



**TROPICAL
HEALTH**



The Alliance for
Malaria Prevention

EXPANDING THE OWNERSHIP AND USE OF MOSQUITO NETS

Déterminants de la durée de vie des MII en Afrique subsaharienne : analyse secondaire des données provenant de 37 sites de suivi de la durée de vie

Stephen Poyer

Matt Worges

Eleanore Sternberg

Octobre 2025

Abréviations

aHR	Adjusted hazard ratio/rapport de risque ajusté
MII	Moustiquaire imprégnée d'insecticide
PNLP	Programme national de lutte contre le paludisme
PH	Proportional hazards/Risques proportionnels
pHI	Proportional hole index/Indice proportionnel de perforation
CSC	Changement social et comportemental
OMS	Organisation mondiale de la santé

Table des matières

Abréviations	2
1. Introduction et objectif.....	4
2. Approche d'analyse secondaire	5
Objectif de la recherche.....	5
Méthodes.....	5
Données de suivi de la durée de vie	5
Analyses	7
Limites.....	9
3. Résultats	10
Durée de vie physique des MII	10
Déterminants de la durée de vie physique des MII à partir des modèles PH de Cox	13
4. Résumé et interprétation	17
5. Bibliographie.....	19
Annexe	20
Contexte des études de suivi de la durée de vie	20
Résultats de l'étude de suivi de la durée de vie	20
Variables explicatives du suivi de la durée de vie.....	21
Tableaux et figures supplémentaires	22

1. Introduction et objectif

La durée de vie physique des moustiquaires imprégnées d'insecticide (MII) est un élément essentiel de leur efficacité dans la prévention du paludisme. Il est démontré que la durée de vie des MII est variable, de sorte que leur durée de conservation médiane ne couvre pas nécessairement la période prévue de trois ans entre deux distributions aux ménages. Une durée de vie sous-optimale des MII peut réduire l'accès de la population à ces MII si les ménages jettent ou réutilisent les moustiquaires endommagées avant qu'un modèle de remplacement utilisable ne soit disponible.

Une méthodologie standardisée pour surveiller la durée de vie des MII a été publiée par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) en 2013. Depuis lors, les programmes nationaux de lutte contre le paludisme (PNLP) et leurs partenaires ont surveillé la durée de vie de plus de quinze marques de MII sur différents sites dans vingt-trois pays d'Afrique subsaharienne. En 2021, des chercheurs ont analysé les données de durée de vie de dix sites dans quatre pays et ont constaté que les temps de durée de vie médians par site variaient de 1,6 à 5,3 ans¹. Les déterminants de la durée de vie des MII ont été identifiés comme étant l'exposition des ménages aux messages sur le changement social et comportemental (CSC), l'attitude à l'égard de l'entretien des moustiquaires, la pratique consistant à replier les moustiquaires pendant la journée lorsqu'elles ne sont pas utilisées, l'exposition des moustiquaires aux feux de cuisson, et la présence ou non d'enfants parmi les utilisateurs des moustiquaires. L'analyse a également identifié des facteurs indirects comme déterminants de la durée de vie, tels que la richesse relative des ménages et le sexe du chef du ménage. Les auteurs ont conclu que la durée de vie physique des MII dépendait davantage de facteurs environnementaux et comportementaux spécifiques à chaque lieu que de la marque des MII.

Entre 2021 et 2024, treize pays supplémentaires ont mené à bien des études standardisées de suivi de la durée de vie grâce au financement de l'US President's Malaria Initiative. Les données sont accessibles au public pour vingt-sept sites dans onze de ces pays. Le présent rapport contient une analyse secondaire actualisée des données de suivi de la durée de vie des MII, afin d'estimer les niveaux de durée de vie physique des MII et d'identifier les principaux déterminants de leur durée de vie, tant au niveau des ménages qu'au niveau des comportements.

Les résultats de cette analyse peuvent être utilisés pour concevoir et cibler des interventions telles que la communication pour le CSC, visant à augmenter la durée pendant laquelle les MII restent utilisables dans les ménages. L'augmentation des temps de durée de vie des MII renforcera la protection qu'elles offrent contre le paludisme lorsque les moustiquaires sont utilisées correctement et systématiquement.

La section 2 du présent rapport décrit les méthodes utilisées pour cette analyse secondaire, et la section 3 présente les résultats. Une interprétation des résultats avec des implications pour la conception du programme est donnée à la section 4. Après la liste des références, une annexe présente le contexte des méthodes employées pour l'étude du suivi de la durée de vie, ainsi que des tableaux et des figures supplémentaires.

¹L'analyse a utilisé un sous-ensemble des données reprises dans cette analyse secondaire élargie.

2. Approche d'analyse secondaire

Objectif de la recherche

L'objectif de cette analyse secondaire était de décrire les niveaux d'usure dus à l'utilisation des MII et l'intégrité physique de celles-ci à partir d'études de suivi de la durée de vie menées depuis 2015, et d'identifier les facteurs liés aux ménages et aux comportements permettant de prédire la durée de vie physique des MII.

Méthodes

Données de suivi de la durée de vie

Les ensembles de données accessibles au public et les rapports finals provenant de 37 sites d'étude dans 15 pays africains couvrant 13 marques de MII ont été téléchargés à partir du site www.durabilitymonitoring.org. Les données reflètent le suivi de la durée de vie des MII distribuées dans le cadre de campagnes de distribution de masse menées entre 2015 et 2021.

Le tableau 1 présente une synthèse des pays étudiés, des sites, des marques de MII et du calendrier des principales activités de l'étude, classés par année de campagne de distribution de masse. Les études de suivi de la durée de vie collectent généralement des données au cours de quatre cycles d'enquête sur une période de 36 mois. Quatre cycles de collecte de données ont été réalisés sur 32 des 37 sites. À Oyo, au Nigeria, et sur les deux sites au Burundi, la collecte de données s'est achevée après le troisième cycle (24 mois) ; à Fort Dauphin, à Madagascar, et à Serenje, en Zambie, le premier cycle de collecte de données a eu lieu douze mois après la campagne, et seuls trois cycles de données ont été recueillis.

Tableau 1 Détails de l'étude de suivi de la durée de vie pour les sites repris dans l'analyse secondaire

Pays	Site	Marque de MII	Année	
			Campagne de distribution de masse	Cycle final
Mozambique	Inhambane	Royal Sentry	2015	2018
Mozambique	Nampula	Royal Sentry	2015	2018
Mozambique	Tete	MAGNet	2015	2018
Nigeria	Ebonyi	DawaPlus 2.0	2015	2018
Nigeria	Zamfara	DawaPlus 2.0	2015	2018
Nigeria	Oyo	DawaPlus 2.0	2016	2018
RDC	Mongala	DawaPlus 2.0	2016	2019
RDC	Oubangui Sud	Duranet	2016	2019
Zanzibar	Pemba	Olyset	2016	2019
Zanzibar	Unguja	PermaNet 2.0	2016	2019
Kenya	Busia	DawaPlus 2.0	2017	2021
Kenya	Kwale	Duranet	2017	2021
Ghana	Nanuba Sud	Olyset	2018	2021
Ghana	Zabzugu	DawaPlus 2.0	2018	2021

Pays	Site	Marque de MII	Année	
			Campagne de distribution de masse	Cycle final
Liberia	Grand Gedeh	Duranet	2018	2021
Liberia	Lofa	Duranet	2018	2021
Madagascar	Bekily	DawaPlus 2.0	2018	2021
Madagascar	Farafangana	DawaPlus 2.0	2018	2021
Madagascar	Fort Dauphin	PermaNet 2.0	2018	2021
Madagascar	Maintirano	DawaPlus 2.0	2018	2021
Niger	Gazaoua	Olyset	2018	2021
Niger	Madaoua	Olyset	2018	2021
Burkina Faso	Banfora	Interceptor G2	2019	2022
Burkina Faso	Gaoua	Interceptor	2019	2022
Burkina Faso	Orodara	PermaNet 3.0	2019	2022
Burundi	Kirundo	PermaNet 3.0	2019	2022
Burundi	Muyinga	Yorkool	2019	2022
Rwanda	Burera	Olyset	2020	2023
Rwanda	Karongi	Interceptor G2	2020	2023
Rwanda	Kicukiro	PermaNet 3.0	2020	2023
Rwanda	Ruhango	Yahe	2020	2023
Sierra Leone	Bo	PermaNet 3.0	2020	2023
Sierra Leone	Moyamba	Olyset Plus	2020	2023
Zambie	Serenje	Veeralin	2020	2024
Zambie	Nyimba	Olyset Plus	2021	2024
Côte d'Ivoire	Abengourou	PermaNet 3.0	2021	2024
Côte d'Ivoire	Aboisso	Interceptor G2	2021	2024

La figure 1 présente l'emplacement approximatif des trente-sept sites étudiés en Afrique.

Figure 1 Emplacements approximatifs des sites de suivi de la durée de vie des MII inclus dans l'analyse



Analyses

La durée de vie des MII a été examinée de deux manières². Tout d'abord, des estimations de la durée de vie médiane des MII en années ont été extraites des rapports d'étude et représentées graphiquement, afin d'étudier la distribution de la durée de vie physique des MII. Les courbes de durée de vie correspondantes ont été tracées à partir des données et superposées à la courbe de durabilité hypothétique correspondant à des moustiquaires ayant une longévité médiane de trois ans.

Afin d'examiner les composantes de la durée physique des MII, les résultats relatifs à l'intégrité physique obtenus à partir des évaluations des perforations lors de chaque cycle d'enquête ont été calculés et représentés sous forme de graphiques en barres. Les MII ont été classées comme « en bon état », « endommagées » ou « déchirées ». L'usure cumulative due à l'utilisation a été estimée pour chaque site d'étude à chaque cycle d'enquête, et représentée sous forme de graphique linéaire.

La préparation des variables explicatives a nécessité l'agrégation des réponses de toutes les enquêtes auxquelles les ménages ont participé (pour les expositions au niveau des ménages) ou dans lesquelles une MII était présente (pour les expositions au niveau des moustiquaires). Les variables ont été classées comme « jamais » si la réponse était « non », ou « jamais » pour toutes les enquêtes dans lesquelles la question était posée, « parfois » si la réponse était « parfois » dans au moins un cycle d'enquête ou si des réponses contradictoires étaient enregistrées dans différents cycles, et

² Les lecteurs sont invités à se reporter à l'annexe pour obtenir des détails sur les principales méthodes d'étude et une explication des principaux termes.

« toujours » si la réponse était « oui » ou « toujours » pour toutes les enquêtes dans lesquelles la question était posée.

L'approche utilisée dans l'analyse secondaire précédente, consistant à combiner l'exposition aux messages sur le CSC et l'attitude à l'égard de l'entretien des moustiquaires dans une variable composite avec les catégories suivantes, a été maintenue :

- A. N'a jamais été exposé aux messages sur le CSC et n'a jamais enregistré une attitude très positive à l'égard de l'entretien des moustiquaires
- B. Une ou plusieurs expositions aux messages sur le CSC et n'a jamais enregistré une attitude très positive à l'égard de l'entretien des moustiquaires
- C. Un nombre quelconque d'expositions aux messages sur le CSC et un enregistrement ou plus d'une attitude très positive à l'égard de l'entretien des moustiquaires
- D. Deux expositions ou plus aux messages sur le CSC et deux enregistrements ou plus d'une attitude très positive à l'égard de l'entretien des moustiquaires

La durée de vie physique des MII a été évaluée à l'aide d'une analyse de durée de vie et de deux approches. Dans la première, la période à risque commençait à la date de distribution ; dans la seconde, le risque commençait à la date de la première observation ou du premier rapport des répondants indiquant que la MII de groupe était suspendue. Pour les deux modèles, le défaut était défini comme une MII classée comme « déchirée » du fait de leur état physique, ou ayant subi une usure due à l'utilisation. La durée du défaut pour l'usure a été calculée sur la base des souvenirs des répondants concernant la durée pendant laquelle une moustiquaire avait été en possession du ménage. En l'absence de souvenirs valables, et pour les moustiquaires défectueuses à cause de leur état physique, la durée du défaut observée a été considérée comme le point médian entre les cycles d'enquête actuels et précédents.

Des modèles à risques proportionnels (PH) de Cox ont été utilisés pour modéliser la durée de vie physique des MII et étudier les déterminants. Deux modèles PH de Cox ont été conçus à partir des deux approches d'analyse de durée de vie. Un modèle au niveau des ménages définissait le risque comme commençant à la date de distribution et tenait compte des déterminants au niveau des ménages, qui étaient les mêmes pour toutes les moustiquaires au sein d'un même ménage (par exemple, la taille du ménage, les caractéristiques du chef de famille, le tertile de richesse du ménage). Un modèle au niveau des moustiquaires définissait le risque comme commençant à la date de la première observation de la moustiquaire suspendue, et tenait compte des déterminants au niveau des ménages mentionnés ci-dessus et des déterminants au niveau des moustiquaires, tels que la manière dont les moustiquaires étaient utilisées et les types d'utilisateurs. La qualité de l'ajustement du modèle a été évaluée à l'aide de graphiques des valeurs résiduelles de Cox-Snell, tandis que les graphiques des valeurs résiduelles de Schoenfeld ont été utilisés pour vérifier l'hypothèse de risque proportionnel. Les résultats du modèle au niveau des moustiquaires sont présentés ici ; le modèle au niveau des ménages a fourni des résultats similaires pour un ensemble réduit de variables explicatives.

Le tableau A1 (annexe) résume, pour chaque site de suivi, le nombre de MII déclarées reçues dans le cadre de la campagne, le nombre de MII enregistrées au début de l'étude, le pourcentage de MII de cohorte ayant donné lieu à des résultats définitifs et le pourcentage de MII de cohorte ayant été trouvées suspendues (et donc admissibles pour la régression au niveau des moustiquaires).

Les analyses ont tenu compte de la conception stratifiée et groupée des études primaires. Chaque site d'étude a été considéré comme une strate dans les modèles PH de Cox. Les données n'ont pas été pondérées et tous les totaux sont présentés sans pondération. L'analyse a été réalisée à l'aide de R v4.4.2 et StataNow v18.5 (StataCorp, College Station, Texas).

Limites

Certains facteurs de risque liés à la durée de vie reposaient sur les réponses des membres des ménages, comme leur attitude à l'égard de l'entretien des moustiquaires et les résultats basés sur les raisons invoquées pour expliquer la perte des moustiquaires. De plus, dans le cadre des mesures d'atténuation du COVID-19 mises en place entre 2000 et 2022, le personnel chargé de l'enquête n'a pas pu entrer dans les ménages pour observer les moustiquaires *in situ* (par exemple, pour vérifier si elles étaient repliées) et a donc dû se fier davantage aux souvenirs des personnes interrogées. Ces réponses sont susceptibles d'être biaisées par des souvenirs inexacts et par le désir de plaire.

Certains sites d'étude ont enregistré des taux élevés de MII de cohorte dont les résultats sont inconnus (par exemple, les répondants ne savaient pas ce qu'il était advenu d'une moustiquaire entre deux cycles d'enquête). Le pourcentage de moustiquaires de cohorte dont les résultats étaient certains à la fin de l'étude variait de 55 % à Tete, au Mozambique, à 97 % à Kirundo, au Burundi. Maintirano, à Madagascar (60 %), et Banfora, au Burkina Faso (65 %), affichaient également des pourcentages relativement faibles de MII dont les résultats étaient certains. Ces sites sont devenus difficiles d'accès après le cycle de douze mois, en raison de l'insécurité locale. Un taux élevé de perte de suivi peut biaiser les résultats de durée de vie si les résultats en matière d'usure ou de l'état physique des MII dont les résultats sont inconnus sont systématiquement différents de ceux des MII dont les résultats sont connus. Sans enquête plus approfondie, l'orientation et l'ampleur de cette différence sont inconnues.

Certaines variables jugées significatives dans les modèles publiés au niveau national ont été omises de cette analyse en raison des niveaux relativement élevés de données manquantes pour les pays récemment étudiés. Ces variables comprennent l'âge du chef du ménage et son niveau d'éducation. L'inclusion de ces variables aurait entraîné l'omission d'un ou plusieurs pays de l'analyse multinationale.

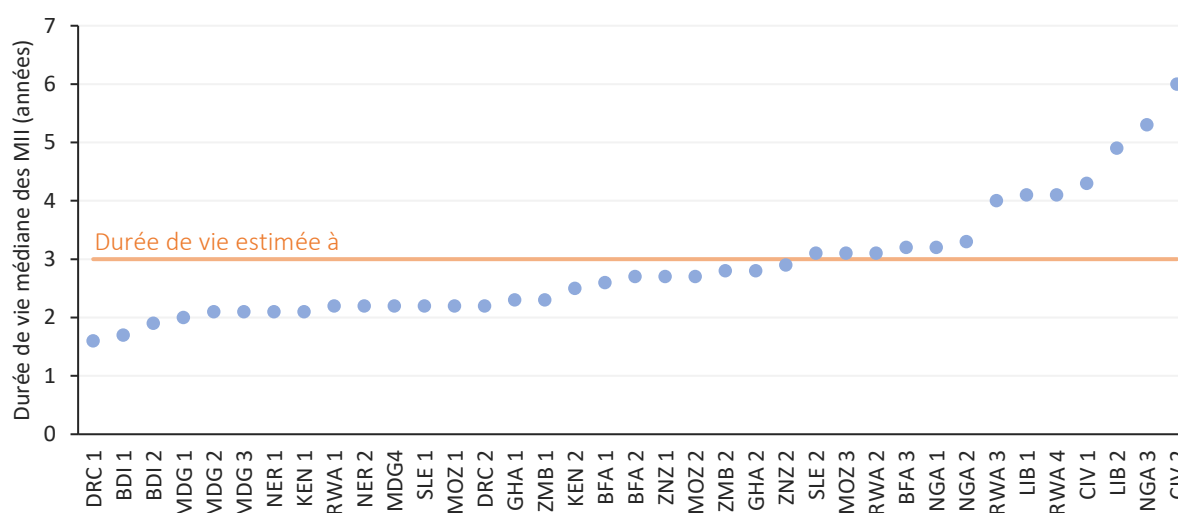
La conception prospective du suivi de la durée de vie introduit la possibilité d'un effet Hawthorne, selon lequel des enquêtes répétées sur l'entretien et la manipulation de la moustiquaire pendant trois ans pourraient influencer le comportement des membres du ménage. Pour atténuer cet effet, la collecte de données primaires sur les sites repris dans cette analyse a été limitée à quatre occasions sur trois ans, contrairement aux intervalles plus fréquents de six mois utilisés dans certaines études antérieures.

3. Résultats

Durée de vie physique des MII

La durée de vie médiane des MII variait de 1,6 à 6 ans selon les estimations graphiques (figure 2), avec une valeur médiane de 2,7 ans pour l'ensemble des 37 sites (moyenne : 2,9 ans). Mongala, en République démocratique du Congo (RDC), et les deux sites au Burundi ont enregistré les taux de durée de vie les plus faibles (tous inférieurs à deux ans), tandis que Lofa au Liberia, Zamfara au Nigeria et Abengourou en Côte d'Ivoire ont enregistré les taux de durée de vie les plus élevés (tous supérieurs à 4,5 ans). Il convient de noter que la durée de vie médiane des MII était supérieure à la valeur médiane de l'ensemble des sites pour les trois sites d'étude au Nigeria, les deux sites au Liberia et les deux sites en Côte d'Ivoire.

Figure 2 : Durée de vie médiane des MII en années (estimation graphique), par pays et site d'étude

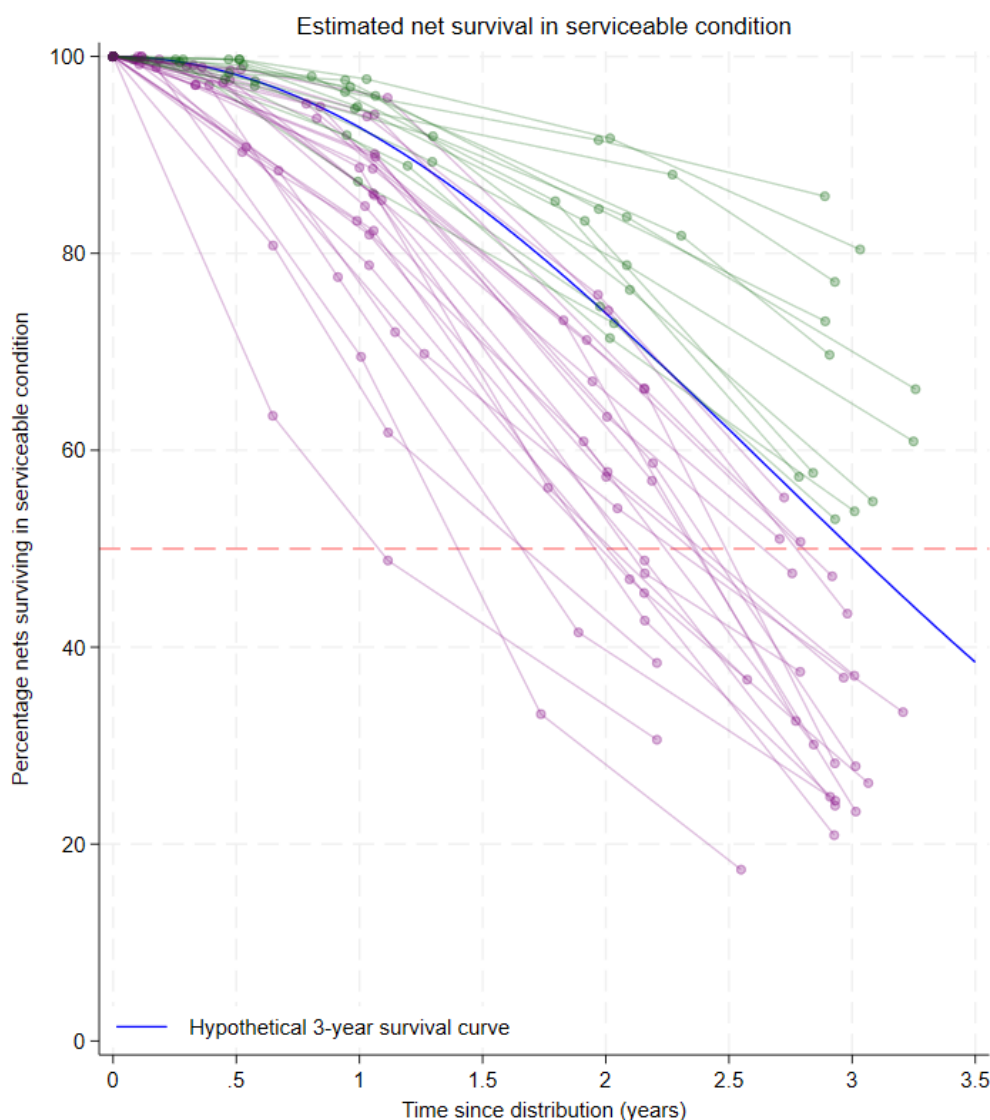


La figure 3 présente les courbes de durée de vie physique des MII pour chaque site étudié, en estimant le pourcentage de MII de cohorte restant utilisables. Le graphique comprend la courbe de durée de vie hypothétique sur trois ans à titre de référence, représentée en bleu³. Les points violets situés à gauche de la courbe bleue correspondent aux sites dont la durée de vie médiane est inférieure à trois ans, tandis que les points verts situés à droite correspondent aux sites dont la durée de vie médiane est supérieure à trois ans. Conformément aux résultats ci-dessus, trois ans après la campagne de distribution de masse menée à Gazaoua et Madaoua, au Niger, seuls 23 % et 28 % des MII de cohorte étaient encore respectivement présentes et utilisables. En revanche, 77 % des MII de cohorte étaient encore utilisables à Lofa, au Liberia, 2,9 ans après la campagne, et 80 % des MII de cohorte étaient encore utilisables à Zamfara, au Nigeria, après trois ans.

³ Cette courbe présente les résultats auxquels nous pouvons nous attendre pour une MII ayant une durée de vie de trois ans.

Figure 3 : Variation de la durée de vie physique des MII, par site d'étude.

Les sites dont la durée de vie médiane est inférieure à trois ans sont représentés en violet ; les sites dont la durée de vie médiane est supérieure à trois ans sont représentés en vert. La courbe bleue correspond à la courbe de durée de vie hypothétique pour les MII ayant une durée de vie de trois ans. La ligne pointillée rouge correspond à $y = 50\%$, soit le niveau auquel la moitié des MII initialement distribuées n'ont pas survécu.

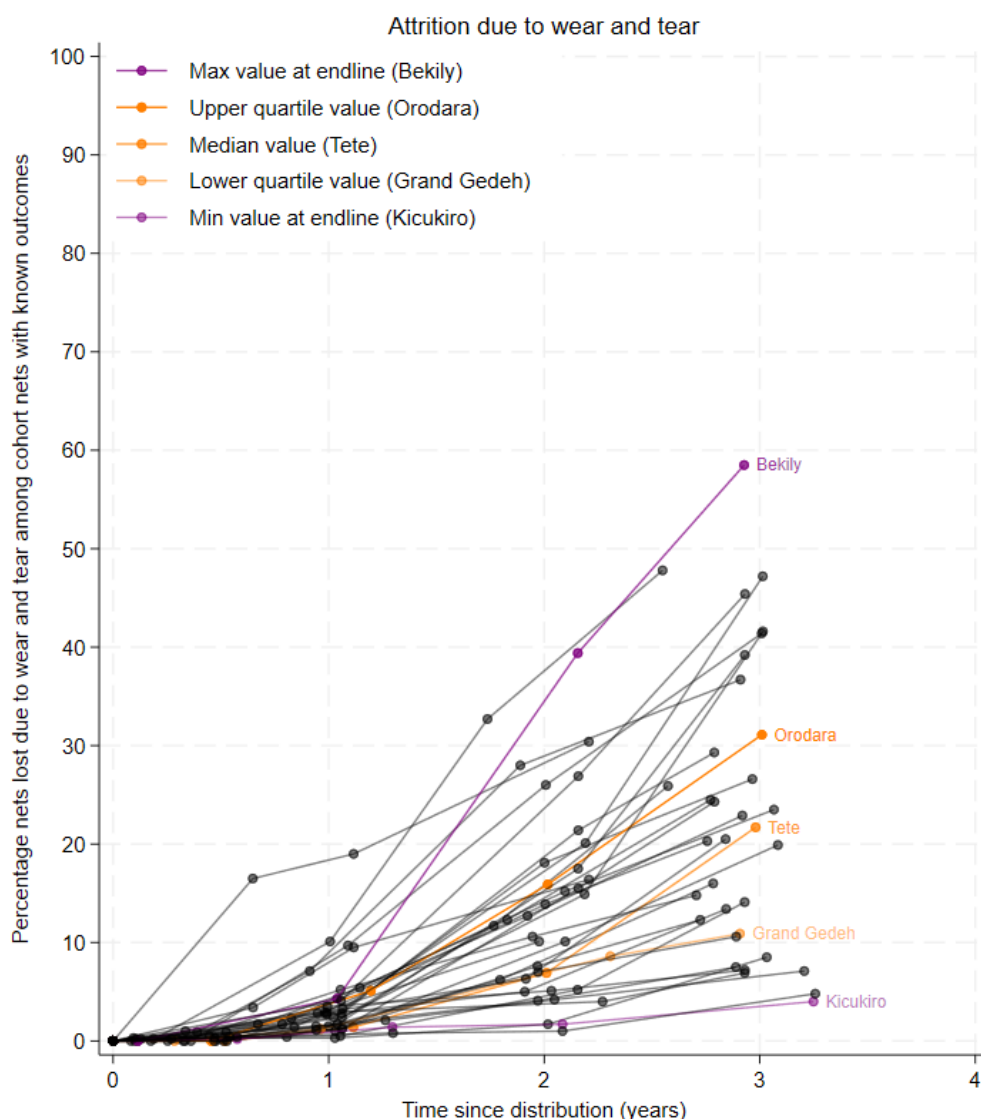


La durée de vie physique des MII reflète la combinaison de l'usure des MII due à l'utilisation et de l'état physique des MII. La variation de ces mesures entre les sites d'étude est présentée dans la figure 4 (usure) et la figure 5 (état physique de la moustiquaire). Le pourcentage de MII de cohorte qui avaient été jetées en raison de leur usure à la fin de l'étude variait de 4 % (Kicukiro, Rwanda) à 59 % (Bekily, Madagascar), avec une valeur médiane de 20 % (figure 4).

Figure 4 : Usure due à l'utilisation, par site d'étude.

Les sites présentant les valeurs minimales (Kicukiro) et maximales (Bekily) d'usure à la fin de la période sont indiqués en

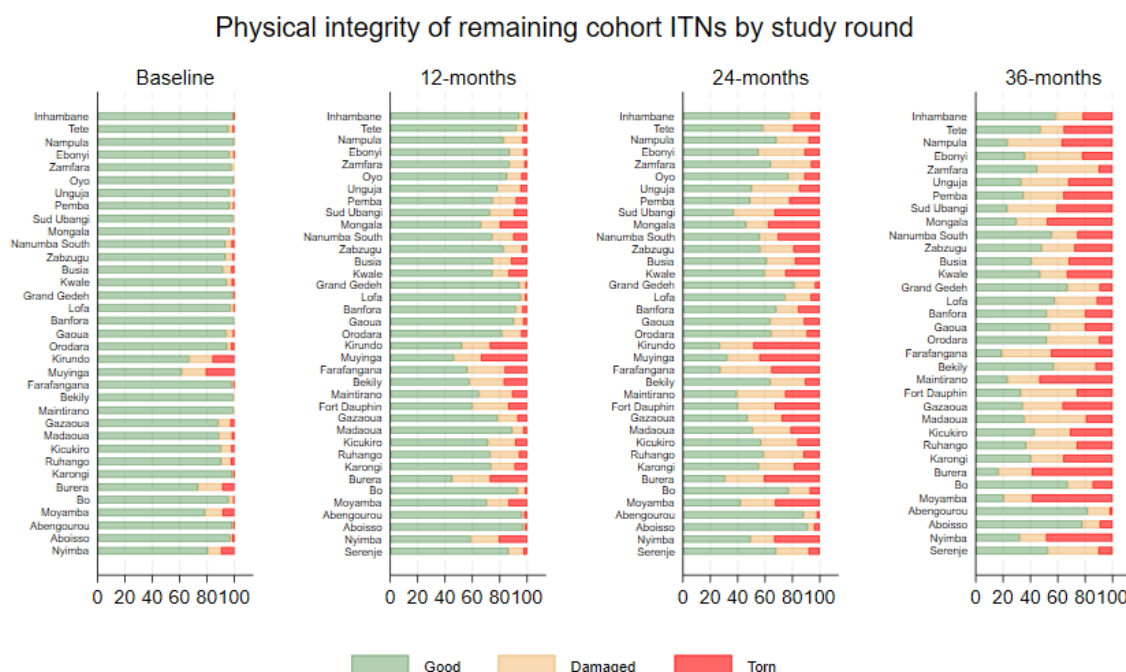
violet ; les sites présentant les valeurs quartiles inférieures (Grand Gedeh), médianes (Tete) et quartiles supérieures (Orodara) à la fin de la période sont indiqués en orange.



Parmi les MII de cohorte encore en possession des ménages à la fin de l'étude et pouvant être utilisées pour dormir, le pourcentage de celles classées comme « déchirées » variait de 2 % (Abengourou, Côte d'Ivoire) à 59 % (Burera, Rwanda), avec une valeur médiane de 30 % (figure 5). Les sites d'étude peuvent être classés en fonction de leur niveau d'usure due à l'utilisation et de l'état physique des MII à la fin de l'étude, en utilisant les valeurs médianes comme référence. Aux extrémités de la fourchette, des sites tels que Mongala, en RDC (48 %, 48 %) et Farafangana, à Madagascar (39 %, 45 %), présentaient un taux d'usure relativement élevé et un niveau élevé de MII « déchirées » parmi celles qui restaient dans les ménages étudiés. Les ménages de ces sites peuvent continuer à utiliser des moustiquaires déchirées au-delà de leur capacité générale à fournir une barrière physique contre les moustiques, en raison d'un manque d'accès à d'autres MII. À l'autre

extrémité du spectre, des sites tels que Aboisso, en Côte d'Ivoire (11 %, 9 %) et Lofa, au Liberia (7 %, 12 %), ont un niveau d'usure relativement faible et un niveau faible de MII « déchirées ».

Figure 5 Intégrité physique des MII restantes par site d'étude, au cours des cycles d'étude



Déterminants de la durée de vie physique des MII à partir des modèles PH de Cox

Le modèle de régression au niveau des moustiquaires a utilisé 17 466 observations sur 9 237 MII suspendues de cohorte. Il y a eu 3 621 défauts aux MII au cours des 14 218 années-MII de temps d'analyse à risque, avec une durée moyenne d'analyse par MII de 1,54 an (18 mois). Six caractéristiques et comportements au niveau des ménages et quatre au niveau des moustiquaires ont été identifiés dans le modèle comme des facteurs prédictifs indépendants de la durée de vie (tableau 2) :

- Les MII dans les ménages plus importants présentaient un risque accru de défauts par rapport aux petits ménages (1 à 3 personnes). Le risque de défaut augmentait avec la taille du ménage : les MII dans les ménages de 4 à 6 personnes présentaient un risque de défaut accru de 18 % par rapport aux petits ménages ($p = 0,003$), tandis que celles dans les ménages de 7 personnes ou plus présentaient un risque accru de 47 % par rapport aux petits ménages ($p < 0,001$).
- Les MII dans les ménages avec un ou plusieurs enfants de moins de cinq ans présentaient un risque accru de défaut par rapport aux ménages sans enfant en bas âge. Le rapport de risque ajusté (aHR) pour les ménages avec des enfants de moins de cinq ans (1,16, $p = 0,003$) indique que les MII dans ces ménages présentaient un risque accru de défaillance de 16 %.
- Les MII dans les ménages appartenant au tertile inférieur de richesse présentaient un risque de défaut supérieur de 20 % (aHR = 1,20, $p = 0,002$) par rapport à celles dans les ménages

appartenant au tertile supérieur de richesse. Les MII dans les ménages appartenant au tertile intermédiaire présentaient un risque de défaut supérieur de 16 % par rapport à celles dans le tertile supérieur (aHR = 1,16, $p = 0,005$). La différence entre les tertiles inférieur et intermédiaire n'était pas significative.

- **Les MII dans les ménages qui ont déclaré stocker des aliments dans les pièces utilisées pour dormir présentaient un risque de défaut supérieur de 18 %** par rapport à celles dans les ménages qui ont déclaré ne jamais stocker d'aliments dans ces espaces (aHR = 1,18, $p = 0,007$).
- **Les MII dans les ménages qui ont déclaré cuisiner dans les pièces utilisées pour dormir présentaient un risque de défaut supérieur de 25 %** par rapport à celles dans les ménages qui ont déclaré ne jamais cuisiner dans ces espaces (aHR = 1,25, $p = 0,001$).
- La variable qui codait l'exposition combinée des répondants aux messages sur le CSC et leur attitude positive à l'égard de l'entretien des moustiquaires a montré une relation dose/réponse avec la durée de vie des MII. **Les MII présentaient deux fois moins de risques de défaut dans les ménages où les répondants ont déclaré avoir été exposés aux messages sur le CSC et avoir une attitude positive à l'égard de l'entretien**, par rapport aux MII dans les ménages où les répondants n'avaient pas été exposés aux messages sur le CSC et n'avaient pas d'attitude positive à l'égard de l'entretien (53 %, aHR = 0,47, $p < 0,001$). Les MII dans les ménages dont les répondants ont déclaré ne pas avoir été exposés aux messages sur le CSC, mais avoir une attitude positive à l'égard de l'entretien des moustiquaires dans certains cycles d'enquête, présentaient un risque de défaut inférieur de 38 % par rapport au groupe de référence ($p < 0,001$). De même, les MII dans les ménages dont les répondants avaient été exposés dans une certaine mesure aux messages sur le CSC et avaient déclaré des attitudes positives à l'égard de l'entretien des moustiquaires lors de certains cycles de l'enquête présentaient un risque de défaut inférieur de 35 % par rapport au groupe de référence ($p < 0,001$). Il n'y avait pas de différence significative entre les résultats de ces deux catégories intermédiaires.
- Parmi les facteurs au niveau des moustiquaires, le risque de durée de vie des MII était significativement associé au type d'utilisateur de MII (appelé groupe d'« utilisateurs dominants des moustiquaires » et défini comme le ou les groupes d'âge qui ont le plus souvent déclaré dormir sous une moustiquaire donnée). **Les MII utilisées par des enfants dormant seuls présentaient un risque de défaut accru de 31 % par rapport aux MII dont les utilisateurs dominants étaient des adultes** ($p < 0,001$). Les MII utilisées à la fois par des adultes et des enfants présentaient un risque de défaut supérieur de 16 % par rapport au groupe de référence ($p < 0,001$).
- **Les MII utilisées sur un matelas ou directement sur le sol présentaient un risque de défaut accru de 8 %** par rapport aux MII utilisées uniquement sur des matelas ou des lits, bien que la valeur- p pour ce facteur soit à la limite de la significativité (aHR = 1,08, $p = 0,79$).
- **Les MII qui étaient toujours séchées sur un buisson après lavage présentaient un risque de défaut accru de 22 %** par rapport aux MII qui n'étaient jamais ou seulement occasionnellement séchées sur des buissons ($p = 0,002$).
- **Les MII qui n'étaient jamais repliées pendant la journée présentaient un risque de défaut accru de 61 %** par rapport aux MII qui étaient toujours ou parfois repliées (aHR = 1,61, $p < 0,001$).

Tableau 2 Déterminants de la durée de vie physique des MII à partir du moment où elles ont été suspendues pour la première fois, d'après le modèle à risque proportionnel (PH) de Cox

Variable	Rapport de risque ajusté (aHR)	Intervalle de confiance à 95 %	Valeur p
17 466 observations sur 9 237 moustiquaires suspendues, dont 3 621 présentaient des défauts			
Taille du ménage au début de l'étude			
1 à 3 personnes	Référence		
4 à 6 personnes	1,18	1,06-1,31	0,003
Plus de 7 personnes	1,47	1,30-1,67	<0,001
Présence d'enfants de moins de 5 ans dans le ménage			
Oui (Réf. : Non)	1,16	1,05-1,28	0,003
Tertile de richesse du ménage			
Le plus élevé	Référence		
Moyen	1,16	1,05-1,29	0,005
Le plus faible	1,20	1,07-1,34	0,002
Stockent des aliments dans les pièces utilisées pour dormir			
Parfois ou Toujours (Réf. : Jamais)	1,18	1,04-1,32	0,007
Cuisinent dans les pièces utilisées pour dormir			
Parfois ou Toujours (Réf. : Jamais)	1,25	1,14-1,38	<0,001
Exposition combinée aux messages sur le CSC et attitude à l'égard de l'entretien des moustiquaires			
CSC jamais – Attitude jamais	Référence		
Une fois ou plus – Jamais	0,62	0,52-0,74	<0,001
Un nombre quelconque – Une fois ou plus	0,65	0,57-0,75	<0,001
Deux fois ou plus – Deux fois ou plus	0,47	0,40-0,55	<0,001
Utilisateurs dominants des moustiquaires			
Adulte(s) uniquement	Référence		
Enfant(s) avec adulte(s)	1,17	1,07-1,27	<0,001
Enfant(s) uniquement	1,31	1,15-1,50	<0,001
Espace de sommeil le plus rudimentaire			
Tapis ou sol (Réf. : Matelas ou Lit)	1,08	0,99-1,17	0,079
Font sécher la moustiquaire sur un buisson après lavage			
Toujours (Réf. : Parfois ou Toujours)	1,22	1,08-1,38	0,002
Replie la moustiquaire pendant la journée lorsqu'elle est suspendue			
Jamais (Réf. : Toujours ou Parfois)	1,61	1,48-1,75	<0,001

D'autres déterminants ont été examinés lors de l'élaboration du modèle, notamment le sexe et le niveau d'éducation du chef du ménage, la présence ou non de rongeurs autour de la maison, le fait que les membres du ménage aient parlé ou non de l'entretien et de la réparation des moustiquaires, et le fait que les moustiquaires aient été lavées ou non. Ces déterminants ont été exclus du modèle final, car ils n'étaient pas significatifs et leur inclusion n'améliorait pas l'ajustement du modèle, ou parce que les cas comportaient un nombre relativement important de valeurs manquantes.

La **figure A1** (annexe) présente les courbes de durée de vie ajustées pour chaque déterminant du modèle final, les autres covariables étant maintenues à leurs valeurs moyennes. En moyenne, les MII qui sont repliées pendant la journée permettent de gagner sept à huit mois de durée de vie par rapport aux MII qui ne sont pas systématiquement repliées. Si l'on tient compte de l'exposition aux messages sur le CSC et l'attitude des participants à l'égard de l'entretien des moustiquaires, les MII dans les ménages qui se souviennent dans une certaine mesure de l'exposition aux messages sur le CSC et/ou qui ont des attitudes positives à l'égard de l'entretien des moustiquaires gagnent six mois de durée de vie par rapport à celles des ménages « jamais-jamais ». Les MII dans les ménages où l'exposition aux messages sur le CSC et l'attitude positive ont été déclarées deux fois ou plus gagnent trois à quatre mois de durée de vie supplémentaires, ce qui porte leur gain total à neuf à dix mois par rapport aux MII dans les ménages « jamais-jamais ». Les autres covariables pour lesquelles la durée de vie ajustée diffère de six mois entre les groupes sont la taille du ménage (les moustiquaires dans les ménages de 1 à 3 personnes gagnent six mois de durée de vie par rapport à celles des ménages de sept personnes ou plus) et le groupe d'utilisateurs dominants de moustiquaires (les moustiquaires utilisées uniquement par des adultes gagnent cinq à six mois de durée de vie par rapport à celles utilisées uniquement par des enfants).

4. Résumé et interprétation

Les temps de durée de vie médians des MII dans chacun des 37 sites étudiés variaient considérablement, allant de 1,6 à 6 ans. Bien que la durée de vie médiane dans l'ensemble des sites, soit 2,7 ans, soit proche de la durée de vie supposée de 3 ans utilisée par les PNLP pour leur planification, le degré élevé d'hétérogénéité des résultats signifie que l'hypothèse de 3 ans pourrait ne pas refléter avec précision les résultats dans de nombreux contextes.

La durée de vie des MII est définie par l'état physique des MII présentes dans les ménages et le niveau d'usure des MII due à l'utilisation (c'est-à-dire le pourcentage de MII qui ont été jetées parce qu'elles étaient considérées comme trop endommagées pour être utilisées ou qui ont été utilisées à d'autres fins que pour dormir). Il n'y avait pas de tendance constante dans les résultats concernant l'état physique de la moustiquaire et l'usure entre les différents sites étudiés. Trois ans après la campagne, l'usure due à l'utilisation variait de 4 à 59 % des MII (médiane de 20 %), tandis que le pourcentage de MII classées comme « déchirées » variait de 2 à 59 % (médiane de 30 %).

Le modèle à risques proportionnels de Cox a identifié dix facteurs associés à la durée de vie des MII, chacun agissant dans le sens prévu. Parmi ces déterminants, le plus grand effet néfaste était le fait de ne jamais replier ou attacher une moustiquaire suspendue pendant la journée, ce qui augmentait le risque de défaut de 61 % par rapport aux moustiquaires qui avaient été repliées. Cela correspond à une perte de sept à huit mois de durée de vie par rapport aux moustiquaires repliées, toutes choses égales par ailleurs. Les MII suspendues librement au-dessus des espaces de sommeil pendant la journée peuvent être soumises à une manipulation intentionnelle et accidentelle accrue, ainsi qu'à un risque accru de dommages liés aux activités quotidiennes du ménage se déroulant dans le même espace. Compte tenu des résultats de cette analyse, les activités de CSC qui encouragent à replier systématiquement les moustiquaires lorsqu'elles ne sont pas utilisées pourraient être les plus susceptibles de réduire les dommages causés aux MII et de prolonger considérablement leur durée de vie.

D'autres déterminants importants pour la durée de vie des MII sont moins susceptibles d'être modifiés immédiatement, mais pourraient être utiles pour décider où cibler les ressources limitées en matière de CSC. En tenant compte d'autres facteurs, les ménages de plus de quatre personnes et les ménages appartenant aux tertiles socioéconomiques inférieur et intermédiaire présentaient tous un risque plus élevé de défaillance des MII (par rapport aux ménages plus petits et à ceux appartenant au tertile supérieur, respectivement). Ces informations pourraient être utilisées pour cibler les zones géographiques où mettre en œuvre le CSC, ou identifier les ménages au sein des communautés pour des activités de CSC différenciées. De même, si la composition des ménages et l'approvisionnement en moustiquaires influencent le choix des résidents d'utiliser une MII pour dormir, les activités de CSC devraient attirer l'attention sur le risque accru de dommages causés aux moustiquaires utilisées uniquement par les enfants. Les enfants ont tendance à manipuler les moustiquaires avec moins de précaution, en particulier lorsqu'ils tirent sur le tissu pour sortir de sous la moustiquaire, ce qui peut les abîmer davantage et, à terme, leur faire présenter un défaut.

Les résultats du modèle ont démontré l'effet positif cumulatif de l'exposition aux messages sur le CSC combinée à une attitude positive à l'égard de l'entretien des moustiquaires. Par rapport aux MII dans les ménages qui n'ont jamais déclaré d'exposition aux messages sur le CSC ni enregistré d'attitudes positives à l'égard de l'entretien des moustiquaires, les MII dans les ménages ayant été exposés dans

une certaine mesure aux messages sur le CSC et/ou ayant une attitude positive à l'égard de l'entretien des moustiquaires avaient une durée de vie accrue de 35 à 38 %. Cet avantage en termes de durée de vie est passé à 53 % pour les MII dans les ménages qui ont enregistré au moins deux fois une exposition aux messages sur le CSC ainsi qu'une attitude positive à l'égard de l'entretien des moustiquaires. Ce dernier résultat équivaut à un gain de durée de vie de neuf à dix mois par rapport aux moustiquaires des ménages qui n'avaient pas été exposés aux messages sur le CSC et n'avaient pas d'attitude positive à l'égard de l'entretien. Comprendre les approches et les mécanismes du CSC qui créent et maintiennent le plus efficacement une attitude positive à l'égard de l'entretien des MII reste un domaine de recherche important pour soutenir une mise en œuvre efficace du CSC pour les MII et prolonger leur durée de vie.

D'autres déterminants au niveau des ménages qui ont amélioré la durée de vie des MII sont le fait de ne jamais cuisiner dans les pièces utilisées pour dormir et de ne jamais stocker des aliments dans ces pièces. L'application systématique de ces pratiques permet d'éviter le risque direct de dommages causés aux moustiquaires par la chaleur et les feux ouverts lors de la cuisson au charbon de bois ou au bois de chauffage, ainsi que le risque de dommages causés par les parasites attirés par la présence de nourriture. La pratique consistant à faire sécher les MII sur des buissons après lavage est associée à une moins bonne durée de vie des MII, probablement en raison du risque accru de dommages dus à la formation et à la multiplication de trous lorsque les moustiquaires sont accrochées à des buissons ligneux. Les messages sur le CSC en lien avec le lavage des moustiquaires promeuvent déjà le séchage des MII sur des cordes à linge, mais les messages relatifs à ces trois déterminants devraient être revus dans le cadre de la conception des activités de CSC à l'avenir. Certains éléments indiquent que les MII utilisées pour dormir sur des tapis ou sur le sol présentent des risques de défaut plus élevés que les MII utilisées uniquement sur des matelas ou des lits. Cela peut s'expliquer par le fait que les moustiquaires risquent davantage de s'accrocher à des tapis rugueux ou à d'autres objets ménagers au niveau du sol, bien que les ménages soient probablement limités dans leur réponse possible à ce facteur en raison de l'espace restreint et/ou des coûts associés à l'achat de matelas et de lits.

Malgré la grande diversité des temps de durée de vie présentés dans cette analyse secondaire, la modélisation a permis d'identifier un sous-ensemble de déterminants de la durée de vie qui peuvent être ciblés par des interventions futures, et qui pourraient conduire à une amélioration de la durée de vie physique des MII.

5. Bibliographie

Abílio AP, Obi E, Koenker H, Babalola S, Saifodine A, Zulliger R, *et al.* (2020). Monitoring the durability of the long-lasting insecticidal nets MAGNet and Royal Sentry in three ecological zones of Mozambique. *Malaria Journal* 19:209. <https://doi.org/10.1186/s12936-020-03282-w>

Briet O, Koenker H, Norris L, Wiegand R, Vanden Eng J, Thackeray A, *et al.* (2020). Attrition, physical integrity and insecticidal activity of long-lasting insecticidal nets in sub-Saharan Africa and modelling of their impact on vectorial capacity. *Malaria Journal* 19:310. <https://doi.org/10.1186/s12936-020-03383-6>

Gnanguenon V, Azondekon R, Oke-Agbo F, Beach R, Akogbeto M. (2014). Durability assessment results suggest a serviceable life of two, rather than three, years for the current long-lasting insecticidal (mosquito) net (LLIN) intervention in Benin. *BMC Infectious Diseases* 14:69. <https://doi.org/10.1186/1471-2334-14-69>

Haji KA, Khatib BO, Obi E, Dimoso K, Koenker H, Babalola S, *et al.* (2020). Monitoring the durability of the long-lasting insecticidal nets Olyset® and PermaNet® 2.0 in similar use environments in Zanzibar. *Malaria Journal* 19:187. <https://doi.org/10.1186/s12936-020-03258-w>

Kilian A, Obi E, Mansiangi P, Abílio AP, Haji KA, Blaufuss S, *et al.* (2021). Variation of physical durability between LLIN products and net use environments: summary of findings from four African countries. *Malaria Journal* 20:26. <https://doi.org/10.1186/s12936-020-03549-2>

Lorenz LM, Bradley J, Yukich J, Massue DJ, Mageni Mboma Z, Pigeon O, *et al.* (2020). Comparative functional survival and equivalent annual cost of 3 long-lasting insecticidal net (LLIN) products in Tanzania: A randomised trial with 3-year follow up. *PLOS Medicine* <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003248>

Mansiangi P, Umesumbu S, Etewa I, Zandibeni J, Bafwa N, Blaufuss S, *et al.* (2020). Comparing the durability of the long-lasting insecticidal nets DawaPlus® 2.0 and DuraNet® in northwest Democratic Republic of Congo. *Malaria Journal* 19:189. <https://doi.org/10.1186/s12936-020-03262-0>

Obi E, Okoh F, Blaufuss S, Olapeju B, Akilah J, Okoko OO, *et al.* (2020). Monitoring the physical and insecticidal durability of the long-lasting insecticidal net DawaPlus® 2.0 in three States in Nigeria. *Malaria Journal* 19:124. <https://doi.org/10.1186/s12936-020-03194-9>

Organisation mondiale de la santé (2011). *Guidelines for monitoring the durability of long-lasting insecticidal mosquito nets under operational conditions*. https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/44610/9789241501705_eng.pdf?sequence=1

Organisation mondiale de la santé (2013). *Estimating functional survival of long-lasting insecticidal nets from field data*. Vector Control Technical Expert Group Report to MPAC September 2013. https://www.afro.who.int/sites/default/files/2017-06/mpac_sep13_vcteg_llin_survival_report.pdf

Organisation mondiale de la santé (2013). *WHO Guidance Note for Estimating the Longevity of Long-lasting Insecticidal Nets in Malaria Control*. https://www.afro.who.int/sites/default/files/2017-06/who_guidance_longevity_llins.pdf

Annexe

Contexte des études de suivi de la durée de vie

Cette annexe donne un bref aperçu des méthodes d'étude de suivi de la durée de vie qui sont pertinentes pour ce travail.

Le suivi de la durée de vie utilise un modèle d'étude de cohorte prospective pour suivre les MII jusqu'à trois ans après leur réception par les ménages lors d'un événement de distribution, généralement une campagne de distribution de masse. Les MII suivies par l'étude sont appelées « MII de cohorte ». Quatre cycles de travail sur le terrain sont généralement organisés, avec une première collecte de données un à six mois après la campagne de distribution massive, suivie de trois cycles autour de l'anniversaire de la campagne (c'est-à-dire 12, 24 et 36 mois après que les ménages ont reçu les MII). À chaque cycle, un questionnaire recueille des informations sur l'état physique des MII de cohorte, des détails sur les autres MII en possession du ménage et les facteurs de risque potentiels de durée de vie des MII, tels que :

- A. La taille et la composition du ménage
- B. Les aménagements pour la cuisine et le couchage du ménage
- C. L'exposition des répondants aux activités et messages sur le CSC en lien avec le paludisme et les MII
- D. L'attitude des répondants à l'égard de l'entretien et la réparation des moustiquaires
- E. Les pratiques de manipulation et d'utilisation des MII de cohorte par le ménage

L'état physique des MII de cohorte présentes dans le ménage est évalué à l'aide d'un outil standard d'évaluation de la perforation. Les raisons de la perte et les détails connexes sont saisis pour toute MII de cohorte ayant subi une usure depuis le cycle d'enquête précédent (ou depuis la campagne de distribution de masse du premier cycle) et qui n'est plus présente dans un ménage.

Les calculs de la taille de l'échantillon reposent sur le nombre de MII de cohorte nécessaires pour détecter un écart minimum de six mois par rapport à la durée de vie médiane supposée de trois ans des MII.

Résultats de l'étude de suivi de la durée de vie

Le principal résultat de l'étude est la durée de vie physique des MII, définie comme le pourcentage de MII de cohorte présentes et utilisables à un moment donné. Ce résultat comprend des mesures de l'usure et de l'état physique des MII.

L'usure des MII décrit les moustiquaires de cohorte qui ne sont plus présentes dans un ménage étudié et est définie pour toutes les MII de la campagne reçues par les ménages dont le résultat est connu, y compris celles qui ont été perdues entre la distribution lors de la campagne et le premier cycle.

L'usure des MII due à l'utilisation est définie comme le pourcentage de MII de la campagne reçues qui sont jetées, détruites ou utilisées à d'autres fins que pour dormir.

L'état physique des MII est mesuré à l'aide de l'indice proportionnel de perforation (pHI). Le pHI convertit le nombre et la taille des trous d'une MII en une mesure standard, ce qui permet de comparer les dommages physiques (c'est-à-dire les trous et les déchirures) entre les moustiquaires. Les valeurs du pHI sont utilisées pour classer chaque MII de cohorte comme « utilisable » ou

« déchirée », les MII « utilisables » étant à leur tour classées comme « en bon état » ou « endommagées ».

Les estimations de la durée de vie des MII (c'est-à-dire le pourcentage de MII de cohorte qui restent utilisables à un moment donné) sont tracées par rapport à un ensemble de courbes de durée de vie hypothétiques avec des valeurs médianes de durée de vie définies. La durée de vie médiane des MII en années pour les moustiquaires de cohorte sur un site d'étude est alors lue comme la position relative du point de données empiriques sur une ligne horizontale entre les deux courbes de durée de vie médianes adjacentes.

Variables explicatives du suivi de la durée de vie

Comme indiqué ci-dessus, des données sur un large éventail de facteurs de risque potentiels pour la durée de vie des MII sont collectées à chaque cycle au moyen d'un questionnaire standard. Bon nombre de ces facteurs prennent la forme de questions à réponse binaire (oui/non) ou de variables catégorielles, comme le fait de savoir si l'espace de sommeil est un lit, un matelas, un tapis ou le sol.

Pour chaque site d'étude, un indice de richesse des ménages est généralement calculé en utilisant les biens des ménages et les informations relatives à la construction enregistrées lors du premier cycle de collecte de données. L'analyse se fait par composantes principales, la première composante étant l'indice de richesse et les ménages étant regroupés en tertiles. Les autres caractéristiques de base des ménages qui nous intéressent sont l'âge, le sexe et le niveau d'éducation du chef de ménage, le nombre de membres du ménage et la présence d'enfants de moins de cinq ans parmi les membres du ménage.

Le questionnaire standard saisit l'attitude des répondants à l'égard des moustiquaires et, séparément, de l'entretien et de la réparation des moustiquaires, au moyen de deux séries de questions à score de Likert, les résultats étant enregistrés sur une échelle de -2 à +2. Les scores d'attitude pour chaque répondant sont additionnés et divisés par le nombre de déclarations, pour calculer un score d'attitude global pour lequel 0 représente un résultat neutre, et les valeurs positives représentent un résultat positif. Pour chaque site, le pourcentage de ménages ayant une attitude très positive à l'égard de l'entretien et de la réparation des moustiquaires est calculé, c'est-à-dire les cas où le score est supérieur à +1.

Tableaux et figures supplémentaires

Tableau A1 : Cas de MII de cohorte inclus dans l'analyse secondaire et principales caractéristiques de l'échantillon

Pays	Site	Nombre de MII reçues dans le cadre de la campagne	Nombre de MII présentes au départ et enregistrées	Pourcentage de MII de cohorte dont les résultats sont connus	Pourcentage de MII de cohorte retrouvées suspendues
Mozambique	Inhambane	737	726	80,3	65,2
Mozambique	Nampula	675	661	71,1	69,6
Mozambique	Tete	619	601	55,4	74,2
Nigeria	Ebonyi	415	367	88,3	85,3
Nigeria	Zamfara	373	357	92,7	99,4
Nigeria	Oyo	410	372	82,3	55,1
RDC	Mongala	400	377	74,5	54,6
RDC	Sud-Ubangi	410	377	76,9	82,2
Zanzibar	Pemba	479	452	90	76,3
Zanzibar	Unguja	411	382	85,3	77,5
Kenya	Busia	435	364	80,8	76,6
Kenya	Kwale	436	375	84,8	69,1
Ghana	Nanumba Sud	360	333	77,8	62,8
Ghana	Zabzugu	295	284	92,6	83,5
Liberia	Grand Gedeh	466	389	69,9	65,3
Liberia	Lofa	406	385	74,8	67,8
Madagascar	Bekily	418	408	65,2	70,8
Madagascar	Farafangana	510	488	78,5	75,4
Madagascar	Fort Dauphin	369	312	80,4	75,6
Madagascar	Maintirano	353	335	60,3	59,4
Niger	Gazaoua	414	381	92,1	66,1
Niger	Madaoua	413	373	91,7	78,6
Burkina Faso	Banfora	307	294	65,3	68,7
Burkina Faso	Gaoua	293	282	85,1	81,6
Burkina Faso	Orodara	359	347	79,3	88,2
Burundi	Kirundo	348	300	96,7	81,3
Burundi	Muyinga	352	235	94,9	84,3
Rwanda	Burera	508	488	89,5	92,6
Rwanda	Karongi	556	534	79,6	96,8
Rwanda	Kicukiro	530	488	86,1	94,1
Rwanda	Ruhango	536	504	87,3	97,6
Sierra Leone	Bo	379	358	75,7	76
Sierra Leone	Moyamba	332	294	78,2	77,6
Zambie	Serenje	423	324	84,9	76,2
Zambie	Nyimba	303	236	86	78,8
Côte d'Ivoire	Abengourou	306	298	83,6	60,7
Côte d'Ivoire	Aboisso	396	356	86,5	55,9
Total		15 732	14 437	80,5*	75,9*

* Moyennes non pondérées

Figure A1 : Courbes de durée de vie ajustées à partir du modèle à risque proportionnel (PH) de Cox pour chaque covariable, en maintenant les autres valeurs à leur moyenne

