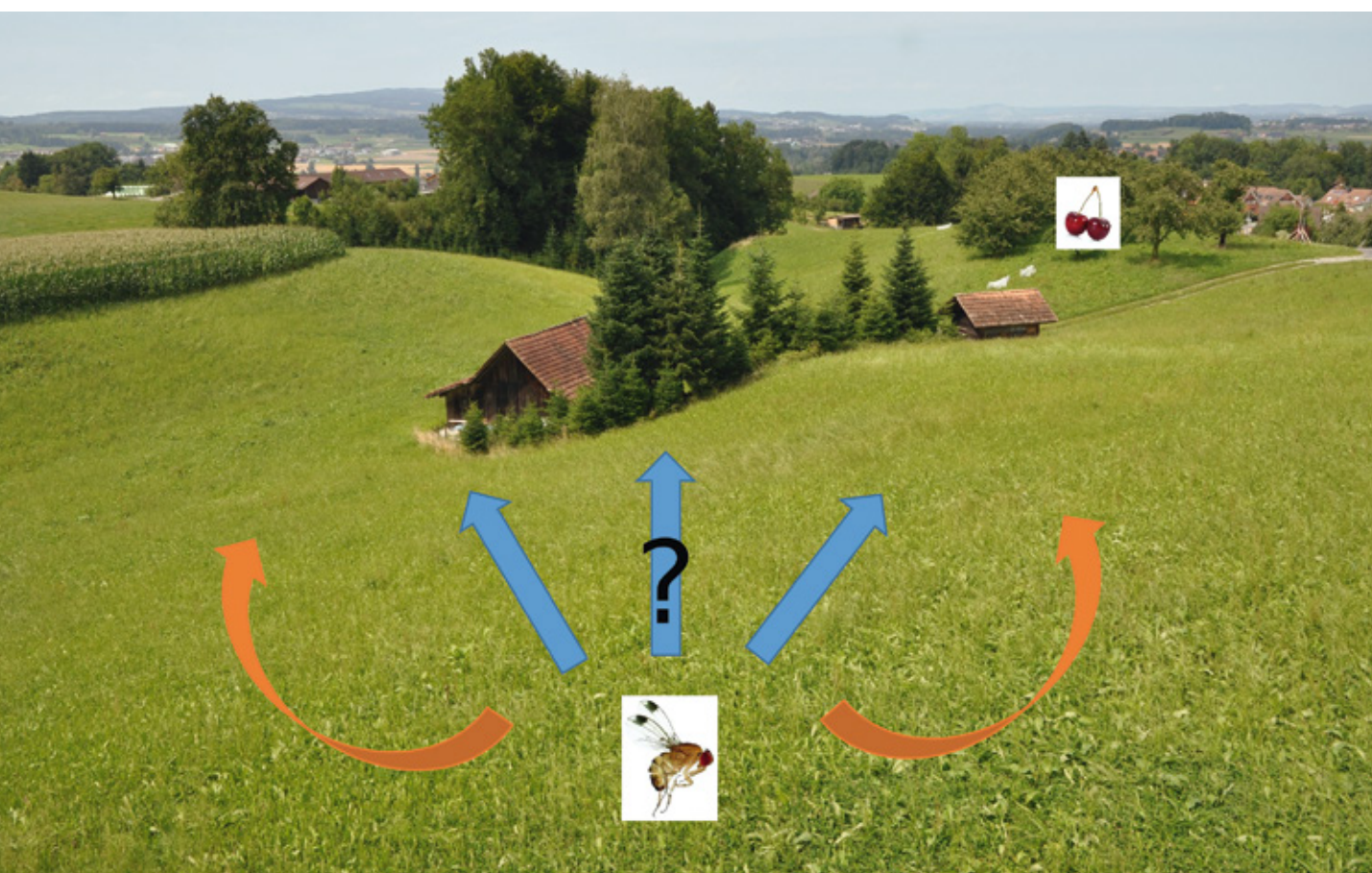


# Rôle des structures paysagères dans la propagation de la drosophile du cerisier

Ernest Ireneusz HENNIG, Stefan KUSKE et Dominique MAZZI, Agroscope, 8820 Wädenswil, Suisse

Renseignements: Ernest Ireneusz Hennig, e-mail: ernest.hennig@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 46 86 097, www.agroscope.ch



Structure paysagère et propagation de la drosophile du cerisier.

## Introduction

Depuis la première apparition de la drosophile du cerisier (*Drosophila suzukii*, Matsumura) en Suisse en 2011 et sa rapide propagation sur le continent européen (Asplen *et al.* 2015), les activités de recherche, en Suisse comme dans les pays voisins, consistent essentiellement à tester l'efficacité de différentes solutions visant à contrôler ce fléau. Il s'agit notamment d'étudier la capture massive à l'aide d'appâts et de pièges (Baroffio *et al.* 2013; Quitschau *et al.* 2016), l'emploi de barrières physiques et de produits phytosanitaires (Baroffio *et al.*

2013; Brand *et al.* 2014, Kuske *et al.* 2016), ainsi que les effets de l'infestation sur la valeur commerciale de la récolte (Heiri *et al.* 2016). Bien que ces méthodes aient des résultats parfois prometteurs, elles ont l'inconvénient de couper les cultures traitées du paysage environnant, et donc de leur écosystème. En effet, les mesures prises peuvent constituer un danger pour les organismes non cibles qui peuvent se retrouver prisonniers des filets et des pièges et être largement touchés par les produits phytosanitaires. En outre, l'emploi de filets peut modifier le microclimat dans la culture, au point de favoriser les autres ravageurs et les micro-

organismes pathogènes pour les plantes et entraver les travaux agricoles (Thomas Schwizer, communication pers., octobre 2016). Se pose dès lors la question des moyens dont on dispose pour obtenir une production plus durable du point de vue écologique dans les cultures menacées par la drosophile du cerisier.

Le concept de paysages favorisant la répression des ravageurs («pest-suppressive landscapes») constitue une possibilité de lutter contre les organismes nuisibles dans le cadre de l'écologie des paysages. La plupart des études relatives à ce concept concernent la mise en place de structures visant à augmenter le nombre et l'efficacité des antagonistes naturels potentiels du ravageur (Schellhorn *et al.* 2015; Veres *et al.* 2013). Une autre possibilité intéressante, mais moins étudiée, consiste à identifier les habitats sources (lieux de retraite à proximité des cultures) et à les traiter de manière à entraver, voire à endiguer la constitution des populations de drosophiles du cerisier (Ricci *et al.* 2013). Ainsi, il s'agit d'étudier quel est le rôle des éléments structurels du paysage pour la drosophile du cerisier. Un vaste monitoring réalisé dans divers cultures et habitats a permis de réunir ces informations. A partir de ces résultats, un essai a été mis en place dans le but d'étudier (a) la fiabilité et la faisabilité, (b) les éventuelles limites du plan expérimental et (c) l'effet d'éléments végétatifs sur la propagation de la drosophile du cerisier.

## Matériel et méthodes

### Monitoring

De janvier 2013 à février 2016, un monitoring a été effectué sur douze sites à Wädenswil. Les sites comprenaient huit cultures différentes et quatre habitats (fig. 1). Sur chaque site, deux pièges construits par nos soins ont été suspendus à environ 1,60 m de haut. Ces



Figure 1 | Sites de monitoring et types de culture ou d'habitat.

**Résumé** A ce jour, peu d'études ont été consacrées à l'impact des grandes structures paysagères sur la drosophile du cerisier. La mise en place des essais est délicate en raison de la grande variabilité du paysage et nécessite par conséquent un grand nombre de répétitions. Pour la première fois, cette expérimentation a démontré que la structure de végétation a également d'autres fonctions que celle de refuge. Le nombre plus élevé de captures dans le tunnel comportant des arbres indique que les structures de végétation peuvent favoriser la propagation des drosophiles. La propagation semble toutefois dépendre de la température: lorsque celle-ci a diminué, le nombre de mouches capturées était plus élevé dans le tunnel sans arbres. Ainsi, il est probable que lorsque les températures sont basses, les mouches trouvent refuge dans les arbres.

pièges contenaient environ 80 ml d'une solution d'appât disponible dans le commerce (RIGA AG, Ellikon an der Thur). Les pièges ont été changés à intervalles irréguliers, au moins une fois par mois, afin de procéder au comptage des drosophiles du cerisier.

### Tunnels et pièges à appât

Deux tunnels côte à côte (longueur 35 m, largeur 8 m, hauteur 4 m) ont été utilisés. Les tunnels étaient recouverts d'un film transparent. Au centre d'un des deux tunnels, 36 pommiers en feuilles des variétés «Golden Delicious» (90 %) et «Topas» (10 %) ont été plantés. Ils mesuraient entre 1,80 et 2,10 m de haut et étaient placés sur deux rangées à intervalles de 96 à 108 cm (fig. 2a). Tous les arbres étaient raccordés au système d'irrigation pour éviter tout stress hydrique. Le deuxième tunnel ne contenait que de la terre en friche (fig. 2b). A 2 m de la fin du tunnel, trois pièges ont été placés, chacun sur un piquet à une hauteur d'environ 1,40 m (fig. 2c). Les pièges étaient constitués d'un récipient plastique transparent de 1,2 l ( $r = 5$  cm,  $h = 15$  cm), dont les côtés étaient perforés (trous de 0,4–0,6 mm de diamètre, 7 trous/25 cm<sup>2</sup>) et recouverts d'un filet blanc à fines mailles. Le récipient en plastique contenait un gobelet plus petit, également transparent, renfermant 60 ml de solution d'appât (RIGA AG, Ellikon an der Thur). Le petit gobelet était couvert d'un filet à fines mailles et d'un couvercle en plastique pourvu d'une ouverture



(rayon d'environ 1 cm) (fig. 2). Pour capturer les mouches, un piège adhésif jaune (W. Neudorff GmbH KG, Emmerthal, Allemagne) de 7,5 x 20 cm a été rajouté. Les mouches ne pouvaient entrer et sortir du piège que par les trous.

### Culture des mouches et marquage des protéines

Les drosophiles du cerisier ont été élevées en terrariums dans une chambre climatisée à 17–19 °C. Le milieu de culture utilisé était un mélange composé de 500 ml d'eau, 30 g de farine, 400 g de bananes, 50 g de levure, 20 g d'agar-agar et 4 g de nipagine, dissoute dans 30 ml d'alcool à 10 %. Un jour avant le lâcher (ou tôt le matin en cas de lâcher l'après-midi même), plus de 100 drosophiles du cerisier ont été recueillies dans les cultures. Les scientifiques ont tenté de capturer la même proportion de mâles et de femelles. Les mouches ont été immobilisées en plaçant les récipients qui les contenaient dans une chambre froide à 4 °C pendant 5 à 10 minutes. Pendant ce temps, un récipient en plastique

transparent de 1,2 l ouvert aux deux extrémités a été préparé pour le marquage. Une boîte de Petri remplie de coton imbibé de solution de protéine d'œuf a été placée à l'une des extrémités du récipient. Un morceau d'environ 1 x 2 cm de milieu de culture a également été mis dans le coton et enduit de solution nutritive, de sorte que tout contact avec le coton ou le milieu de culture conduise au marquage. Les mouches ont ensuite été transvasées dans un petit récipient en plastique placé dans le coton. Les récipients en plastique ont été fermés par un filet blanc à fines mailles et conservés dans la chambre climatisée. Les mouches ont de nouveau été immobilisées le jour suivant et réparties par sexe dans de petits récipients plastiques transparents. Dans le tunnel avec traitement, un récipient contenant des mouches mâles et un récipient contenant des mouches femelles ont été ouverts à la hauteur des deux premiers arbres. Dans le tunnel sans traitement, les mouches ont été libérées approximativement à la même distance. Le moment d'ouverture des récipients a été défini comme point de départ. Cette procédure a été répétée pendant quatre jours consécutifs, simultanément pour les deux tunnels.

### Identification du marquage

L'examen des protéines sur les mouches a permis de s'assurer que seules des drosophiles du cerisier issues de culture ont été comptées. On a ainsi évité que des mouches ayant pénétré dans le tunnel se retrouvent dans les pièges et ne conduisent à une surestimation des résultats. Le test a été fait à l'aide d'un procédé ELISA basé sur des anticorps de détection couplés à une enzyme. Cela consistait à placer les mouches capturées dans une solution tampon pour dissoudre les protéines (TBS) et à les mettre dans un agitateur. Ensuite, trois échantillons ont été prélevés sur chaque solution contenant une mouche capturée et ont été placés dans trois cupules juxtaposées sur une plaque de microtitrage ELISA. L'addition de solutions de blocage (sérum bovin) a empêché que les immunoglobulines de lapin anti-voilaie et de chèvre anti-lapin ajoutées lors de l'étape suivante ne se lient à la surface de la plaque de microtitrage. La deuxième immunoglobuline est couplée à l'enzyme peroxydase, qui provoque une réaction colorée lors de la dernière étape grâce à l'addition d'un chromogène (3,3',5,5'-tétraméthylbenzidine (TMB)) (maximum d'absorption avec peroxydase à 650 nm), dans la mesure où la protéine et donc l'immunoglobuline sont liées à la paroi de la cupule. Entre les différentes étapes, les plaques ont été rincées à l'aide d'une solution PBST et traitées à la chaleur dans un four pour garantir les réactions des composants chimiques. La protéine a été



**Figure 2** | Tunnel avec (a) et sans (b) traitement. Piège dans le tunnel sans traitement (c).

déterminée par mesure de la densité optique à l'aide du lecteur Tecan (Tecan Austria GmbH, Grödig/Salzburg, Autriche), du logiciel i-control, version 1.8., et d'une interprétation statistique consécutive tenant compte des valeurs du témoin négatif.

### Réalisation

L'expérience a été répétée trois fois durant quatre jours consécutifs: 15.10–18.10.2016, 25.10–28.10.2016 et 08.11–11.11.2016. Les récipients contenant les mouches marquées sont restés dans les tunnels pendant toute la durée de l'expérience. Le nombre de mouches mortes a toutefois été relevé à chaque observation, afin d'estimer le nombre effectif de mouches en mouvement dans le tunnel. Les trois pièges placés dans chaque tunnel ont été contrôlés deux fois par jour, afin d'identifier les drosophiles du cerisier. Les mouches vivantes et mortes ont été relevées séparément, pour éviter des erreurs de comptage si les mouches vivantes venaient à sortir du piège. C'est la raison pour laquelle les chiffres ne se cumulent pas dans le temps. Les températures extérieures moyennes sont fondées sur les données quotidiennes d'Agrometeo (<http://www.agrometeo.ch>) pour la station «Wädenswil-Arbiculture». Une moyenne a été établie pour la durée de l'essai. Les deux tunnels étaient protégés par un film plastique et se situaient côte à côte, raison pour laquelle on suppose que seule la température a joué un rôle pour la mobilité des drosophiles dans l'essai.

### Evaluation statistique

Afin de déterminer la signification de la réaction colorée et donc de prouver que la drosophile du cerisier capturée faisait partie de la population libérée et marquée, les scientifiques ont fait appel à la statistique. On admet une répartition normale  $N(\mu, \sigma^2)$  pour les va-

leurs de densité optique des témoins négatifs, le paramètre  $\mu$  étant estimé à partir de la moyenne des valeurs de densité optique des témoins négatifs et le paramètre  $\sigma^2$  à partir de l'écart-type au carré. La probabilité que la valeur de densité optique de l'échantillon tombe dans la répartition des témoins négatifs a été ensuite calculée:

$$P[X \in N(\mu, \sigma^2)]$$

Dans le cas d'une probabilité de  $p < 0,05$ , il est exclu que l'échantillon fasse partie de la population des témoins négatifs. Il s'agit donc d'une mouche marquée.

## Résultats

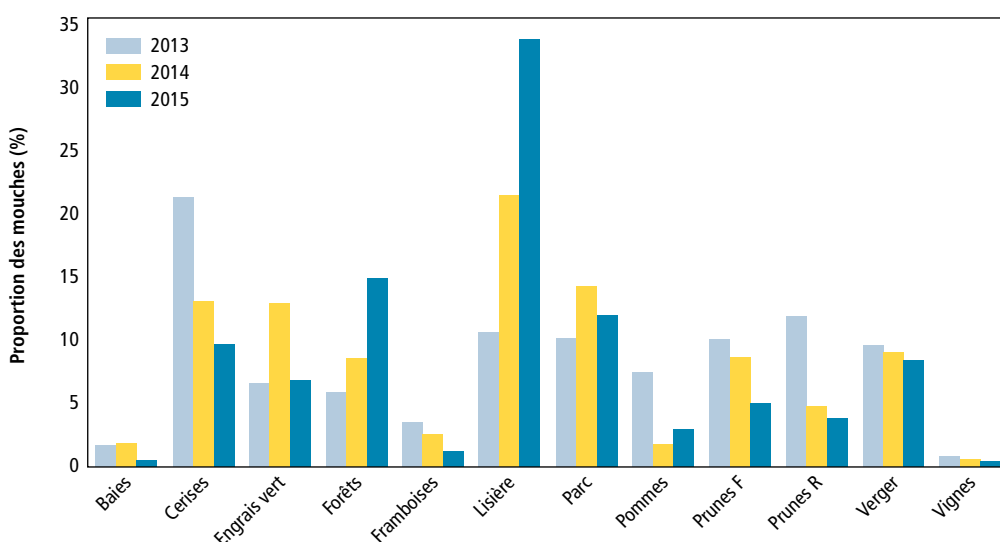
### Monitoring

Les résultats du monitoring réalisé sur le site de Wädenswil mettent en évidence l'importance des lisières de forêts et des forêts elles-mêmes pour la période 2013–2015, bien qu'il y ait des différences entre les années. Ainsi, lors de la première année du monitoring, davantage de mouches ont été capturées dans la plantation de cerisiers qu'en forêt ou en lisière de forêt (fig. 3). La deuxième année, la majorité des mouches ont été capturées dans le parc et en lisière de forêt, soit dans des habitats non cultivés se caractérisant par la présence d'arbres et d'arbustes. La dernière année, les captures se répartissaient comme suit: 34 % en lisière de forêt, 15 % dans la forêt, 12 % dans le parc.

Toutes les cultures du site de Wädenswil, à l'exception des cerisiers, jouaient un rôle secondaire pour la drosophile du cerisier (< 15 %).

### Expérience sous tunnel

Les résultats relatifs à l'identification du marquage aux protéines ont montré que toutes les mouches capturées faisaient partie des mouches marquées et que, par



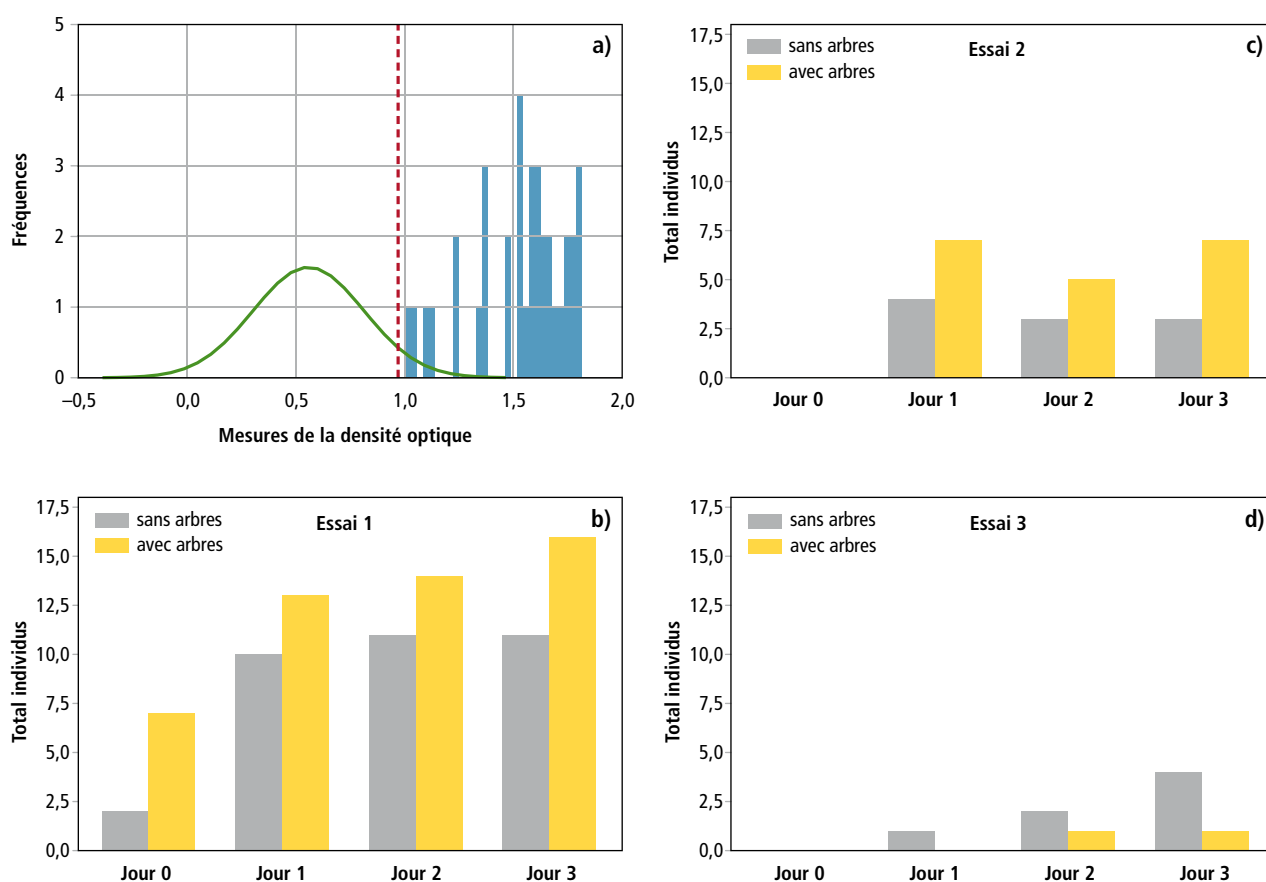
**Figure 3** | Capture de drosophiles du cerisier adultes dans les cultures et les autres habitats pendant la période du monitoring 2013–2015.

conséquent, aucune mouche trouvée dans les pièges n'avait pénétré dans le tunnel depuis l'extérieur (fig. 4a). Le nombre total des mouches capturées a diminué régulièrement, du premier (16 mouches max.) au troisième essai (4 mouches max.) dans les deux traitements, notamment dans celui avec les arbres (fig. 4b-d). La température moyenne quotidienne a également nettement diminué sur la même période, passant de  $10,9^{\circ}\text{C} \pm 0,83$  (1<sup>er</sup> essai) à  $10,3^{\circ}\text{C} \pm 1,85$  (2<sup>e</sup> essai), pour atteindre  $3,7^{\circ}\text{C} \pm 1,55$  (3<sup>e</sup> essai). Dans le premier essai, des drosophiles du cerisier se trouvaient dans les pièges dès le jour du lâcher (jour 0), que ce soit dans le tunnel avec arbres comme dans celui sans arbres (fig. 4b). Dans les deuxième et troisième essai, des mouches n'ont été trouvées dans les pièges qu'un jour après le lâcher (jour 1). Dans le troisième essai (traitement tunnel sans arbres), les premières mouches n'ont été relevées dans les pièges que le deuxième jour (fig. 4d). Les deux premiers essais indiquent un nombre nettement plus élevé de drosophiles du cerisier dans le tunnel avec les arbres (fig. 4b-c). Par contre, l'évolution des captures de mouches varie entre les deux premiers essais. Dans

le premier essai, le nombre de mouches capturées dans le tunnel avec arbres augmente au fil du temps, tandis qu'il a tendance à stagner dans le tunnel sans arbres (fig. 4b). Lors du deuxième essai, aucun changement majeur n'a été constaté au cours du temps, tandis que dans le troisième essai, le nombre de drosophiles augmente légèrement dans le tunnel sans arbres (fig. 4c-d). Il faut en outre préciser que la température a baissé entre les trois essais, avec des températures très fraîches pendant le dernier essai.

## Discussion

Pendant les trois années de monitoring, la plupart des mouches ont été capturées dans des habitats semi-naturels, tandis que dans une comparaison toutes cultures confondues, la majorité des drosophiles du cerisier a été trouvée dans les pièges placés dans la culture de cerises. Ces résultats soulignent l'importance des habitats semi-naturels et corroborent des observations similaires d'autres études (Pelton *et al.* 2016). Bien que le rôle de ces habitats pour la drosophile du cerisier ne soit pas



**Figure 4** | Histogramme des mesures de la densité optique et de la courbe établie d'après les échantillons négatifs (a). La ligne en pointillés représente la limite de signification  $p = 0,05$ . Les figures b-d indiquent le nombre de captures de drosophiles du cerisier pour les deux traitements et les trois séries.

clairement établi à l'échelle du paysage, il est probable que les mouches trouvent une protection et une alimentation alternative dans des structures semi-forestières. La configuration que l'on retrouve avec la plantation rapprochée des cerisiers dans les cultures ainsi que les observations réalisées lors de la dernière série, qui a eu lieu pendant une période de froid accompagnée de gelées, confirment la supposition selon laquelle les forêts et les autres habitats avec une végétation et un feuillage denses protègent les insectes des conditions météorologiques défavorables et leur offrent une possibilité de repli pour hiverner. De nombreux fruits sauvages offrent en outre aux mouches la possibilité de se multiplier et font donc de ces habitats des sources potentielles de drosophiles de cerisier (Poyet *et al.* 2015).

Le manque d'informations sur les aptitudes de vol de l'insecte permet uniquement de spéculer sur la distance et la vitesse effectives des vols. Connaissant la relation positive entre la taille corporelle et la distance parcourue en vol chez les abeilles (Gathmann et Tschardt 2002), on pense que les drosophiles du cerisier ne peuvent pas voler en continu sur de longues distances, étant donné leur petite taille. Notre étude a montré que certaines drosophiles pouvaient parcourir jusqu'à 30m en un jour, indépendamment de la présence de structures végétales. Toutefois, la présence sur le trajet de ces dernières favorise la propagation des drosophiles du cerisier. Les petites structures boisées comme les arbustes ou les haies sont par exemple utilisées comme des corridors ou des tremplins («stepping stones») pour arriver plus rapidement et plus sûrement jusqu'à une culture (Mazzi et Dorn 2012). En d'autres termes, les structures végétales adaptées augmentent la connexion entre la source et la surface cultivée, et donc la probabilité que les drosophiles du cerisier réussissent à atteindre une culture et à y causer des dégâts.

Ce résultat fait apparaître le rôle des mesures de protection et de promotion de la biodiversité sous un jour nouveau. Ces structures peuvent être non seulement une source importante pour les parasitoïdes et les autres antagonistes naturels des organismes nuisibles, mais elles peuvent également servir de foyer et de corridor aux drosophiles. Relevons toutefois qu'il s'agit ici d'une étude préliminaire et de plus, à notre connaissance, de la première qui se penche sur le rôle des structures paysagères sur la propagation de la drosophile du cerisier et le danger qu'elle représente pour les cultures hôtes. D'autre part, les surfaces de promotion de la biodiversité se différencient considérablement par leur composition, la disposition des plantes dans l'espace ainsi que la distance par rapport aux cultures menacées. Le rôle qu'elles jouent pour les in-

sectes nuisibles comme pour leurs antagonistes naturels est donc variable (Mazerolle et Villard 1999). Par conséquent, il serait prématuré et même incorrect de les remettre en question à proximité des cultures. À l'avenir, des études de paysages présentant différentes surfaces de promotion de la biodiversité à proximité des cultures ainsi que des habitats divers permettront de comprendre le rôle de ces structures pour la drosophile du cerisier et la menace que représente cette dernière pour les cultures.

## Conclusions

- Les résultats du monitoring ont montré que les habitats (semi-)naturels apportaient une contribution décisive à l'effet écologique de la drosophile du cerisier. Il est probable, au vu des résultats de l'expérience en tunnels, que ces habitats jouent, outre leur fonction de refuges, un rôle de tremplin («stepping stones») et contribuent donc largement à la propagation de la drosophile du cerisier.
- De ce point de vue, le paysage rural suisse, avec ses petites structures diversifiées, offre de bonnes conditions, car il favorise la répartition, dans le temps et dans l'espace, de plantes hôtes appropriées, qui favorisent la propagation de la population des drosophiles.
- Le faible nombre d'études du rôle des structures paysagères sur la drosophile du cerisier montre à quel point cette relation est sous-estimée et nécessite un approfondissement. Les résultats de telles études permettraient d'agencer les paysages à proximité des cultures, de manière à pénaliser la drosophile du cerisier et les autres insectes nuisibles tout en favorisant leurs antagonistes. ■

## Remerciements

Les auteurs tiennent tout particulièrement à remercier Jan Werthmüller pour la mise à disposition des pommiers, Jürgen Krauss pour le prêt des tunnels et l'aide apportée pour la mise en place de l'irrigation, Nadine Gafner pour l'utilisation de l'appareil de mesure de la densité optique, ainsi que Nicola Stäheli pour son aide lors du contrôle des pièges.

## Bibliographie

- Asplen M. K., Anfora G., Biondi A., Choi D.-S., Chu D., Daane K. M., Gibert P., Gutierrez A.P., Hoelmer K.A., Hutchison W.D., Isaacs R., Jiang Z.-L., Kárpáti Z., Kimra M. T., Pascual M., Phillips C. R., Plantamp C., Ponti L., Vétéc G., Vogt H., Walton V. M., Yi Y., Zappalà L. & Desneux N., 2015. Invasion biology of spotted wing Drosophila (*Drosophila suzukii*): a global perspective and future priorities. *Journal of Pest Science* **88** (3), 469–494.
- Baroffio C., Richoz P., Arriagada B. S., Kuske S., Brand G., Fischer S., Linder C., Samietz J. & Kehrli P., 2013. Surveillance de *Drosophila suzukii*: bilan de l'année 2012. *Revue Suisse Vitic., Arboric., Horticult.* **45** (4), 212–218. ➤

**Summary**
**Role of landscape structures in the spread of *Drosophila suzukii***

Little is known about the importance of landscape structures for the spotted wing drosophila. The variability of landscapes requires many replicates to study their effect on pest species and renders experiments at the landscape scale often complicated. For the first time, we have shown experimentally the role of vegetative structures others than refuges for the spotted wing drosophila using a tunnel with and without apple trees. Larger number of flies caught in the traps in the tunnel with trees indicate that vegetative structures can act as stepping stones and thus promote the dispersion of the spotted wing drosophila. This function, however, is likely depending on temperature, because at lower temperatures most flies were found in traps of the tunnel without trees. The lower number of flies in both tunnels during cool temperatures suggests that flies use vegetative structures as refuges then.

**Key-words:** *Drosophila suzukii*, landscape ecology, vegetative structures, dispersion, stepping stones.

**Zusammenfassung**
**Relevanz landschaftlicher Strukturen für die Ausbreitung der Kirschessigfliege**

Wenige Studien haben bis jetzt die Bedeutung von grösseren Landschaftsstrukturen für die Kirschessigfliege untersucht. Das liegt unter anderem an der grossen Variabilität der Landschaft und damit an der komplizierten Durchführbarkeit von Versuchen, die eine grosse Zahl an Wiederholungen benötigt. Wir zeigten mit diesem Versuch erstmals experimentell, dass vegetative Strukturen auch andere Funktionen als Rückzugsorte haben. So deuten die höheren Fangzahlen im Tunnel mit Bäumen an, dass vegetative Strukturen die Ausbreitung der Kirschessigfliegen fördern. Jedoch ist diese Funktion anscheinend von der Temperatur abhängig, denn bei tieferen Temperaturen zeigte sich, dass mehr Fliegen im Tunnel ohne Bäume gefangen wurden, gleichzeitig aber auch die Gesamtzahl an gefangenen Fliegen geringer war. Es ist anzunehmen, dass die Fliegen die Bäume erst bei tiefen Temperaturen als Rückzug nutzten.

**Riassunto**
**Ruolo delle strutture paesaggistiche nella diffusione della drososila del ciliegio**

Attualmente vi sono pochi studi sull'impatto delle grandi strutture paesaggistiche sulla drososila del ciliegio. Lo svolgimento dei test è delicato a causa della grande variabilità del paesaggio e occorre dunque un numero elevato di ripetizioni. Per la prima volta, questi studi hanno dimostrato che la struttura della vegetazione ha anche altre funzioni oltre a fungere da rifugio. Il numero più elevato di catture nelle trappole tra gli alberi indica che le strutture della vegetazione possono favorire la diffusione della drososila. La diffusione sembra tuttavia dipendere dalla temperatura: quando scende, il numero di mosche catturate era più elevato nelle trappole in assenza di alberi. È dunque probabile che con temperature basse le mosche si rifugino negli alberi.

- Brand G., Höhn H., Schwizer T. & Kuske S., 2014. Filet anti-insectes: Une barrière contre la mouche de la cerise. *Revue Suisse Vitic., Arboric., Horticult.* **46** (4), 262–265.
- Gathmann A. & Tscharrnke T., 2002. Foraging ranges of solitary bees. *Journal of Animal Ecology* **71** (5), 757–764.
- Heiri M., Perrino M., Petignat-Keller S. & Kuske S., 2016. Kirschessigfliege – Erfahrungen in der Brennerei. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* **11**, 8–11.
- Kuske S., Kaiser L., Wichura A. & Weber R. W. S., 2016. Integrierte Bekämpfung der Kirschessigfliege. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* **9**, 8–11.
- Mazerolle M. J. & Villard M.-A., 1999. Patch characteristics and landscape context as predictors of species presence and abundance: A review. *Ecoscience* **6** (1), 117–124.
- Mazzi D. & Dorn S., 2012. Movement of insect pests in agricultural landscapes. *Annals of Applied Biology* **160** (2), 97–113.
- Pelton E., Gratton C., Isaacs R., Van Timmeren S., Blanton A. & Guédot C., 2016. Earlier activity of *Drosophila suzukii* in high woodland landscapes but relative abundance is unaffected. *Journal of Pest Science* **89** (3), 725–733.
- Poyet M., Le Roux V., Gibert P., Meirland A., Prévost G., Eslin P. & Chabrierie O., 2015. The wide potential trophic niche of the asiatic fruit fly *drosophila suzukii*: The key of its invasion success in temperate Europe? *PLoS One* **10** (11), e0142785 [Online].
- Quitschau S., Voellmy M., Jüstrich H. & Ruffner H. P., 2016. Köderung von Kirschessigfliegen. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* **8**, 6–9.
- Ricci B., Franck P., Toubon J.-F., Bouvier J.-C., Sauphanor B. & Lavigne C., 2013. The influence of landscape on insect pest dynamics: a case study in southeastern France. *Landscape Ecology* **24** (3), 337–349.
- Schellhorn N. A., Hazel P. R., Macfadyen S., Wang Y. & Zalucki M. P., 2015. Connecting scales: Achieving in-field pest control from areawide and landscape ecology studies. *Insect Science* **22** (1), 35–51.
- Veres A., Petit S., Conord C. & Lavigne C., 2013. Does landscape composition affect pest abundance and their control by natural enemies? *A review. Agriculture, Ecosystems and Environment* **166**, 110–117.