

# INFLUENCE DES MOUSTIQUAIRES TROUÉES IMPRÉGNÉES DE DELTAMETHRINE SUR LE CONTACT HOMME-MOUSTIQUE ET SUR LA MORTALITÉ DES MOUSTIQUES

VINCENT ROBERT (1), LOUTI DIOMANDE (2), PIERRE CARNEVALE (1)

Cette recherche a bénéficié d'une aide financière du programme spécial de recherche et de formation pour les maladies tropicales PNUD/Banque Mondiale/OMS et du programme de lutte contre l'onchocercose (O.C.P.).

- (1) Antenne ORSTOM du Centre Muraz, BP 171, Bobo-Dioulasso, *Burkina Faso*.  
Adresse : OCEAC, BP 288, Yaoundé, Cameroun.
- (2) Centre Universitaire de Formation en Entomologie Médicale et Vétérinaire, B.P. 2597 Bouaké 01, Côte d'Ivoire.

## RÉSUMÉ

L'imprégnation de moustiquaires trouées à 25 mg/m<sup>2</sup> de deltaméthrine réduit de 32 % les contacts entre un homme placé sous cette moustiquaire et les moustiques agressifs. Cette réduction est due uniquement à l'effet insecticide de la deltaméthrine. Un tiers des moustiques capturés dans la moustiquaire meurent dans les heures suivantes. La mortalité corrigée totale des moustiques est de 62 %.

L'imprégnation à 50 mg/m<sup>2</sup> réduit de 44 % les contacts entre l'homme et les moustiques. Cette réduction est due pour moitié à l'effet insecticide et pour moitié à l'effet répulsif de la deltaméthrine. Un huitième des moustiques capturés dans la moustiquaire meurent dans les heures suivantes. La mortalité corrigée totale des moustiques est de 41 %.

Lorsque la moustiquaire, imprégnée à la même dose de 50 mg/m<sup>2</sup>, est laissée en permanence dans la chambre de capture, le contact homme-moustiques diminue de 56 %. Cette réduction est due pour un tiers à l'effet insecticide et pour deux tiers à l'effet répulsif de la deltaméthrine dans l'ensemble moustiquaire-chambre. Les moustiques capturés sur homme dans la moustiquaire ne subissent pas de mortalité particulière dans les heures suivantes. La mortalité corrigée totale des moustiques est immédiate et est de 23 %.

Ces résultats mettent en évidence l'opposition entre l'effet répulsif à forte dose et l'effet insecticide à faible dose de la deltaméthrine. Pour une utilisation collective des moustiquaires imprégnées comme moyen de lutte antivectorielle privilégiant l'effet insecticide, les dosages à trop forte concentration doivent être évités.

**Mots-Clés :** Moustiquaire imprégnée - Deltaméthrine - Insecticide - Répulsif.

## SUMMARY

### **Influence of holed nets impregnated with deltamethrin on the man-mosquito contact and on the mosquito mortality**

To study the insecticidal and repellent effects of deltamethrin on mosquitoes vectors of malaria, an experimentation is carried out in a rice field village where *Anopheles gambiae* s.s. density is high. Mosquito nets used are holed ; 80 holes by net represent 2 % of its total surface.

The impregnation of holed nets with 25 mg of deltamethrin per square meter decreases by 32 % the contacts between a man under this bed net and the aggressive mosquitoes. This decrease is due only to the insecticidal effect of deltamethrin. A third of the mosquitoes captured in the net die in the following hours. The total corrected mortality of mosquitoes amounts to 62 %.

The impregnation with 50 mg/m<sup>2</sup> of deltamethrin decreases by 44 % the contacts between man and mosquitoes. This decrease is due half to the insecticidal effect and half to the repellent effect of deltamethrin. 1/8 of the captured mosquitoes in the net die in the following hours. The total corrected mortality of mosquitoes amounts to 41 %.

When the net impregnated with 50 mg/m<sup>2</sup> of deltamethrin is left permanently in the capturing room, the man-mosquito contact decreases by 56 %. This decrease is due for one third to the insecticidal effect and for two thirds to the repellent effect of deltamethrin in the whole net-room. Mosquitoes captured on man in the net are not subjected to any specific mortality in the following hours. The total corrected mortality of mosquitoes is immediate and amounts to 23 %.

These results reveal the opposition between the repellent effect with a high dose of deltamethrin and the insecticidal effect with a low dose of deltamethrin. These effects are observed in various proportions among the different species of mosquitoes ; *A. gambiae*, regarding the others species, is more susceptible to insecticide effect than repellent effect.

An individual use of impregnated net will be the most efficient with a high concentration of deltamethrin. But too high concentration must be avoided in the perspective of a collective use, so the community can have the benefit of a major weapon for vector control by emphasizing the insecticidal effect ; in this view 25 mg/m<sup>2</sup> seems to be the optimal concentration.

**Key Words :** Impregnated net - Deltamethrin - Insecticide - Repellent.

## 1. Introduction

Les moustiquaires constituent une protection efficace contre les nuisances occasionnées par les insectes nocturnes agressifs pour l'homme et contre les piqûres infectantes de nombreux vecteurs de paludisme, filariose de Bancroft et arboviroses. Mais les moustiquaires, en particulier en Afrique, sont souvent soit en mauvais état soit mal utilisées. Des recherches récentes portant sur l'imprégnation de moustiquaires trouées avec un insecticide de la classe des pyrèthriinoïdes montrent qu'une barrière chimique pallie partiellement une barrière physique déficiente (Darriet *et al.*, 1984). Le but de la présente étude est de chiffrer la réduction du nombre de piqûres de moustiques pour un homme qui utilise une moustiquaire trouée et imprégnée de deltaméthrine. D'autre part, sans vouloir mesurer précisément la mortalité culicidienne, on s'est intéressé, en fonction de la dose d'insecticide, aux variations concomitantes de la mortalité des populations de moustiques d'une part et d'un éventuel effet répulsif de l'insecticide pour les moustiques d'autre part.

Cette étude s'est déroulée entre février et mai 1987 dans le village VK4, au centre de la rizière de la Vallée du Kou, à 30 km au nord de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. Ce village rizicole présente presque toute l'année une densité culicidienne considérable, due en particulier à *Anopheles gambiae* (Robert *et al.*, 1985).

## 2. Matériel et méthode

La deltaméthrine a été utilisée en concentré émulsifiable à 25 g/l (K-Othrine<sup>R</sup>) à dose calculée d'après la surface de la moustiquaire. Les moustiquaires ont été imprégnées une seule fois. La dose d'insecticide a été diluée dans la quantité d'eau que peut absorber la moustiquaire. Cette dilution a été placée dans une bassine où la moustiquaire a été trempée. Le séchage a été effectué à plat pour éviter tout écoulement éventuel d'insecticide.

Les moustiquaires étaient de forme cubique et de 1,5 m d'arête. Les quatre faces verticales étaient en tulle moustiquaire synthétique dans les 1,3 m supérieurs et en percale coton dans les 0,2 m inférieurs. La face supérieure était en percale coton. Dans le percale du toit et dans le tulle, 80 trous carrés de 55 mm de côté ont été effectués, représentant 2 % de la surface totale. Chaque moustiquaire mesurait alors 11 m<sup>2</sup>.

La méthode d'estimation de l'effet de la deltaméthrine a été basée sur la capture de moustiques agressifs pour l'homme à l'intérieur des maisons. Quatre chambres à coucher, habituellement utilisées par des villageois, ont servi pendant toute l'étude. Ces chambres appartenaient à des maisons différentes, étaient comparables entre elles et localisées dans le même quartier

du village, à même distance des casiers à riz. Un homme était assis dans une de ces chambres, sous une moustiquaire trouée et capturait individuellement dans de petits tubes en verre les moustiques qui se posaient sur ses jambes ou ses pieds dénudés. Une séance de capture durait de 20 h à 06 h avec deux équipes de captureurs, l'une de 20 h à 24 h, l'autre de 00 h à 06 h. Chaque équipe était composée de quatre captureurs ; deux capturaient sous deux moustiquaires témoins et deux sous moustiquaires imprégnées. Les mêmes huit captureurs ont servi pendant toute l'étude en changeant systématiquement d'équipes et de situations, capturant alternativement sous moustiquaire témoin ou imprégnée. A la fin de chaque capture, les moustiques étaient aussitôt amenés au laboratoire où étaient notées l'espèce et la survie ; les anophèles survivants étaient disséqués pour la détermination du taux de parturité.

En plus, un drap blanc carré de 3,5 m de côté était placé sur le sol sous la moustiquaire trouée et débordait largement à l'extérieur de cette dernière. La récolte des moustiques morts sur le drap a été faite toute les heures, soit dix fois par capture.

Trois expériences indépendantes ont été réalisées :

- Expérience I : deux moustiquaires imprégnées à 25 mg/m<sup>2</sup> de tissu ont été placées dans les chambres uniquement pendant la durée de 10 captures et étaient déplacées à chaque capture.
- Expérience II : deux moustiquaires imprégnées à 50 mg/m<sup>2</sup> ont également été placées dans les chambres pendant 5 captures ; elles ont aussi changé de chambres à chaque capture.
- Expérience III : deux moustiquaires imprégnées à 50 mg/m<sup>2</sup> ont été laissées en permanence dans deux chambres pendant 25 jours, période durant laquelle on a effectué 9 captures.

La méthodologie de l'évaluation a été basée sur la comparaison de la situation avec deux moustiquaires imprégnées par rapport à la situation avec deux moustiquaires témoins.

Trois mesures ont été retenues :

- les moustiques (ma) capturés vivants sur sujets humains
- les moustiques (d) récoltés morts sur les draps
- les moustiques (q) qui mourraient dans les heures suivant la capture après avoir été capturés vivants sur sujets humains.

La densité culicidienne a été estimée par ma. L'effet répulsif a été estimé par la réduction du total ma + d. La mortalité immédiate a été estimée par la proportion d/(ma + d). La mortalité différée a été estimée par la proportion q/ma ; la mortalité différée corrigée a été calculée avec la formule d'Abbott. La mortalité générale a été estimée par la proportion (d + q)/(ma + d) ; la mortalité générale corrigée a été calculée avec la formule d'Abbott.

### 3. Résultats

Vingt-quatre séances de capture soit 96 hommes-nuits ont permis la capture de 9 232 moustiques vivants sur sujets humains sous moustiquaires et la récolte de 1 660 autres, morts sur draps ; au total 10 872 moustiques ont donc été pris en compte pour l'analyse. *Anopheles gambiae* représente 56 % des captures et 71 % des récoltes. *A. pharoensis* représente respectivement 23 % et 11 %, numériquement il constitue la seconde espèce. Les autres espèces représentant chacune de 5 % à 1 % des captures sont par ordre décroissant *Mansonia uniformis*, *A. coustani*, *M. africana*, *Culex univittatus* et *C. quinquefasciatus*.

#### Effet sur la densité culicidienne agressive pour l'homme

Toutes espèces culicidiennes confondues, la réduction de la densité culicidienne agressive, pour les expériences I, II et III, est respectivement de 32 %, 44 % et 56 % (tabl. 1). Cette réduction varie selon les espèces culicidiennes.

Les densités agressives d'*A. gambiae* dans les expériences I, II et III diminuent respectivement de 25 %, 27 % et 42 %. Celles d'*A. pharoensis* dans les expériences I et III diminuent respectivement de 46 % et 52 %. Celle d'*A. coustani* dans l'expérience III diminue de 59 %.

Les densités agressives de *M. africana* et de *M. uniformis* dans l'expérience I et la moyenne des expériences II et III diminuent chacune respectivement de 54 % et 69 %.

Les densités agressives de *C. univittatus* pour les expériences II et III diminuent de 60 % et 75 %. Celles de *C. quinquefasciatus* dans les trois expériences diminuent de 75 %.

Pour *A. gambiae*, les taux de parturité et les proportions de femelles gravides sont semblables dans les situations avec moustiquaires imprégnées et avec moustiquaires témoins.

#### Effet répulsif de la deltaméthrine

Toutes espèces culicidiennes confondues, l'effet répulsif pour les expériences I, II et III est respectivement de 0 %, 22 % et 41 % (tabl. 1). Cette réduction varie selon les espèces.

L'effet répulsif sur *A. gambiae* est de 29 % dans l'expérience III et est légèrement supérieur au témoin dans les expériences I et II. Sur *A. pharoensis* dans les expériences I, II et III, il est respectivement de 36 %, 26 % et 42 %. Sur *A. coustani* dans l'expérience III, il est de 17 %.

L'effet répulsif sur *M. africana* dans les expériences I, II et III est respectivement de 35 %, 68 % et 55 % et celui de *M. uniformis* de 35 %, 54 % et 14 %.

L'effet répulsif sur *C. univittatus* pour les expériences II et III est respectivement de 40 % et 67 %. Celui sur *C. quinquefasciatus* pour l'expérience I et pour la moyenne des expériences II et III est de 66 % dans les deux situations.

### Effet sur la mortalité immédiate

Toutes espèces culicidiennes confondues, la mortalité immédiate dans la moyenne des trois situations témoins est de 1,02 %. Par différence, les mortalités immédiates dans les expériences I, II et III sont respectivement 33 %, 28 % et 26 % (tabl. 1) et varient en fonction des espèces.

Les mortalités immédiates d'*A. gambiae* dans les expériences I, II et III sont respectivement 35 %, 30 % et 19 %. Celles d'*A. pharoensis* pour chacune des trois expériences sont 16 %. Celle d'*A. coustani* pour l'expérience III est 51 %.

Les mortalités immédiates de *M. africana* dans les expériences I et III sont respectivement 29 % et 11 %. Celles de *M. uniformis* pour les expériences I, II et III sont respectivement 30 %, 62 % et 47 %.

Les mortalités immédiates de *C. univittatus* pour les expériences II et III sont respectivement 34 % et 25 %. Celle de *C. quinquefasciatus* pour l'expérience I est 27 %.

### Effet sur la mortalité différée

Toutes espèces culicidiennes confondues, la mortalité différée dans la moyenne des situations témoins est 35 % ; pour *A. gambiae* elle est 28 %. Les mortalités différées corrigées pour les expériences I, II et III sont respectivement 42 %, 19 % et 0 % (tabl. 1) et varient en fonction des différentes espèces.

Les mortalités différées corrigées d'*A. gambiae* pour les expériences I, II et III sont respectivement 46 %, 16 % et 5 %. Celles d'*A. pharoensis* pour les expériences I et II sont respectivement 16 % et 29 %. Pour l'expérience III, celles d'*A. pharoensis* et d'*A. coustani* sont légèrement supérieures dans la situation témoin.

Les mortalités différées corrigées de *M. africana* pour les expériences I et III sont respectivement 1 % et 27 %. Celles de *M. uniformis* pour les mêmes expériences sont respectivement 14 % et 10 %.

Les mortalités différées corrigées de *C. univittatus* pour les expériences II et III sont respectivement 11 % et 0 %. Celle de *C. quinquefasciatus* pour l'expérience I est 0 %.

### Effet sur la mortalité générale

Toutes espèces culicidiennes confondues, la moyenne de la mortalité générale dans les situations témoins est 36 % ; pour *A. gambiae* elle est 29 %. Les mortalités générales corrigées pour les expériences I, II et III sont respectivement 62 %, 41 % et 23 % (tabl. 1) et varient en fonction des espèces.

Les mortalités générales corrigées d'*A. gambiae* pour les expériences I, II et III sont respectivement 65 %, 41 % et 23 %. Celles d'*A. pharoensis* sont respectivement 18 %, 41 % et 8 %. Celle d'*A. coustani* pour l'expérience III est 37 %.

Les mortalités générales corrigées de *M. africana* pour les expériences I, II et III sont respectivement 30 %, 25 % et 36 %. Celles de *M. uniformis* sont respectivement 40 %, 63 % et 53 %.

Les mortalités générales corrigées de *C. univittatus* pour les expériences II et III sont respectivement 41 % et 26 %. Celle de *C. quinquefasciatus* pour l'expérience I est 29 %.

## 4. Discussion

Dans l'expérience I, avec 25 mg de deltaméthrine/m<sup>2</sup> de moustiquaire, aucune répulsivité n'est observée ; la densité culicidienne agressive, la mortalité immédiate et la mortalité différée sont maximales. Dans l'expérience II, avec 50 mg/m<sup>2</sup> la répulsivité est notable ; la densité agressive, la mortalité immédiate et surtout la mortalité différée diminuent. Dans l'expérience III, avec aussi 50 mg/m<sup>2</sup> et le maintien en place dans la chambre de capture des moustiquaires imprégnées, la répulsivité est maximale ; la densité agressive est minimale ; la mortalité immédiate persiste avec une légère réduction, la mortalité différée est nulle. Ces résultats mettent en évidence l'opposition entre l'effet répulsif maximum à forte dose et l'effet insecticide maximum à dose moyenne ; ils vont dans le même sens que la mise en évidence de l'effet répulsif de la perméthrine sur des abeilles (Rieth et Levin, 1988).

Les effets insecticide et répulsif s'expriment de façon variable chez les différentes espèces culicidiennes ; *A. gambiae*, par rapport à la moyenne des espèces, manifeste une plus grande sensibilité à l'effet insecticide et une moindre à l'effet répulsif. Le classement des genres de moustiques par ordre croissant de la mortalité différée est : *Culex*, *Mansonia* et *Anopheles*, soit l'ordre inverse de celui de l'effet répulsif. On remarquera l'importante réduction de 75 % du contact homme-*Culex quinquefasciatus* due à l'imprégnation de la moustiquaire trouée ; cet effet intéressera particulièrement le contrôle des nuisances en zone urbaine.

La densité culicidienne agressive pour l'homme est sous la dépendance à la fois de l'effet répulsif et de la mortalité immédiate due à l'insecticide. Elle est minimale dans l'expérience III bénéficiant davantage d'une forte augmentation de la répulsivité qui s'oppose à une plus faible réduction de la mortalité.

La mortalité culicidienne totale résulte de la somme entre la mortalité immédiate au voisinage des moustiquaires imprégnées et la mortalité différée dans les heures qui suivent la capture des moustiques. A cet égard les estimations de la mortalité immédiate et de la mortalité différée sont certainement sous-estimées au moins de moitié par la méthode. En effet les moustiques sont capturés alors qu'ils ont traversé la moustiquaire trouée dans le sens de l'entrée et il est probable que le risque pour eux de prendre une dose mortelle d'insecticide est encore supérieur dans le sens de la sortie de la moustiquaire, car un moustique gorgé a davantage tendance à se poser.

Les moustiquaires imprégnées utilisées dans une optique de protection individuelle doivent procurer une réduction maximale des contacts avec les moustiques agressifs ; l'imprégnation avec une forte dose de deltaméthrine servira ce but. Par contre une utilisation dans une optique d'un moyen collectif de lutte contre le paludisme doit avant tout entraîner une mortalité anophélienne maximale ; pour ce faire on prendra garde d'éviter les sur-doses d'insecticide. Les récentes utilisations à 25 mg/m<sup>2</sup> en Chine (Li Zuzi *et al.*, 1987) et au Burkina Faso (Carnevale *et al.*, 1988) constituent aux vues de nos observations un maximum à ne pas dépasser. L'observation d'un effet comparable avec un traitement à 15 mg/m<sup>2</sup> et à 25 mg/m<sup>2</sup> (Li Zuzi, 1987) constitue à cet égard un argument supplémentaire.

**Remerciements :** Les auteurs sont redevables de la parfaite assistance technique de Ouedraogo Vincent et de Sanou Mamourou. Ils remercient Jean Mouchet pour le soin qu'il a apporté à la correction du manuscrit et remercient aussi Roussel Uclaf pour leur avoir gracieusement procuré l'insecticide.

## BIBLIOGRAPHIE

- CARNEVALE P., ROBERT V., BOUDIN C., HALNA J.M., PAZART L., GAZIN P., RICHARD A. et MOUCHET J., 1988 – La lutte contre le paludisme par les moustiquaires imprégnées de pyréthriinoïdes au Burkina Faso. *Bull. Soc. Patho. exo.*, **81** : 832-846.
- DARRIET F., ROBERT V., THO VIEN N. et CARNEVALE P., 1984 – Evaluation de l'efficacité sur les vecteurs de paludisme de la perméthrine en imprégnation sur des moustiquaires intactes et trouées. WHO/VBC / 84.899 ou WHO/MAL / 84.1009.

- LI ZUZI, 1987 – Practical evaluation of deltamethrin treated mosquito nets against *Anopheles sinensis* populations and malaria prevention. Quatrième congrès pour la protection de la santé humaine et des cultures en milieu tropical, Marseille, France, Juillet, pp. 627-628.
- LI ZUZI, XU JINJIANG, LI BANGQUAN, ZHU TAIHUA et LI MINGXIN, 1987 – Mosquito nets impregnated with deltamethrin against malaria vectors in China. WHO/VBC / 87.939.
- RIETH J.P., LEVIN M.D., 1988 – The repellent effect of two pyrethroid insecticides on the honey bee. *Physio. Entomol.*, **13** : 213-218.
- ROBERT V., GAZIN P., BOUDIN C., MOLEZ J.F., OUEDRAOGO V. et CARNEVALE P., 1985 – La transmission du paludisme en zone de savane arborée et en zone rizicole des environs de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, **65**, Suppl.2 : 201-214.

**Tableau 1**

Principaux résultats des trois expériences d'imprégnation de moustiquaires trouées avec de la deltaméthine. Les mortalités différées et générales ont été calculées par la formule d'Abbott.

*Main results obtained with three experiments of holed nets impregnated with deltamethrin. The delayed and total mortalities were calculated with the Abbott's formula.*

Exp.	Dose	A	B	C	Mortalité culicidienne		
					immédiate	différée	générale
1	25 mg/m <sup>2</sup>	non	2 093	3 182	34 %	60 %	74 %
	0 (t)		32 %	≈ 0 %	33 %	42 %	62 %
			3 060	3 093	1 %	31 %	32 %
2	50 mg/m <sup>2</sup>	non	398	557	28 %	45 %	60 %
	0 (t)		44 %	22 %	28 %	19 %	41 %
			712	718	1 %	32 %	32 %
3	50 mg/m <sup>2</sup>	oui	906	1 238	27 %	42 %	57 %
	0 (t)		44 %	41 %	26 %	≈ 0 %	23 %
			2 063	2 084	1 %	43 %	44 %
n°					immediate	delayed	total
Exp.	Dose	A	B	C	Culicidian mortality		

A : Maintien de la moustiquaire dans la chambre entre les captures. *Maintenance of the net inside the room between the catches.*

B : Nombre de moustiques capturés vivants sur hommes et pourcentage de réduction de l'agressivité. *Number of mosquitoes caught alive on human baits and percentage of decrease of aggressivity.*

C : Total du nombre de moustiques capturés vivants sur hommes et récoltés morts sur draps et pourcentage de répulsivité.

Dose = dose d'imprégnation.

(t) = témoin