

BOÎTE À OUTILS EN FAVEUR DE L'ÉLIMINATION
DU PALUDISME



Outil de planification de la surveillance entomologique (OPSE)

The Malaria Elimination Initiative

UCSF Institute for
Global Health
Sciences

L'Initiative en faveur de l'élimination du paludisme
est une initiative de l'Institute for Global Health
Sciences de l'UCSF.

shrinkingthemalariamap.org

**Copyright © 2020 UCSF Malaria Elimination Initiative.
Tous droits réservés.**

UCSF Malaria Elimination Initiative
550 16th Street, 3rd Floor, Box 1224
San Francisco, CA 94158

Citation recommandée

Malaria Elimination Initiative. (2020). *Outil de planification de la surveillance entomologique*. San Francisco: L'Institut des sciences de la santé globale, Université de Californie, San Francisco.

Produit aux États-Unis d'Amérique. Première édition, avril 2020.

Un outil opérationnel d'aide à la décision pour les programmes nationaux de lutte contre le paludisme afin de promouvoir une lutte antivectorielle basée sur les données.

Mis au point par l'Université de Californie à San Francisco, l'Initiative d'élimination du paludisme du Groupe de santé mondiale et l'Université de Notre Dame en collaboration avec les programmes nationaux de lutte contre le paludisme et un groupe de travail sur la surveillance entomologique, avec le financement de la Fondation Bill & Melinda Gates.

Il s'agit d'un document en libre accès, diffusé sous licence Creative Commons attribution – pas d'utilisation commerciale qui autorise toute utilisation, diffusion et reproduction sur tout support à condition de citer les auteurs et la source originaux.

L'Initiative en faveur de l'élimination du paludisme (MEI) de l'Université de Californie à San Francisco (UCSF) est convaincue qu'un monde exempt de paludisme est réalisable en une génération. En tant que partenaire avant-gardiste des pays et régions luttant pour l'élimination du paludisme, le MEI produit des preuves, met au point de nouveaux outils et approches, diffuse les expériences et parvient à un consensus afin de réduire la carte du paludisme. Grâce au soutien de l'équipe experte du MEI, des pays dans le monde entier œuvrent activement dans le but d'éradiquer le paludisme – un objectif que près de 30 pays atteindront d'ici 2020.

shrinkingthemalariamap.org

Remerciements

Nous tenons à remercier les nombreuses personnes qui ont contribué au développement de l'*Outil de planification de la surveillance entomologique*.

Nous exprimons notre profonde gratitude aux partenaires et aux programmes nationaux de lutte contre le paludisme qui ont collaboré aux évaluations pilotes de l'OPSE, dont plusieurs ont également participé aux réunions du groupe de travail sur la surveillance entomologique et émis des retours d'information sur les ébauches de l'OPSE.

(Dans l'ordre alphabétique) : Ayokunle Abogan (Clinton Health Access Initiative [CHAI]), Celso Alafo (Manhiça Health Research Centre, CISM, Mozambique), Mario Avila (Panama Ministry of Health [MOH]), Christina Bradley (CHAI), Baltazar Candrinho (Mozambique MOH), James Colborn (CHAI), Camila Damasceno (Consultante Indépendante), Daragh A. Gibson (CHAI), Ititula Ititula (Namibia Ministry of Health and Social Services [MOHSS]), Rosalia Joseph (University of Namibia [UNAM]), Stark Katokele (Namibia MOHSS), Ophelia Lukubwe (Namibia MOHSS), Saw Lwin (University Research Co. [URC], Myanmar), Deodatus Maliti (Namibia MoHSS), Feliciano Monti (President's Malaria Initiative [PMI]/USAID, Myanmar), Mariela Mosquera (CHAI), Davis Mumbengegwi (UNAM), Tabeth Mwema (UNAM), Aye Aye Myint (Myanmar Ministry of Health and Sports [MOHS]), Krijn Paaijmans (Arizona State University, Barcelona Institute for Global Health, CISM), Nicholas Presley (CHAI), Petrina Uusiku (Namibia MOHSS), Dennis Walusimbi (CHAI), Khin Than Win (URC, Myanmar) et Joseph Zvoushoma (CHAI).

Nous remercions également ceux qui ont participé aux réunions du groupe de travail sur la surveillance entomologique et ont émis des retours d'information sur les ébauches de l'OPSE.

(Dans l'ordre alphabétique) : Jen Armistead (PMI/USAID), Christie Billingsley (PMI/USAID, Zimbabwe), Basil Brooke (National Institute for Communicable Diseases [NICD], South Africa), Tom Burkot (James Cook University), Prosper Chaki (Pan Africa Mosquito Control Association [PAMCA]), Javan Chanda (PATH), Horace Cox (Guyana MOH), Jon Cox (Bill & Melinda Gates Foundation [BMGF]), Dereje Dengela (Abt Associates/

VectorLink), Jeffrey Hii (James Cook University), Jimee Hwang (PMI/US Centers for Disease Control and Prevention [CDC]), Mary Kante (Populations Services International [PSI]/VectorLink), Samson Kiware (Ifakara Health Institute [IHI], Tanzania), Lizette Koekemoer (NICD/University of Witwatersrand, South Africa), Jan Kolaczinski (WHO Global Malaria Programme [GMP]), Kim Lindblade (WHO GMP), Chris Lourenco (PSI), Michael Macdonald (indépendant), Silas Majambere (PAMCA), Diana Measham (BMGF), April Monroe (Johns Hopkins University), Rose Nani Binti Mudin (Malaysia MOH), Derric Nimmo (Innovative Vector Control Consortium [IVCC]), Fredros Okumu (IHI, Tanzania), Norma Padilla (University of the Valley of Guatemala), Steven Poyer (PSI), Michael Reddy (Microsoft Research, auparavant the Bill & Melinda Gates Foundation), Jason Richardson (IVCC), Chadwick Sikaala (Elimination 8), Dan Strickman (BMGF), Peter Troell (PMI/US Centers for Disease Control and Prevention [CDC], Zimbabwe), Mahnaz Vahedi (WHO TDR) et Derek Willis (OnFrontiers).

Nous adressons des remerciements particuliers aux personnes suivantes pour leurs consultations approfondies et leur analyse de l'OPSE : Bill Hawley (CDC), Seth Irish (PMI/CDC), Sheila Ogoma (CHAI), Tara Seethaler (CHAI) et Jennifer Stevenson (Johns Hopkins University).

Ce document a été traduit de l'anglais au français. Nous remercions sincèrement Élodie Vajda (UCSF MEI, USA) pour la révision technique de la traduction française.

Enfin, nous exprimons notre reconnaissance à nos collègues de l'Initiative d'élimination du paludisme (MEI) de l'Université de Californie à San Francisco (UCSF) qui ont appuyé le développement et/ou l'évaluation de l'OPSE (dans l'ordre alphabétique) : Adam Bennett, Chris Cotter, Emily Dantzer, Roly Gosling, Eileen Jeffrey, Saehee Lee, Jennifer Smith et Cara Smith Gueye.

L'OPSE a été mis au point par Allison Tatarsky (UCSF MEI), Neil Lobo (Université de Notre Dame/UCSF MEI), Elodie Vajda (UCSF MEI) et Yasmin Alia Williams (Unitaid, auparavant UCSF MEI).

Sommaire

Remerciements	i
À propos de la Boîte à outils en faveur de l'élimination du paludisme	1
Introduction	2
Concepts clés	6
Module 1. Identification de vos questions	7
Module 2. Choix des indicateurs essentiels minimaux	9
Module 3. Choix des méthodes d'échantillonnage et des techniques d'analyses	18
Module 4. Choix des sites et du type d'enquête	28
Module 5. Plan d'échantillonnage à des fins opérationnelles	34
Module 6. Gestion des données entomologiques	38
Module 7. Arbres de décision par indicateur et pour les enquêtes de référence	40
Module 8. Arbres de décision pour les enquêtes de routine et le suivi de la réceptivité	53
Module 9. Arbres de décision pour l'enquête sur le foyer de paludisme	60
Annexe I : Exemples détaillés : Comment utiliser l'OPSE pour répondre à des questions spécifiques	65
Annexe II : Arbre de décision pour le choix des MID en fonction des données sur la résistance aux insecticides	74
Annexe III : Description des méthodes d'échantillonnage entomologique et des techniques analytiques	75
Annexe IV : Exemple de formulaire d'observation du comportement humain	82
Annexe V : Glossaire	83
Annexe VI : Interventions complémentaires de lutte antivectorielle et recommandations de l'OMS	87

À propos de la Boîte à outils en faveur de l'élimination du paludisme

La Boîte à outils en faveur de l'élimination du paludisme représente un jeu d'outils et d'approches éprouvés pour aider les pays d'endémie palustre à parvenir plus rapidement à l'élimination de la maladie. Mise au point par l'Initiative en faveur de L'élimination du paludisme (MEI) de l'Université de Californie à San Francisco (UCSF), la boîte à outils répond aux enjeux uniques des programmes nationaux de lutte contre le paludisme dans les régions à transmission hétérogène. Ces outils ont été utilisés avec succès aux niveaux nationaux et/ou infranationaux et ont conduit à de grands changements des politiques et pratiques sur le paludisme.

La Boîte à outils en faveur de l'élimination du paludisme cible trois principaux domaines : l'évaluation de la situation, des ripostes adaptées et la gestion et la pérennité du programme – avec comme objectif ultime le renforcement des capacités et l'optimisation des facultés d'un pays ou d'un district à progresser dans

l'élimination. En appui à l'évaluation de la situation, le MEI a mis au point des outils pour aider les programmes de lutte contre le paludisme à comprendre les facteurs de transmission dans une zone donnée et l'état de préparation du système de santé en vue de l'élimination. Les outils du MEI peuvent aussi aider un programme à décider des mesures à prendre en fonction de l'évaluation de la situation, à adapter ses ripostes et à veiller à la bonne gestion des efforts et à la disponibilité des ressources financières.

Le MEI reconnaît que l'application d'un nouvel outil ou approche peut poser de multiples problèmes. Une assistance technique peut appuyer l'adaptation et la mise en œuvre de tous les outils du MEI. Veuillez consulter notre site Web <http://www.shrinkingthemalariamap.org> ou contactez-nous pour plus de précisions via mei@ucsf.edu.

Boîte à outils en faveur de l'élimination du paludisme



Évaluation de la situation

Quels sont les facteurs de transmission ?
Quel est l'état de préparation du système de santé pour l'élimination et quelles sont les lacunes ?



Riposte adaptée

Quelles sont les actions à prendre par le programme en fonction des lacunes identifiées et caractérisées ?



Gestion et pérennité du programme

Comment le programme gère et finance efficacement l'élimination du paludisme ?

Introduction

La surveillance entomologique est essentielle pour comprendre les espèces vectrices, la dynamique de populations spécifiques et les comportements qui affectent la transmission de la maladie et l'efficacité des interventions avec le temps. Les données de surveillance entomologique doivent orienter le choix des interventions, le ciblage et l'adaptation des interventions, ainsi que le déploiement dans l'espace et le temps, et peuvent fournir un cadre d'évaluation des stratégies et outils complémentaires. La surveillance entomologique peut contribuer à identifier les facteurs potentiels de transmission en cas de plafonnement ou de hausse de la transmission du paludisme. Dans les régions à faible transmission, la surveillance entomologique est une composante essentielle de l'enquête sur les foyers pour éclairer la riposte dans les foyers et éliminer les poches restantes de transmission. Dans les communautés œuvrant pour éviter la reprise de la transmission du paludisme, la surveillance entomologique est utile pour suivre les changements de réceptivité qui pourraient réactiver la transmission avec des parasites importés. En outre, comme la transmission hétérogène persiste dans la plupart des lieux, des interventions adaptées de lutte antivectorielle pour attaquer les problèmes locaux et axer ces interventions vers le groupe de population approprié, dans les sites pertinents, au moment opportun, sont de plus en plus importantes pour réduire avec succès la transmission du paludisme.

Comprendre pourquoi et où la transmission persiste, pour une lutte antivectorielle efficace et la surveillance des tendances, est essentiel pour accélérer l'élimination du paludisme. Dans ce contexte, le rôle de la surveillance entomologique est plus important que jamais.

La Stratégie technique mondiale 2016-2030 de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) définit cinq éléments fondamentaux de la lutte antivectorielle pour accélérer les progrès :¹

1. Maximiser l'impact de la lutte antivectorielle
2. Maintenir une surveillance et un contrôle entomologique appropriés
3. Gérer la résistance aux insecticides et la transmission résiduelle
4. Renforcer la capacité de lutte antivectorielle fondée sur des données probantes

1 WHO. Global technical strategy for malaria 2016–2030 (Stratégie technique mondiale contre le paludisme 2016–2030). World Health Organization. Geneva. 2016.

5. Mettre en œuvre la lutte antivectorielle contre le paludisme dans le contexte de la gestion intégrée des vecteurs

La surveillance entomologique est au centre des cinq éléments. La réponse mondiale de l'OMS dans la lutte antivectorielle souligne en outre la nécessité d'une lutte efficace, adaptée aux conditions locales, durable et fondée sur une capacité accrue et une surveillance entomologique renforcée.² D'autres indications sur la surveillance entomologique sont mentionnées dans La surveillance, le suivi et l'évaluation du paludisme de l'OMS : un manuel de référence qui inclut les exigences de surveillance entomologique à différents niveaux de transmission.³

Cet outil de planification de la surveillance entomologique (OPSE) s'aligne sur les directives de l'OMS et vise à en faire un outil d'aide à la décision pour les programmes de lutte contre le paludisme afin de renforcer la surveillance entomologique et soutenir une lutte antivectorielle rentable, adaptée aux conditions locales et fondée sur des preuves. Ainsi, l'OPSE appuie les programmes de lutte contre le paludisme afin de cibler et d'adapter les interventions de lutte antivectorielle. L'OPSE inclut également des recommandations de l'initiative du président des États-Unis contre le paludisme (PMI) et d'autres partenaires et ressources techniques. Le programme de recherche actualisé pour l'élimination du paludisme (malERA) a souligné le besoin de données entomologiques minimales et essentielles qui peuvent être **collectées et utilisées** pour les programmes nationaux de lutte contre le paludisme,⁴ et l'OPSE constitue une réponse à cet appel.

Étant donné que le processus d'élimination est un processus continu et non un ensemble d'étapes indépendantes,¹ l'OPSE priorise des indicateurs de surveillance entomologique et aux activités à travers différents contextes de transmission, zones géographiques (sites

2 WHO. Global vector control response 2017-2030 (Action mondiale pour lutter contre les vecteurs 2017-2030). World Health Organization. Geneva. 2017.

3 WHO. Malaria Surveillance, monitoring & evaluation: a reference manual (La surveillance, le suivi et l'évaluation du paludisme de l'OMS : un manuel de référence). World Health Organization. Geneva. 2018.

4 Rabinovich, RN, et al. (2017) malERA: An updated research agenda for malaria elimination and eradication (Un programme de recherche actualisé pour l'élimination et l'élimination du paludisme). *PLoS Medicine*; 14(11): e1002456.

sentinelles par opposition aux foyers de transmission), , et niveaux de capacité du programme. L'OPSE étudie comment ces indicateurs et activités influencent les décisions prises par les programmes nationaux de lutte contre le paludisme au sujet de la planification de la surveillance entomologique et de la riposte dans la lutte antivectorielle.

L'OPSE a été développé en réponse directe à la demande des programmes nationaux de lutte contre le paludisme pour davantage de directives opérationnelles en surveillance entomologique. Un groupe de travail sur la surveillance entomologique (ESWG) composé d'experts des programmes nationaux de lutte contre le paludisme, des réseaux régionaux d'élimination, de l'OMS, du PMI, des universités et des partenaires de mise en œuvre, a contribué à la conception et au développement de l'OPSE. Le développement de l'OPSE a été mené par l'Université de Californie à San Francisco, L'Initiative en faveur de l'élimination du paludisme (MEI) du Groupe de santé mondiale et l'Université de Notre Dame, avec le financement de la Fondation Bill & Melinda Gates.

Qu'est-ce que l'OPSE ?

L'OPSE est un outil d'aide à la décision pour planifier les activités de surveillance entomologique, l'interprétation et l'intégration des données entomologiques avec celles épidémiologiques, et orienter les stratégies programmatiques de lutte antivectorielle. L'OPSE comporte des approches pratiques et des indicateurs essentiels minimaux pour aider à répondre aux questions programmatiques sur les facteurs de transmission locaux, les lacunes en matière de protection avec les interventions actuelles de lutte antivectorielle (Ex. : résistance aux insecticides, piqûres à l'extérieur) et le choix des interventions supplémentaires de lutte antivectorielle afin de combler les lacunes. En retour, ces données, combinées aux données épidémiologiques, d'intervention et autres, aideront les programmes de lutte contre le paludisme à cibler et à élaborer des solutions sur mesure de lutte antivectorielle, à réduire les populations de vecteurs et le contact homme-vecteur, et à réduire la transmission. Il est essentiel de noter que l'OPSE comprend également des indicateurs et des méthodes visant à améliorer la compréhension du **comportement humain** en ce qui concerne l'exposition accrue aux piqûres de moustiques infectieuses, les **populations à haut risque (PHR)** qui peuvent contribuer à la transmission mais n'ont pas accès aux services préventifs et thérapeutiques du paludisme.

Qui doit utiliser cet outil ?

Cet OPSE est destiné aux gestionnaires de programmes nationaux de lutte contre le paludisme, responsables de la lutte antivectorielle, entomologistes de programme, responsables de la surveillance et responsables de suivi-évaluation qui les utiliseront avec leurs partenaires d'exécution, de recherche et techniques. L'OPSE est également destiné aux individus participant à la planification de la surveillance entomologique et à l'interprétation des données issues de cette surveillance au niveau des provinces ou des districts. Une assistance technique peut appuyer l'adaptation et la mise en œuvre de tous les outils du MEI. Veuillez consulter notre site Web et contacter le MEI pour de plus amples renseignements : <http://www.shrinkingthemalariamap.org/contactus>.

Comment est utilisé cet outil ?

En fonction des besoins du programme, cet OPSE peut être utilisé comme suit :

1. **Planification annuelle de la surveillance entomologique.**
2. **Cadre de formation pour la surveillance entomologique.**
3. **Collecte de données sur terrain et en laboratoire.** Bien qu'il ne soit pas un outil de collecte de données à proprement parler, l'OPSE offre des instructions pas à pas sur les données requises sur terrain et en laboratoire pour répondre aux questions prioritaires. Il propose également des directives spécifiques sur le choix des méthodes d'échantillonnage sur terrain, une étape importante pour répondre avec pertinence et efficacement aux questions prioritaires.
4. **Cadre d'intégration et d'analyse conjointe des données entomologiques et épidémiologiques.** L'OPSE peut être utilisé comme cadre d'intégration des données entomologiques à celles épidémiologiques et à d'autres données (par exemple les interventions, la pluviosité, etc.) pour une prise de décision sur la lutte antivectorielle mieux informée. Ce cadre peut alors servir de base au développement de bases de données ou de plates-formes d'intégration et de visualisation des données.
5. **Enquêtes programmatiques sur la transmission.** L'OPSE peut être utilisé par les programmes de lutte contre le paludisme pour élaborer les enquêtes sur les épidémies, les foyers ou autres afin de comprendre la transmission du paludisme dans des zones spécifiques.

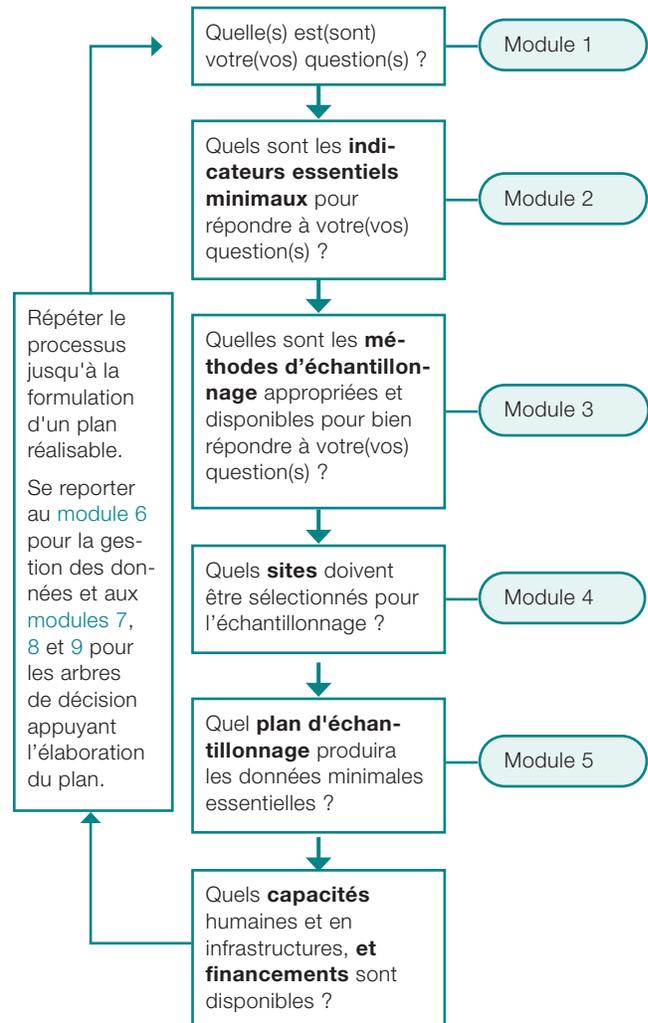
6. **Évaluations de l'intervention.** L'OPSE peut être utilisé pour évaluer les interventions existantes de la lutte antivectorielle d'un programme et prendre des décisions sur les changements à apporter aux stratégies en vigueur et/ou le lancement de nouvelles interventions ou d'interventions supplémentaires.
7. **Analyse des lacunes de capacités techniques et en ressources.** Comme l'OPSE oriente les programmes de lutte contre le paludisme via la planification de la surveillance entomologique, il met en relief les capacités requises pour collecter les données sur des indicateurs spécifiques et ce faisant, il peut aider ces programmes à accorder la priorité aux objectifs de développement de capacités et identifier les lacunes techniques et en ressources en établissant des partenariats avec les partenaires de mise en œuvre et/ou les collaborateurs de recherche.

Le MEI, en collaboration avec les programmes nationaux de lutte contre le paludisme et les partenaires, a piloté un avant-projet de l'OPSE dans quatre pays de Méso-Amérique, d'Afrique australe et de la sous-région du Grand Mékong. Cet avant-projet a aussi été partagé et utilisé de manière autonome (c'est-à-dire sans l'appui du MEI) par des programmes de lutte contre le paludisme dans d'autres pays pour la formation à la surveillance entomologique au niveau national et le développement stratégique. Cette version de l'OPSE résulte des évaluations du pilote, des retours d'information des programmes de lutte contre le paludisme et des directives du groupe de travail sur la surveillance entomologique mentionné plus haut, en vue d'améliorer le contenu, l'utilité et la convivialité de l'outil.

Comment naviguer dans cet outil ?

La [figure 1](#) décrit comment naviguer dans l'OPSE. Premièrement, l'utilisateur doit établir la(les) question(s) qui doit(doivent) recevoir de réponse par surveillance entomologique. Ex. : Où se passe la transmission ? Est-ce que la pulvérisation d'insecticide à effet rémanent à l'intérieur des habitations (PIH) s'avère efficace contre les vecteurs locaux ? Quelles sont les activités minimales et essentielles de surveillance entomologique permettant de prendre des décisions pour la lutte antivectorielle ? Le [module 1](#) guidera l'utilisateur pour formuler ses questions. Le [module 2](#) guidera l'utilisateur pour établir les indicateurs requis pour répondre aux questions. Les [modules 3, 4 et 5](#) fournissent des indications sur les méthodes d'échantillonnage, la sélection des sites et le plan d'échantillonnage. Ces décisions doivent être prises en fonction des capacités et ressources disponibles dont humaines et financières. Le [module 6](#) propose une approche de la gestion des données entomologiques.

Figure 1. Navigation dans l'OPSE



Les [modules 7, 8 et 9](#) incluent des arbres de décision qui s'appuient sur les modules précédents afin de guider les utilisateurs pour répondre à leurs questions prioritaires et résoudre les problèmes par indicateur et type d'enquête (voir également le [module 4](#) pour des précisions sur les types d'enquête) :

- Le [module 7](#) propose des arbres de décision par indicateur pour les enquêtes de référence et qui peuvent également être utilisés pour les contrôles ponctuels et pour information au cours des enquêtes de routine et des enquêtes sur les foyers.
- Le [module 8](#) inclut des arbres de décision par indicateur pour les enquêtes de routine afin de surveiller les tendances avec le temps, d'identifier les changements et d'y répondre, y compris dans les zones évitant la reprise de la transmission du paludisme.

- Le **module 9** propose des arbres de décision pour la surveillance entomologique au cours des enquêtes sur les foyers dans les régions de faible transmission.

Six annexes appuient les **modules 1 à 9** et doivent être référencées en conséquence :

- **Annexe I** : Trois exemples d'utilisation de l'OPSE pour répondre à des questions spécifiques.
- **Annexe II** : Un arbre de décision spécifique pour le choix des MID en fonction des données sur la résistance aux insecticides.
- **Annexe III** : Autre description des méthodes d'échantillonnage entomologique et des techniques d'analyse développées dans le **module 3**.
- **Annexe IV** : Un exemple de formulaire de collecte de données sur le comportement humain.
- **Annexe V** : Un glossaire de termes.
- **Annexe VI** : Un résumé des interventions complémentaires de lutte antivectorielle et des recommandations de l'OMS.

Messages clés de l'OPSE

1. Afin de réduire le fardeau du paludisme et parvenir à l'élimination, un **changement de mentalité** est nécessaire pour identifier les lacunes et les facteurs de transmission au niveau local, et cibler et adapter les solutions en conséquence. L'OPSE appuie **ce ciblage et cette adaptation**.
2. L'OPSE cherche à soutenir **l'internalisation du programme** quant aux activités de surveillance entomologique et à la prise de décision sur la lutte antivectorielle.
3. La surveillance entomologique doit être perçue comme une **activité centrale du programme** par les ministères de la santé et de la recherche, et les comités d'éthique.
4. Comme la surveillance entomologique peut nécessiter des ressources considérables, dont la main-d'œuvre, l'expertise technique et les équipements d'analyse avancée, la **collaboration avec les partenaires de recherche et de mise en œuvre** est essentielle.
5. Le **comportement humain** est une composante essentielle de l'OPSE, en soulignant que la lutte antivectorielle doit cibler le point de contact homme-vecteur (où la transmission a lieu).
6. L'OPSE identifie les opportunités d'**intégration des données épidémiologiques** aux données entomologiques afin d'orienter les actions.
7. L'OPSE contribue à identifier les **lacunes en matière de protection** ou les limites des mesures préventives actuelles ; par exemple les piqûres à l'extérieur pour lesquelles aucune protection extérieure n'existe ou la résistance aux insecticides qui limite l'efficacité d'une intervention basée sur les insecticides.
8. L'OPSE souligne que la surveillance entomologique doit être **répétée et adaptée** puisque la transmission du paludisme est dynamique ; des ajustements constants doivent être apportés afin d'améliorer les méthodes d'échantillonnage, le plan ou l'analyse. Ainsi, les questions du programme seront répondues de façon appropriée et des décisions fondées prises et suivies.

Concepts clés

Facteur de transmission : Les facteurs qui contribuent à la transmission du paludisme, tels que les changements dans l'épidémiologie (par exemple l'augmentation des cas de paludisme), la bionomie des vecteurs (par exemple agressivité des vecteurs à l'extérieur), le climat (par exemple les précipitations qui entraînent la prolifération des habitats larvaires), les mouvements de population et les inefficacités opérationnelles (par exemple les ruptures de stocks de CTA (combinaison thérapeutique à base d'artémisinine), la couverture sous-optimale des interventions de lutte antivectorielle).

Surveillance entomologique : La surveillance entomologique consiste à recueillir des données entomologiques dans l'espace et le temps. Dans le contexte du paludisme, la surveillance entomologique est essentielle pour comprendre la composition des espèces de moustiques vecteurs, la dynamique spécifique des populations et les caractéristiques comportementales qui affectent la transmission de la maladie et l'efficacité des interventions au fil du temps.

Lacune en matière de protection : Terme utilisé pour décrire une circonstance où un individu et/ou un ménage est potentiellement exposé à une infection palustre (c'est-à-dire une piqûre de moustique infectieuse) en raison d'un manque d'intervention efficace et/ou adéquate de protection ou de prévention en place pour réduire cette exposition aux piqûres de moustiques.

Remarque: Les lacunes en matière de protection peuvent être directement identifiées grâce à une évaluation de la manière dont les interventions interagissent avec les comportements locaux des humains et des vecteurs. Les facteurs de transmission (voir définition) peuvent également contribuer à des lacunes en matière de protection (par exemple, les pluies, les ruptures de stocks d'antipaludiques). Pour les principales interventions actuelles de lutte contre les vecteurs (moustiquaires imprégnées d'insecticide de longue durée (MID) et pulvérisation d'insecticide à effet rémanent à l'intérieur des habitations (PID)), les lacunes en matière de protection peuvent inclure la résistance aux insecticides (réduisant l'efficacité de la protection fournie par l'insecticide des MID et de la PID) et les situations où les personnes sont à l'extérieur sans protection contre les piqûres de moustiques potentiellement infectieuses.

Population à haut risque : Groupes de personnes qui partagent des caractéristiques sociodémographiques, géographiques et/ou comportementales qui les exposent à un risque d'infection plus élevé, telles qu'une faible utilisation des services et interventions de santé, ou des comportements associés à une exposition accrue aux moustiques anophèles, le vecteur des parasites du paludisme.

Élimination du paludisme : Interruption de la transmission locale (réduction de l'incidence des cas de paludisme indigène à zéro) d'un parasite du paludisme spécifié dans une zone géographique déterminée, à la suite d'activités délibérées. Des mesures continues visant à empêcher une reprise de la transmission sont nécessaires.

Remarque : La certification de l'élimination du paludisme dans un pays exigera que la transmission locale soit interrompue pour tous les parasites humains du paludisme pendant une période de trois ans.

Éradication du paludisme : Réduction permanente à zéro de l'incidence mondiale de l'infection causée par tous les parasites du paludisme humain à la suite d'activités délibérées. Les interventions ne sont plus nécessaires une fois que l'éradication a été obtenue.

Indicateur essentiel minimum : Tout indicateur (c'est-à-dire toute mesure) jugé indispensable pour mesurer correctement le résultat d'intérêt, répondre aux questions programmatiques pertinentes et générer des données exploitables pour la prise de décisions relatives au programme, tout en prenant soigneusement en considération la capacité du programme à collecter, analyser et utiliser les données.

Transmission résiduelle : Transmission qui se produit même avec un bon accès et une bonne utilisation des MID ou des PID bien mises en œuvre, ainsi que dans des situations où l'utilisation de MID ou de PID n'est pas pratique. Cette transmission est due à une combinaison de comportements humains et vectoriels, par exemple lorsque des personnes résident ou visitent des zones forestières à haut risque ou lorsque des espèces locales de moustiques vecteurs présentent un ou plusieurs comportements qui leur permettent d'éviter les interventions essentielles (par exemple, les piqûres à l'extérieur).

Module 1. Identification de vos questions

Pour que les données entomologiques soient utiles à la prise de décision dans les programmes de lutte contre le paludisme, les données doivent être collectées en tenant compte de questions spécifiques, pertinentes pour le programme, comme qu'est-ce qui augmente la transmission dans une zone précise ? Ou est-ce que les vecteurs locaux sont encore sensibles aux insecticides utilisés pour la pulvérisation d'insecticide à effet rémanent à l'intérieur des habitations (PIH) dans une zone spécifique ? Les réponses à certaines questions nécessitent les données collectées au fil du temps par les enquêtes de référence ou de routine (voir [module 4](#)) tandis que d'autres réclament des contrôles ponctuels limités dans le temps qui ciblent une(des) zone(s) spécifique(s) avec une question précise à l'esprit. Certaines questions sont spécifiques aux foyers de transmission tandis que d'autres seront mieux adressées par des données collectées dans un panel représentatif de sites sentinelles (voir [module 4](#)).

Les données épidémiologiques doivent aussi contribuer à soulever des questions. Par exemple, si une analyse des données épidémiologiques révèle que la plupart des cas de paludisme concernent des hommes entre 15 et 50 ans, il est donc possible que le risque

d'attraper le paludisme soit associé au travail (cela peut être validé par les méthodes mentionnées dans l'[encadré 3](#) du [module 5](#)), ce qui devrait conduire à la question suivante : est-ce que les hommes entre 15 et 50 ans sont exposés à des piqûres de moustiques éventuellement infectieuses ? Cela pourrait déclencher des enquêtes entomologiques sur les chantiers forestiers par exemple.

Une autre approche serait de commencer par une décision particulière que votre programme de lutte contre le paludisme doit prendre. Par exemple, s'il est temps de s'approvisionner en moustiquaires à imprégnation durable (MID), la question de se fournir en moustiquaires imprégnées de pyréthrianoïde seulement, avec du pyréthrianoïde + butoxyde de pipéronyle (BPO) ou à double imprégnation (2 MA) peut être soulevée. Dans ce cas, des enquêtes entomologiques spécifiques peuvent servir de base à la décision d'achat.

Des exemples de questions issues des évaluations pilotes de cet OPSE sont présentés ci-dessous, ainsi que d'autres questions fréquentes des programmes nationaux de lutte contre le paludisme.

Thème de la question	Exemple de question*
Performances des interventions actuelles de lutte antivectorielle (par exemple MID, PIH)	<p>*Les questions peuvent être posées au niveau national ou infranational (c'est-à-dire à un district ou un sous-ensemble de districts) et dans les sites sentinelles et/ou foyers de transmission et/ou d'autres zones cibles.</p> <ul style="list-style-type: none"> • S'il n'y a pas encore de donnée, quelles sont la composition, la répartition et la bionomie des vecteurs de référence afin de mieux surveiller les sites où les interventions sont actuellement menées ? • Comment les interventions actuelles affectent-elles les populations de vecteurs et l'épidémiologie du paludisme avec le temps ? À savoir, est-ce que les interventions actuelles entraînent un changement de comportement des vecteurs et/ou une baisse des populations de vecteurs, du contact homme-vecteur et de l'incidence du paludisme ? • Est-ce que les vecteurs locaux sont sensibles aux interventions actuelles à base d'insecticide ? • Quelles sont la qualité et l'efficacité des interventions soutenues actuelles avec le temps ?
Choix et évaluation des interventions supplémentaires	<ul style="list-style-type: none"> • Quelles sont la composition, la répartition et la bionomie de référence des vecteurs avant le lancement de toute intervention ? • Quelles sont les lacunes en matière de protection (par ex. piqûres de vecteurs à l'extérieur) et quelles sont les interventions possibles pour combler ces lacunes ? • Où et quand doit-on déployer une intervention supplémentaire (par ex. gestion des gîtes larvaires [GGL]) ? • Comment évoluent les populations de vecteurs (par ex. le comportement et la composition des espèces) suite à l'intervention supplémentaire ?

Facteurs de transmission dans une zone connaissant une hausse ou un plateau des cas de paludisme	<ul style="list-style-type: none"> • Quels sont les facteurs entomologiques potentiels de transmission ? Autrement dit, est-ce que le comportement du vecteur et/ou la composition des espèces et/ou la sensibilité aux insecticides sont associés à la hausse ou à un plateau de la transmission du paludisme ? • Comment le comportement humain affecte-t-il l'acceptation et l'utilisation de l'intervention, et l'exposition aux piqûres de vecteurs qui pourraient véhiculer la transmission ? • Quelle est la synergie entre les populations de vecteurs, la pluviosité et l'incidence du paludisme, et comment cette synergie peut-elle guider le calendrier et le ciblage des interventions ?
Changements de la réceptivité dans une région où l'on essaie d'empêcher la reprise de la transmission	<ul style="list-style-type: none"> • Comment évoluent les populations de vecteurs avec le temps dans les régions où l'on essaie d'empêcher la reprise de la transmission ? • Comment ces changements augmentent-ils le potentiel de transmission si des parasites importés sont introduits ? • Quelle mesure devrait être prise pour traiter les changements critiques de réceptivité ?
Réduction ou plateau de la disponibilité des financements et/ou de la capacité	<ul style="list-style-type: none"> • Quelles sont les activités prioritaires de surveillance entomologique en cas de plafonnement (ou réduction) du financement et de la capacité disponible ? À savoir quels sont les indicateurs essentiels minimaux qui doivent être collectés pour éclairer suffisamment la stratégie de lutte antivectorielle ? • Quelles activités de surveillance entomologique peuvent être réalisées avec la capacité actuelle du programme ? Quelles activités additionnelles peuvent être menées grâce au soutien de la recherche ou des partenaires de mise en œuvre ?
Questions pratiques pour améliorer et adapter les activités de surveillance entomologique	<ul style="list-style-type: none"> • Est-ce que les pièges lumineux CDC représentent des substitutions valables aux captures des moustiques sur l'homme (CMH) dans une région spécifique ? • Est-ce que les espèces X d'<i>anophèles</i> peuvent être élevées dans un insectarium à des fins de test de la résistance aux insecticides ? • Quelle est la méthode la plus efficace pour capturer les moustiques endophiles dans une zone donnée : prises par pulvérisation au pyrèthre (PPP) ou aspirations d'intérieures (AI) ?

La ou les questions devraient alors orienter la planification. À cette fin, les modules ci-dessous fournissent des directives opérationnelles aux programmes de lutte contre le paludisme et à leurs partenaires sur la planification des activités de surveillance entomologique en fonction des questions du programme et de l'interprétation et de l'intégration des données entomologiques à la prise de décision.

Module 2. Choix des indicateurs essentiels minimaux

Les programmes de lutte contre le paludisme pourraient collecter beaucoup de données si les ressources étaient disponibles, mais quelles sont les données minimales requises pour la prise de décision vu les ressources limitées ? Ci-dessous, le [tableau 1](#) liste les indicateurs entomologiques essentiels minimaux, adaptés du manuel de surveillance, de suivi et d'évaluation du paludisme de l'OMS. Chaque indicateur est justifié et le tableau mentionne également en quoi il éclaire la prise de décision. Le [tableau 2](#) décrit les indicateurs entomologiques supplémentaires dont les programmes doivent tenir compte en fonction de leur pertinence pour la prise de décision et de la disponibilité des capacités et des ressources. Le [tableau 3](#) fournit des indicateurs additionnels se rapportant à l'efficacité de l'intervention, et le [tableau 4](#) les indicateurs relatifs au comportement humain et au risque d'exposition.

Les indicateurs nécessitent :

- Une identification correcte des espèces capturées
- Un enregistrement correct du site de capture (y compris les coordonnées GPS si disponible) et la date de la capture
- Des repères bien définis et normalisés (par ex. nombre de nuits de capture et nombre de collecteurs ou de dispositifs d'échantillonnage par site)
- Une collecte de données normalisée sur tous les sites

Tableau 1. Indicateurs entomologiques essentiels minimaux (par espèces vectrices, site et date de capture)

Indicateur	Résultat(s)	Signification
Composition et répartition des vecteurs adultes		
Présence	Vecteurs adultes femelles présents ou absents	C'est important pour 1) savoir si votre site est réceptif à la transmission du paludisme et 2) détecter les espèces envahissantes. Cet indicateur peut aussi être utilisé pour 3) déterminer la composition et la saisonnalité des espèces vectrices, et 4) surveiller l'impact des interventions de lutte antivectorielle sur des espèces vectrices spécifiques.
Densité	Nombre de vecteurs adultes femelles recueillis, généralement par méthode d'échantillonnage et unité de temps	C'est important pour 1) surveiller l'impact des interventions de lutte antivectorielle sur les populations de vecteurs, 2) déterminer la composition relative en espèces vectrices et 3) décrire la saisonnalité des populations de vecteurs.
Saisonnalité	Changements d'occurrence et de densité des espèces vectrices par saison	C'est important avec les données épidémiologiques et sur les précipitations pour servir de base au calendrier des interventions de lutte antivectorielle.
Comportement des vecteurs adultes		
Taux d'agressivité vis-à-vis de l'homme (HBR)	Nombre de vecteurs adultes femelles qui essaient de se gorger par personne et par unité de temps	Il est important de surveiller le potentiel et l'impact des interventions de lutte antivectorielle sur le contact homme-vecteur et la transmission. Voir comment calculer le taux ajusté d'agressivité vis-à-vis de l'homme dans le tableau 4 pour combiner l'agressivité vectorielle et le comportement humain.

Heure d'agressivité	Nombre de vecteurs adultes femelles qui essaient de se gorger par personne et par unité de temps	C'est important 1) d'identifier les lacunes en matière de protection associées aux données provenant du comportement humain et 2) d'orienter les interventions de lutte antivectorielle.
Lieu d'agressivité	Proportion de tentatives d'agressivités ou de repas de sang réussis par les vecteurs adultes femelles à l'intérieur et à l'extérieur des habitations par unité de temps	C'est important 1) d'identifier les lacunes en matière de protection associées aux données provenant du comportement humain et 2) d'orienter les interventions de lutte antivectorielle. L'utilisation simultanée des mêmes méthodes d'échantillonnage à l'intérieur et à l'extérieur des habitations est importante pour avoir une indication de l'endophagie et de l'exophagie.
Densité endophile	Proportion de vecteurs adultes femelles capturés à l'intérieur des habitations dans les structures prélevées, généralement par heure	C'est important pour orienter et suivre les interventions de lutte antivectorielle. Cet indicateur est particulièrement pertinent pour évaluer 1) l'efficacité éventuelle de la PIH et 2) ses performances.
Résistance aux insecticides des vecteurs adultes		
Prévalence de la résistance	Proportion de vecteurs adultes femelles vivants après l'exposition aux insecticides	C'est important pour mesurer l'efficacité des interventions de lutte antivectorielle basées sur les insecticides. Il est important d'analyser la résistance des vecteurs qui se reposent et/ou piquent à l'intérieur des habitations car ce sont les vecteurs ciblés par les MID et les PIH. Pour cela, il faut aussi utiliser une concentration discriminante et une durée (c'est-à-dire un temps de diagnostic) d'insecticide au cours d'un bio-essai standard.
Statut en matière de résistance	Classement de populations de vecteurs adultes femelles en « confirmés résistants », « peut-être résistants » ou « sensible ».	C'est important pour prendre des décisions éclairées sur les interventions de lutte antivectorielle et les insecticides. Utilisation d'une concentration discriminante d'insecticide au cours d'un bio-essai standard. <90 % = résistance confirmée ; 90–97 % = résistance possible ; ≥98% = sensibilité
Vecteurs immatures		
Disponibilité de l'habitat larvaire	Nombre d'habitats aquatiques présents et absents, par zone, type d'habitat et saison	C'est important pour éclairer la planification des relevés larvaires et des interventions de GGL.
Occupation de l'habitat larvaire	Larves et pupes présentes et absentes par zone, type d'habitat et saison	C'est important pour 1) fournir des renseignements sur la préférence en matière d'habitat, la présence de larves et la saisonnalité afin de servir de base au ciblage de GGL et au calendrier, et 2) suivre la réceptivité en combinaison avec les données d'occurrence des vecteurs adultes et des précipitations.
Potentiel de transmission		
Réceptivité	Classement des zones en fonction du risque de transmission	C'est important de mesurer et de suivre le potentiel de transmission en conjonction avec le risque d'importation du parasite (c'est-à-dire la vulnérabilité). La réceptivité est fonction de la présence de vecteurs <i>anophèles</i> compétents, d'un climat approprié et d'une population humaine sensible. L'OMS est en train d'étudier les définitions et les indicateurs. Pour ce document, les indicateurs de réceptivité incluent la présence des vecteurs adultes et l'occupation de l'habitat larvaire.

Tableau 2. Les indicateurs entomologiques supplémentaires (par espèces vectrices, site et date de capture) en fonction de la pertinence de la question et de la capacité et des ressources disponibles

Indicateur	Résultat(s)	Commentaire
Indice d'anthropophilie (IA)	Proportion de vecteurs adultes femelles gorgés avec du sang humain par rapport au total nourris au sang	C'est utile pour 1) déterminer l'anthropophagie et la zoophagie des vecteurs et 2) orienter les interventions de lutte antivectorielle. Nécessite des capacités de laboratoire avancées pour l'analyse du repas de sang (c'est-à-dire ELISA).
Préférence trophique	Proportion de vecteurs adultes femelles recueillis se gorgeant sur les hommes ou les animaux sur le total des vecteurs collectés par méthodes d'échantillonnage à appât humain et animal	C'est utile pour 1) déterminer l'anthropophagie et la zoophagie des vecteurs et 2) orienter les interventions de lutte antivectorielle. Nécessite des techniques d'échantillonnage à appât humain et animal mais pas de capacités de laboratoire avancées pour l'analyse des repas de sang.
Densité larvaire	Nombre de vecteurs immatures recueillis par trempage, par personne, par unité de temps, par habitat	C'est utile 1) pour servir de base au ciblage de GGL et 2) en tant qu'indicateur de processus pour suivre les interventions de GGL. C'est une option (non essentielle) car les décisions de GGL doivent être basées sur l'occupation de l'habitat larvaire. Généralement déclarée par état : premier stade larvaire – stades I - II, dernier stade larvaire – stades III - IV, pupes.
Intensité de la résistance	Classement des populations de vecteurs adultes femelles comme ayant une résistance élevée, modérée ou faible	C'est utile pour 1) déterminer le niveau de résistance aux insecticides et 2) prendre des décisions éclairées sur les interventions de lutte antivectorielle basées sur les insecticides. Nécessite un nombre suffisant de moustiques pour le test. Basée sur l'exposition à des concentrations d'insecticide d'intensité x 5 et x 10 au cours d'un bio-essai standard.
Mécanisme de résistance (bio-essai synergiste)	Différence entre la proportion de vecteurs adultes morts ou invalides après exposition à l'insecticide + synergiste et ceux exposés à l'insecticide seulement	C'est utile pour une caractérisation initiale de la résistance métabolique. Cet indicateur est particulièrement utile pour prendre des décisions d'achat éclairées sur les MID à BPO.
Mécanisme(s) de résistance (tests moléculaires ou biochimiques)	Mécanisme détecté ou non sur des vecteurs adultes femelles	C'est utile pour 1) mieux caractériser la résistance métabolique et 2) suivre les interventions de lutte antivectorielle, y compris les MID à BPO. Nécessite des capacités de laboratoire avancées.
Substitutions pour la transmission		
Indice sporozoïtique (IS)	Proportion de vecteurs femelles adultes présentant des sporozoïtes dans leurs glandes salivaires par rapport au total des vecteurs examinés	C'est utile pour 1) identifier les espèces d' <i>anophèles</i> capables de transmettre le <i>plasmodium</i> et 2) la proportion estimée de vecteurs <i>anophèles</i> présents considérés comme infectieux. Cet indicateur est difficile à mesurer et exige des ressources considérables dans les régions de faible transmission, et n'est donc pas conseillé dans ces régions.

Taux d'inoculation entomologique (TIE)	<p>Nombre d'agressivités infectieuses par des vecteurs adultes femelles par personne et par unité de temps, généralement par an</p> <p>Le TIE est calculé en multipliant le taux de morsures de l'homme par le taux de sporozoïte</p>	<p>C'est utile pour 1) estimer le niveau de transmission et 2) évaluer l'impact des interventions.</p> <p>Cet indicateur peut s'avérer difficile à mesurer et exigerait des ressources considérables dans les régions de faible transmission, et ne serait donc pas conseillé dans ces régions.</p> <p>La mesure de la TIE au cours de la saison des pluies n'est pas précise et ne peut être extrapolée pour l'année en raison des différences saisonnières de densités de moustiques et d'indice sporozoïte.</p>
--	---	--

Tableau 3. Indicateurs de suivi des performances des interventions de lutte antivectorielle

Indicateur	Résultat(s)	Commentaire
Durabilité d'une MII/MID	<p>Survie (c'est-à-dire usure) = total de MID présentes dans un ménage au moment de l'enquête sur le total de MID distribuées avec le temps</p> <p>Intégrité du tissu = indice de trous proportionnels (pHI) par moustiquaire basé sur le nombre et la taille des trous</p> <p>Bioefficacité = proportion de moustiques sensibles vivants 24 heures après l'exposition par espèce</p>	C'est important pour 1) suivre l'efficacité des moustiquaires et 2) identifier les lacunes en matière de protection si les moustiquaires perdent leur intégrité physique et leur efficacité chimique.
Accès à une MII/MID	<p>Proportion de personnes ayant accès à une MII/MID dans leurs maisons OU</p> <p>Proportion de ménages ayant au moins une MII/MID pour deux personnes</p>	C'est important pour 1) suivre l'accès aux MII/MID et 2) découvrir s'il y a des lacunes en matière de protection suite au manque de MII/MID.
Utilisation de MII/MID	Proportion de personnes qui ont dormi sous une MII/MID la nuit précédente	C'est important pour identifier les lacunes en matière de protection en comparant l'usage ou le non-usage de MII/MID (comportement humain) et le comportement des vecteurs à l'intérieur des habitations.
Taux d'utilisation de MII/MID par rapport à l'accès	La proportion de population utilisant des MII/MID parmi ceux qui y ont accès dans leurs maisons (diviser l'utilisation par l'accès)	Ce taux donne une estimation de la proportion de la population utilisant des moustiquaires parmi ceux qui y ont accès dans leurs maisons. Cet indicateur clarifie si la lacune en utilisation de moustiquaire est due au comportement ou au manque d'accès.
Efficacité résiduelle de la PIH	Proportion de vecteurs sensibles abattus en 30 minutes suite à une exposition à un mur pulvérisé ou proportion de vecteurs sensibles morts en 24 heures (ou 7 jours pour les néonicotinoïdes) après exposition à un mur pulvérisé (mesurée au cours de la période attendue d'efficacité de l'insecticide) par espèce et par type de mur	C'est important pour 1) suivre l'efficacité de la PIH et 2) identifier les lacunes en matière de protection si l'efficacité de la PIH ne couvre pas la(les) saison(s) du paludisme, nécessitant ainsi une pulvérisation additionnelle ou le changement de la campagne de PIH.
Efficacité de la GGL	Changement de la densité en vecteurs adultes (propre à l'espèce) après la mise en œuvre des interventions	<p>C'est important pour mesurer l'efficacité des interventions de GGL.</p> <p>Il faut remarquer que l'indicateur est un changement de la densité des vecteurs adultes et non une densité larvaire car la densité des adultes est un meilleur indicateur de l'impact de la GGL sur les populations de vecteurs.</p>

Couverture de l'intervention	Proportion d'unité (par ex. personne, habitation, habitat larvaire) avec une intervention sur le total des unités	C'est important pour suivre la réalisation des interventions de lutte antivectorielle et elle devrait être normalisée dans tous les sites/pays. Cet indicateur est particulièrement pertinent pour les enquêtes sur les foyers afin d'éclairer des compléments/éliminations d'intervention.
------------------------------	---	--

Tableau 4. Indicateurs de mesure du comportement humain et des facteurs de risque liés

Indicateur	Résultat(s)	Commentaire
Temps de sommeil ou d'éveil par lieu (Se reporter à l' annexe IV pour les formulaires de collecte de données types avec des entrées de données)	Proportion de personnes endormies par rapport à éveillées, à l'intérieur par rapport à l'extérieur, par heure durant les temps d'agressivité	C'est utile pour analyser le comportement des vecteurs avec le comportement humain et déterminer où et quand les hommes sont exposés aux piqûres de moustiques. Cet indicateur peut être appliqué à tout moment et dans les zones géographiques pertinentes afin de suivre les mouvements de population (par ex. dormir dans des villages par rapport à dormir dans des fermes). Dans l'idéal, les mesures sont effectuées au cours des mêmes périodes et dans les mêmes lieux que celles sur les piqûres des vecteurs. Il est important de noter l'utilisation de MID chaque heure et/ou la pulvérisation récente ou non des murs pour pouvoir analyser le comportement humain et celui de des vecteurs avec l'usage ou non de MID et/ou l'état de la PIH. Cela contribuera à identifier les lacunes en matière de protection. (Se reporter à l' exemple 2 dans le module 7 .)
Taux ajusté d'agressivité vis-à-vis de l'homme	Taux d'agressivité vis-à-vis de l'homme x proportion de personnes observées à l'intérieur par rapport à l'extérieur, éveillées par rapport à endormies, avec ou sans une MID	C'est utile afin d'analyser le comportement humain avec le comportement des vecteurs, et l'utilisation des interventions de lutte antivectorielle, comme décrit dans l' exemple 2 du module 7 . Par exemple, la proportion d'agressivités vectorielle se produisant à l'intérieur des habitations pour une personne non protégée par rapport à la proportion d'agressivités de vecteurs se produisant à l'extérieur pour une personne non protégée. Cet indicateur donne une idée du risque d'exposition et est particulièrement utile pour caractériser la transmission résiduelle dans un contexte programmatique.
Facteurs de risque du paludisme (Se reporter à l' encadré 3 du module 3 pour des informations sur la boîte à outils des populations à haut risque)	Facteurs de risque identifiés	C'est utile pour cibler de manière éclairée la surveillance et la lutte antivectorielle, entre autres services pour le paludisme. Les facteurs de risque peuvent inclure les expositions professionnelles et autres comportements en dehors de la maison (par ex. promenades en forêt, agriculture, cuisine, etc.). La mobilité des individus et/ou des groupes de population peut énormément varier (de manière quotidienne, hebdomadaire ou saisonnière), ce qui influence à son tour l'impact et l'efficacité des interventions de lutte antivectorielle, et donc du risque du paludisme. Se reporter à l' encadré 3 .
Risque d'importation du parasite (c'est-à-dire la vulnérabilité)	Fréquence de l'afflux d'individus ou de groupes infectés	C'est utile pour estimer le potentiel de transmission en conjonction avec la réceptivité.

Importants ensembles de données pour les analyses intégrées. L'analyse des données entomologiques seule permet rarement de connaître toute l'histoire ou de montrer le tableau complet. Il en va de même pour les données épidémiologiques. Au lieu de cela, les données entomologiques et épidémiologiques devraient être analysées ensemble afin d'identifier les relations et les tendances, et servir de base à la sélection et au ciblage des interventions.

Une liste des ensembles de données clés pour l'intégration à l'analyse, la visualisation et la prise de décision, est donnée ci-après :

- Incidence du paludisme par semaine ou mois, par unité (établissement de santé et/ou district et/ou village) correspondant aussi près que possible au(x) site(s) de surveillance entomologique.
- Cas de paludisme par classement des cas (si disponibles), y compris indigène et importé
- Pluviosité moyenne et/ou totale par semaine et par site
- Changements de réceptivité et/ou de risque d'importation (c'est-à-dire la vulnérabilité), y compris les nouveaux sites de construction, les mouvements de population pour la moisson, etc.
- Disponibilité du diagnostic et du traitement du paludisme, y compris les pénuries en antipaludiques.

Ces facteurs peuvent tous être considérés comme des « facteurs » éventuels de transmission, avec les facteurs entomologiques (par ex. les piqûres à l'extérieur) et doivent être inclus dans toute analyse et interprétation des données entomologiques et des indicateurs. Les arbres de décision présentés dans cet OPSE offrent des exemples de mode opératoire.

Compréhension du fonctionnement des interventions de lutte antivectorielle. Afin de sélectionner les indicateurs appropriés pour répondre aux questions du programme, il est important de comprendre comment les interventions de lutte antivectorielle exploitent la biologie des vecteurs. Bien que la liste ne soit pas exhaustive, le [tableau 5](#) décrit les comportements du vecteur qui sont ciblés par les différentes interventions de lutte antivectorielle, et la [figure 2](#) illustre dans quelle mesure ces interventions s'intègrent dans le cycle de vie du vecteur.

La [figure 2](#) décrit le cycle de vie des moustiques *anophèles* et les points spécifiques où les interventions tuent ou repoussent les moustiques, en tirant

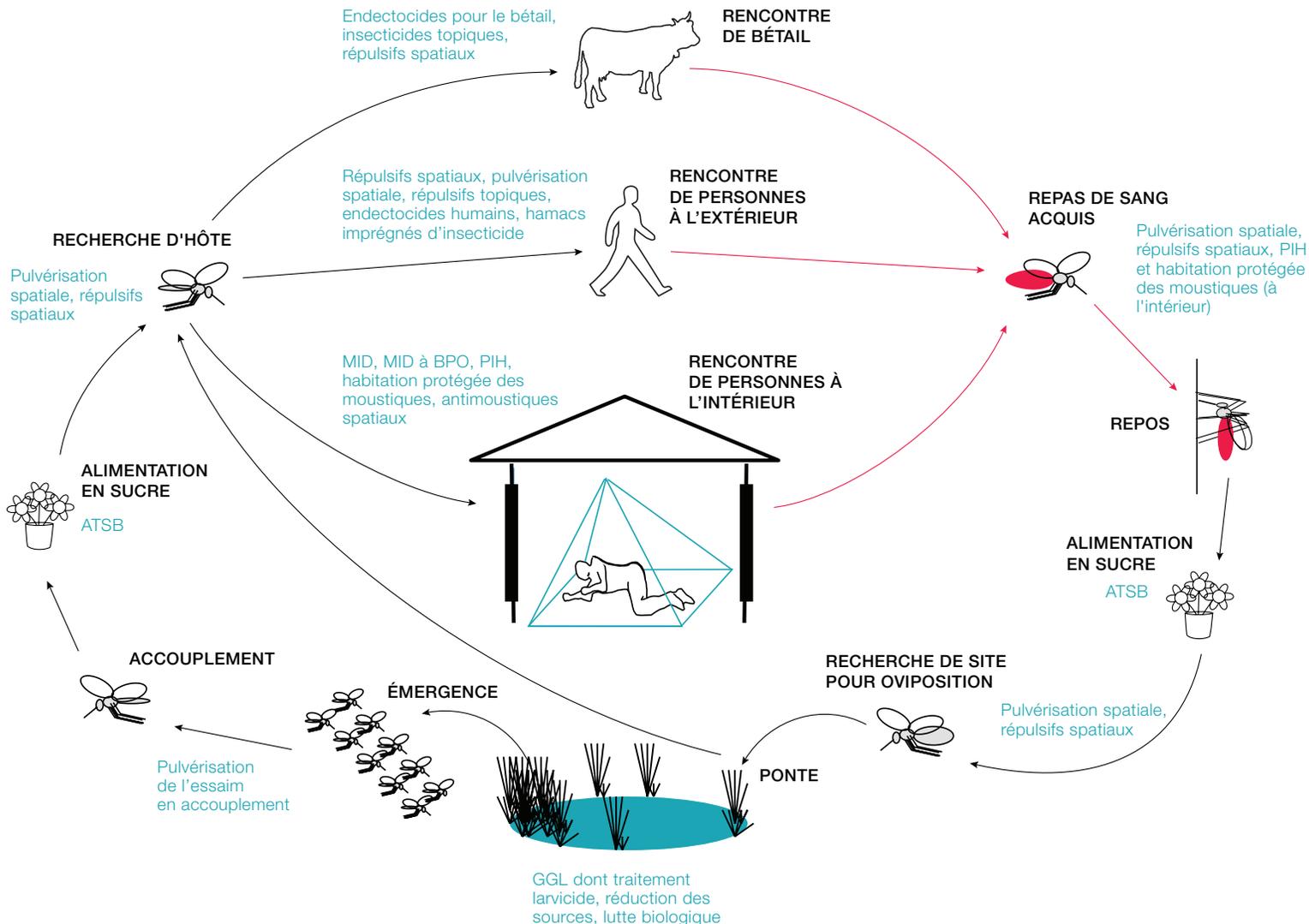
parti des comportements spécifiques des vecteurs tels qu'exposés dans le [tableau 5](#) ci-dessus.⁵

Tableau 5. Comportement du vecteur ciblé par des interventions choisies

Intervention	Comportement du vecteur ciblé par l'intervention
MID	Vecteurs sensibles à l'insecticide à l'intérieur, piquant les hommes tard dans la nuit (lorsque les populations utilisent les MID)
MID à BPO	Vecteurs anthropophages et nocturnes, au métabolisme résistant aux produits à base d'oxydase à l'intérieur (lorsque les populations utilisent les MID à BPO)
Hamacs imprégnés d'insecticide	Vecteurs anthropophages, sensibles à l'insecticide (lorsque les populations utilisent des hamacs)
PIH	Vecteurs endophiles sensibles à l'insecticide
GGL	Habitats productifs pour les vecteurs immatures
Matériaux de construction imprégnés d'insecticide / modifications	Vecteurs sensibles à l'insecticide pénétrant à l'intérieur (ou dans la structure)
Matériaux de construction non traités aux insecticides / modifications	Vecteurs pénétrant à l'intérieur (ou dans la structure)
Pulvérisation spatiale (extérieur)	Vecteurs exophiles, sensibles à l'insecticide, à la recherche d'hôtes et de sucre
Répulsifs spatiaux	Vecteurs sensibles à l'insecticide, à la recherche d'hôtes et de sucre, et au repos
Répulsifs topiques (appliqués aux hommes)	Vecteurs sensibles à l'insecticide, anthropophages
Appâts sucrés toxiques attractants (ATSB)	Vecteurs à la recherche de sucre
Endectocides chez hôtes humains	Vecteurs anthropophages
Endectocides pour le bétail	Vecteurs zoophages

5 Graphique adapté d'un graphique de Kiware SS, Chitnis N, Tatarsky A, et al. Attacking the mosquito on multiple fronts: insights from the Vector Control Optimization Model (VCOM) for malaria elimination (Attaquer les moustiques sur de multiples fronts : observations du modèle d'optimisation de la lutte antivectorielle [VCOM] pour l'élimination du paludisme). *PLoS ONE*. 2017;12(12).

Figure 2. Comprendre comment les interventions de lutte antivectorielle ciblent les différents stades du cycle de vie de l'anophèle*



Les [tableaux 6](#) et [7](#) des pages suivantes mentionnent les indicateurs essentiels minimaux requis pour déterminer la nécessité ou non d'une *nouvelle* intervention ([tableau 6](#)) et ceux requis pour déterminer si une intervention *existante* marche bien ([tableau 7](#)). Comme cela a été approfondi dans l'OPSE, il faut remarquer que certaines méthodes d'échantillonnage peuvent collecter simultanément les données de plusieurs indicateurs (par ex. les captures des moustiques sur l'homme [CMH]).

*Kiware SS, Chitnis N, Tatarsky A, Wu S, Castellanos HMS, et al. (2017) Attacking the mosquito on multiple fronts: insights from the Vector Control Optimization Model (VCOM) for malaria elimination (Attaquer les moustiques sur de multiples fronts : observations du modèle d'optimisation de la lutte antivectorielle [VCOM] pour l'élimination du paludisme). PLOS ONE 12(12): e0187680. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187680>

Tableau 6. Indicateurs minimaux pour déterminer si une intervention est efficace sur un site donné, selon les paramètres d'un programme

	MID	MID à BPO	Hamacs imprégnés d'insecticide	PIH	GGL	Matériaux de construction des maisons imprégnés d'insecticide / modifications	Matériaux de construction des maisons non traités aux insecticides / modifications	Pulvérisation spatiale	Répulsifs topiques	Répulsifs spatiaux	ATSB	Endectocides chez les humains	Endectocides chez les de bétail
Indicateurs essentiels minimaux (par espèce, par site)													
Présence vectorielle													
Densité vectorielle													
Saisonnalité (vecteurs adultes)													
Disponibilité de l'habitat larvaire													
Occupation de l'habitat larvaire													
Taux d'agressivité vis-à-vis de l'homme													
Heure d'agressivité													
Lieu d'agressivité													
Densité endophile													
Prévalence de la résistance											En fonction du principe actif		
Statut en matière de résistance											En fonction du principe actif		
Indicateur supplémentaire (par espèce, par site le cas échéant)													
Indice d'anthropophilie													
Préférence trophique													
Mécanisme de résistance (bio-essai synergiste) (BPO)													
Temps de sommeil humain													
Lieu de couchage humain													

 Oui

 Ça dépend

 Résistance aux larvicides (par ex. téméphos)

Tableau 7. Indicateurs minimaux pour évaluer si une intervention (déjà effective) est efficace selon les paramètres d'un programme

	MID	MID à BPO	Hamacs imprégnés d'insecticide	PIH	GGL	Matériaux de construction des maisons imprégnés d'insecticide	Matériaux de construction des maisons non traités aux insecticides	Pulvérisation spatiale	Répulsifs spatiaux	Répulsifs	ATSB	Endectocides chez les humains	Endectocides chez les de bétail
Indicateurs entomologiques essentiels minimaux (par espèce, par site).^a													
Les cas de paludisme seront le principal indicateur d'observation de l'impact des interventions, tout en tenant compte des autres facteurs, directs et indirects													
Présence vectorielle													
Densité vectorielle													
Densité de l'habitat larvaire					b								
Occupation de l'habitat larvaire													
Taux d'agressivité vis-à-vis de l'homme													
Heure d'agressivité									d				
Lieu d'agressivité													
Densité endophile													
Prévalence de la résistance					c						En fonction du principe actif		
Statut en matière de résistance					c						En fonction du principe actif		
Indicateur supplémentaire (par espèce, par site selon la pertinence)													
Densité larvaire													
Indice d'anthropophilie													
Préférence trophique													
Mécanisme de résistance (bio-essai synergiste)													
Durabilité d'une MII/MID													
Utilisation de MII/MID													
Efficacité résiduelle de la PIH													
Efficacité de la GGL													
Couverture des interventions													

 Oui
 Ça dépend

a. Les indicateurs essentiels minimaux peuvent varier en fonction de la question et du plan d'étude. Utilisez ce tableau en tant que guide utile pour choisir les indicateurs les plus importants pour répondre à votre question. b. Gestion environnementale seulement. c. Résistance aux larvicides (par ex. téméphos). d. En fonction du produit.

Module 3. Choix des méthodes d'échantillonnage et des techniques d'analyses

Messages clés

1. Chaque méthode d'échantillonnage est subjective. Comprendre la préconception est essentiel pour bien utiliser la méthode.
2. Plusieurs méthodes d'échantillonnage nécessitent une évaluation locale à la première utilisation afin de tester la sensibilité et les spécificités de la méthode.
3. Choisissez les méthodes d'échantillonnage en fonction de la question à laquelle vous essayez de répondre.
4. Lorsque plusieurs méthodes sont utilisées, les interactions entre elles doivent être prises en compte.
5. Un échantillonnage bien conçu permet de saisir des données pour de multiples indicateurs et/ou de répondre à plusieurs questions en utilisant les mêmes méthodes.
6. Un contrôle qualité constant de l'échantillonnage entomologique est essentiel aux travaux entomologiques sur le terrain afin d'assurer la fiabilité et la robustesse des données entomologiques collectées.

Les méthodes d'échantillonnage entomologique tirent parti des comportements spécifiques des moustiques, et chaque méthode a ses propres préconceptions, avantages et inconvénients. Le choix de la méthode d'échantillonnage appropriée et de sa localisation (emplacement et moment) est essentiel à la collecte de données pertinentes et exactes. Par exemple, un piège avec appât humain (Ex. un piège lumineux CDC accroché près d'une personne) placé à l'intérieur d'une habitation peut très bien fonctionner en cas d'agressivités à l'intérieures (endophages) et de moustiques anthropophages ('piqûres sur hommes) seulement. Et l'échantillonnage ne serait alors pas représentatif des vecteurs qui sont plus exophages (piqûres à l'extérieur) ou préfèrent se nourrir des animaux (zoophages). En d'autres termes, cet échantillonnage sera partial envers les vecteurs piquant à l'intérieur et à la recherche d'hôtes humains. Chaque méthode fonctionne aussi différemment avec les espèces locales de vecteurs, leur bionomie et l'environnement local. La

validation des méthodes d'échantillonnage au niveau local est donc essentielle avant leur utilisation généralisée. Par exemple, une méthode qui marche dans un pays peut ne pas donner de résultat dans un autre pays en raison des différences de comportement des vecteurs locaux. Par conséquent, il est indispensable d'évaluer le fonctionnement des méthodes d'échantillonnage dans le contexte local. Se reporter à l'[encadré 1](#) pour une liste des méthodes d'échantillonnage incluses dans l'OPSE.

Encadré 1. Méthodes d'échantillonnage

1. Captures des moustiques sur l'homme (CMH)
2. Pièges avec appât humain (HBT)
3. Captures de moustiques endophiles
4. Piège lumineux CDC (PL CDC)
5. Pièges avec appât à odeur humaine
6. Pièges à appât d'odeur animale
7. Captures de moustiques exophiles
8. Piège avec appât au CO₂
9. Pièges à femelles gravides
10. Pièges d'interception (pièges de sortie de fenêtre / Pièges à écran d'interception)
11. Échantillonnages larvaire (EL)

Ces méthodes d'échantillonnage sont décrites plus en détail à l'[annexe III](#) et sont référencées tout au long des modules et des arbres de décision afin de faciliter la collecte des indicateurs essentiels minimaux.

Il est aussi important de choisir la méthode d'échantillonnage appropriée afin de répondre à la question précise du programme. Par exemple, si la question est : quelles sont la composition et la répartition des espèces vectrices sur ce site afin de cibler les interventions ? Alors les captures des moustiques sur l'homme (CMH) retiendraient seulement les vecteurs anthropophages locaux et manqueraient les vecteurs zoophiles. L'objectif est de capturer tous les vecteurs du site. De même, si des CMH sont réalisés à

l'intérieur et à l'extérieur des habitations seulement, les autres sites importants de transmission possible ne seraient pas pris en compte, comme les sites forestiers.

Les limites des méthodes d'échantillonnage utilisées et les préconceptions potentielles introduites dans les données devraient être reconnues dans l'analyse des données. Par exemple, si les aspirations d'intérieures sont réalisées pour capturer les *Anopheles* femelles sauvages afin d'élever la progéniture F1 pour les tests de résistance aux insecticides et surveiller l'impact de la PIH, les données produites seraient idéalement accompagnées d'une note qui explique que les vecteurs exophiles ne sont pas pris en compte dans l'analyse. Les vecteurs exophiles pourraient présenter un profil très différent de résistance aux insecticides. Inversement, l'utilisation de l'échantillonnage larvaire pour répondre à la même question concernant la résistance aux insecticides ne saisirait pas spécifiquement les moustiques endophiles adultes (et donc ciblés par la PIH). L'échantillonnage larvaire peut représenter un ensemble différent de vecteurs qui peuvent ne pas être affectés par les PIH.

Lorsque l'on utilise plusieurs méthodes d'échantillonnage, les interactions possibles entre les méthodes doivent être prises en compte dans l'analyse. Par exemple, si les CMH sont combinées avec les prises par pulvérisation au pyrèthre (PPP), des habitations différentes devraient être utilisées. Les échantillons capturés par CMH au cours de la nuit pourraient ne pas être présents dans un échantillonnage par PPP du matin et vice versa. Par conséquent, l'entrée des moustiques dans une habitation pulvérisée à l'insecticide par PPP pourrait être plus faible, ce qui affecterait les CMH à l'intérieur la nuit suivante. Chaque méthode d'échantillonnage pourrait influencer l'autre et donc avoir une incidence sur les données recueillies.

Il est important de noter que, puisque les CMH demeurent la norme d'excellence pour déterminer le taux d'agressivité vis-à-vis de l'homme (HBR), lorsque les CMH ne sont pas autorisées, une évaluation de la façon dont la méthode d'échantillonnage par approximation choisie (Ex. piège lumineux CDC) correspond à une CMH devrait être effectuée dans l'idéal. L'évaluation comparerait l'efficacité relative de chaque méthode par espèces vectrices et produirait un facteur de conversion applicable aux données pour normaliser les interprétations.⁶ Ces évaluations doivent être effectuées périodiquement (c'est-à-dire tous les deux ans en fonction de la capacité locale) afin de saisir les changements temporels du comportement des vecteurs et de l'environnement local qui peuvent affecter la pertinence de la méthode d'échantillonnage et les préconceptions qui caractérisent les données.

Un échantillonnage bien conçu permet de saisir des données permettant de répondre à plusieurs questions en utilisant les mêmes méthodes. Par exemple, les CMH à l'intérieur et à l'extérieur peuvent être utilisées pour recueillir des données afin de comprendre les compositions des espèces vectrices et le taux d'agressivité vis-à-vis de l'homme, ainsi que le moment et le lieu des piqûres. Il faut remarquer que les CMH ne reflètent pas toujours l'exposition réelle de l'homme aux piqûres de moustiques. En fait, l'exposition réelle aux piqûres de moustiques peut être déterminée plus précisément en recoupant les données d'observations du comportement humain avec les données sur le comportement des vecteurs. L'utilisation d'une seule méthode d'échantillonnage pour répondre à plusieurs questions permet de rationaliser les activités de surveillance entomologique et d'optimiser les ressources financières et humaines. Voir les [tableaux 8](#) et [9](#) ci-dessous qui décrivent les types de questions et les indicateurs entomologiques que chaque méthode pourrait permettre d'aborder, ainsi que les limites, les avantages et les inconvénients de chaque méthode.

6 Fornadel CM, Norris LC, Norris DE. Centers for Disease Control light traps for monitoring *Anopheles arabiensis* human biting rates in an area with low vector density and high insecticide-treated bed net use (Les centres de contrôle des maladies - pièges lumineux pour la surveillance des taux d'agressivité vis-à-vis de l'homme des *Anopheles arabiensis* dans une zone à faible densité vectorielle et à forte utilisation de moustiquaires imprégnées d'insecticide). *Am J Trop Med Hyg.* 2010;83(4):838–842.

Tableau 8. Méthodes d'échantillonnage utilisées pour des types spécifiques de questions et d'indicateurs entomologiques

	Méthode d'échantillonnage	Comportement des moustiques ciblé par la méthode	Préférence trophique	Est-ce que la méthode d'échantillonnage convient pour collecter des données pour ces indicateurs ?									Exemples de pièges (les plus courants sont en caractères gras)			
				Indicateur essentiel minimal (à sélectionner en fonction de la question)										Supplémentaire		
				Présence vectorielle ^c	Densité vectorielle ^c	Occupation de l'habitat larvaire	Lieu d'agressivité	Heure d'agressivité	Taux d'agressivité vis-à-vis de l'homme	Densité endophile	Prévalence de la résistance aux insecticides ^f	Indice sporozoïtique ^g		IA ^f		
1	Capture des moustiques sur l'homme (CMH)	Recherche d'hôte humain	Homme												CMH à l'intérieur, CMH à l'extérieur	
2	Piège avec appât humain	Recherche d'hôte humain	Homme					e	e					h	Piège à tente , piège à tente Ifakara, piège Furvela, piège d'entrée avec appât à odeur	
3	Capture des moustiques endophiles	Comportement de repos (intérieur)	Homme ou animal ^a											g,h	PPP , aspiration (manuelle / sac à dos) / Prokopack	
4	Piège lumineux CDC	Recherche d'hôte humain ou animal	Homme ou animal ^a					e	e		e			e	PL CDC	
5	Pièges à appât d'odeur humaine	Recherche d'hôte humain	Homme					e	e					h	Piège Suna	
6	Piège à appât animal	Recherche d'hôte animal	Animal					e				e			Piège à tente , piège d'entrée avec appât à odeur	
7	Capture de moustiques exophiles	Comportement de repos (extérieur)	N/A											g	Aspiration (manuelle / sac à dos), Prokopack, pot/boîte de repos, pièges à fosse	

 Oui

a. En fonction de la localisation de l'échantillonnage (c'est-à-dire les abris pour hommes par rapport aux abris pour animaux)

b. En fonction de la localisation d'échantillonnage (c'est-à-dire les abris pour hommes par rapport aux abris pour animaux) et de l'appât utilisé

c. L'usage d'une seule méthode d'échantillonnage peut fausser les résultats de la présence et de la composition vectorielles

d. En fonction du plan d'échantillonnage et de l'emplacement

e. En fonction du plan d'échantillonnage et de la méthode

f. L'évaluation de la résistance aux insecticides utilisant des adultes capturés à l'état sauvage sur le terrain par rapport aux adultes F0 élevés à partir de larves capturées à l'état sauvage peuvent produire des résultats différents

g. Subjectif en faveur des populations de moustiques endophiles

h. Subjectif en faveur des moustiques piquant l'homme (anthropophages)

	Méthode d'échantillonnage	Comportement des moustiques ciblé par la méthode	Préférence trophique	Est-ce que la méthode d'échantillonnage convient pour collecter des données pour ces indicateurs ?										Exemples de pièges (les plus courants sont en caractères gras)		
				Indicateur essentiel minimal (à sélectionner en fonction de la question)											Supplémentaire	
				Présence vectorielle ^c	Densité vectorielle ^c	Occupation de l'habitat larvaire	Lieu d'agressivité	Heure d'agressivité	Taux d'agressivité vis-à-vis de l'homme	Densité endophile	Prévalence de la résistance aux insecticides ^f	Indice sporozoïtique ^g	IA ^f			
8	Pièges avec appât au CO ₂	Recherche d'hôte humain ou animal	Homme ou animal ^b						e							PL CDC avec une source de CO ₂ , d'autres pièges avec des sources de CO ₂
9	Pièges à femelles gravides	Recherche de ponte	N/A													
10	Pièges d'interception	Volant, sortant, à la recherche de sucre ou d'hôtes	Homme ou animal								piège de sortie de fenêtre					Piège de sortie de fenêtre pièges à écran d'interception,
11	Échantillonnages larvaire (EL)	Développement de larves et de pupes	N/A													Captures de larves à la louche



Oui

- a. En fonction de la localisation de l'échantillonnage (c'est-à-dire les abris pour hommes par rapport aux abris pour animaux)
- b. En fonction de la localisation d'échantillonnage (c'est-à-dire les abris pour hommes par rapport aux abris pour animaux) et de l'appât utilisé
- c. L'usage d'une seule méthode d'échantillonnage peut fausser les résultats de la présence et de la composition vectorielles
- d. En fonction du plan d'échantillonnage et de l'emplacement
- e. En fonction du plan d'échantillonnage et de la méthode
- f. L'évaluation de la résistance aux insecticides utilisant des adultes capturés à l'état sauvage sur le terrain par rapport aux adultes F0 élevés à partir de larves capturées à l'état sauvage peuvent produire des résultats différents
- g. Subjectif en faveur des populations de moustiques endophiles
- h. Subjectif en faveur des moustiques piquant l'homme (anthropophages)

Tableau 9. Méthodes d'échantillonnage détaillées : les limites, avantages et inconvénients

	Méthode d'échantillonnage	Nom du piège (ceux en gras sont plus courants, les autres sont plus expérimentaux.) (Ceci n'est pas une liste exhaustive.)	Requiert une normalisation (sur site) ^a (oui / non)	Condition d'échantillons (1 = médiocre, 5 = excellent)	Les échantillons sont-ils vivants ? (Oui/ Non)	Niveau de difficulté (1 = facile, 5 = difficile)	Capacité requise ^c (faible, moyenne, élevée)	Coût des matériaux (faible, moyen, élevé)	Quelle(s) méthode(s) d'échantillonnage peut(peuvent) être utilisée(s) pour déterminer l'adéquation d'une intervention différente ?			Quelle(s) méthode(s) d'échantillonnage peut(peuvent) être utilisée(s) pour évaluer les interventions utilisées actuellement ?		
									MID	PIH	Traitement larvicide	MID	PIH	Traitement larvicide
1	Capture des moustiques sur l'homme (CMH)	CMH	Oui	5	Oui	5	Élevée	Faible	√			√ ^d	√ ^d	√ ^e
2	Piège à appâts humains	Piège à tente	Oui	5	Oui	3	Moyenne	Faible				√ ^d	√ ^d	√ ^e
		ITT	Oui	5	Oui	3	Moyenne	Moyen				√ ^d	√ ^d	√ ^e
		Piège Furvela	Oui	5	Oui	3	Moyenne	Faible				√ ^d	√ ^d	√ ^e
		Piège d'entrée avec appât à odeur	Oui	5	Oui	4	Moyenne	Élevé				√ ^d	√ ^d	√ ^e
3	Capture de moustiques endophiles	PPP	Non	5	Non	5	Faible	Faible		√		√ ^d	√ ^d	√ ^e
		Aspiration (manuel / sac à dos), Prokopack	Non	4	Oui	3	Faible	Faible		√		√ ^d	√ ^d	√ ^e
4	Piège lumineux CDC	PL CDC	Oui	3	Non	2	Moyenne	Élevé	√			√ ^d	√ ^d	√ ^e
5	Piège avec appât à odeur humaine	Piège Suna	Oui	5	Oui	4	Moyenne	Élevé	√			√ ^d	√ ^d	√ ^e
6	Piège à appât animal	Piège d'entrée avec appât à odeur	Oui	Varie ^b	Oui	5	Faible	Élevé						√ ^e
		Piège à tente	Oui	5	Oui	3	Faible	Moyen						√ ^e
7	Capture de moustiques exophiles	Aspiration (manuelle / sac à dos), Prokopack	Non	5	Oui	3	Faible	Moyen						
		Pot / boîte de repos	Non	5	Oui	2	Faible	Faible						
		Pièges à écran d'interception	Oui	5	Oui	2	Faible	Faible						√ ^e
8	Piège avec appât au CO ₂	Des dispositifs de prélèvement divers peuvent être utilisés avec une source du CO ₂ (par exemple, piège à tente, PL CDC, etc.)	Oui	Varie ^b	Varie ^b	Varie ^b	Varie ^b	Varie ^b	√			√ ^d	√ ^d	√ ^e

	Méthode d'échantillonnage	Nom du piège (ceux en gras sont plus courants, les autres sont plus expérimentaux.) (Ceci n'est pas une liste exhaustive.)	Requiert une normalisation (sur site) ^a (oui / non)	Condition d'échantillons (1 = médiocre, 5 = excellent)	Les échantillons sont-ils vivants ? (Oui/ Non)	Niveau de difficulté (1 = facile, 5 = difficile)	Capacité requise ^c (faible, moyenne, élevée)	Coût des matériaux (faible, moyen, élevé)	Quelle(s) méthode(s) d'échantillonnage peut(peuvent) être utilisée(s) pour déterminer l'adéquation d'une intervention différente ?			Quelle(s) méthode(s) d'échantillonnage peut(peuvent) être utilisée(s) pour évaluer les interventions utilisées actuellement ?		
									MID	PIH	Traitement larvicide	MID	PIH	Traitement larvicide
9	Pièges à femelles gravides	Pièges à femelles gravides	Oui	Varie ^b	Varie ^b	Varie ^b	Moyenne	Varie ^b			√			√ ^e
10	Pièges d'interception	Piège de sortie de fenêtre	Oui	5	Varie	4	Faible	Faible	√	√		√ ^d	√ ^d	√ ^e
		Piège/écran d'interception	Oui	5	Oui	2	Faible	Faible				√ ^d	√ ^d	√ ^e
11	Échantillonnage larvaire	Captures de larves à la louche	Non	5	Oui	4	Élevée	Faible			√			^f

- a. La **normalisation** indique le besoin de tester la méthode d'échantillonnage par une évaluation indépendante afin d'étudier sa sensibilité et sa spécificité lorsqu'elle est utilisée pour la première fois sur un site.
- b. Dépend de la méthode d'échantillonnage.
- c. Les **besoins en capacité** peuvent inclure les ressources humaines (en nombre et/ou compétences), la formation et/ou l'équipement en fonction de la méthode d'échantillonnage.
- d. Il faut utiliser ces méthodes pour examiner les changements de compositions, de densités et de comportements des vecteurs par rapport aux données de référence. Pour la PIH, l'hypothèse est : les espèces vectrices endophiles sont connues pour suivre les tendances de cette population d'espèces en particulier.
- e. Oui, il faut les utiliser pour examiner les changements des densités d'adulte.
- f. L'échantillonnage larvaire peut être utilisé pour renseigner un indicateur de processus sur le traitement appliqué à un site mais ne doit pas être utilisé pour évaluer l'impact de l'intervention.

Techniques entomologiques pour l'analyse des moustiques

Lorsque les vecteurs ont été prélevés sur terrain, ils sont généralement emportés au laboratoire pour analyse. Les indicateurs incluent la présence vectorielle, l'indice sporozoïtique, la fréquence, l'intensité et le mécanisme de résistance aux insecticides, l'indice d'anthropophilie et la bioefficacité de l'insecticide, parmi d'autres indicateurs. Tous doivent être analysés par des techniques entomologiques normalisées.⁷ Se reporter à l'[encadré 2](#) pour une liste des techniques décrites dans cet OPSE. La plupart des techniques nécessitent une formation (et un recyclage) et des capacités appropriées. Les techniques moléculaires (par ex. identification des espèces moléculaires, détection des sporozoïtes, etc.) exigent une plus grande capacité (par ex. infrastructure de laboratoire, ressources, formation avancée, etc.). La collaboration avec des partenaires locaux ou internationaux pourrait appuyer ces activités lorsque la capacité d'un programme national de lutte contre le paludisme est limitée.

Chacune de ces techniques a également des préconceptions et des conséquences similaires aux méthodes d'échantillonnage décrites plus haut sur les données et les analyses. Par exemple, le complexe bien connu d'*An. gambiae* morphologiquement impossible à distinguer, possède plusieurs espèces ayant des comportements variés qui contribuent différemment à la transmission des maladies. Limiter l'analyse des données à l'identification morphologique seulement peut affecter la précision et la spécificité des données concernant les espèces de vecteurs, ce qui peut affecter toutes les données et les prises de décision relatives à des espèces spécifiques, y compris la résistance aux insecticides.

Ces techniques entomologiques sont décrites plus en détail à l'[annexe III](#) et sont référencées tout au long des modules et des arbres de décision pour appuyer la collecte des indicateurs essentiels minimaux.

7 Doolan DL (Ed). (2002) *Malaria Methods and Protocols* (Méthodes et protocoles de lutte contre le paludisme). Humana Press ; 2002.

Encadré 2. Techniques entomologiques³

1. *Anophèles* clés d'identification
2. Identification moléculaire – PCR
3. Dissection des glandes salivaires
4. Dissections ovariennes
5. ELISA CS - détection des sporozoïtes
6. ELISA RS - détection du sang de l'hôte
7. PCR - détection parasitaire
8. L'essai standardisé de l'OMS sur papier impégné
9. Essai en flacon du CDC
10. Kdr PCR ou dosage biochimique
11. Bio-essai en cônes

Méthodes d'évaluation du comportement humain et des populations à haut risque

Pour cibler de manière appropriée et efficace les interventions de lutte antivectorielle, il est important de savoir quelles personnes cibler, et *quand* et *où* cibler celles qui sont exposées aux piqûres de moustiques. Les données d'enquêtes sur le comportement humain et les populations à haut risque (PHR) analysées avec des données sur la bionomie vectorielle et l'efficacité des interventions peuvent aider à déterminer les lacunes en matière de protection et les facteurs locaux de transmission, y compris les facteurs de transmission résiduelle. Bien qu'il existe un programme de recherche croissant sur ce sujet,^{8,9} des méthodes axées sur les programmes sont actuellement à la disposition des programmes nationaux de lutte contre le paludisme (se reporter à l'[encadré 3](#)).

- 8 Monroe A, Mihayo K, Okumu F, et al. Human behaviours and residual malaria transmission in Zanzibar: findings from in-depth interviews and direct observation of community events (Comportements humains et transmission résiduelle du paludisme à Zanzibar : conclusions suite à des interviews approfondies et une observation directe des événements communautaires). *Malar J.* 2019;18 (220).
- 9 Edwards HM, Chinh VD, Duy BL, et al. Characterising residual malaria transmission in forested areas with low coverage of core vector control in central Viet Nam (Caractérisation de la transmission résiduelle du paludisme dans les zones boisées avec une faible couverture de la lutte antivectorielle essentielle au centre du Vietnam). *Parasit Vectors.* 2019;12: 454.

Tout au long des modules subséquents, nous incluons ces méthodes d'intégration aux activités de surveillance entomologique concernant les programmes qui disposent des ressources pour les utiliser.

Selon la description dans *A Malaria Elimination Guide to Targeted Surveillance and Response in High Risk Populations* (UCSF 2017) (Un guide de l'élimination du paludisme pour une surveillance et une riposte ciblées chez les populations à haut risque), les populations à haut risque (PHR) de contracter le paludisme sont des groupes de personnes qui partagent des caractéristiques sociodémographiques, géographiques et/ou comportementales qui les exposent à un risque accru d'infection. Ces populations ont souvent difficilement accès aux services de santé et interventions, ou les

utilisent très peu,¹⁰ ou des comportements associés à une exposition accrue aux moustiques *anophèles*, y compris ceux associés au travail (par ex. l'agriculture, la sylviculture et les travaux d'extraction).¹¹ L'identification et la compréhension des caractéristiques particulières des populations susceptibles de contracter le paludisme, du moment et de l'endroit où elles sont en contact avec les vecteurs, permettent aux programmes nationaux de lutte contre le paludisme de mieux adapter et cibler les interventions.

-
- 10 Chen I, Thanh HNT, Lover A, et al. Malaria risk factors and care-seeking behaviour within the private sector among high-risk populations in Vietnam: a qualitative study (Facteurs de risque du paludisme et comportement de sollicitation de soins auprès du secteur privé des populations à haut risque au Vietnam : une étude qualitative). *Malar J.* 2017;16 (414).
- 11 Jacobson JO, Cueto C, Smith JL, et al. Surveillance and response for high-risk populations: what can malaria elimination programmes learn from the experience of HIV? (Surveillance et riposte pour les populations à haut risque : qu'est-ce que les programmes d'éradication du paludisme peuvent apprendre de l'expérience avec le VIH ?). *Malar J.* 2017;16 (33).

Encadré 3. Méthodes d'évaluation du comportement humain et des populations à haut risque

Toutes les données saisies à l'aide des méthodes d'exemple ci-dessous doivent être analysées à l'aide de données entomologiques, épidémiologiques et tirées des interventions, y compris les données provenant de la détection passive et active des cas et des investigations des cas si disponibles. Collectivement, ces données peuvent, entre autres, fournir d'importantes preuves sur les éventuelles lacunes en protection qui conduisent aux transmissions en cours.

L'expérience de l'utilisateur et l'acceptation des interventions de lutte antivectorielle contribuent aussi à expliquer le comportement humain et la participation ou non aux interventions. Les données d'acceptabilité doivent être recueillies si possible et intégrées à l'analyse d'une stratégie existante de lutte antivectorielle.

Exemple de méthodes d'enquête sur le comportement humain

Objectif : comprendre comment le comportement humain recoupe le comportement vectoriel

pour identifier les points primaires de contact homme-vecteur en vue d'une intervention ciblée

- Recueillir les données des formulaires d'investigation des cas, y compris les antécédents de voyage, le travail, la participation aux interventions préventives et les autres données qui pourraient éclairer le comportement et les activités du cas, conduisant éventuellement à un risque accru d'infection palustre.
- Mener des observations du comportement humain (OCH) au cours des CMH afin de documenter le temps et la durée que les personnes passent à l'extérieur par rapport à l'intérieur des habitations, et sous une MII et/ou dans une habitation pulvérisée (voir le [module 7](#) pour des exemples d'intégration des OCH dans la surveillance entomologique et l'[annexe IV](#) pour un exemple de formulaire de collecte de données sur le OCH).
- Mener des enquêtes sur le temps et la durée que les personnes passent à l'extérieur par

rapport à l'intérieur des habitations ou dans les zones à haut risque au moyen de questionnaires remplis par les sondés (moins optimal) ou remplis par le personnel (plus optimal) et/ou de registres d'activités quotidiennes tenus par les membres de la communauté.

- Élaborer des calendriers saisonniers avec les membres de la communauté afin d'obtenir des informations sur les périodes de pointe de la maladie, les déplacements des populations (par ex. festivals religieux, déplacements relatifs au bétail), les principales activités agricoles (par ex. plantation, moisson ou mouvement du bétail) et si ces activités incluent des travaux en extérieur pendant les heures d'agressivité des vecteurs.¹²
- Établir une cartographie participative avec les chefs de village, les chefs religieux et les groupes communautaires pour permettre de cartographier les lieux de résidence des populations, leurs modes de déplacement, l'emplacement des services de santé, l'utilisation des terres, la végétation et les plans d'eau, etc. La cartographie appuie également l'engagement communautaire en matière de surveillance vectorielle et de contrôle vectoriel local.

Exemple de méthodes d'enquête sur une population à haut risque (PHR)

Objectif : identifier et caractériser les comportements favorisant la transmission et spécifiques des PHR, et les lacunes en matière d'intervention au sein de ces populations afin d'améliorer le ciblage de la surveillance entomologique et de la lutte antivectorielle

- Mener une étude approfondie des données existantes de surveillance épidémiologique. Extraire les renseignements significatifs des cas comme les données démographiques (Ex. âge et sexe), le travail, la saisonnalité, le regroupement, etc.
- Recueillir les données des formulaires d'investigation des cas (si disponible) et des données des établissements sanitaires afin de comprendre la répartition des cas et d'identifier les tendances, y compris l'éventuelle concentration géographique des cas ou le regroupement

12 WHO. A toolkit for integrated vector management in sub-Saharan Africa (Une boîte à outils pour la gestion intégrée des vecteurs en Afrique subsaharienne). World Health Organization, Global Malaria Programme, Geneva. 2016.

selon d'autres facteurs possibles de risque comme les antécédents de voyage, le travail, etc.

- Afin de planifier une surveillance adaptée et ciblée, mener une évaluation formative (recherches qualitatives) afin de rassembler, mettre à jour, étudier et analyser les connaissances actuelles sur les PHR, y compris les antécédents de voyage et les formes de travail, la connectivité aux réseaux sociaux, les activités nocturnes, les rythmes de sommeil et les autres facteurs de risque comportementaux, ainsi que les lacunes en matière d'intervention qui aideront à optimiser l'exécution des interventions.¹³ Géolocaliser (c'est-à-dire sur une carte) les sites de travail où les populations passent du temps et seraient plus susceptibles de contracter le paludisme, ainsi que les lieux extérieurs ou semi-extérieurs où les PHR vont ou se rassemblent. Cela permettra de déterminer si des interventions par lieu sont appropriées (voir également ci-dessous pour l'échantillonnage spatio-temporel et la SB-RACD). Les communautés connaissent souvent très bien les éventuelles PHR et leurs activités. La collaboration avec les communautés et les groupes communautaires est donc essentielle.
- Dans le but de caractériser les PHR pour le paludisme et identifier les facteurs de risque spécifiques au contexte qui pourront alors être ciblés par les interventions, une étude cas-témoin peut être lancée via des questionnaires adressés aux cas de paludisme et à un groupe témoin identifiés dans les formations sanitaires.^{13,14}
- Afin de suivre la transmission du paludisme et les interventions au sein des PHR, un échantillonnage ciblé comme l'échantillonnage

13 Smith JL, Auala J, Haindongo E, et al. Malaria risk in young male travellers but local transmission persists: a case-control study in low transmission Namibia (Risque de paludisme chez les jeunes voyageurs mâles mais persistance de la transmission locale : une étude cas-témoin en Namibie à faible transmission). *Malar J.* 2017;16 (70).

14 Grigg MJ, Cox J, William T, et al. Individual-level factors associated with the risk of acquiring human *Plasmodium knowlesi* malaria in Malaysia: a case control study (Facteurs individuels associés au risque de contracter le paludisme humain à *Plasmodium knowlesi* en Malaisie : une étude cas-témoin). *Lancet Planet Health.* 2017;9 (3).

spatio-temporel, peut être utilisé pour sonder les populations à des endroits et à des moments précis où les PHR sont plus susceptibles d'être présents (c'est-à-dire sur les chantiers forestiers ou aux points de passage frontaliers). Cela donne une évaluation continue de la prévalence des infections chez les PHR à ces endroits qui peut être menée avec d'autres indicateurs clés tels que l'utilisation des interventions et les comportements à risque connexes. S'il y a des moments et endroits établis de rassemblement des PHR, des interventions peuvent être menées à ces endroits (Ex. distribution de MID).

- Afin d'améliorer la surveillance de routine, la détection socio-comportementale réactive des cas (SB-RACD) intègre un dépistage ciblé des PHR sur les sites spécifiques et via les contacts sociaux en se basant sur un ensemble de critères communs de risque avec un cas index. Cette approche est particulièrement utile dans le cas où la transmission se produit loin du foyer (par ex. dans la forêt et la frange forestière).^{9,15} Dans le cadre

d'une surveillance de routine basée sur un ensemble de critères de risque, la SB-RACD inclut un dépistage dans des lieux ou sites de travail spécifiques^{16,17} et des contacts sociaux des cas index de paludisme qui y ont récemment travaillé ou dans d'autres lieux.

Les informations tirées du comportement humain et des PHR, associées aux indications locales sur les vecteurs, peuvent éclairer une stratégie de lutte antivectorielle plus ciblée et plus adaptée.

Pour des conseils supplémentaires sur ces méthodes sur les PHR, consultez le *Malaria Elimination Guide to Targeted Surveillance and Response in High Risk Populations* (Guide de l'élimination du paludisme pour une surveillance et une riposte ciblées chez les populations à haut risque) publié par l'Initiative d'élimination du paludisme de l'UCSF :

shrinkingthemalariamap.org/tools/high-risk-populations-surveillance-and-response-guide.

15 Herdiana H, Cotter C, Coutrier FN, et al. Malaria risk factor assessment using active and passive surveillance data from Aceh Besar, Indonesia, a low endemic, malaria elimination setting with *Plasmodium knowlesi*, *Plasmodium vivax*, and *Plasmodium falciparum* (Évaluation du facteur de risque du paludisme avec des données de surveillance active et passive d'Aceh Besar, en Indonésie, une région d'élimination du paludisme endémique faible par *Plasmodium knowlesi*, *Plasmodium vivax* et *Plasmodium falciparum*). *Malar J*. 2016;15 (468).

16 Jacobson JO, Smith JL, Cueto C, et al. Assessing malaria risk at night-time venues in a low-transmission setting: a time-location sampling study in Zambezi, Namibia (Évaluation du risque de paludisme dans les lieux nocturnes dans une région à faible transmission : une étude d'échantillonnage spatio-temporel à Zambezi, en Namibie). *Malar J*. 2019;18 (179).

17 Schicker RS, Hiruy N, Melak B, et al. A venue-based survey of malaria, anemia and mobility patterns among migrant farm workers in Amhara Region, Ethiopia (Une étude du paludisme, de l'anémie et des flux d'ouvriers agricoles migrants de la région Amhara, en Éthiopie). *PLoS One*. 2015;10 (11).

Module 4. Choix des sites et du type d'enquête

Le choix des sites de surveillance entomologique doit refléter l'hétérogénéité de la transmission du paludisme dans le pays et tenir compte des variations géographiques de l'épidémiologie du paludisme, du risque d'importation et de la réceptivité (se reporter au Glossaire de l'annexe V pour les définitions).¹⁸ Trois types de sites sont décrits dans l'OPSE :

- **Site sentinelle** : sites fixes qui représentent différentes régions écologiques et épidémiologiques d'un pays, y compris les zones à réceptivité et importation élevées, ainsi que les zones à risque de reprise où la transmission du paludisme a été interrompue (si les ressources sont disponibles). La surveillance entomologique des sites sentinelles est importante pour mesurer les tendances avec le temps.
- **Foyer** : zone définie et circonscrite située dans une zone actuellement ou auparavant paludique qui contient les facteurs épidémiologiques et écologiques nécessaires à la transmission du paludisme.¹⁹ En pratique, un foyer est souvent un village ou de petits groupes de villages voisins. La surveillance entomologique des foyers est importante pour éclairer la riposte la plus efficace afin de réduire et d'interrompre la transmission.
- **Site ciblé** : un site ciblé pour un contrôle ponctuel afin de répondre à une question spécifique ou un ensemble de questions. Un site ciblé peut être une zone où a lieu une épidémie ou connaissant une hausse du risque d'importation ou de la réceptivité.

La capacité du programme et les ressources disponibles limiteront toujours la portée et de l'ampleur des activités de surveillance entomologique. Avec des capacités et des ressources limitées, les activités entomologiques dans les zones à transmission élevée de paludisme par rapport au reste du pays, doivent être la priorité. C'est particulièrement utile dans les pays durement touchés ou dans des régions spécifiques afin de répondre à une question spécifique du programme. Toutefois, dans les pays à faible transmission, proches de l'élimination, les domaines prioritaires doivent inclure ceux à risque élevé d'importation et/ou de réceptivité afin d'éviter la reprise de la transmission.

Lorsque les ressources sont disponibles, la portée des activités et l'échelle de mise en œuvre peuvent être élargies tant que les données générées sont destinées à la prise de décision. Il faut accorder la priorité à la *qualité* des données par rapport à la *quantité*. La [figure 3](#) décrit le processus de sélection de site.

Les questions programmatiques peuvent être répondues sur les sites sentinelles, au cours des enquêtes sur les foyers et grâce à des contrôles ponctuels dans des sites ciblés en fonction de la question et de la portée géographique.

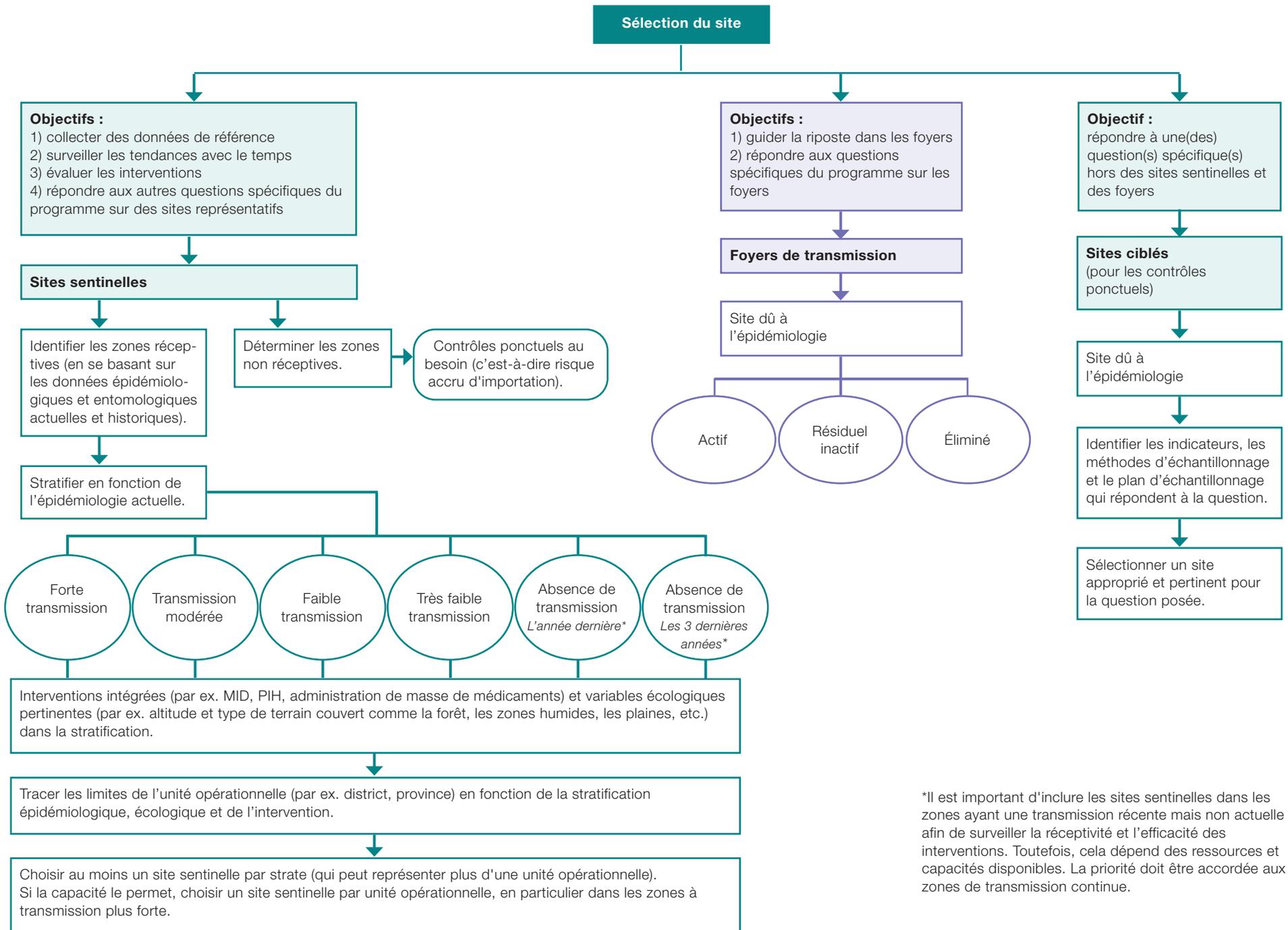
Types d'enquêtes par type de site

L'OPSE couvre quatre types d'enquêtes entomologiques : les enquêtes de référence, celles de routine, celles sur les foyers et les contrôles ponctuels. Vous trouverez ci-dessous des indications sur les raisons de chaque enquête, le type de site pour chaque enquête et la fréquence minimale de la collecte de données au cours des années et d'une année à l'autre. La fréquence dépend en fin de compte de la capacité et des besoins de chaque programme de lutte contre le paludisme.

18 WHO (2018) Malaria Surveillance, monitoring & evaluation: a reference manual (Lutte contre le paludisme : surveillance, suivi et évaluation – un manuel de référence). Chapitre 5 : Surveillance et riposte entomologique. World Health Organization, Geneva.

19 WHO (2016) WHO malaria terminology (Terminologie du paludisme de l'OMS). World Health Organization, Geneva.

Figure 3. Détermination des sites de surveillance entomologique



*Il est important d'inclure les sites sentinelles dans les zones ayant une transmission récente mais non actuelle afin de surveiller la réceptivité et l'efficacité des interventions. Toutefois, cela dépend des ressources et capacités disponibles. La priorité doit être accordée aux zones de transmission continue.

Tableau 10. Site d'échantillonnage et fréquence par type d'enquête

Type d'enquête	Déclencheur pour l'enquête	Type de site pour l'enquête (sentinelle, foyer, ciblé)	Fréquence minimale de la collecte des données en une année	Fréquence minimale d'une année à l'autre
Enquête de référence	Manque de données sur plusieurs années	Sentinelle, foyer	Une période d'échantillonnage par site par saison* sur une année	Répétée tous les 3 ans environ (en fonction de la capacité) et/ou en cas de changement significatif de l'épidémiologie, du risque d'importation et/ou de la réceptivité, et/ou en cas d'étude d'une nouvelle intervention de lutte antivectorielle
Enquête de routine	En continu	Sentinelle	Une période d'échantillonnage par site par saison* sur une année	Répété chaque année
Enquête de foyers	Cas index	Foyer	Une période d'échantillonnage par foyer par saison* sur une année	Répétée dans les foyers actifs tous les ans, déclenchée par les premiers cas index de la saison du paludisme
Contrôle ponctuel	Au besoin afin de répondre à une question spécifique	Site ciblé	En fonction de la méthode d'échantillonnage pour répondre à la question	Au besoin

*La priorité est accordée à la collecte de données pendant les pic saisonniers de transmission ; toutefois, les saisons de transmission hors pic saisonnier peuvent avoir des dynamiques et des facteurs de transmission très différents qui devraient également être pris en compte.

Sites sentinelles

En étudiant la figure 3, comment « réceptif » est défini par rapport à « non réceptif » ?

Pour cet outil, une zone réceptive est définie selon la température, l'humidité et l'altitude convenables à la survie du vecteur, la présence humaine et l'un des deux indicateurs :

- Présence vectorielle adulte (oui/non) ;
- Présence vectorielle immature (oui/non).

Les données des trois dernières années doivent être étudiées afin de déterminer la réceptivité d'une zone. Il faut remarquer que certains pays utilisent la densité vectorielle adultes pour décrire le « niveau » de réceptivité (élevé ou faible) ; cette densité n'est pas toujours corrélée avec le risque de transmission. Les zones à faible transmission peuvent connaître d'importantes épidémies de paludisme avec une faible densité vectorielle.

Qu'est-ce qu'un « site » exactement ?

Un site sentinelle peut être un village ou un groupe de villages voisins. Le site doit contenir un nombre suffisant de ménages ou d'habitats larvaires potentiels pour le plan d'échantillonnage (voir le [module 5](#)). Le site doit être relativement accessible à l'équipe de surveillance entomologique. Dans certains pays, les sites sentinelles sont seulement destinés collectes sur le terrain. Dans d'autres pays, ces sites disposent aussi d'un laboratoire entomologique de base et/ou d'un insectarium pour le traitement des échantillons, l'identification morphologique, le test de la résistance aux insecticides et/ou la saisie de données. La définition d'un « site » peut varier selon le pays et la question. Les programmes doivent déterminer leur définition d'un site, appliquer ladite définition dans tout le pays et rester cohérents. Les sites doivent être en accord avec le plan d'échantillonnage (voir le [module 5](#)). Par exemple, un « site » peut inclure deux villages distincts selon le plan d'échantillonnage et pour assurer des procédures d'échantillonnage normalisées.

Pourquoi utiliser des sites sentinelles ?

- Pour les **enquêtes de référence** afin de recueillir des données de référence sur la biologie des vecteurs locaux à des fins de planification des interventions de lutte antivectorielle ([module 7](#)).
- Pour des **enquêtes de routine** afin de surveiller les tendances des indicateurs prioritaires avec le temps, qui orienteront les changements de stratégie de la lutte antivectorielle ([module 8](#)).
- Pour **répondre à des questions spécifiques de programme** sur des sites représentatifs établis, souvent avec des données historiques comme référence.

Combien faut-il de sites sentinelles ?

- La stratification du pays devrait guider la sélection initiale des sites sentinelles. Il devrait y avoir au moins un site sentinelle par strate dans un pays.
- La [figure 3](#) fournit des indications sur le choix des sites sentinelles en se basant sur la réceptivité, l'épidémiologie, la présence d'interventions et les zones écologiques. Il est probable que la stratification des pays est déjà basée sur ces variables. L'ajout des limites administratives (c'est-à-dire les provinces) à la stratification éco-épidémiologique est utile à des fins de planification et de budgétisation.
- Dans les pays à très faible transmission, c'est-à-dire dont la transmission est limitée à quelques zones, une microstratification doit être réalisée dans ces zones et les sites sentinelles placées dans ces strates si possible. Dans ce cas, la microstratification devrait inclure urbain/périurbain par rapport à rural, l'accessibilité et l'écologie locale (par ex. les côtes par rapport aux forêts).
- Les directives du PMI énoncent qu'il faut identifier au moins deux sites pour le suivi de la résistance aux insecticides dans chaque division administrative où elle appuie le suivi. Une division administrative est la plus petite unité où un changement de la politique de la lutte antivectorielle peut être appliqué. Il s'agit généralement d'un état, d'une province, d'une région ou d'un comté pour les MID et des districts pour la PIH. Un site peut être constitué de plusieurs villages très proches.²⁰
- Les ressources et la capacité disponibles détermineront en définitive le nombre de sites sentinelles sans tenir compte du niveau de transmission. Si un programme doit décider entre le nombre de sites par rapport à leur qualité (y compris les activités effectuées et les données générées), la qualité doit toujours primer (c'est-à-dire qu'il faut éviter de

trop solliciter les ressources pour ne pas aboutir à des données peu concluantes). Un programme peut aussi décider d'utiliser les sites ciblés au lieu des sites sentinelles en fonction des ressources disponibles et de la question à laquelle il essaie de répondre.

Il est difficile de déterminer le nombre suffisant de sites tout en maintenant la robustesse des données. Il faut étudier les données générées par les collectes entomologiques sur les sites sentinelles choisis à la lumière des questions prioritaires du programme : sont-elles décisives et est-ce que le programme peut prendre des décisions fondées sur les faits grâce aux données ? Si la réponse est oui, il est possible que le programme ait atteint un nombre suffisant de sites sentinelles. En revanche, si les données sont insuffisantes ou peu concluantes, il faut alors tenir compte de ce qui suit :

- » Est-ce que les données ont été mal traitées/gérées en raison d'une capacité insuffisante ? Dans ce cas, il faudrait accorder la priorité à l'amélioration de la gestion et de l'interprétation des données.
- » Est-ce que les capacités de gestion et d'analyse des données existent mais les données collectées sont insuffisantes ? Dans ce cas, il convient peut-être d'augmenter le nombre de sites. Il faut veiller à sélectionner les sites en fonction d'une stratification à jour ([figure 3](#)) et des questions du programme.

Quand dois-je penser à augmenter/diminuer/déplacer les sites sentinelles ?

- Un suivi continu des mêmes sites est utile pour évaluer les tendances avec le temps tant que les données peuvent répondre aux questions du programme et servent à la prise de décision.
- Lorsque les programmes de lutte contre le paludisme mettent à jour leur stratification ou la stratégie d'intervention, les sites sentinelles devraient être réévalués pour s'assurer qu'ils sont toujours représentatifs des strates et des questions clés du programme. En d'autres termes, bien que le maintien des sites historiques pour le suivi longitudinal puisse être important, les sites doivent rester pertinents pour le paysage de la transmission actuelle du paludisme dans le pays, et doivent générer des données qui influencent la prise de décision. Si les sites ne répondent pas à ces critères, les programmes doivent penser à les renouveler.
- Toute hausse du nombre de sites doit être fondée sur les ressources et la capacité disponibles, ainsi que les moyens de maintenir un contrôle qualité sur les sites existants. Le programme doit aussi

20 US President's Malaria Initiative. FY 2020 Technical Guidance (Directives techniques). 2019.

considérer si des contrôles ponctuels limités dans le temps sur un(des) site(s) ciblé(s) serait plus adapté à une(des) question(s) spécifique(s) au lieu d'établir un nouveau site. C'est aussi une option plus rentable.

- La baisse du nombre de sites peut s'avérer nécessaire pour maintenir des données de haute qualité avec les ressources et capacité disponibles. Les programmes peuvent opter pour la priorisation des sites dans les zones à plus forte transmission, et réduire ainsi les sites dans les zones à faible transmission, voire inexistante. Comme il a été dit plus haut, lorsque les pays sont proches de l'élimination, il devient important de maintenir des sites dans les zones à faible transmission ou à transmission interrompue afin de surveiller la réceptivité. Si le paludisme est éliminé dans une zone précise, le programme doit réfléchir au maintien ou non d'un site sentinelle dans cette région en fonction des ressources disponibles.

Y a-t-il d'autres variables qui contribuent au choix des sites sentinelles ?

Les données additionnelles qui peuvent aider à placer les sites sentinelles sont, entre autres :

- Les données démographiques comme la population humaine, les modèles d'établissement et les variables liés au risque d'importation (c'est-à-dire les mouvements de population, les principales activités économiques et de développement, et les volets culturels et sociopolitiques).
- La résistance aux médicaments et/ou aux insecticides.
- L'entomologie, y compris les espèces vectrices et le comportement, la présence et l'emplacement des gîtes larvaires permanents et temporaires, la production agricole, entre autres. En fait, le choix du site sentinelle doit être basé sur les données recueillies au cours d'une enquête de référence.
- L'utilisation des terres, y compris les grands projets de construction, les zones agricoles et la déforestation.
- L'accès au diagnostic et au traitement.

Foyers

Dans le cadre d'une enquête de foyers et de la riposte, la surveillance entomologique est plus pertinente pour les zones à faible et très faible transmission, où les programmes ont un classement des foyers et un système de gestion. Dans ce cas, les activités entomologiques dans les foyers doivent être déclenchées par l'épidémiologie.

L'OMS définit trois types de foyers :²¹

- actif : foyer avec transmission en cours ;
- résiduel non actif : foyer où la transmission a été interrompue récemment (1 à 3 ans) ;
- éliminé : foyer sans transmission locale depuis plus de 3 ans.

Comme indiqué ci-dessus, en pratique, un foyer est souvent un village ou un petit groupe de villages voisins. Dans certains pays, un foyer peut être une zone desservie par un établissement de santé. La surveillance entomologique des foyers est importante pour éclairer la riposte sur les foyers afin de réduire et d'interrompre la transmission.

Dans un foyer actif, les enquêtes entomologiques peuvent être similaires à une enquête de référence ou de routine mais dans le foyer seulement, pas dans un site sentinelle. Toutefois, la portée des activités doit être limitée au minimum requis pour éclairer une riposte ciblée et efficace. C'est particulièrement important dans les zones à ressources limitées mais avec de nombreux foyers actifs.

L'enquête sur les foyers inclut souvent la détection réactive des cas (RACD) ou le test du paludisme sur le ménage et les membres de la communauté dans une zone circonscrite autour d'un ou des cas index de paludisme. Par conséquent, il est également probable que les personnes participant aux enquêtes de foyers (par ex. les responsables de la surveillance et les agents de santé) soient différentes de celles participant à une surveillance de site sentinelle (Ex. des techniciens formés en entomologie), ce qui pourrait affecter la portée et l'échelle des enquêtes de foyers.

Dans les foyers résiduels non actifs et éliminés, les enquêtes entomologiques seraient déclenchées par un diagnostic, un traitement et l'investigation d'un cas index. Dans ce cas, l'objectif de l'enquête entomologique serait d'éclairer une riposte rapide afin d'interrompre immédiatement toute transmission ultérieure éventuelle.

Les données récentes des sites sentinelles représentatifs proches peuvent être appliquées au foyer, en particulier dans un milieu à ressources très limitées. D'autres conseils sur l'enquête de foyers sont mentionnés dans le [module 9](#).

21 WHO. Malaria Surveillance, monitoring & evaluation: a reference manual (La surveillance, le suivi et l'évaluation du paludisme de l'OMS : un manuel de référence). World Health Organization. Geneva. 2018.

Sites ciblés

Les sites ciblés sont ceux choisis en fonction d'une question spécifique pour un contrôle ponctuel. Dans ce cas, les sites peuvent se trouver dans n'importe quelle région géographique. Par exemple, un site cible peut être un district touché par une épidémie de paludisme, et le programme veut comprendre les facteurs de l'épidémie. Ou des changements du risque d'importation (Ex. un nouveau groupe de migrants venant

d'une région ou d'un pays d'endémie palustre) ou de la réceptivité (Ex. un nouveau site de construction) déclenchent un contrôle ponctuel pour identifier les vecteurs présents et évaluer le risque de transmission du paludisme dans cette région.

Se reporter au [module 3](#) pour les méthodes d'échantillonnage afin d'assurer un échantillonnage représentatif du site ciblé par un contrôle ponctuel pour répondre convenablement à la question.

Module 5. Plan d'échantillonnage à des fins opérationnelles

Avant d'élaborer un plan d'échantillonnage, le programme doit identifier la(les) question(s) prioritaire(s) et/ou les décisions à prendre, ainsi que les indicateurs correspondants. La(les) question(s) spécifique(s) détermineront le plan d'échantillonnage pour collecter les données requises afin de mesurer les indicateurs sélectionnés. Des instructions pas à pas pour les aspects essentiels de l'élaboration d'un plan d'échantillonnage pour une enquête entomologique figurent ci-après.

Étape 1. Déterminer le site d'échantillonnage

Un site d'échantillonnage est la localité de collecte (géographie) où les échantillons de moustiques sont recueillis pour obtenir des données pertinentes qui serviront à mesurer les indicateurs sélectionnés. Comme il a été décrit dans le [module 4](#), ces sites peuvent être des sites sentinelles pour la surveillance de référence ou de routine, un foyer de transmission ou d'autres zones intéressantes où un contrôle ponctuel s'avère nécessaire pour répondre à une question spécifique. Les sites d'échantillonnage varieront en fonction de la question du programme (se reporter au [tableau 11](#)).

Les capacités humaines et les ressources financières limitées, et l'accessibilité peuvent limiter la taille et le nombre de sites d'échantillonnage. S'il s'avère nécessaire de réduire, il faut revenir à la question principale pour s'assurer que le(s) site(s) sélectionné(s) est(sont) pertinent(s). Il est également essentiel que les réserves et les limites de la sélection définitive de site

soient notées, enregistrées et rapportées.

Tableau 11. Exemples de questions posées avec le site d'échantillonnage approprié correspondant

Question du programme	Site(s) d'échantillonnage
Est-ce que les villageois du village X sont exposés aux moustiques <i>anophèles</i> ?	Village X + les autres zones où les villageois sont présents pendant les temps d'agressivité des <i>anophèles</i> (Ex. village X + chantiers forestiers environnants)
Les établissements de santé A et B ont rapporté un nombre de cas de paludisme anormalement élevé. Quels sont les facteurs entomologiques de cette épidémie ?	Zones desservies par les établissements de santé A et B
Y a-t-il ou non une résistance au principe actif de l'insecticide employé pour la PIH et/ou la MID dans la région Y ?	Tous les sites sentinelles de la région Y où l'intervention a été menée

Étape 2. Déterminer l'unité d'échantillonnage

L'unité d'échantillonnage est une unité individuelle pour la capture de moustiques sur les sites d'échantillonnage. L'unité d'échantillonnage peut être un village, une habitation, une étable, un chantier forestier ou une aire de travail à la ferme, ou un plan d'eau par exemple. Les critères à appliquer pour sélectionner la

Tableau 12. Exemples de questions avec les critères possibles de sélection d'unité d'échantillonnage correspondant

Question du programme	Indicateur	Unité d'échantillonnage	Critère possible de sélection d'unité d'échantillonnage
Comment la PIH affecte-t-elle la densité des <i>anophèles</i> endophiles du village X ?	Densité endophile	Habitations*	<ul style="list-style-type: none"> Habitations pulvérisées. Échantillons de tous les types de mur (boue, béton, zinc, etc.). Habitations occupées – des personnes y dorment chaque nuit
Quel est le lieu d'agressivité vis-à-vis de l'homme des <i>anophèles</i> du village X ?	Taux d'agressivité vis-à-vis de l'homme	Habitations* et autres structures du village	<ul style="list-style-type: none"> Habitations occupées (à l'intérieur et à l'extérieur) Espaces où les personnes sont présentes pendant les périodes d'agressivité des <i>anophèles</i> comme dans les coins cuisines d'extérieur

*Remarque : en fonction de la question posée sur le comportement au repos des *anophèles*, les étables et d'autres structures pertinentes peuvent y être inclus.

bonne unité d'échantillonnage dépendront de la question centrale et des indicateurs (tableau 12). L'unité d'échantillonnage doit être standardisée dans tous les sites d'échantillonnage sélectionnés afin de collecter des données comparables et d'analyser ensemble les unités de tous les sites de prélèvement.

Étape 3. Attribuer les unités d'échantillonnage

L'attribution des unités d'échantillonnage est la sélection des unités des sites d'échantillonnage qui seront incluses dans l'enquête entomologique. Par exemple, si des habitations occupées du village X représentent des unités d'échantillonnage, une décision doit alors être prise sur le sous-ensemble d'habitations qui seront incluses dans votre enquête. Il faut étudier les quatre points suivants pour l'attribution de l'unité d'échantillonnage :

1. Est-ce qu'il existe déjà des données historiques pertinentes à la question provenant du site d'échantillonnage choisi ?
 - a. Si oui, il faut se servir de ces données historiques pour l'attribution des unités d'échantillonnage (voir le [cas exemple 1](#)).
 - b. Si non, il est possible d'attribuer au hasard les unités d'échantillonnage. Il faut remarquer que l'attribution au hasard des unités d'échantillonnage peut être entièrement aléatoire (c'est-à-dire sans aucune connaissance, ni critère pour orienter le choix) (voir le [cas exemple 2](#)) ou aléatoire dans le cadre d'un ensemble de critères de site d'échantillonnage (voir [cas exemple 3](#)). Le même mode d'attribution d'unité d'échantillonnage doit être appliqué à tous les sites d'échantillonnage afin de maintenir la standardisation et donc la comparabilité des données de tous les sites.
2. Combien d'unités d'échantillonnage (c'est-à-dire taille de l'échantillon ou nombre de répétitions) doivent être attribuées au(x) site(s) d'échantillonnage ?

La taille de l'échantillon ou le nombre de répétitions nécessaire pour répondre à la question dépend de cette dernière ainsi que des ressources humaines et financières disponibles. Les biostatisticiens déterminent la taille idéale de l'échantillon grâce à des calculs de puissance complexes. Souvent, les ressources limitées ne permettent pas de disposer d'un échantillon de taille suffisante pour l'efficacité statistique. Toutefois, aux fins opérationnelles, cette limite ne doit pas empêcher une enquête entomologique. Les itérations du plan d'échantillonnage doivent avoir lieu jusqu'à pouvoir sortir un plan réalisable avec des données significatives

pour répondre à la question tout en tenant compte des contraintes en termes de capacité. Ainsi, les critères d'une taille d'échantillon significative et réalisable dépendent entièrement du contexte.

Les données générées par une enquête qui n'a pas atteint l'efficacité statistique restent éventuellement significatives et pertinentes pour un programme. Ainsi, la taille d'échantillon requise doit s'aligner avec la réalité (c'est-à-dire les capacités humaines et financières disponibles) tout en maintenant une rigueur scientifique.

La sélection du même nombre d'unités d'échantillonnage dans chaque site d'échantillonnage rendra les données d'échantillonnage plus standardisées, et donc plus faciles à comparer d'un site à un autre. Toutefois, la capacité du programme dans tous les sites peut varier, et donc il peut y avoir différents nombres d'unités d'échantillonnage dans les sites. C'est acceptable tant que les différences de tailles d'échantillons sont enregistrées, rapportées et convenablement pris en compte dans l'analyse des données.

Cas exemple 1. Utilisation des données historiques afin d'orienter l'attribution des unités d'échantillonnage

Question : Quels sont les vecteurs principaux et secondaires du village X ?

Site d'échantillonnage : village X

Unité(s) d'échantillonnage : structures, y compris les habitations, les enclos d'animaux, les zones de rassemblement à l'extérieur ou semi-extérieures (Ex. coins cuisines)

Données historiques : les données pertinentes préexistantes du village X laissent entendre une densité plus élevée de vecteurs dans les zones plus basses du village par rapport aux zones plus hautes

Attribution de l'unité d'échantillonnage : étant donné les données historiques, les deux tiers des unités d'échantillonnage seront attribuées aux zones basses et un tiers aux zones hautes

Cas exemple 2. Absence de données historiques : application de l'attribution au hasard des unités d'échantillonnage sans aucun critère

Question : Quels sont les vecteurs principaux et secondaires du village X ?

Site d'échantillonnage : village X

Unité d'échantillonnage : structures, y compris les habitations, les enclos d'animaux, les zones de rassemblement à l'extérieur ou semi-extérieures (Ex. coins cuisines)

Données historiques : aucune

Attribution de l'unité d'échantillonnage : utilisation d'une liste des structures du village X et d'un générateur de nombre aléatoire pour sélectionner un nombre donné d'unités d'échantillonnage (structures)

Cas exemple 3. Application de l'attribution au hasard des unités d'échantillonnage en se basant sur des critères pertinents

Question : Quels sont les vecteurs principaux et secondaires du village X ?

Site d'échantillonnage : village X

Unité d'échantillonnage : structures, y compris les habitations, les enclos d'animaux, les zones de rassemblement à l'extérieur ou semi-extérieures (Ex. coins cuisines).

Données historiques : aucune

Attribution de l'unité d'échantillonnage : utiliser une liste des structures du village X et séparer en groupes en fonction du type de structure. Sélectionner un ensemble au hasard dans chaque groupe, par exemple un ensemble aléatoire d'habitations et d'étables

Étape 4. Déterminer la méthode d'échantillonnage

La méthode d'échantillonnage peut avoir le plus grand impact sur les données et le fait de répondre convenablement à la question. Il faut soigneusement tenir compte de ce que chaque méthode d'échantillonnage mesure afin de choisir une méthode appropriée comme il a été décrit dans le [module 3](#). La standardisation et l'optimisation de la méthode d'échantillonnage sont essentielles. Dans l'idéal, les personnes effectuant l'échantillonnage doivent être formées de manière identique afin de produire des échantillons pratiquement identiques. Les écarts par rapport aux procédures standards doivent être notés. Comme dans le [module 6](#) ci-dessous, il faut enregistrer la date, le lieu et le nom de la personne effectuant l'échantillonnage, avec une brève description des procédures utilisées.

Étape 5. Définir la fréquence d'échantillonnage

La fréquence d'échantillonnage dépend de la question et des ressources humaines et financières disponibles. Le [tableau 10](#) du [module 4](#) présente la fréquence minimale pour les différents types d'enquêtes (par ex. référence, routine, enquête de foyer et contrôle ponctuel). La capture des différentes saisons (pluvieuse par rapport à sèche), et avant, pendant et après la saison de transmission du paludisme, est particulièrement importante pour voir les tendances temporelles des populations de vecteurs. Un échantillonnage plus fréquent peut souvent donner plus de données représentatives ; toutefois, il faut toujours accorder la priorité à la qualité des données par rapport au volume.

Outre la fréquence sur l'année, les programmes doivent réfléchir à la fréquence au cours de chaque période d'échantillonnage (par ex. échantillonnage trois fois par an et pour une durée de cinq jours pour chacune des trois périodes d'échantillonnage). Encore une fois, il n'y a pas de règle en matière de fréquence pour chaque période d'échantillonnage ; plus de jours/nuits produiront certainement plus de données mais tout dépend de la capacité disponible et la qualité des données doit toujours primer sur le volume.

Le **calendrier** d'échantillonnage est étroitement lié à sa fréquence. Un calendrier d'échantillonnage adapté est capital pour collecter des données significatives (voir le [cas exemple 4](#)). Les questions relatives à l'évaluation de l'impact des outils de lutte antivectorielle doivent tenir compte du mode d'action de l'intervention, du stade du cycle de vie des moustiques ciblés par l'intervention et du calendrier des interventions du programme sur les sites d'échantillonnage. Les enquêtes de référence doivent fixer les collectes à différents moments tout au

long des saisons de transmission afin de tenir compte des variations de la bionomie des vecteurs au fil des saisons.

Cas exemple 4. Calendrier et fréquence d'échantillonnage

Question : quelle est l'efficacité résiduelle d'un nouvel insecticide employé pour la PIH ?

Calendrier et fréquence d'échantillonnage :

- Si les ressources le permettent, option 1 : l'échantillonnage commence immédiatement après la pulvérisation, et les autres ont lieu une fois par mois jusqu'à ce que la mortalité des *anophèles* soit inférieure à 80 %.
- Si les ressources sont limitées, alors option 2 : l'échantillonnage commence immédiatement après la pulvérisation, et les autres ont lieu une fois tous les 2 mois jusqu'à 6 mois (ou au-delà ?) après la pulvérisation ou jusqu'à ce que la mortalité des *anophèles* soit inférieure à 80 %.

Module 6. Gestion des données entomologiques

La partie suivante suppose que le programme de lutte contre le paludisme a :

1. formulé sa ou ses questions prioritaires ;
2. déterminé les indicateurs, les méthodes d'échantillonnage, les sites, le plan d'échantillonnage et les techniques entomologiques requis pour répondre à celles-ci.

Exemple A (terrain) :

1. Question : quand et où les *Anopheles gambiae* piquent-ils les gens au cours de la pleine saison du paludisme ?
2. Plan d'échantillonnage : réaliser cinq nuits de CMH à l'intérieur et à l'extérieur de quatre habitations au cours de la pleine saison du paludisme.

Exemple B (laboratoire) :

1. Question : est-ce que les *Anopheles gambiae* du site X sont résistants ou sensibles aux pyréthriinoïdes ?
2. Méthodologie de laboratoire : réaliser des essais en tubes de l'OMS avec des larves capturées à l'état sauvage et élevées jusqu'à l'âge adulte ; utiliser seulement les femelles si le nombre le permet, et utiliser des femelles sensibles en guise de témoin.

Collecte de données entomologiques

Des formulaires adaptés de collecte de données entomologiques sur terrain / en laboratoire doivent être créés pour préparer la collecte proprement dite. Grâce aux formulaires de collecte de données sur terrain / en laboratoire, les données recueillies seront pertinentes pour les questions posées.

Étape 1 : identifier les formulaires de collecte de données requis

Chaque activité doit disposer de son formulaire de collecte de données entomologiques correspondant. Il s'agit souvent d'un formulaire papier mais certains programmes préfèrent enregistrer directement les données au moyen de tablettes électroniques.

- **Pour l'exemple A**, un formulaire de collectes de données sur terrain pour les captures CMH doit être mis en place.

- **Pour l'exemple A**, un formulaire de collectes de données en laboratoire au cours de la procédure de test de résistance aux insecticides, doit être mis en place.

Étape 2 : identifier les formulaires entomologiques pour terrain préexistants relatifs aux questions ciblées par le programme et les adapter en fonction des indicateurs sélectionnés

Des formulaires de collecte de données entomologiques sont compilés dans le manuel de l'OMS et celui du CDC. Ces formulaires représentent d'excellents exemples et mentionnent les points de données minimums qui doivent être notés pour des activités entomologiques courantes sur terrain et en laboratoire (par ex. l'essai standardisé de l'OMS sur papier impégné, bio-essai en flacon du CDC). Dans certains cas, ces formulaires sont parfaits pour répondre à des questions programmatiques. Dans d'autres cas, ces formulaires ne tiennent pas compte de tous les points de données requis pour répondre à certaines questions entomologiques du programme. Dans ce cas, le formulaire préparé peut servir de modèle et être modifié en conséquence afin d'être adapté aux questions spécifiques du programme. Ainsi, tous les points de données nécessaires seront inclus dans le formulaire modifié.

Par exemple, dans l'exemple A, le programme peut vouloir adapter un formulaire CMH pour inclure une colonne de précipitations heure par heure afin d'observer la corrélation entre les précipitations ou leur absence et la hausse ou la baisse du nombre d'*anophèles* capturés au cours de la nuit de collecte. Dans l'exemple B, le formulaire correspondant de laboratoire devrait inclure deux colonnes par répétition pour noter le nombre de femelles et de mâles testés car des mâles peuvent être intégrés aux bio-essais si le nombre de femelles obtenues des captures larvaires est insuffisant.

Étape 3 : établir les dictionnaires de données

Chaque formulaire de collecte de données entomologiques en laboratoire / sur terrain comporte des en-têtes de colonne spécifiques pour collecter de manière standardisée les données appropriées. De plus, ces formulaires seront sûrement utilisés par plusieurs personnes différentes. Il est donc essentiel que chaque utilisateur de ces formulaires ait accès au dictionnaire de données correspondant et le respecte.

Le dictionnaire de données inclut la description de chaque en-tête de colonne, ainsi que la notation. Un extrait du dictionnaire de données correspondant à l'ajout dans le formulaire CMH est donné ci-dessous pour l'exemple A.

En-tête de colonne	Description	Notation
Durée des précipitations	Fournit la durée des pluies pour chaque heure.	<ul style="list-style-type: none"> Mentionner la durée en minutes (par ex. s'il pleut pendant 1 heure, écrire : 60) S'il ne pleut pas, écrire : 0

Le dictionnaire de données doit être inclus au dos de chaque formulaire de collecte de données sur terrain et en laboratoire.

Gestion des données

Entrée et nettoyage des données

Les données entomologiques collectées sur terrain et/ou en laboratoire doivent être saisies dans la version électronique du formulaire pour le traitement des données et leurs analyses ultérieures par des méthodes statistiques. Par conséquent, chaque formulaire de données entomologiques sur terrain / en laboratoire doit avoir son pendant au format électronique. De tels formulaires électroniques peuvent être créés dans des programmes d'entrée de données comme Access.

Une fois les données saisies, elles doivent être examinées et nettoyées en vue de leur analyse. Le nettoyage des données suppose la transformation de toutes les entrées de données en entrées exploitables pour l'analyse. Cela dépendra de la plate-forme utilisée pour l'entrée des données et l'analyse (Ex. Excel, R Studio, etc.). Les trois points ci-dessous soulignent les aspects essentiels dont il faut tenir compte pendant le processus de nettoyage des données.

- **Cellules vides.** Aucune cellule ne doit être vide. Si la cellule est vide, il faut découvrir si la personne a simplement oublié de saisir la donnée de ce point en particulier ou si aucune donnée n'a été mentionnée par le collecteur de données. Dans l'idéal, le contrôle qualité serait réalisé sur le terrain pour que les collecteurs de données rendent des formulaires exacts et complets. Veiller à mentionner l'absence de données collectées à chaque fois.

- **Toute la mise en forme est normalisée.** Veiller à ce que les points de données soient saisis au même format dans toutes les entrées de données. Par exemple, si le format de saisie de date est JJMMAAAA, toutes les dates doivent être entrées selon ce format.
- **Contrôle qualité.** Le nettoyage des données est une autre opportunité pour vérifier la qualité des entrées de données. Vérifier par exemple que la donnée entrée est correcte en la saisissant une seconde fois et en procédant à une vérification croisée. Au cours de la vérification des entrées de données, il est probable que vous découvririez des erreurs et devriez les contrôler plusieurs fois. Si des entrées de données vous semblent bizarres ou mal saisies, veuillez à vérifier ces points de données. Vous pouvez vérifier l'entrée de données en consultant tout simplement les formulaires papier correspondants remplis par le collecteur de données. Ou vous pouvez choisir au hasard 10 formulaires papier pour contrôler la qualité de l'entrée de données.

Stockage de données

Les formulaires électroniques doivent être stockés en sécurité dans une base de données. L'entrée de données dans cette base doit être réservée aux personnes convenablement formées à cette fin. Les données entomologiques historiques sont importantes, elles doivent être conservées et accessibles. Par conséquent, la base de données doit pouvoir accumuler les données entomologiques annuelles. Les formulaires papier correspondants doivent être conservés au moins un an, ou du moins jusqu'à l'achèvement des contrôles de qualité et de l'analyse des données. Une fois ces activités terminées et qu'aucun autre examen ne s'avère nécessaire, les formulaires papier peuvent être jetés puisque les données sont enregistrées dans la base de données.

Veillez à conserver de multiples sauvegardes de la base de données.

Module 7. Arbres de décision par indicateur et pour les enquêtes de référence

Plusieurs arbres de décision selon les indicateurs ou groupes d'indicateurs suivants sont présentés ci-après :

- Base de référence A. Présence et densité vectorielles
- Base de référence B. Agressivité vectorielles
- Base de référence C. Densité endophile
- Base de référence D. Préférence trophique
- Base de référence E. Résistance aux insecticides
- Base de référence F. Efficacité de l'intervention
- Base de référence G. Occupation de l'habitat larvaire

Ces arbres de décision peuvent être utilisés pour :

1. des enquêtes de référence sur les sites sentinelles afin de caractériser la transmission, d'éclairer le choix et le déploiement de l'intervention et d'évaluer les interventions existantes ;
2. des enquêtes de référence dans les foyers pour caractériser la transmission et éclairer la riposte dans les foyers ;
3. des contrôles ponctuels afin de répondre à des questions spécifiques, en particulier dans les zones d'épidémie ou à plafonnement de la transmission.

Les arbres de décision guident l'utilisateur tout au long de la collecte et de l'interprétation des données en vue d'une prise de décision éclairée du programme sur la lutte antivectorielle ou d'autres interventions. Ils sont particulièrement utiles pour attirer l'attention sur les éventuelles lacunes en protection pouvant conduire à une transmission ultérieure. Ils soulignent également à quel moment intégrer les données épidémiologiques, les précipitations et autres données dans l'analyse.

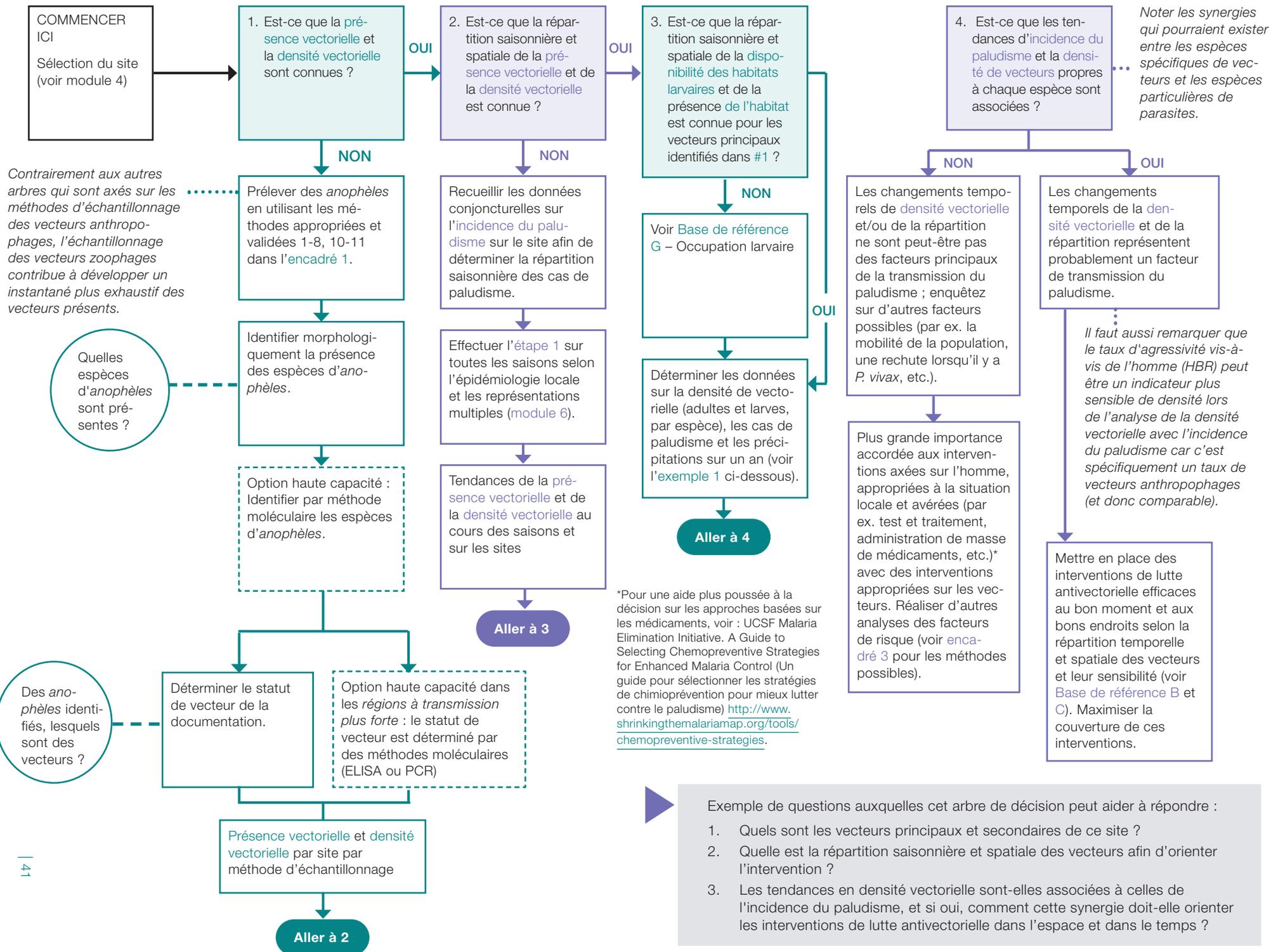
Chaque étape de l'arbre de décision demande tout d'abord si [l'indicateur] est connu sur le site en question. Dans le cadre de cet OPSE, « connu » signifie que la donnée a été collectée récemment, c'est-à-dire au cours de l'année précédente. Si la réponse est oui, l'utilisateur passe à l'étape suivante (à droite) de l'arbre de décision.

Toutes les étapes dans des encadrés en pointillé sont des « options pour haute capacité ». Autrement dit, ce sont des activités qui peuvent appuyer la

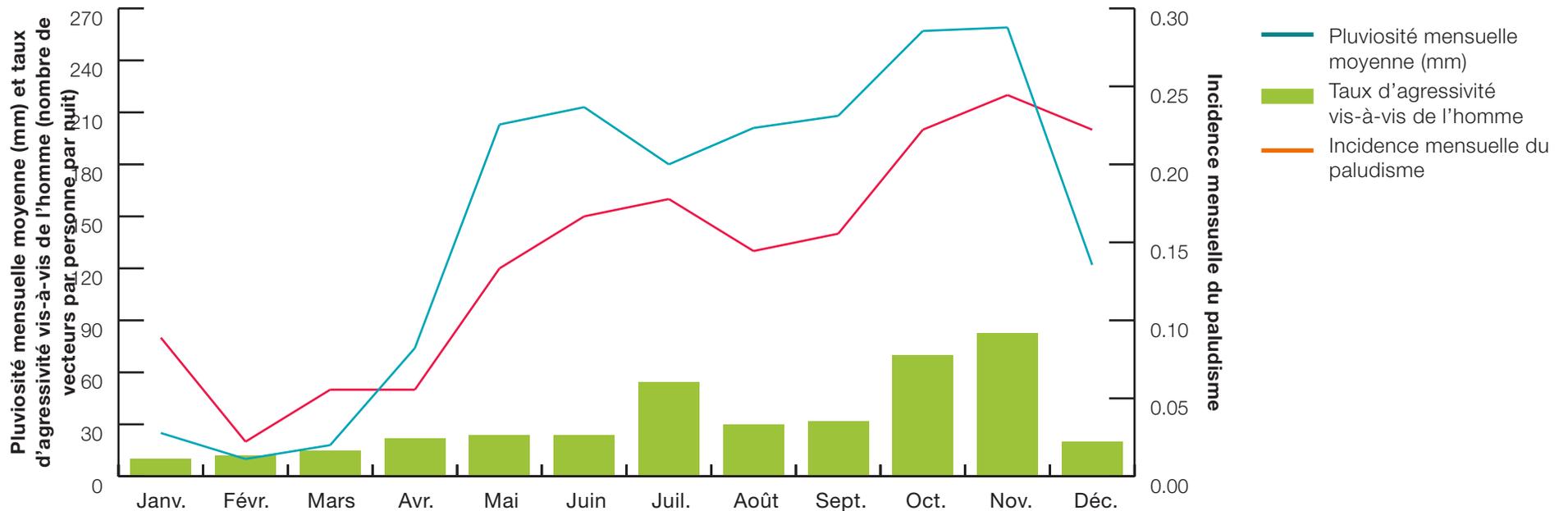
collecte des données et la prise de décision si les ressources (humaines, financières, équipement d'analyse avancé, savoir-faire, temps, etc.) sont disponibles au sein du programme et/ou auprès d'un partenaire.

Trois études de cas de l'[annexe I](#) fournissent des exemples de navigation d'un utilisateur dans l'OPSE et les arbres de décision afin de répondre à une question spécifique. L'[annexe II](#) inclut un arbre de décision particulier, adapté de l'Initiative du président des États-Unis contre le paludisme pour le choix de MID, y compris les MID à BPO et ceux à double imprégnation (2 MA), basé sur les données de résistance aux insecticides.

Base de référence A. Présence et densité vectorielles



Exemple 1. Synthèse du taux d'agressivité nocturne moyen vis-à-vis de l'homme (HBR) des *anophèles* adultes, des précipitations mensuelles moyennes et de l'incidence mensuelle du paludisme



Conclusions

1. Le HBR des *anophèles* est au plus bas au cours des mois les plus secs de l'année qui sont aussi les mois à la plus faible incidence du paludisme (janvier à avril).
2. Le HBR des *anophèles* est au plus haut en novembre, le mois le plus humide de l'année et avec l'incidence du paludisme la plus élevée.
3. Les hausses du HBR des *anophèles*, l'incidence mensuelle du paludisme et la pluviosité mensuelle moyenne sont corrélées.

Le principal facteur des populations d'*anophèles* et d'incidence du paludisme est la pluviosité.

Implications

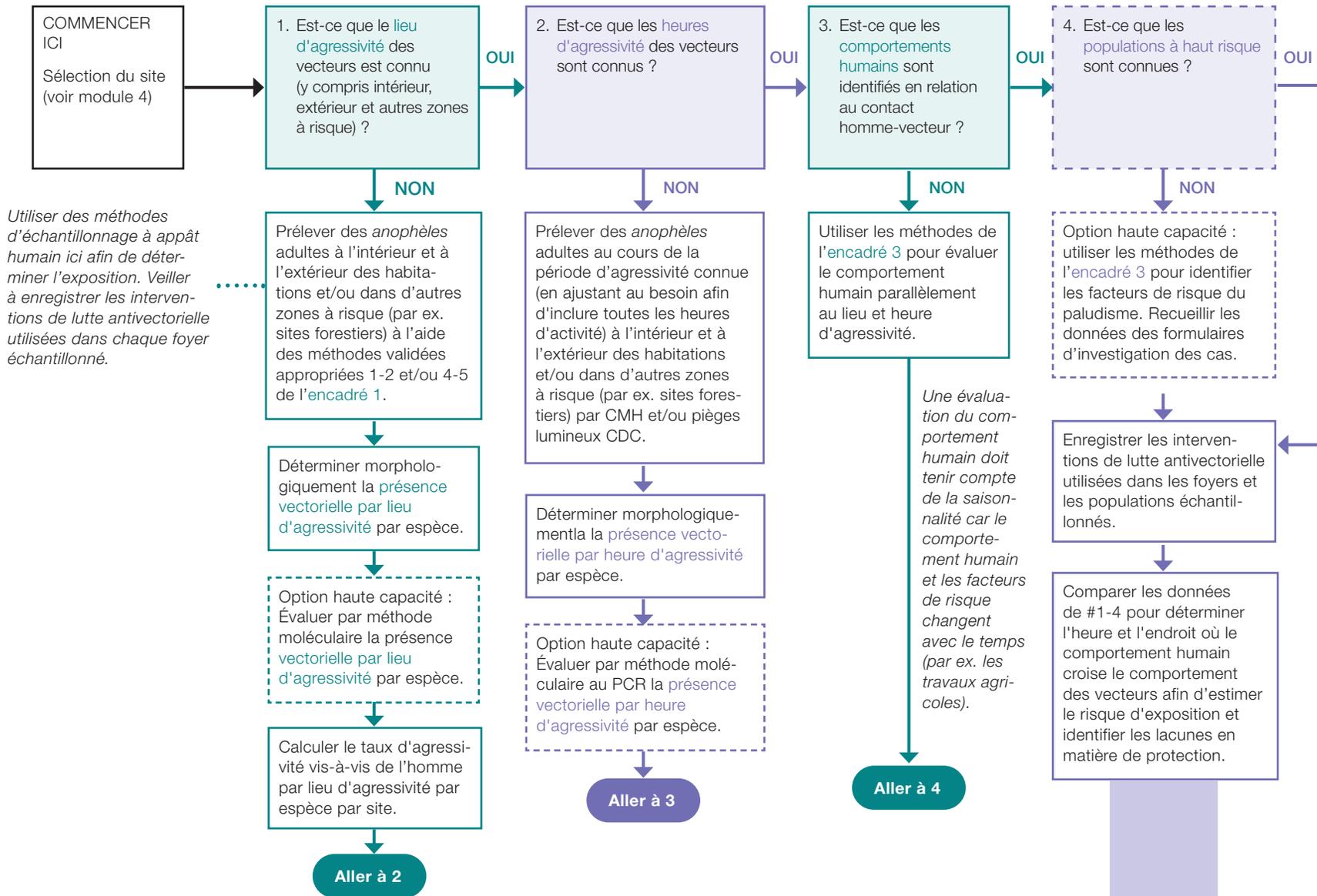
Étant donné la corrélation, le moment des interventions de lutte antivectorielle avant le début des pluies est essentiel. Il vaut mieux obtenir des données sur plusieurs années. En se basant sur les données présentées ici, la lutte antivectorielle doit être réalisée en février et en mars afin de réduire le HBR et l'impact sur la trans-

mission du paludisme. Le programme doit envisager des analyses continues des données météorologiques pour orienter la mise en œuvre.

Étapes suivantes

1. L'analyse des espèces des échantillons d'*anophèles* collectés doit être effectuée pour identifier les tendances saisonnières des espèces vectrices (par ex. la présence, l'agressivité, le comportement au repos) afin d'éclairer les stratégies optimales d'intervention.
2. De telles données doivent être exploitées pour affiner le moment du déploiement des interventions de lutte antivectorielle afin de mieux cibler les comportements sensibles des diverses espèces vectrices. Par exemple, si la densité vectorielle de l'espèce X augmente au début de la saison des pluies (avril) et que les collectes entomologiques montrent que l'espèce X est surtout endophile pendant la nuit, il faudrait mener une campagne de MID avant le début des pluies, c'est-à-dire avant avril.

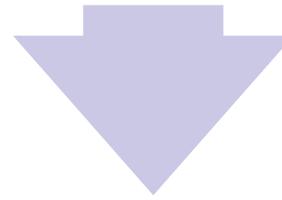
Base de référence B. Agressivité vectorielle



Utiliser des méthodes d'échantillonnage à appât humain ici afin de déterminer l'exposition. Veiller à enregistrer les interventions de lutte antivectorielle utilisées dans chaque foyer échantillonné.

Exemple de questions auxquelles cet arbre de décision peut aider à répondre :

1. Quel est le taux d'agressivité vis-à-vis de l'homme ?
2. Quand et où les vecteurs piquent-ils ?
3. Quand et où les hommes sont exposés aux piqûres de vecteurs ?
4. Quelles sont les lacunes en matière de protection en se basant sur l'analyse du recouplement du comportement des vecteurs, du comportement humain et des interventions ?



Croisement homme/
vecteur en début de
soirée, à l'extérieur

Lacune en matière de protection. La transmission résiduelle à l'extérieur se produit probablement hors de la protection des MID et/ou PIH.



Se reporter à l'[annexe VI](#) pour les interventions complémentaires et les recommandations de l'OMS.

Croisement homme/
vecteur en début de
soirée, à l'intérieur

Lacune éventuelle en matière de protection. La transmission résiduelle peut se produire à l'intérieur des habitations lorsque les populations ne dorment pas sous des MID. Si l'habitation est pulvérisée, vérifier l'efficacité de la PIH ([Bases de référence C, E et F](#))



Se reporter aux [Bases de référence C et D](#) afin d'évaluer l'efficacité des interventions actuelles, et consulter l'[annexe VI](#) pour les interventions complémentaires et les recommandations de l'OMS.

Croisement homme/
vecteur nocturne, à
l'intérieur

Les MID et/ou PIH* sont probablement des interventions appropriées *Évaluer le comportement endophile ([Base de référence C](#)).



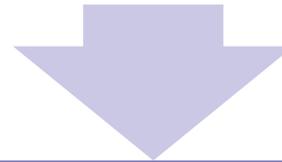
Se reporter à la [Base de référence C et D](#) afin de confirmer l'efficacité des interventions actuelles.

Croisement homme/
vecteur nocturne, à
l'extérieur

Lacune en matière de protection. La transmission résiduelle à l'extérieur se produit probablement hors de la protection des MID et/ou PIH.

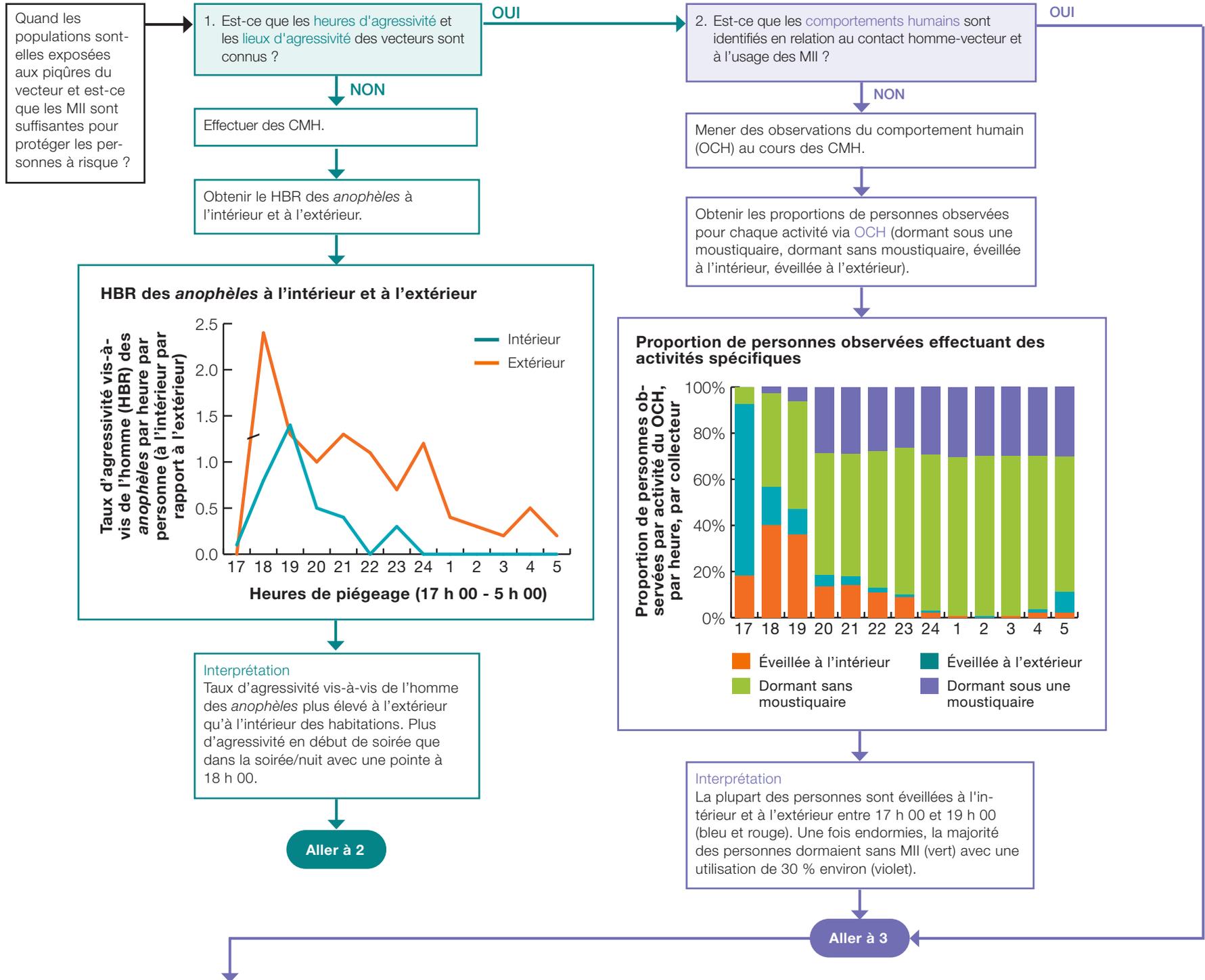


Se reporter à l'[annexe VI](#) pour les interventions complémentaires et les recommandations de l'OMS.



Analyser les résultats avec les données sur l'[incidence du paludisme](#) des mêmes sites avec le temps afin d'identifier les synergies et les tendances (par ex. une incidence plus élevée du paludisme dans les zones à transmission résiduelle probable à l'extérieur, et des lacunes en matière de protection).

Exemple 2 : Application de la Base de référence B pour répondre à la question : quand et où les populations sont exposées aux piqûres du vecteur ?



Exemple 2

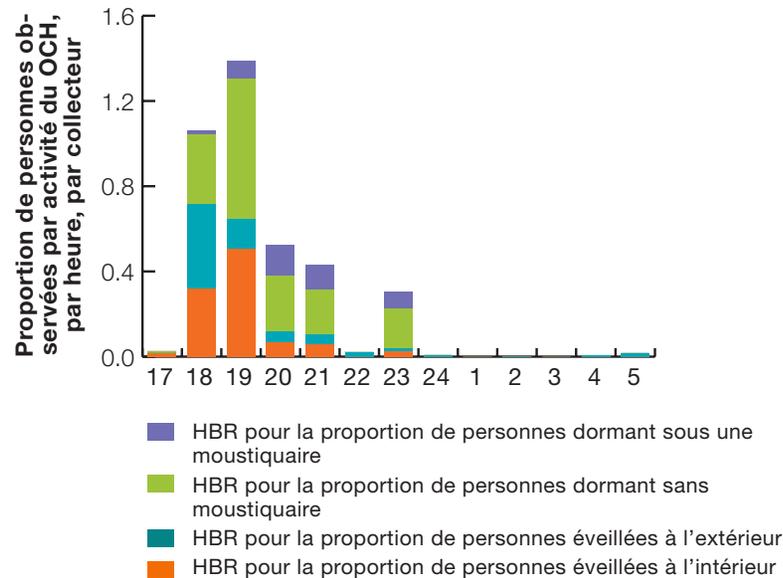
Suite de la page précédente

3. Quel est le **HBR ajusté** en combinant le comportement des vecteurs avec le comportement humain ?

Utiliser le HBR des *anophèles* à l'intérieur et à l'extérieur (1) et les données de OCH (2) pour obtenir le HBR par activité de OCH spécifique pour chaque heure de collecte (c'est-à-dire le **HBR ajusté**) :

$$\frac{\text{HBR à l'intérieur ou à l'extérieur à l'heure X}}{\text{Proportion de personnes observées effectuant l'activité Y à l'heure X.}}$$

Taux d'agressivité ajustés pour chaque activité observée



Interprétation

Le HBR ajusté montre que le risque d'exposition est plus élevé entre 18 h 00 et 21 h 00 pour les personnes restées éveillées à l'extérieur et à l'intérieur, et dormant sans moustiquaire.

Aller à 4

4. Quel est le **HBR cumulé et ajusté** ou « risque d'exposition » ?

Calculer la somme du HBR ajusté par heure pour chaque activité du OCH (c'est-à-dire le **HBR cumulé et ajusté**) :

HBR ajusté à heure 1 + HBR ajusté à heure 2 + ... Convertir ces totaux en %.

Vue d'ensemble du **risque d'exposition** (c'est-à-dire du **HBR cumulé et ajusté**)



Conclusions

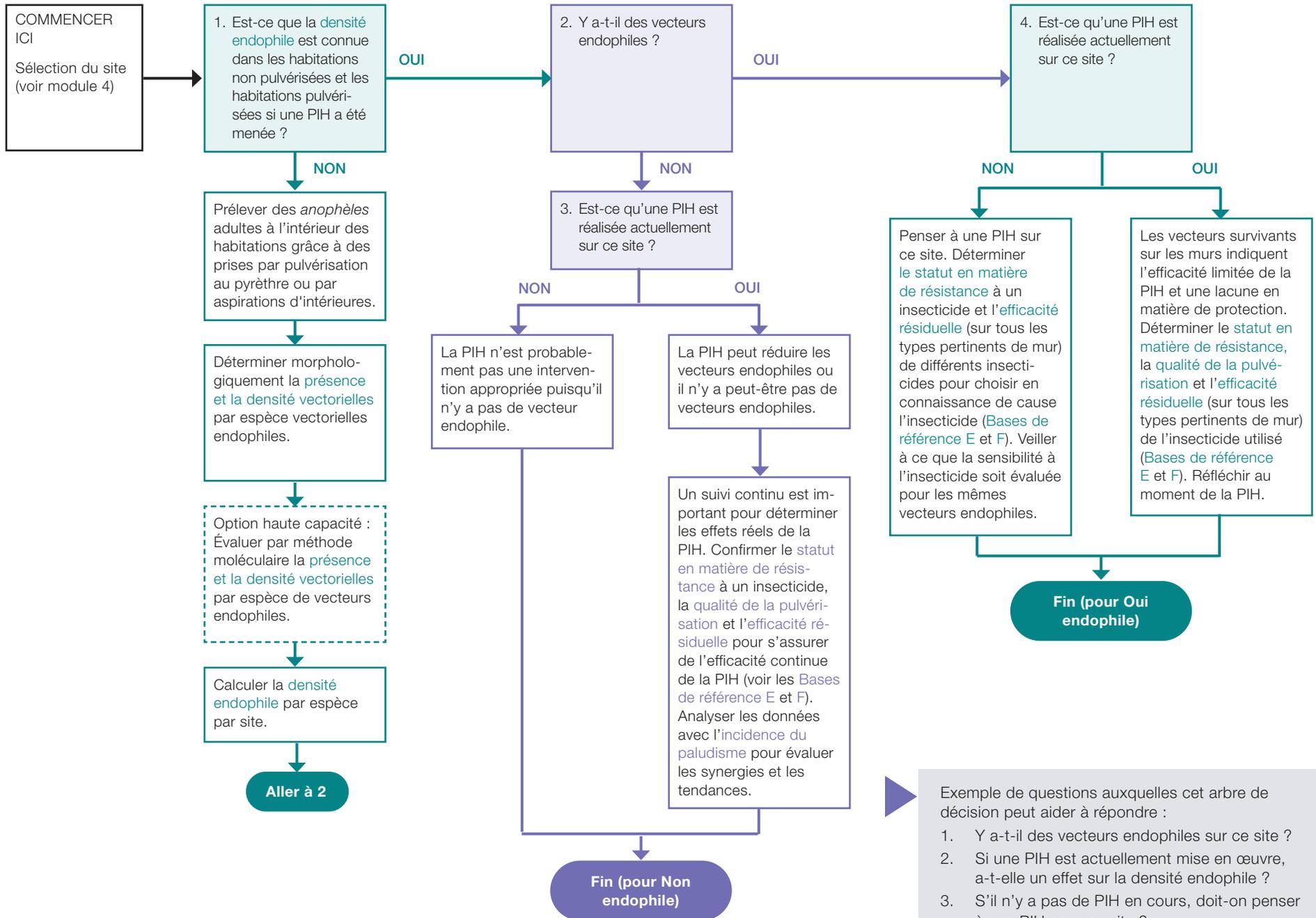
- Exposition significative aux piqûres d'*anophèles* en début de soirée et à l'extérieur.
- Le comportement humain influence sur le risque d'exposition aux piqûres : a) dans l'habitation lorsque les personnes n'utilisent pas les MII (rouge et bleu sarcelle), et b) hors de l'habitation en début de nuit (vert). a et b sont tous les deux des lacunes clés en matière de protection.
- L'utilisation des MII est faible.

Recommandations

Les MII sont importantes pour réduire l'exposition aux piqûres d'*anophèles* à l'intérieur des habitations au cours des heures de sommeil. Si une faible utilisation est associée à une faible couverture ou accès, il faudrait faire des efforts pour améliorer l'accès et l'utilisation des MII.

Toutefois, la transmission continuera dans les espaces non protégés comme décrit ci-dessus. Des outils de prévention supplémentaires sont nécessaires pour cibler les piqûres à l'extérieur en début de soirée, et également les piqûres à l'intérieur avant que les personnes ne dorment sous des MII.

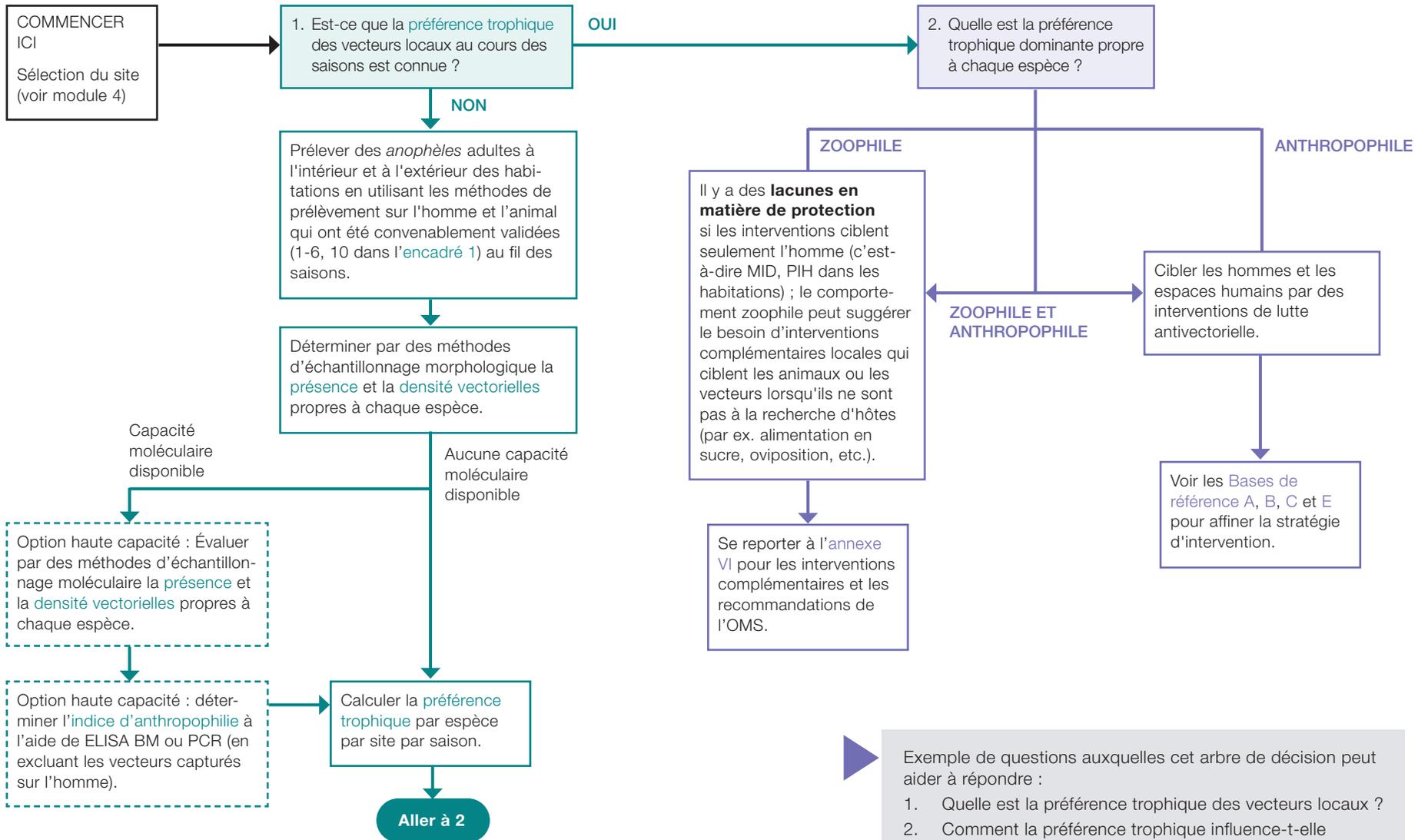
Base de référence C. Densité endophile



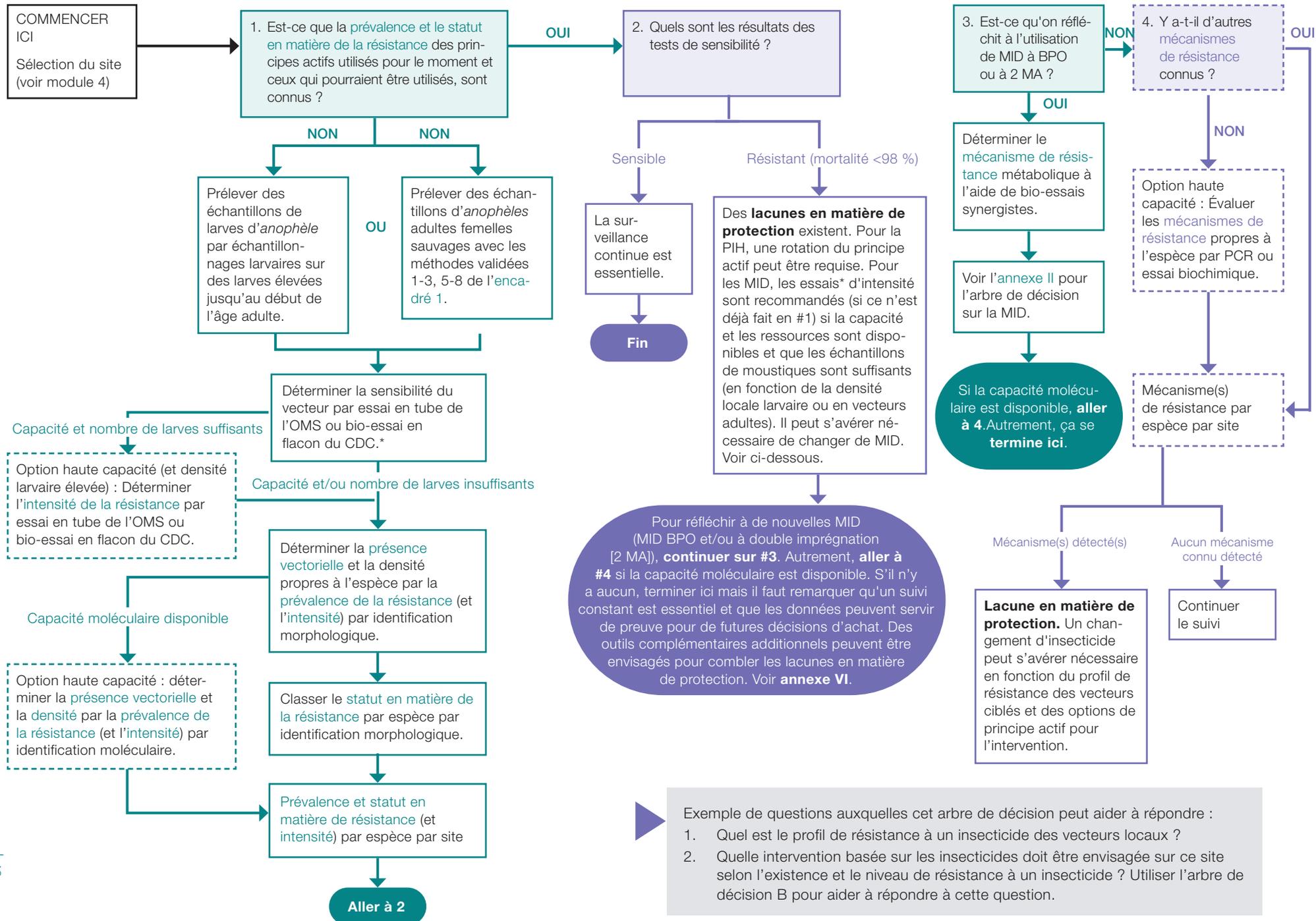
Exemple de questions auxquelles cet arbre de décision peut aider à répondre :

1. Y a-t-il des vecteurs endophiles sur ce site ?
2. Si une PIH est actuellement mise en œuvre, a-t-elle un effet sur la densité endophile ?
3. S'il n'y a pas de PIH en cours, doit-on penser à une PIH pour ce site ?

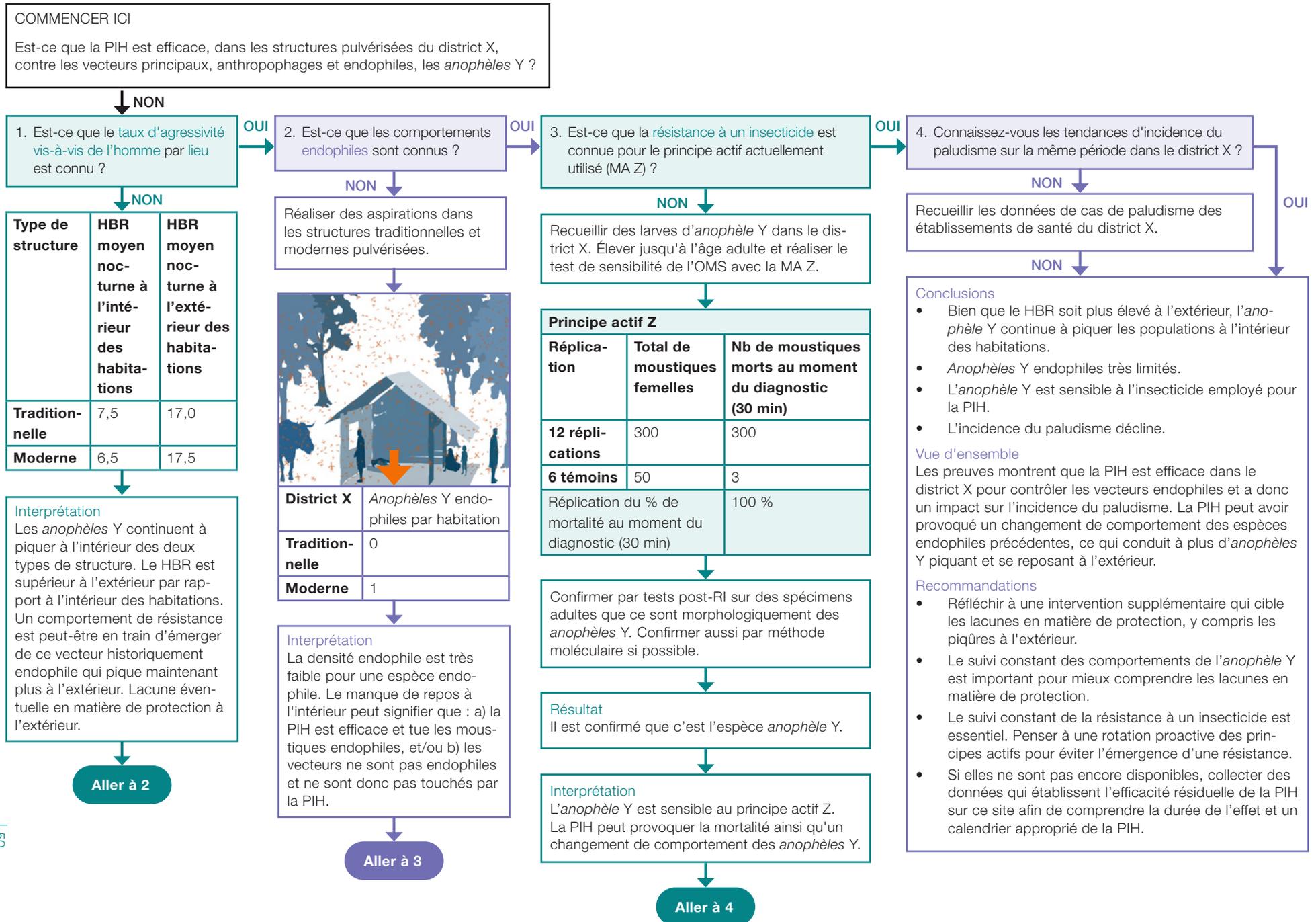
Base de référence D. Préférence trophique



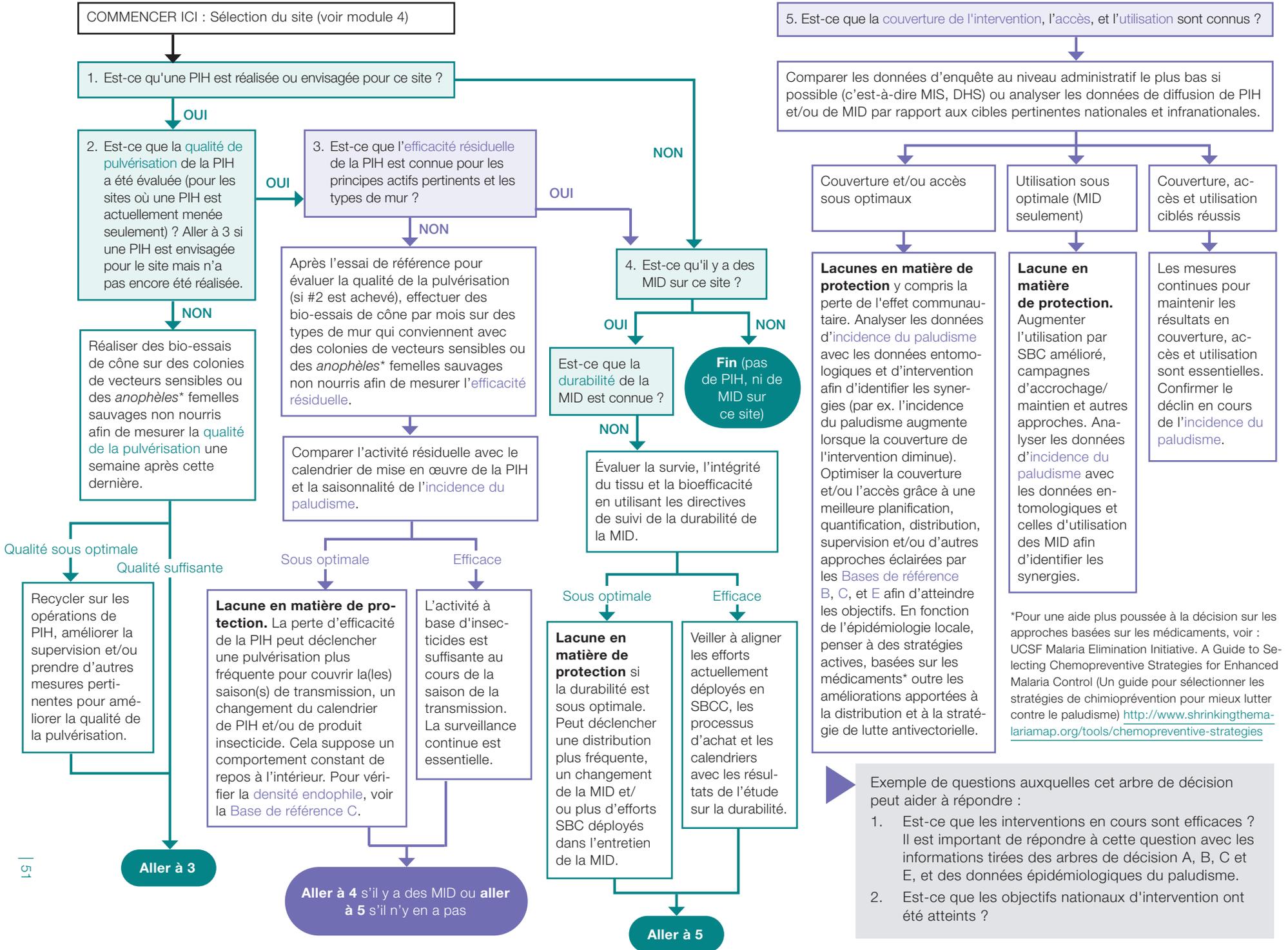
Base de référence E. Résistance aux insecticides



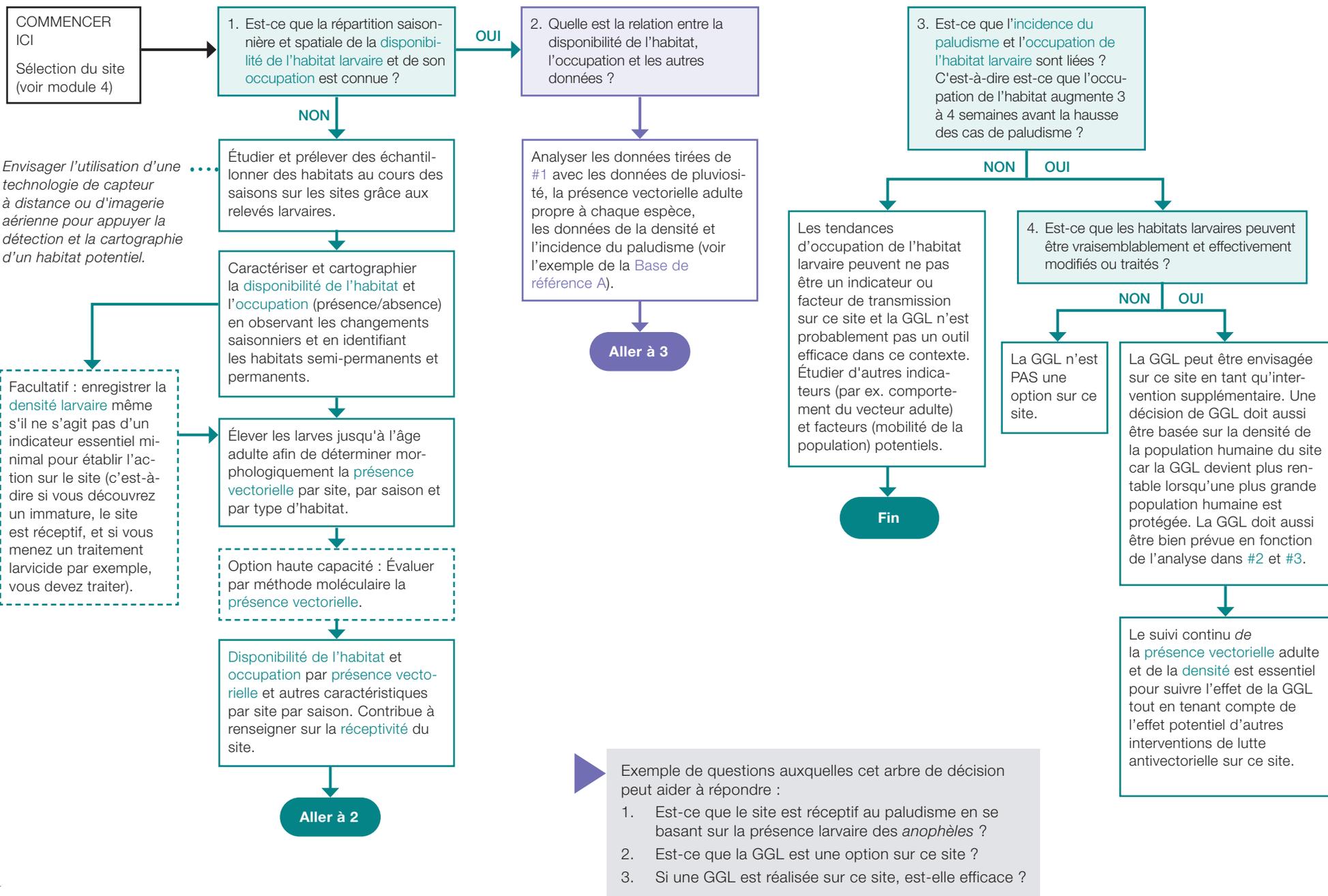
Exemple 3. Comment la densité endophile (base de référence C) et la résistance à un insecticide (base de référence E) peuvent être mesurées pour répondre à une question sur l'efficacité de la PIH ?



Base de référence F. Efficacité de l'intervention



Base de référence G. Occupation de l'habitat larvaire



Module 8. Arbres de décision pour les enquêtes de routine et le suivi de la réceptivité

Les cinq arbres de décision pour le suivi de routine des indicateurs prioritaires sont listés ci-dessous :

- Routine A. Présence et densité vectorielles
- Routine B. Agressivité vectorielle
- Routine C. Densité endophile
- Routine D. Résistance à un insecticide
- Routine E. Occupation de l'habitat larvaire

Ces arbres de décision peuvent être utilisés pour :

1. Les enquêtes de routine sur les sites sentinelles afin de suivre les changements des populations de vecteurs au fil du temps, surveiller l'impact des interventions sur les vecteurs locaux et identifier les lacunes émergentes en matière de protection.
2. Si la capacité existe, les enquêtes de routine dans les foyers actifs dans les régions à très faible transmission avec des objectifs similaires à ci-dessus

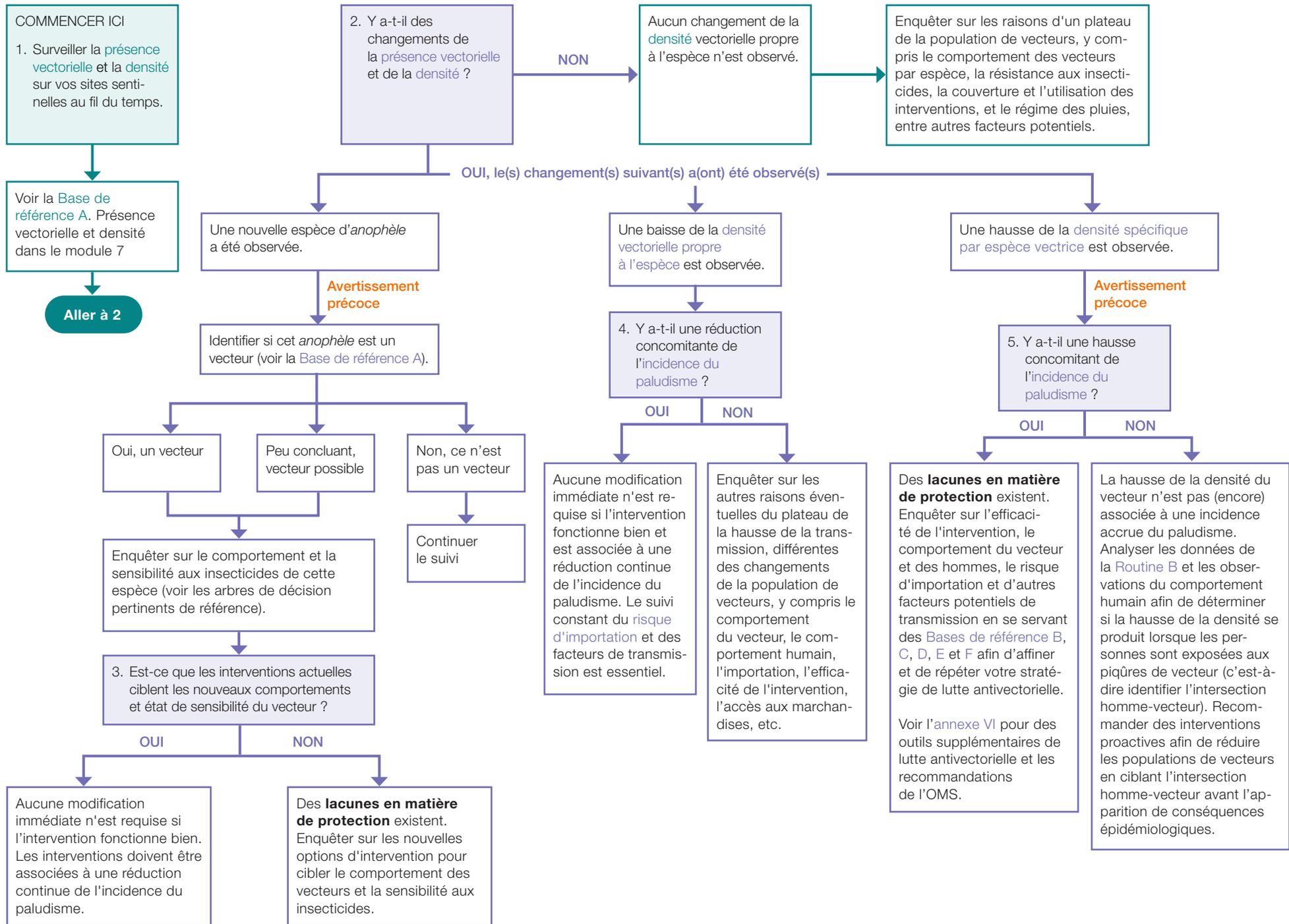
Les arbres de décision renvoient l'utilisateur aux arbres de référence pour la collecte des données pour des indicateurs spécifiques. L'utilisateur doit alors revenir à ces arbres de *routine* afin d'étudier les implications des résultats des activités de suivi de routine et de lire les actions recommandées en fonction des résultats.

Le sixième arbre de décision ci-dessous est destiné au suivi de routine sur un ou plusieurs sites sentinelles dans les zones en **prévention de la reprise** de la transmission. Ce sont des zones sans transmission locale en cours de paludisme mais avec un historique récent de transmission locale et de risque d'importation de parasites.

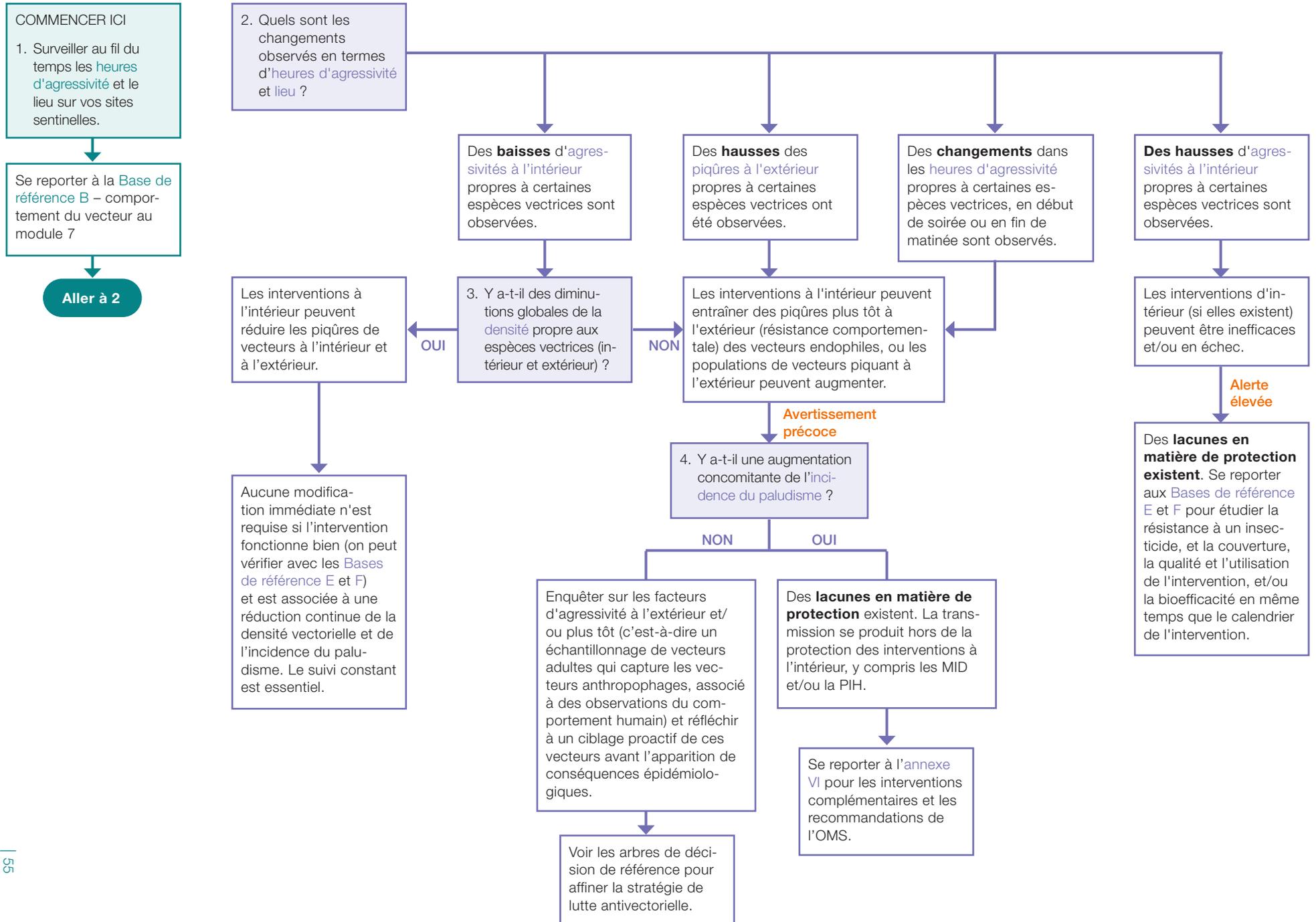
La surveillance entomologique dans les régions à prévention de la reprise (PDR) dépend fortement du contexte et de la capacité. Dans les pays à transmission modérée avec des régions ayant éliminé la transmission locale, la surveillance entomologique devrait être maintenue dans les zones à transmission en cours en tenant compte des ressources disponibles. Toutefois, dans les pays à transmission faible, voire très faible, il peut s'avérer important d'établir des sites sentinelles dans les régions à élimination récente afin de suivre la réceptivité, en particulier en cas de risque d'importation constant de parasites. Dans les pays ayant éradiqué le paludisme, la mise en place de sites sentinelles dans les zones auparavant endémiques afin de surveiller les indicateurs clés, peut guider les stratégies de prévention de la réapparition et les plans de riposte en cas de flambée.

Dans les six arbres de décision, il existe des *avertissements précoces* et des *alertes élevées* signalant qu'un résultat particulier est alarmant et doit être suivi d'enquête et d'action. Une *alerte élevée* doit conduire à une intervention immédiate comme le suggèrent les arbres.

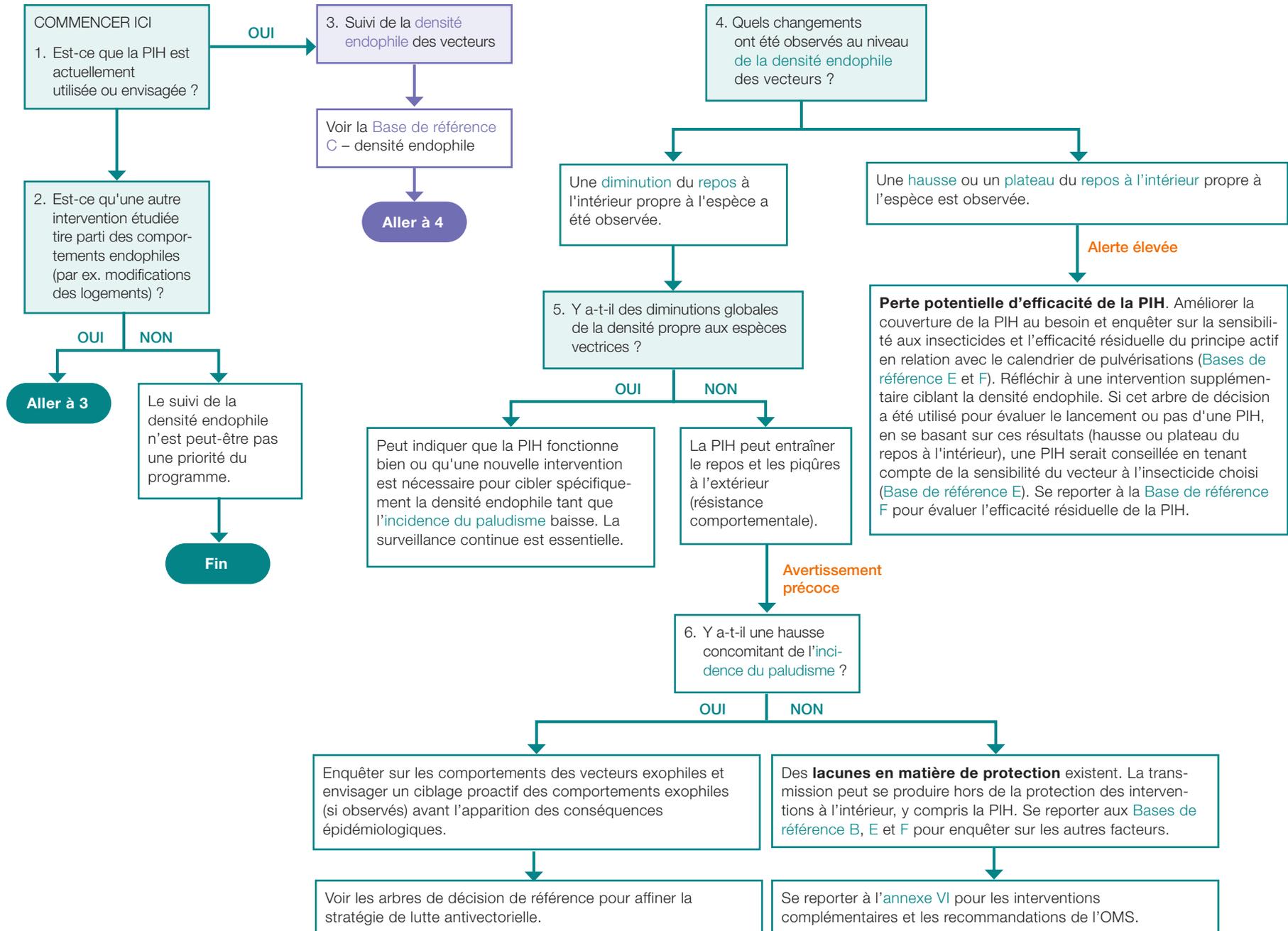
Routine A. Présence et densité vectorielles



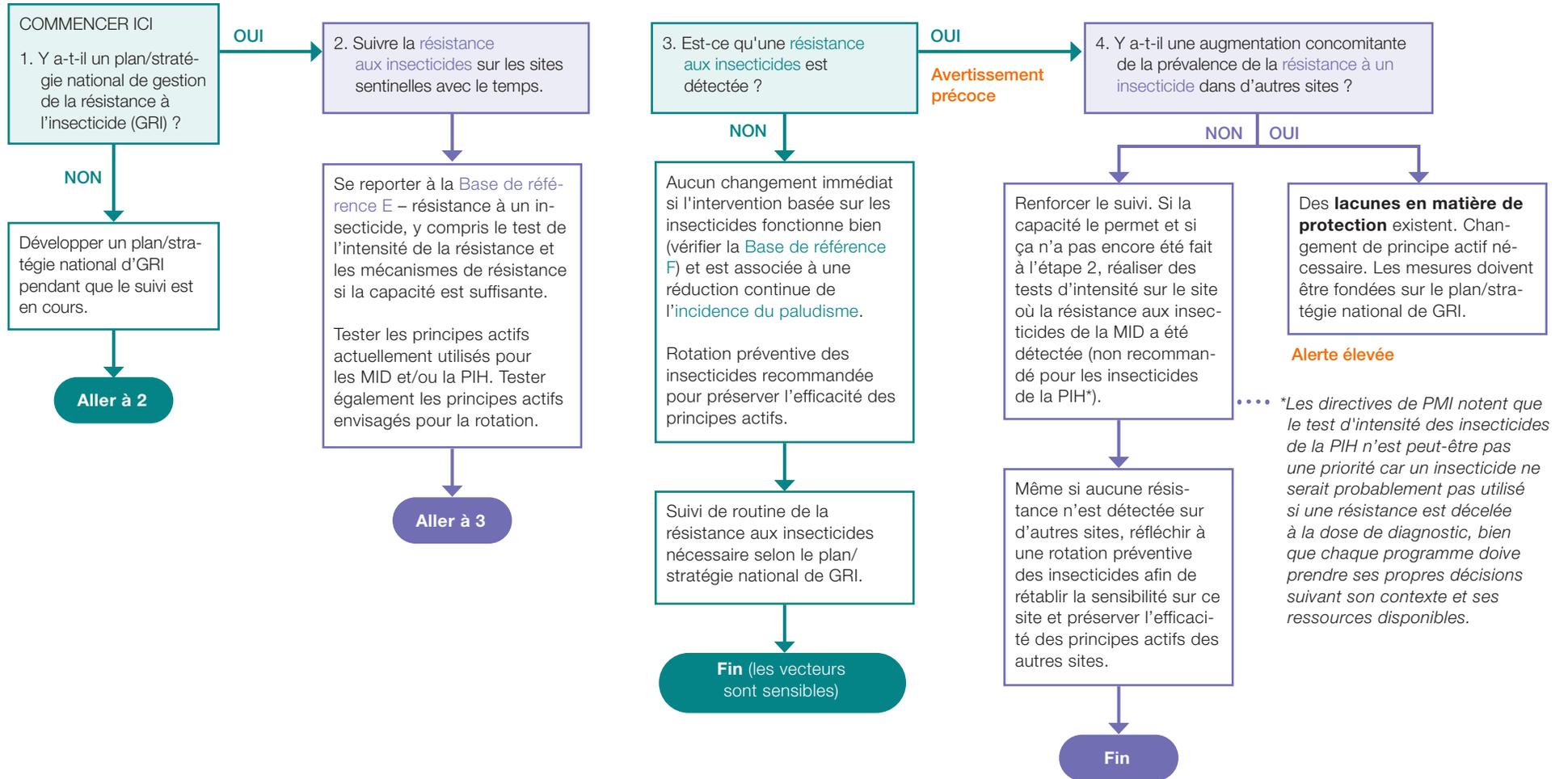
Routine B. Agressivité vectorielle



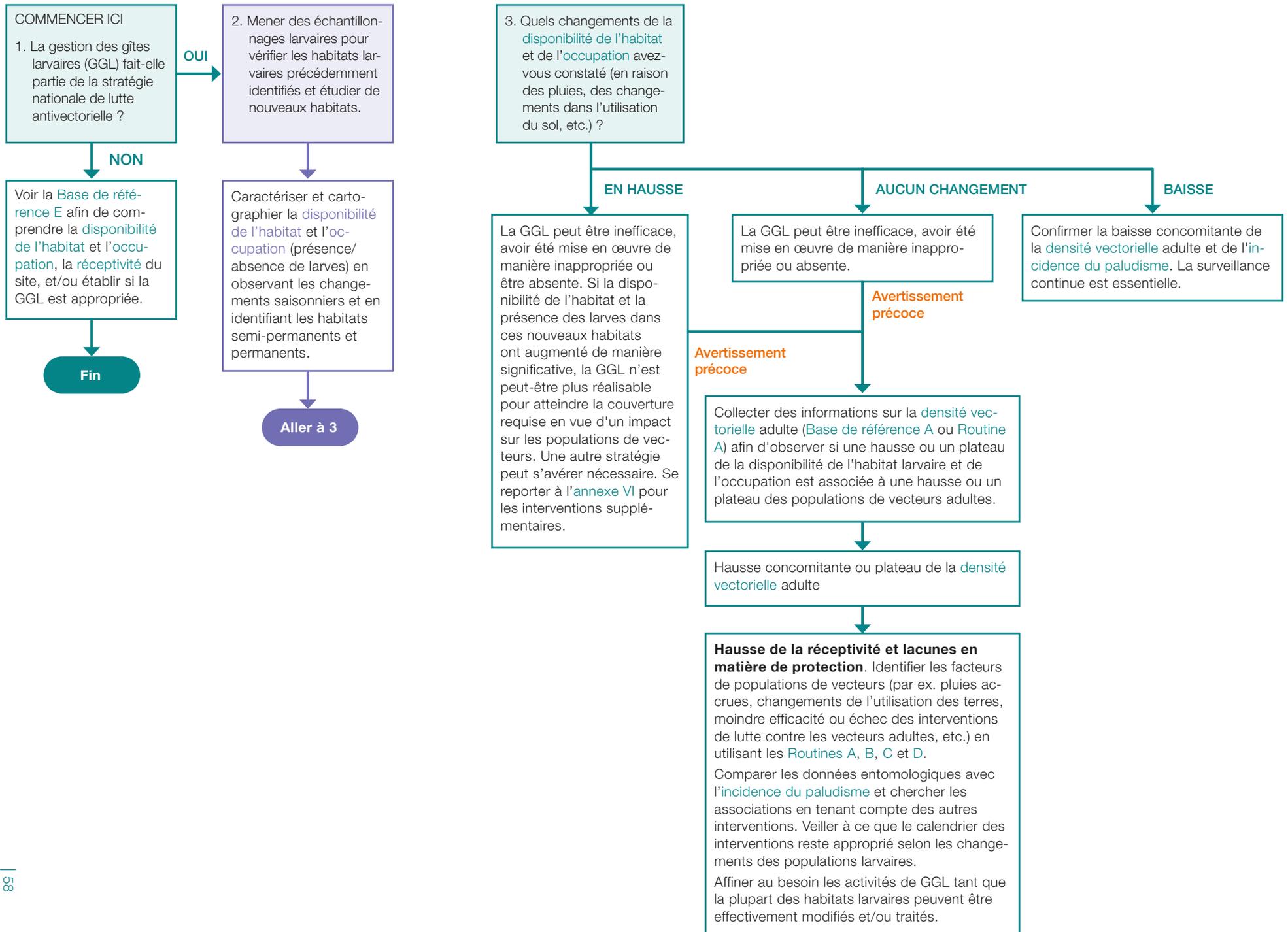
Routine C. Densité endophile



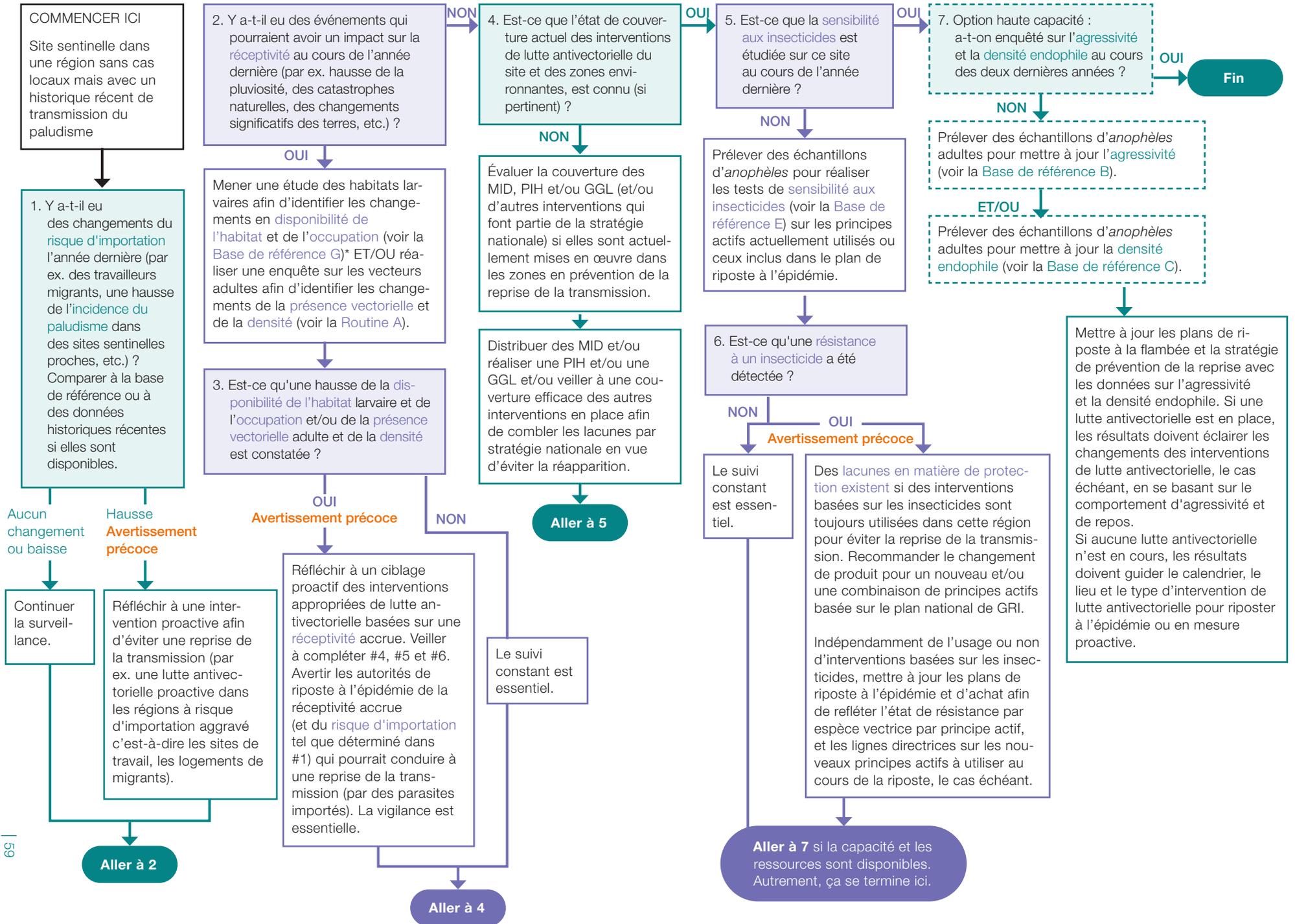
Routine D. Résistance à un insecticide



Routine E. Occupation de l'habitat larvaire



Prévention de la reprise (PDR)

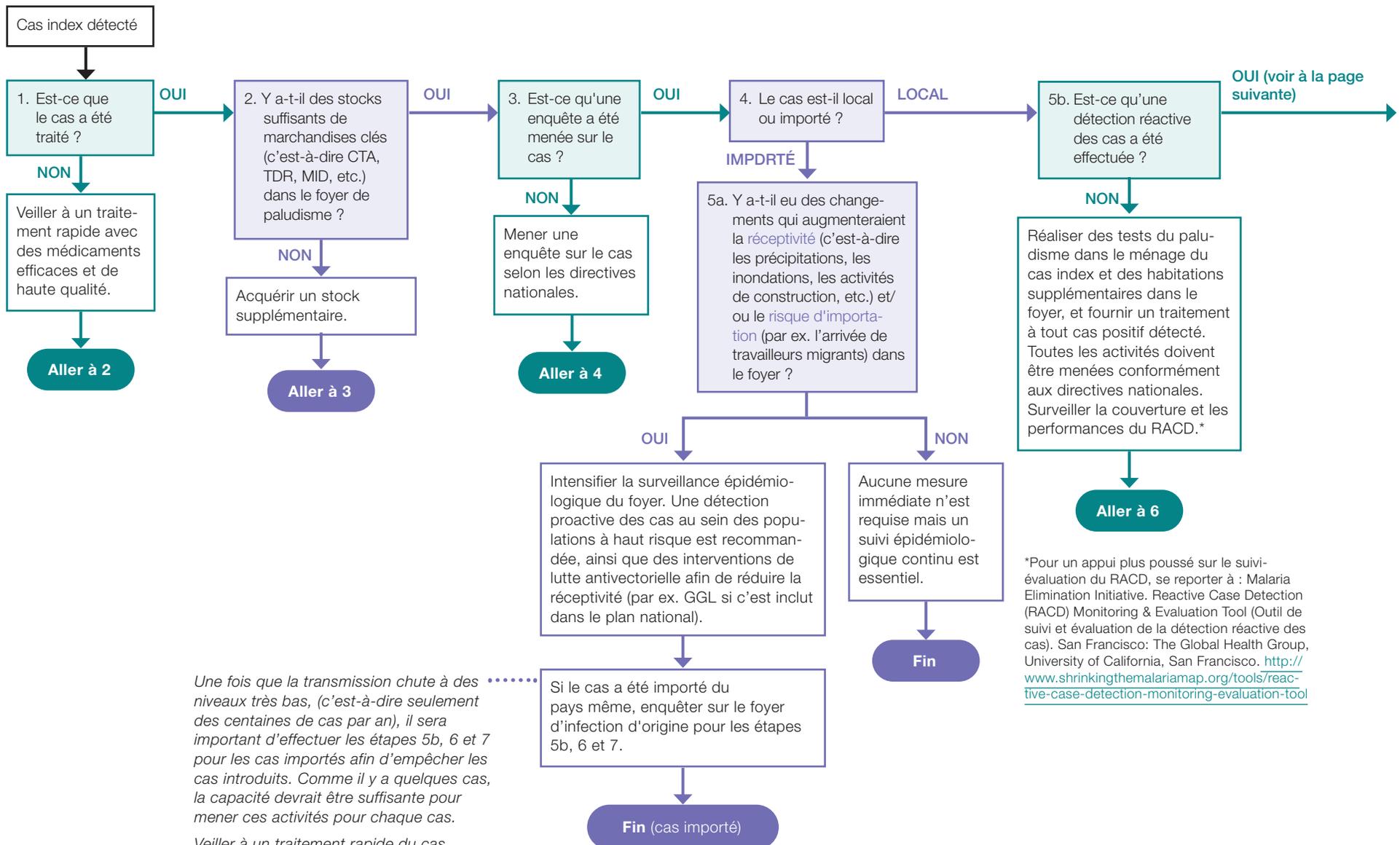


Module 9. Arbres de décision pour l'enquête sur le foyer de paludisme

L'OPSE inclut deux arbres de décision pour l'enquête sur le foyer : phase 1 et phase 2. La phase 1 doit être utilisée pour toutes les enquêtes de foyers afin de collecter des données épidémiologiques, entomologiques, environnementales et sur l'intervention en vue d'une riposte adaptée et rapide pour arrêter la transmission ultérieure. La phase 2 doit être utilisée tous les ans seulement pour enquêter sur les facteurs entomologiques de transmission dans les foyers actifs à l'aide des indicateurs décrits ci-dessus pour les enquêtes de référence. Cette séparation des activités entre la phase 1 et la phase 2 a été faite en reconnaissance des

capacités entomologiques limitées pour l'enquête de foyers dans la plupart des pays. Et surtout, cette séparation des activités contribue à clarifier la pertinence des données pour la prise de décision avec une riposte rapide pour les foyers dans la phase 1 contrairement à la phase 2 qui donne une compréhension plus large de la cause de la transmission continue dans un foyer actif où une équipe dédiée de surveillance entomologique peut se rendre une fois par an pour enquêter.

Enquête de foyer de paludisme : Phase I



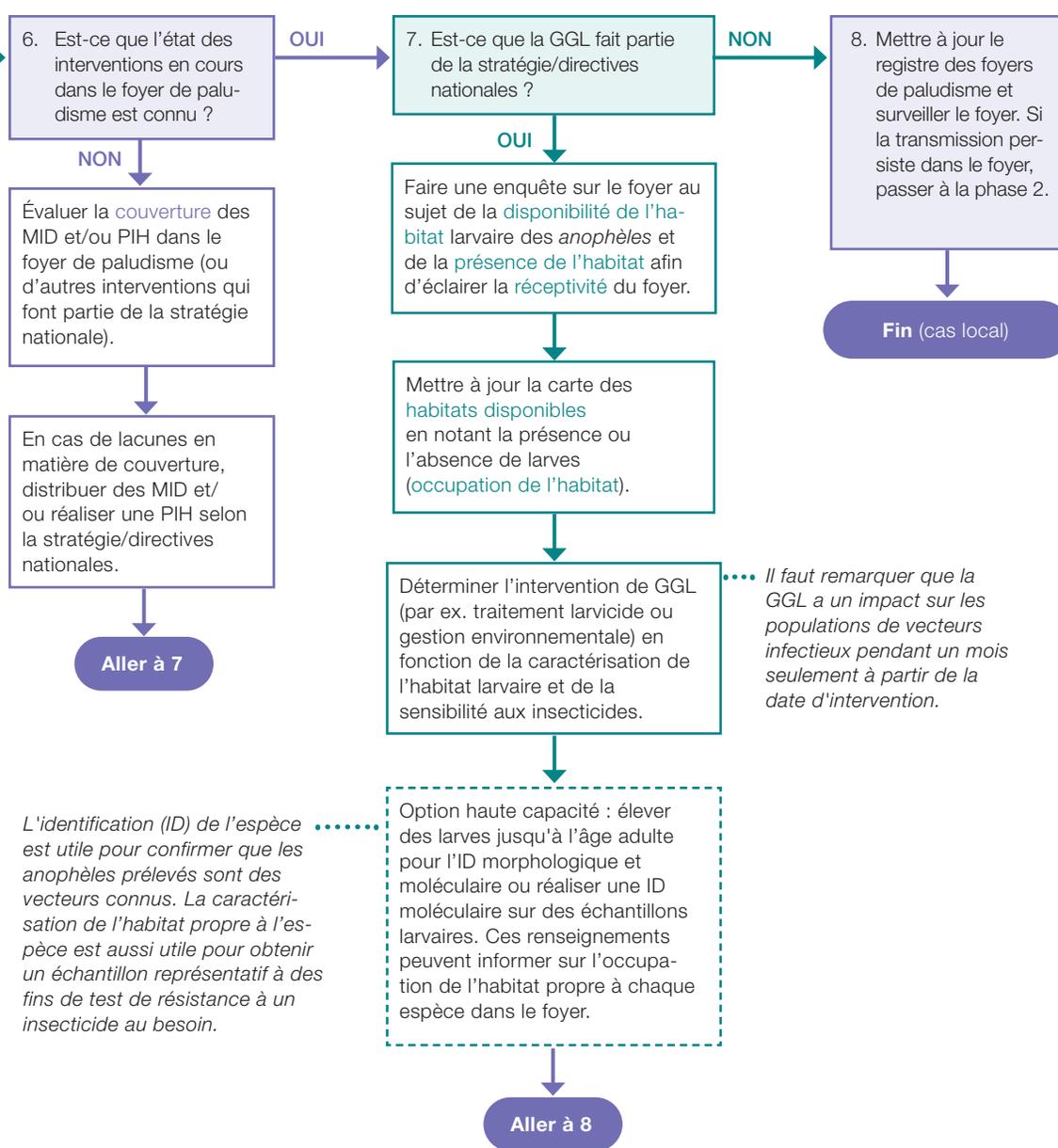
Une fois que la transmission chute à des niveaux très bas, (c'est-à-dire seulement des centaines de cas par an), il sera important d'effectuer les étapes 5b, 6 et 7 pour les cas importés afin d'empêcher les cas introduits. Comme il y a quelques cas, la capacité devrait être suffisante pour mener ces activités pour chaque cas.

Veiller à un traitement rapide du cas importé est le point le plus critique à ce stade.

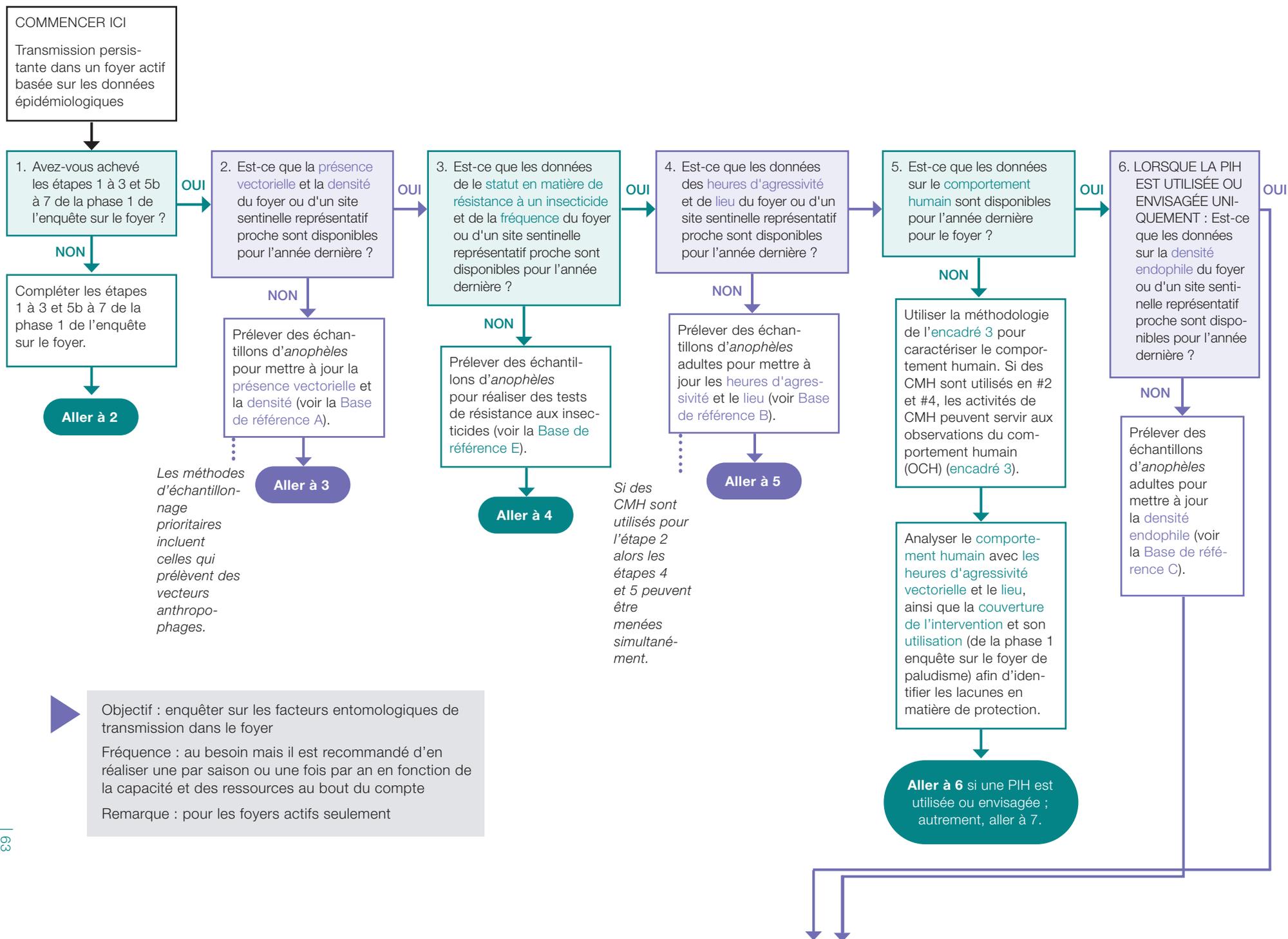
*Pour un appui plus poussé sur le suivi-évaluation du RACD, se reporter à : Malaria Elimination Initiative. Reactive Case Detection (RACD) Monitoring & Evaluation Tool (Outil de suivi et évaluation de la détection réactive des cas). San Francisco: The Global Health Group, University of California, San Francisco. <http://www.shrinkingthemalariamap.org/tools/reactive-case-detection-monitoring-evaluation-tool>

Objectif : arrêter la transmission ultérieure
Fréquence : pour chaque cas index
Remarque : cet arbre est destiné à tous les foyers de paludisme quel que soit leur classement (actif, résiduel inactif ou éliminé)

OUI (de la page précédente)

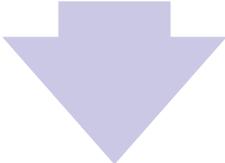


Enquête de foyer de paludisme : Phase 2



7. Mettre à jour le registre des foyers de paludisme. Identifier les lacunes en matière de protection en se basant sur les données existantes ou nouvelles :

- Nouvelle présence vectorielle dans le foyer et/ou hausse de la densité vectorielle → Veiller à la mise en place d'une lutte antivectorielle appropriée, basée sur la bionomie afin de réduire la densité et de contrôler le(s) nouveau(x) vecteur(s).
- Résistance à un insecticide détecté selon le seuil du test → Déployer une stratégie de gestion de la résistance dans le foyer qui pourrait impliquer la rotation avec un nouvel insecticide pour la PIH.
- Lacune identifiée dans l'analyse en #5 où les personnes sont exposées aux piqûres de vecteurs à des heures et des lieux où elles ne sont pas protégées → Déployer une lutte antivectorielle et/ou une protection personnelle et/ou une intervention à base de médicaments* pour combler les lacunes en matière de protection.
- Hausse de la densité endophile → Si aucune PIH n'est actuellement réalisée dans le foyer, envisager d'en effectuer une. Tenir compte du statut en matière de résistance en choisissant l'insecticide si les espèces résistantes sont de la même espèce que celle qui se repose sur les murs.



Ajuster le déploiement de l'intervention au besoin en se basant sur les indicateurs entomologiques, écologiques (saisonnalité) et épidémiologiques.

Envisager une intervention basée sur les médicaments outre la lutte antivectorielle pour attaquer le réservoir parasitaire dans le foyer.*

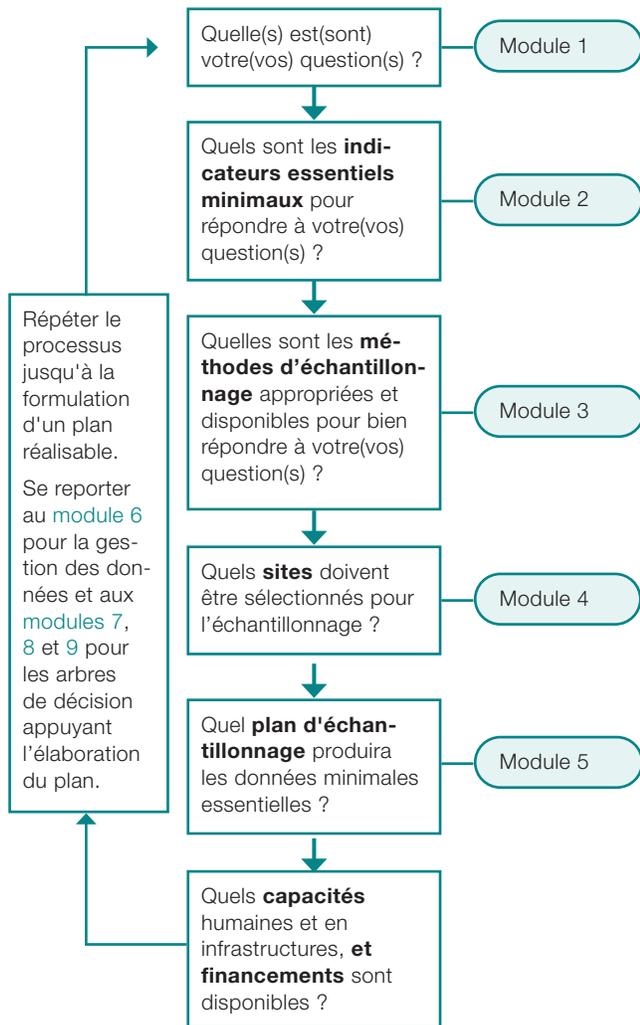
Maintenir la surveillance et l'axe stratégique jusqu'à ce que la transmission soit interrompue. Réaliser un suivi constant des lacunes en matière de protection pour que les lacunes soient bien comblées.

*Pour une aide plus poussée à la décision sur les approches basées sur les médicaments, voir : UCSF Malaria Elimination Initiative. A Guide to Selecting Chemopreventive Strategies for Enhanced Malaria Control (Un guide pour sélectionner les stratégies de chimioprévention pour mieux lutter contre le paludisme) <http://www.shrinkingthemalariamap.org/tools/chemopreventive-strategies>

Annexe I

Exemples détaillés : Comment utiliser l'OPSE pour répondre à des questions spécifiques

Les étapes 1 à 5 des trois exemples de guide suivent la séquence des opérations de l'arbre de navigation du chapitre [Contexte](#) inclus à nouveau ci-après.



Exemple A

Étape 1 : Définir votre(vos) question(s), module 1.

Question primordiale : devons-nous utiliser la PIH dans la région X ?

Étape 2 : Sélectionner les indicateurs pertinents pour répondre à votre(vos) question(s), module 2.

Il faut sélectionner les indicateurs qui répondront à cette question. Pour l'[exemple A](#) les indicateurs incluraient :

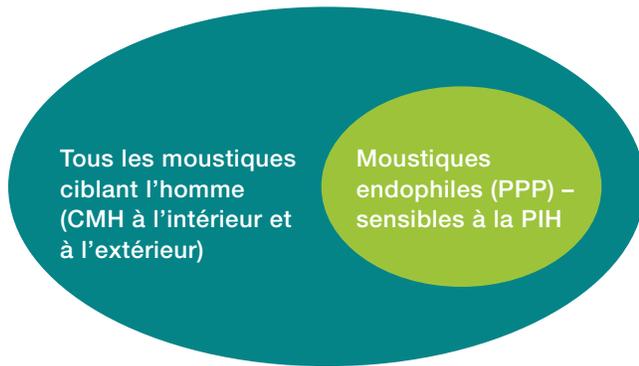
1. la **présence vectorielle** et la **densité vectorielle** afin d'étudier la présence d'espèces vectrices spécifiques et la composition relative des vecteurs ;
2. la **densité endophile** afin d'étudier la sensibilité des vecteurs à la PIH en fonction de leurs comportements au repos ;
3. le **statut en matière de résistance à un insecticide** afin d'examiner la sensibilité des vecteurs à l'insecticide étudié pour la PIH.

Étape 3 : Déterminer les méthodes d'échantillonnage appropriées, module 3.

Relier chacun des **indicateurs** listés à l'étape 2 aux **méthodes d'échantillonnage entomologique** spécifiques qui produiront des données sur la proportion de vecteurs qui pourrait être affectée par la PIH. Il faut remarquer que certaines méthodes produiront des données pour de multiples indicateurs :

1. **Présence vectorielle et densité vectorielle :**
 - a. **Utiliser une méthode de capture de moustiques endophiles**, soit les prises par pulvérisation au pyréthre (PPP), soit les aspirations d'intérieures, pour fournir des informations sur les vecteurs qui se reposent sur les murs. Dans cet exemple, les PPP ont été sélectionnées ([figure 2](#)).
 - b. Et utiliser des **CMH** (ou une substitution qui peut répondre à la même question) à l'intérieur et à l'extérieur des habitations afin de caractériser l'ensemble des moustiques endophages et exophages. Dans cet exemple, les CMH ont été sélectionnées. La [figure 2](#) ci-dessous représente tous les vecteurs présents sur le site et qui ont été capturés par les CMH et les PPP, par rapport aux vecteurs capturés par les PPP seulement.

Figure 2. Représentation de tous les vecteurs sur un site (capturés par CMH et PPP) en bleu par rapport à ceux (collectés par PPP) qui sont sensibles à la PIH, en vert.



- Vecteurs ciblés par la PIH (c'est-à-dire sensibles à la PIH), capturés par une méthode de capture de moustiques endophiles.
- Tous les vecteurs capturés par CMH ou une méthode comparable.

2. **Densité endophile** : utiliser une **méthode de capture de moustiques endophiles** comme la PPP ou les aspirations intérieures. Dans cet exemple, les PPP ont été sélectionnées.

Remarque : certains vecteurs peuvent se reposer sur les murs et quitter l'habitation avant la PPP du matin et seront donc manqués par l'échantillonnage. Les AI ou pièges de sortie de fenêtre pendant toute la nuit peuvent inclure ces vecteurs.

3. **Statut en matière de résistance à un insecticide** : utiliser une **méthode de capture de vecteurs** comme les échantillonnages larvaires ou les captures d'adultes et une **méthode d'évaluation de la résistance aux insecticides** comme l'essai standardisé de l'OMS sur papier impégné ou les bio-essais en flacon du CDC. Dans cet exemple, des relevés larvaires et les essais en tube de l'OMS ont été sélectionnés.

Remarque : la technique standard 'l'évaluation de la résistance à un insecticide est d'élever des échantillons de larves jusqu'à l'âge adulte, mais il est important de veiller à ce que les captures de larves représentent la population endophile – la cible principale de la PIH. La composition des espèces dans un échantillonnage larvaire doit être comparée aux vecteurs adultes capturés à l'intérieur des habitations pour veiller à ce que les données sur la résistance traduisent la population de vecteurs ciblée par la PIH.

Étape 4 : Sélectionner les sites, module 4.

Les sites d'échantillonnage doivent être dans la région X et représentatifs de ses types d'habitations. Ils doivent être sélectionnés en fonction des indicateurs entomologiques listés à l'étape 2, ainsi que des ressources humaines et financières disponibles. Dans cet exemple, quatre villages qui sont envisagés pour la PIH, ont été sélectionnés et chacun est considéré comme un site distinct (c'est-à-dire un village = un site).

Étape 5 : Formuler le plan d'échantillonnage, module 5.

Une fois les étapes 1 à 4 achevées, le plan d'échantillonnage ci-dessous doit être établi pour chaque site/village :

- **CMH à l'intérieur et à l'extérieur des habitations** : à l'intérieur et à l'extérieur de 4 habitations sentinelles pendant 5 nuits par mois tout au long de la saison de transmission de 5 mois.
- **PPP** : dans 10 habitations choisies au hasard (en excluant les habitations CMH), une fois par mois tout au long de la saison de transmission de 5 mois. Des habitations différentes ont été sélectionnées à chaque fois pour éviter qu'un insecticide PPP résiduel n'affecte les captures.
- **Échantillonnage larvaire pour l'évaluation de la résistance** : échantillonnage larvaire réalisé dans tous les sites larvaires identifiés tout au long de la saison de transmission (parallèlement aux CMH et PPP) après confirmation (par identification morphologique ou moléculaire) que l'échantillonnage reflète les populations de vecteurs endophiles (c'est-à-dire la même espèce de vecteur).

Étape 6 : Se reporter aux arbres de décision, module 7.

Les arbres de référence A : présence et densité vectorielles, C : densité endophile, et E : résistance à un insecticide peuvent appuyer le processus de détermination des méthodes d'échantillonnage appropriées, de la séquence des opérations et du plan.

Étape 7 : Effectuer les travaux sur terrain.

Étape 8 : Traiter, recueillir et analyser les données entomologiques, module 6.

Étape 9 : Interpréter les résultats.

Remarque : si la capacité moléculaire est disponible, la validation des espèces par techniques moléculaires, outre l'identification morphologique de toutes les captures, en particulier après le test de la résistance,

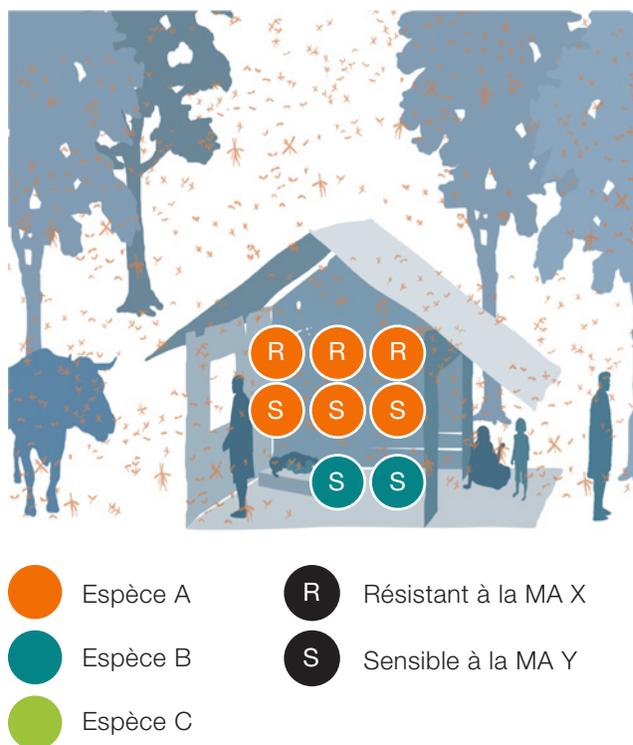
Tableau 1. Résumé des résultats

Espèces vectrices	Densité relative, collectée à l'intérieur/extérieur des habitations	État de repos	Statut en matière de résistance
Espèce A	Élevée, à l'intérieur	Repos à l'intérieur	Résistante à l'insecticide X Sensible à l'insecticide Y
Espèce B	Faible, à l'intérieur et à l'extérieur	Repos à l'intérieur	Sensible à l'insecticide Y
Espèce C	Élevée, à l'extérieur	Non trouvée au repos à l'intérieur	Sensible à l'insecticide Y

est importante pour comprendre la résistance propre à l'espèce et les éventuels effets de la PIH sur celle-ci si la PIH a été mise en œuvre dans la région X. Dédire des résultats en se basant sur le complexe d'espèces (par ex. *An. gambiae* s.l.) risque de donner de fausses conclusions sur l'efficacité potentielle de la PIH.

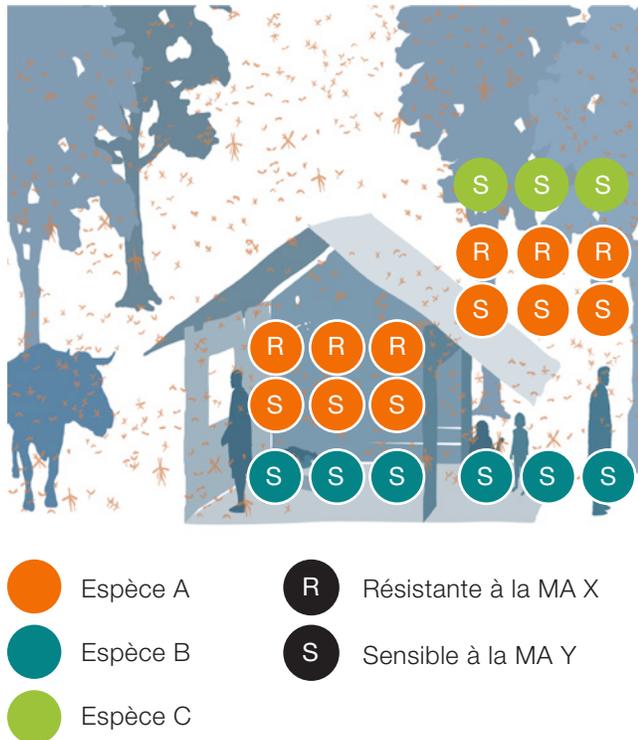
- Présence et densité vectorielles :** les captures par CMH et PPP ont identifié morphologiquement 2 espèces. La PCR a identifié 3 espèces : l'espèce A (un vecteur primaire découvert en grand nombre à l'intérieur des habitations), l'espèce B (découverte en plus petit nombre à l'intérieur et à l'extérieur des habitations) et l'espèce C (découverte en grand nombre à l'extérieur des habitations seulement) (tableau 1).
- Densité endophile :** les données de la PPP ont montré la présence d'une espèce morphologiquement identifiée, au repos sur les murs. La PCR a distingué que cette espèce était en fait 2 espèces différentes : l'espèce A et l'espèce B. (Tableau 1)
- Statut en matière de résistance :** l'identification moléculaire selon les essais en tube de l'OMS (tableau 1) ont confirmé :
 - l'espèce A résiste à l'insecticide X mais est sensible à l'insecticide Y ;
 - les espèces B et C sont sensibles aux insecticides X et Y.

Figure 2. CMH à l'intérieur et à l'extérieur + statut RI



*Le nombre de bulles représente la densité relative des différentes espèces

Figure 3. PPP et statut RI



*Le nombre de bulles représente la densité relative des différentes espèces

Étape 10 : En utilisant les résultats décrits à l'étape 9 pour répondre à la question, devons-nous utiliser la PIH dans la région X ?

1. **Efficacité probable de la PIH :**
 - a. les espèces A et B sont endophiles et sensibles à l'insecticide Y ; par conséquent, les espèces A et B seraient affectées par la PIH avec l'insecticide Y ;
 - b. l'espèce C ne sera probablement pas affectée par la PIH puisque cette espèce découverte dans CMH, n'a pas été trouvée au repos à l'intérieur des habitations dans PPP.
2. **Lacunes restantes en matière de protection :** les lacunes incluraient l'exposition des personnes à l'extérieur des habitations puisque toutes les espèces piquent à l'extérieur. La transmission par l'espèce C ne serait pas affectée par la PIH.
3. **Voie à suivre :** le suivi du repos dans les habitations, des piqûres à l'intérieur et à l'extérieur, et la résistance à un insecticide, est important pour évaluer les effets de la PIH, y compris les changements de comportement des vecteurs et la résistance à un insecticide.

Exemple B

Étape 1 : Définir vos questions, module 1.

Question primordiale : quels sont les vecteurs dans la région Y ?

Étape 2 : Sélectionner les indicateurs pertinents pour répondre à votre question, module 2.

Il faut sélectionner les indicateurs qui répondront à cette question. Pour l'exemple B les indicateurs incluraient :

1. la **présence vectorielle** afin d'étudier la présence d'espèces vectrices spécifiques ;
2. la **densité vectorielle** afin d'étudier la composition relative des vecteurs et la contribution potentielle à la maladie ;
3. la **saisonnalité** afin d'attester des changements temporels des populations de vecteurs.

Étape 3 : Déterminer les méthodes d'échantillonnage appropriées, module 3.

Relier chacun des indicateurs listés à l'étape 2 aux méthodes d'échantillonnage entomologique spécifiques qui produiront des données sur les vecteurs de la région Y :

1. la **présence vectorielle** et la **densité vectorielle** à l'aide des méthodes suivantes :
 - a. **CMH** pour prélever des échantillons de vecteurs qui piquent l'homme. L'échantillonnage peut être effectué dans 3 zones à risque représentatives dans la région Y au besoin : a) à l'intérieur des habitations, b) à l'extérieur dans la zone péri-domestique et c) à l'extérieur dans les zones à risque non domestiques (Ex. les chantiers forestiers) OU une approximation de CMH comme le piège lumineux CDC. Avant d'utiliser une méthode par approximation, il est important de bien comprendre comment une approximation de CMH correspond à une capture par CMH. Dans cet exemple, les CMH ont été sélectionnées ainsi que
 - b. Un **piège à appât animal** pour capturer des échantillons de vecteurs piquant des animaux qui continuent à contribuer à la transmission du paludisme malgré leurs préférences zoophagiques, afin de répondre de manière complète à la question : quels sont les vecteurs dans la région Y ? Dans cet exemple, nous nous intéressons à tous les vecteurs présents.
2. **Saisonnalité :** pour caractériser les populations de vecteurs sur une année, des captures doivent être effectuées tout au long de l'année à **différents moments**, en fonction de la capacité et des ressources disponibles.

Étape 4 : Sélectionner les sites, module 4.

Quatre villages ont été sélectionnés en fonction de la stratification de la région Y qui tient compte de l'épidémiologie locale, de l'écologie et de la couverture de l'intervention. Quatre strates ont été identifiées et un village par strate sélectionné pour l'échantillonnage.

Étape 5 : Formuler le plan d'échantillonnage, module 5.

Une fois les étapes 1 à 4 achevées, le plan d'échantillonnage ci-dessous a été établi :

1. **CMH à l'intérieur et à l'extérieur des habitations** : à l'intérieur et à l'extérieur de 5 habitations sentinelles dans chacun des 4 villages, ainsi que 3 chantiers forestiers de la région Y ; l'échantillonnage a été réalisé pendant 5 nuits tous les deux mois
2. Les méthodes d'échantillonnage pour piéger les vecteurs zoophages ou piquant des animaux n'ont pas été utilisées dans cet exemple en raison des contraintes budgétaires. Par conséquent, seule la proportion de vecteurs se nourrissant sur l'homme a été échantillonnée.

Étape 6 : Se reporter aux arbres de décision, module 7.

L'arbre de référence A : la présence et densité vectorielles peut appuyer le processus de détermination des méthodes d'échantillonnage appropriées, de la séquence des opérations et du plan.

Étape 7 : Effectuer les travaux sur terrain.

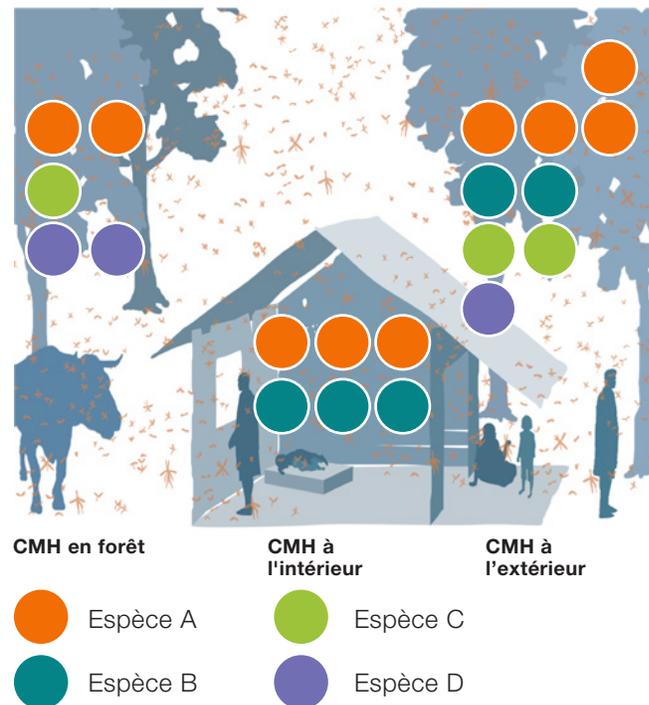
Étape 8 : Traiter, recueillir et analyser les données entomologiques, module 6.

Étape 9 : Interpréter les résultats.

1. **Présence et densité vectorielles** :
 - a. **CMH à l'intérieur des habitations** : capture de 2 espèces morphologiquement identifiées, puis les méthodes moléculaires ont identifié 3 espèces se posant sur l'homme à l'intérieur des habitations :
 - » l'espèce A (découverte en grand nombre) ;
 - » l'espèce B (découverte en grand nombre et morphologiquement identique à l'espèce C) ;
 - » l'espèce C (morphologiquement identifiée à l'espèce B, déterminée comme étant l'espèce C par la méthode moléculaire).

- b. **CMH à l'extérieur des habitations** : capture de 2 espèces morphologiquement identifiées, puis les méthodes moléculaires ont identifié 3 espèces se posant sur l'homme à l'extérieur :
 - » l'espèce A (découverte en grand nombre) ;
 - » l'espèce B (découverte en grand nombre et morphologiquement identique à l'espèce C) ;
 - » l'espèce C (morphologiquement identifiée à l'espèce B, déterminée comme étant l'espèce C par la méthode moléculaire).
- c. **CMH dans la forêt** : capture de 3 espèces se posant sur l'homme dans les zones boisées :
 - » l'espèce A (découverte en plus petit nombre) ;
 - » l'espèce C (morphologiquement identifiée à l'espèce B et déterminée comme étant l'espèce C par la méthode moléculaire, découverte en très petit nombre) ;
 - » l'espèce D (découverte en petit nombre).
- d. **Saisonnalité** : l'échantillonnage temporel a déterminé l'existence de 4 mois de pleine densité de moustiques avec des maximums propres à chaque espèce.

Figure 4. Représentation des espèces vectrices découvertes par les différentes captures. Le nombre de bulles représente la densité relative des différentes espèces.



Étape 10 : En utilisant les résultats décrits à l'étape 9 pour répondre à la question, quels sont les vecteurs dans la région Y ?

2. **Composition et répartition des espèces :** deux vecteurs primaires et un secondaire ont été découverts (la densité relative détermine le classement en vecteurs primaires et secondaires) (tableau 2). Le statut de vecteur connu de chaque espèce capturée a été tiré de la documentation.

Tableau 2. Espèces capturées : statut de vecteur et lieu d'agressivité.

Espèce	Statut de vecteur connu	Habitat connu
A	Vecteur primaire	<ul style="list-style-type: none"> À l'intérieur/extérieur des habitations (zones domestique et péri-domestique) Forêt
B	Vecteur primaire	<ul style="list-style-type: none"> À l'intérieur/extérieur des habitations (zones domestique et péri-domestique) seulement Habitat larvaire : rizières autour des villages
C	Statut de vecteur peu concluant	<ul style="list-style-type: none"> Très proche de B ; distinct de B par identification moléculaire seulement À l'intérieur/extérieur des habitations (zones domestique et péri-domestique) Forêt
D	Vecteur secondaire	<ul style="list-style-type: none"> Forêt et zone domestique/péri-domestique
E	Non-vecteur	Forêt
F	Vecteur secondaire	Forêt

Analyses supplémentaires pour répondre aux questions relatives à la relation entre les vecteurs de la région Y, la transmission du paludisme et les précipitations :

3. **Rapport avec les données épidémiologiques :** il a été découvert qu'une hausse de la densité de populations des espèces A et B précède une hausse de l'incidence du paludisme.
4. **Rapport avec les précipitations et les autres facteurs potentiels de transmission :** la présence et la densité des populations des espèces A et B augmentent avec les pluies. L'espèce C augmente avec les pluies et les périodes de culture du riz.

5. **Implications sur la lutte antivectorielle :** Les interventions de lutte antivectorielle doivent cibler les vecteurs à l'intérieur et à l'extérieur des habitations, ainsi que dans les zones forestières. Les interventions appropriées doivent être choisies en fonction du comportement du vecteur et de l'homme. Selon l'intervention, le moment de l'intervention doit précéder les pluies vu le rapport entre la densité des vecteurs des espèces A, B et C et les précipitations, et aussi avant la culture du riz pour l'espèce C, ainsi que le rapport entre la densité vectorielle des espèces A et B avec l'incidence du paludisme.

Exemple C

Étape 1 : Définir vos questions, module 1.

Question primordiale : quand faut-il déployer les MID et les traitements larvicides dans la région Z ?

Étape 2 : Sélectionner les indicateurs pertinents pour répondre à votre question, module 2.

Dans l'exemple C, les précipitations, les températures et les données épidémiologiques sont examinées avec les données entomologiques pour répondre aux deux sous-questions de la question primaire :

Sous-question 1 : comment l'intervention recoupe le comportement du vecteur ?

Sous-question 2 : quels sont les facteurs des populations de vecteurs avec le temps et comment les changements de la population au fil du temps affectent la transmission de la maladie ?

Les deux sous-questions ci-dessus peuvent contribuer à répondre à la question primaire sur le moment optimal des interventions. Le déploiement de l'intervention doit être réalisé juste avant que les populations des vecteurs ciblés commencent à croître.

Comme deux interventions sont envisagées dans cet exemple (MID et traitement larvicide), les indicateurs suivants ont été choisis :

- la **présence vectorielle** pour confirmer la présence de l'espèce ;
- la **densité vectorielle** pour étudier les populations relatives de vecteurs et les éventuelles contributions par espèce à la maladie en se basant sur la densité ;
- l'**occupation de l'habitat larvaire** pour confirmer les plans d'eau qui contiennent des vecteurs immatures ;
- la **densité larvaire** pour étudier la productivité des habitats larvaires ;

- la **saisonnalité** des vecteurs afin d'identifier les niveaux records en populations de vecteurs par espèce et étudier le lien avec la saisonnalité de la transmission du paludisme.

Les ensembles de données suivants ont aussi été recueillis pour analyse avec les indicateurs choisis ci-dessus :

- la **saisonnalité de la transmission** afin d'identifier les niveaux records en transmission du paludisme pour étudier le lien avec la saisonnalité des populations de vecteurs ;
- les **précipitations et les températures** afin d'évaluer les éventuels facteurs climatiques agissant sur les populations de vecteurs et la transmission du paludisme.

Remarque : la sensibilité des vecteurs locaux aux principes actifs des MID et du larvicide est déjà disponible et indique une sensibilité totale pour l'instant.

Étape 3 : Déterminer les méthodes d'échantillonnage appropriées, module 3.

Relier chacun des **indicateurs** listés à l'étape 2 aux **méthodes d'échantillonnage entomologique** spécifiques qui produiront des échantillons représentatifs des moustiques ciblés par les interventions – MID et traitement larvicide, et contribueront à identifier les lacunes restantes en protection suite au déploiement de ces deux interventions.

Indicateurs et méthodes d'échantillonnage relatifs au MID en sachant que les MID ciblent les moustiques endophages :

- La **présence vectorielle** et la **densité vectorielle** à l'aide d'une des deux méthodes :
 - CMH** pour cibler les moustiques qui piquent l'homme à l'intérieur et à l'extérieur des habitations, et qui caractérise donc la proportion de moustiques ciblés par les MID, ainsi que ceux qui ne le sont pas ;
 - approximation/substitution de CMH** comme les pièges lumineux CDC. *Remarque : avant d'utiliser une méthode par approximation, il est important de bien comprendre comment une approximation de CMH correspond à une capture par CMH. Dans cet exemple, les CMH ont été sélectionnées.*
- La **saisonnalité** des vecteurs par des captures par **CMH** (ou **approximation**) sur 1 an pour refléter les changements saisonniers de population.

Indicateurs et méthodes d'échantillonnage relatifs au larvicide en sachant que ce dernier est plus efficace lorsque la couverture est élevée :

- occupation de l'habitat et densité larvaire** : utiliser le trempage larvaire pour identifier les habitats contenant des larves et le nombre de larves et pupes L4 (stade 4) découvertes, indiquant donc la productivité de l'habitat ;
- présence vectorielle (larves)** : utiliser l'identification morphologique (et l'identification moléculaire en fonction de la capacité) sur les larves élevées en vecteurs adultes afin d'identifier les habitats larvaires par espèce ;
- saisonnalité des larves** : pour caractériser les sites larvaires, leur présence et la productivité des vecteurs immatures sur un an.

Étape 4 : Sélectionner les sites, module 4.

Dans cet exemple, quatre villages ont été sélectionnés en fonction de la stratification de la région Z qui tient compte de l'épidémiologie locale, de l'écologie et de la couverture de l'intervention. Quatre strates ont été identifiées et un village par strate sélectionné pour l'échantillonnage (village = site) en tenant compte des ressources et capacité disponibles. L'échantillonnage a été réalisé une fois par mois pendant un an.

Étape 5 : Formuler le plan d'échantillonnage, module 5.

Une fois les étapes 1 à 4 achevées, le plan d'échantillonnage ci-dessous a été établi par site (village) :

- CMH** : CMH à l'intérieur et à l'extérieur réalisés dans 5 habitations sentinelles pendant 5 jours par mois pendant un an dans la région Z. Des échantillons entomologiques ont été morphologiquement identifiés, et ensuite par méthode moléculaire.
- Echantillonnages larvaires** : des enquêtes exhaustives sur les larves d'*anophèles* ont été menées 5 jours par mois pendant un an dans les sites larvaires potentiels, et tous les habitats potentiels ont été cartographiés (ceux positifs pour les larves d'*anophèles* et ceux négatifs). Les échantillons de larves ont été élevés jusqu'à l'âge adulte, et identifiés par méthodes morphologique et moléculaire.
- Les **précipitations et les températures** ont été notées pendant un an sur les sites de capture.
- Les données d'**incidence du paludisme** ont été collectées auprès des établissements de santé locaux pour la même année.

Étape 6 : Se reporter aux arbres de décision, module 7.

Arbres de référence A : présence et densité vectorielles, B : agressivité vectorielle, et G : la présence larvaire peut appuyer le processus de détermination des méthodes d'échantillonnage appropriées, de la séquence des opérations et du plan.

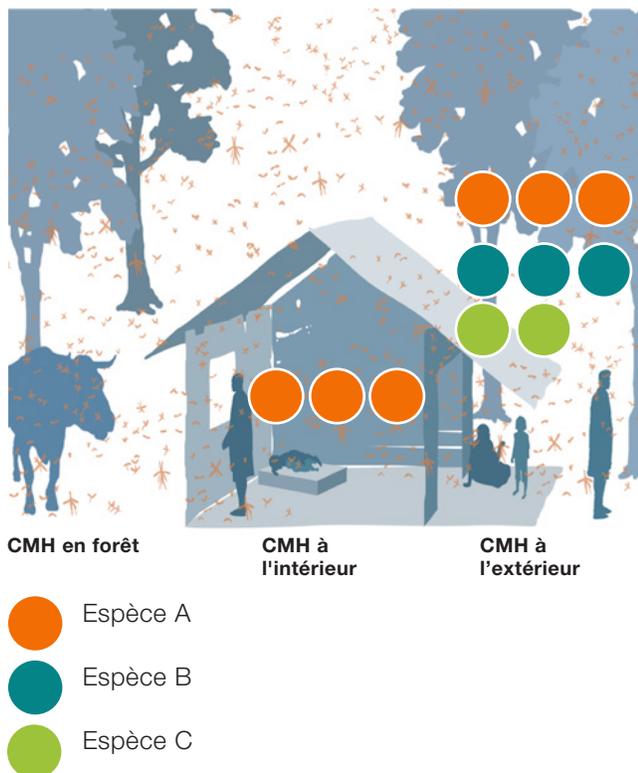
Étape 7 : Effectuer les travaux sur terrain.

Étape 8 : Traiter, recueillir et analyser les données entomologiques, module 6.

Étape 9 : Interpréter les résultats.

1. Présence et densité vectorielles (voir la figure 5)
 - a. **CMH à l'intérieur des habitations :**
 - » Espèce A, découverte en grand nombre, endophage pendant la nuit.
 - b. **CMH à l'extérieur des habitations :**
 - » Espèce A, découverte en grand nombre, piquant à l'extérieur pendant la nuit.
 - » Espèce B, découverte en grand nombre, piquant principalement le soir.
 - » Espèce C, découverte en plus petit nombre.

Figure 5. Représentation des vecteurs et leur lieu de capture. Le nombre de bulles représente la densité relative des différentes espèces



2. **Occupation de l'habitat larvaire et densité larvaire**
 - a. **Échantillonnages larvaires :**
 - » Espèces A et C capturées dans de petits plans d'eau temporaires remplis de pluie et sur les bords de plus grands bassins.
 - » Espèce B capturée dans des plans d'eau plus permanents, rizières comprises.
3. **Saisonnalité de la transmission, saisonnalité des vecteurs, précipitations et températures :**
 - a. Les densités vectorielle et l'incidence du paludisme augmentent tous les deux pendant les mois chauds et pluvieux.
 - b. L'incidence du paludisme décroît légèrement à la fin des pluies avec des baisses identiques des espèces A et C.
 - » Toutefois, les populations de l'espèce B demeurent dans des habitats larvaires permanents dans les rizières irriguées avec une transmission continue identique du paludisme.

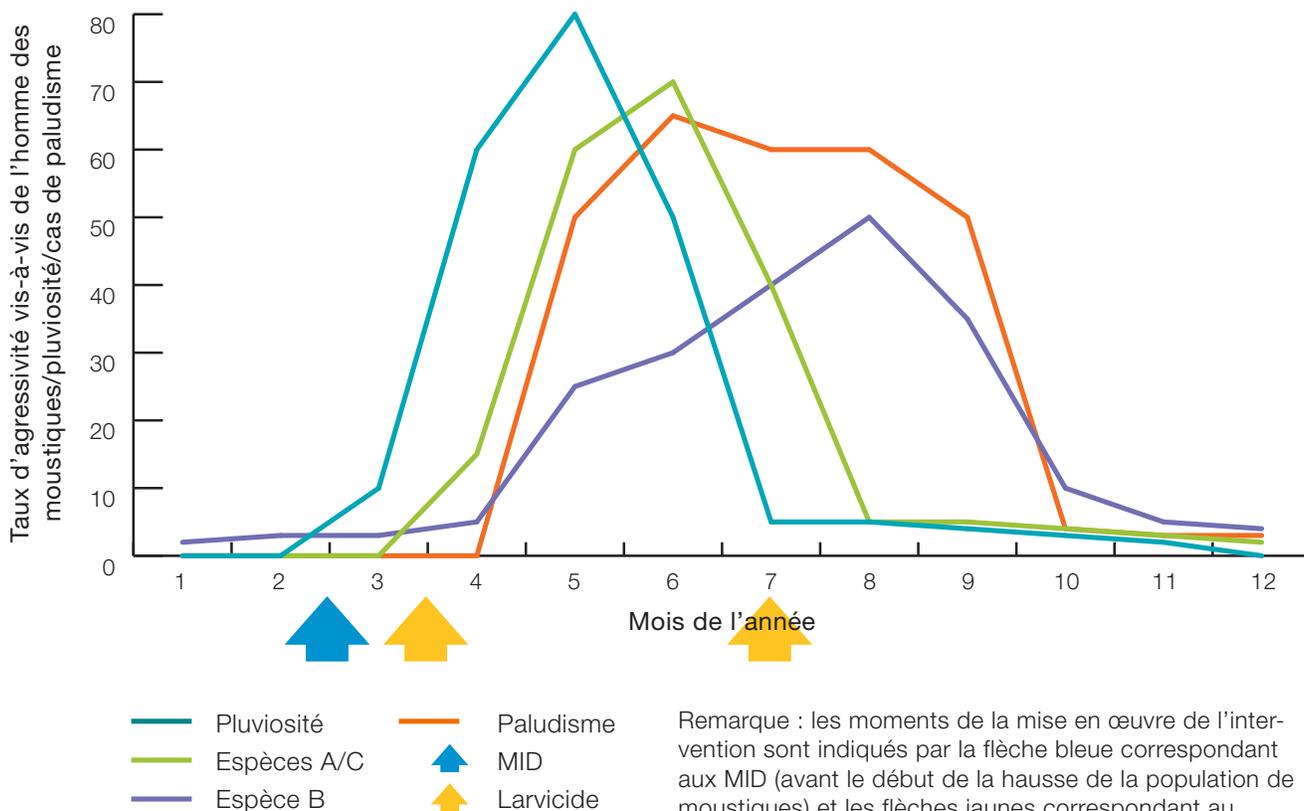
Étape 10 : Utiliser les résultats décrits à l'étape 9 pour répondre à la question, quand faut-il déployer les MID et les traitements larvicides dans la région Z ?

Les changements de densités des espèces A, B et C sont associés aux changements de l'incidence du paludisme ; les trois espèces vectrices doivent être ciblées par une intervention de lutte antivectorielle.

- Les MID devraient principalement cibler l'espèce A à cause de son comportement endophage. Les MID doivent être déployées (ou des campagnes intensives d'accrochage/maintien des MID existantes) avant les pluies car les précipitations représentent un facteur pour les populations des espèces A et C.
- Les enquêtes sur l'habitat larvaire ont identifié deux types d'habitat :
 - » Type 1 : petits plans d'eau temporaires avec les espèces A et C qui seraient difficiles à traiter au larvicide.
 - » Type 2 : rizières plus grandes et irriguées en permanence avec l'espèce B qui pourraient être traitées au larvicide.
 - » Par conséquent, l'impact du traitement larvicide est plus fort sur les rizières permanentes et le traitement doit commencer avant le développement de l'espèce B, au début de la saison des pluies. En outre, l'emploi de traitement larvicide après la fin de la saison des pluies contribuerait à contrôler l'espèce B dans ces rizières.

- Les lacunes en matière de protection à la fin du déploiement de MID et du traitement larvicide incluent :
 - » les piqûres à l'extérieur des habitations par les 3 espèces, éventuellement dans une moindre mesure par l'espèce B si le traitement larvicide est efficace ;
 - » les piqûres à l'extérieur des habitations par l'espèce A avant que les personnes n'entrent sous leur MID.
- » Les MID auraient surtout un impact sur l'espèce A, et non sur B ou C.
- » Le contrôle larvaire est probablement moins efficace contre les espèces A et C en raison de leurs petits habitats larvaires temporaires.

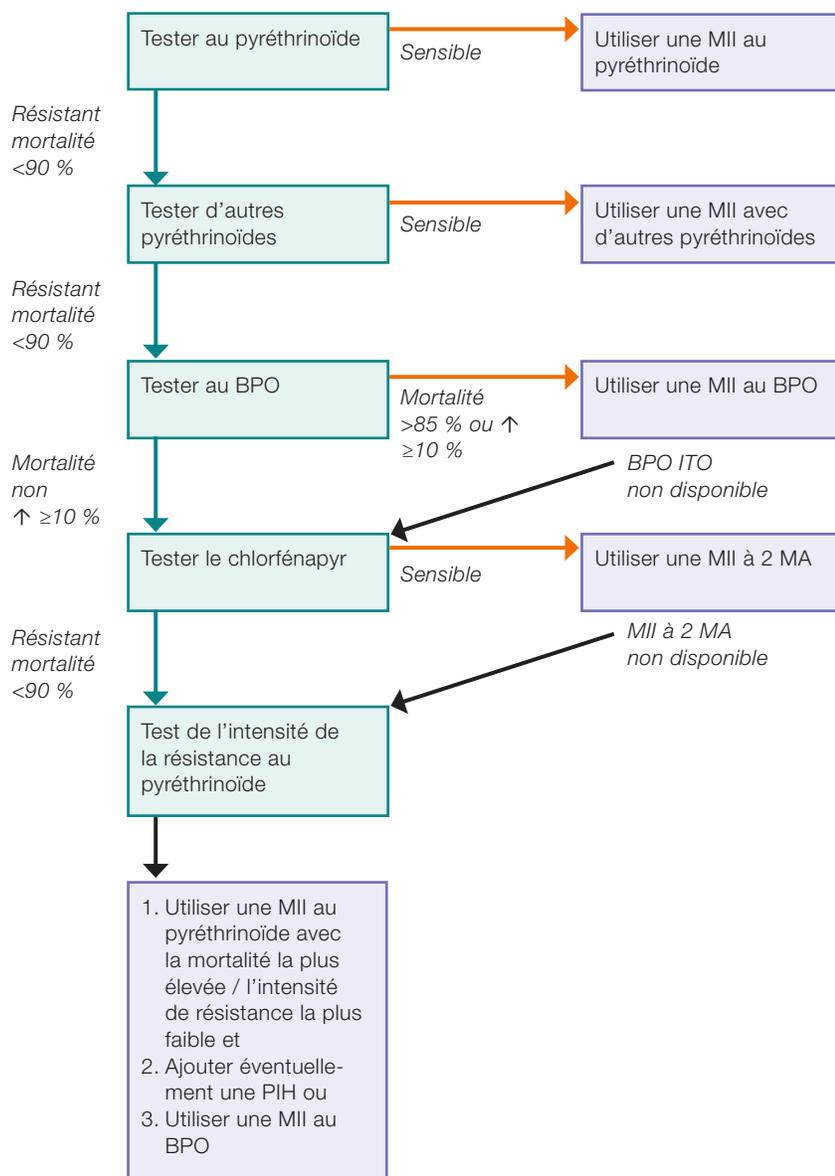
Figure 6. Représentation temporelle de la pluviosité avec les populations saisonnières des 3 vecteurs découverts



Remarque : les moments de la mise en œuvre de l'intervention sont indiqués par la flèche bleue correspondant aux MID (avant le début de la hausse de la population de moustiques) et les flèches jaunes correspondant au traitement larvicide (ciblant les vecteurs dans les rizières).

Annexe II

Arbre de décision pour le choix des MID en fonction des données sur la résistance aux insecticides



Adapté du Technical Guidelines FY 2020 (Directives techniques) de l'Initiative du président des États-Unis contre le paludisme (PMI)

Annexe III

Description des méthodes d'échantillonnage entomologique et des techniques analytiques

Méthodes d'échantillonnage

Captures des moustiques sur l'homme (CMH)

Les captures des moustiques sur l'homme (CMH) prélèvent des échantillons de moustiques femelles adultes qui sont à la recherche d'hôtes humains. Cette méthode d'échantillonnage contribue aux données sur la présence et la densité vectorielles, le lieu d'agressivité (exophage par rapport à endophage), le moment de la piqûre et l'analyse du taux d'agressivité vis-à-vis de l'homme (HBR), la résistance aux insecticides et l'indice sporozoïtique comme décrit aux [tableaux 6 et 7](#) du [module 2](#). Les CMH sont considérées comme la référence en matière d'échantillonnage des moustiques anthropophages, car ils ciblent les vecteurs qui se nourrissent de l'homme. Au cours d'une CMH, une personne est assise à un endroit prédéterminé (c'est-à-dire à l'intérieur ou à l'extérieur des habitations, ou près des populations à haut risque dans la forêt, etc. selon la dynamique de transmission locale) avec ses jambes exposées pour agir comme appât et attirer les moustiques. Lorsque les moustiques atterrissent sur l'individu, un aspirateur buccal est utilisé pour recueillir les échantillons avant l'alimentation.

Les CMH sont une technique très appréciée des programmes et des chercheurs, car les données sont un bon indicateur du contact homme-moustique. Cependant, les CMH exigent beaucoup de main-d'œuvre, sont coûteux et peuvent exposer les hommes à un risque accru de maladies transmises par les moustiques. Ceci dit, les collecteurs sont souvent mieux protégés que la population en général s'ils reçoivent la prophylaxie antipaludique recommandée.²² Les distortions dans la collecte peuvent résulter d'une formation insuffisante des collecteurs qui ne captureraient pas les moustiques au rythme de leur arrivée, ou en raison des niveaux variables de l'attractivité de l'appât humain pour les moustiques.²³ Ces limites peuvent être

22 Gimnig JE, ED Walker, Otieno P, et al. Incidence of malaria among mosquito collectors conducting human landing catches in Western Kenya (Incidence du paludisme chez les collecteurs de moustiques effectuant des captures des moustiques sur l'homme dans l'ouest du Kenya). *Am J Trop Med Hyg.* 2013;88(2):301-308.

23 Wong J, Bayoh N, Olang G, et al. Standardizing operational vector sampling techniques for measuring malaria transmission intensity: Evaluation of six mosquito collection methods in Western Kenya (Normalisation des techniques d'échantillonnage vectoriel opérationnelles pour mesurer l'intensité de la transmission du paludisme : évaluation de six méthodes de capture de moustiques dans l'ouest du Kenya). *Malar J.* 2013;12. 143

atténuées par une formation adéquate, le changement d'emplacement des collecteurs et la désignation d'un surveillant de CMH qui supervise les collecteurs.

Observations du comportement humain (OCH)

Les observations du comportement humain au cours des CMH enregistrent le nombre de personnes présentes, actives ou utilisant les interventions sur le site de CMH (généralement à l'extérieur ou à l'intérieur des habitations). Les CMH peuvent quantifier les interactions comportementales entre les hommes et les moustiques tout en évaluant l'efficacité de la protection fournie par certaines interventions et caractérisant les lacunes en protection et le risque relatif d'agressivité.²⁴ C'est souvent le collecteur de CMH ou le surveillant de CMH qui consigne les OCH. Un exemple de formulaire de collecte de données sur le OCH figure en [annexe IV](#).

Pièges à appâts humains (HBT)

Les pièges à appâts humains (HBT) prélèvent également des échantillons de moustiques femelles adultes qui sont à la recherche d'hôtes humains. La principale différence entre les pièges à appâts humains et les CMH est qu'il existe généralement une barrière entre l'hôte/appât humain et le vecteur. Cette méthode d'échantillonnage peut être utilisée pour répondre à des questions sur les espèces de vecteurs ciblant les hommes, le lieu de la piqûre, le moment de la piqûre, la résistance à un insecticide et l'indice sporozoïtique, comme décrit aux [tableaux 6 et 7](#) du [module 2](#). Il existe une variété de HBT, y compris les pièges à tente (les plus courants), les pièges à tente Ifakara (ITT), les pièges Furvela et les pièges d'entrée avec appât à odeur, entre autres. Il est à noter que ces pièges peuvent fonctionner différemment selon les espèces locales de vecteurs et qu'il faut produire des données locales qui démontrent leur efficacité locale. Voir les pièges à odeur humaine et animale ci-dessous pour plus d'informations sur la manière dont les techniques d'échantillonnage peuvent être adaptées aux pièges à appâts humains. Les facteurs qui peuvent influencer sur l'utilisation des pièges à appâts humains comprennent le poids et le coût des tentes ainsi que la capacité et la logistique nécessaires pour les stocker et les transporter.

24 Killeen GF. Characterizing, controlling and eliminating residual malaria transmission (Caractérisation, contrôle et éradication de la transmission résiduelle du paludisme). *Malar J.* 2014;13:330

Captures de moustiques endophiles

Les captures de moustiques endophiles ciblent le comportement de repos des moustiques à l'intérieur des habitations. Cette méthode ne saisit pas les moustiques qui n'entrent pas ou ne se reposent pas dans les habitations ou ceux qui entrent et sortent avant que les captures de moustiques endophiles soient effectuées. Des distorsions peuvent être introduites dans les données en fonction du type de structure utilisée pour les captures. Par exemple, si l'on utilise les captures de moustiques endophiles pour étudier la préférence trophique, les habitations humaines peuvent renfermer des moustiques qui se sont nourris des hommes, et les abris pour animaux peuvent renfermer des moustiques qui se sont nourris sur ces derniers. Le type de toiture (en métal ou en chaume) peut également influencer sur l'efficacité de captures de moustiques endophiles, de même que le statut de la PIH dans cette structure et sa résistance aux insecticides.

Les prises par pulvérisation au pyrèthre (PPP) et l'aspiration (manuelle, sac à dos mécanisé ou Prokopack) sont des méthodes couramment utilisées par captures de moustiques endophiles. Les PPP ont lieu tôt le matin avant que les moustiques au repos ne quittent les habitations. L'insecticide est utilisé pour abattre ou tuer les moustiques endophiles qui sont ensuite recueillis sur un drap blanc. Les aspirations à l'intérieur n'utilisent pas d'insecticide ; elles utilisent l'aspiration manuelle ou des appareils d'aspiration qui recueillent les moustiques vivants qui se reposent sur les murs.

Piège lumineux CDC (PL CDC)

Les pièges lumineux CDC (PL CDC) sont une méthode d'échantillonnage par aspiration qui capture les moustiques à proximité de l'appareil fonctionnant sur batterie. Ces pièges peuvent être utilisés avec divers appâts, dont le placement par une personne endormie, l'utilisation de lumière UV, une source de dioxyde de carbone, etc. L'efficacité de cet appareil peut être très variable selon le lieu et la bionomie de l'espèce locale. Cet appareil est connu pour mieux fonctionner à l'intérieur et son efficacité est souvent moindre à l'extérieur, selon le cadre. Le PL CDC est l'approximation de CMH le plus couramment utilisé lorsqu'il est placé à côté d'une personne endormie. Ici, les taux de capture sont supposés refléter ceux d'une CMH car les moustiques ciblant la personne endormie doivent être capturés par le PL CDC. Il est important de comprendre le fonctionnement des PL CDC par rapport à celui des CMH pour l'analyse.

Pièges avec appât à odeur humaine

Les pièges avec appâts à odeurs humaines utilisent les moustiques en quête d'hôtes humains pour attirer les moustiques à la recherche d'un repas de sang en utilisant des odeurs humaines synthétiques. Un exemple de pièges avec appât à odeur humaine est

le piège Suna. Ce type de piège dégage une odeur semblable à celle de l'homme et est souvent modifié pour produire également du CO₂ pour imiter un être humain. Le piège Suna a une composante de vide de sorte que les moustiques volant vers la source d'odeur et/ou de CO₂ sont capturés dans un compartiment en filet. Les pièges avec appât à odeur humaine peuvent être utilisés pour recueillir des données sur de multiples indicateurs entomologiques, y compris la présence de vecteurs, le moment de la piqûre et la préférence trophique (en conjonction avec des pièges à appât pour animal). Il est important de comprendre le fonctionnement des pièges avec appât à odeur humaine par rapport aux CMH d'un lieu donné pour normaliser les données à analyser et limiter les distorsions introduites par les méthodes d'échantillonnage.

Pièges à appât animal

Tout comme les pièges à appâts humains et les pièges à appât animal exploitent l'odeur des animaux pour attirer les moustiques qui se nourrissent de l'animal en question. Lorsqu'ils sont utilisés conjointement avec les pièges à appâts humains, la zoophilie et l'anthropophilie propres à l'espèce peuvent être déterminées, ainsi que la présence globale du vecteur, sa densité et sa composition sur un site donné. Les vaches sont généralement utilisées dans les pièges à appât animal, mais d'autres animaux comme les poulets ou les chèvres peuvent être utilisés en fonction des animaux locaux présents et de la question à laquelle il faut répondre.

Captures de moustiques exophiles

Les méthodes de capture de moustiques exophiles sont utilisées pour évaluer le comportement au repos à l'extérieur des moustiques. Les moustiques doivent se reposer après un repas de sang pendant 1 à 2 jours avant l'oviposition (c'est-à-dire la ponte). Les captures de moustiques exophiles peuvent alors être utilisées pour capturer les moustiques gorgés afin d'obtenir des données sur l'indice d'anthropophilie. Il est important de connaître le comportement de repos des vecteurs locaux lors de l'utilisation de cette méthode d'échantillonnage, car il existe une grande variété d'aires de repos possibles à l'extérieur, ce qui peut limiter les collectes et biaiser les données. Habituellement, une capture de moustiques exophiles consiste à créer un endroit ombragé et plus humide où les moustiques peuvent se reposer et se cacher après un repas de sang. Parmi les exemples de captures de moustiques exophiles, mentionnons l'utilisation de l'aspiration (manuelle, sac à dos ou Prokopack), des pots ou des boîtes de repos et des pièges à fosse.

Piège avec appât au CO₂

Le dioxyde de carbone (CO₂) libéré par les hommes et les animaux attirent les moustiques qui cherchent un repas de sang. Les pièges appâtés au CO₂ cherchent à imiter le CO₂ libéré par les hommes (ou les animaux),

attirant et piégeant ainsi les moustiques à la recherche d'hôtes. Par exemple, un piège Suna ou PL CDC peut être équipé d'un composant CO₂ pour améliorer son attrait pour les moustiques. Puisqu'un piège à CO₂ modifié peut être considéré comme un piège d'approximation de CMH (après test et validation), il peut être utilisé pour prélever des échantillons qui sont ensuite utilisés pour mesurer de multiples indicateurs entomologiques tels que la présence du vecteur, sa densité, l'agressivité, la résistance à un insecticide et l'indice sporozoïtique. Il est important de comprendre comment les pièges appâtés au CO₂ fonctionnent par rapport aux autres méthodes d'échantillonnage pour l'analyse.

Pièges à femelles gravides

Les pièges à femelles gravides ciblent les moustiques femelles à la recherche d'une source d'eau pour pondre leurs œufs, c'est-à-dire les femelles en oviposition. Il existe plusieurs variantes du piège à femelles gravides bien que la plupart aient été mises au point pour l'*Aedes* et soient moins efficaces pour l'*anophèle*. Récemment des modèles spécifiques ont été développés pour capturer des échantillons d'*anophèles* en oviposition.^{25,26} Ces pièges sont habituellement utilisés pour observer la présence des vecteurs et les habitats larvaires préférés. Les pièges à femelles gravides peuvent être utilisés pour recueillir des données sur la sensibilité aux insecticides et l'indice sporozoïtique.

Pièges d'interception

Ces pièges agissent en interceptant les moustiques en vol. Il existe, par exemple, le piège de sortie de fenêtre et l'écran de protection. Les pièges de sortie de fenêtre ont été conçus pour piéger les moustiques qui tentent de quitter une structure par des fenêtres ou de grandes ouvertures avant le matin.

Les pièges de sortie de fenêtre sont généralement conçus pour être placés à l'extérieur des fenêtres. Ils ne capturent que les moustiques qui tentent de sortir par l'ouverture sur laquelle se trouve le piège. Ce piège est utilisé pour observer les moustiques qui sont entrés dans les habitations, éventuellement pour se nourrir, puis en sortir avant l'aube. Un exemple de stratégie d'échantillonnage visant à examiner les vecteurs qui se reposent et/ou se nourrissent à l'intérieur peut inclure à la fois les PPP et les pièges de sortie de fenêtre qui captureraient les moustiques pénétrant dans les maisons, qui se nourrissent et quittent à l'aube ainsi

que ceux qui se nourrissent et se reposent à l'intérieur (PSC). Un piège de sortie de fenêtre est généralement fixé à une fenêtre, mais il peut aussi être fixé à d'autres ouvertures (par ex. murs, portes, égout du toit) pour capturer les moustiques qui sortent, en se basant sur la bionomie vectorielle locale ainsi que sur la construction des habitations. Les pièges de sortie de fenêtre permettent de mesurer la présence de vecteur et le comportement endophile, et peuvent prélever des échantillons pour mesurer l'indice sporozoïtique, l'indice d'anthropophilie et la résistance aux insecticides.

Les écrans de protection capturent les moustiques interceptés en vol et qui se reposent sur la barrière extérieure. Les données glanées à partir de ce piège informent sur la direction de vol et éventuellement la recherche d'hôtes. Ce dispositif d'échantillonnage peut servir à étudier les plans de vol et déduire les lieux de repos.²⁷ Les moustiques gorgés capturés peuvent servir à étudier la préférence trophique.

Échantillonnage larvaires et caractérisation

Les relevés larvaires d'*anophèles* par trempage larvaire permettent de prélever des moustiques immatures dans les plans d'eau stagnants. Les échantillonnage larvaires surveillent les changements de réceptivité liés à l'occupation et à la répartition d'habitats larvaires positifs, informent le ciblage des interventions de GGL et produisent des échantillons larvaires qui peuvent être élevés jusqu'à l'âge adulte pour une identification morphologique (et une identification moléculaire si la capacité suffisante existe) ou pour tester leur résistance aux insecticides. Une fois la présence de larves détectée, les habitats devraient être caractérisés en fonction de l'emplacement, de la permanence, de la taille, de la végétation, des prédateurs, etc. pour appuyer la sélection et le ciblage des interventions de GGL.

Les limites de l'échantillonnage larvaire comprennent la difficulté d'identifier les échantillons larvaires aux espèces, et la non-représentativité de l'échantillonnage quant aux moustiques ciblés. (Par exemple, l'échantillonnage larvaire peut ne pas représenter les vecteurs endophiles si on examine l'effet de la résistance aux insecticides sur l'impact des PIH.) De plus, l'échantillonnage larvaire peut passer à côté de vecteurs importants présents sur le site ou manquer les sites larvaires. (Par exemple, les larves d'*An. funestus* ou d'*An. dirus* sont habituellement difficiles à capturer.) Les insectariums rencontrent des difficultés concomitantes en essayant d'élever des larves jusqu'à l'âge adulte (certaines espèces sont pratiquement impossibles à élever). Lorsqu'on utilise des larves d'élevage pour

25 Harris C, Kihonda J, Lwetoijera D, et al. A simple and efficient tool for trapping gravid *Anopheles* at breeding sites (Un outil simple et efficace pour capturer les *anophèles* gravides sur les sites de reproduction). *Parasit Vectors*. 2011;4(125).

26 Dugassa S, Lindh JM, Oyieke F, et al. Development of a gravid trap for collecting live malaria vectors *Anopheles gambiae* s.l. (Développement d'un piège à femelles gravides pour la capture des vecteurs vivants du paludisme *Anopheles gambiae* s.l.). *PLoS ONE*. 2013;8(7).

27 Burkot TR, Russel TL, Reimer LJ, et al. Barrier screens: a method to sample blood-fed and host-seeking exophilic mosquitoes (Écrans de protection : une méthode d'échantillonnage des moustiques exophiles gorgés et à la recherche d'hôtes). *Malar J*. 2013;12:49.

tester la résistance aux insecticides, il faut prendre soin d'utiliser le plus grand nombre possible d'échantillons afin d'éliminer le risque de subjectivité dû à l'utilisation de fratries dans un échantillon. Par ailleurs, il est souvent difficile de situer et d'identifier tous les habitats larvaires d'une zone.

Les connaissances locales et la participation de la communauté peuvent s'avérer particulièrement utiles pour cela.

Approvisionnement en pièges

La connaissance des variantes de certains types de pièges est importante pour éviter d'acheter des pièges à moustiques non valables et/ou de mauvaise qualité. Par exemple, il existe de nombreuses variantes du piège lumineux CDC normalisé sur le marché. Bien que ces pièges semblent intéressants car moins onéreux, ils ne conviennent généralement pas à des activités entomologiques scientifiques car ils n'ont été ni validés, ni normalisés. De plus, leur qualité est souvent inférieure à la version originale du piège.

Par conséquent, avant de se procurer des pièges, il est important de s'informer de la qualité et du but des pièges considérés.

Les deux principales marques de pièges entomologiques sont BioQuip Products, Inc. et The John W. Hock Company. Si le coût des pièges pose problème et que vous êtes à la recherche d'une alternative valable et moins chère, consultez les experts sur terrain qui pourront vous orienter.

Techniques entomologiques

Identification morphologique à l'aide des clés d'identification des *Anophèles*

Les clés d'identification des *anophèles* permettent à un technicien formé de faire correspondre l'échantillon de moustique à l'espèce à l'aide de caractéristiques morphologiques distinctes connues. Des clés régionales existent et représentent les différents complexes

d'espèces selon la géographie.^{28,29,30} La définition des caractéristiques morphologiques peut inclure les couleurs et le baguage sur les antennes et les pattes, entre autres. L'identification morphologique est la méthode la plus courante utilisée pour identifier un échantillon à une espèce. Les limites comprennent l'exigence d'une bonne formation (et d'un recyclage) et l'incapacité de distinguer les membres d'espèces sœurs ou d'espèces cryptiques (par ex. *An. gambiae* s.l.). La capacité de référencer une collection de spécimens épinglés améliorerait énormément la sensibilité et la spécificité de l'identification morphologique.

Identification moléculaire

Les diagnostics basés sur l'amplification en chaîne par polymérase ou PCR sont des techniques de biologie moléculaire utilisées pour amplifier les séquences d'ADN qui permettent d'identifier les espèces de moustiques en fonction des différences en séquence des nucléotides et donc de la taille de l'amplicon. La PCR a un taux élevé de sensibilité et de spécificité et est donc une technique privilégiée pour identifier la biodiversité des moustiques. Cependant, les amorces d'ADN pour les analyses PCR ne sont disponibles que pour un nombre limité d'espèces, dont les membres du complexe *a. gambiae*, du complexe *a. funestus* et quelques autres espèces.

Le séquençage des régions génomiques telles que les régions de l'espaceur transcrit interne-2 (ITS2) ou de la sous-unité 1 de la cytochrome oxydase (CO1) pour identifier un échantillon par espèce est également possible pour les espèces utilisant des sites génomiques spécifiques si les programmes de lutte contre le paludisme et/ou les partenaires de recherche ont cette capacité.

L'identification morphologique avant l'identification moléculaire offre un traitement moléculaire plus efficace et une plus grande sensibilité et spécificité. Bien que le séquençage puisse associer des séquences spécifiques à un spécimen de moustique, la présence d'un échantillon correctement identifié par morphologie avec la séquence associée est nécessaire pour identifier le spécimen spécifique à une espèce.

-
- 28 Gillies MT, De Meillon B. The *Anophelinae* of Africa south of the Sahara (Les *Anophelinae* d'Afrique, au sud du Sahara). Johannesburg: Publications of the South African Institute for Medical Research; 1968.
 - 29 Rattanarithikul R, Harrison BA, Harbach RE, et al. Illustrated keys to the mosquitoes of Thailand, Part 4. *Anopheles* (Schémas référencés des moustiques de Thaïlande, partie 4. *Anophèles*). *The Southeast Asian J Trop Med Public Health*. 2006;37 (suppl 2).
 - 30 Wilkerson R, Strickman D, Litwak TR. Illustrated key to the female *Anophelinae* mosquitoes of Central America and Mexico (Schémas référencés des moustiques femelles *Anophelinae* en Amérique centrale et au Mexique). *J Am Mosquito Contr*. 1990;6: 7-34

Dissection des glandes salivaires

Les dissections des glandes salivaires permettent l'observation microscopique des sporozoïtes chez les moustiques fraîchement tués. Des aiguilles sont utilisées pour disséquer la glande salivaire du spécimen, ce qui permet d'observer les sporozoïtes sous un microscope. La gravité de l'infection sporozoïtique est évaluée de 1+ à 4+ : 1+ (1-10 sporozoïtes), 2+ (11-100 sporozoïtes), 3+ (101-1 000) et 4+ (>1 000 sporozoïtes). Cette technique exige beaucoup de main-d'œuvre, de sorte qu'une formation (et un recyclage) est nécessaire. Cette technique est utilisée pour incriminer les vecteurs et déterminer l'indice sporozoïtique.³¹

Dissections ovariennes

Cette technique est utilisée pour déterminer la structure d'âge de la population de moustiques qui différencie les populations selon qu'elles ont eu ou non un repas de sang. Cette technique exige beaucoup de main-d'œuvre, de sorte qu'une formation (et un recyclage) est nécessaire. Un échantillon approprié de moustiques fraîchement capturés représentant le lieu et le moment de la capture est nécessaire pour examiner efficacement la structure par âge.³²

ELISA Circumsporozoïte (CS) pour la détection de sporozoïte

Le test immuno-enzymatique circumsporozoïte (ELISA CS) est une technique utilisée pour détecter les infections à *Plasmodium* chez les moustiques et peut donc mesurer des indicateurs entomologiques tels que l'indice sporozoïtique (et donc le statut de vecteur), et le taux d'inoculation entomologique (TIE). Pour ELISA CS, la tête et le thorax de l'échantillon de moustique sont utilisés pour tester la présence de la protéine circumsporozoïte produite par la sporozoïte en utilisant un test ELISA.²⁴ Les sporozoïtes peuvent être identifiés aux espèces de *Plasmodium* à partir de l'anticorps monoclonal utilisé.

ELISA repas de sang (RS) ou PCR pour la détection du sang de l'hôte

Le ELISA RS ou PCR est utilisé pour déterminer la source du repas de sang du moustique.²⁴ Ici, l'abdomen du moustique gorgé est examiné à l'aide d'un test ELISA ou PCR pour identifier le sang de l'hôte. La technique peut être adaptée pour tester les sources humaines, les vaches et d'autres animaux (animaux

domestiques et sauvages) en fonction de l'anticorps monoclonal ou des amorces de PCR spécifiques à l'hôte. Les limites comprennent la réactivité croisée entre les anticorps de chèvres et de moutons ainsi que l'incapacité de déterminer l'hôte lorsque l'espèce appropriée n'est pas incluse dans le test.

PCR pour la détection de parasites

La PCR peut également être utilisée pour détecter la présence du parasite dans le moustique.^{33,34} Habituellement, la tête et le thorax sont utilisés pour limiter la détection de l'ADN aux sporozoïtes infectieux qui quittent l'abdomen et infectent les glandes salivaires. Comme cette technique examine l'ADN qui se trouve à tous les stades du parasite, il faut prendre soin de le mentionner dans toutes les analyses car les taux d'infection (présence d'ADN) peuvent ne pas refléter les taux infectieux (présence de sporozoïtes d'infections dans les glandes salivaires). La relation absolue entre ELISA CS et le PCR du *Plasmodium* n'est pas déterminée à l'heure actuelle.

L'essai standardisé de l'OMS sur papier impégné

Les procédures de l'essai standardisé de l'OMS sur papier impégné mesurent la sensibilité des vecteurs locaux à cinq classes d'insecticides, à savoir les organochlorés, les organophosphates, les pyréthriinoïdes, les carbamates et les néonicotinoïdes.³⁵ Le technicien doit utiliser les procédures de test décrites dans *WHO Test Procedures for Insecticide Resistance Monitoring in Malaria Vector Mosquitoes*.³⁵ (Procédures pour tester la résistance aux insecticides chez les moustiques vecteurs du paludisme, OMS).

L'intensité de la résistance peut aussi être mesurée. Lors de la présentation des résultats en matière de résistance aux insecticides, il convient de noter la méthode d'échantillonnage utilisée pour capturer les moustiques, ainsi que les moustiques utilisés (F0 capturé à l'état sauvage ou génération F1) car ceux-ci peuvent fausser les résultats. Un test parallèle avec des moustiques sensibles élevés en colonie doit être effectué pour s'assurer que le test avec les moustiques de type sauvage est effectué correctement. Lorsque

31 Benedict MQ. MR4. *Methods in Anopheles Research* (Méthodes de recherche sur les anophèles). 4th édition. *BEI Resources*. 2014.

32 Kent RJ, Norris DE. Identification of mammalian blood meals in mosquitoes by a multiplexed polymerase chain reaction targeting cytochrome B (Identification des repas de sang mammalien par une réaction de polymérase en chaîne multiplexée ciblant le cytochrome B). *Am J Trop Med Hyg*. 2005;73(2): 336-42.

33 Snounou G, Singh B. Nested PCR analysis of *Plasmodium* parasites (Analyses PCR nichée des parasites *Plasmodium*). *Methods Mol Med*. 2002;72:189–203.

34 Echeverry DF, Deason NA, Makuru V, et al. Fast and robust single PCR for *Plasmodium* sporozoite detection in mosquitoes using the cytochrome oxidase I gene (PCR unique, rapide et robuste, pour la détection du sporozoïte *Plasmodium* chez les moustiques à l'aide du gène cytochrome oxydase de type I). *Malar J*. 2017;16(1):230.

35 WHO. *Test procedures for insecticide resistance monitoring in malaria vector mosquitoes* (Procédures pour tester la résistance aux insecticides chez les moustiques vecteurs du paludisme). 2nd ed. World Health Organization. Geneva, 2016.

des moustiques sensibles ne sont pas disponibles, il est acceptable de ne compter que sur les témoins de la survie des moustiques capturés dans la nature. Lors de la présentation des données relatives à la résistance à un insecticide, la nature des témoins utilisés (moustiques sensibles, témoins de la survie ou absence de témoin) doit être mentionnée.

Essai en flacon du CDC

L'essai en flacon du CDC porte également sur la prévalence et l'intensité de la résistance aux insecticides.³⁶ Lors de la présentation des résultats en matière de résistance aux insecticides, il convient de noter la méthode d'échantillonnage utilisée pour capturer les moustiques, ainsi que les moustiques utilisés (FO capturé à l'état sauvage ou génération F1) car ceux-ci peuvent fausser les résultats. Les témoins utilisant des moustiques sensibles doivent être utilisés s'ils sont disponibles. Voir ci-dessus les directives sur les témoins.

PCR pour les mécanismes de la résistance à un insecticide

La PCR peut également être utilisée pour évaluer la présence de gènes et d'allèles associés à la résistance aux insecticides, y compris les mutations du site cible de la résistance « knockdown » (Kdr) (à l'effet de choc) associées à la résistance aux pyréthrinoïdes et au DDT (Kdr-est et Kdr-ouest) et les mutations à l'acétylcholinestérase (Ace-1) qui sont associées à la résistance au carbamate et à l'organophosphate dans *Anopheles gambiae*. Il existe divers tests spécifiques à l'espèce et au site cible et ils doivent être effectués de façon appropriée en fonction des questions auxquelles

les tests visent à répondre. Les témoins (résistants, sensibles et hétérozygotes) doivent toujours être inclus dans les tests, et la compréhension des interactions entre chaque génotype (par ex. entre Kdr-est et Kdr-ouest) est importante pour l'interprétation des résultats. L'identification des espèces dans les échantillons doit toujours être effectuée afin de s'assurer que les espèces non ciblées ne sont pas incluses dans les analyses.

Bio-essai en cônes

Les bio-essais en cônes évaluent la toxicité des surfaces imprégnées d'insecticide telles que les MID et les murs traités à la PIH. Ici, les moustiques sensibles sont exposés à la surface traitée pendant un certain temps afin de déterminer l'effet.³⁷ Cette méthode examine l'effet actuel et immédiat de l'intervention sur les moustiques sensibles et est habituellement utilisée pour évaluer la bioefficacité résiduelle ou temporelle d'un principe actif d'une intervention.

D'autres indications et protocoles sur les méthodologies d'entomologie en laboratoire et sur terrain sont inclus dans le *Manual on Practical Entomology in Malaria* (Manuel d'entomologie pratique du paludisme) de l'OMS³⁸ (en cours de mise à jour) et auprès du *Malaria Research and Reference Reagent Resource*

36 WHO. Guidelines for laboratory and field testing of long-lasting insecticidal nets (Principes directeurs pour les essais en laboratoire et sur le terrain des moustiquaires à imprégnation durable). World Health Organization. Geneva. 2013.

37 WHO. 2013. Guidelines for laboratory and field testing of long-lasting insecticidal nets (Principes directeurs pour les essais en laboratoire et sur le terrain des moustiquaires à imprégnation durable). World Health Organization. Geneva. 2013.

38 WHO. Manual on practical entomology in malaria (Manuel d'entomologie pratique du paludisme). World Health Organization Division of Malaria and Other Parasitic Diseases, Geneva. 1995.

Center (MR4).³³

Exemple de formulaire d'observation du comportement humain

Localité _____ District _____ Région _____

Nom du superviseur _____ Date de relevé __ / __ / ____ Numéro du logement _____

Nom du propriétaire _____ Coordonnées GPS de l'habitation : Lat _____ Long _____

Heure de l'observation	Nom de l'observateur	Emplacement de l'observateur (intérieur/extérieur)	Nombre de personnes à la FIN de l'heure de relevé :			
			Endormie		Éveillée	
			Utilisant une moustiquaire	SANS utiliser de moustiquaire	Utilisant une moustiquaire	SANS utiliser de moustiquaire
18 h 00 - 19 h 00		Intérieur				
		Extérieur				
19 h 00 - 20 h 00		Intérieur				
		Extérieur				
20 h 00 - 21 h 00		Intérieur				
		Extérieur				
21 h 00 - 22 h 00		Intérieur				
		Extérieur				
22 h 00 - 23 h 00		Intérieur				
		Extérieur				
23 h 00 - 00 h 00		Intérieur				
		Extérieur				
00 h 00 - 01 h 00		Intérieur				
		Extérieur				
01 h 00 - 02 h 00		Intérieur				
		Extérieur				
02 h 00 - 03 h 00		Intérieur				
		Extérieur				
03 h 00 - 04 h 00		Intérieur				
		Extérieur				
04 h 00 - 05 h 00		Intérieur				
		Extérieur				
05 h 00 - 06 h 00		Intérieur				
		Extérieur				

Annexe IV

Ce formulaire de collecte de données relatives aux observations du comportement humain (OCH) étudie les cycles de sommeil et d'éveil, ainsi que l'usage des MID, le cas échéant, sur une période de 12 heures. En recoupant avec le comportement des vecteurs et les données sur la résistance aux insecticides, de telles données sur le comportement humain montrent où et quand les personnes sont exposées aux piqûres de moustiques, ainsi que les éventuelles lacunes en matière de protection qui aideront à définir les outils supplémentaires requis.

Ce formulaire est souvent rempli par le superviseur au cours des captures CMH ou par les collecteurs eux-mêmes. Chaque ligne correspond à une heure de capture CMH et est remplie à la fin de chaque heure. Ce formulaire inclut les points de données *minimums* requis pour connaître quand et où les hommes sont exposés et les lacunes en matière de protection. Ainsi, ce formulaire peut varier selon les spécificités des questions du programme.

Le **dictionnaire de données** suivant développe le type de données collectées dans chaque colonne du tableau du formulaire de OCH. Les variables supplémentaires courantes sont également mentionnées ci-après.

- **Localité** : indiquer le nom de la localité de relevé.
- **District** : indiquer le nom complet du district où se situe la localité de relevé.
- **Région** : indiquer le nom complet de la région.
- **Nom du superviseur** : saisir le nom complet du superviseur.
- **Date de relevé** : la date correspondant au DÉBUT de la nuit de relevé.
- **Numéro du logement** : saisir le numéro de logement correspondant au relevé de OCH. Il s'agit généralement de la même habitation où se déroule la CMH.
- **Nom du propriétaire** : saisir le nom complet du propriétaire de l'habitation où a lieu le OCH. En cas de multiples propriétaires, en choisir un, et rester cohérent. Il s'agit généralement de la même habitation où se déroule la CMH.
- **Coordonnées GPS** : saisir les coordonnées GPS de l'habitation où se déroule la CMH. Saisir au format degrés décimaux (DD).
- **Heure de relevé** : distinguer le comportement humain heure par heure pendant la nuit de 12 heures permet d'évaluer sa variation au cours d'une seule nuit. Par conséquent, chaque ligne correspondant à une seule heure d'observation.
- **Nom de l'observateur** : saisir le nom complet de la personne effectuant et enregistrant les observa-

tions. L'observateur est généralement la personne effectuant les CMH.

- **Emplacement de l'observateur** : indiquer si les observations ont été effectuées à l'intérieur ou à l'extérieur des habitations. Il faut remarquer que « extérieur » fait souvent référence à 3 à 5 mètres autour de l'habitation où se déroule la CMH/OCH. Ces observations peuvent également se dérouler dans d'autres espaces (autre l'intérieur et l'extérieur d'une habitation).
- **Nombre de personnes à la FIN de l'heure de relevé** : à la FIN de l'heure de relevé, compter et enregistrer (à l'intérieur et à l'extérieur de l'habitation) :
 - » **Endormi** : utilisant une moustiquaire : saisir le nombre total de personnes dormant avec une moustiquaire. Ce type de données doit être collecté lorsque le programme s'intéresse à l'usage des moustiquaires au sein de la population locale. Lorsqu'elles sont superposées aux données sur le comportement des vecteurs (le statut en matière de résistance à un insecticide), le programme peut comprendre dans quelle mesure les moustiquaires protègent la population locale des piqûres de moustiques. Donc, ici, l'observateur note le nombre de personnes dormant sous une moustiquaire à la fin de chaque heure de relevé. Si les moustiquaires ne font pas partie de la stratégie nationale, elles peuvent être supprimées.
 - » **Endormi** : sans utiliser de moustiquaire. Ici, l'observateur note le nombre de personnes dormant sans la protection de la moustiquaire (hors de celle-ci).
 - » **Éveillé** : utilisant une moustiquaire. Saisir le nombre de personnes éveillées et se trouvant sous une moustiquaire (à l'intérieur de celle-ci).
 - » **Éveillé** : sans utiliser de moustiquaire. Saisir le nombre de personnes éveillées et n'utilisant pas de moustiquaire.

Selon la question posée, d'**autres variables** peuvent être collectées pendant les OCH. De telles variables contribuent à une meilleure compréhension de la couverture et l'usage des interventions de lutte antivectorielle, ainsi que la superposition du comportement des moustiques ciblés par l'intervention avec le comportement humain local.

Temps supplémentaire : si des moustiques piquent plus tôt ou plus tard que la première ou la dernière heure de relevé (dans cet exemple, 18 h 00 - 19 h 00 ou 5 h 00 - 6 h 00), ce qui peut être également observé par des taux d'agressivité supérieurs à 0 au début et à la fin des relevés, la collecte des données pour la CMH et le OCH doit être étendue afin de noter ces événements.

Annexe V

Glossaire³⁹⁻⁴³

Administration de masse de médicaments

Administration d'un traitement antipaludique à tous les membres d'une population définie ou à chaque personne vivant dans une zone géographique déterminée (hormis aux personnes pour lesquelles le médicament est contre-indiqué) à peu près au même moment et, souvent, à intervalles réguliers.

Remarque : l'administration de masse de médicaments est généralement effectuée afin de réduire radicalement le réservoir parasitaire de l'infection et de réduire ainsi la transmission dans une population.

Anthropophile

Terme qualifiant les moustiques qui ont tendance à piquer de préférence l'homme, même lorsque des hôtes animaux se trouvent à leur portée.

Remarque : terme relatif qui nécessite une quantification pour préciser dans quelle mesure les moustiques sont plutôt anthropophiles ou zoophiles ; généralement exprimé sous la forme d'indice d'anthropophilie (proportion de moustiques s'étant nourris sur l'homme par rapport au nombre total de moustiques s'étant nourris).

Appâts sucrés toxiques attrayants (ATSB)³⁹

Une forme de contrôle du moustique basé sur le principe « attirer et tuer » où une odeur de fruit ou de fleur est utilisée en tant que solution sucrée attirante pour stimuler l'alimentation, et une toxine par voie orale pour tuer les moustiques. Les solutions d'ATSB sont souvent pulvérisées sur la végétation ou suspendues dans des stations d'appât. Les ATSB ciblent les moustiques mâles et femelles se nourrissant de sucre.

Cas de confirmé

Cas de paludisme (ou infection) dans lequel le parasite a été détecté par un test de diagnostic, c'est-à-dire par microscopie, par un test de diagnostic rapide ou par un test de diagnostic moléculaire.

Dépistage des cas

Une des activités des opérations de surveillance, impliquant le dépistage passif ou actif des cas de paludisme au sein d'une communauté.

39 Müller, G.C., Beier, J.C., Traore, S.F. et al. Successful field trial of attractive toxic sugar bait (ATSB) plant-spraying methods against malaria vectors in the *Anopheles gambiae* complex in Mali, West Africa (Essai sur terrain réussi de méthodes de pulvérisation des plantes par un appât sucré toxique attirant (ATSB) contre les vecteurs du paludisme dans le complexe *Anopheles gambiae* au Mali, en Afrique occidentale). *Malar J.* 2010; 9(210).

Remarque : la détection des cas est un processus de dépistage où l'élément déclencheur est soit la présence de fièvre, soit des attributs épidémiologiques tels que des situations ou des groupes à haut risque. La détection des infections nécessite l'utilisation d'un test de diagnostic pour identifier les infections palustres asymptomatiques ainsi que pour confirmer un cas de paludisme.

Dépistage de cas, actif

Dépistage par les agents de santé des cas de paludisme au niveau de la communauté et des ménages, parfois dans des groupes de population considérés à haut risque.

Le dépistage des cas actifs peut consister en un dépistage de la fièvre suivi d'un test sur tous les patients fébriles ou en un test sur la population cible sans dépistage préalable de la fièvre.

Dépistage de masse, test et traitement

Dépistage de toute une population pour les facteurs de risque, test des individus à risque et traitement de ceux dont le résultat du test de diagnostic est positif.

Dépistage et traitement focaux

Dépistage et traitement d'un sous-ensemble d'une population ou d'un foyer en réponse à la détection d'une personne infectée.

Élimination du paludisme

Interruption de la transmission locale (réduction de l'incidence des cas de paludisme indigène à zéro) d'un parasite du paludisme spécifié dans une zone géographique déterminée, à la suite d'activités délibérées. Des mesures continues visant à empêcher une reprise de la transmission sont nécessaires.

Remarque : La certification de l'élimination du paludisme dans un pays exigera que la transmission locale soit interrompue pour tous les parasites humains du paludisme pendant une période de trois ans.

Endectocides⁴⁰

Les endectocides ont été couramment utilisés en médecine vétérinaire et de plus en plus pour la santé mondiale en raison de leur effet antiparasitaire chez l'homme contre l'onchocercose et la filariose

40 The Ivermectin Roadmappers. A roadmap for the development of ivermectin as a complementary malaria vector control tool (Une feuille de route pour le développement de l'ivermectine en tant qu'outil complémentaire de lutte antivectorielle du paludisme). *AJTMH.* 2020; 102(2s), p. 3-24.

lymphatique. Outre leur activité antiparasitaire à large spectre, certains endectocides (par ex. l'ivermectine) se sont avérés tuer les moustiques qui se nourrissent d'hommes et de bétail traités, et sont de plus en plus étudiés en tant qu'outil de lutte antivectorielle du paludisme avec un impact à grande échelle sur la santé publique.

Entomologie

L'étude scientifique des insectes.

Épidémie

Un cas ou un plus grand nombre de cas locaux que ce à quoi on pourrait s'attendre à un moment et un lieu particuliers.

Éradication du paludisme

Réduction permanente à zéro de l'incidence mondiale de l'infection causée par tous les parasites du paludisme humain à la suite d'activités délibérées. Les interventions ne sont plus nécessaires une fois que l'élimination a été obtenue.

Exempte de paludisme

Décrit une zone dans laquelle il n'y a pas de transmission locale continue du paludisme par les moustiques et où le risque de contracter le paludisme est limité à l'infection par des cas importés.

Facteur de transmission

Les facteurs qui contribuent à la transmission du paludisme, tels que les changements dans l'épidémiologie (par exemple l'augmentation des cas de paludisme), la bionomie des vecteurs (par exemple agressivité des vecteurs à l'extérieur), le climat (par exemple les précipitations qui entraînent la prolifération des habitats larvaires), les mouvements de population et les inefficacités opérationnelles (par exemple les ruptures de stocks de CTA, la couverture sous-optimale des interventions de lutte antivectorielle).

Foyer actif

Foyer avec transmission en cours.

Foyer de paludisme

Localité définie et délimitée située dans une zone actuellement ou anciennement impaludée où prévalent les conditions épidémiologiques et écologiques nécessaires à la transmission du paludisme.

Remarque : Les foyers peuvent être classés comme actifs, résiduels non actifs ou éliminés.

Foyer éliminé

Foyer sans transmission locale depuis plus de 3 ans.

Foyer résiduel non actif

Un foyer où la transmission a été interrompue récemment (il y a moins de 3 ans).

Gestion des gîtes larvaires

Gestion des habitats aquatiques (plans d'eau) qui peuvent potentiellement abriter des larves de moustiques, afin d'empêcher les stades immatures de se développer et de parvenir à maturité.

Remarque : il existe quatre types de GGL :

1. *la modification de l'habitat : une altération permanente de l'environnement, par exemple une remise en valeur des sols ;*
2. *la manipulation de l'habitat : une activité récurrente, par exemple le rinçage à haut débit des courants d'eau ;*
3. *les traitements larvicides : l'application régulière d'insecticides biologiques ou chimiques aux plans d'eau ;*
4. *la lutte biologique : l'introduction de prédateurs naturels dans les plans d'eau.*

Gestion intégrée des vecteurs

Processus rationnel de prise de décisions pour une utilisation optimale des ressources destinées à la lutte antivectorielle.

Remarque : elle vise à rendre les activités de lutte antivectorielle contre les maladies à transmission vectorielle plus efficaces, plus rentables et plus pérennes, et plus viables du point de vue écologique.

Indicateur essentiel minimum

Tout indicateur (c'est-à-dire toute mesure) jugé indispensable pour mesurer correctement le résultat d'intérêt, répondre aux questions programmatiques pertinentes et générer des données exploitables pour la prise de décisions relatives au programme, tout en prenant soigneusement en considération la capacité du programme à collecter, analyser et utiliser les données.

Lacune en matière de protection

Terme utilisé pour décrire une circonstance où un individu et/ou un ménage est potentiellement exposé à une infection palustre (c'est-à-dire une piqûre de moustique infectieuse) en raison d'un manque d'intervention efficace et/ou adéquate de protection ou de prévention en place pour réduire cette exposition aux piqûres de moustiques.

Remarque: Les lacunes en matière de protection peuvent être directement identifiées grâce à une évaluation de la manière dont les interventions interagissent avec les comportements locaux des humains et des vecteurs. Les facteurs de transmission (voir définition) peuvent également contribuer à des lacunes en matière de protection (par exemple, les pluies, les ruptures de stocks d'antipaludiques). Pour les principales interventions actuelles de lutte contre les vecteurs (moustiquaires imprégnées d'insecticide de longue durée (MID) et pulvérisation d'insecticide à effet

rémanent à l'intérieur des habitations (PID)), les lacunes en matière de protection peuvent inclure la résistance aux insecticides (réduisant l'efficacité de la protection fournie par l'insecticide des MID et de la PID) et les situations où les personnes sont à l'extérieur sans protection contre les piqûres de moustiques potentiellement infectieuses.

Lutte antiverctorielle

Mesures de toute nature contre les moustiques transmettant le paludisme, destinées à limiter leur capacité à transmettre la maladie.

Moustiquaire à imprégnation durable

Moustiquaire traitée en usine qui repousse, neutralise ou tue les moustiques qui entrent en contact avec l'insecticide incorporé ou lié autour des fibres du matériau de la moustiquaire. La moustiquaire doit conserver son activité biologique effective pendant au moins 20 lavages standards OMS dans des conditions de laboratoire et pendant 3 ans d'utilisation conforme aux recommandations dans des conditions de terrain.

Population à risque

Population vivant dans une zone géographique dans laquelle des cas de paludisme acquis localement ont été dépistés au cours des trois dernières années.

Population à haut risque

Groupes de personnes qui partagent des caractéristiques sociodémographiques, géographiques et/ou comportementales qui les exposent à un risque d'infection plus élevé, telles qu'une faible utilisation des services et interventions de santé, ou des comportements associés à une exposition accrue aux moustiques anophèles.

Prévention de la réintroduction

Prévention de la réintroduction du paludisme par l'apparition de cas introduits (cas de première génération de transmission locale avec indication épidémiologique d'un lien direct avec un cas importé connu) dans un pays ou une zone où la maladie avait été précédemment éliminée.

Remarque : la réintroduction du paludisme et la reprise de la transmission du paludisme n'ont pas la même signification.

Prévention de la reprise

Prévention de la reprise de la transmission du paludisme par l'apparition de 3 cas indigènes ou plus de paludisme de la même espèce de Plasmodium par an dans le même foyer pendant 3 années consécutives.

Pulvérisation d'insecticide à effet rémanent à l'intérieur des habitations

Procédure opérationnelle et stratégie de lutte antiverctorielle impliquant la pulvérisation des surfaces intérieures

des habitations avec un insecticide à effet rémanent pour tuer ou éloigner les moustiques qui se reposent à l'intérieur.

Réceptivité

Réceptivité d'un écosystème à la transmission du paludisme.

Remarque : pour être réceptif, un écosystème doit notamment présenter des vecteurs compétents, un climat propice et une population sensible. Lorsqu'elle est utilisée comme indicateur, la réceptivité fait référence à la classification des zones en fonction du risque de transmission.

Réintroduction du paludisme

L'apparition de cas introduits (cas de première génération de transmission locale avec indication épidémiologique d'un lien direct avec un cas importé connu) dans un pays ou une zone où la maladie avait été précédemment éliminée.

Remarque : réintroduction du paludisme et reprise de la transmission du paludisme n'ont pas la même signification (voir définition).

Reprise du paludisme

L'apparition de 3 cas indigènes ou plus de paludisme de la même espèce de Plasmodium par an dans le même foyer pendant 3 années consécutives.

Remarque : La reprise du paludisme est différent de la réintroduction de la transmission du paludisme.

Résistance aux médicaments

Dans le contexte du paludisme, la résistance aux médicaments fait référence à la réduction de l'efficacité des médicaments antipaludiques dans le traitement du paludisme.

Résistance aux insecticides

Dans le contexte du paludisme, la résistance aux insecticides fait référence aux changements chez le moustique vecteur qui augmentent sa capacité à résister ou à surmonter les effets d'un ou de plusieurs insecticides.

Risque d'importation

La fréquence de l'afflux d'individus ou de groupes infectés et/ou de moustiques anophèles infectieux (c'est-à-dire la « vulnérabilité »).

Site sentinelle

Une communauté représentative à partir de laquelle des données approfondies sont recueillies au fil du temps et l'analyse qui en résulte est utilisée pour informer les programmes et les politiques touchant une zone géographique plus large.

Stratification

Classification des zones ou localités géographiques en fonction des déterminants épidémiologiques, écologiques, sociaux et économiques de la réceptivité et de la vulnérabilité à la transmission du paludisme, afin d'orienter les interventions de lutte contre le paludisme.

Surveillance entomologique

La surveillance entomologique consiste à recueillir des données entomologiques dans l'espace et le temps. Dans le contexte du paludisme, la surveillance entomologique est essentielle pour comprendre la composition des espèces de moustiques vecteurs, la dynamique spécifique des populations et les caractéristiques comportementales qui affectent la transmission de la maladie et l'efficacité des interventions au fil du temps.

Surveillance sentinelle

Collecte et utilisation de données provenant d'un échantillon, aléatoire ou non, de sites de notification et servant d'indicateurs pour la population dans son entier, afin d'identifier précocement des cas de maladie ou d'obtenir des données qui puissent fournir des indications sur les tendances d'une maladie ou d'un événement sanitaire non spécifique au paludisme.

Tendances temporelles

Tendances dans le temps, qui peuvent être épidémiologiques, entomologiques, spatiales et météorologiques. Comprend le caractère saisonnier de la transmission (souvent lié aux précipitations, à la température, etc.).

Traitement larvicide

Application régulière d'insecticides biologiques ou chimiques sur les plans d'eau pour tuer les larves et les pupes de moustiques et empêcher l'émergence de moustiques adultes.

Remarque : Le traitement larvicide est l'un des quatre types de GGL.

Transmission résiduelle

Transmission qui se produit même avec un bon accès et une bonne utilisation des MID ou des PIH bien mises en œuvre, ainsi que dans des situations où l'utilisation de MID ou de PIH n'est pas pratique. Cette transmission est due à une combinaison de comportements humains et vectoriels, par exemple lorsque des personnes résident ou visitent des zones forestières à haut risque ou lorsque des espèces locales de moustiques vecteurs présentent un ou plusieurs comportements qui leur permettent d'éviter les interventions essentielles (par exemple, agressivité des vecteurs à l'extérieur).

Vecteur

Dans le cas du paludisme, femelles adultes de toute espèce de moustique chez qui *Plasmodium* effectue son cycle sexué (aux termes duquel le moustique est l'hôte définitif du parasite) jusqu'au stade infectieux de sporozoïte (achèvement du développement extrin-sèque), prêt pour la transmission lorsqu'un hôte vertébré est piqué. Les moustiques anophèles sont les seuls genres de moustiques incriminés à ce jour en tant que vecteurs de parasites du paludisme.

Zone de faible transmission

Les zones qui ont une incidence parasitaire annuelle de 100-250 cas pour 1 000 habitants et une prévalence de *P. falciparum*/*P. vivax* de 1-10 %.

Remarque : l'incidence des cas ou des infections est une mesure plus utile dans les unités géographiques où la prévalence est faible, étant donné la difficulté de mesurer précisément la prévalence à de faibles niveaux.

Zone de forte transmission

Caractérisée par une incidence parasitaire annuelle d'environ 450 cas ou plus pour 1 000 habitants et une prévalence parasitaire à *P. falciparum* \geq 35 %.

Zone de transmission modérée

Zones ayant une incidence parasitaire annuelle de 250 à 450 cas pour 1 000 habitants et une prévalence parasitaire à *P. falciparum*/*P. vivax* comprise entre 10 % et 35 %.

Zone de très faible transmission

Zones qui sont associées à une incidence parasitaire annuelle $<$ 100 cas pour 1 000 habitants et à une prévalence parasitaire à *P. falciparum*/*P. vivax* $>$ 0, mais $<$ 1 %.

Remarque : l'incidence des cas ou des infections est une mesure plus utile dans les unités géographiques où la prévalence est faible, étant donné la difficulté de mesurer précisément la prévalence à de faibles niveaux.

Annexe VI

Interventions complémentaires de lutte antivectorielle et recommandations de l'OMS

Outil de lutte antivectorielle	Cible le stade du cycle de vie du moustique		Cible la préférence de repas de sang		Cible le comportement d'agressivité et au repos		Preuve la plus probante ^{*,46}	Recommandation de politique générale de l'OMS (WHO Malaria Vector Control Guidelines 2019 [Lignes directrices pour la lutte contre les vecteurs du paludisme]) ^{47,48}
	Immature	Adulte	Homme	Animal	Intérieur	Extérieur		
Attirer et tuer, non basé sur le sucre							Phase II	Aucune recommandation actuelle de politique générale de l'OMS.
Appâts sucrés, ciblés et attrayants							Phase III en cours	Aucune recommandation actuelle de politique générale de l'OMS.
Tubes d'égout du toit							Phase III en cours	Aucune recommandation actuelle de politique générale de l'OMS.
Gestion environnementale							Phase III	Aucune recommandation de l'OMS jusqu'à ce que la preuve soit étudiée. Selon le WHO Guidelines for malaria vector control (2019) (Lignes directrices pour la lutte contre les vecteurs du paludisme), la gestion environnementale doit, si possible, être la stratégie principale de réduction de la disponibilité des habitats larvaires.
Vêtements imprégnés d'insecticide							Phase III	Recommandation conditionnelle de l'OMS contre le déploiement en tant qu'intervention de valeur pour la santé publique en raison des preuves peu certaines. Cependant, des vêtements imprégnés d'insecticide peuvent être profitables en guise de protection individuelle contre le paludisme dans certains groupes de population.
Hamacs imprégnés d'insecticide							Phase III	Aucune recommandation actuelle de politique générale de l'OMS.
Bétail traité aux insecticides (topique)							Phase III	Aucune recommandation actuelle de politique générale de l'OMS.
Traitement larvicide (aérien)							Phase II	Aucune recommandation actuelle de l'OMS.

 = Oui

*La preuve la plus probante est déterminée par la documentation publiée des plans d'étude suivants : Phase I – essais en laboratoire pour déterminer le mode d'action ; phase II – lutte expérimentale semi-naturelle et études sur le terrain à petite échelle ; phase III – essais mesurant l'efficacité des VCT par rapport aux résultats épidémiologiques dans des conditions optimales.

46 Williams YA, Tusting LS, Hocini S, et al. Expanding the vector control toolbox for malaria elimination: a systematic review of the evidence (Expansion de la boîte à outils de lutte antivectorielle pour l'élimination du paludisme : une étude systématique des preuves). *Adv Parasitol.* 2018;99:345-379.

47 WHO. Larval source management: a supplementary measure for malaria vector control: an operational manual (Gestion des gîtes larvaires : une mesure supplémentaire pour la lutte antivectorielle contre le paludisme : manuel de procédures pratiques). World Health Organization. Geneva. 2013.

48 WHO. Guidelines for malaria vector control (Lignes directrices pour la lutte contre les vecteurs du paludisme). World Health Organization. Geneva, 2019.

Outil de lutte antivectorielle	Cible le stade du cycle de vie du moustique		Cible la préférence de repas de sang		Cible le comportement d'agressivité et au repos		Preuve la plus probante*	Recommandation de politique générale de l'OMS (WHO Malaria Vector Control Guidelines 2019 [Lignes directrices pour la lutte contre les vecteurs du paludisme])
	Immature	Adulte	Homme	Animal	Intérieur	Extérieur		
Traitement larvicide (manuel)							Phase III	Recommandation conditionnelle de l'OMS en tant qu'intervention supplémentaire dans les régions ayant une couverture élevée, où une intervention principale a été réalisée, les habitats aquatiques sont peu nombreux, fixes et retrouvables, et l'application est à la fois réalisable et rentable.
Poisson larvivore							Phase III	Aucune recommandation actuelle de l'OMS en raison de l'insuffisance des preuves.
Endectocides de bétail (insecticides systémiques)							Phase II	Aucune recommandation actuelle de politique générale de l'OMS.
Habitation protégée des moustiques (par ex. moustiquaires)							Phase III	Aucune recommandation actuelle de politique générale de l'OMS. Directives en cours d'élaboration par le Département santé publique, déterminants sociaux et environnementaux de la santé de l'OMS.
Pulvérisation de spatiale (aérienne)							Phase II	Aucune recommandation actuelle de politique générale de l'OMS pour le paludisme.
Pulvérisation spatiale (sur camion ou moto)							Phase II	Recommandation conditionnelle de l'OMS contre le déploiement en se basant sur des preuves très incertaines.
Répulsifs spatiaux							Phase III	Aucune recommandation de l'OMS en raison des preuves très incertaines.
Répulsifs topiques							Phase III	Recommandation conditionnelle de l'OMS contre le déploiement en tant qu'intervention de valeur pour la santé publique en raison des preuves peu certaines. Cependant, les antimoustiques topiques peuvent être profitables en guise de protection individuelle contre le paludisme dans certains groupes de population.

 = Oui

*La preuve la plus probante est déterminée par la documentation publiée des plans d'étude suivants : Phase I – essais en laboratoire pour déterminer le mode d'action ; phase II – hutte expérimentale semi-naturelle et études sur le terrain à petite échelle ; phase III – essais mesurant l'efficacité des VCT par rapport aux résultats épidémiologiques dans des conditions optimales.

