

# L'ami de mon ennemi est aussi mon ennemi

Des micro-organismes vivant en symbiose peuvent infiltrer les agents de lutte biologique en protégeant leur hôte contre les agresseurs. Les organismes hôtes peuvent même transmettre à leur descendance ces passagers qui leur sont utiles. Les scientifiques n'ont jusqu'à présent guère pris en compte ce phénomène ; ils peuvent cependant le contrecarrer grâce à de nouveaux résultats de recherche. *Andri Bryner*



Christoph Vorburger, Eawag

Fig. 1 : Une femelle adulte du puceron noir de la fève (*Aphis fabae*) et sa progéniture sont attaqués par *Lysiphlebus fabarum*, la guêpe parasitoïde des pucerons.

La course aux armements entre les parasites et leurs hôtes est un champ de prédilection de la recherche évolutive. Christoph Vorburger travaille dans ce secteur à l'Eawag au sein de la division d'écologie aquatique et à l'EPFZ à l'Institut de biologie intégrative. Avec son collègue Steve Perlman de l'Université canadienne de Victoria, il a désormais identifié les limites de nombreuses analyses actuelles : « Souvent, les études ou expérimentations sont, dans le vrai sens du terme, uniquement bi-dimensionnelles. En effet, le fait qu'une plante ou un animal hôte puisse repousser efficacement un nuisible ne dépend pas seulement du système immunitaire de l'organisme touché, mais aussi d'organismes tiers. Les chercheurs découvrent

toujours plus d'organismes qui aident l'hôte en tant que symbiontes utiles à garder ses ennemis sous contrôle, ou qui, en revanche, viennent au soutien des parasites pour déjouer les astuces de la défense », indique Ch. Vorburger.

### Les pucerons du feuillage empoisonnent leurs ennemis

Un exemple en est l'interaction entre de minuscules guêpes et les pucerons du feuillage. Les chercheurs élèvent les guêpes en tant qu'ennemis des pucerons du feuillage et les libèrent dans les serres afin de protéger les plantes utiles de l'attaque des pucerons qui sucent leur sève. À l'échelle mondiale, ils font partie des plus importants nuisibles agricoles. Ils nuisent directement aux plantes et transmettent des maladies végétales, conduisant à des pertes de rendement et à d'énormes dommages pour l'économie. Le contrôle biologique à l'aide de guêpes se passe bien pendant un certain temps : les guêpes femelles attaquent les pucerons du feuillage en leur injectant un œuf. Celui-ci se développe en une larve qui dévore le puceron vivant de l'intérieur. La larve se transforme en un cocon dans l'animal hôte mort, et, en l'espace de quelques jours, une nouvelle guêpe éclot de la « momie », prête à attaquer d'autres pucerons.



Christoph Vorburger, Eawag

Fig. 2: Signes que la lutte biologique a fonctionné : dépouilles de pucerons noirs de la fève (*Aphis fabae*), « momifiés » par des guêpes parasitoïdes. Les ouvertures au niveau des momies sont les orifices de sortie par lesquels les guêpes adultes se sont envolées à l'issue de leur développement à l'intérieur des pucerons hôtes.

Or, certains pucerons du feuillage ont des alliés, avec lesquels ils se défendent. Ils portent en eux des bactéries symbiotiques, qui les rendent résistants aux guêpes parasitoïdes, car ces organismes unicellulaires produisent des toxines qui tuent les œufs ou les larves du parasite. Les pucerons femelles vont jusqu'à transmettre ces bactéries à leur descendance, les rendant ainsi quasiment héréditaires. De ce fait, les populations de pucerons du feuillage deviennent si résistantes qu'elles échappent au contrôle des parasites, ce que l'agriculteur ne souhaite pas dans ses serres.

### Stratégies efficaces de la lutte contre les nuisibles grâce à la recherche

À première vue, cet effet est semblable au développement de résistances contre les insecticides. Contrairement à ces derniers, les parasitoïdes sont cependant en mesure de poursuivre leur évolution. Des analyses de laboratoire ont montré que des populations de parasites sont capables de développer des parades. Les scientifiques les sélectionnent de sorte qu'elles puissent mieux s'opposer à la résistance exercée par les symbiontes du puceron. La lutte biologique contre les nuisibles peut donc être améliorée lorsque les parasites libérés dans les

cultures présentent une variation génétique suffisante permettant une adaptation rapide. Par ailleurs, il est possible d'élever les parasites de façon sélective, de sorte qu'ils soient déjà adaptés aux symbiotes protecteurs. Finalement, une combinaison judicieuse de parasites et de prédateurs pourrait renforcer la lutte contre les nuisibles : les parasites empêchent dans un premier temps la mise en place de densités élevées de pucerons, et, par la suite, les prédateurs libérés éliminent les pucerons résistants qui ont échappé au contrôle des parasites.



Fig. 3: Une guêpe parasitoïde des pucerons (*Lysiphlebus fabarum*) récemment éclosée de son hôte, un puceron noir de la fève (*Aphis fabae*).

Pour Ch. Vorburger, une chose est claire : « Les stratégies de défense à l'aide de symbiotes ont une grande influence sur la co-évolution des parasites et des hôtes. Jusqu'à présent, cet effet n'a pas été suffisamment pris en compte, bien qu'il puisse avoir des conséquences allant jusqu'à la transmission d'agents pathogènes à l'être humain. »

*Le Fonds national suisse a cofinancé ces études. Numéro du projet: CRSII3\_154396*

### Publications sur le sujet

Christoph Vorburger, Steve J. Perlman (2018): The role of defensive symbionts in host–parasite coevolution. *Biological Reviews*; online, open access: <https://doi.org/10.1111/brv.12417>

Christoph Vorburger (2018): Symbiont-conferred resistance to parasitoids in aphids – Challenges for biological control. *Biological Control* 116, 17–26:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2017.02.004>

Oliver, K.M., Degnan, P.H., Hunter, M.S., and Moran, N.A. (2009): Bacteriophages encode factors required for protection in a symbiotic mutualism. *Science* 325, 992–994.

<http://dx.doi.org/10.1126/science.1174463>

Käch, H., Mathé-Hubert, H., Dennis, A.B., and Vorburger, C. (2018): Rapid evolution of symbiont-mediated resistance compromises biological control of aphids by parasitoids. *Evolutionary Applications* 11, 220–230: <http://dx.doi.org/10.1111/eva.12532>

Dennis, A.B., Patel, V., Oliver, K.M., and Vorburger, C. (2017): Parasitoid gene expression

changes after adaptation to symbiont-protected hosts. *Evolution* 71, 2599–2617:  
<http://dx.doi.org/10.1111/evo.13333>

### **Plus d'information**

[Article spécialisé](#) du chercheur à l'Eawag Christoph Vorburger dans *sciencetrends* ; mai 2018 :  
The Friend Of My Enemy Is My Enemy: Resistance-Confering Symbionts As A Challenge For  
Biological Control

### **Contact**

Christoph Vorburger  
Département Ecologie aquatique, Eawag  
[christoph.vorburger@eawag.ch](mailto:christoph.vorburger@eawag.ch)