

## ***Xenopsylla cheopis* (Siphonaptera : Xenopsyllinae), puces des foyers ruraux de peste des Hautes Terres malgaches : niveau de sensibilité au DDT, aux pyréthriinoïdes et aux carbamates après 50 années de lutte chimique**

Ratovonjato J, Duchemin JB, Duplantier JM, Chanteau S (1)

**RESUME :** La résistance de *Xenopsylla cheopis*, aux pyréthriinoïdes, au DDT et leur sensibilité aux carbamates en milieu urbain à Madagascar sont connues. Nous présentons les résultats des tests de sensibilité de la même espèce de puce mais issue de milieu rural à Ambodisariavo (district d'Antananarivo Avaradrano), Mandoto (district de Betafo), Analaroa (district d'Anjozorobe) et à Besoa (district d'Ambalavao) dans la province de Fianarantsoa. Les tests ont été réalisés selon la méthodologie OMS. Quatre insecticides : deltaméthrine 0,025%, cyfluthrine 0,15% (pyréthriinoïdes), DDT 4% (organochloré) et propoxur 0,1% et bendiocarbe 1% (carbamates) ont été testés. Les résultats ont montré qu'à Ambodisariavo, *X. cheopis* est résistante au DDT 4% et à la deltaméthrine 0,025%. Par contre, elle est sensible aux deux carbamates testés. Dans les autres districts de la province d'Antananarivo (Betafo et Anjozorobe) et à Besoa, *X. cheopis* est résistante au DDT 4%, tolérante à la deltaméthrine 0,025% et à la cyfluthrine 0,15% et sensible au propoxur 0,1% et au bendiocarbe 1%. L'utilisation du DDT et des pyréthriinoïdes n'est plus donc conseillée pour la lutte contre les puces vectrices de la peste, en milieu rural autour de la capitale. L'utilisation des insecticides de la famille des pyréthriinoïdes en milieu rural dans les autres districts des Hautes Terres Centrales doit être accompagnée d'une surveillance étroite de la sensibilité de cette espèce de puce. L'existence d'un niveau élevé et localisé de résistance de *X. cheopis* au DDT et aux pyréthriinoïdes renforce l'intérêt de l'étude de structure des populations de puces dans différentes régions et l'étude de la possibilité de diffusion des gènes de résistance.

**Mots-clés :** Peste - *Xenopsylla cheopis* - Milieu rural - Insecticides - Sensibilité - MADAGASCAR.

**ABSTRACT :** "Susceptibility of the flea *Xenopsylla cheopis* (Siphonaptera, Xenopsyllinae) to DDT pyrethroids and carbamates, after 50 years of chemical vector control in the rural plague foci of malagasy Highlands" : The resistance of *Xenopsylla cheopis* from urban area to pyrethroids, to DDT, and their susceptibility to carbamate are known. We have evaluated the susceptibility of *X. cheopis* collected from three rural localities : Ambodisariavo (district of Antananarivo Avaradrano), Mandoto (district of Betafo), Analaroa (district of Anjozorobe) in the province of Antananarivo and in Besoa (district of Ambalavao ) in the province of Fianarantsoa. The standard WHO protocol was used and four insecticides were tested : deltamethrin 0.025%, cyfluthrin 0.15% (pyrethroids), DDT 4% (organochlorine), propoxur 1% and bendiocarb 0.1% (carbamate). *X. cheopis* has been shown resistance to DDT 4%, to deltamethrin 0.025% but was susceptible in the rural area around Antananarivo City. They were tolerant to deltamethrin 0.025% and cyfluthrin 0.15% but susceptible to propoxur 0.1% and bendiocarbe 1% in the districts of Betafo and Anjozorobe. In Besoa, *X. cheopis* was resistant to DDT 4%, tolerant to deltamethrin 0.025% and cyfluthrin 0.15% but susceptible to propoxur 0.1% and bendiocarbe 1%. These results indicate that DDT and pyrethroids can not be recommended any more for the vector control in the rural area around the capital. The use of pyrethroids in the other districts of the central highland must be joined with a *X. cheopis* susceptibility control. In case of resistance to pyrethroids, carbamates would be proposed to control plague vector in the rural area. The high level of resistance to DDT and pyrethroid in the rural area around the capital confirms the importance of studying the flea population in different area of Madagascar and the possibility of the gene resistance propagation.

**Key-words :** Plague - *Xenopsylla cheopis* - Rural area - Insecticides - Susceptibility - MADAGASCAR.

### **INTRODUCTION**

La résistance *in vitro* de puces *Xenopsylla cheopis* aux différents pyréthriinoïdes, au DDT 4% et leur sensibilité aux carbamates et aux

organophosphorés ont été rapportées en 1998 [1,2]. L'étude de la sensibilité de la même espèce mais en zone rurale est justifiée par l'importance du nombre de cas de peste déclarés [3], et que les dernières études faites sur la sensibilité des puces pestigènes des foyers ruraux de peste de la province d'Antananarivo remontent à 1982 [4,5].

<sup>(1)</sup> Institut Pasteur de Madagascar, BP 1274 - 101 Antananarivo - Madagascar.

Cette étude évalue le niveau de sensibilité aux insecticides de *X. cheopis* des provinces de Fianarantsoa et d'Antananarivo après cinquante années d'utilisation d'insecticides afin de proposer au Ministère de la Santé des produits efficaces pour la lutte contre la peste en milieu rural.

## MATERIEL ET METHODES

Les puces testées sont des *X. cheopis* collectées sur des rats capturés à l'aide des pièges type BTS et des pièges Scherman, à raison d'un piège de chaque type par maison. Dans la province d'Antananarivo la collecte de puces a été effectuée dans trois localités : à Ambodisariivo, un hameau à 12 km au nord de la capitale en janvier 1999 après la survenue d'une épidémie de peste bubonique; dans les communes de Mandoto dans le district de Betafo en 1999 et d'Analaroa dans le district d'Anjozorobe en 1996.

Dans la province de Fianarantsoa, la collecte a été effectuée à Besoa dans le district d'Ambalavao en juin 1996, après qu'une souche de *Yersinia pestis* multirésistante ait été isolée [6].

Les puces collectées ont été mises en élevage afin d'obtenir le nombre suffisant de puces nécessaire à la réalisation des tests réalisés en avril 1999.

Quatre insecticides appartenant à trois familles ont été testés :

- le DDT 4% (organochloré), premier insecticide utilisé pour lutter contre la peste à Madagascar et encore utilisé pour la lutte antipaludique [7,8]
- la deltaméthrine 0,025% (pyréthrianoïde), insecticide utilisé pour lutter contre la peste urbaine à Madagascar de 1989 en 1999 [9,10].
- le bendiocarbe 1% et le propoxur 0,1% (carbamates), disponibles sur le marché local et préconisés par l'OMS pour lutter contre les puces vectrices de la peste [11,12].

La méthodologie utilisée pour le test de sensibilité des puces est celle de l'OMS : exposition des puces sur des papiers imprégnés d'insecticides à une concentration définie et pendant un temps d'exposition diagnostique (TED), déterminé par le double du temps léthal pour 99% des puces testées [9,12].

Tableau I : Temps d'exposition diagnostique (TED) utilisés

Produits	Concentrations	TED	Fournisseurs
deltaméthrine	0,025%	8 heures (IPM)	Interkem-Madagascar
cyfluthrine	0,15%	8 heures (IPM)	FIAYAMA (Bayer)
DDT	4%	6 heures (OMS)	OMS
bendiocarbe	1%	5 heures (OMS)	Interkem-Madagascar
propoxur	0,1%	5 heures (OMS)	FIAYAMA (Bayer)

Résistant (R) si mortalité < 80%; Tolérant (T) si mortalité entre 80% et 97%; Sensible (S) si mortalité > 98%

La mortalité du lot témoin sans insecticide doit être nulle pour que les résultats des tests soient interprétables [12]

## RESULTATS

Les résultats sont présentés dans les tableaux II, III, et IV. Le temps léthal 50 (TL 50) et le temps léthal 90 (TL 90) calculés après report des résultats sur des papiers logarithmiques sont donnés dans le tableau V.

Tableau II : Tests de sensibilité de *Xenopsylla cheopis* d'Ambodisariivo

Produits testés	Nb testés	Nb morts (%)	Résultats
deltaméthrine 0,025%	80	20 (25)	R
cyfluthrine 0,15%	120	27 (23)	R
DDT 4%	80	10 (13)	R
propoxur 0,1%	80	80 (100)	S
bendiocarbe 1%	40	40 (100)	S

*X. cheopis* est résistante aux deux pyréthrianoïdes testés (deltaméthrine 0,025% et cyfluthrine 0,15%) et au DDT 4%. Par contre, elle est sensible aux deux carbamates : le propoxur 0,1% et le bendiocarbe 1%.

Tableau III : Tests de sensibilité de *Xenopsylla cheopis* des communes de Mandoto et d'Analaroa (province d'Antananarivo)

Localités	Produits testés	Nombre		Résultats
		testés	morts (%)	
Mandoto	deltaméthrine 0,025%	80	76 (95)	T
	cyfluthrine 0,15%	80	75 (94)	T
	propoxur 0,1%	80	80 (100)	S
	bendiocarbe 1%	80	80 (100)	S
Analaroa	deltaméthrine 0,025%	80	77 (96)	T
	cyfluthrine 0,15%	80	77 (96)	T
	propoxur 0,1%	120	120 (100)	S
	bendiocarbe 1%	40	40 (100)	S

A Antananarivo, dans les communes de Mandoto et d'Analaroa, *X. cheopis* est tolérante aux deux pyréthrianoïdes testés : la cyfluthrine 0,15% et la deltaméthrine 0,025%. Elle est sensible aux carbamates : le propoxur 0,1% et le bendiocarbe 1%. L'insuffisance du nombre des puces nécessaires aux tests ne nous a pas permis de tester la sensibilité de *X. cheopis* au DDT 4%.

Tableau IV : Tests de sensibilité de *Xenopsylla cheopis* de Besoa (Province de Fianarantsoa)

Localités	Produits testés	Nombre		Résultats
		testés	morts (%)	
Besoa (Fianarantsoa)	deltaméthrine 0,025%	80	67 (84)	T
	cyfluthrine 0,15%	70	65 (93)	T
	DDT 4%	80	61 (76)	R
	bendiocarbe 1%	40	40 (100)	S
	propoxur 0,1%	40	40 (100)	S

*X. cheopis* est tolérante aux pyréthri-noïdes, résistante au DDT 4% mais sensible aux bendiocarbe 1% et au propoxur 0,1% à Besoa dans la province de Fianarantsoa.

Tableau V : Temps léthal 50 (TL 50) et temps léthal 90 (TL 90) observés

	TL50	TL90
<b>Fianarantsoa</b>		
DDT 4%	54 mn	318 mn
Deltaméthrine 0,025%	12 mn	242 mn
Propoxur 0,1%	31 mn	241 mn
<b>Antananarivo</b>		
DDT 4%	jamais atteint	jamais atteint
Deltaméthrine 0,025%	840 mn	> 21 600 mn
Propoxur 0,1%	23 mn	190 mn

## DISCUSSION ET CONCLUSION

Dans la province d'Antananarivo, la résistance de *X. cheopis* au DDT en zone rurale a été signalée depuis 1965, soit une quinzaine d'années après l'introduction des insecticides de la famille des organochlorés pour lutter contre la peste [13]. Cependant, l'absence de données chiffrées sur les TL 50 et TL 90 ne permettent pas de comparer les taux de résistance avec ceux des années 1980. Depuis 1982, *X. cheopis* est devenue très résistante au DDT avec en 1999 des TL 50 et TL 90 qui n'avaient jamais été atteints [9]. Cette augmentation du taux de résistance pourrait être attribuée à la pression insecticide continue exercée sur *X. cheopis* à Antananarivo [8]. Une résistance de *X. cheopis* aux pyréthri-noïdes testés a été également observée et confirmée par le TL90 supérieur à 15 jours. Cette espèce de puce est donc résistante aux pyréthri-noïdes aussi bien en milieu urbain [1,2] qu'en milieu rural dans la province d'Antananarivo. Ainsi, l'utilisation de ces deux familles d'insecticides pour la lutte contre la peste n'est plus recommandée à Antananarivo et ses environs.

Dans la province de Fianarantsoa et toujours en milieu rural, le TL 90 observé après exposition au DDT 4% est égal à 318 mn. Ce TED, presque le double du temps indiqué par l'OMS [13], confirme la résistance de *X. cheopis* au DDT. Avec la deltaméthrine 0,025%, le TL 90 observé, identique à celui trouvé à Antananarivo en 1987 [9] confirme la tolérance de *X. cheopis* rurale de la province de Fianarantsoa aux pyréthri-noïdes testés. Cette situation est aussi observée dans les autres districts de la province d'Antananarivo.

Cette étude suggère qu'en l'absence d'autres produits insecticides plus efficaces, les insecticides de la famille des carbamates pourraient être utilisés

pour la lutte contre la peste en milieu rural dans la province d'Antananarivo; mais avec un TL 90 égal à 241 minutes, une très bonne gestion de ce produit et une surveillance régulière de son niveau de sensibilité s'imposent. Aussi, l'utilisation des insecticides de la famille des pyréthri-noïdes en milieu rural dans la province de Fianarantsoa et les autres districts de la province d'Antananarivo devrait être limitée dans le temps.

La différence de niveau de résistance au DDT 4% entre la population de *X. cheopis* de la province d'Antananarivo (13% de mortalité) et celle de Fianarantsoa (76% de mortalité), et leur tolérance aux pyréthri-noïdes des puces rurales de Fianarantsoa et celles des autres districts d'Antananarivo par rapport aux puces rurales du district d'Antananarivo Renivohitra sont probablement dues à la différence de pression insecticide exercée (disponibilité des produits insecticides en milieu urbain et ses environs, importance de l'usage aussi bien en santé publique que domestique des insecticides). L'apparition de la résistance dans une zone limitée renforce l'intérêt de l'étude de structure des populations des puces vectrices de peste afin d'évaluer les possibilités de diffusion de gènes de résistance dans les différentes régions.

## REFERENCES

- 1- **Ratovonjato J.** Sensibilité de *X. cheopis* aux insecticides en milieu urbain à Madagascar. *Arch Inst Pasteur Madagascar* 1998; **64** : 25-28.
- 2- **Ratovonjato J, Duchemin JB, Duplantier JM, Chanteau S, Roux J.** Evaluation en milieu urbain de la sensibilité des puces malgaches aux insecticides. Analyses et résultats préliminaires. *Arch Inst Pasteur Madagascar* 1998; **64** : 29-33.
- 3- **Chanteau S, Ratsitorahana M, Rahalison L, Rasoamanana B, Chan F, Boisier P, Rabeson DD, Roux J.** Current epidemiology of human plague in Madagascar. *Microbes and Infection* 2000 : 25-31.
- 4- **Coulanges P, Clerc Y, Randrianantoanina E.** Etudes de *Xenopsylla cheopis* et *Synopsyllus fonquerniei* puces pestigènes malgaches. Mise en évidence de leur résistance aux au DDT, Dieldrine, Malathion. *Arch Inst Pasteur Madagascar* 1982; **49** : 171-191.
- 5- **Randrinantoanina E, Coulanges P.** Résistances des puces pestigènes malgaches aux insecticides organochlorés, organophosphorés et carbamates. *Arch Inst Pasteur Madagascar* 1983; **51** : 253 -260.
- 6- **Galimand M, Guiyoule A, Gerbaud G, Rasoamanana B, Chanteau S, Carniel E, Courvalin P.** Multidrug resistance in *Yersinia pestis* mediated by a transferable plasmid. *N Engl J Med* 1997; **337** : 677-680.
- 7- **Mouchet J.** Utilisation actuelle du DDT en santé publique. *Sante* 1994; **4** : 257-262.
- 8- **Blanchy S.** La lutte antipaludique sur les hauts plateaux: Rapport interne. Antananarivo : SLMT/Unité de surveillance épidémiologique, 1990 (Référence 90/77 USEPI/CT).

- 9- **Fontenille D, Coulanges P.** Note sur la sensibilité des puces *X. cheopis* de la région d'Antananarivo à la deltaméthrine et au propoxur. *Arch Inst Pasteur Madagascar* 1987; 53 : 249-259.
- 10- **Anonyme.** La Deltaméthrine. In : Monographie deltaméthrine. Paris : Roussel Uclaf Division Agrovet, 1982 : 129.
- 11- **OMS.** Méthode chimique de lutte contre les arthropodes vecteurs et nuisibles importants en santé publique. Genève : OMS, 1988 : 119.
- 12- **OMS.** Bendiocarbe. Genève : OMS, 1982 (VBC/DS/582.52.R/1.5, 9).
- 13- **OMS.** Méthode à suivre pour déterminer la sensibilité ou la résistance de la sensibilité des puces aux insecticides. Genève : OMS, 1981 (WHO/VBC/81.815,7).
- 14- **Brygoo ER.** Epidémiologie de la peste à Madagascar. *Arch Inst Pasteur Madagascar* 1965; 31 : 155-164.
- 15- **OMS.** Critères et signification des épreuves pour la détermination de la sensibilité ou de la résistance des insectes aux insecticides. In : OMS. Guide technique pour l'établissement d'un système de surveillance de la peste. Genève : OMS, 1981 (VBC/81.6 : 1-45).

