

INFLUENCE DES MOUSTIQUAIRES IMPREGNEES DE DELTAMETHRINE SUR LE CYCLE D'AGRESSIVITE D'*ANOPHELES GAMBIAE* A DJOUMOUNA, CONGO

par

A. ZOULANI¹, P. CARNEVALE² & L. PENCHENIER¹

¹ Service Entomologie médicale, Centre ORSTOM/DGRST, BP 181, Brazzaville, Congo

² Unité Lutte contre le Paludisme, Division Lutte contre les Maladies Tropicales,
Organisation Mondiale de la Santé, CH-1211 Genève 27, Suisse

Résumé. — De nombreuses études, réalisées depuis une décennie en Afrique au sud du Sahara ont clairement démontré que les moustiquaires imprégnées d'insecticide pyréthroïdes pouvaient effectivement réduire la transmission du paludisme par des vecteurs comme *Anopheles gambiae*, *Anopheles funestus* etc. et, par là même, réduire la morbidité, voire la mortalité palustre.

Cependant il a été récemment évoqué la possibilité d'une modification du cycle d'agressivité de ces vecteurs sous l'influence de l'effet "excitotéropulsif" ou "déterrent" de l'insecticide imprégnant les moustiquaires placées dans les maisons.

Pour apporter quelques éléments de réponse à cette éventualité une première série d'expériences a été menée dans le village de Djoumouna (R.Congo) où la transmission du paludisme, par *Anopheles gambiae*, est intense et permanente du fait de l'implantation de bassins de pisciculture.

Au cours de cette étude préliminaire il est clairement apparu que le cycle d'agressivité de cette espèce n'avait pas été modifié par la présence des moustiquaires imprégnées de deltaméthrine (aux concentrations de 12,5 et 25 mg m.a./m²) avec un maximum de piqûres (et de transmission) toujours concentré sur la deuxième partie de la nuit dans les habitations humaines.

Ce comportement de piqûres de cette espèce participe à l'explication de l'efficacité des moustiquaires imprégnées dans la réduction du contact hôte/vecteur et donc de la transmission du paludisme, même en zone d'endémie palustre stable.

KEYWORDS : Insecticide impregnated bednets; Biting behavior; *Anopheles gambiae*; Malaria transmission; Congo.

Introduction

L'extension des souches de *Plasmodium falciparum* chimiorésistantes, ajoutée aux autres problèmes techniques, socio-administratifs et financiers de la lutte antipaludique, basée principalement sur le diagnostic et le traitement des cas, suscite un regain d'intérêt pour la lutte antivectorielle.

Dans le cadre de la stratégie globale de lutte contre le paludisme, la lutte contre les vecteurs s'inscrit parmi les mesures préventives du paludisme et se doit d'être sélective et durable (9).

Parmi les méthodes envisageables, l'accent est mis sur la protection, individuelle et familiale, conférée par l'emploi régulier et généralisé des moustiquaires, dont l'efficacité est améliorée par leur imprégnation avec un insecticide pyréthroïde (8).

De nombreux essais, réalisés aussi bien en Chine qu'en Amérique du Sud et en Afrique au sud du Sahara, ont confirmé l'efficacité de cette méthode dans la limitation du taux entomologique d'inoculation, de la réduction des parasitémiées élevées, de la morbidité et de la mortalité palustre (2, 3, 5).

Les moustiquaires imprégnées s'avèrent d'autant plus efficaces qu'elles concernent des vecteurs anophéliens piquant (ou transmettant) essentiellement au cours de la seconde partie de la nuit dans les habitations humaines comme par exemple *Anopheles gambiae* en Afrique sud saharienne (4).

Il a cependant été évoqué la possibilité d'un changement de comportement de piqûres de cette espèce qui pourrait être induit par la présence de moustiquaires imprégnées d'insecticide dans les maisons de sorte que les anophèles pourraient alors avoir une agressivité qui se manifesterait de façon plus précoce, notamment en début de nuit.

Pour tester cette éventualité nous avons réalisé une série de captures de nuit sur sujets humains, placés dans des maisons où ont été simultanément installées soit des moustiquaires « simples » soit des moustiquaires imprégnées de deltaméthrine à la dose de 25 mg m.a./m² ou de 12,5 mg m.a./m².

Nous rapportons les résultats de la première partie de l'étude réalisée à Djoumouna (Congo), village situé à une vingtaine de kilomètres de Brazzaville et où la transmission du paludisme est permanente et particulièrement intense (1).

Matériel et méthodes

Quatre maisons ont été choisies en fonction de leur représentativité et du bon vouloir des propriétaires.

Les captures ont été réalisées selon la méthode classique des captureurs, prélevant les moustiques sur leurs jambes, au moment de la piqûre des Culicidae. Ces captureurs ont été placés dans les maisons, près de la moustiquaire (simple ou imprégnée), mais à l'extérieur de celle-ci, et ils ont veillé à ne pas perturber la vie habituelle des occupants. Les séances de capture ont été organisées de 19h00 à 6h00 le lendemain, avec changement d'équipe à minuit.

Quatre moustiquaires ont été employées, deux « normales » et deux imprégnées à la deltaméthrine (K.Othrine®), l'une à 25 mg m.a./m² et l'autre à la deltaméthrine à 12,5 mg m.a./m².

Pour limiter les phénomènes bien connus d'« effet maison » et « effet captureur », un système de permutation classique de moustiquaires et de captureurs a été instauré à chaque séance, dans chaque maison (tableau 1).

TABLEAU 1
Méthodologies des captures d'*Anopheles gambiae* à Djoumouna

| maison Séance | M1 | M2 | M3 | M4 |
|------------------|--------|--------|--------|--------|
| S1 | MI25 | MS | MS | MI12,5 |
| S2 | MS | MI12,5 | MS | MI25 |
| S3 | MI12,5 | MS | MS25 | MS |
| S4 | MS | MI25 | MI12,5 | MS |

MS = moustiquaire simple

MI12,5 = moustiquaire imprégnée de deltaméthrine à 12,5 mg m.a./m²

MI25 = moustiquaire imprégnée de deltaméthrine à 25 mg m.a./m²

Les moustiques capturés ont été dénombrés et identifiés par lots horaires pour comparer les rythmes d'agressivité selon la présence ou non d'insecticide sur les moustiquaires.

Dans le présent article nous rapportons les informations concernant *Anopheles gambiae* uniquement.

Résultats

1. Influence de la présence de moustiquaires imprégnées sur le taux de piqûres

1067 femelles d'*An. gambiae* ont été prélevées au cours des quatre séances de captures de nuit réalisées en juin 1993.

695 ont été prises au moment de leur piqûre dans les maisons pourvues d'une moustiquaire normale; 186 dans les maisons pourvues d'une moustiquaire imprégnée à la concentration de 25 mg m.a./m² et 186 dans les maisons pourvues d'une moustiquaire imprégnée à la concentration de 12,5 mg m.a./m² (tableau 2).

TABLEAU 2
Effectifs horaires d'*Anopheles gambiae* capturés dans les maisons de Djoumouna pourvues de moustiquaires simples (MS) ou imprégnées de deltaméthrine à 12,5 mg m.a./m² (MI12,5) ou 25 mg m.a./m² (MI25)

| heures | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | Total |
|---------------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|-------|
| moustiquaires | | | | | | | | | | | | | |
| MS (2x) | | 5 | 31 | 70 | 81 | 83 | 87 | 80 | 106 | 91 | 56 | 5 | 695 |
| MI12,5 (1) | | 1 | 5 | 16 | 20 | 27 | 24 | 23 | 35 | 22 | 13 | 0 | 186 |
| MI25 (1) | | 0 | 7 | 15 | 24 | 21 | 23 | 25 | 26 | 31 | 13 | 1 | 186 |
| Total (4x) | | 6 | 43 | 101 | 125 | 131 | 134 | 128 | 167 | 144 | 82 | 5 | 1.067 |

Ainsi la seule présence (même temporaire) d'une moustiquaire imprégnée a réduit de 46,5 % le taux de piqûres d'*An. gambiae* ainsi estimé à l'intérieur des maisons.

Ce résultat est quelque peu inférieur à ceux obtenus précédemment aussi bien dans le même biotope (Bitsindou et Samba, 1992; obs. non publiée) que dans d'autres biotopes d'Afrique subsahariens (2). Ceci s'explique par le fait que cette expérience est menée à échelle réduite pour étudier le comportement du vecteur et ne relève pas d'une réelle opération de lutte à l'échelle d'un village.

2. Influence des moustiquaires imprégnées sur le cycle d'agressivité

Le recueil des effectifs horaires permet d'établir les cycles d'agressivité des femelles d'*An. gambiae* en présence de moustiquaires simples ou imprégnées à 12,5 mg/m² ou à 25 mg/m² (tableau 2).

On remarque que dans les conditions naturelles de l'expérimentation les concentrations d'insecticide utilisées sur les moustiquaires, bien que variant du simple au double, n'ont pas eu d'influence notable sur les rythmes de piqûres (fig. 1).

Dans ces conditions les effectifs horaires de ces deux échantillons peuvent être sommés, et la comparaison des cycles d'agressivité d'*An. gambiae* en présence de moustiquaires, simples ou imprégnées de deltaméthrine, montre que les cycles sont tout à fait comparables (fig. 2) avec, dans les deux cas :

- une augmentation rapide entre 19h00 et 22h00;
- un plateau entre 22h00 et 2h00;
- une poussée nette entre 2h00 et 4h00;
- une chute rapide après 4h00.

Il n'y a donc pas eu de décalage du rythme de piqûres avec un pic d'agressivité plus précoce dans les maisons pourvues de moustiquaires imprégnées comme il l'avait été envisagé.

3. Effet protecteur des moustiquaires imprégnées contre *An. gambiae*

L'analyse du tableau des effectifs horaires prélevés dans les maisons en présence ou absence des moustiquaires imprégnées (tableau 2) montre que 77,7 % des piqûres sont concentrées entre 22h00 et 4h00 du matin.

Ces heures de piqûres maximales d'*An. gambiae* correspondent au comportement général des populations humaines dans ce village, les adultes vaquent à leurs activités sociales une partie de la soirée à l'extérieur des maisons et entrent se coucher vers 21h00-22h00 tandis que les enfants entrent plus tôt.

Ainsi, en étant régulièrement protégés par des moustiquaires imprégnées entre 22h00 et 4h00, il est possible d'éviter pratiquement 80 % des piqûres qu'inflige quotidiennement *An. gambiae* aux habitants de ce village.

De plus la dissection de 853 femelles a révélé la présence de 6 spécimens avec des sporozoïtes dans les glandes salivaires avec une répartition horaire intéressante à souligner :

- 1 spécimen dans la tranche horaire minuit-1 heure;
- 3 spécimens dans la tranche horaire 1-2 heures;
- 1 spécimen dans la tranche horaire 2-3 heures;
- 1 spécimen dans la tranche horaire 4-5 heures.

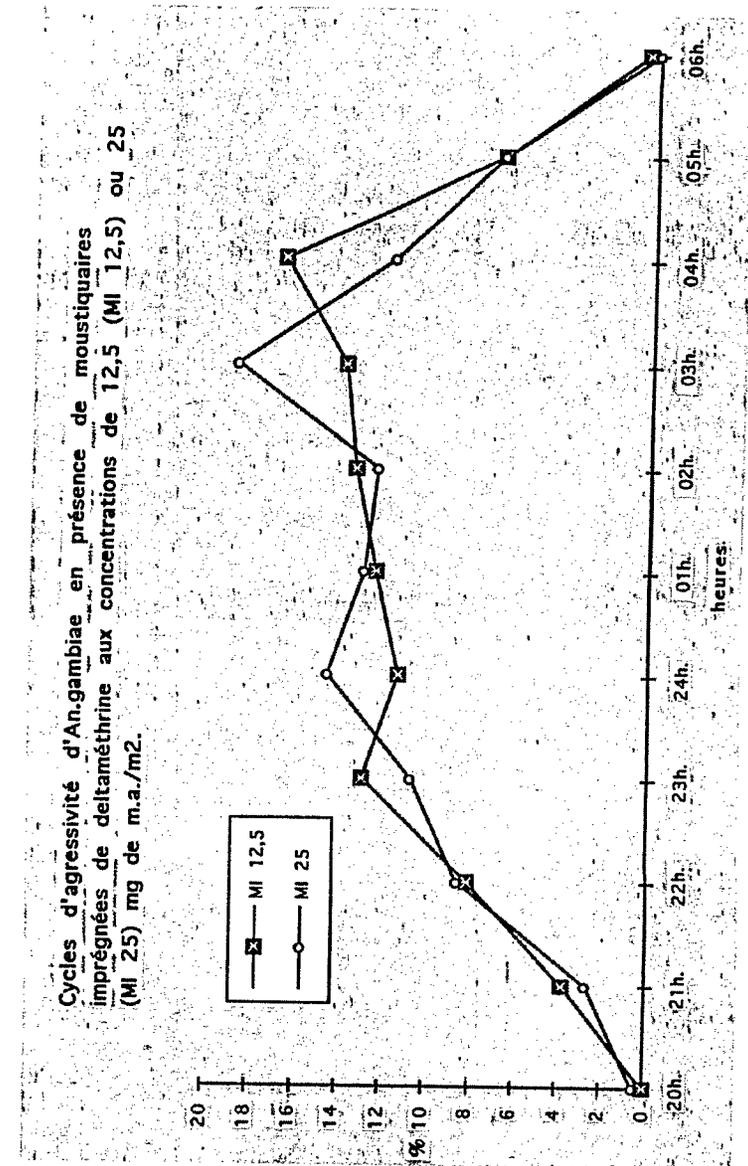


Figure 1

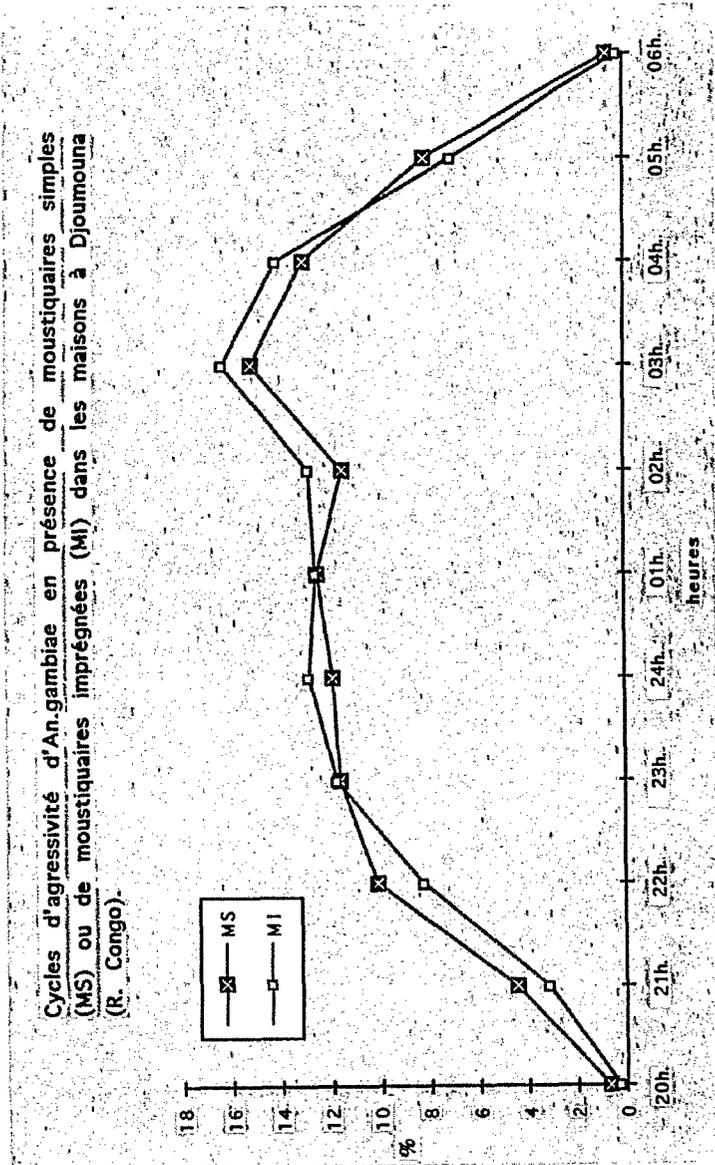


Figure 2

Ainsi, c'est bien après minuit qu'ont été capturées toutes les femelles d'*Anopheles gambiae* présentant des sporozoïtes dans les glandes salivaires au cours de cette étude.

Discussion

L'étude de la biologie d'un vecteur dans une région et à une époque considérée permet d'élaborer des méthodes de lutte efficaces, car adaptées au comportement de l'espèce anophélienne en cause.

Dans le village de Djoumouna *An. gambiae* est à l'origine d'une transmission permanente et d'un taux d'inoculation particulièrement élevé, estimé à quelques 1.000 piqûres infectées par homme et par an (1).

Ceci est dû à la conjonction de plusieurs éléments entomologiques, notamment la présence de gîtes larvaires, nombreux et toujours productifs, liés aux activités piscicoles, propices au développement d'*An. gambiae*, un vecteur très anthropophile et avec une grande longévité dans ce biotope.

Une prévention contre la nuisance culicidienne et la transmission du paludisme par le développement d'un système de protection contre les piqûres anophéliennes est donc indispensable. Le fait que les moustiquaires simples soient d'ores et déjà largement employées par les habitants de Djoumouna (Bitsindou, communication personnelle) permet d'envisager une action de lutte basée sur l'emploi généralisé des moustiquaires imprégnées, en commençant par imprégner les moustiquaires des gens comme cela a été fait dans la zone rizicole de la Vallée du Kou (Burkina Faso) (6).

Toutefois il a été évoqué la possibilité d'une modification du comportement de piqûres d'*An. gambiae* qui pourrait être induite par la présence d'une moustiquaire imprégnée d'un insecticide pyréthriinoïde dans la maison de telle sorte que l'agressivité du vecteur serait alors plus précoce d'où une transmission toujours élevée.

Une étude ponctuelle, faite dans ce village pour confirmer, ou infirmer, cette éventualité a montré que la présence de moustiquaires imprégnées de deltaméthrine (à 25 et 12,5 mg m.a./m²) n'a pas modifié le rythme d'agressivité d'*An. gambiae* avec toujours quelque 80 % des piqûres concentrées entre 22h00/23h00 et 4h00/5h00, dans ce site et à cette période de l'année. Ceci est d'autant plus intéressant à souligner que les six spécimens trouvés porteurs de sporozoïtes dans les glandes salivaires au moment de la piqûre ont tous été capturés après minuit.

Cette première étude, pour limitée qu'elle soit spatialement et temporairement, procure une information encourageante pour la promotion de la méthode de protection, individuelle et familiale, proposée. Elle montre en effet que les moustiquaires imprégnées peuvent permettre d'éviter une grande proportion des piqûres infectées généralement infligées par *An. gambiae* au cours de la seconde partie de la nuit. Ce résultat rejoint tout à fait les observations de Snow *et al.* (7) en Gambie et justifie l'emploi généralisé de cette méthode, qui apparaît pertinente pour la prévention du paludisme même en zone de forte transmission permanente.

Influence of deltamethrin impregnated bednets on the biting behaviour of *Anopheles gambiae*.

Summary. — Several studies recently done in Africa south of the Sahara have clearly demonstrated that pyrethroid impregnated bednets should actually reduce malaria inoculation rate due to *Anopheles gambiae* and therefore high *Plasmodium falciparum* parasitaemia and malaria morbidity, even mortality. Nevertheless some concerns were recently raised on an eventual shift in the usual behavior of this species induced by the presence inside the house of bednets treated with pyrethroid insecticide known to have a deterrent or excito-repellent effect, and which could therefore lead to a biting behavior earlier than usual. The current limited study, done in Djoumouna, a place well known for the very high density of *An. gambiae*, has shown that the temporary presence inside a house of a bednet impregnated with deltamethrin (12,5 or 25 mg a.i./m²) has not induced any shift in the biting cycle of this species, but it actually reduced by some 50% its biting rate noticed on human beings. It is worth underlining that all sporozoite infected specimens were actually caught after midnight. This biting behavior of *An. gambiae* could explain why impregnated bednets are so efficient in reducing man-vector contact and malaria transmission.

Invloed van met deltamethrine geïmpregneerde klamboes op de agressiviteitscyclus van *Anopheles gambiae* in Djoumouna, Congo.

Samenvatting. — Tijdens het laatste decennium werden talrijke studies uitgevoerd in Afrika ten zuiden van de Sahara om de bescherming tegen malaria na te gaan van klamboes geïmpregneerd met pyrethroiden. Deze studies hebben duidelijk aangetoond dat geïmpregneerde klamboes de overdracht van malaria door *An. gambiae*, *An. funestus*, etc. kunnen doen verminderen en hierdoor de morbiditeit en de mortaliteit te wijten aan malaria reduceren.

De mogelijkheid voor het optreden van een gedragswijziging bij de vectoren werd evenwel aangehaald. De agressiviteitscyclus van de vectoren onder invloed van het excito-repellent of deterrent effect van de insecticiden gebruikt bij impregnatie van klamboes zou gewijzigd kunnen worden.

Om deze mogelijkheid na te gaan werd een eerste reeks experimenten ondernomen in het dorpje van Djoumouna (Congo) waar de overdracht door *An. gambiae* zeer intens en aanhoudend is omwille van de aanwezigheid van visvijvers.

Tijdens deze preliminaire studie bleek duidelijk dat de agressiviteitscyclus van deze soort ongewijzigd bleef in de aanwezigheid van klamboes geïmpregneerd met deltamethrine (concentraties van 12,5 en 25 mg/m²). De piekuren bij het steken in de woningen waren altijd tijdens de tweede helft van de nacht. Het gedrag bij het steken van deze soort verklaart onder meer de doeltreffendheid van geïmpregneerde klamboes bij het verminderen van het contact mens/vector en dus ook de overdracht van malaria, zelfs in gebieden met stabiele malaria.

Reçu pour publication le 24 décembre 1993.

REFERENCES

1. Carnevalé P, Bosseno MF, Zoulani A, Michel R, Molez JF : La dynamique de la transmission du paludisme humain en zone de savane herbeuse et de forêt dégradée des environs nord et sud de Brazzaville, R.P. Congo. Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol., 1985, **23**, 95-115.
2. Carnevale P, Robert V, Snow R, Curtis C, Richard A, Boudin C, Pazart LH, Halna JM, Mouchet J : L'impact des moustiquaires imprégnées sur la prévalence et la morbidité liée au paludisme en Afrique subsaharienne. Ann. Soc. Belg. Méd. Trop., 1991, **71** (Suppl.1) : 127-150.
3. Curtis C : Appropriate Methods of Vector Control. Boca Raton : CRC Press, 1990.
4. Gillies MT, De Meillon B : The Anophelinae of Africa South of the Sahara (Ethiopian zoogeographical region). Sth. Afr. Inst. Med. Res., 1968.

5. Greenwood BM, Baker R : A Malaria Control Trial using Insecticide Treated Bed Nets and Targeted Chemoprophylaxis in a Rural Area of The Gambia, West Africa. Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg., 1993, **87** (Suppl. 2), 60 p.
6. Robert V, Carnevale P : Influence of deltamethrin treatment of bed nets on malaria transmission in the Kou Valley, Burkina Faso. Bull. Wld. Hlth. Org., 1991, **69**, 735-740.
7. Snow RW, Rowan KM, Lindsay SW, Greenwood BM : A Trial of bed nets (mosquito nets) as a malaria control strategy in a rural area of The Gambia, West Africa. Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg., 1993, **82**, 212-215.
8. WHO : The use of impregnated bednets and other materials for vector borne disease control. (WHO/VBC/89.981, 1989).
9. WHO : Global malaria control. Bull. Wld. Hlth. Org., 1993, **71**, 281-284.