

Évaluation sur le terrain de trois inhibiteurs de croissance, deux ecdysoïdes et un juvénoïde, dans la lutte contre *Anopheles gambiae* ⁽¹⁾

Frédéric DARRIET ⁽²⁾

Résumé

Deux ecdysoïdes, l'OMS-2015 (Triflumuron) et l'OMS-3009, ainsi qu'un juvénoïde, l'OMS-3007, ont été évalués sur le terrain, en Afrique de l'Ouest, pour lutter contre les populations préimaginales d'*Anopheles gambiae* s.l. Giles, 1902.

Dans des mares artificielles traitées à des concentrations de 0,5 et 1 mg/l, la rémanence de l'OMS-2015 et de l'OMS-3009 (apparition des premiers imagos) a été de trois à six semaines.

Avec l'OMS-3007 utilisé aux mêmes doses, les premières émergences imaginales sont apparues au bout de deux à trois semaines après le traitement, mais l'effet résiduel du produit s'est fait sentir pendant plus de deux mois.

Mots-clés : Inhibiteurs de croissance - Ecdysoïde - Juvénoïde - *Anopheles gambiae*.

Summary

FIELD TRIALS OF THREE INSECT GROWTH REGULATORS, TWO ECDYSOIDS AND A JUVENOID, AGAINST *ANOPHELES GAMBIAE*. Two ecdysoids, OMS 2015 (Triflumuron) and OMS 3009, as well as a juvenoid, OMS 3007, have been tested in artificial ponds in West Africa, in order to control the pre-imaginal populations of *Anopheles gambiae* s.l. Giles, 1902.

During the whole trial period the residual effect of the insecticides was regularly monitored by means of dipping samplings carried out in the treated sites, and bio-assays performed in the laboratory on water samples from these sites.

For the biological tests, every water sample from control and treated ponds, collected once or twice a week, was provided with 25 2nd instar larvae of *A. gambiae*, the evolution of which was daily monitored. Those tests enabled us to check the first adult emergence and determine the time it took before these emergences could be comparable to the control ($\approx 80\%$).

At the concentrations of 0.5 and 1 mg/l for OMS 2015 and OMS 3009, the residual effect lasted three to six weeks in the ponds. At identical concentrations OMS 3007 has kept sites completely free of adults for two to three weeks and the overall residual effect remained substantial for over two months.

Key words : Insect Growth Regulators - Ecdysoid - Juvenoid - *Anopheles gambiae*.

(1) Cette étude a bénéficié d'un appui financier de l'Organisation Mondiale de la Santé.

(2) Technicien en Entomologie médicale ORSTOM, Antenne ORSTOM auprès du Centre MURAZ, B.P. 171, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

1. Introduction

C'est en raison des pulvérisations à grande échelle d'insecticides à effet rémanent que des populations entières d'*Anopheles gambiae* ont commencé à manifester les tous premiers phénomènes de résistance (OMS, 1963).

Les aspersions massives de ces insecticides qui ont été effectuées au cours des grandes campagnes d'éradication des vecteurs du paludisme, ainsi que leur utilisation régulière dans le domaine de l'agriculture (Coz *et al.*, 1968), ont entraîné la sélection de populations d'*Anopheles* résistantes, qu'il est maintenant difficile d'éliminer avec l'arsenal des insecticides chimiques en raison de leur coût d'utilisation. De plus, la multiplicité et le caractère très hétérogène des gîtes larvaires d'*A. gambiae* (empreintes d'hommes et d'animaux, mares, trous d'eau divers...) rendent toute opération de lutte larvicide très difficilement réalisable.

Les insecticides d'origine biologique (*Bacillus thuringiensis* sérotype H14 et *Bacillus sphaericus*) sont efficaces à court terme et très sélectifs ; toutefois leur rémanence est relativement faible (Hougard *et al.*, 1983 ; Nicolas *et al.*, 1987).

D'autres insecticides appartenant à la classe des inhibiteurs de croissance sont des analogues d'hormones. Ils regroupent deux grandes catégories : les ecdysoïdes qui inhibent la sclérification de la cuticule après les mues larvaires et les juvénoïdes qui bloquent la nymphose, de sorte que la nymphe meurt sans donner d'adultes viables.

Des essais ont été menés sur le terrain dans des mares artificielles construites dans la banlieue de Bobo-Dioulasso pour évaluer la rémanence de trois inhibiteurs de croissance (deux ecdysoïdes et un juvénoïde) sur les populations préimaginales d'*A. gambiae* s.l. Giles, 1902.

2. Matériel et méthodes

2. 1. LES INHIBITEURS DE CROISSANCE

Les formulations testées des deux ecdysoïdes (OMS-2015 : Triflumuron et OMS-3009) et du juvénoïde (OMS-3007) se présentent sous la forme :

- d'un support (du sable) imprégné à 1,17 % de matière active pour l'OMS-2015 (Bayer, Leverkusen - F.R. Germany) ;
- d'un liquide (suspension concentrée) à 150 g de produit actif par litre pour l'OMS-3009 (Celamerck, Ingelheim - F.R. Germany) ;
- d'un concentré émulsifiable à 10 % et d'une poudre mouillable à 5 % pour l'OMS-3007 (Sumitomo Chemical Co. LTD, Osaka - Japan).

2. 2. ÉVALUATIONS SUR LE TERRAIN

2. 2. 1. Dans les mares

Ces trois inhibiteurs de croissance ont été évalués dans des mares artificielles de 0,50 m de côté et de 0,30 m de profondeur. Les parois des gîtes ont été cimentées et entourées d'une margelle de 0,10 m à 0,15 m de hauteur pour les protéger des eaux de ruissellement. Ces mares sont localisées dans la banlieue Est de Bobo-Dioulasso où la densité de la population anophélienne est saisonnièrement élevée. L'ensemble des gîtes borde un cours d'eau qui ne coule qu'en saison des pluies (de début juin à fin septembre).

Pour le juvénoïde (OMS-3007), une seconde évaluation a été effectuée dans trois mares circulaires en terre de 1,10 m de diamètre et de 0,60 m de profondeur, creusées dans un sol de nature argilo-sableuse.

Les mares cimentées et en terre, se sont remplies avec les eaux de pluie et sont devenues naturellement productives en larves d'*A. gambiae* vers la mi-juillet.

Pour chaque larvicide testé, deux mares cimentées ont été utilisées par concentration (exprimée en mg de matière active par litre), tandis que deux mares non traitées ont servi de témoin.

Dans les gîtes circulaires à paroi en terre, une dose unique de chaque formulation a été appliquée dans une mare, alors qu'une autre a servi de témoin.

Pour les deux types de mares, les données de référence sur la population préimaginale des gîtes ont été fournies par un échantillonnage préliminaire par la méthode du dipping (cinq coups de louche dont deux au centre et trois à la périphérie) réalisé juste avant le traitement.

Le matériel biologique récolté a été dénombré et réparti en trois fractions : larves aux stades 1 et 2 ; larves aux stades 3 et 4 ; nymphes.

De tels échantillonnages ont ensuite été répétés dès le lendemain du traitement, puis une fois par semaine, pendant toute la durée de l'évaluation.

2. 2. 2. Suivi au laboratoire des eaux de mares traitées sur le terrain

Une à deux fois par semaine, un échantillon d'eau de chaque mare traitée et témoin a été prélevé, filtré et transvasé en laboratoire dans un gobelet en plastique d'une contenance de 200 ml.

L'évaluation de l'activité insecticide de l'eau des mares traitées a été réalisée de façon identique pour les deux ecdysoïdes et le juvénoïde. Un lot de 25 larves au stade 2 d'*A. gambiae* d'élevage a été placé dans chaque prélèvement, puis suivi jusqu'à la mortalité totale des larves ou au contraire l'éclosion de la dernière nymphe.

Effectués pendant toute la durée de l'évaluation, ces tests biologiques ont permis de noter la date d'apparition de la première émergence imaginale et de déterminer le temps qu'il a fallu pour que ces émergences redeviennent comparables aux témoins (≈ 80 %).

2. 3. MODE DE DÉTERMINATION DE LA RÉMANENCE

Pour les ecdysoïdes, la date d'apparition de la première nymphe dans les mares permet d'apprécier la fin de l'efficacité larvicide. Or ces produits agissent également sur le stade nymphal et il est très difficile de fixer une rémanence rigoureusement exacte sur le terrain.

Pour le juvénoïde, la présence de nymphes dans les gîtes ne fournit aucune indication car ce produit agit pendant le déroulement de la nymphose.

Pour ces deux types d'inhibiteurs, la rémanence est donc essentiellement déterminée au laboratoire, par un suivi régulier des pourcentages d'émergence chez les jeunes larves placées dans les eaux traitées. Lorsque ces pourcentages d'émergence redeviennent égaux ou supérieurs à 80 %, l'activité insecticide du produit est considérée comme révolue.

3. Résultats

3. 1. EFFET LARVICIDE DES INHIBITEURS DE CROISSANCE SUR LE TERRAIN

3. 1. 1. Dans les mares

(Résultats tabl. I pour l'OMS-2015 et 3009 et tabl. II pour l'OMS-3007)

* OMS-2015 : aux concentrations de 0,5 et 1 mg/l, les premières nymphes sont apparues dans les gîtes sept semaines après le traitement.

* OMS-3009 : à 0,5 mg/l, cet ecdysoïde a rendu les mares totalement improductives en nymphes pendant quatre semaines. A la dose de 1 mg/l, aucune nymphe n'est apparue dans les gîtes pendant les six semaines qui ont suivi le traitement.

* OMS-3007 : quelles que soient la formulation et les concentrations utilisées, les mares traitées cimentées et en terre ont toujours été peuplées en larves aux stades 1 et 2 ainsi qu'en larves aux stades 3 et 4. Les nymphes sont apparues de façon beaucoup plus épisodique, mais ces observations s'expliquent par l'action spécifique de ce

TABLEAU I

Effet résiduel de deux ecdysoïdes : OMS-2015 et OMS-3009 sur les stades préimaginaux d'*Anopheles gambiae* en mares artificielles cimentées. *Residual effect of two ecdysoids OMS 2015 and OMS 3009 on the larval populations of Anopheles gambiae in cemented artificial ponds.*

Inhibi- teur	Concentra- tions en mg / l	N° de mare N°arti- ficial ponds	Nombre de larves stade 1-2 par coup de louche 1 st -2 nd instar larval densities per dipping							Nombre de larves stade 3-4 par coup de louche 3 rd -4 th instar larval densities per dipping							Nombre de nymphes par coup de louche Pupae densities per dipping							§			
			J0	J3	J21	J31	J39	J42	J49	J0	J3	J21	J31	J39	J42	J49	J0	J3	J21	J31	J39	J42	J49				
OMS 2015	Témoins Controls	1	0,2	0,4	2	1	19,6	18,2	15	10,4	0	0,2	12,4	13,6	14,2	20,2	0	0,2	0	0,6	3	10,4	10,6	-			
		2	1,6	1	1	2,6	3	7,2	1,8	2,2	1	0,6	22,2	7,4	6,2	3,4	0	0	0	2	0	1,6	0,4	-			
	0,5 mg/l	3	6,6	0,6	3,6	2	11,6	4,8	3,2	4,4	1	0,4	1,4	1	1,8	2,2	0	0	0	0	0	0	0,6	J47			
		4	5,2	0,4	1,4	0,6	0,4	1,2	1,6	0,2	0	0,8	1	0,2	0,4	2,2	0,4	0	0	0	0	0	0,4	J49			
	1 mg / l	5	1,4	0	2	0,4	2,4	1,8	1,2	0,4	0	0	0,2	0	0,2	1,6	0,2	0	0	0	0	0,4	0,2	J49			
		6	3,2	1	2,6	1,6	1,2	0,6	0,8	3,4	0	0	3,2	0	0	0,6	0,4	0	0	0	0	0	0,4	J47			
OMS 3009	Témoins Controls	7	3,6	0	0,6	+	+	+	-	7,4	1,8	1,6	+	+	+	-	2	1,8	0	0,2	+	+	-	-			
		8	3,8	6	2,4	+	+	+	-	4,4	10,6	8,4	+	+	+	-	0,4	1,2	0	0,2	+	+	-	-			
	0,5 mg / l	9	1,6	0	6,8	5,4	+	+	-	4,8	0	0,4	0,4	+	+	-	1	0	0	0,2	+	+	-	J31			
		10	1,8	0	3,6	0,8	+	+	-	4,4	0,6	0,6	3,2	+	+	-	0,4	0	0	0,2	+	+	-	J28			
	1 mg / l	11	1,2	4,8	0,8	0	1	3,8	-	1,8	0	0	0	0	37,4	-	0,2	0	0	0	0	0,4	-	J42			
		12	2,2	6,4	1,2	0,8	0,6	3	-	4	5,8	0	0	1,4	1	-	0,4	0	0	0	0	0,8	-	J40			

+ Population préimaginale redevenue normale/Larval population back to normality

- Prélèvement non effectué/No sampling done

§ Date d'apparition des premières nymphes/Appearance date of the first pupae

TABLEAU II

Effet résiduel d'un juvénioïde : OMS-3007 sur les stades préimaginaux d'*Anopheles gambiae* en mares artificielles cimentées et en terre.
Residual effect of one juvenoid : OMS 3007 on the larval populations of *Anopheles gambiae* in cemented and earthen artificial ponds.

Type de gîte Type of pond	Formulation	Concentrations en mg/l	N° de mare N°artificiel cial ponds	Nombre de larves stade 1-2 par coup de louche 1 st -2 nd instar larval densities per dipping							Nombre de larves stade 3-4 par coup de louche 3 rd -4 th instar larval densities per dipping							Nombre de nymphes par coup de louche Pupae densities per dipping						
				J0	J1	J15	J29	J43	J57	J71	J0	J1	J15	J29	J43	J57	J71	J0	J1	J15	J29	J43	J57	J71
				Mares cimentées Cemented artificial ponds																				
		Témoins Controls	13	15,6	21	5,4	2	0,4	0,6	1	0	4,2	2,4	5,2	0,4	3,6	2,4	0,4	0	0,2	0,4	0,2	0	0
		0,5 mg/l	14	10,4	13,4	0,6	2,8	3,4	-	-	1,2	1,4	2	0,6	0,4	-	-	0	0	0	0	0	-	-
		1 mg/l	15	2,8	1,4	0,4	1,4	2,4	-	-	2,4	0	0,4	0,4	0,8	-	-	0,2	0	0	0	0	-	-
		0,5 mg/l	16	2,4	3,2	1,2	2,6	11,4	-	-	1,4	0,4	0	0,2	0,6	-	-	0	0	0	0	0,6	-	-
		1 mg/l	17	3,4	5,8	0,2	1,4	0,4	6,4	3,8	0,2	0,4	2,2	0,4	0,4	3,4	0,4	0	0,4	0	0	0	0,8	0
		0,5 mg/l	18	3,6	1	0,6	2,2	0	3,8	2	0,4	0,4	0	0,8	2	7	2	0	0	0	0	0,4	0,4	0
		1 mg/l	19	6,4	2,2	1,4	1,8	8,8	-	-	0,4	0,2	0,2	0,4	0,8	-	-	0	0,2	0	0	0	-	-
		0,5 mg/l	20	4,2	2,4	0,4	3,4	15,6	-	-	0,4	0,6	0	0,6	0,4	-	-	0,8	0,2	0	0	0	-	-
		1 mg/l	21	5,4	1,2	1,4	6,2	1,6	0,8	3	0	0,2	0	0,2	6	4	4,2	0	0	0	0	0,4	0	0
		1 mg/l	22	5,4	1,2	1,4	5,8	3,6	3	0,6	0,8	0,2	0,4	5	7,8	4,2	1	0	0	0	0	0,2	0,2	0

Mares en terre Earthen artificial ponds	Formulation	Concentrations en mg/l	N° de mare N°artificiel cial ponds	Nombre de larves stade 1-2 par coup de louche 1 st -2 nd instar larval densities per dipping							Nombre de larves stade 3-4 par coup de louche 3 rd -4 th instar larval densities per dipping							Nombre de nymphes par coup de louche Pupae densities per dipping						
				J0	J1	J18	J32	J46	J58	J71	J0	J1	J18	J32	J46	J58	J71	J0	J1	J18	J32	J46	J58	J71
				Mares en terre Earthen artificial ponds																				
		Témoins Control	1'	7	9,6	3,6	2,2	1,8	3,6	3,6	3,6	12,8	3,6	1,4	10,6	10,8	0	0	1	0,2	0	0,8	0,8	
		1 mg/l	2'	3,6	0	0,8	0,6	2,4	1,4	6,4	1,6	9	0	0,8	3	0	0	0	0	0	0,2	0,4	0,4	
		1 mg/l	3'	10,4	0,8	2,2	1,2	1,4	1	3	0,6	9,2	0,4	0,2	1,4	0	0	0	0,4	0,2	0	0	0	

- Prélèvement non effectué/No sampling done

* CE : concentré émulsifiable/EC : emulsifiable concentrate

* PM : poudre mouillable/WP : wettable powder

larvicide sur la fraction nymphale des populations préimaginales.

3. 1. 2. Suivi au laboratoire des eaux de mares traitées sur le terrain

(Résultats fig. 1 pour l'OMS-2015 et 3009 et fig. 2 et 3 pour l'OMS-3007)

* OMS-2015 : dans les eaux traitées à 0,5 mg/l, les premières émergences imaginales sont apparues au cours de la 5^e semaine après le traitement. Les pourcentages d'éclosion sont ensuite devenus supérieurs à 80 % dans les prélèvements réalisés sept semaines après l'application insecticide. Dans les eaux traitées à 1 mg/l, les premiers adultes ont émergé dans les prélèvements effectués à la 5^e semaine après le traitement. Les pourcentages d'émer-

gence ont ensuite atteint 80 % après sept semaines d'évaluation.

* OMS-3009 : à la dose de 0,5 mg/l, les premiers imagos sont apparus entre le 15^e et le 18^e jours après le traitement. Les pourcentages d'émergence sont ensuite redevenus normaux après quatre et cinq semaines d'expérimentation.

Dans les mares traitées à 1 mg/l, les premières émergences imaginales sont apparues à la 5^e semaine suivant le traitement. Les pourcentages d'adultes sont ensuite redevenus comparables aux témoins au cours de la 5^e et 6^e semaines après le traitement.

* OMS-3007 :

** Concentré émulsifiable à 10 %

- Dans les eaux des mares cimentées traitées aux concentrations de 0,5 et 1 mg/l, les premiers imagos sont apparus

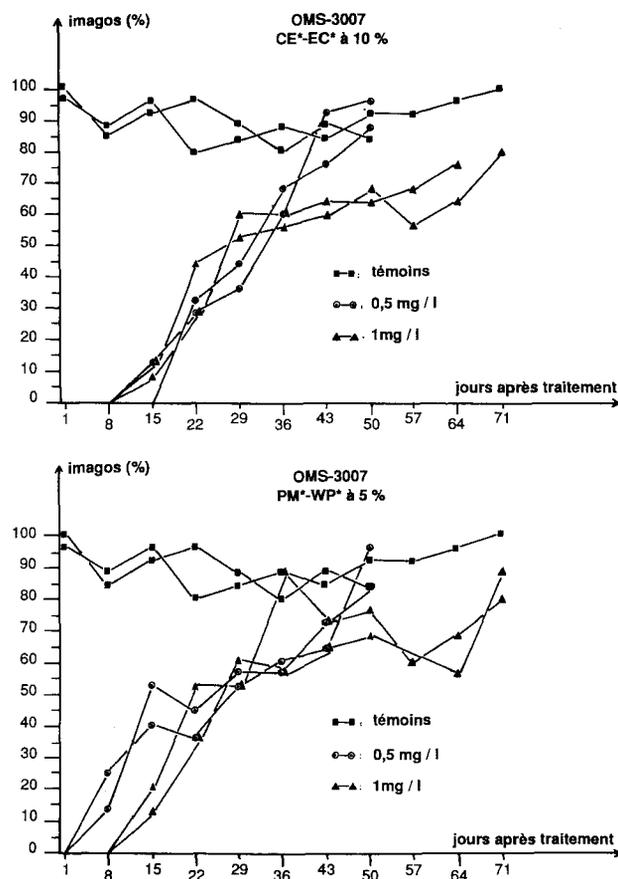
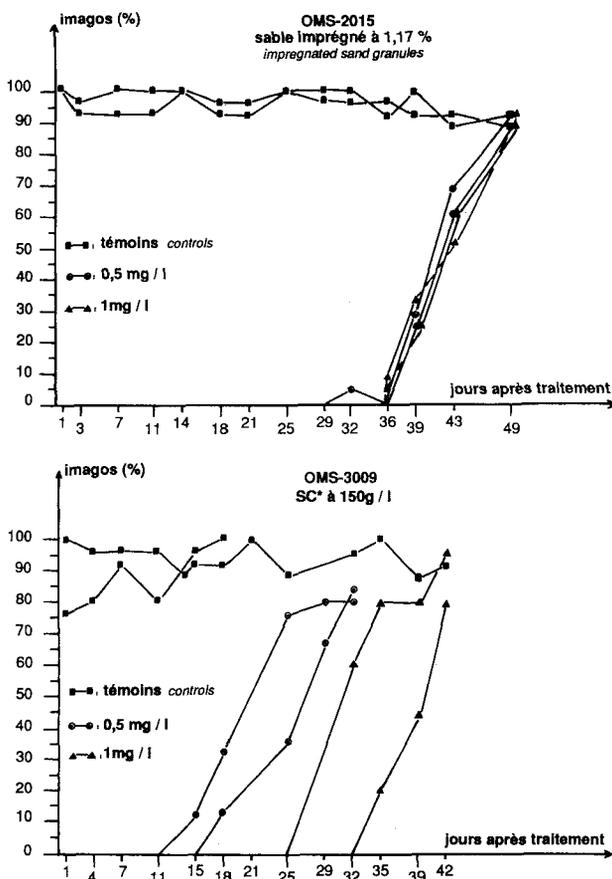


FIG. 1. et 2. — Évaluation en laboratoire du pourcentage d'émergence imaginale d'*Anopheles gambiae* dans des échantillons d'eau de mares cimentées traitées avec les deux ecdysoïdes (OMS-2015 et OMS-3009) et le juvénoloïde (OMS-3007). Ces pourcentages sont calculés à partir de 25 larves au stade 2 d'élevage.

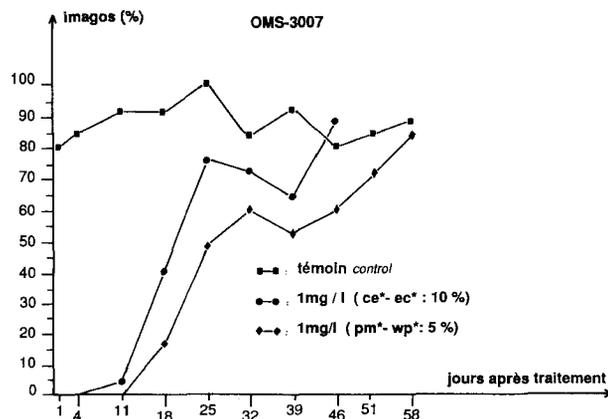
FIG. 2. — Voir légende fig. 1.

Adults emergence rate evaluation in laboratory of *Anopheles gambiae* in water samples from treated cemented artificial ponds with two ecdysoids (OMS 2015 and OMS 3009) and the juvenoid (OMS 3007). Those percentages are given on the basis of 25 breeding 2nd instar larvae.

- * SC : Suspension concentrée/Suspended concentrate
- * CE : Concentré émulsifiable/EC : Emulsifiable concentrate
- * PM : Poudre mouillable/WP : Wetttable powder

FIG. 3. — Évaluation en laboratoire du pourcentage d'émergence imaginale d'*Anopheles gambiae* dans des échantillons d'eau de mares en terre traitées avec le juvénoloïde : OMS-3007. Ces pourcentages sont calculés à partir de 25 larves au stade 2 d'élevage.

- * CE : Concentré émulsifiable/EC : Emulsifiable concentrate
- * PM : Poudre mouillable/ WP : Wetttable powder



à la 2^e et 3^e semaines après le traitement et ce ne sont respectivement qu'après six et dix semaines d'évaluation que les éclosions imaginale sont redevenues comparables aux témoins.

— Dans les eaux de la mare en terre traitées à la dose de 1 mg/l, les premières émergences sont apparues au cours de la 2^e semaine après le traitement. Le nombre d'adultes émergents est ensuite redevenu comparable au témoin après sept semaines d'évaluation.

** Poudre mouillable à 5 %

— Dans les eaux des mares cimentées traitées à 0,5 mg/l et 1 mg/l, les premières éclosions imaginale sont apparues respectivement une semaine et deux semaines après l'application insecticide. Les émergences sont ensuite redevenues comparables aux témoins, sept semaines après le traitement à la dose de 0,5 mg/l et dix semaines à 1 mg/l.

— Dans les eaux de la mare en terre traitées à 1 mg/l, les premiers imagos ont émergé entre la 2^e et 3^e semaines après le traitement et les pourcentages d'émergence sont redevenus supérieurs à 80 % après huit semaines d'évaluation.

Nous avons observé que dans les deux types de gîtes traités avec ce juvénoïde, les premiers imagos sont apparus à la 2^e et 3^e semaines après le traitement, mais que les pourcentages d'émergence imaginale ne sont redevenus supérieurs à 80 % qu'à partir de la 10^e semaine dans les mares cimentées et à partir de la 7^e et 8^e semaines dans les mares en terre.

L'effet résiduel de l'OMS-3007 a donc été particulièrement long, car il s'est écoulé, suivant la formulation et sa concentration, de quatre à huit semaines entre l'apparition des premiers adultes et le maintien d'un niveau d'émergence supérieur à 80 %.

Par ailleurs, les mares cimentées traitées à 1 mg/l ont montré par rapport aux mares en terre traitées à la même dose, une rémanence plus longue de deux à trois semaines. Cette action insecticide moins durable dans les mares en terre peut s'expliquer par le fait que, les eaux riches en argile de ce type de gîte, peuvent à la longue masquer l'activité de l'inhibiteur et se répercuter directement sur son temps d'activité.

* Témoins : l'évaluation en laboratoire du pouvoir insecticide des eaux de mares traitées sur le terrain a été comparée pour chaque inhibiteur à deux prélèvements de mares non traitées. Dans ces eaux exemptes d'insecticide, les pourcentages d'émergence ont toujours été égaux ou supérieurs à 80 %.

4. Discussion – Conclusion

C'est au cours des grandes campagnes d'éradication des vecteurs du paludisme que la lutte chimique a eu

recours à des insecticides très actifs mais peu sélectifs tels que le DDT et l'HCH. Cependant, ces deux produits se sont rapidement avérés toxiques sur l'ensemble de la faune aquatique, notamment les poissons (OMS, 1951). Le téméphos employé dans le traitement des gîtes dont les eaux sont pauvres en matière organique a donné de très bons résultats dans la lutte contre les populations préimaginales des anophèles, ce produit n'ayant de surcroît induit aucun effet nuisible sur la faune non cible.

Par contre le Chlorphoxime, malgré son excellente efficacité larvicide se double malheureusement d'une très grande toxicité vis-à-vis du milieu (Dejoux, 1988).

Le principe de la lutte intégrée, telle qu'elle se conçoit de plus en plus de nos jours, s'oriente vers l'emploi d'insecticides toujours plus sélectifs afin de ne pas nuire à l'environnement.

De plus ces insecticides doivent présenter à de faibles concentrations une rémanence la plus longue possible pour réduire au minimum le coût des opérations de traitement.

A cet égard, les inhibiteurs de croissance, encore appelés insecticides de troisième génération, semblent les plus aptes à répondre à ces exigences, tout au moins dans le cadre d'une lutte contre les populations préimaginales de nombreux Culicidae.

Diverses études ont été conduites en laboratoire et sur le terrain pour évaluer la rémanence de ces larvicides sur les anophèles (Darriet *et al.*, 1984 ; 1985a ; 1985b ; Estrada et Mulla, 1986 ; Kottkamp et Meisch, 1985). La plupart d'entre elles ayant été réalisées dans un contexte purement expérimental, il serait prématuré d'en étendre les conclusions à des opérations de lutte à grande échelle.

Néanmoins, ces expérimentations constituent une étape importante dans la connaissance de l'efficacité de ces substances sur les *Anopheles*. Dans notre étude, les deux ecdysoïdes (OMS-2015 et OMS-3009) et le juvénoïde testés (OMS-3007) ont donné des résultats intéressants. Dans les prélèvements d'eaux de mares artificielles traitées à des doses aussi faibles que 0,5 et 1 mg/l d'OMS-2015 et d'OMS-3009, aucune émergence imaginale n'a été observée pendant une période de trois à six semaines.

L'OMS-3007 a été moins actif que les deux ecdysoïdes car, utilisé aux mêmes concentrations, il n'a eu de pleine efficacité que pendant les deux ou trois semaines qui ont suivi le traitement.

Par contre, l'action résiduelle de ce juvénoïde a été particulièrement longue puisque les pourcentages d'émergence imaginale ne sont redevenus comparables aux témoins qu'entre la 7^e et 10^e semaines après le traitement.

On peut constater avec intérêt que la grande rémanence de ces insecticides associée à des doses de traitement très faibles ne sont pas des critères suffisants pour

retenir ces produits sur le marché des pesticides utilisables en santé publique. En effet, les organismes de démoustication exigent comme principale caractéristique des insecticides une action rapide permettant d'évaluer de façon nette les opérations de traitement. Or, dans l'ensemble, les inhibiteurs de croissance n'agissent que très lentement en dépit de leur efficacité. On ne peut effectivement déceler l'action des ecdysoïdes sur les mécanismes de renouvellement de la cuticule pendant les mues larvaires que trois à cinq jours après le traitement. Pour les juvénoïdes qui se caractérisent par une activité quasi-sélective sur les larves de stade 4 et les nymphes, il devient même impossible d'évaluer l'action d'un traitement sur le terrain car ces dernières persistent dans les gîtes. Il faut alors avoir recours à des tests biologiques en laboratoire sur les eaux traitées pour évaluer l'efficacité du traitement.

Les inhibiteurs de croissance, pourtant efficaces dans l'absolu, ne sont donc pas utilisés comme larvicides antimoustiques car l'échec d'un traitement ne se ferait sentir que beaucoup trop tardivement et rendrait de ce fait tout

effort de lutte anticulicidienne particulièrement onéreux et aléatoire.

De tels résultats permettraient quand même d'envisager dans certains contextes bien particuliers, tels que plans d'eaux marécageux, étangs et rizières bien délimités, une lutte efficace contre les endémies occasionnées par les anophèles.

Il va de soi que la réalisation d'un programme de lutte intégrée axé sur le contrôle des populations préimaginales des *Anopheles* ne devrait pas compter exclusivement sur les inhibiteurs de croissance. La lutte chimique ne devrait être considérée que comme un outil d'appoint, complémentaire aux autres méthodes de lutte : biologique (poissons larvivores, bactéries, champignons...), physique (drainage des eaux et assèchement des marais) et médicale (chimiothérapie des accès fébriles) qui restent dans le cas du contrôle du paludisme pratiquement le seul moyen d'intervention applicable de nos jours.

Manuscrit accepté par le Comité de Rédaction le 11 janvier 1989.

BIBLIOGRAPHIE

- COZ (J.), DAVIDSON (G.), CHAUVET (G.) et HAMON (J.), 1968. — La résistance des Anophèles aux insecticides en Afrique tropicale et à Madagascar. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. et Parasitol.*, 6, 3-4 : 207-210.
- DARRIET (F.), CARNEVALE (P.) et ROBERT (V.), 1984. — Laboratory and field evaluation of the activity of an ecdysoïd-type insect growth inhibitor, Triflumuron (OMS-2015) on *Culex quinquefasciatus*, *Anopheles gambiae* and *Aedes aegypti*. Doc. mimeo. OMS, WHO/VBC/85.916, 16 p.
- DARRIET (F.), ROBERT (V.), ZOULANI (A.) et CARNEVALE (P.), 1985a. — Évaluation en laboratoire et sur le terrain de l'activité larvicide de deux inhibiteurs de croissance de type ecdysoïde : l'OMS-2016 et l'OMS-3009 sur *Culex quinquefasciatus* Say, 1823, *Anopheles gambiae* Giles, 1902 et *Aedes aegypti* Linné, 1762. Doc. Tech. OCCGE n° 8758.
- DARRIET (F.), ROBERT (V.) et CARNEVALE (P.), 1985b. — Évaluation en laboratoire et sur le terrain de l'activité larvicide d'un inhibiteur de croissance de type juvénoïde : l'OMS-3007 sur *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 et *Anopheles gambiae* s.s. Giles, 1902. Doc. Tech. OCCGE n° 8804.
- DEJOUX (C.), 1988. — La pollution des eaux continentales africaines. Expérience acquise. Situation actuelle et perspectives. Collection TRAVAUX et DOCUMENTS, n° 213, ORSTOM, Paris, 513 p.
- ESTRADA (J.G.) et MULLA (M.S.), 1986. — Evaluation of two new insect growth regulators against mosquitoes in the laboratory. *J. Am. Mosq. Control Assoc.*, 2, 1 : 57-60.
- KOTTKAMP (W.B.) et MEISCH (M.V.), 1985. — Efficacy of BAY SIR 8514, an insect growth regulator against *Psorophora columbiana* and *Anopheles quadrimaculatus* in small plot and field trials. *J. Am. Mosq. Control Assoc.*, 1, 1 : 17-19.
- NICOLAS (L.), DARRIET (F.) et HOUGARD (J.M.), 1987. — Efficacy of *Bacillus sphaericus* 2362 against larvae of *Anopheles gambiae* under laboratory and field conditions in West Africa. *Med. Vet. Entomol.*, 1 : 157-162.
- HOUGARD (J.M.), DARRIET (F.) et BAKAYOKO (S.), 1983. — Évaluation en milieu naturel de l'activité larvicide de *Bacillus thuringiensis* sérotype H-14 sur *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 et *Anopheles gambiae* Giles, 1902 s.l. (Diptera : Culicidae) en Afrique de l'Ouest. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. et Parasitol.*, 11, 2 : 111-117.
- OMS, 1951. — Conférence sur le paludisme en Afrique équatoriale. Org. Mond. Santé, Sér. rapp. tech. n° 38, 81 p.
- OMS, 1963. — Résistance aux insecticides et lutte contre les vecteurs. Treizième rapport du comité OMS d'experts des insecticides. Org. Mond. Santé, Sér. rapp. tech. n° 265, 242 p.