

SENSIBILITÉ AUX INSECTICIDES CHLORÉS DES LARVES DE *CULEX FATIGANS* ET D'*ANOPHELES AQUASALIS* EN GUYANE FRANÇAISE

H. FLOCH ^a & P. FAURAN ^b

Institut Pasteur de la Guyane Française, Cayenne

RÉSUMÉ

Les pulvérisations effectuées en Guyane Française depuis 1949 ont eu pour résultat l'éradication d'*Aedes aegypti* et la disparition de *A. darlingi* des zones habitées, qui eut pour conséquence une réduction massive des cas de paludisme. Ces pulvérisations restèrent sans effet sur *Culex fatigans*, vecteur de la filariose, et *A. aquasalis*, vecteur d'importance secondaire, mais responsable cependant, semble-t-il, des quelques cas de paludisme autochtones survenus en Guyane Française. Soupçonnant une résistance de ces deux espèces, les auteurs les ont soumises aux tests standards recommandés par le Comité OMS d'experts des Insecticides. Les résultats indiquent que la population de *C. fatigans* est devenue résistante au HCH et à la dieldrine, dont elle supporte des doses 20 fois supérieures à la normale. La tolérance au DDT s'est également accrue; elle est 5-10 fois plus forte que normalement. Ces faits semblent imputables à l'emploi du HCH comme larvicide. La population de *A. aquasalis* des environs de Cayenne a conservé une sensibilité satisfaisante au DDT, au HCH et à la dieldrine.

Depuis 1949, des insecticides à base d'hydrocarbures chlorés sont utilisés en Guyane Française pour lutter contre les moustiques vecteurs de maladies infectieuses ou parasitaires (Floch, 1950).

Chaque année se déroule une campagne de pulvérisations intradomiciliaires de produits à effet rémanent dans toutes les localités du territoire.

A Cayenne, en outre, a lieu, en saison sèche, une campagne antilarvaire, menée contre *Culex fatigans*, vecteur de la filariose à *Wuchereria bancrofti*.

Les insecticides utilisés au cours de ces campagnes sont:

1) pour les pulvérisations intradomiciliaires, le DDT en solution à 5% dans le pétrole ou en suspension à 5% dans l'eau, suivant la nature des parois à traiter, à raison de 2 g/m² ;

2) pour le traitement des annexes des habitations en ville: hangars, poulaillers, etc., le HCH (Gammexane, Palugam) en suspension dans l'eau, à raison approximativement de 150 mg d'isomère gamma par mètre carré (Floch, 1957) ;

^a Directeur

^b Entomologiste

3) pour les campagnes antilarvaires urbaines, le HCH en poudre (traitement des caniveaux couverts) ou en suspension aqueuse (traitement des puits et des récipients domestiques).

En ce qui concerne les deux espèces les plus dangereuses pour la santé publique en Guyane Française, la lutte contre les moustiques, ainsi menée, donna les meilleurs résultats que l'on pouvait escompter: éradication de *Aedes aegypti*, le vecteur urbain de la fièvre jaune, et disparition d'*Anopheles darlingi* des zones habitées, ce qui entraîna une réduction massive du nombre des cas de paludisme autochtone; nous avons toujours précisé, pour cette dernière espèce, qu'il ne s'agissait pas d'éradication totale, sur le territoire.

Par contre, nous n'observâmes pas la même efficacité vis-à-vis de deux autres espèces d'un intérêt médical secondaire, mais cependant réel: *C. fatigans* et *Anopheles aquasalis*.

Après une brève disparition, consécutive à la première campagne de pulvérisation, *C. fatigans* reparut dans les agglomérations, surtout à Cayenne, et en assez grand nombre pendant la saison sèche. Jusqu'au début de 1954, nous avons pu contrôler dans une certaine mesure la pullulation de cette espèce par l'emploi du HCH (Floch & Fauran, 1954), mais à la fin de la saison sèche de 1954 le problème d'une « résistance » était à envisager à Cayenne.

A. aquasalis n'avait jamais été rencontré naturellement infecté en Guyane, avant les campagnes antipaludiques. Mais le fait que nous avons pu l'infecter au laboratoire laissait supposer qu'il pouvait jouer le rôle de vecteur naturel, secondaire d'ailleurs, par rapport à celui de *A. darlingi*.

Depuis lors, nous avons pensé devoir incriminer *A. aquasalis* dans les quelques cas de paludisme autochtone (consécutifs à l'immigration de travailleurs originaires de Sainte-Lucie, et porteurs de *Plasmodium falciparum*), observés au cours de ces dernières années, en Guyane Française.

Cet anophèle n'a d'ailleurs pas totalement disparu de Cayenne et il n'est pas rare dans la campagne environnante: il était certes intéressant de tester sa sensibilité aux insecticides chlorés après nos campagnes de désinsectisation.

Matériel et méthodes

Nous avons conduit notre expérimentation selon les recommandations formulées dans le septième rapport du Comité OMS d'experts des Insecticides, en adoptant la méthode proposée par Brown (1957) et en utilisant la boîte d'épreuve que l'Organisation mondiale de la Santé nous a fournie gracieusement dans ce but.

Pour toutes les manipulations, nous nous sommes conformés aux instructions qui accompagnent le matériel de la boîte d'épreuve, sans noter de difficultés particulières dans l'exécution.

Les dilutions d'insecticides et les témoins furent placés dans des plats de forme basse, elliptique, en métal émaillé au four à haute température; ils présentaient une surface très voisine de 500 cm².

Pour éliminer après chaque épreuve les traces d'insecticides qui pouvaient subsister sur les parois, nous avons employé le chauffage à 200°C pendant deux heures; ce procédé nous a paru être le plus sûrement efficace.

Dans le cas de *C. fatigans*, nous avons effectué deux séries d'épreuves sur du matériel provenant de Cayenne uniquement: la première série avec des larves récoltées dans un égout, la deuxième avec des larves recueillies dans un puits. Elles étaient toutes à la fin du troisième stade ou au quatrième. Leur identification a montré que l'espèce *C. fatigans* était seule représentée dans la première série. Dans le deuxième gîte, *C. fatigans* était associé à *C. coronator*, dont les larves furent facilement distinguées, grâce à leur siphon beaucoup plus long, puis séparées des précédentes.

Les épreuves furent effectuées au laboratoire à la température moyenne de 27°C (maximum 28°C, minimum 26°C), en utilisant de l'eau de pluie pour diluer les solutions standard d'insecticides et pour les témoins. Cette eau présentait les principales caractéristiques de l'eau distillée. Les larves ont été exposées à l'insecticide pendant 24 heures puis laissées dans de l'eau pure pendant 24 heures.

Lorsque nous voulûmes entreprendre les mêmes épreuves au laboratoire, avec des larves de *A. aquasalis*, nous nous heurtâmes à certaines difficultés. Après quelques recherches sur le terrain, nous avons reconnu que le gîte le plus accessible et le plus capable de fournir la quantité nécessaire de larves était le marais de Montjoly, à 10 km environ de Cayenne. Malheureusement, pour atteindre l'endroit du marécage où nous avons trouvé des larves de *A. aquasalis* en densité suffisante, il fallait emprunter un chemin extrêmement cahoteux, ce qui entraînait la mort de très nombreuses larves au cours du transport. En outre le séjour de 48 heures dans de l'eau de pluie, identique à celle que nous avons employée pour *C. fatigans*, déterminait chez les témoins une mortalité trop élevée pour que l'on puisse tirer des conclusions indiscutables de ces épreuves.

Au bout de cinq tentatives infructueuses, nous décidâmes de tourner les difficultés majeures en opérant sur le terrain et en utilisant l'eau du gîte larvaire après filtration. Cette eau, telle que nous l'avons employée pour les dilutions d'insecticides et pour les témoins, renfermait 1,80 g par litre de chlorures totaux, exprimés en NaCl. Pour protéger les récipients d'une évaporation excessive ou d'une pluie éventuelle, un abri fut installé sur le bord même du marécage, à l'endroit où nous avons repéré la plus forte densité larvaire anophélienne.

Grâce à ces dispositions nous pûmes mener à bien les épreuves de sensibilité des larves de *A. aquasalis*, en suivant exactement la méthode de Brown, comme précédemment. L'identification fut contrôlée au laboratoire

d'entomologie de l'Institut Pasteur de la Guyane, après chaque test, par examen au microscope. La proportion de *A. aquasalis* trouvée a été 99%.

Résultats

Nous indiquons ci-après les taux de mortalité relevés à la fin de la période d'observation de 24 heures, suivant elle-même une exposition des larves à l'insecticide durant 24 heures, pour chaque épreuve. Ces taux ont été corrigés selon la méthode d'Abbott. Nous nous sommes basés sur le nombre de morts décomptés dans les deux répliques mises en œuvre pour chaque concentration d'insecticide. Le nombre de larves utilisé pour ces essais a varié entre 58 et 61; il était en général de 60.

Nous avons déterminé par la méthode graphique sur papier gaussoloarithmique quelles étaient les CL_{50} de ces trois insecticides pour les larves de *C. fatigans*. Nous avons obtenu les chiffres suivants:

DDT: 0,2 p.p.m. HCH-gamma: 0,6 p.p.m. Dieldrine: 0,15 p.p.m.

TABEAU 1. TAUX DE MORTALITÉ (%) DE LARVES DE MOUSTIQUES A DIVERSES CONCENTRATIONS D'INSECTICIDES

Espèce de moustique	Concentration (p.p.m.)	DDT	HCH-gamma	Dieldrine
<i>Culex fatigans</i> larves provenant d'un égout de Cayenne	0,004	0	26,6	10,1
	0,02	0	30,3	15,2
	0,1	29,8	31,4	30,4
	0,5	98,2	35,1	94,9
	2,5	100	98,1	—
	Témoin	1,7	10	1,7
<i>Culex fatigans</i> larves provenant d'un puits de Cayenne	0,004	1,6	1,7	0
	0,02	3,7	0,1	5
	0,1	7	38,2	32,2
	0,5	87,7	40,3	94,9
	2,5	100	98,2	—
	Témoin	3,3	5	1,7
<i>Anopheles aquasalis</i> larves provenant du marais de Montjoly	0,002	93	89,6	—
	0,004	98,2	96,4	98,2
	0,02	100	98,2	100
	0,1	100	100	—
	Témoin	3,3	3,3	3,3

Discussion

La résistance aux insecticides a été définie, lors du Symposium sur la lutte contre les insectes vecteurs de maladies réuni à Rome en 1953, comme l'apparition, dans une souche d'insectes, de la faculté de tolérer des doses toxiques qui exerceraient un effet léthal sur la majorité des individus composant une population normale de la même espèce.

Il aurait donc été souhaitable d'établir la comparaison entre les souches de Cayenne et une population normale. Cela ne fut malheureusement pas possible car il n'existe pas en Guyane Française de localité témoin, non traitée depuis 1950.

Nous devons donc comparer nos résultats avec ceux qui ont été publiés ailleurs pour les stades larvaires des mêmes espèces de moustiques.

Des cas de résistance chez *C. fatigans* ont été signalés: Gjullin & Peters (1952) estimaient « considérable » la résistance des larves qu'ils avaient testées en Californie et pour lesquelles les CL_{50} de DDT et de HCH-gamma étaient, dans les cas extrêmes, respectivement de 0,0777 p.p.m. et 1,0 p.p.m. Rajagopalan, Vedamanikkam & Ramani (1955) ont observé un phénomène analogue, en Inde méridionale, à la suite du remplacement du DDT par le HCH comme larvicide; la résistance au HCH était élevée mais la résistance au DDT et à la dieldrine leur parut modérée. Hamon (1953) a relaté qu'à La Réunion, l'emploi du DDT comme larvicide avait fait apparaître une race résistant à cet insecticide et d'emblée moins sensible au HCH. Gentry & Hubert (1957) ont trouvé les CL_{50} suivantes, en opérant avec des larves de *C. fatigans* d'Okinawa: DDT 0,6 p.p.m.; HCH-gamma 0,2 p.p.m.; dieldrine 0,2 p.p.m. Les auteurs indiquent que ce moustique est extrêmement résistant aux produits indiqués. Des chiffres plus élevés encore ont été cités. Selon Blasquez^a (1957), la CL_{50} de DDT avec des larves du Venezuela était 0,7 p.p.m. à Caracas et 5 p.p.m. à Puerto Cabello. Enfin de Chaochow (Taïwan), Liu (1958, voir page 623 de ce numéro) rapporte une CL_{50} de 26 p.p.m. Pouvons-nous parler de résistance au sujet des *C. fatigans* que nous avons testés?

Il s'agit certainement là d'une population encore moins sensible au DDT que celle que Gjullin et Peters considéraient comme résistante; toutefois, les CL_{50} que nous obtenons sont bien modestes par rapport aux chiffres avancés par Blasquez ou par Liu. Nous avons soumis nos résultats au promoteur du test, M. Brown, qui nous répondit:

« Le niveau de tolérance croisée au DDT que vous avez observé, avec une CL_{50} de 0,2 p.p.m., est peut-être de cinq à dix fois plus élevé que le niveau normal, mais reste dans les limites extrêmes de la sensibilité normale ».

Par contre, il paraît évident que nous enregistrons une résistance élevée au HCH-gamma et une résistance croisée à la dieldrine (qui n'a jamais été employée dans la lutte contre les moustiques en Guyane). En effet, pour des

^a Blasquez, J. (1957) Documents de travail non publiés WHO/Mal/191 et WHO/Insecticides/68

populations normales de *C. fatigans*, les CL_{50} du HCH-gamma sont de l'ordre de 0,02-0,05 p.p.m. et les CL_{50} de la dieldrine de l'ordre de 0,006 p.p.m. (Reid, 1955).

Nous n'avons pas connaissance de publication sur la sensibilité des larves d'*A. aquasalis*. Pour nos essais, nous devons considérer que, si le gîte larvaire n'a subi aucun traitement insecticide, les habitations environnantes ont reçu neuf pulvérisations de DDT successives; il paraissait donc à priori difficile de considérer cette population comme normale.

Cependant, les mortalités que nous enregistrons sont l'indice d'une grande sensibilité tandis que la population, aussi bien des larves que des adultes, n'a pas subi de réduction notable.

L'éthologie de *A. aquasalis* en Guyane semble responsable de cet état de choses. Cet anophèle n'avait jamais fait preuve d'une anthropophilie ni d'une endophilie bien marquées (à l'opposé de *A. darlingi*) avant que soient commencées les campagnes de pulvérisations. Notre *A. aquasalis* a « résisté » aux pulvérisations de DDT mais il n'y a pas eu chez lui changement de comportement à la suite de ces pulvérisations intradomiciliaires.

Conclusions

Cette étude sur la sensibilité des larves de *C. fatigans* et de *A. aquasalis* permet de dégager les points suivants:

1. La population de *C. fatigans* à Cayenne est devenue résistante au HCH et à la dieldrine. La CL_{50} pour le HCH-gamma est de 0,6 p.p.m. et pour la dieldrine 0,15 p.p.m.; ces concentrations sont environ 20 fois plus fortes que les concentrations normales. La tolérance au DDT est 5-10 fois plus élevée que normalement.
2. La population de *A. aquasalis* des environs de Cayenne a conservé une sensibilité très satisfaisante au DDT, au HCH et à la dieldrine. Les CL_{90} de ces trois insecticides sont toutes trois inférieures à 0,004 p.p.m. et voisines de 0,002 pour le DDT et l'HCH.
3. La résistance de *C. fatigans* au HCH et à la dieldrine de même que la diminution importante de sa sensibilité au DDT semblent imputables à l'emploi du HCH comme larvicide.
4. L'emploi du DDT comme imagicide pendant 9 années consécutives n'a pas entraîné de résistance au DDT chez *A. aquasalis*, malgré la persistance de cette espèce, due certainement à son comportement naturel exophile et en grande partie zoophile.

SUMMARY

The spraying campaigns which have been carried out in French Guiana since 1949 have resulted in the eradication of *Aedes aegypti* and in the disappearance of *Anopheles*

darlingi from the inhabited areas. This has been followed by a drastic reduction in the number of cases of malaria. The spraying campaigns have been without effect on *Culex fatigans*, the vector of filariasis, and on *A. aquasalis*, a vector of secondary importance, but apparently responsible for several cases of autochthonous malaria in French Guiana. Suspecting resistance in these two species, the authors submitted them to the standard tests recommended by the WHO Expert Committee on Insecticides. The results indicate that the population of *C. fatigans* at Cayenne has become resistant to BHC and dieldrin, tolerating 20 times the normal concentrations. The LC_{50} of DDT was 5-10 times that normally required. The population of *A. aquasalis* in the region of Cayenne has retained a very satisfactory susceptibility to DDT, BHC and dieldrin. The LC_{90} was less than 0.004 p.p.m. for all three insecticides and around 0.002 p.p.m. for DDT and BHC. The resistance of *C. fatigans* to BHC and dieldrin, as well as the marked reduction in its susceptibility to DDT, appear to be due to the use of BHC as a larvicide. The use of DDT as an imagocide for 9 consecutive years has not led to any resistance to DDT in *A. aquasalis*. The persistence of this species is undoubtedly due to the fact that its natural behaviour is exophilic and largely zoophilic.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Brown, A. W. A. (1957) *Bull. Org. mond. Santé*, **16**, 201
2. Floch, H. (1950) *Arch. Inst. Pasteur Guyane franç.*, **213**, 55
3. Floch, H. (1957) *Arch. Inst. Pasteur Guyane franç.*, **430**, 39
4. Floch, H. & Fauran, P. (1954) *Arch. Inst. Pasteur Guyane franç.*, **322**, 59
5. Gentry, J. W. & Hubert, A. A. (1957) *Mosquito News*, **17**, 92
6. Gjullin, C. M. & Peters, R. F. (1952) *Mosquito News*, **12**, 1
7. Hamon, J. (1953) *Bull. Soc. Path. exot.*, **3**, 454
8. Rajacopalan, N., Vedamanikkam, J. C. & Ramani, S. R. (1955) *Indian J. Ent.*, **17**, 159
9. Reid, J. A. (1955) *Bull. Org. mond. Santé*, **12**, 705