

# Les parasitoïdes de *Drosophila* en Suisse et leur efficacité sur la drosophile du cerisier

Jana COLLATZ et Valery KNOLL, Agroscope, 8046 Zurich, Suisse

Renseignements: Jana Collatz, jana.collatz@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 468 76 69, www.agroscope.ch



**Figure 1** | Parasitoïdes (hyménoptères) de *Drosophila*. Les parasitoïdes sont des insectes dont les larves se développent dans ou sur des insectes-hôtes, entraînant la mort de ces derniers. Les adultes vivent de manière indépendante.

A: *Leptopilina heterotoma*; B: *Pachycrepoideus vindemmiae*; C: *Trichopria drosophilae*. Photos: J. Collatz, S. Hagenbucher & U. Wyss.

## Introduction

Les insectes exotiques qui s'établissent dans un nouvel habitat interagissent avec l'environnement proche. Ils se nourrissent de plantes cultivées et sauvages, de fruits et de graines, ou sont des prédateurs d'autres insectes. Ils peuvent également devenir à leur tour les proies d'insectes indigènes (prédateurs) ou servir d'hôtes aux hyménoptères indigènes (parasitoïdes, fig. 1).

Les insectes exotiques peuvent donc avoir un impact direct ou indirect sur les espèces indigènes.

A titre d'exemple, un nouvel organisme peut constituer une proie toxique et réduire ainsi les prédateurs (Barry et Ohno 2015) ou un nouvel organisme hôte peut accroître le nombre de parasitoïdes, augmentant ainsi le nombre d'hôtes indigènes touchés (Settle et Wilson 1990). Enfin, les mesures prises pour lutter contre le nouvel organisme nuisible peuvent aussi avoir des conséquences sur les espèces non cibles, comme les ennemis naturels. C'est pourquoi lorsqu'une nouvelle espèce apparaît, il est important de bien connaître ses interactions dans l'écosystème.

En Suisse, la drosophile du cerisier, *Drosophila suzukii*, arrive dans un écosystème comptant déjà de nombreuses espèces indigènes de drosophiles avec leurs ennemis naturels. Il est probable que certaines de ces espèces fassent de la drosophile du cerisier leur proie ou qu'elles s'en servent d'hôte, comme cela a été relevé en Italie, en Espagne et aux Etats-Unis (Rossi Stacconi *et al.* 2015, Gabarra *et al.* 2015). Aussi avons-nous étudié les interactions possibles entre la drosophile du cerisier et les parasitoïdes indigènes pour (i) établir la liste des espèces de parasitoïdes de *Drosophila* en Suisse, (ii) étudier l'influence de l'habitat et de la saison sur la présence des parasitoïdes et (iii) déterminer si *D. suzukii* est apte à servir d'hôte aux différentes espèces de parasitoïdes.

## Matériel et méthodes

### Collectes sur le terrain

Les collectes ont été effectuées pendant deux ans (2014 et 2015) dans les cantons du Tessin, de Zurich, de Thurgovie et de Bâle-Campagne. Des échantillons ont été prélevés sur six sites cultivés (cultures fruitières) et six habitats semi-naturels (forêts ou haies), une fois au début, au milieu et à la fin de la saison (de juin à septembre). Les sites cultivés ont été interchangés afin de disposer de fruits mûrs au moment de la collecte.

Des fruits endommagés (cerises, pruneaux) infectés par *D. melanogaster*, une espèce indigène, ont été utilisés comme appâts. Ils ont été placés sur la parcelle pendant quatre jours pour permettre aux parasitoïdes d'y pondre leurs œufs (fig. 2). Les échantillons ont été



**Figure 2** | Pièges avec appâts en plein champ pour inciter les parasitoïdes *Drosophila* à pondre leurs œufs. Les bols contiennent des fruits attaqués par les larves ou les pupes de *Drosophila melanogaster*. Au centre se trouve une petite cage avec des *D. melanogaster* adultes.

**Résumé** ■ En Suisse, la drosophile du cerisier (*Drosophila suzukii*) arrive dans un écosystème comportant déjà de nombreuses espèces indigènes de drosophiles avec leurs ennemis naturels. Des collectes ont été effectuées en plein champ afin d'étudier les interactions entre la drosophile du cerisier et les parasitoïdes locaux. Huit espèces de parasitoïdes ont été relevées, en quantités différentes suivant l'habitat et la saison. Dans les essais en laboratoires, les parasitoïdes attaquant les pupes de mouches se sont développés sur la drosophile du cerisier, contrairement à ceux qui attaquent les larves. Relevons toutefois que ces derniers ont entraîné occasionnellement la mort de la larve. Ainsi, les parasitoïdes indigènes interagissent avec la drosophile du cerisier et peuvent être utiles pour lutter contre ce fléau.

ensuite mis dans une chambre climatisée pendant six semaines et régulièrement contrôlés. Après ce délai, les parasitoïdes éclos ont été cultivés en laboratoires.

### Elevages

Trois espèces de *Drosophila* (*D. melanogaster*, *D. subobscura*, *D. suzukii*) ont été placées en milieu de culture. Des larves en milieu de culture de *D. melanogaster* (*Leptopilina boulardi*, *L. heterotoma*) et de *D. subobscura* (*Asobara tabida*) ainsi que des pupes de *D. melanogaster* sur tampons d'ouate (pour tous les autres parasitoïdes) ont été proposés comme hôtes aux parasitoïdes.

### Test de parasitage

Le test de la capacité de parasitage consistait à proposer soit 40 larves (âgées d'environ 24h) sur 2g de milieu de culture ou 45 pupes sur du papier ménager de *D. melanogaster* ou de *D. suzukii* dans des récipients en plastique. Une femelle parasitoïde appariée a été placée pendant cinq jours dans une des moitiés de chaque récipient, l'autre moitié ne contenant pas de parasitoïdes et servant de témoin. Du miel a été proposé en guise de nourriture et les récipients ont été surveillés jusqu'à l'éclosion des mouches et des parasitoïdes.

### Evaluation statistique

Etant donné le petit nombre de parasitoïdes éclos en 2014, les analyses statistiques se concentrent sur les données relevées en 2015. Pour les besoins de l'évaluation, les résultats ont été regroupés sur toutes les ré-

gions. L'influence de l'habitat et de la saison sur l'éclosion des parasitoïdes issus des échantillons prélevés sur le terrain a été analysée à l'aide de modèles linéaires généralisés (GLM), tout comme le parasitage de *D. suzukii* en laboratoire. Des comparaisons par paires ont été effectuées à l'aide de tests de correction Bonferroni.

## Résultats

### Echantillons prélevés sur le terrain

Huit espèces de parasitoïdes ont éclos des échantillons prélevés sur le terrain (tabl. 1). L'espèce la plus fréquente et représentée dans toutes les régions était *Pachycrepoideus vindemmiae*. Quelques espèces n'étaient présentes que dans certaines régions, comme *Trichopria drosophilae*, trouvée au Tessin uniquement. *P. vindemmiae*, *L. boulandi* et *T. drosophilae* ont été découvertes plus fréquemment en plein été, alors que

*L. heterotoma* et *A. tabida* étaient plus répandues au printemps (fig. 3). Les appâts provenant d'habitats semi-naturels présentaient un nombre significativement plus élevé d'individus des espèces *L. heterotoma* et *T. drosophilae*, et ceux des sites cultivés nettement plus d'individus de l'espèce *P. vindemmiae* (fig. 3).

### Essais de parasitage

A l'exception de deux individus *L. heterotoma*, aucun parasitoïde de larve n'a pu se développer sur *D. suzukii*. *L. heterotoma* et surtout *L. boulandi* ont néanmoins réduit de manière significative le nombre de mouches écloses. Par contre, toutes les espèces testées de parasitoïdes de pupes se sont développées sur *D. suzukii* (fig. 4).

## Discussion

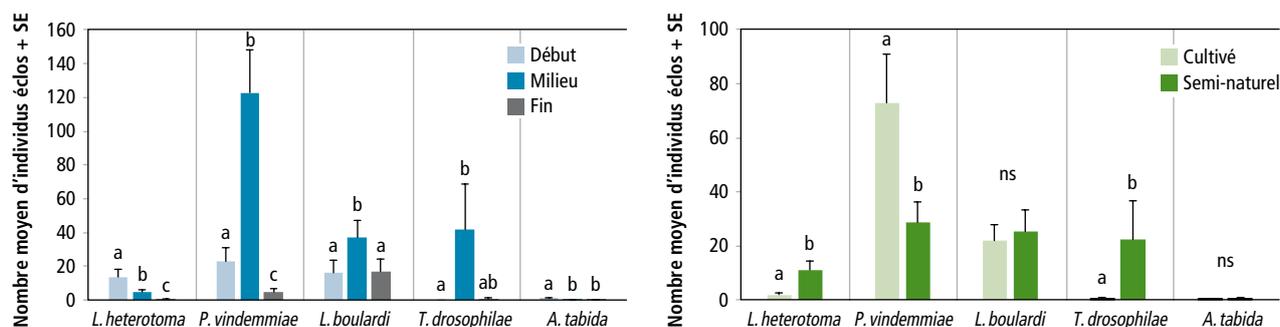
Dans l'ensemble, le nombre de parasitoïdes éclos était nettement plus élevé en 2015 qu'en 2014. Les populations de *Drosophila* étant nettement plus importantes durant l'été 2014 qu'en 2015, du fait des conditions météorologiques, les appâts mis en place sur le terrain en 2014 devaient faire face à la concurrence élevée des hôtes naturels. En 2015 au contraire, les parasitoïdes disposaient de relativement peu d'hôtes et il est probable qu'ils aient été plus facilement attirés par les pièges.

La température joue un grand rôle dans l'activité et la dissémination des parasitoïdes. *Trichopria drosophilae*, présente également en Espagne et en Italie (Garra et al. 2015, Mazzetto et al. 2016), n'est apparue qu'au Tessin. De nouvelles découvertes effectuées en Allemagne, dans la vallée du Rhin, la Bergstrasse et le Vieux-Pays (Englert et Herz, comm. pers.) semblent indiquer que la température hivernale pourrait être un facteur environnemental limitant, la plupart des espèces de parasitoïdes étant plus fréquentes en plein été. Ces résultats pourraient être dus, hormis les varia-

**Tableau 1** | Canton, nombre de parasitoïdes éclos et nombre de pièges contenant des parasitoïdes provenant des collectes sur le terrain en 2014 et 2015. ZH: Zurich; TI: Tessin; TG: Thurgovie; BL: Bâle-Campagne.

Famille, espèce	Canton	Individus	Pièges
<b>Braconidae</b>			
<i>Asobara tabida</i>	ZH, TG, BL	58	9
<b>Diapriidae</b>			
<i>Trichopria drosophilae</i>	TI	520	9
<i>Trichopria modesta</i>	TG	4	1
<b>Figitidae</b>			
<i>Leptopilina boulandi</i>	ZH, TI, BL	2498*	39*
<i>Leptopilina heterotoma</i>	ZH, TI, BL, TG	695*	36*
<b>Pteromalidae</b>			
<i>Pachycrepoideus vindemmiae</i>	ZH, TI, BL, TG	7585	82
<i>Spalangia erythromera</i>	BL	62	2
<i>Vrestovia fidenas</i>	BL, TG	13	2

\*2014: au total, 1836 *Leptopilina* sp. ont éclos de 17 pièges.



**Figure 3** | Moyenne et écart-type des nombres de parasitoïdes éclos à partir des appâts, placés sur le terrain au début, au milieu et à la fin de la saison dans les habitats semi-naturels et cultivés pendant des périodes de quatre jours. A droite: influence de l'habitat; à gauche: influence de la saison. Les lettres différentes indiquent des écarts significatifs,  $P < 0,05$ , GLM, post hoc test séquentiel de correction Bonferroni.

tions de population durant la saison, à une activité accrue des parasitoïdes lorsque les températures sont élevées. *Pachycrepoideus vindemmiae* a été fréquemment trouvé en particulier sur des sites cultivés. Ce parasitoïde attaque non seulement de nombreuses espèces de mouches, mais aussi d'autres parasitoïdes de *Drosophila* (Peters 2009). Ainsi, l'impact sur les populations de *Drosophila* peut être aussi bien négatif que positif.

D'autres espèces, notamment *T. drosophilae*, sont probablement plus sensibles aux fluctuations de températures et d'humidité et privilégient donc les habitats semi-naturels, présentant des conditions climatiques plus stables que les cultures. Les habitats semi-naturels peuvent ainsi bien jouer un rôle important pour les ennemis naturels de la drosophile du cerisier qu'offrir une protection et des ressources à cette dernière. Cet aspect doit donc être étudié, de même que l'impact de la gestion de ces habitats sur les cultures environnantes (Wang *et al.* 2016).

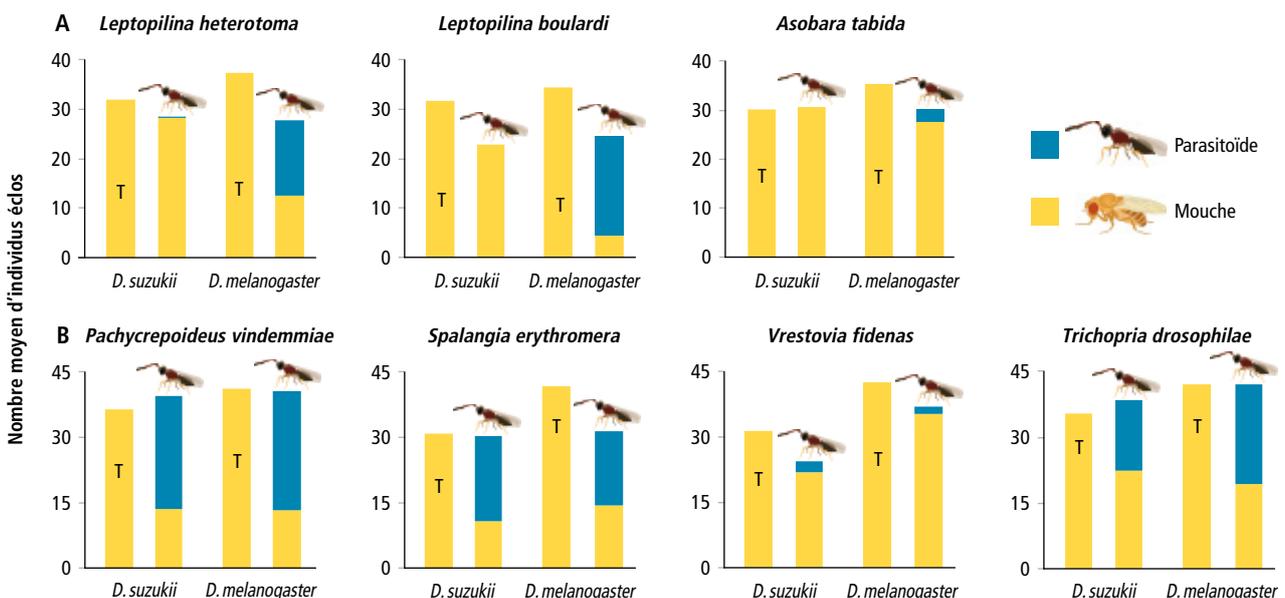
Il est intéressant de constater que les parasitoïdes de larves n'ont pas pu se développer sur *D. suzukii*, mais qu'ils ont réduit le nombre de mouches écloses. *Drosophila suzukii* peut se défendre contre les parasitoïdes de larves en encapsulant ses œufs (Kacsoh et Schlenke 2012). Toutefois, cette réponse immunitaire n'est pas sans avoir un coût: les larves se développent plus mal (Fellowes *et al.* 1999) et les nouveaux adultes sont moins fertiles (Iacovone *et al.* 2015). Pour les parasitoïdes également, l'interaction avec les larves de mouches est lourde de conséquences, car ils pondent leurs œufs en vain.

Tous les parasitoïdes de pupes étudiés ont pu produire un nombre de descendants similaire sur *D. suzukii* et *D. melanogaster*. Dans l'ensemble, les espèces de parasitoïdes se distinguent cependant par leur efficacité.

Nos études confirment les observations de Wang *et al.* (2016) qui attestent que *T. drosophilae* peut se développer sur *D. suzukii*. Toutefois, les taux de parasitage trouvés varient considérablement suivant l'origine des parasitoïdes, ce qui indique qu'il est important de bien choisir les populations s'il est prévu de les utiliser dans la lutte biologique contre les ravageurs. Outre la capacité physiologique à parasiter *D. suzukii*, le comportement du parasitoïde sur le terrain joue également un rôle clé: par exemple, sa capacité à trouver un hôte, son comportement en présence de différentes espèces d'hôtes et le risque pour les espèces non-cibles.

## Conclusions

- De nombreuses espèces indigènes de parasitoïdes de *Drosophila* peuvent interagir avec *D. suzukii*. La diversité des parasitoïdes trouvés offrent des possibilités pour la lutte contre ce ravageur.
- Les interactions entre la drosophile du cerisier et les parasitoïdes sont multiples et peuvent avoir des conséquences négatives pour l'une comme pour l'autre. Il est important de ne pas les perdre de vue dans l'établissement de mesures de lutte contre *D. suzukii*. ■



**Figure 4** | Nombre moyen de mouches et de parasitoïdes éclos dans l'essai en laboratoire. 40 larves (A) ou 45 (B) pupes ont été libérées pendant cinq jours pour une femelle de parasitoïde; la barre de gauche représente le témoin sans parasitoïde.

## Summary

### Drosophila parasitoids in Switzerland and their ability to parasitize the spotted wing *Drosophila*

The spotted wing *Drosophila* (*Drosophila suzukii*) enters an ecosystem in Switzerland with numerous native *Drosophila* species and their natural enemies such as predators and parasitoids. To investigate the interactions of the spotted wing *Drosophila* with native parasitoids, field collections were performed. Eight species of parasitoids were collected, differing in abundance according to habitat and season. Laboratory assays demonstrated that the pupal parasitoids developed on the spotted wing *Drosophila* but not the larval parasitoids, although the latter ones could also reduce fly emergence. This shows that native parasitoids interact with the spotted wing *Drosophila* and thus should be regarded when developing pest control strategies.

**Key-words:** parasitic wasp, biological control, semi-natural habitat, *Drosophila suzukii*.

## Zusammenfassung

### Drosophila-Parasitoide in der Schweiz und ihre Fähigkeit die Kirschessigfliege zu parasitieren

Die Kirschessigfliege (*Drosophila suzukii*) trifft in der Schweiz auf ein Ökosystem mit zahlreichen einheimischen *Drosophila*-Arten und deren natürlichen Feinde, z.B. Räuber und Schlupfwespen. Um die Interaktionen der Kirschessigfliege mit einheimischen Parasitoiden zu untersuchen, wurden Feldsammlungen durchgeführt. Acht Parasitoiden-Arten traten je nach Habitat und Jahreszeit unterschiedlich häufig auf. In Laborversuchen konnten sich diejenigen Parasitoide, die Fliegenpuppen befallen, auf der Kirschessigfliege entwickeln, nicht jedoch solche die Larven attackieren. Letztere führten jedoch auch gelegentlich zum Tod der Fliegenlarve. Dies zeigt, dass einheimische Parasitoide mit der Kirschessigfliege interagieren und daher bei der Entwicklung von Bekämpfungsmassnahmen beachtet werden sollten.

## Riassunto

### I parassitoidi di *Drosophila* in Svizzera e la loro efficacia sulla drosophila del ciliegio

In Svizzera, la drosophila del ciliegio (*Drosophila suzukii*) arriva in un ecosistema che conta già numerose specie indigene di drosophile con i loro nemici naturali, per esempio i predatori e gli imenotteri. Al fine di studiare le interazioni tra la drosophila del ciliegio e i parassitoidi locali, sono stati raccolti dei campioni sul campo. Sono state determinate otto specie di parassitoidi, in quantità differenti secondo l'habitat e la stagione. Nei test in laboratorio, i parassitoidi che attaccano le pupe delle mosche si sono sviluppati sulla drosophila del ciliegio ma non quelli che attaccano le larve. Questi ultimi hanno tuttavia a volte causato la morte delle larve. Ciò dimostra che i parassitoidi indigeni interagiscono con la drosophila del ciliegio e che possono essere utili per sviluppare misure di lotta contro questa piaga.

## Remerciements

L'étude a été financée par l'Office fédéral de l'environnement et la TaskForce Drosophile du cerisier de l'Office fédéral de l'agriculture. Nous remercions T. Ellenbroek pour les travaux sur le terrain en 2014, J. Romeis pour les précieuses discussions et H. Baur, A. Loni et D. Notton pour l'identification des parasitoïdes. L'article anglais original est disponible en ligne:

- Knoll, V., T. Ellenbroek, J. Romeis & J. Collatz, 2017. Seasonal and regional presence of hymenopteran parasitoids of *Drosophila* in Switzerland and their ability to parasitize the invasive *Drosophila suzukii*. *Sci Rep-Uk* 7: 40697. <https://www.nature.com/articles/srep40697>

## Bibliographie

- Barry A. & Ohno K., 2015. Prey aphid inhibits development and reproduction of *Coccinella septempunctata bruckii* and *Propylea japonica* (Coleoptera: Coccinellidae) but maintains adults. *Appl. Entomol. Zool.* 50, 517–523.
- Fellowes M. D. E., Kraaijeveld A. R. & Goodfray H. C., 1999. The relative fitness of *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae) that have successfully defended themselves against the parasitoid *Asobara tabida* (Hymenoptera: Braconidae). *J. Evolution. Biol.* 12, 123–128.
- Gabarra, R., Riudavets J., Rodríguez G. A., Pujade-Villar J. & Arnó J., 2015. Prospects for the biological control of *Drosophila suzukii*. *BioControl* 60, 331–339.
- Iacovone A., Ris N., Poirie M. & Gatti J.-L., 2015. *Drosophila suzukii* pays the price of parasitoid wasp encapsulation. In: Program 4th International Entomophagous Insects Conference, 4–9 October, 2015 Malaga, Spain.
- Kacsoh, B. Z. & Schlenke T. A., 2012. High hemocyte load is associated with increased resistance against parasitoids in *Drosophila suzukii*, a relative of *D. melanogaster*. *Plos One* 7, e34721.
- Mazzetto F., Marchetti E., Amiresmaeili N., Sacco D., Francati S., Jucker C. et al., 2016. *Drosophila* parasitoids in northern Italy and their potential to attack the exotic pest *Drosophila suzukii*. *J. Pest. Sci.* 89, 837–850.
- Peters R., 2009. New habitat and host records and notes on life history of *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rodani, 1875) (Hymenoptera: Chalcidoidea: Pteromalidae). *Mitt. Hamb. Zool. Mus. Inst.* 106, 39–49.
- Rossi Stacconi M. V., Buffington M., Daane K. M., Dalton D. T., Grassi A., Kaçar G. et al., 2015. Host stage preference, efficacy and fecundity of parasitoids attacking *Drosophila suzukii* in newly invaded areas. *Biol. Control* 84, 28–35.
- Settle W. H. & Wilson L. T., 1990. Invasion by the variegated leafhopper and biotic interactions: parasitism, competition, and apparent competition. *Ecology* 71, 1461–1470.
- Wang X.-G., Kaçar G., Biondi A. & Daane K. M., 2016. Life-history and host preference of *Trichopria drosophilae*, a pupal parasitoid of spotted wing drosophila. *BioControl* 61, 1–11.