



HAL
open science

Variations de sensibilité d'*Encarsia formosa* Gahan (Hym. Aphelinidae) soumis à des pressions de sélection insecticide: approches biologique et biochimique

Robert Delorme, Aurelie Angot, D. Augé

► To cite this version:

Robert Delorme, Aurelie Angot, D. Augé. Variations de sensibilité d'*Encarsia formosa* Gahan (Hym. Aphelinidae) soumis à des pressions de sélection insecticide: approches biologique et biochimique. *Agronomie*, 1984, 4 (3), pp.305-309. hal-02726040

HAL Id: hal-02726040

<https://hal.inrae.fr/hal-02726040>

Submitted on 2 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Variations de sensibilité d'*Encarsia formosa* Gahan (Hym. Aphelinidae) soumis à des pressions de sélection insecticide : approches biologique et biochimique

Robert DELORME, Andrée ANGOT & Danielle AUGÉ

I.N.R.A., Station de Phytopharmacie, Route de St-Cyr, F 78000 Versailles

RÉSUMÉ

Des tentatives d'obtention de souches d'*Encarsia formosa* résistantes aux insecticides ont été effectuées. Les pressions de sélection au parathion-éthyl et à la deltaméthrine, appliquées durant 21 générations successives, n'ont pas permis d'augmenter de façon stable et importante le niveau de résistance d'*E. formosa*, les coefficients de résistance obtenus variant de 0,56 à 2,81 pour le parathion-éthyl et de 0,63 à 4,20 pour la deltaméthrine.

L'étude de la variabilité de l'activité estérasique totale, liée chez diverses espèces au niveau de résistance biologique, n'a mis en évidence ni la présence d'individus présentant une activité différente d'une distribution normale ni une transmission héréditaire des activités estérasiques fortes ou faibles.

La forte homogénéité génétique des populations d'*E. formosa* limite fortement les potentialités de résistance chez cette espèce. En conséquence, l'obtention éventuelle de résistance semble être subordonnée à l'augmentation de l'hétérogénéité des souches actuellement disponibles, soit en recherchant des souches sauvages, soit en ayant recours à des techniques de mutagenèse chimique ou physique.

Mots clés additionnels : Résistance, parathion-éthyl, deltaméthrine, activité estérasique, hétérogénéité génétique.

SUMMARY

Fluctuations in the sensitivity of Encarsia formosa Gahan (Hym. Aphelinidae) under insecticide selection pressure : a biological and biochemical approach.

Attempts have been made to obtain strains of *Encarsia formosa* resistant to insecticides. The selection pressure with ethyl-parathion and deltamethrin applied during 21 successive generations failed to produce a significant and stable resistance level; the resistance factors varied between 0.56 and 2.81 with ethyl-parathion and between 0.63 and 4.20 with deltamethrin.

Study of the variability of total esterase activity failed to bring to light any insects with a distinct activity compared to the normal distribution. No inheritance of high or low esterase activity could be observed.

The high homogeneity of *E. formosa* population strongly limits the resistance potentialities of this species. Thus the possible attainment of resistance seems to depend upon increasing the heterogeneity of the strains now available, either by searching for wild strains or by chemical or physical mutagenesis.

Additional key words : Resistance, ethyl-parathion, deltamethrin, esterase activity, genetical heterogeneity.

I. INTRODUCTION

L'utilisation d'*Encarsia formosa* Gahan comme moyen biologique de lutte contre la mouche blanche des serres, *Trialeurodes vaporariorum* Westw. est en développement constant depuis quelques années, dans de nombreux pays européens (ONILLON, 1982).

Une des principales difficultés rencontrées dans l'utilisation pratique de cet entomophage est la coexistence souvent difficile avec l'application nécessaire des traitements phytosanitaires destinés à lutter contre d'autres ravageurs ou contre les maladies fongiques présents dans le même milieu.

S'il paraît possible de trouver des fongicides et des acaricides n'ayant pas d'action défavorable vis-à-vis d'*E. formosa*, le problème est beaucoup plus complexe dans le cas des insecticides.

La forte toxicité des insecticides organophosphorés et pyrèthrinoides envers *E. formosa* et les grandes difficultés d'utilisation de ces produits dans un schéma de protection intégrée des cultures ont été mis en évidence dans plusieurs publications (LEDIEU, 1979 ; DELORME & ANGOT, 1983).

Si avec des insecticides très spécifiques comme le diflubenzuron ou avec le *Bacillus thuringiensis* il est possible de lutter contre certains lépidoptères avec succès sans pertur-

ber *E. formosa* (LEDIEU, 1979), la lutte contre d'autres ravageurs importants des cultures protégées, thrips, mineuses, etc., passe par l'utilisation des insecticides organophosphorés et pyréthrinoides. On peut alors utiliser avec certaines précautions des produits comme le dichlorvos ou la bioresméthrine, du fait de leur faible persistance et de leur efficacité envers l'hôte d'*E. formosa*; il faut cependant veiller à les utiliser préventivement ou quand peu d'adultes sont présents ou bien en traitements localisés (KOWALSKA *et al.*, 1980; DELORME & ANGOT, 1983). En effet les adultes d'*E. formosa* sont extrêmement sensibles aux insecticides organophosphorés et pyréthrinoides soit par action directe du produit lors du traitement, soit par l'action toxique des résidus sur les plantes. Si l'on compare la concentration létale 50 p. 100 (CL 50) du produit appliqué en pulvérisation sur *E. formosa* à la concentration usuelle d'emploi (CE), on constate que la CL 50 est 37 fois plus faible que la CE pour la bioresméthrine et 230 fois pour la deltaméthrine; pour les organophosphorés, dichlorvos, parathion-éthyl, pyrimiphos-méthyl, le rapport est compris entre 650 et 800 (DELORME & ANGOT, 1983). LEDIEU (1979) examinant la toxicité de résidus frais sur disques foliaires obtient pour le même rapport, 62 fois pour la perméthrine et des chiffres variant de 7 (heptenophos) à 600 fois (dialifos) pour les organophosphorés.

Cette très forte sensibilité des adultes d'*E. formosa* limite énormément les possibilités d'utilisation de ces produits en protection intégrée.

Deux possibilités s'offrent pour résoudre ce problème : la première est la recherche de moyens de lutte plus spécifiques (produits plus sélectifs, agents biologiques de lutte), la seconde est d'utiliser des souches d'*E. formosa* moins sensibles aux insecticides.

En effet, si la résistance aux insecticides est très répandue chez les espèces phytophages, elle existe également chez certains entomophages, en particulier chez les acariens prédateurs phytoséides : HUFFAKER & KENNETT (1953), dès 1952, ont mis en évidence la présence de souches résistantes de *Typhlodromus occidentalis* Nesbitt aux organophosphorés. Depuis cette époque, plusieurs auteurs ont montré les potentialités des acariens phytoséides à développer des résistances à divers groupes d'insecticides (CROFT, 1977). Si la plupart des souches résistantes proviennent de sélection sur le terrain, il est également possible d'induire de hauts niveaux de résistance au laboratoire (FOURNIER, 1981).

Cependant, si la résistance semble être un phénomène assez répandu chez les acariens prédateurs, il ne semble pas en être de même chez les hyménoptères parasites. Seuls quelques cas ont été mentionnés avec des niveaux de résistance généralement très faibles. Le cas le plus probant est le développement d'une résistance au DDT de *Macrocentrus ancylivorus* Rohwer., un braconide parasite de *Grapholita molesta* Busck., le coefficient de résistance obtenu après 19 générations de sélection étant de 12, sans qu'il ait été possible de l'augmenter par la suite en 72 générations; de plus, cette résistance était relativement peu stable puisque le niveau de sensibilité originel est retrouvé en 13 générations (PIELOU & GLASSER, 1951; ROBERTSON, 1958). D'autres cas ont été mentionnés où de faibles niveaux de résistance (de 3 à 8 fois) ont été obtenus vis-à-vis de divers insecticides (ADAMS & CROSS, 1967; ABDELRAHMAN, 1973). Par ailleurs, KOT *et al.* (1971) ont montré qu'une résistance stable et significative n'a pu être obtenue après 70 générations sélectionnées de *Trichogramma evanescens* Westw.

Le but de cette étude est d'explorer les possibilités

d'obtention de souches résistantes d'*E. formosa* au parathion-éthyl et à la deltaméthrine, 2 matières actives appartenant aux 2 principaux groupes chimiques insecticides utilisés en serre.

Deux approches ont été abordées : l'une directe et classique, par pressions de sélection insecticide, l'autre indirecte par l'étude de l'activité estérasique totale et de l'héritabilité de ce caractère. De nombreux cas de résistance, en particulier aux organophosphorés, sont dus à un métabolisme accru ou dévié dans lequel certaines estérases sont impliquées. Le cas le mieux connu est probablement celui de *Myzus persicae* Sulz. pour lequel SAWICKI *et al.* (1980) ont pu démontrer de façon certaine la corrélation entre la résistance aux organophosphorés et une activité estérasique totale accrue (due en particulier à la présence d'une estérase dite E-4) conférant d'ailleurs à ce puceron une importante résistance croisée vis-à-vis des pyréthrinoides et des carbamates (DEVONSHIRE & MOORES, 1982).

Si certains adultes d'*E. formosa* possédaient une activité estérasique totale supérieure à l'ensemble de la population et si ce caractère était transmissible, il est probable qu'ils présenteraient une sensibilité moindre vis-à-vis de certains insecticides en particulier organophosphorés. La possibilité d'obtention de résistance par sélection d'individus présentant de fortes activités estérasiques a été démontrée pour *M. persicae* par BUNTING & VAN EMDEN (1980).

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

A. Matériel biologique

E. formosa est un endoparasite spécifique de *T. vaporariorum* élevé lui-même sur tabac (*Nicotiana glauca* Graham). La production des insectes et la totalité des essais se font en chambre climatisée à 22 ± 1 °C, 70 ± 10 p. 100 d'HR et sous une photopériode de 16 h, l'éclairage étant assuré par des tubes fluorescents.

B. Pressions de sélection insecticide

Le principe de sélection est le suivant : des adultes du parasite, après immobilisation par le froid, sont traités à l'aide d'une tour de pulvérisation permettant d'obtenir des dépôts reproductibles de 4 mg/cm² sur des disques foliaires; 5 solutions, dont les concentrations en matière active forment une gamme en progression géométrique, sont appliquées et conduisent à la détermination de la concentration létale 50 (CL 50). 24 h après le traitement, les insectes ayant survécus aux concentrations supérieures à la CL 50 sont récupérés et relâchés sur des tabacs non traités portant des larves d'aleurodes réceptives pour le parasite. Les essais pour chaque génération sont répétés au moins 3 fois, 500 à 2 000 adultes étant traités au total à chaque génération.

Deux lignées différentes ont été ainsi sélectionnées : l'une au parathion-éthyl, l'autre à la deltaméthrine, pendant 21 générations.

C. Etude de la variation de l'activité estérasique totale

1. Détermination de l'activité estérasique totale

La méthode utilisée est dérivée de celles utilisées par VAN ASPEREN (1962) et par DEVONSHIRE (1975).

Les parasites adultes sont broyés individuellement dans un tampon phosphate 40 mM [KH₂PO₄(Na₂HPO₄)], pH 7, à l'aide d'un broyeur de Potter.

Une partie aliquote de l'homogénéat obtenu est incubée à 25 °C avec de l'acétate d' α -naphthyl (0,3 mM) dans un volume total de 1,1 ml. Après 1 h d'incubation, on ajoute 0,25 ml d'une solution de Fast Blue B Salt (0,3 p. 100) dans une solution tamponnée à 4 p. 100 de lauryl sulfate de sodium. Le complexe résultant est ensuite mesuré après 10 mn de stabilisation au spectrophotomètre au maximum d'absorbance (600 nm).

L'activité enzymatique dans ces conditions est proportionnelle à l'absorbance. Tous les résultats seront exprimés en absorbance par heure et par adulte de *E. formosa*. Pour convertir en μ mole par heure et par insecte, il suffit de diviser par 13 l'absorbance (0,1 μ mole d' α -naphthol correspondant à une absorbance de 1,300). Ainsi une absorbance de 0,500 correspond à une activité estérasique de 0,0385 μ mole/h/insecte.

2. Héritabilité de l'activité estérasique totale

E. formosa ayant une reproduction parthénogénétique, il est possible de produire des clones issus d'une seule femelle et d'essayer de sélectionner des lignées ayant un caractère particulier. A partir des descendants d'une unique femelle présentant une activité estérasique moyenne, des tentatives de sélection d'individus manifestant, d'une part, de fortes activités estérasiques et, d'autre part, de faibles activités, ont été effectuées sur 5 générations successives selon le schéma suivant :

Une femelle est mise à pondre pendant 3 j sur un disque foliaire portant des larves L_3 et L_4 de l'hôte, réceptives pour le parasite. A la fin de la période de ponte, l'activité estérasique de la femelle est mesurée. Les descendants sont de même mis individuellement à pondre sur des disques

foliaires durant 3 j avec détermination ultérieure de l'activité estérasique. En 2^e génération, ne sont conservés que les individus présentant des activités extrêmes, le même schéma étant répété durant 5 générations.

III. RÉSULTATS

A. Pressions de sélection insecticide

Les résultats sont présentés dans le tableau 1 et la figure 1. Globalement, les pressions insecticides appliquées durant 21 générations successives n'ont pas permis d'augmenter de façon stable et importante le niveau de résistance des populations d'*E. formosa*, aussi bien au parathion-éthyl qu'à la deltaméthrine. En effet, les coefficients de résistance obtenus varient de 0,56 à 2,81 pour le parathion-éthyl et de 0,63 à 4,20 pour la deltaméthrine. Le niveau moyen de résistance est de 1,27 pour le parathion et seules les G_1 , G_2 , G_3 , G_7 , G_8 , G_{16} et G_{18} donnent des CL 50 significativement supérieures à celles de la souche de référence, les G_{15} et G_{17} étant significativement plus sensibles. Dans le cas de la deltaméthrine, le coefficient moyen de résistance est de 2,08 ; seules les G_7 , G_{12} , G_{14} , G_{15} , G_{17} , G_{20} , G_{21} ne sont pas significativement supérieures à la souche de référence.

La souche exposée au parathion-éthyl est donc, en moyenne, de sensibilité comparable à la référence ; la souche deltaméthrine est environ 2 fois moins sensible, en moyenne, que la souche originelle, mais cette sensibilité plus faible n'est pas stable d'une génération à l'autre ; on ne peut donc parler de résistance vraie.

TABLEAU 1

Evolution de la concentration létale 50 de deux lignées d'*E. formosa* soumises à des pressions de sélection, l'une au parathion-éthyl, l'autre à la deltaméthrine.

Change in the LC 50 of two *E. formosa* strains under selection pressure with ethyl-parathion and deltamethrin.

Génération	Parathion		Deltaméthrine	
	Nb. d'insectes testés	CL50 et intervalle de confiance en g MA/hl	Nb. d'insectes testés	CL50 et intervalle de confiance en g MA/hl
G_0	1 188	0,034 9 < 0,038 8 < 0,043 1	915	0,003 77 < 0,004 31 < 0,004 92
G_1	862	0,054 4 < 0,061 6 < 0,069 8	959	0,009 04 < 0,010 22 < 0,011 56
G_2	1 209	0,068 2 < 0,072 2 < 0,076 6	1 164	0,010 72 < 0,012 01 < 0,013 47
G_3	677	0,090 2 < 0,109 1 < 0,134 2	752	0,006 57 < 0,008 16 < 0,010 52
G_4	1 107	0,027 6 < 0,038 3 < 0,050 1	859	0,007 37 < 0,008 60 < 0,010 13
G_5	704	0,033 5 < 0,061 8 < 0,114 1	1 211	0,007 79 < 0,009 23 < 0,010 96
G_6	1 144	0,020 7 < 0,033 6 < 0,054 6	1 167	0,012 93 < 0,014 11 < 0,015 40
G_7	1 048	0,047 1 < 0,056 5 < 0,067 8	1 437	0,003 86 < 0,004 64 < 0,006 16
G_8	975	0,072 2 < 0,081 7 < 0,092 7	609	0,005 66 < 0,006 98 < 0,009 74
G_9	935	0,032 0 < 0,050 9 < 0,081 5	514	0,010 10 < 0,012 59 < 0,015 74
G_{10}	881	0,022 3 < 0,041 4 < 0,127 5	356	0,007 17 < 0,009 06 < 0,011 57
G_{11}	2 444	0,009 2 < 0,026 0 < 0,075 9	1 810	0,009 02 < 0,010 18 < 0,011 50
G_{12}	1 582	0,024 6 < 0,030 8 < 0,039 5	3 964	0,002 91 < 0,003 30 < 0,004 49
G_{13}	1 092	0,043 1 < 0,049 0 < 0,055 7	1 377	0,010 28 < 0,011 32 < 0,012 47
G_{14}	1 358	0,028 6 < 0,034 7 < 0,042 7	1 896	0,002 03 < 0,002 73 < 0,005 55
G_{15}	943	0,015 6 < 0,021 9 < 0,030 8	819	0,003 27 < 0,005 12 < 0,009 27
G_{16}	967	0,048 6 < 0,056 8 < 0,067 4	559	0,010 95 < 0,013 01 < 0,015 46
G_{17}	1 251	0,020 7 < 0,024 8 < 0,031 4	1 273	0,003 94 < 0,004 96 < 0,006 44
G_{18}	904	0,065 6 < 0,073 6 < 0,082 8	1 557	0,015 57 < 0,018 12 < 0,021 12
G_{19}	1 669	0,042 2 < 0,049 2 < 0,058 4	1 161	0,012 66 < 0,016 19 < 0,020 85
G_{20}	601	0,024 0 < 0,035 3 < 0,051 8	1 722	0,001 88 < 0,002 90 < 0,004 66
G_{21}	697	0,023 9 < 0,029 5 < 0,036 4	637	0,003 63 < 0,004 97 < 0,007 09

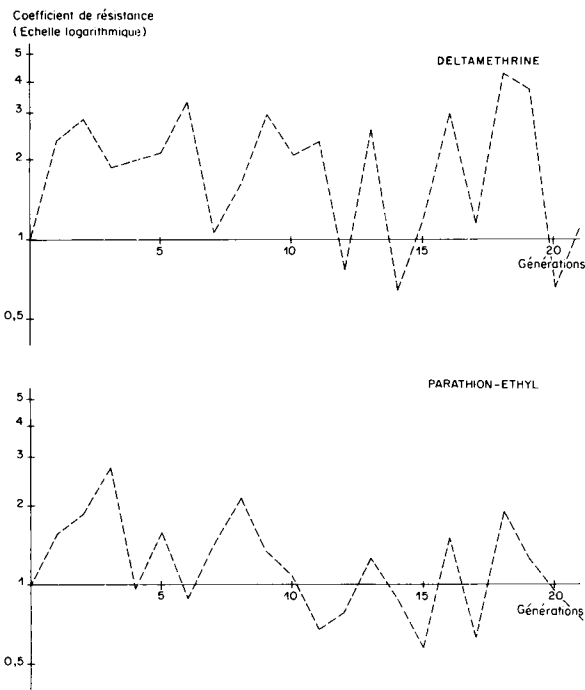


Figure 1
Variation du coefficient de résistance de deux souches d'*E. formosa* soumises à des pressions insecticides.
Variation of the resistance factor of two *E. formosa* strains under insecticide pressure.

B. Etude de la variation de l'activité estérasique totale

1. Variabilité individuelle de l'activité estérasique totale de la souche sensible d'*E. formosa*

L'étude réalisée sur 124 adultes de la souche de référence (SS) montre que les logarithmes des activités estérasiques se répartissent suivant une courbe normale (fig. 2), la moyenne de l'absorbance se situant à $0,286 \pm 0,018$ (valeurs extrêmes au seuil de 99 p. 100 : 0,138-0,596). Une mesure faite sur la G₁₆ de la souche exposée au parathion ne montre pas de différences avec la souche sensible (moyenne $0,312 \pm 0,014$, valeurs extrêmes, au seuil de 99 p. 100 : 0,175-0,557). Les ajustements aux courbes de Gauss ont été réalisés à l'aide du Programme HAUSS 59 (JOLIVET, 1983) de l'Unité informatique documentaire de l'I.N.R.A.

2. Héritabilité de l'activité estérasique totale

Les résultats présentés dans le tableau 2 montrent qu'il n'y a pas de différences significatives entre l'activité estérasique moyenne des descendants de parents à activité forte et ceux issus de parents à activité faible, et ceci sur des lignées sélectionnées pendant 5 générations. Il n'y a donc aucune transmission héréditaire et génétique de ce caractère, tout au moins dans les limites de variabilité établies dans la courbe normale de répartition des activités. Les variations enregistrées dans les limites de cette distribution ne sont donc que phénotypiques.

IV. DISCUSSION ET CONCLUSION

Si l'on s'en tient au but initialement fixé, c'est-à-dire l'obtention de souches d'*E. formosa* résistantes, les sélections par pression insecticide se sont traduites par des échecs

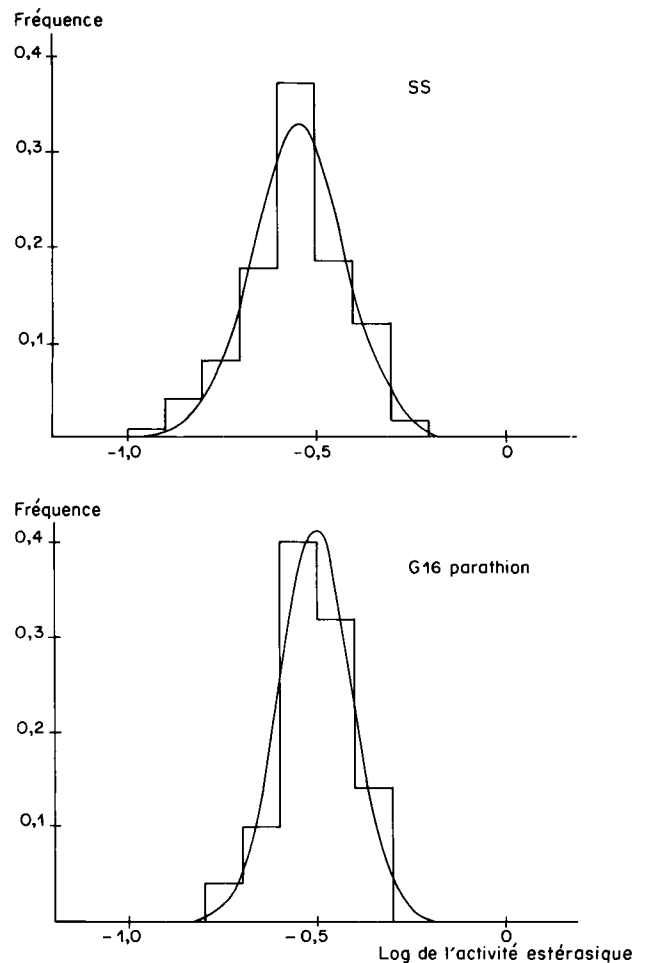


Figure 2
Activités estérasiques totales observées et ajustement à une distribution normale.
Observed data on total esterase activity and adjustment to a normal distribution curve.

malgré l'application répétée des matières actives sur chaque génération pendant plus de 2 ans. La raison de cet échec semble résider en une trop grande homogénéité génétique des individus soumis à la sélection ; en effet, l'hétérogénéité initiale des populations semble être un des facteurs les plus importants dans le développement des phénomènes de résistance : si l'on prend comme critère d'homogénéité le rapport $\frac{\text{Dose létale } 90 \text{ p. } 100}{\text{Dose létale } 10 \text{ p. } 100}$ établi sur la population initiale d'*E. formosa*, il est égal à 6,07 pour le parathion et à 7,90 pour la deltaméthrine ; des tentatives de sélection au malathion sur *Sitophilus granarius* L. (COULON, comm. pers.) pendant 30 générations n'ont pas permis de modifier le niveau de sensibilité ; le rapport $\frac{DL\ 90}{DL\ 10}$ initial s'élevait à 1,56.

Inversement, FOURNIER (1981), sur *Phytoseiulus persimilis* A.H., obtient après 15 générations de pressions au méthidathion un coefficient de résistance de 65 ; dans ce cas, le rapport $\frac{DL\ 90}{DL\ 10}$ initial était supérieur à 100. Dans le même ordre d'idée, nous avons obtenu, après 39 générations de pression à la deltaméthrine sur *Drosophila melanogaster* Meig., un coefficient de résistance de 40 pour un rapport initial $\frac{DL\ 90}{DL\ 10}$ de 129 (résultats non publiés).

TABLEAU 2

Héritabilité de l'activité estérasique totale chez *E. formosa*.
Heritability of total esterase activity in *E. formosa*.

Génération	Activité estérasique parentale forte (I)		Activité estérasique parentale faible (II)		Rapport I/II
	Activité parentale	Moyenne de l'activité des descendants	Activité parentale	Moyenne de l'activité des descendants	
G ₁	0,271	0,355 ± 0,045	0,271	0,355 ± 0,045	—
G ₂	0,476	0,497 ± 0,025	0,238	0,432 ± 0,036	1,15
G ₃	0,587	0,368 ± 0,039	0,315	0,373 ± 0,031	0,99
G ₄	0,561	0,452 ± 0,032	0,246	0,441 ± 0,024	1,02
G ₅	0,584	0,313 ± 0,041	0,321	0,416 ± 0,028	0,94

L'étude de la variabilité de la sensibilité initiale à un insecticide au sein d'une population d'une espèce donnée semble donc pouvoir apporter une certaine capacité de prévision du développement des résistances chez les insectes.

Les mesures de l'activité estérasique totale chez *E. formosa* confirment ce manque de variabilité génétique, la distribution des activités variant de 0,138 à 0,596 au seuil de 99 p. 100.

Il est donc nécessaire, si l'on veut persévérer dans l'obtention de souches résistantes d'*E. formosa*, d'augmenter la variabilité ou l'hétérogénéité des souches étudiées. Dans ce sens, diverses possibilités sont offertes :

— La première est de tester le niveau de sensibilité des souches actuellement utilisées en lutte biologique dans différents pays bien qu'il soit probable qu'elles proviennent

toutes des quelques individus décrits en Grande-Bretagne en 1924, eux-mêmes issus peut-être d'une seule femelle.

— On peut également envisager de rechercher d'autres souches sauvages dans les régions où *E. formosa* est indigène.

— Enfin on peut tenter d'augmenter la variabilité naturelle de l'espèce par mutagenèse physique ou chimique.

Reçu le 27 juillet 1983.

Accepté le 9 novembre 1983.

REMERCIEMENTS

Nous remercions P. JAMET pour les ajustements aux courbes de GAUSS effectués sur le microordinateur KONTRON PSI 80 de la Station de Phytopharmacie de Versailles.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdelrahman I., 1973. Toxicity of malathion to the natural enemies of California red scale, *Aonidiella aurantii* (Mask), (Hemiptera : Diaspididae). *Aust. J. Agric. Res.*, **24**, 119-133.
- Adams C. H., Cross W. H., 1967. Insecticide resistance in *Bracon mellitor*, a parasite of the boll weevil. *J. Econ. Entomol.*, **60**, 1016-1020.
- Bunting S., Van Emden H. F., 1980. Rapid response to selection for increased esterase activity on small populations of an apomictic clone of *Myzus persicae*. *Nature*, **285**, 502-503.
- Croft B. A., 1977. Resistance in arthropod predators and parasites. In : « Pesticide management and insecticide resistance ». Academic Press, Inc. New York, San Francisco, London, 377-393.
- Delorme R., Angot A., 1983. Toxicités relatives de divers pesticides pour *Encarsia formosa* Gahan (Hym., Aphelinidae) et pour son hôte *Trialeurodes vaporariorum* Westw. (Homop., Aleyrodidae). *Agronomie*, **3** (6), 577-584.
- Devonshire A. L., 1975. Studies of the carboxylesterases of *Myzus persicae* resistant and susceptible to organophosphorus insecticides. *Proc. 8th Br. Insectic. Fungic. Conf.*, 67-73.
- Devonshire A. L., Moores G. D., 1982. A carboxylesterase with broad substrate specificity causes organophosphorus, carbamate and pyrethroid resistance in peach-potato aphids (*Myzus persicae*). *Pestic. Biochem. Physiol.*, **18**, 235-246.
- Fournier D., 1981. Acquisition de la résistance au methidathion chez *Phytoseiulus persimilis* A.H. Evolution, mécanismes et répercussions. Thèse Doct. 3^e cycle, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI, 44 p.
- Huffaker C. B., Kennett C. E., 1953. Differential tolerance to parathion in two *Typhlodromus* predatory on cyclamen mite. *J. Econ. Entomol.*, **46**, 707-708.
- Jolivet E., 1983. Introduction aux modèles mathématiques en biologie. Masson éditeur. Série « Actualités scientifiques et Agronomiques de l'I.N.R.A. », n° 11 ».
- Kot J. T., Plewka T., Krukierek T., 1971. Relationship in parallel development of host and parasite resistance to a common toxicant. Final technical report. *Inst. Ecol. Polish Acad. Sci., Wyk Dz. INF. PAN Zam 25/71*, 66 p.
- Kowalska T., Szczepanska K., Bartkowiak A., 1980. Studies on pesticides effect on *Trialeurodes vaporariorum* and its parasite *Encarsia formosa*. *Bull. SROP.*, **3**, 101-112.
- Ledieu M. S., 1979. Laboratory and glasshouse screening of pesticides for adverse effects on the parasite *Encarsia formosa* Gahan. *Pestic. Sci.*, **10**, 123-132.
- Onillon J. C., 1982. L'aleurode des serres *Trialeurodes vaporariorum* Westw. et son contrôle biologique. *Def. Veg.*, **36**, 59-63.
- Pielou D. P., Glasser R. F., 1951. Selection for DDT tolerance in a beneficial parasite, *Macrocentrus ancylicivorus*. 1. Some survival characteristics and the DDT resistance of the original laboratory strain. *Can. J. Zool.*, **29**, 90-101.
- Robertson J. G., 1958. Changes in resistance to DDT in *Macrocentrus ancylicivorus* Rohw. (Hymenoptera : Braconidae). *Can. J. Zool.*, **35**, 629-633.
- Sawicki R. M., Devonshire A. L., Payne R. W., Petzing S. M., 1980. Stability of insecticide resistance in the peach-potato aphid, *Myzus persicae* Sulz. *Pestic. Sci.*, **11**, 33-42.
- Van Asperen K., 1962. A study of house fly esterases by means of a sensitive colorimetric method. *J. Insect Physiol.*, **8**, 401.