins de 6 ans. Le nombre important de travaux tentant d'expliquer la possession et l'utilisation des MII laisse penser que ces deux variables sont liées à une décision de se protéger de la part des ménages. La décision de se protéger est donc un choix endogène du ménage, ce qui est particulièrement vrai dans notre échantillon puisque les foyers camerounais sont loin de tous posséder des moustiquaires. Dans le cas d'enfants de moins de 6 ans c'est encore plus compliqué puisque ce ne sont pas eux qui font le choix. Cette décision peut dépendre d'éléments observables (taille du ménage, capacité de financement des MII, par exemples) ou plus difficilement observables (perception du risque maladie, aversion pour le risque, par exemples). Il faut donc déterminer le profil des enfants protégés par une MII et/ou la PIR contre le paludisme au Cameroun dans la continuité du travail de Matong-Tchinda et *al.* (2012). À cet effet, il est nécessaire d'estimer simultanément la probabilité de se protéger en ayant recours à une méthode préventive et la probabilité de contracter la maladie.

Les données utilisées pour réaliser ce travail proviennent de l'enquête sur les indicateurs du paludisme (EIP 2011) dans le cadre défini par le groupe de référence pour le suivi et l'évaluation (MERG⁹). Cette enquête porte sur un échantillon national de ménages camerounais. Elle fournit les informations nécessaires pour effectuer le suivi et l'évaluation des programmes de lutte contre le paludisme mis en place au Cameroun.

L'article est organisé de la manière suivante: les données sont décrites dans la section 2, la section 3 est consacrée à la modélisation utilisée et la section 4 aux résultats obtenus. La section 5 nous permettra de conclure brièvement.

1. Données

La base de données utilisée pour ce travail est l'enquête nationale sur les indicateurs du paludisme (EIP 2011) réalisée par le ministère de la santé publique de la République du Cameroun. Cette enquête porte

sur un échantillon de 6702 ménages. L'un des objectifs de cette enquête était de repérer le pourcentage d'enfants de moins de 6 ans atteints par le paludisme. Une attention particulière a donc été portée sur cette sous population. On compte 6044 enfants de moins de 6 ans pour 3291 ménages. Avec l'accord de la personne en charge de l'enfant, par la suite appelé référent, un test de diagnostic rapide (TDR) du paludisme a été réalisé sur 4939 enfants (soit 82% des enfants éligibles au test). Toutefois, à cause de non réponses sur des variables clés (résultat du TDR, référent et présence d'une MII dans le logement) nous avons été contraints d'écartier 444 observations. Nous travaillons donc sur un échantillon de 4465 enfants pour 2677 ménages soit en moyenne 1,7 enfants de moins de 6 ans par foyer.

Plusieurs grands types d'informations concernant les enfants sont disponibles. Nous avons, pour chaque enfant, ses propres caractéristiques individuelles: âge en mois, sexe, lien avec le chef de ménage (CM) et résultat du TDR. Nous identifions le référent qui est toujours de sexe féminin dans notre échantillon et observons un certain nombre de caractéristiques le concernant: âge, niveau d'études, nombre d'enfants, lien familial avec l'enfant, religion, connaissances générales de la maladie et les méthodes de prévention concernant la maladie. Concernant ces connaissances, nous savons si cette personne écoute régulièrement la radio ou regarde la télévision (où des messages préventifs sur le paludisme sont fréquemment diffusés), si elle connaît les causes et les symptômes du paludisme et enfin si elle a entendu un message à propos des MII au cours du dernier mois. Nous avons aussi des informations sur le ménage dans lequel vit l'enfant: sexe et âge du CM, taille du ménage, nombre d'enfants de moins de 6 ans, présence ou non de MII dans le logement et indice de richesse. Cette dernière variable, calculée par les responsables de l'enquête, est un indice obtenu à partir des revenus du ménage (non disponibles dans la base), de sa taille, du type de logement qu'il occupe et des différents biens qu'il possède. Nous n'avons malheureusement aucune information sur l'activité professionnelle du CM ou du référent. Enfin, nous connaissons des caractéristiques sur le logement dans lequel vit l'enfant: localisation (région, zone rurale ou urbaine, proche d'un cours d'eau ou d'un champs), nombre de couchages, type d'habitation (matériaux de construction et finition des murs, du toit, et du sol) ainsi que le type de sanitaires (toilettes avec chasse d'eau, latrines, pas de toilettes).

■ **TABLEAU 1** *Statistiques descriptives associées à la protection et au TDR*

	OUI		NON	
	Effectif	%	Effectif	%
L'enfant vit dans un logement protégé	2693	60,3	1772	39,7
L'enfant dort sous une MII	1606	59,6	1087	40,4
Test positif au paludisme : l'enfant à un TDR positif				
ensemble	1646	36,9	2819	63,1
non protégé	712	40,2	1060	59,8
protégé	934	34,7	1759	65,3
Ne dort pas régulièrement sous une MII	393	36,2	694	63,8
Dort régulièrement sous une MII	541	33,7	1065	66,3

Source : ministère de la santé publique, EIP 2011. Lecture : 2693 enfants, soit 60,3 % de l'effectif, vivent dans un logement où il y a au moins une MII et 1772 enfants, soit 39,7 % de l'effectif, vivent dans un logement où il n'y a pas de MII.

Dans la suite de ce travail nous n'avons pas utilisé directement l'ensemble de ces variables. D'une part, nous avons, à partir des informations sur les matériaux et la finition, construit un indice composite de finition du logement à l'aide d'une analyse en composantes multiples. Cet indice a ensuite été divisé en six catégories allant d'un degré zéro à un degré très élevé de finition. Les principales caractéristiques des logements en fonction du degré de finition sont données dans le tableau 6, en annexe. On peut en particulier noter que la totalité des logements ayant un degré de finition très élevé ont un sol, un toit et des murs finis avec des fenêtres vitrées tandis que la quasi-totalité des logements ayant un degré de finition zéro ont un sol, un toit et des murs non finis sans fenêtre (cf. tableau 6). Certaines catégories de cet indice ont été croisées avec le type de toilettes utilisé (cf. tableau 6). D'autre part, le nombre de couchages étant en général lié à la taille du ménage, nous avons calculé le nombre de personnes par couchage. Cette variable et son carré ont été introduits dans les estimations.

Nous avons vu que la protection contre le paludisme peut se faire soit grâce à la PIR et/ou aux MII. Seulement 63 enfants vivent dans un logement avec MII dont les murs ont été pulvérisés et 26 enfants vivent dans un logement sans MII avec murs pulvérisés. Par conséquent, dans

la suite de ce travail, nous considérons qu'un enfant est protégé lorsqu'il vit dans un logement possédant au moins une MII et/ou dont les murs ont été pulvérisés. La variable de protection sera notée MII. On compte 2693 enfants protégés (dont 2667 par une MII) soit 60,3% des enfants (cf. tableau 1). Avec cette première variable de protection nous faisons implicitement l'hypothèse que la moustiquaire est systématiquement utilisée. Or, on constate que l'enfant peut ne pas dormir régulièrement sous celle-ci. Une seconde variable mesurant le niveau de la protection a été définie. Cette variable de protection a trois niveaux : nul (pas de MII) ; moyen (l'enfant vit dans un foyer possédant une MII mais ne dort pas régulièrement sous celle-ci) ; élevé (l'enfant vit dans un foyer possédant une MII et dort régulièrement sous celle-ci). Parmi les enfants vivant dans un logement équipé d'au moins une MII, près de 60% d'entre eux dorment régulièrement sous celle-ci (cf. tableau 1).

Les résultats du TDR au paludisme sont donnés dans le tableau 1 : 37% des enfants sont positifs au test. Ce taux est significativement plus élevé pour les enfants vivant dans un logement n'ayant aucune protection (plus de 40%) et significativement plus faible pour les enfants dormant régulièrement sous une MII (moins de 34%). Les tableaux de statistiques descriptives (cf. tableaux 2, 7, 8 et 9) laissent apparaître certaines différences en fonction du sous groupe considéré (niveau protection ou résultat du TDR). Pour l'échantillon total, on peut noter que plus de la moitié des enfants ont un référent très faiblement éduqué (ne sait pas lire) et plus d'un tiers des enfants vivent dans un ménage de plus de huit personnes. Les logements sont majoritairement situés en zone rurale (plus de 60%) et proche d'un champs (plus de 80%). Si l'on s'intéresse à la finition des logements on constate qu'environ un quart des enfants vivent dans une habitation qualifiée de non ou très faiblement finie et près de 20% vivent dans une habitation dont la finition est élevée voire très élevée.

Les statistiques descriptives présentées dans le tableau 2 mettent en évidence des différences entre certaines caractéristiques (telles que l'âge du référent, le sexe du CM, une bonne connaissance du paludisme ou encore la localisation de l'habitation) selon que l'enfant vit dans un logement avec MII et qu'il dort régulièrement ou pas sous celle-ci.

■ TABLEAU 2 *Statistiques descriptives*

		MII	MII UTILISÉE	TEST POSITIF
Ensemble de l'échantillon		60,3	36	36,9
Caractéristiques de la personne s'occupant de l'enfant (réfèrent)				
Âge	au plus 20 ans	56,5	34,8	37,1
	entre 20 et 25 ans	62,8	35,7	36,8
	entre 25 et 30 ans	60,4	36,1	34,8
	entre 30 et 35 ans	62,2	37,6	37,7
	plus de 35 ans	57,8	35,3	39,1
Mère de l'enfant	oui	60,5	36,1	36,3
	non	58,3	34,7	44,9
Niveau d'études	ne sait pas lire	58,9	32,4	45,7
	sait lire mais n'a pas fait d'études	63,7	38,4	30,4
	a fait des études	61,0	40,7	25,3
Informations	regarde la télévision régulièrement	62,2	39,9	27,6
	ne regarde pas la télévision régulièrement	58,8	32,7	44,7
	écoute la radio régulièrement	60,6	40,7	32,0
	n'écoute pas la radio régulièrement	60,1	33,2	39,7
	connait les causes de la maladie	61,6	36,9	33,1
	ne connait pas les causes de la maladie	57,9	34,2	44,0
	connait les symptômes de la maladie et sait réagir	61,9	36,4	36,7
	ne connait pas les symptômes de la maladie	55,6	34,6	37,4
	a entendu parler des MII	61,5	37,3	36,2
	n'a pas entendu parler des MII	55,4	30,6	39,5



		MI	MI UTILISÉE	TEST POSITIF
Religion	catholique	63,0	40,8	35,5
	protestante	59,4	37,8	32,2
	musulmane	60,2	31,7	39,7
	animiste	49,4	17,5	55,2
	autre	57,1	31,0	37,6
	aucune	57,5	29,9	50,4
Caractéristiques du foyer				
Sexe du CM	homme	61,6	36,4	38,0
	femme	53,5	33,7	30,8
Une seul référent	non	60,0	32,2	45,6
	oui	60,4	37,0	34,4
Indice de richesse	très faible	61,8	29,7	56,8
	faible	59,4	37,9	39,2
	intermédiaire	56,8	36,1	37,1
	élevé	64,3	40,5	24,0
	très élevé	60,4	36,4	16,2
Caractéristiques du logement				
Proche d'un cours d'eau	oui	58,9	36,1	38,5
	non	61,8	35,8	35,1
Proche d'un cours d'eau	oui	58,9	36,1	38,5
	non	61,8	35,8	35,1
En zone rurale	oui	59,9	35,7	46,4
	non	60,9	36,3	21,9
Degré de finition	zéro, sans toilette	52,4	25,0	49,4
	zéro, avec latrine	62,5	30,7	56,1
	faible, sans toilette	51,9	19,2	59,6
	faible, avec latrine	65,3	36,7	59,3
	moyen	61,6	39,5	36,9
	correct	58,7	36,6	32,5
	élevé, avec latrine	60,6	37,5	22,9
	élevé, avec toilette à chasse d'eau	63,5	38,5	14,4
	très élevé, avec latrine	61,5	38,5	21,2
	très élevé, avec toilette à chasse d'eau	56,6	30,3	14,7



		MI	MI UTILISÉE	TEST POSITIF
Région de localisation	Adamaoua	38,9	12,3	40,3
	Centre	73,2	51,4	38,1
	Douala	71,7	45,3	15,2
	Est	69,0	43,3	55,9
	Extrême Nord	63,1	21,0	39,8
	Littoral	60,6	36,4	20,1
	Nord	65,4	39,8	56,8
	Nord Ouest	69,1	56,3	12,2
	Ouest	46,3	36,6	20,0
	Sud	58,2	37,5	47,7
	Sud Ouest	41,6	23,9	29,2
	Yaoundé	69,3	42,9	10,0
Caractéristiques de l'enfant				
Lien avec le chef de ménage	filles ou fils	61,1	35,8	36,5
	petite fille ou petit fils	59,4	37,5	34,8
	autre	55,6	34,1	44,4
Âge	au plus 12 mois	57,9	35,9	25,3
	entre 12 et 18 mois	65,6	37,0	25,9
	entre 18 et 24 mois	60,2	38,6	29,9
	entre 24 et 36 mois	60,5	37,2	38,6
	entre 36 et 48 mois	60,5	34,7	39,1
	entre 48 et 60 mois	59,6	34,0	43,2
	plus de 60 mois	58,0	36,3	48,2
Sexe	garçon	59,9	35,7	36,7
	filles	60,7	36,3	37,0

Source : ministère de la santé publique, EIP 2011. Lecture : dans notre échantillon 56.5% des enfants dont le référent a au plus 20 ans vivent dans un foyer où il y a au moins une MI, 34,8% d'entre eux dorment régulièrement dessous et 37,1% ont un TDR positif.

2. Modélisations

La revue de la littérature présentée dans la première section insiste sur la nécessité de prendre en compte l'endogénéité de la protection. Le fait de se protéger contre le paludisme résulte de différentes variables observées ou non observées qui peuvent affecter aussi la probabilité

d'être atteint par la maladie. Ce sera par exemple, comme l'évoque Pierrat (2012), les alentours très proches de l'habitation (présence d'ornière, de trou, de détrit), l'environnement climatique (Konradsen et *al.*, 2003), la perception du risque¹⁰ maladie de la part du référent ou du CM. Toutes ces considérations peuvent affecter de la même manière ou de manière opposée la décision de protection et la prévalence de la maladie.

Les deux modèles économétriques qui vont être estimés sont des modèles Probit à deux équations simultanées. La première équation va permettre d'expliquer la protection ou le niveau de protection¹¹ et la seconde un TDR positif. L'identification de ces modèles suppose la présence de variables instrumentales. Ces instruments doivent influencer la décision de se protéger ou le niveau de protection mais pas le résultat du TDR. Dans ce travail les variables qui servent d'instruments sont des variables associées au référent (ses connaissances sur la maladie et sa religion) ainsi que les caractéristiques du CM. Les variables explicatives introduites dans les deux équations sont associées aux différentes caractéristiques de l'enfant, du référent, du ménage et du logement présentées dans les tableaux de statistiques descriptives. Les différentes indicatrices caractérisant la richesse du ménage étant très fortement corrélées par construction avec les variables caractérisant les degrés de finition du logement, nous avons décidé de ne pas les mettre dans les régressions¹².

2.1. Protection et paludisme

Dans un premier temps le fait de se protéger contre le paludisme (à l'aide d'une MII) est caractérisé par une variable dichotomique P qui prend la valeur 1 si l'enfant vit dans un logement protégé au moins par une MII et 0 sinon¹³. Plus précisément, la protection ($P = 1$) est déterminée par la variable latente $P^* = X_p\beta_p + u_p$ positive. Cette variable dépend des caractéristiques observées et exogènes X_p (β_p est le vecteur de paramètres à estimer associés à ces caractéristiques) et d'une erreur de mesure aléatoire u_p supposée suivre une loi normale centrée réduite.

Le fait que l'enfant ait contracté la maladie est caractérisé par la variable dichotomique M qui prend la valeur 1 si le test du paludisme est positif et 0 sinon. Plus précisément, l'enfant est malade si la variable latente associée $M^* = P\gamma + X_M\beta_M + u_M$ est positive et elle est négative s'il n'est pas malade (TDR négatif). Cette variable latente dépend du fait que l'enfant est ou non protégé (P), variable potentiellement endogène (γ est le paramètre à estimer associé à l'effet de la protection),

d'un ensemble de caractéristiques exogènes X_M (β_M est le vecteur de paramètres à estimer) et d'un terme d'erreur aléatoire u_M supposé suivre une loi normale centrée réduite. Les deux termes d'erreurs de mesure sont supposés être corrélés (σ_{PM}). On a donc 4 contributions à la vraisemblance :

$$\begin{aligned}\Pr(P = 1, M = 1) &= \Phi_2(X_P\beta_P, \gamma + X_M\beta_M, \sigma_{PM}) \\ \Pr(P = 1, M = 0) &= \Phi_2(X_P\beta_P, -\gamma - X_M\beta_M, -\sigma_{PM}) \\ \Pr(P = 0, M = 1) &= \Phi_2(-X_P\beta_P, X_M\beta_M, -\sigma_{PM}) \\ \Pr(P = 0, M = 0) &= \Phi_2(-X_P\beta_P, -X_M\beta_M, \sigma_{PM})\end{aligned}$$

avec $\Phi_2(.,., \rho)$ la fonction de répartition de la loi normale bivariée de moyennes 0, de variances 1 et de covariance σ_{PM} .

2.2. Niveau de protection et paludisme

Dans le souci de mieux appréhender l'impact de la protection, nous décidons de rendre plus hétérogène la protection en tenant compte du fait que l'enfant dort ou pas de manière régulière sous une moustiquaire. En effet, cette distinction peut être importante dès lors que le risque de contracter le paludisme est plus élevé la nuit.

Pour tenir compte du degré d'intensité de la protection, la première équation du modèle sera légèrement modifiée. La variable P , caractérisant la protection, devient polytomique et prend 3 modalités.

$$P = \begin{cases} 0: \text{L'enfant vit dans un logement non protégé} \\ 1: \text{L'enfant ne dort pas régulièrement sous une moustiquaire} \\ 2: \text{L'enfant dort régulièrement sous une moustiquaire} \end{cases}$$

Le niveau de protection est modélisé à partir d'un modèle Probit ordonné :

$$P = k \Leftrightarrow t_k < P^* = X_P\beta_P + u_P \leq t_{k+1}; \quad k = 0, 1, 2$$

Notons P^1 et P^2 les indicatrices associées aux deux modalités caractérisant le niveau de protection. u_P , le terme d'erreur est toujours supposé suivre une loi normale de moyenne 0 et de variance 1. Par convention, $t_0 = -\infty$, $t_3 = +\infty$ et $t_1 = 0$ pour un problème d'identification. Nous supposons donc que le vecteur X_P inclut un terme constant. Pour cette relation, il faut estimer le vecteur de paramètres β_P et la borne t_2 . L'équation associée à la maladie est légèrement modifiée. On fait intervenir le degré de protection en remplaçant P par P^1 et P^2 , les indicatrices définies pour quantifier le niveau de protection (dort ou non régulièrement sous une MII).

Le résultat du test du paludisme est alors modélisé par un modèle de type Probit simple. L'enfant est positif au test (atteint du paludisme) si la variable latente associée $M^* = P^1\gamma_1 + P^2\gamma_2 + X_M\beta_M + u_M$ est positive et elle devient négative si le test est négatif. Cette variable latente dépend i) des variables caractérisant le degré de protection et plus exactement du fait que l'enfant ne dort pas régulièrement (P^1) ou au contraire dort régulièrement (P^2) sous une moustiquaire, ces deux variables étant potentiellement endogènes (γ_1 et γ_2 sont les paramètres à estimer associés à l'intensité de la protection), ii) d'un ensemble de caractéristiques individuelles exogènes X_M (β_M est le vecteur de paramètres à estimer) et d'un terme d'erreur aléatoire u_M supposé suivre une loi normale centrée réduite de moyenne 0 et de variance 1. L'ensemble des paramètres à estimer pour cette équation est donc $(\gamma_1, \gamma_2, \beta_M)$. Afin de tenir compte du caractère endogène de la protection, les erreurs sont supposées suivre une loi normale bivariée :

$$\begin{pmatrix} u_P \\ u_M \end{pmatrix} \sim N \left(\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & \sigma_{PM} \\ \sigma_{PM} & 1 \end{pmatrix} \right).$$

Nous avons deux types de contributions à la vraisemblance, selon que pour l'enfant, le test est positif ou négatif. Pour chaque type, les contributions s'écrivent de la façon suivante :

- Le résultat du test est négatif: $t_k < P^* = X_P\beta_P + u_P \leq t_{k+1}$ et $M^* = P^1\gamma_1 + P^2\gamma_2 + X_M\beta_M + u_M = f(p) + X_M\beta_M + u_M < 0$

Contribution à la vraisemblance :

$$\begin{aligned} & \Phi_2(t_{k+1} - X_P\beta_P, -f(p) - X_M\beta_M, \sigma_{PM}) \\ & - \Phi_2(t_k - X_P\beta_P, -f(p) - X_M\beta_M, \sigma_{PM}) \end{aligned}$$

- Le résultat du test est positif: $t_k < P^* = X_P\beta_P + u_P \leq t_{k+1}$ et $M^* = P^1\gamma_1 + P^2\gamma_2 + X_M\beta_M + u_M = f(p) + X_M\beta_M + u_M \geq 0$

Contribution à la vraisemblance :

$$\begin{aligned} & \Phi_2(t_{k+1} - X_P\beta_P, f(p) + X_M\beta_M, -\sigma_{PM}) \\ & - \Phi_2(t_k - X_P\beta_P, f(p) + X_M\beta_M, -\sigma_{PM}) \end{aligned}$$

avec $\Phi_2(.,.,\rho)$ la fonction de répartition de la loi normale bivariée de moyennes 0, de variances 1 et de covariance ρ . Pour chaque type de contributions, nous avons 3 cas différents selon le niveau de protection.

2.3. Estimation de l'impact de la protection sur la maladie

A partir des différents modèles estimés, il est possible de calculer les effets de la protection ou de son niveau sur la maladie. L'idée est ici de comparer la probabilité qu'un enfant soit malade lorsqu'il est protégé (ou en fonction de son niveau de protection) à la probabilité qu'aurait eu cet enfant d'être malade s'il n'avait pas été protégé. Cela revient à calculer l'effet du traitement (la protection ou son niveau) sur les traités (les enfants qui vivent dans un logement avec MII ou qui dorment régulièrement ou pas sous MII). Notons M_k le fait que l'enfant soit potentiellement malade, k mesurant la protection ou son niveau.

L'effet de la présence d'une MII ou du niveau de protection sur la maladie est défini par :

$$ATT_{jk}(X) = \frac{P(P = j, M_j = 1|X)}{P(P = j|X)} - \frac{P(P = j, M_k = 1|X)}{P(P = j|X)}, j \neq k \quad (1)$$

Où j est la situation observée dans le cas d'une protection : $j = 1$ dans le modèle avec MII et $j = 1, 2$ dans le modèle avec niveau de protection. k est la situation contrefactuelle : $k = 0$ dans le modèle avec MII et $k = 0, 1, 2$ dans le modèle avec niveau de protection.

De manière équivalente, on peut calculer l'effet potentiel de la présence d'une MII ou d'un niveau de protection pour un étudiant initialement non protégé. Cela revient à calculer l'effet du traitement (la présence d'une MII ou d'un niveau de protection) sur les non traités (les enfants vivant dans un logement sans MII). Cet effet est mesuré par :

$$ATNT_{0j}(X) = \frac{P(P = 0, M_j = 1|X)}{P(P = 0|X)} - \frac{P(P = 0, M_0 = 1|X)}{P(P = 0|X)}, k \neq 0 \quad (2)$$

Où k est la situation potentielle : $k = 1$ dans le modèle avec MII et $k = 1, 2$ dans le modèle avec niveau de protection.

Afin d'obtenir l'estimation de ces effets moyens pour les enfants protégés, ATT défini en (1), ou pour les enfants non protégés, ATNT défini en (2), on calcule la moyenne empirique de tous les effets conditionnels estimés. Les écart-types de ces effets sont obtenus par bootstrap à partir de 500 répliquions.

3. Résultats

Les commentaires des résultats se font toutes choses égales par ailleurs. La prise en compte de l'endogénéité de la protection ou de son niveau semble pertinente puisque les coefficients de corrélation entre les termes d'erreurs associés à la protection ou au niveau de protection et à la maladie sont positifs et significatifs. Cela signifie que les variables explicatives non observées dans les équations affectent dans le même sens les deux probabilités étudiées.

3.1 Les déterminants de la protection ou du niveau de protection

Les effets des différentes caractéristiques considérées sur la protection et sur le niveau de protection sont donnés respectivement dans la colonne 1 du Tableau 3 et celle du Tableau 4. On peut noter que la probabilité de vivre dans un logement avec MII et la probabilité de dormir régulièrement sous une MII diffèrent selon les régions. Cette variable peut être considérée comme une proxy plus ou moins éloignée du climat. Rappelons que la saisonnalité du TIE est corrélée avec le climat.

■ TABLEAU 3 *Estimation des probabilités de protection et de maladie*

		COEF. PROTEC			COEF PALU		
Constante		-0,079		0,21	-1,273	***	0,19
Age du référent	au plus 20 ans	-0,024		0,08	-0,043		0,07
	entre 20 et 25 ans	0,158	**	0,07	0,099		0,06
	entre 25 et 30 ans	0,048		0,06	-0,002		0,06
	entre 30 et 35 ans	0,122	**	0,07	0,087		0,07
	Plus de 35 ans (Réf.)						
Mère de l'enfant	Oui	-0,103		0,09	-0,126		0,08
Niveau d'études de l'adulte	ne sait pas lire	-0,011		0,06	0,161	***	0,06
	Sait lire mais n'a pas fait d'études	0,130	**	0,07	0,054		0,07
	a fait des études (Réf.)						
Informations	regarde la télévision régulièrement	0,143	***	0,05			



		COEF. PROTEC			COEF PALU		
	écoute la radio régulièrement	-0,063		0,04			
	connait les causes du paludisme	0,078	**	0,04			
	connait les symptômes du palu et sait réagir	0,095	**	0,04			
	a entendu parler des MII	0,104	**	0,05			
Religion	catholique	-0,110	**	0,06			
	protestante	-0,033		0,06			
	Musulmane (Réf.)						
	animiste	-0,443	***	0,11			
	autre	-0,197	**	0,09			
	aucune	-0,169		0,11			
Sexe du chef de ménage (CM)	homme	0,146	***	0,06			
Age du chef de ménage		0,002		0,00			
Nombre total d'enfants de moins de 6 ans en age		-0,074	***	0,02	-0,035	*	0,02
Plusieurs référents	oui	0,141	**	0,06	0,225	***	0,06
Nombre de personnes par couchage		0,281	***	0,08	0,243	***	0,08
(Nombre de personnes par couchage) ²		-0,041	***	0,01	-0,029	**	0,01
Lien de parenté avec le CM	Fille ou fils (Réf.)						
	Petite fille ou petit fils	-0,090		0,07	-0,026		0,06
	Autre lien	-0,145	*	0,08	0,205	**	0,08
Âge de l'enfant	au plus 12 mois	-0,006		0,08	-0,594	***	0,09
	entre 12 et 18 mois	0,194	**	0,09	-0,425	***	0,10
	entre 18 et 24 mois	0,015		0,09	-0,393	***	0,09
	entre 24 et 36 mois	0,021		0,08	-0,220	***	0,08



		COEF. PROTEC		COEF PALU			
	entre 36 et 48 mois	0,042		0,08	-0,207	***	0,08
	entre 48 et 60 mois	0,029		0,08	-0,061		0,07
	plus de 60 mois (Réf.)						
Sexe de l'enfant	garçon	-0,012		0,04	-0,004		0,04
Le logement est proche	D'un cours d'eau	-0,026		0,04	-0,007		0,04
	D'un champ	-0,047		0,06	0,064		0,06
	Dans une zone rurale	0,135	**	0,06	0,367	***	0,06
Degré de finition	zéro, sans toilette	-0,380	***	0,13	-0,072		0,13
	zéro, avec latrine	-0,056		0,09	0,256	***	0,09
	faible, sans toilette	-0,374	**	0,19	0,028		0,19
	faible, avec latrine	0,090		0,10	0,277	***	0,09
	moyen	-0,074		0,06	-0,072		0,06
	Correct (Réf.)						
	élevé, avec latrine	-0,112		0,08	-0,175	**	0,08
	élevé, avec toilette	0,046		0,14	-0,194		0,16
	très élevé, avec latrine	-0,146	*	0,09	-0,227	**	0,10
	très élevé, avec toilette	-0,352	***	0,13	-0,276	*	0,15
Région	Est (Réf.)						
	Adamaoua	-0,814	***	0,10	-0,781	***	0,10
	Centre	0,188	*	0,10	0,252	***	0,09
	Douala	0,691	***	0,12	0,220	*	0,13
	Extrême Nord	-0,043		0,10	-0,576	***	0,10
	Littoral	-0,580	***	0,11	-0,768	***	0,11
	Nord	-0,039		0,10	-0,196	**	0,09
	Nord Ouest	0,041		0,11	-1,076	***	0,13
	Ouest	-0,648	***	0,10	-1,036	***	0,10
	Sud	-0,345	***	0,11	-0,194	*	0,11
	Sud Ouest	-0,728	***	0,11	-0,912	***	0,10
	Yaoundé	-0,196	*	0,11	-1,102	***	0,13
Protection					-1,273	***	0,19
σ_{PM}					0,672	***	0,13

Source : ministère de la santé publique, EIP 2011. Légende : Les paramètres estimés sont donnés dans la première et la quatrième colonne (* significatif à 10 %, ** significatif à 5 %, *** significatif à au moins 1 %), la troisième et la sixième colonne donnent les écart-types de ces paramètres.

Le sexe de l'enfant n'influence ni la protection ni le niveau de protection, tout comme l'âge de l'enfant (excepté pour les enfants entre un an et un an et demi qui voient leur probabilité de vivre dans un logement ayant au moins une MII augmentée).

On peut noter que les variables d'âge du CM et dans une moindre mesure du référent, même si c'est la mère de l'enfant, n'affectent significativement, ni la probabilité d'être protégé par une MII, ni le niveau de protection.

En revanche, si le CM est un homme ou s'il y a plusieurs référents dans le foyer la probabilité que l'enfant vive dans un logement équipé d'au moins une MII augmente. Le niveau de protection n'est influencé que par le sexe du CM. Les enfants n'ayant pas un lien de parenté direct avec le CM (enfant ou petit enfant) sont en moyenne moins bien protégés. Ils vivent plus souvent dans un logement sans MII, ou ne dorment pas régulièrement sous celle-ci.

Les messages reçus par les familles concernant les moyens de lutte, les symptômes et les vecteurs du paludisme, à travers les annonces via les médias ont un impact positif sur la présence d'au moins une MII dans le logement mais aussi sur le fait que l'enfant dorme régulièrement sous une MII. Lorsque le référent regarde régulièrement la télévision, qu'il connaît les causes et les symptômes de la maladie et qu'il sait comment réagir face à ces symptômes, les probabilités que l'enfant vive dans un logement protégé mais aussi dorme régulièrement sous une MII augmentent. Ces probabilités augmentent d'autant plus que le référent déclare avoir entendu des messages concernant les MII au cours du dernier mois.

La religion du référent semble avoir un impact significatif sur la protection mais aussi sur le niveau de protection. En effet, les enfants ayant un référent de confession protestante ou musulmane ont une probabilité plus élevée de vivre dans une habitation avec MII ou encore de dormir régulièrement sous cette MII par rapport à un référent de confession animiste, catholique ou pratiquant d'autres religions. Ce résultat pourrait être associé à des pratiques, ou des croyances, religieuses favorisant ou pas la protection. Il se peut aussi que les ménages soient répartis de façon non homogène dans le pays et que la seule variable de région ne puisse pas capter complètement cet effet.

La taille du ménage a un impact significatif sur la probabilité de protection et sur son niveau. Les probabilités que l'enfant soit protégé, et que l'enfant dorme régulièrement sous une MII diminuent avec le nombre d'enfants de moins de six ans présents dans le foyer. En

revanche, ces probabilités augmentent avec le nombre de personnes par couchage. Cela signifie qu'à taille du ménage fixée, la probabilité d'être protégé diminue avec le nombre de couchages ou de manière équivalente, à nombre de couchages fixé, plus la famille est grande, plus la probabilité que l'enfant soit protégé est élevée.

Les caractéristiques du logement sont discriminantes : les enfants vivant dans des logements mal finis sans toilettes (degrés de finition faible et très faible) ont moins de chances que les autres d'être protégés par une MII. Ce résultat se vérifie aussi pour le niveau de protection. On peut penser que ces enfants vivent dans des familles très pauvres, n'ayant pas les moyens de se procurer une MII ou ayant des logements dans lesquels les MII seraient totalement inefficaces (pas de fenêtres, sol en terre, etc.). Inversement, les enfants vivant dans des logements avec des toilettes à chasse d'eau dont le degré de finition est très élevé ont eux aussi une probabilité plus faible d'être protégé par une MII. Ces enfants vivent dans des familles très aisées « protégées » par leur habitation (e.g. fenêtres avec volets) mais aussi par l'utilisation d'insecticides (information non disponible dans l'enquête).

Enfin, la localisation du foyer joue un rôle important : le fait d'être situé en zone rurale diminue la probabilité de protection du logement mais vivre proche d'un cours d'eau ou d'un champs n'a pas d'impact significatif.

■ **TABLEAU 4** *Estimations des probabilités du niveau de protection et de maladie*

		COEFFICIENTS					
		Niv Protection			Paludisme		
Constante		-0,072		0,19	0,557	***	0,20
Age de l'adulte	au plus 20 ans	-0,019		0,07	-0,032		0,07
	entre 20 et 25 ans	0,068		0,06	0,073		0,06
	entre 25 et 30 ans	0,004		0,06	-0,011		0,06
	entre 30 et 35 ans	0,080		0,06	0,074		0,06
	Plus de 35 ans (Réf.)						
Mère de l'enfant	Oui	-0,035		0,08	-0,102		0,08
Niveau d'études du référent	ne sait pas lire	0,012		0,06	0,014		0,06
	sait lire mais n'a pas fait d'études	-0,031		0,05	0,127	**	0,06



COEFFICIENTS

		Niv Protection			Paludisme		
a fait des études (Réf.)							
Informations	regarde la télévision régulièrement	0,128	***	0,04	-0,037	*	0,02
	écoute la radio régulièrement	0,013		0,04	0,191	**	0,06
	connait les causes de la maladie	0,064	**	0,03			
	connait les symptômes du palu et sait réagir	0,039		0,04			
	a entendu parler des MII	0,069	*	0,04			
Religion	catholique	-0,112	**	0,05			
	protestante	-0,051		0,05			
	Musulmane (Réf.)						
	animiste	-0,423	***	0,09			
	autre	-0,274	***	0,08			
	aucune	-0,175	*	0,09			
Sexe du CM	homme	0,138	***	0,05			
Age du CM		0,000		0,00			
Nombre total d'enfants de moins de 6 ans		-0,067	***	0,02	-0,037	*	0,02
Plusieurs référents		0,088		0,06	0,191	**	0,06
Nombre de personnes par couchage		0,302	***	0,07	0,274	***	0,07
(Nombre de personnes par couchage) ²		-0,036	***	0,01	-0,029	**	0,01
Lien de parenté avec le CM	Fille ou fils (Réf.)						
	Petite fille ou petit fils	-0,065		0,07	-0,032		0,06
	Autre	-0,095		0,07	0,177	**	0,08
Âge de l'enfant	au plus 12 mois	0,015		0,08	-0,539	***	0,09
	entre 12 et 18 mois	0,123		0,08	-0,389	***	0,10
	entre 18 et 24 mois	0,038		0,08	-0,350	***	0,09



COEFFICIENTS

		Niv Protection		Paludisme			
	entre 24 et 36 mois	0,031		0,07	-0,190	***	0,07
	entre 36 et 48 mois	0,023		0,07	-0,198	***	0,07
	entre 48 et 60 mois	0,024		0,07	-0,065		0,07
	plus de 60 mois						
Sexe de l'enfant	garçon	-0,006		0,04	-0,007		0,04
Le logement est proche	D'un cours d'eau	0,019		0,04	0,016		0,04
	D'un champ	-0,047		0,05	0,044		0,06
	Dans une zone rurale	0,138	***	0,05	0,356	***	0,05
Degré de finition	zéro, sans toilette	-0,265	**	0,11	-0,072		0,12
	zéro, avec latrine	-0,015		0,08	0,250	***	0,09
	faible, sans toilette	-0,394	**	0,17	-0,062		0,19
	faible, avec latrine	0,065		0,09	0,259	***	0,09
	moyen	-0,056		0,05	-0,059		0,06
	Correct (Réf.)						
	élevé, avec latrine	-0,154	**	0,07	-0,191	**	0,08
	élevé, avec toilette à chasse d'eau	-0,037		0,12	-0,182		0,15
	très élevé, avec latrine	-0,166	**	0,08	-0,235	**	0,09
très élevé, avec toilette à chasse d'eau	-0,370	***	0,12	-0,343	**	0,14	
Région	Est (Réf.)						
	Adamaoua	-0,834	***	0,09	-0,862	***	0,09
	Centre	0,303	***	0,09	0,337	***	0,09
	Douala	0,608	***	0,10	0,296	**	0,13
	Extrême Nord	-0,264	***	0,09	-0,667	***	0,09
	Littoral	-0,501	***	0,10	-0,754	***	0,10
	Nord	0,001		0,09	-0,164	*	0,09
	Nord Ouest	0,280	***	0,09	-0,883	***	0,14
	Ouest	-0,401	***	0,09	-0,927	***	0,10
	Sud	-0,230	**	0,10	-0,180	*	0,10
	Sud Ouest	-0,608	***	0,10	-0,910	***	0,10
Yaoundé	-0,267	***	0,10	-1,082	***	0,13	



COEFFICIENTS						
	Niv Protection			Paludisme		
Ne dort pas régulièrement sous une MII				-0,872	***	0,08
Dort régulièrement sous une MII				-1,661	***	0,17
Pas de MII dans le foyer (Réf.)						
Seuil t_2	0,667	***	0,02			
σ_{PM}				0,716	***	0,09

Source : ministère de la santé publique, EIP 2011. Légende : Les paramètres estimés sont donnés dans la première et la quatrième colonne (* significatif à 10 %, ** significatif à 5 %, *** significatif à au moins 1 %), la troisième et la sixième colonne donnent les écart-types de ces paramètres.

3.2. Les déterminants de la maladie

La seconde équation estimée mesure la probabilité que le TDR au paludisme soit positif et donc que l'enfant soit malade. Une attention particulière a été portée à la protection mais aussi au niveau de protection. Les résultats des estimations sont donnés dans la colonne 2 du tableau 3 lorsque l'on s'intéresse à la présence d'au moins une MII dans le logement et celle du tableau 4 lorsque l'on s'intéresse au niveau de la protection.

Comme dans l'équation de la protection, le sexe de l'enfant n'est pas significatif : les filles n'ont pas plus de chances que les garçons d'être atteintes de paludisme¹⁴. En revanche, l'âge (observé en mois) de l'enfant a un impact : plus l'enfant est âgé, plus la probabilité qu'il soit malade est élevée. Ce résultat peut s'expliquer par le fait qu'en grandissant l'enfant devient plus autonome et il est de plus en plus difficile de le maintenir sous une protection.

L'âge du référent n'est pas significatif en revanche son niveau d'études l'est : lorsque le référent ne maîtrise pas la lecture, la probabilité que l'enfant soit malade est plus élevée. Cette probabilité augmente aussi lorsqu'il y a plusieurs référents dans une même famille ou lorsque l'enfant n'a pas un lien de parenté direct avec le CM.

La taille du ménage influence la probabilité d'être malade : plus le nombre de personnes partageant un couchage est élevé, plus la probabilité d'être malade est grande. La promiscuité entre les personnes pourrait expliquer ce résultat.

Comme pour la protection les caractéristiques du logement sont discriminantes: un enfant vivant dans un logement avec latrines mal fini a une probabilité plus forte d'être malade. Inversement, l'enfant vivant dans un logement de finition élevée ou très élevée a moins de chances d'être malade. De plus, vivre dans une zone rurale augmente la probabilité d'avoir un TDR positif, la proximité d'un cours d'eau ou d'un champs n'ayant, a priori, aucun impact significatif.

Concernant la protection, c'est-à-dire la présence d'au moins une MII dans le logement, le coefficient est négatif et significatif. Par conséquent, le fait que l'enfant vive dans un foyer possédant au moins une MII diminue la probabilité qu'il soit atteint par la maladie. Ce résultat est conforme à ceux obtenus dans les différentes études mettant en évidence l'efficacité des MII. Toutefois, comme nous l'avons indiqué, cette variable de protection fait implicitement l'hypothèse que les MII soient utilisées. La seconde modélisation réalisée permet de relâcher cette hypothèse en tenant compte de l'utilisation plus ou moins régulière d'une MII. Les résultats montrent que dans les deux cas, la probabilité d'être malade est plus faible mais l'efficacité d'une MII est d'autant plus forte qu'elle est utilisée de manière régulière.

L'intérêt de la modélisation retenue est de pouvoir calculer les probabilités contrefactuelles. Les effets moyens du traitement (la protection) sur les traités (les enfants protégés) et les non traités (les enfants non protégés) ont été estimés dans le tableau 5. Ces effets sont significatifs. La probabilité moyenne qu'un enfant non protégé soit malade est de 0,4 (40,2%). L'estimation des ATNT montre que cette probabilité diminuerait en moyenne de 0,3 (30,3%) si l'enfant vivait dans un foyer possédant une MII. Lorsque l'on tient compte du niveau de protection cette baisse serait de l'ordre de 26 points si l'enfant ne dormait pas régulièrement sous une MII et de 34 points s'il dormait de façon régulière sous une MII. Notons de plus que ces trois probabilités moyennes estimées d'être malade sont inférieures aux probabilités moyennes observées d'être malade des enfants protégés.

De manière équivalente la probabilité moyenne qu'un enfant vivant dans un foyer avec MII soit malade est de 34,6%. L'estimation des ATT montre que la probabilité moyenne que cet enfant soit malade s'il vivait dans un foyer sans MII augmenterait d'environ 41 points et serait donc multipliée environ par deux. Si l'on considère le modèle avec niveau de protection, les enfants dormant régulièrement sous une MII verraient leur probabilité d'être malade multipliée environ par 2,5 s'ils n'étaient pas protégés et par 1,8 s'ils dormaient de façon intermittente sous une MII. Pour les enfants ne dormant pas régulièrement sous une MII, ne

pas y dormir du tout, multiplierait leur probabilité d'être malade par deux et y dormir régulièrement réduirait de deux tiers leur probabilité d'être malade.

Il se peut que les effets de la protection soient surestimés et qu'avoir des données supplémentaires pourrait améliorer la précision de nos résultats. Malgré tout, ces résultats montrent que les enfants qui sont les mieux protégés semblent être les enfants les plus à risques (état de santé) et/ou ceux qui vivent dans une zone à risque de transmission élevé. Quoiqu'il en soit nos résultats montrent que les ménages ont une « bonne » perception du risque maladie. Ils ne sont donc pas dans un univers incertain mais dans un univers risqué au sans de Knight.

■ **TABLEAU 5** *Effet moyen de la protection sur la maladie*

	PROTECTION		NIVEAU DE PROTECTION		
	k=0	k=1	k=0	k=1	k=2
ATNT _{0k} [40,2]		30,3* (16,1)		26,2** (11,1)	34,0** (15,5)
ATT _{1k} [34,6]	-41,4** (18,6)				
ATT _{1k} [36,2]			-35,4** (13,9)		23,1** (11,7)
ATT _{2k} [33,7]			-51,2** (18,0)	-28,1** (12,4)	

Source : calculs faits par les auteurs. Lecture : dans le modèle avec protection la valeur 0 est associée à une absence de protection et la valeur 1 à la présence d'une MII. Dans le modèle avec niveau de protection la valeur 0 est associée à une absence de protection, la valeur 1 à une protection intermittente et la valeur 2 à une protection régulière. Les chiffres donnés entre parenthèses sont les écart-types des effets estimés. L'effet est significatif à : * 10 %, ** 5 %. Un enfant non protégé par une MII verrait sa probabilité d'être malade, pourcentage entre crochets, diminuée de 30, 3 points s'il vivait dans un foyer possédant une MII.

CONCLUSION

Dans cet article nous avons tenu compte que la protection anti-vectorielle en matière de paludisme est endogène. Cela nous a permis d'une part d'expliquer plus rigoureusement la probabilité qu'un enfant camerounais de moins de six ans soit malade et d'autre part de mesurer l'effet de la protection. Nous montrons que la possession d'une MII et plus encore l'utilisation régulière d'une MII réduit la probabilité

d'être atteint du paludisme. Nous mettons en évidence que les ménages ont une relativement bonne perception du risque maladie. En effet, si les enfants protégés par une MII n'avaient pas été protégés leur probabilité d'être malade aurait été presque deux fois plus grande que la probabilité d'être malade des enfants effectivement non protégés. Les ménages connaissent donc bien les causes de la maladie et ont bien compris que la protection est efficace. La littérature sur le sujet, évoquée dans l'introduction, laisse souvent penser le contraire. Sachant que les MII sont distribuées gratuitement et si ce n'est pas le cas sont peu coûteuses, pourquoi tous les ménages ne se protègent-ils pas? Percevoir correctement un risque n'entraîne pas que l'on essaie de s'en prémunir. Il nous faudrait des données plus complètes pour, par exemple, faire un lien entre protection et aversion au risque.

BIBLIOGRAPHIE

Adjei J. K. et Gymah S. O. (2012), Household bednet ownership and use in Ghana: Implications for malaria control, *Canadian Studies in Population*, 39.

Alaii J. A., Hawley W. A., Kolczak M. S., Kuile F. O. T., Gimmig J. E., Vulule J. M., Odhacha A., Oloo A. J., Nahlen B. L. et Phillips-Howard P. A. (2003), Factors affecting use of permethrin-treated bed nets during a randomized controlled trial in western Kenya, *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 68(4): 137–141.

Bennett A., Smith S. J., Yambasu S., Jambai A., Alemu W., Kabano A. et Eisele T. P. (2012), Household possession and use of insecticide-treated mosquito nets in Sierra Leone 6 months after a national mass-distribution campaign; *PLoS one*, 7(5): e37927.

Bousema T., Drakeley C., Gesase S., Hashim R., Magesa S., Mosha F., Otieno S., Carneiro I., Cox J., Msuya E. (2010), Identification of Hot Spots of Malaria Transmission for Targeted Malaria Control, *Journal of Infectious Diseases*, 201(11): 1764–1774.

Bowen H. L. (2013), Impact of a mass media campaign on bed net use in Cameroon, *Malar J*, 12-36.

Chukwuocha U., Dozie I., Onwuliri C., Ukaga C., Nwoke B., Nwankwo B., Nwoke E., Nwaokoro J., Nwoga K., Udujih O., Iwuala C., Ohaji E., Morakinyo O. et Adindu B. (2010), Perceptions on the Use of Insecticide Treated Nets in Parts of the Imo River Basin, Nigeria: Implications for Preventing Malaria in Pregnancy, *African Journal of Reproductive Health / La Revue Africaine de la Santé Reproductive*, 14(1): 117–128.

Cohen J. et Dupas P. (2010), Free Distribution or Cost-Sharing? Evidence from a Randomized Malaria Prevention Experiment, *Quarterly Journal of Economics*, 125(1): 1–45.

Dupas P. (2009), What matters (and what does not) in households' decision to invest in malaria prevention?, *The American Economic Review*, 224–230.

Huldén L. et McKittrick R., (2013), Average household size and the eradication of malaria, *Journal of the Royal Statistical Society: Series A* (Statistics in Society).

INS (2012), *Enquête démographique et de santé et à indicateurs multiples (EDS-MICS 2011)*, Yaoundé, Institut National de la Statistique et MEASURE DHS, ICF International.

Keefer P. et Khemani S. (2012), Do Informed Citizens Receive More ... or Pay More? The Impact of Radio on the Government Distribution of Public Health Benefits, *The World bank, Policy Research Working Paper*, (5952).

Killeen G. F., Smith T. A., Ferguson H. M., Mshinda H., Abdulla S., Lengeler C. et Kachur S. P. (2007), Preventing childhood malaria in Africa by protecting adults from mosquitoes with insecticide-treated nets, *PLoS Medicine*, 4(7): e229.

Koenker H. et Killian A. (2014), Recalculating the net use gap: a multi-country comparison of ITN use versus ITN access, *PloS one*, 9(5): e97496.

Konradsen F., Amerasinghe P., Van Der Hoek W., Amerasinghe F., Perera D. et Piyaratne M. (2003), Strong Association Between House Characteristics and Malaria Vectors in Sri Lanka, *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 68(2): 177–181.

Mabaso M. L., Craig M., Ross A. et Smith T. (2007), Environmental Predictors of the Seasonality of Malaria Transmission in Africa: the Challenge, *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 76(1): 33–38.

Macintyre K., Littrell M., Keating J., Hamainza B., Miller J. et Eisele T. P. (2012), Determinants of hanging and use of ITNs in the context of near universal coverage in Zambia, *Health policy and planning*, 27(4): 316–325.

Manguin S., Carnevale P. et Mouchet J. (2008), *Biodiversity of Malaria in the World*, Numéro ISBN-13: 978-2742006168. John Libbey Eurotext.

Matong-Tchinda V. H., Socpa A., Keundo A. A., Zeukeng F., Seumen C. T., Leke R. G. F. et Moyou R. S. (2012), Factors associated to bed net use in Cameroon: a retrospective study in Mfou health district in the Centre Region, *Pan African Medical Journal*, 12(1).

OMD (2013), *The Millennium Development Goals Report*, New York, United Nations.

Pierrat C. (2012), Risque palustre: appréhender la vulnérabilité des individus à l'échelle locale (Sud du Bénin), *VertigO, La revue électronique en sciences de l'environnement*, 11(3).

PSNLP (2011), *Plan stratégique national de lutte contre le paludisme au Cameroun 2011- 2015*, Yaoundé, Ministère de la santé publique.

Pulford J., Hetzel M. W., Bryant M., Siba P. M., Mueller I. (2011), Reported reasons for not using a mosquito net when one is available: a review of the published literature, *Malar J*, 10(10).

Sachs J. et Malaney P. (2002), The economic and social burden of malaria, *Nature*, 415(6872): 680–685.

Tarozzi A., Mahajan A., Blackburn B., Kopf D., Krishnan L. et Yoong J. (2012), *Micro-loans, Insecticide-Treated Bednets and Malaria: Evidence from a randomized controlled trial in Orissa (India)*, WP.

Tarozzi A., Mahajan A., Yoong J. et Blackburn B. (2009), Commitment mechanisms and compliance with health-protecting behavior: Preliminary evidence from orissa, india, *The American Economic Review*, 99(2): 231–235.

Who (2013), *World Malaria Report*, Geneva, World Health Organization.

Ye, Y., Hoshen M., Kyobutungi C., Louis V. R. et Sauerborn R. (2009), *Local Scale Prediction of Plasmodium Falciparum Malaria Transmission in an Endemic Region Using Temperature and Rainfall*, *Global Health Action*, 2.

ANNEXE

■ **TABLEAU 6** *Caractéristiques du logement selon le degré de finition*

DEGRÉ DE FINITION DU LOGEMENT						
	Très élevé	élevé	intermédiaire	faible	Très faible	Zéro
Effectif	400	467	1413	1094	349	742
Caractéristiques du logement						
Toit fini	100	99,1	99,9	82,4	0	0
Sol fini	100	97,4	71,5	7,2	2,9	0
Murs finis	100	100	91,8	20,6	11,6	0
Fenêtres						
– vitrées	100	65,5	4,3	3,0	0	0
– en bois	0	34,5	74,7	57,2	48,5	0
– autres	0	0	15,7	24,6	29,4	2,9
– absente	0	0	5,3	15,2	22,1	97,1
Toilettes						
– avec chasse d'eau	34,7	22,3	5,4	1,6	0	0
– latrines	65,3	77,5	92,9	94,2	84,9	77,2
– autres	0	0,2	1,7	4,2	15,1	22,8

Source : ministère de la santé publique, EIP 2011. Lecture : 400 enfants vivent dans un logement dont le degré de finition très élevé. Parmi ces logements 100 % ont un toit fini.

Toit fini : tôle en zinc ou fer, tuiles, ciment ; toit non fini : sans toit, chaume, paille, gazon, bambous, planches en bois, carton.

Sol fini : parquet ou bois poli, ruban d'asphalte, carreaux, ciment ; sol non fini : terre, sable, fumier, bambous. Murs finis : ciment, pierres avec chaux/ciment, briques, blocs ciment ; murs non finis : palmes, bambous, pierres mortier, carton, contre plaqué, sans mur.

■ **TABLEAU 7** *Statistiques descriptives associées aux ménages*

	MOYENNE	ÉCART-TYPE	MINIMUM	MAXIMUM
Nombre d'enfants de moins de 6 ans	2,15	1,22	1	9
Age du CM	43,37	13,63	18	99
Taille du ménage	8,05	4,20	2	30
Nombre de couchages	4,35	2,89	1	24

Source : ministère de la santé publique, EIP 2011. Lecture : il y a en moyenne 2, 15 enfants de moins de 6 ans par foyer.

■ TABLEAU 8 *Statistiques descriptives associées à la protection*

	TOTAL	MII		EMPLOI MII	
		non	oui	non	oui
Caractéristiques du référent					
Âge					
– au plus 20 ans	11,9	13,0	11,1	10,6	11,5
– entre 20 et 25 ans	24,0	22,5	25,0	26,7	23,8
– entre 25 et 30 ans	28,1	28,0	28,1	28,0	28,2
– entre 30 et 35 ans	17,1	16,3	17,6	17,3	17,9
– plus de 35 ans	18,9	20,2	18,2	17,4	18,6
Niveau d'études					
– ne sait pas lire	53,0	54,9	51,7	57,6	47,8
– sait lire mais n'a pas fait d'études	15,5	14,6	16,3	16,1	16,5
– a fait des études	31,5	30,5	32	26,3	35,7
Information sur le paludisme					
– regarde la télévision régulièrement	45,7	43,6	47,1	41,8	50,7
– écoute la radio régulièrement	36,8	36,5	37,0	30,2	41,6
– connaît les causes de la maladie	65,4	63,4	66,8	66,2	67,2
– connaît les symptômes du paludisme et sait réagir	74,9	72,0	76,9	78,4	75,9
– a entendu parler des MII	80,0	77,6	81,7	79,7	83,0
Religion pratiquée					
– catholique	34,7	32,3	36,3	31,7	39,4
– protestante	27,7	28,3	27,3	24,6	29,1
– musulmane	24,9	25,1	24,8	29,1	21,9
– animiste	3,5	4,4	2,8	4,5	1,7
– Autre religion	6,4	6,9	6,1	6,9	5,5
– ne pratique pas	2,8	3,0	2,7	3,2	2,4
Caractéristiques de la famille					
La CM est un homme	83,7	80,9	85,6	86,8	84,7
Taille du foyer					
– au plus 4 personnes	15,6	14,9	16,1	12,4	18,6
– entre 4 et 6 personnes	26,5	26,2	26,7	25,2	27,7
– entre 6 et 8 personnes	23,9	25,0	23,2	24,7	22,2
– plus de 8 personnes	34,0	33,9	34,0	37,7	31,5



	TOTAL	MII		EMPLOI MII	
		non	oui	non	oui
Revenu du foyer					
– très faible	21,7	20,9	22,2	28,6	17,9
– faible	23,5	24,0	23,1	20,7	24,7
– intermédiaire	23,9	26,1	22,6	20,4	24,0
– élevé	18,6	16,7	19,8	18,1	20,9
– très élevé	12,3	12,3	12,3	12,1	12,5
Caractéristiques du logement					
Localisation					
– proche d'un cours d'eau	51,0	52,8	49,8	47,7	51,2
– proche d'un champs	81,3	82,6	80,4	80,4	80,4
– en zone rurale	61,2	61,7	60,8	60,8	60,8
Nombre de couchage dans le logement					
– au plus 2	25,5	24,8	26,0	19,1	30,5
– entre 2 et 4	40,0	37,8	41,4	41,9	41,2
– entre 4 et 8	27,2	28,7	26,2	29,7	23,8
– plus de 8	7,3	8,7	6,4	9,3	4,5
Degré de finition du logement					
– très élevé	9,0	9,0	8,9	8,8	9,0
– élevé	10,5	10,2	10,6	10,1	11,0
– intermédiaire	31,5	33,3	30,7	28,3	32,1
– faible	24,5	23,7	25,0	22,3	26,9
– très faible	7,9	7,2	8,2	9,4	7,4
– zéro	16,6	16,6	16,6	21,1	13,6
Caractéristiques de l'enfant					
Garçon	42,2	40,7	43,2	43,5	43,0
Âge					
– entre 6 et 12 mois (au plus 12 mois)	11,6	12,3	11,1	10,5	11,6
– entre 12 et 18 mois	10,9	9,4	11,8	12,8	11,2
– entre 18 et 24 mois	9,0	9,1	9,0	8,0	9,7
– entre 24 et 36 mois	20,5	20,4	20,6	19,7	21,2
– entre 36 et 48 mois	18,5	18,5	18,6	19,7	17,9
– entre 48 et 60 mois	18,9	19,2	18,7	20,0	17,9
– plus de 60 mois	10,6	11,1	10,2	9,3	10,5



	TOTAL	MII		EMPLOI MII	
		non	oui	non	oui
Lien avec le CM					
– fille ou fils	72,8	71,3	73,8	75,7	72,5
– petite fille ou petit fils	18,3	18,7	18,0	16,5	19,1
– autre	8,9	10,0	8,2	7,8	8,4
Logement protégé					
Test positif au paludisme	36,9	40,2	34,8	36,2	33,7
L'enfant dort régulièrement dans un logement protégé			59,6	–	100,0
Effectif	4465	1772	2693	1087	1606

Source : ministère de la santé publique, EIP 2011. Lecture : dans notre échantillon 11.9% des personnes s'occupant des enfants ont au plus 20 ans. Elles sont 13% si le logement n'est pas protégé.

■ **TABLEAU 9** *Statistiques descriptives associées aux TDR*

	TOTAL	TEST	
		négatif	positif
Caractéristiques liées à la personne qui s'occupe de l'enfant			
Niveau d'études			
– ne sait pas lire	53,0	45,6	65,6
– sait lire mais n'a pas fait d'études	15,5	17,1	12,8
– a fait des études	31,5	37,3	21,6
Âge			
– au plus 20 ans	11,9	11,8	12,0
– entre 20 et 25 ans	24,0	24,1	23,9
– entre 25 et 30 ans	28,1	29,0	26,5
– entre 30 et 35 ans	17,1	16,9	17,5
– plus de 35 ans	18,9	18,2	20,1
Caractéristiques de la famille			
Taille de la famille			
– au plus 4 personnes	15,6	17,7	12,1
– entre 4 et 6 personnes	26,5	28,7	22,7



	TOTAL	TEST	
		négatif	positif
– entre 6 et 8 personnes	23,9	23,2	25,2
– plus de 8 personnes	34,0	30,4	40,0
Caractéristiques du logement			
Localisation			
– proche d'un cours d'eau	51,0	49,7	53,3
– proche d'un champs	81,3	76,9	88,8
– en zone rurale	61,2	51,9	77,0
Degré de finition du logement			
– très élevé	9,0	11,5	4,7
– élevé	10,5	13,1	6,0
– intermédiaire	31,5	33,9	27,6
– faible	24,5	24,5	24,5
– très faible	7,9	5,0	12,6
– zéro	16,6	12,0	24,6
Caractéristiques de l'enfant			
Garçon	42,2	43,2	40,5
Âge			
– entre 6 et 12 mois (au plus 12 mois)	11,6	13,7	8,0
– entre 12 et 18 mois	10,9	12,8	7,7
– entre 18 et 24 mois	9,0	10,0	7,4
– entre 24 et 36 mois	20,5	19,9	21,4
– entre 36 et 48 mois	18,5	17,9	19,7
– entre 48 et 60 mois	18,9	17,0	22,2
– plus de 60 mois	10,6	8,7	13,6
Lien avec le CM			
– fille ou fils	72,8	73,3	72,0
– petite fille ou petit fils	18,3	18,9	17,3
– autre	8,9	7,9	10,7
Présence d'une MII	60,3	62,4	56,7
L'enfant dort dans un logement protégé	36,0	37,8	32,9
Effectif	4465	2819	1646

Source : ministère de la santé publique, EIP 2011. Lecture : dans notre échantillon 11.9% des personnes s'occupant des enfants ont au plus 20 ans. Elles sont 11.8% si le test de prévalence palustre est négatif.

NOTES

1. Ces chiffres expliquent pourquoi les actions antivectionnelles sont souvent dirigées vers cette sous-population même si Killeen et *al.*, (2007) montrent que ce n'est pas forcément la meilleure solution.
2. Les moustiquaires à imprégnation durable (MID), appelées aussi moustiquaires imprégnées de longue durée d'action (MILDA), sont celles qui sont les plus fréquemment distribuées dans les programmes de santé publique.
3. Il s'agit de l'objectif numéro 6.
4. Pour être très précis, le Cameroun a adhéré au programme Roll Back Malaria dès 1998.
5. Dans le cadre du Programme National de Lutte contre le Paludisme (PNLP) des plans stratégiques (PSNLP) ont été mis en oeuvre, le dernier en date couvre la période 2011-2015 (PSNLP, 2011).
6. D'après la classification adoptée par la Commission économique pour l'Afrique des Nations Unies, l'Afrique Centrale comprend les pays suivants : le Cameroun, le Congo, le Gabon, la Guinée Equatoriale, la République Centrafricaine, la République démocratique de Sao Tomé-et-Principe et le Tchad.
7. Voir Pulford (2011) pour une revue de la littérature sur les raisons invoquées pour expliquer la non-utilisation des MII possédées par les ménages.
8. Le nombre de piqûres de moustiques femelles par être humain par unité de temps est appelé : taux d'agressivité à l'égard de l'homme (TAH). L'indice sporozoïtique (IS) mesure la proportion de moustiques infectées. On a par définition : $TIE = TAH \times IS$.
9. Monitoring & Evaluation Reference Group à l'initiative de Roll Back Malaria (<http://www.rbm.who.int/mechanisms/merg.html>).
10. Tarozi et *al.*, (2009) montrent l'importance du degré d'aversion au risque, dans le cadre du paludisme, lorsque les ménages ont le choix entre différents contrats pour financer l'acquisition d'une MII.
11. Cette première équation est comparable au travail réalisé par Matong-Tchinda et *al.*, (2012) qui estiment la probabilité d'utiliser une MII à l'aide d'un modèle Logit.
12. Les coefficients associés ne sont pas significatifs.
13. L'indice i de l'enfant est omis pour simplifier les notations.
14. L'étude menée dans la région d'Orissa en Inde par Tarozi et *al.*, (2012) montre que les filles sont significativement plus malades.