

## Comment l'insecte se défend-t-il contre ses parasitoïdes ?

par Yves Carton, Françoise Frey et Antony Nappi



*Des insectes se développent aux dépens d'autres insectes qu'ils détruisent... Mais il arrive que les insectes infestés se défendent et résistent à l'intrus... Et même quelquefois, que les parasites contournent cette résistance de l'hôte... Voilà qui est passionnant mais ne facilite guère la tâche des chercheurs spécialistes de la lutte biologique contre les ravageurs des cultures.*

Les insectes parasites d'autres insectes sont, dans leur majorité, des Hyménoptères et des Diptères. Généralement la femelle adulte pique son hôte à l'état larvaire et y dépose son œuf ; celui-ci se développe, au moins pour les premiers stades, dans un organisme encore vivant. On nomme "parasitoïdes" les espèces d'insectes parasites dont le développement de la larve conduit à la mort de l'hôte, et dont l'adulte est libre.

La première étape de l'infestation représente donc une période cruciale pour le succès du parasitoïde. En effet, l'hôte peut être capable de mettre en place une réaction cellulaire qui tend à détruire l'œuf du parasitoïde présent dans sa cavité générale.

Cette réaction est en général désignée sous le terme d'encapsulation hémocytaire avec formation d'un granulome... autant de termes qu'il n'est pas inutile de préciser, tout comme la genèse de cette réaction.

### 27 parasites connus pour la minuscule Drosophile

En effet, il est très utile d'avoir une bonne connaissance des conditions exactes de la mise en place de cette réaction puisque c'est elle qui conditionne la réussite de l'utilisation d'un auxiliaire en agriculture ! Le ravageur que l'on veut combattre peut, d'emblée ou au cours du temps, se révéler résistant au parasitoïde introduit.

Cela suppose l'acquisition de données précises sur les aspects génétiques et cellulaires de cette réaction. En retenant comme modèle d'étude la mouche du vinaigre ou *Drosophile* et l'un de ses nombreux parasitoïdes (on lui en connaît actuellement 27 ; mais bien d'autres restent certainement à découvrir et à décrire), il nous a été possible de répondre à quelques questions.

La larve de *Drosophila melanogaster*

(Diptère) peut aisément être infestée au laboratoire par la femelle de *Leptopilina boulardi* (Hyménoptère, *Cynipoidea*) qui pond ses œufs dans la cavité générale de la mouche grâce à une très longue tarière (photo 1). L'œuf du parasitoïde est limité par un chorion, ou membrane externe, fortement plissé lorsqu'il est présent dans les voies génitales de la femelle (figure 2) ; or, dès la ponte, cet œuf augmente de volume, ce qui entraîne le déplissement complet du chorion (figure 3).

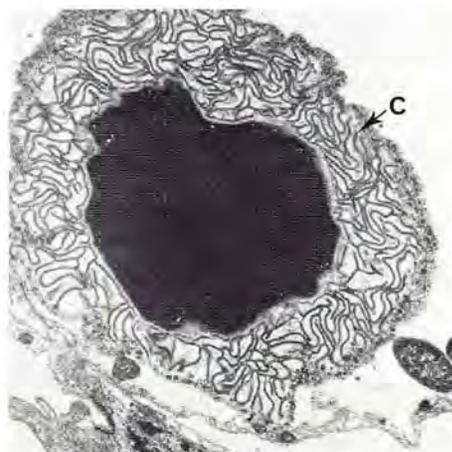
### La période mal connue de la reconnaissance du non-soi

Après l'identification de cet œuf comme corps étranger, au cours de la période critique encore mal connue de la reconnaissance du "non-soi", une certaine catégorie d'hémocytes, les lamellocytes, se fixent sur sa surface.

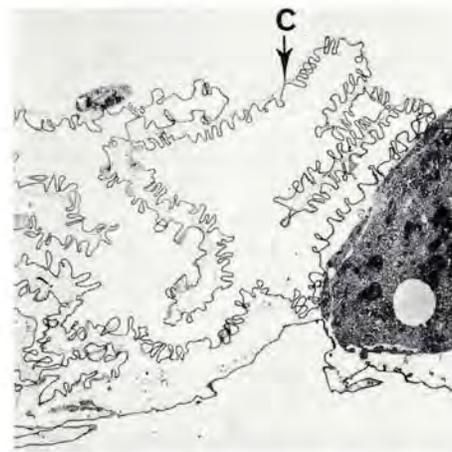
Ce sont des cellules très plates, que l'on reconnaît très facilement à leur forme caractéristique. Durant les 24 heures qui sui-



1 - Femelle de *Leptopilina boulardi* en train d'infester une larve de *Drosophile* enfouie dans le milieu nutritif. La longue tarière permet de localiser l'hôte. (Cliché Van Alphen, Leiden).



2 - Œuf du parasitoïde *Leptopilina* avant la ponte, avec son chorion fortement plissé, dans les voies génitales de la femelle. (C : chorion). (Cliché Bréhelin-Carton, Montpellier).



3 - Chorion d'un œuf du parasitoïde de *Leptopilina*, 30 minutes après son dépôt dans la cavité de la larve-hôte. (C : chorion). (Cliché Bréhelin-Carton, Montpellier).

vent l'infestation, on assiste à un empilement régulier de ces lamellocytes qui se déposent en couches successives, formant une véritable capsule ou granulome autour de l'œuf qui, ainsi, se trouve asphyxié.

Cette capsule est un véritable tissu avec des jonctions cellulaires entre les cellules qui adhèrent étroitement les unes aux autres. En fait, c'est une sous-population immunocompétente de lamellocytes qui participe à la formation de ce granulome ; cette sous-population se reconnaît par ses cellules possédant des récepteurs membranaires de surface qui fixent spécifiquement certains sucres et en particulier la lectine WGA (Wheat Germ Agglutinin).

### Un moyen de reconnaître les individus "guéris"

Parallèlement à cette accumulation cellulaire, se développe un processus de mélanisation lié à la synthèse, à partir de la tyrosine, d'un pigment noir : la mélanine. Ce processus est très important dans les toutes premières étapes de la reconnaissance du corps étranger. Une couche fortement mélanisée se forme au contact même du chorion, c'est-à-dire dans la zone la plus profonde du granulome. Plusieurs équipes de chercheurs s'intéressent actuellement au mécanisme déclencheur de cette synthèse qui mettrait en jeu le système phénol-oxydasique, c'est-à-dire l'activation de l'enzyme qui intervient en premier sur la tyrosine : la phénol-oxydase.

Une telle capsule hémocytaire de couleur noire, car fortement mélanisée, est parfaitement reconnaissable chez la larve de l'hôte résistante au parasitoïde ainsi que sur l'adulte (figure 4) qui en est issu. On a là un moyen élégant de reconnaître, au laboratoire ou dans la nature, les individus "guéris".

### La question passionnante de la coévolution

Il faut en effet savoir que dans les populations naturelles, tous les individus ne sont pas résistants. Certains résistent mieux que d'autres à l'infestation par un parasitoïde. Des travaux actuellement en cours montrent que cette réaction présente un déterminisme génétique mettant en jeu un nombre très limité de gènes, du moins chez la *Drosophile*. Ces gènes sont présents dans les populations naturelles mais à des fréquences variables, ce qui détermine le niveau de résistance de la population. On comprend mieux ainsi pourquoi l'intro-



4 - Adulte de *Drosophile* issu d'une larve résistante : on reconnaît dans son abdomen la capsule qui s'est formée au stade larvaire. (Cliché Carton, Gif).

duction d'un auxiliaire en vue d'une lutte biologique peut être une réussite au départ puis se révéler moins efficace au cours des années. La population du ravageur que l'on voulait combattre, initialement sensible à la pression sélective du parasitoïde, s'est transformée en une population résistante sans que celui-ci ait obligatoirement perdu de sa virulence.

Il est donc utile de disposer de tels renseignements quand on se propose de développer une action de grande envergure en lutte biologique. La connaissance du phénomène au niveau génétique et moléculaire n'est toutefois utile que si l'on dispose par ailleurs de données biologiques et écologiques sur la biocénose entomoparasitaire que l'on veut installer et voir se développer.

Ce schéma du développement d'une résistance chez un insecte, phénomène relativement bien compris actuellement, se complique toutefois quand on sait que le parasitoïde est tout à fait capable lui aussi de mettre en place une réaction, à déterminisme génétique, qui lui permet de contourner la résistance de l'hôte. Mais cela, c'est un autre problème encore plus passionnant, celui de la coévolution ! ■

### Les auteurs

Yves Carton est Directeur de Recherches au CNRS. Il dirige actuellement l'équipe "Parasites" au Laboratoire de Biologie et Génétique Evolutives du CNRS à Gif-sur-Yvette. Il participe aussi à la protection de l'environnement (recherches sur les espèces protégées), en montagne tout particulièrement, et a été membre du Conseil Scientifique de plusieurs Parcs Nationaux.

Françoise Frey est collaboratrice technique dans l'équipe "Parasites" Laboratoire de Gif.

Antony Nappi est professeur à l'Université Loyola à Chicago. Il est spécialiste de la réaction immunitaire chez les insectes et conduit des recherches sur les catécholamines du Moustique et de la *Drosophile*.

### Pour en savoir plus...

Vous pouvez consulter :

• Nappi A. and Y. Carton, 1986. Cellular immune responses of *Drosophila*. in "Immunity in Invertebrates". Ed. M. Bréhelin, Springer Verlag, 13, 171-187.

• Rizki T.M. et Rizki R.M. 1986. Surface changes on hemocytes during encapsulation in *Drosophila melanogaster*. dans "Hemocytic and humoral immunity in Arthropods. Ed. A. P. Gupta, Willey Inter science, 157-190.