

Sensibilité de *Xenopsylla cheopis* aux insecticides en milieu urbain à Madagascar

Ratovonjato J¹

RESUME : Devant un cas de peste, la lutte antivectorielle a une place de choix pour limiter l'extension de la maladie en épidémie. Aussi, la sensibilité des puces vectrices du bacille pesteux aux insecticides doit être régulièrement surveillée. A Madagascar, les puces *Xenopsylla cheopis* sont connues comme étant résistantes aux organochlorés, aux organophosphorés et aux carbamates. Depuis 1987, la deltaméthrine à 0,025% restait le seul insecticide relativement efficace vis-à-vis des *X. cheopis* et avait été utilisée par le Programme National de Lutte Anti-Pesteuse. Mais lors des épidémies de peste survenues à Mahajanga, en 1991 et en 1995, la résistance des puces à ce produit a été suspectée car son épandage n'avait pas entraîné une baisse des index pulicidiens.

L'auteur rapporte les résultats d'une étude menée, depuis 1995 à l'Unité d'Entomologie médicale de l'Institut Pasteur de Madagascar, sur la sensibilité à différents insecticides des *X. cheopis* collectées sur des rats capturés vivants dans des foyers de peste urbains : quartiers d'Isotry et d'Itaosy à Antananarivo et quartier de Marolaka à Mahajanga. La méthode utilisée est celle de l'OMS.

Les *X. cheopis* de ces sites d'étude ont été trouvées résistantes au DDT et aux pyréthriinoïdes testés (deltaméthrine, lambda-cyhalothrine, perméthrine). Par contre, elles ont été sensibles au bendiocarbe à 1% et au pyrimiphos-méthyl. Ces résultats de laboratoire devront être vérifiés sur le terrain.

Mots-clés : Peste - Puces - *Xenopsylla cheopis* - [Lutte contre insecte] - Insecticides - [Résistance aux insecticides] - MADAGASCAR.

ABSTRACT : "Xenopsylla cheopis sensitivity to insecticides in urban area in Madagascar" : The vector control has an important role to limit the extension of plague in epidemic. So, the sensitivity of *Xenopsylla cheopis* to insecticides must be checked regularly. In Madagascar, *X. cheopis* are resistant to organochlorine, organophosphate and carbamate insecticides. Since 1987, 0.025% deltamethrine is the one efficient insecticide to *X. cheopis*; it has been used by Plague Control National Program. But during the plague epidemics of 1991 and 1995 in Mahajanga, fleas resistance was suspected because pulicidian index did not decrease by spreading of this product.

The author reported results of the study carried out by the Medical Entomology Unit (Institut Pasteur de Madagascar), since 1995, in urban area (Isotry and Itaosy districts in Antananarivo and Marolaka district in Mahajanga). The WHO method was used.

In these districts, *X. cheopis* were resistant to DDT and pyrethrinoids (deltamethrine, lambda-cyhalothrine, permethrine). But they were sensitive to 1% bendiocarbe and to pyrimiphos-methyl. These laboratory results need to be checked by field tests.

Key-words : Plague - Fleas - *Xenopsylla cheopis* - [Insect control] - Insecticides - [Insecticide resistance] - MADAGASCAR.

INTRODUCTION

La recrudescence de la peste présente un danger pour la santé publique, non seulement à Madagascar mais aussi dans le monde, comme l'a montré l'épidémie survenue en Inde en 1994 [1].

Xenopsylla cheopis, puce de rongeurs, cosmopolite, pouvant piquer accidentellement l'homme, est le vecteur majeur de la peste urbaine à Madagascar. Du fait de son comportement pilicole chez les rongeurs, elle peut être facilement en contact avec les insecticides. La lutte antivectorielle permet de rompre le cycle épidémiologique de la peste en cas d'épidémie.

Depuis la mise en évidence de la résistance des puces pestigènes malgaches aux organochlorés (OC), organophosphorés (OP) et carbamates (C) [2, 3], la deltaméthrine 0,025%, insecticide de la famille des pyréthriinoïdes (PY) était le seul produit pour lequel les vecteurs gardaient jusqu'ici une certaine sensibilité [4] et qui de ce fait était utilisé par le service de lutte antipesteuse à Madagascar. Mais actuellement, elle semble perdre de son efficacité. Son épandage à Mahajanga pendant les épidémies de peste de 1991 et 1995 n'a pas entraîné une baisse de l'index pulicidien et a fait suspecter

¹ Institut Pasteur de Madagascar, BP 1274, 101 Antananarivo - Madagascar.

* Laventure S, Ravobombahangy VE, Rasoamanana B. Rapports de mission sur la peste à Mahajanga. Données entomologiques et rodentologiques. Institut Pasteur de Madagascar 1991 et 1995. Documents à diffusion interne.

une résistance des puces pestigènes malgaches à ce produit. Aussi, des tests de sensibilité ont été réalisés à l'Unité d'Entomologie médicale de l'Institut Pasteur de Madagascar (IPM) afin de dépister une éventuelle résistance des puces *X. cheopis* malgaches aux pyréthriinoïdes. L'évaluation du niveau de sensibilité des *X. cheopis* vis-à-vis d'autres produits insecticides disponibles sur le marché local permet de proposer des alternatives de lutte.

MATERIELS ET METHODES

Les puces

Les puces *X. cheopis* ont été récoltées en 1995 sur des rats capturés vivants au moyen des nasses grillagées (1 par foyer). A Mahajanga, les captures ont été effectuées dans le quartier de Marolaka au mois de juin avant le pic épidémique de juillet et ensuite en octobre après qu'une campagne de désinsectisation ait été entreprise. A Antananarivo, les captures ont été effectuées pendant la saison pesteuse, dans le cadre d'une enquête épidémiologique; les quartiers d'Isotry et d'Itaoty ont été choisis car connus comme étant des foyers de peste. Les spécimens de puces nécessaires à la réalisation des tests de sensibilité à différents insecticides ont été obtenus par reproduction des souches collectées dans un insectarium maintenu à une température de 22°-27°C avec une humidité relative de 75-85%.

Les insecticides

Six produits appartenant à quatre familles d'insecticides ont été testés : le DDT, la deltaméthrine, la lambdacyhalothrine, la perméthrine, le bendiocarbe et le pyrimiphos-méthyl.

- le DDT : composé organochloré, c'est le premier produit utilisé pour lutter contre les vecteurs de la peste; il coûte moins cher par rapport aux OP et aux PY. Il est surtout utilisé en pulvérisation intradomiciliaire sous forme de poudre à 5-10% [5, 6].

- la deltaméthrine : poudre pour poudrage à 0,2% : 2 g de matière active par kg. Elle est actuellement utilisée par le Programme National de Lutte contre la Peste.

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) ne propose pas de standard de concentration d'application en tant que poudre de piste destinée à atteindre les puces des pelages des rats.

- la lambdacyhalothrine et la perméthrine, disponibles sur le marché local sont présentées en poudre à poudrer. Ces produits ne sont pas utilisés dans la lutte contre la peste à Madagascar. Leur activité a été étudiée pour une meilleure connaissance des membres de la famille des PY.

- le pyrimiphos-méthyl : poudre à poudrer à 2%,

20 g de matière active par kg est un OP proposé en alternative par l'OMS pour la lutte contre les puces. Ce produit est disponible localement.

- le bendiocarbe : poudre à poudrer à 1%, 10 g de matière active par kg est un C recommandé par l'OMS en alternative en cas de résistance au DDT.

Les papiers insecticides

Pour les OC, les papiers insecticides utilisés ont été fournis par l'OMS. Leur date de validité a été contrôlée à leur réception et avant leur utilisation.

Pour les PY, les C et les OP, en raison de leur courte date de validité, des papiers fraîchement imprégnés par nos soins ou par les laboratoires fabricants ont été utilisés.

Différentes concentrations pour ces divers produits ont été testées (Tableau I).

Tableau I : Caractéristiques des papiers insecticides

Noms commerciaux	Familles	Concentrations testées	Fournisseurs
DDT	OC*	1%	OMS
DDT	OC*	4%	OMS
Deltaméthrine	PY*	0,025%	OMS/Hoescht
Lambdacyhalothrine	PY*	0,1%	Hoescht
Perméthrine	PY*	0,25%	Hoescht
Bendiocarbe	C†	1%	Hoescht
Pyrimiphos méthyl	OP**	2%	ACM

* Organochlorés † Pyréthriinoïdes ‡ Carbamates ** Organophosphorés

Méthodes des tests de sensibilité aux insecticides

Les temps d'exposition diagnostique (TED)

La méthode OMS a été appliquée : la sensibilité des puces aux insecticides est étudiée après exposition à un temps égal au double du Temps Létal 99; c'est le TED [7]. Ont été retenus comme TED :

- ceux proposés par l'OMS : 6 h pour le DDT à 4% et 24 h pour le DDT à 1%, 5 h pour le bendiocarbe à 1% et le pyrimiphos-méthyl à 0,2%.

- celui trouvé à l'IPM en 1987 pour la deltaméthrine à 0,025% : 8 h [4]. Il a été aussi appliqué pour la perméthrine à 0,25% et à la lambdacyhalothrine à 0,1%.

Pendant les tests, la température est maintenue à 22°-25°C et l'humidité relative à 75-80%. Des lots de puces témoins sensibles après des tests préliminaires ont subi les mêmes manipulations que les lots traités, mais les papiers ne sont pas imprégnés d'insecticides.

Analyse des résultats

Les résultats obtenus aux différents TED avec chaque insecticide à une concentration déterminée sont lus : les puces apparemment mortes ou paralysées, qui tombent au fond des tubes sont dénombrées. Une lecture finale de la mortalité, après 24 h d'observation de puces transférées dans des tubes vierges sur papier neutre non imprégné, est faite.

Pour les OC, la lecture est faite sans mise en observation, directement après exposition au TED.

Une mortalité inférieure ou égale à 80% atteste d'une résistance [8, 9].

Par insuffisance de puces dans certains sites d'études, tous les insecticides n'ont pu être testés.

RESULTATS

Tableau II : Tests de sensibilité aux insecticides des *Xenopsylla cheopis* de Marolaka, Mahajanga

Insecticides	Nb puces lésées	Nb puces mortes	% des mortes	Nb Témoins	Mortalité témoins %
DDT 1%	40	0	0	20	0
DDT 4%	38	0	0	38	0
Deltaméthrine 0,025%	46	15	33	46	0
Lambdacyhalothrine 0,1%	40	10	25	30	0
Bendiocarbe 1%	100	96	96	80	0
Pyrimiphos méthyl 0,9%	40	35	87,5	40	0
Pyrimiphos méthyl 2 %	40	37	92,5	40	0

Les *X. cheopis* sont résistantes au DDT et aux deux pyréthriinoïdes étudiés : la deltaméthrine et la lambdacyhalothrine. Par contre, elles sont sensibles au bendiocarbe et au pyrimiphos-méthyl.

Tableau III : Tests de sensibilité des *Xenopsylla cheopis* d'Isotry, Antananarivo

Insecticides	Nb puces lésées	Nb puces mortes	% des mortes	Nb Témoins	Mortalité témoins %
DDT 1%	40	1	2,5	20	0
DDT 4%	38	0	0	38	2
Deltaméthrine 0,025%	57	22	39	40	0
Lambdacyhalothrine 0,1%	58	35	60	40	0
Permethrine 0,25%	59	31	53	40	0
Bendiocarbe 1%	60	58	97	40	0
Pyrimiphos méthyl 0,9%	80	71	89	80	0
Pyrimiphos méthyl 2 %	40	40	100	40	0

Les *X. cheopis* sont résistantes au DDT et aux trois pyréthriinoïdes étudiés : la deltaméthrine, la lambdacyhalothrine et la perméthrine. Par contre, elles sont sensibles au bendiocarbe et au pyrimiphos-méthyl.

Tableau IV : Tests de sensibilité des *Xenopsylla cheopis* d'Itaoso, Antananarivo

Insecticides	Nb puces lésées	Nb puces mortes	% des mortes	Nb Témoins	Mortalité témoins %
DDT 1%	40	0	0	40	0
Lambdacyhalothrine 0,1%	40	2	5	40	0
Permethrine 0,25%	40	13	33	40	0

Les *X. cheopis* sont résistantes au DDT et aux deux pyréthriinoïdes étudiés : la lambdacyhalothrine et la perméthrine.

DISCUSSION ET CONCLUSION

La résistance des *X. cheopis* au DDT a été observée à travers le monde depuis les années 1950 [in 10]. Elle a été mise en évidence à Madagascar en 1965 [10] et confirmée par la suite [2,3].

La deltaméthrine à 0,025% était considérée

comme efficace vis-à-vis des *X. cheopis* malgaches en 1987 avec un TED de 8 h [4]. Ce TED était déjà relativement long. En effet, le même produit, à la même concentration est très actif vis-à-vis de *X. cheopis* avec un TED de 1 h seulement dans une étude récente en Inde [11].

Le TED relativement long à la deltaméthrine, trouvé en 1987, fait suspecter *a posteriori* déjà une résistance à ce produit. Cette hypothèse semble être confirmée par la non diminution de l'index pulicidien après l'épandage de la deltaméthrine lors des épidémies de peste de Mahajanga en 1991 et 1995 [12]. Cette étude apporte la preuve de la résistance *in vitro* des *X. cheopis* de Mahajanga et d'Antananarivo à ce produit.

Il a été constaté au cours de cette étude que les *X. cheopis* collectées à Mahajanga et à Antananarivo sont sensibles au bendiocarbe (C) et au pyrimiphos-méthyl (OP). Des études antérieures avaient montré une forte résistance de *X. cheopis* d'Antananarivo à des produits de ces deux familles d'insecticides [3,4]. Ces résultats devront être vérifiés sur le terrain. Si ces deux produits se montrent actifs sur le terrain, il est donc nécessaire aujourd'hui de gérer d'une façon raisonnée les insecticides et de surveiller régulièrement la sensibilité des puces pestigènes malgaches aux insecticides.

Cette surveillance au laboratoire permet d'orienter le choix des insecticides à utiliser dans le programme national de lutte et de prévoir la rotation de différentes familles d'insecticides.

Cette utilisation alternée de familles d'insecticides encore efficaces permettrait de retarder l'apparition de la résistance opérationnelle. Et l'identification des mécanismes de résistance devrait faire partie des activités du laboratoire.

REFERENCES

- 1- Carniel E. Situation mondiale des infections à *Yersinia pestis*. *Méd Mal Inf* 1995; 25 : 675-679.
- 2- Coulanges P, Clerc Y, Randrianantoanina E. Etude de *Xenopsylla cheopis* et *Synopsylla fonquerniei*, puces pestigènes malgaches. Mise en évidence de leur résistance au DDT, Dieldrin et Malathion. *Arch Inst Pasteur Madagascar* 1982; 49 : 171-191.
- 3- Randrianantoanina E, Coulanges P. Résistance des puces pestigènes malgaches aux insecticides organochlorés, organophosphorés, et carbamates. *Arch Inst Pasteur Madagascar* 1983; 51 : 253-260.
- 4- Fontenille D, Coulanges P. Note sur la sensibilité de puces *Xenopsylla cheopis* de la région d'Antananarivo à la deltaméthrine et au propoxur. *Arch Inst Pasteur Madagascar* 1987; 53 : 209-213.
- 5- Mouchet J. Le DDT en Santé publique. *Cah Santé* 1994; 4 : 257-262.
- 6- Quelennec G. Pratique de la lutte contre les arthropodes d'intérêt médical. Bondy : ORSTOM, 1974; 185p.
- 7- OMS. Méthode à suivre pour déterminer la sensibilité ou la

- résistance des puces aux insecticides. Genève : OMS, 1981; 7 p. (Document OMS, WHO/WBC/815).
- 8- Anonyme. Monographie deltaméthrine. Paris : Roussel Uclaf, division Agrovet, 1982; 129 p.
- 9- OMS. Résistance aux pesticides des vecteurs et réservoirs de maladies. Dixième rapport du comité OMS d'experts de la biologie des vecteurs et de la lutte antivectorielle. *Sér Rap Techn OMS* 1986; 737 : 94 p.
- 10- Brygoo ER. Epidémiologie de la Peste à Madagascar. *Arch Inst Pasteur Madagascar* 1966; 35 : 9-149.
- 11- Kumar K, Katy Al R, Grill KS, Jaril-Ur-Rahrdan S. Prevalence of rat fleas in and around Delhi area and their susceptibility status to insecticides. *Japan J Med Sci Biol* 1996; 49 : 57-62.
- 12- Laventure S, Rasoamanana B, Boisier P, Rasolomaharo M, Rahalison L, Randrianntsoa J, Andrianirina Z, Chanteau S, Duplantier JM, Rakoto L, Eppel G, Andriamahefazafy B, Randriantsimaniry D, Roux J. Epidémies de peste urbaine à Majunga, côte ouest de Madagascar. Vè Congrès International de Médecine Tropicale de Langue Française. Les spécificités bio-épidémiologiques de l'Océan Indien. Grand-Baie, Ile Maurice. 17-20 Novembre 1996.

Les Directeurs successifs de l'Institut Pasteur de Madagascar

A THIROUX	1899-1903
CMG NEIRET	1903-1906
MASSIOU	1906-1907
P SALVAT	1907-1919
GH BOUCHER	1919-1921
G GIRARD	1922-1940
J ROBIC	1940-1953
J COURDURIER	1954-1962
ER BRYGOO	1962-1974
P COULANGES	1975-1990
JF ROUX	1991-