



HAL
open science

Projet *Drosophila suzukii*: connaissance du ravageur, caractérisation du risque et évaluation de méthodes de protection

Blandine Polturat, Yannick Trottin, Valérie Gallia, Anthony Ginez

► To cite this version:

Blandine Polturat, Yannick Trottin, Valérie Gallia, Anthony Ginez. Projet *Drosophila suzukii*: connaissance du ravageur, caractérisation du risque et évaluation de méthodes de protection. *Innovations Agronomiques*, 2018, 63, pp.1-12. 10.15454/1.5191160549518118E12 . hal-01830335

HAL Id: hal-01830335

<https://hal.science/hal-01830335>

Submitted on 4 Jul 2018

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Projet *Drosophila suzukii* : connaissance du ravageur, caractérisation du risque et évaluation de méthodes de protection

Polturat B.¹, Trottin Y.¹, Gallia V.², Ginez A.³

¹ Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes (Ctifl), 751 Chemin de Balandran, F-30127 Bellegarde

² Sudexpé site de St Gilles, 517 Chemin du Mas d'Asport, F-30800 Saint-Gilles

³ Association Provençale de Recherche et d'Expérimentation Légumière (Aprel), Route de Mollégès, F-13210 Saint-Rémy de Provence

Correspondance : polturat@ctifl.fr

Avec la contribution de tous les partenaires du projet Casdar : Ctifl (Baffert V., Bardet A., Charlot G., Leyre J.-M., Mandrin J.-F., Trottin Y., Weydert C., Labeyrie B.), Adida (Coves H.), Aprel (Ginez A., Taussig C.), Arefe (Ségard R.), Cefel (Ballion S., Koké E., Biargues M.-E.), CNRS (Gibert P., Plantamp C., Poyet M., Siberchicot A., Desouhant E.), Grab (Lambion J., Warlop F.), INRA (Borowiec N., Ris N., Taon M.), Invenio (Devillepoix A., Pommier J.-J., Turquet M.), Sefra (Cellier C., Chevallier L., Stevenin S.), Sudexpé site de St Gilles (ex. Serfel) (Cuny L., Gallia V.), La Tapy (Dufaÿ B., Filleron E.), Sica-Centrex (Courthieu N., Fratantuono M.).

Résumé

Originaire d'Asie, *Drosophila suzukii* a été identifiée en France en 2010 et cause des dégâts très importants sur différentes espèces fruitières, telles que les cerises, les fraises et les framboises, allant jusqu'à déstabiliser certaines filières. Le projet Casdar (2013-2016) avait pour enjeu de permettre le maintien de la production dans les filières concernées en apportant des connaissances sur *D. suzukii* et des solutions à court, moyen et long terme, répondant à des exigences fortes sur les plans technique, économique et environnemental. Ce projet, avec la participation de tous les partenaires sur différents sites d'étude, a permis d'acquérir des connaissances sur la biologie et le comportement de *D. suzukii*. L'efficacité de stratégies de protection a pu être évaluée et pour certaines méthodes, des références technico-économiques ont été fournies. Le piégeage massif n'a pas semblé efficace, cependant la prophylaxie a démontré son efficacité (aération des cultures, gestion de l'enherbement et des déchets de culture), de même que l'utilisation de filets.

Mots-clés : biologie, prophylaxie, filet, parasitoïdes, piégeage de masse

Abstract: Project *Drosophila suzukii*: knowledge of the pest, risk characterisation, and evaluation of control strategies

Originally from Asia, *Drosophila suzukii* was identified in France in 2010 and causes severe damage to various fruit species such as cherry, strawberry and raspberry, destabilizing these sectors. The aim of the Casdar project (2013-2016) was to maintain production in these crops by providing knowledge on *D. suzukii* as well as short, medium and long-term solutions, meeting technical, economic and environmental requirements. This project, with the contribution of all partners, provided knowledge on the biology and behaviour of *D. suzukii*. The effectiveness of control strategies has been assessed, and for some methods, technical and economic references were provided. Mass trapping did not appear to be effective; however, preventive measures have demonstrated to be effective (aeration of crops, management of weed and organic crop waste), as well as the use of nets.

Keywords: Spotted Wing *Drosophila*, biology, preventive measures, net, parasitoids, mass trapping

Introduction : contexte, objectifs et partenaires du projet

Originnaire d'Asie, *Drosophila suzukii* connaît depuis 2008 une forte progression hors de son aire d'origine. Détectée en Amérique en 2008 et en Europe en 2009, elle est officiellement identifiée en France en 2010. Dès 2011, d'importants dégâts sont déplorés sur les cultures de cerises, de framboises, de mûres, de myrtilles et de fraises, avec notamment pour conséquences des abandons de récoltes et des refus de lots déjà conditionnés.

Capable de s'attaquer à un large spectre d'hôtes, *D. suzukii* affectionne particulièrement les fruits rouges (cerises, fraises, framboises...) et peut, dans une moindre mesure, provoquer des dégâts sur des fruits à l'épiderme plus épais comme les abricots. Outre sa polyphagie, elle se distingue des autres espèces de drosophiles par sa capacité à pondre dans les fruits en cours de maturation grâce à son ovipositeur sclérifié. La ponte des œufs sous la peau du fruit et le développement des larves favorisent les contaminations secondaires, qui peuvent entraîner la pourriture rapide des fruits.

En début de projet, aucun moyen de protection efficace n'était disponible. Le projet avait donc pour enjeu de permettre le maintien de la production dans les filières concernées en apportant des connaissances sur *D. suzukii* et des solutions à court, moyen et long terme, répondant à des exigences fortes sur les plans technique, économique et environnemental.

Les objectifs de ce projet étaient donc :

- 1) d'acquérir des connaissances sur la biologie et le comportement de *D. suzukii*,
- 2) de caractériser le risque dans le cadre d'un réseau de parcelles multi-espèces et inter régional,
- 3) de mettre au point et évaluer différentes stratégies,
- 4) d'initier des travaux sur des méthodes de contrôle innovantes.

Les stratégies de protection proposées ont été évaluées en termes d'efficacité sur le ravageur mais aussi de durabilité du point de vue économique et environnemental. Différentes méthodes ont été envisagées afin de proposer un panel de solutions adapté à la diversité des cultures et des situations sanitaires, économiques, commerciales... Celles-ci ont été testées seules, puis en association afin d'optimiser la protection. Enfin, les recherches ont concerné des stratégies innovantes comme l'utilisation de parasitoïdes et la technique de l'insecte incompatible.

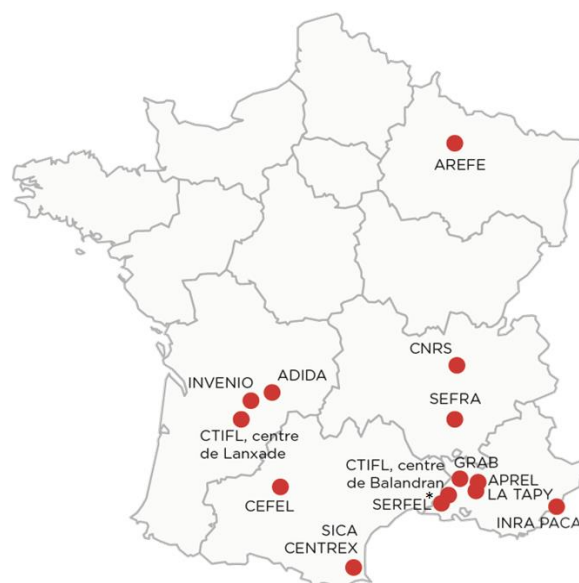


Figure 1 : Sites d'études dans le cadre du projet Casdar (tiré de la synthèse du projet de Weydert *et al.* (2016))

* Sudexpe site de St Gilles (ex. Serfel)

Les acteurs de l'expérimentation et la communauté scientifique (Inra, CNRS) se sont mobilisés autour du Ctifl, porteur du projet, pour permettre la réalisation de ces objectifs. Tous les partenaires du projet ont participé à l'élaboration de méthodologies communes, adaptées aux différents types d'expérimentations et aux différentes cultures. L'implication de dix stations d'expérimentation (Arefe, Sefra, Invenio, La Tapy, Centrex, Sudexpé site de St Gilles (ex. Serfel), Aprel, Cefel, Grab, Adida) a permis de couvrir différentes zones de production du territoire national (Figure 1) et de diffuser les résultats du projet auprès des producteurs.

1. Mieux comprendre la biologie et le comportement de *D. suzukii*

1.1 Cycle de développement de *D. suzukii*

Le cycle de développement de *D. suzukii* a été étudié sur fraise à une température moyenne de 20°C (Figure 2) (Trottin-Caudal et Zicot, 2013).

1.1.1 Stades de développement

Les **œufs** sont déposés sous l'épiderme du fruit ; ils ont un aspect légèrement transparent, laiteux et luisant, et mesurent entre 0,18 à 0,6 mm. Deux filaments reliés à l'œuf peuvent ressortir du fruit : ce sont les tubes respiratoires qui sont souvent fusionnés entre eux et ont l'apparence d'un fil blanc. Les œufs, les trous de ponte ainsi que les tubes respiratoires ne sont visibles qu'à la loupe binoculaire

Les **larves** peuvent être nombreuses à l'intérieur du fruit : on peut en trouver plus d'une quarantaine dans un seul fruit. Elles sont observables au niveau d'une zone molle, souvent oxydée. Elles mesurent de 0,7 mm à 3,5 mm et sont de couleur blanc-crème. Des stigmates postérieurs prolongent l'abdomen et forment une excroissance. Deux crochets buccaux de couleur noire sont aussi visibles sous loupe binoculaire.

Les **adultes** ont l'apparence des drosophiles communes que l'on trouve sur des fruits en sur-maturité ou abîmés. Ils mesurent de 2,6 à 3,4 mm, la femelle étant généralement plus grande que le mâle. Ce dernier est reconnaissable à la tache noire qui colore l'extrémité de chacune de ses ailes. Celle-ci est visible à l'œil nu pour une personne habituée. Ces tâches apparaissent 10 heures après l'émergence du mâle et deviennent très visibles en deux jours.

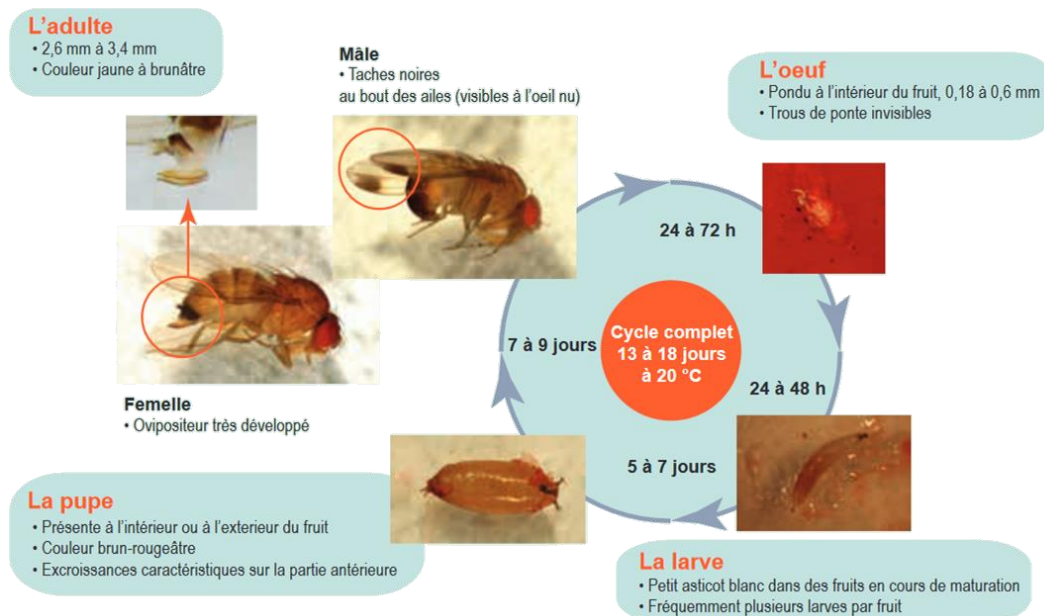


Figure 2 : Cycle de développement de *D. suzukii* étudié sur fraise à une température moyenne de 20 °C (tiré de la synthèse du projet de Weydert *et al.* (2016))

1.1.2 Déroulement du cycle

La femelle utilise son ovipositeur sclérifié pour perforer la peau du fruit et déposer un œuf sous l'épiderme. Les œufs éclosent en 1 à 3 jours puis trois stades larvaires se succèdent (5-7 jours) avant la pupaison (7-9 jours). La pupe se forme le plus souvent à l'extérieur du fruit. Une fois l'adulte prêt à émerger, il déchire la pupe pour se libérer.

Ces résultats sont cohérents avec les résultats de Hamby *et al.*, qui indiquent des durées de cycle de développement de 10 à 17 jours pour des températures comprises entre 20 et 27°C (Hamby *et al.*, 2016).

1.2 Comportement de *D. suzukii*

Afin de mieux comprendre les facteurs qui influencent la présence de *D. suzukii*, un réseau de piégeage impliquant l'ensemble des partenaires a été mis en place. Trois années complètes de captures hebdomadaires ont été réalisées à partir de 2013, sur 11 sites de suivis (Figure 1). En s'appuyant sur les données de stations météo localisées à proximité des sites, il a été possible de mettre en évidence une disparité de piégeage en fonction des régions, de la période de l'année (Figure 3), mais aussi en fonction de la température et l'hygrométrie.

Dans les zones les plus **méridionales**, les captures sont généralement plus importantes et plus précoces que dans les régions à hiver plus froid. Dans les zones **LR-PACA** (Languedoc-Roussillon-Provence-Alpes-Côte d'Azur), **Sud-Ouest** et **Vallée du Rhône**, les niveaux de captures étaient élevés en 2013 et 2014, et plus faibles en 2015. En **Lorraine**, les captures sont moins précoces et étaient plus importantes en 2014 qu'en 2013 et en 2015.

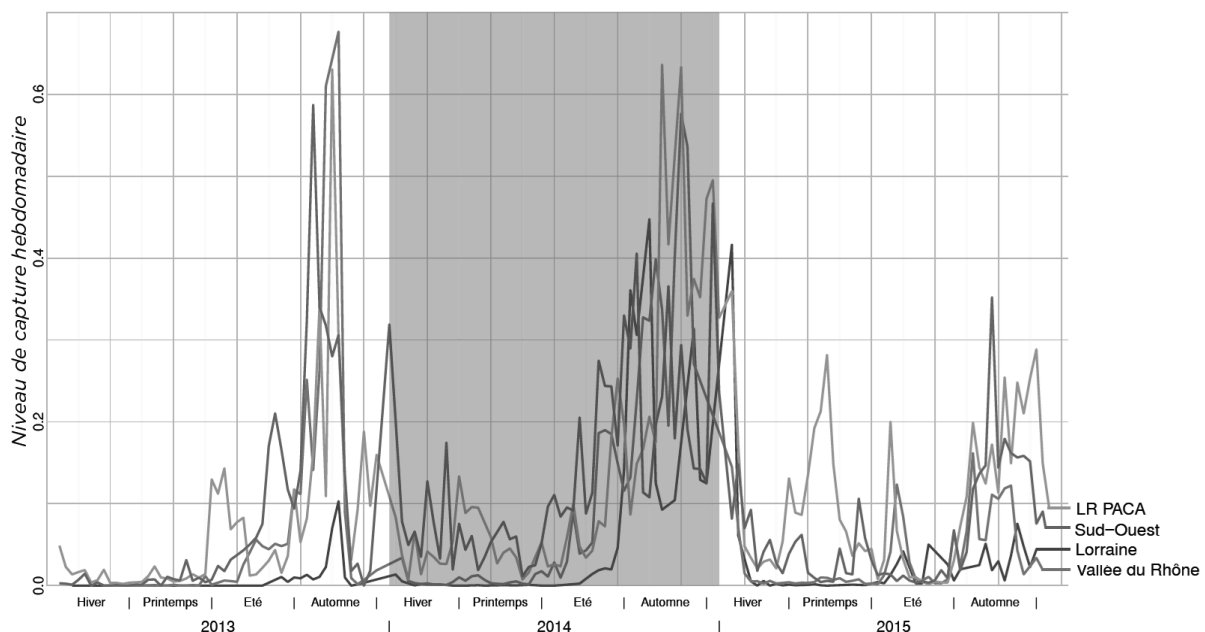


Figure 3 : Piégeages de *D. suzukii* sur trois ans dans onze sites expérimentaux (adapté d'un graphique de C. Plantamp et A. Siberchicot, tiré de la synthèse du projet de Weydert *et al.* (2016))

Au **printemps**, les niveaux de population seraient liés aux conditions climatiques de l'hiver précédent. En effet, plusieurs jours voire plusieurs semaines de froid intense engendrent une forte mortalité. La douceur de l'hiver 2013-2014 expliquerait donc les captures plus importantes réalisées à la fin de l'hiver et au début du printemps 2014. En **été**, les niveaux de population sont variables selon les conditions climatiques. En 2014, l'été frais et pluvieux s'est traduit par des niveaux de population élevés dès le mois d'août. En **automne**, les niveaux de population augmentent jusqu'à atteindre leur maximum.

1.2.1 Influence de la température

La **survie** des mâles et des femelles de *D. suzukii* est fortement affectée par la température et dépend du temps d'exposition. Des essais ont été conduits au CNRS avec des individus adultes âgés de 5 jours (21°C, 60% d'hygrométrie, cycle 12:12) qui ont ensuite été soumis à de basses températures (2°C, 0°C, -2°C ou -4°C pendant 8 à 144 h selon la température testée). Ces essais ont montré que la résistance au froid des femelles est supérieure à celle des mâles et que la fécondité des femelles n'est pas altérée (Plantamp *et al.*, 2016).

L'effet des températures sur le **développement** des populations a été évalué au Ctifl par l'élevage de *D. suzukii* à des températures de 5, 10, 15, 23 et 32°C. Le développement des populations a été optimal à 23°C et très lent à 15°C. A 32°C, les drosophiles introduites sont mortes durant les premiers jours de l'essai.

Dans le cadre du **réseau de piégeage**, plus de la moitié des individus a été capturée à des températures comprises entre 10 et 20°C.

1.2.2 Influence de l'hygrométrie

En conditions sèches, les captures semblent diminuer fortement, mais il n'est pas possible actuellement de savoir si ces diminutions reflètent une mortalité importante ou s'il s'agit d'une période à laquelle l'insecte est moins actif et donc moins capturé. En effet, *D. suzukii* est un insecte qui recherche particulièrement la fraîcheur et privilégie les zones où l'humidité est forte. Dans le cadre de cette étude, plus de la moitié des individus a été capturée à des humidités relatives comprises entre 60 et 80 %.

Des résultats récents ont montré que les vols de *D. suzukii* auraient plutôt lieu au crépuscule et suggèrent eux aussi que ce ravageur préférerait des températures douces et des taux d'humidité relative importants (Evans *et al.*, 2017).

1.2.3 Variabilité du sex-ratio

En **hiver**, le ratio de mâles diminue fortement, pour atteindre environ 20 % des individus capturés au printemps, ce qui pourrait s'expliquer par la moindre résistance des mâles aux températures froides. L'équilibre n'est retrouvé qu'au mois de juillet. A **l'automne**, le ratio de femelles diminue pour atteindre environ 20 % des individus capturés, avant un retour à l'équilibre début janvier.

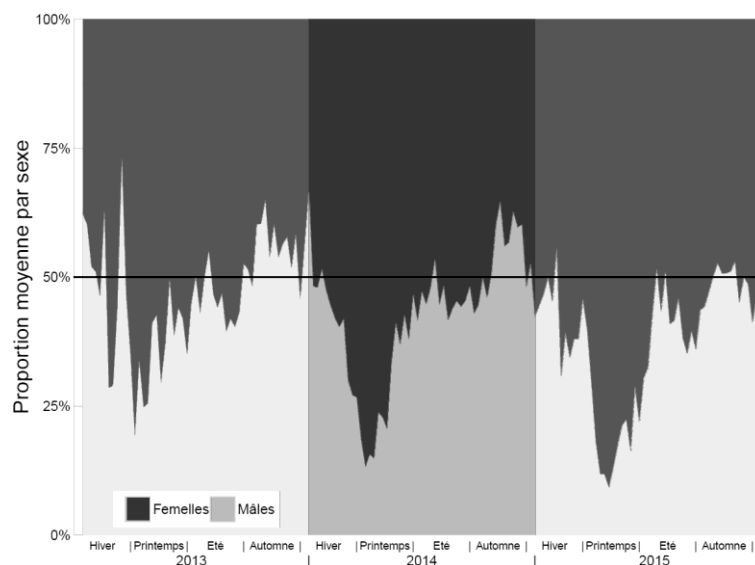


Figure 3 : Proportion moyenne de mâles et femelles de *D. suzukii* durant trois années consécutives sur 11 sites expérimentaux (adapté d'un graphique par C. Plantamp et A. Siberchicot, tiré de la synthèse du projet de Weydert *et al.* (2016))

Cependant, il convient de rester prudent quant à l'interprétation des captures : celles-ci sont réalisées à l'aide de pièges attractifs, dont l'attractivité peut être différente sur les deux sexes et également variable en fonction de la période de l'année et de ce que l'insecte peut rechercher : sites d'accouplement, de ponte, de nourriture etc.

1.3 Plantes hôtes : un ravageur polyphage

La capacité de *D. suzukii* à pondre et à se développer dans diverses plantes sauvages a été étudiée en laboratoire dans le cadre d'une thèse (CNRS). Trente-trois des 67 espèces testées provenant de la forêt de Compiègne permettent le développement de *D. suzukii*. Ces espèces appartiennent à 17 familles différentes (sur les 30 testées) et permettent à *D. suzukii* de trouver des hôtes toute l'année (Poyet *et al.*, 2015). Par exemple, le sureau (sureau noir et sureau yèble), l'arboise, les mûres sauvages et le raisin d'Amérique permettent le développement de *D. suzukii*. En revanche, aucune émergence n'a été observée pour l'*Arum maculatum*, l'asperge sauvage (baie), l'aubépine, la bryone dioïque, l'églantier, le laurier, le laurier tin, le lierre, le pyracantha et le prunellier.

2. Identifier des pistes de contrôle à court terme

Différentes stratégies de protection ont été étudiées dans le cadre du projet, afin d'acquérir des références sur des solutions de protection transférables dès la fin de la première année du projet, qui permettent donc de répondre à l'urgence de la situation. La rapidité de mise en place, l'efficacité et le coût des stratégies ont été évalués afin de pouvoir orienter le choix des producteurs. Les expérimentations ont été conduites dans des serres et dans des parcelles. Les espèces testées ont été prioritairement la cerise, la fraise et la framboise. Les essais réalisés en situation de production ont permis de tester la compatibilité des stratégies avec les pratiques culturales des producteurs.

2.1 La prophylaxie, un moyen de contrôle incontournable

La prophylaxie s'est montrée essentielle, en particulier pour les cultures sous abris, mais aussi en verger. De nombreux leviers ont été étudiés dans le cadre du projet (Trottin *et al.*, 2013 ; Trottin *et al.* 2014) : l'aération des cultures (arbres et plants), le contrôle de l'enherbement, la suppression des fruits en sur-maturité, la fréquence des récoltes et la gestion des déchets. La meilleure méthode de destruction des déchets de récolte est la fermentation anaérobie (solarisation). D'autre part, une montée en température en fin de culture sous abris a montré une certaine efficacité en conditions expérimentales. Enfin, un passage au froid post récolte s'est montré partiellement efficace sur cerise pour ralentir le développement des larves et l'évolution des dégâts. Aucune sensibilité variétale sur cerise et fraise n'a pu être mise en évidence en conditions contrôlées. Ces différents leviers sont détaillés ci-dessous.

Entretien des cultures - *D. suzukii* préfère les environnements frais (températures douces et hygrométrie assez élevée). Il est préférable d'éviter de favoriser l'humidité dans les cultures : l'irrigation doit être maîtrisée et il convient de limiter la présence des points d'eaux stagnantes dans les cultures ou à proximité. De plus, il importe de veiller à la bonne aération des cultures, par exemple en nettoyant régulièrement les feuilles fanées des fraisiers, en limitant le nombre de cannes/mètre linéaire en framboisiers, en entretenant le sol dans les tunnels et dans les vergers, en maintenant un enherbement ras et en adaptant la taille des arbres afin d'améliorer la circulation de l'air. En verger, il est aussi important de ne pas laisser de fonds de cueille.

Fréquence de récolte - Les observations en culture de fraise ou de framboise ont montré que des récoltes rapprochées (au minimum deux récoltes/semaine) permettent de limiter la présence de fruits en sur-maturité, sources d'infestation, et les dégâts. De même pour la cerise, une augmentation non négligeable des dégâts a été observée à l'approche de la récolte, plus précisément dans la dernière

semaine avant la pleine maturité des fruits. Il est donc important d'adapter les dates de récoltes en fonction de la pression de *D. suzukii* et d'éviter les récoltes en sur-maturité.

Gestion des déchets de récolte - Le stockage au soleil (solarisation) des déchets de récolte, dans un contenant hermétique (sac, palox, bidon...), est une technique efficace pour détruire les œufs, les larves et les adultes de *D. suzukii*. Le système doit permettre l'augmentation de la température et les déchets doivent être suffisamment liquides pour permettre la fermentation et l'asphyxie des larves. Après une semaine d'exposition, les déchets peuvent être vidés sur le sol sans qu'il n'y ait de risques d'infestation par *D. suzukii*. Il est cependant possible que d'autres espèces de drosophiles viennent s'y développer.

Assainissement des cultures sous abris - En cas d'attaque importante en culture sous abris, il est possible d'assainir la parcelle en fin de culture en augmentant la température. En effet, pour des températures supérieures à 30°C, les œufs ne sont pas viables et les larves ne se développent pas (Kinjo *et al.*, 2014). Les essais ont montré que sous abris, des températures supérieures à 40 °C, en moyenne une heure par jour et pendant six jours, sont efficaces pour détruire les stades œufs et larves de *D. suzukii* dans les fruits, en fin de culture.

Passage au froid après récolte - Les tests mis en place sur cerise et fraise ont montré qu'un passage au froid (- 1 °C à 2 °C) sur une période de 24 h à 72 h limite la survie des œufs et le développement des larves. Les températures supérieures à 2 °C sont inefficaces. Sur cerise, cette technique semble avoir une action limitée, car beaucoup de larves reprennent leur activité après le passage au froid. Néanmoins, elle peut présenter un intérêt pour ralentir l'évolution des dégâts dans le cas de lots faiblement attaqués et d'aspect sain. Sur fraise, ces températures ne peuvent pas être mises en œuvre à cause de la fragilité des fruits et de l'incompatibilité technique et économique de la réfrigération dans le circuit commercial.

Levier variétal - Des essais ont été conduits sur des variétés de fraises et de cerises aux caractéristiques contrastées (couleur, fermeté, taux de sucre, acidité...). Ils n'ont pas permis de mettre en évidence de différences entre les variétés. Le choix variétal ne semble donc pas être à ce jour un levier pour éviter les dégâts de *D. suzukii*.

2.2 Stratégies chimiques

Des produits phytopharmaceutiques y compris des produits de biocontrôle ont été évalués seuls ou en combinaison dans des stratégies sur cerise, fraise et framboise. Les stratégies ont présenté plus d'efficacité quand les niveaux de population étaient faibles ou moyens. D'autre part, des effets ont été observés sur les cortèges d'auxiliaires avec réémergence de certains ravageurs. Les stratégies doivent encore être approfondies mais il est apparu que l'utilisation d'une combinaison de méthodes reste indispensable (voir paragraphe 2.5).

Les essais conduits sur cerise ont montré une bonne efficacité des stratégies **conventionnelles**, quelle que soit la pression de l'insecte, mais ont aussi révélé le manque de rémanence des produits, qui oblige à resserrer les intervalles entre applications (au moins tous les 7 jours), et l'importance de la protection à l'approche de la récolte. Des cas de décrochage des stratégies de protection sont apparus pour des niveaux élevés de population du ravageur.

Les possibilités en **agriculture biologique** se sont montrées limitées. La synthèse des essais 2014 et 2015 réalisés sur fraise au GRAB avec six produits de biocontrôle fait apparaître, malgré une variabilité importante des résultats, l'intérêt potentiel de quatre des produits testés : le Pyrèvert®, le Naturalis®, un répulsif de la société Protecta et le Spinosad®. Les produits apportant une couverture physique des fruits ont donné des résultats très variables en termes d'efficacité. Il semble que les argiles soient globalement plus efficaces que le talc mais marquent plus les fruits, ce qui pose problème sur le plan commercial. D'autres produits ont été testés en vue de leur homologation, notamment le champignon entomopathogène *Beauveria bassiana*, qui semble être assez difficile à positionner et dont l'efficacité

est très irrégulière. Le jus d'ail a été testé comme répulsif dans des essais sur cerise et sur fraise mais n'a pas apporté d'efficacité.

2.3 Le piégeage massif

Essais sur cerisiers - Cinq essais de piégeage massif ont été conduits sur cerisier avec trois types de dispositifs différents : piégeage périphérique, pièges répartis de façon homogène dans la parcelle et piégeage sous forme de « barrière » entre la parcelle de cerisiers et une zone refuge de l'insecte. Quel que soit le dispositif mis en place et même si les captures ont parfois été très importantes, le piégeage massif n'a pas permis de réduire les dégâts.

Essais sur fraisiers et framboisiers - Le piégeage massif périphérique pourrait avoir une certaine efficacité dans des cultures de fraisiers ou de petits fruits au moins partiellement abritées. Cependant, dans des cas de forte pression du ravageur, il semblerait que cette méthode de protection soit très insuffisante. Le travail sur les pièges, les attractifs et les dispositifs de piégeage reste à poursuivre pour parvenir à une solution efficace.

2.4 Les filets insect-proof en serre et en tunnel

La pose de filets sur les ouvertures des abris permet de limiter les entrées de *D. suzukii* et de réduire les dégâts sur la culture. Des filets avec des mailles inférieures à 1 mm² ont été testés et ont montré de bons résultats. Toutefois, les filets peuvent impacter le climat (limitation de l'aération) et le rendement (moindre entrée des pollinisateurs). Les auxiliaires naturels sont aussi bloqués par le filet et ne peuvent pas entrer dans la culture. De ce fait, la gestion des autres ravageurs est souvent plus compliquée sous filet. Si la pression de *D. suzukii* est faible au printemps, il est possible de ne poser le filet qu'à la fin du printemps pour permettre l'entrée des auxiliaires dans la culture. Dans le cas d'une situation de forte pression de *D. suzukii*, l'installation de sas aux entrées des abris présente un réel intérêt.

Ces résultats ont été confirmés dans le cadre de l'étude de Leach *et al.* (2016), qui souligne aussi l'intérêt des filets en culture de framboisier, permettant une diminution et une apparition plus tardives des dégâts.

2.5 La nécessité de combiner les méthodes : exemple d'un essai sur fraise

Drosophila suzukii est un ravageur difficile à contrôler pour lequel il n'existe pas de solution unique. Il est donc indispensable de mettre en œuvre un maximum de leviers pour limiter les niveaux de population dans la culture et son environnement.

Un essai de combinaison des méthodes de protection a été conduit par l'Aprél chez un producteur de fraises. Chez ce producteur, suivi depuis 2013, plusieurs pratiques ont été combinées sur une culture de fraises remontantes (variété « Mara des bois ») : prophylaxie, filets anti insectes, piégeage massif en périphérie de la culture, lâchers de parasitoïdes (*Trichopria drosophilae*), entretien des abords de parcelle (Tableau 1).

En 2013, les fuites du système d'irrigation ont été réparées pour limiter l'humidité (favorable à *D. suzukii*), des filets ont été posés aux ouvrants et aux entrées des tunnels et des pièges ont été mis en place en périphérie des tunnels. Malgré une pression de *D. suzukii* plus importante qu'en 2012, les dégâts sont apparus plus tardivement et l'arrêt des récoltes a été repoussé d'un mois.

En 2014, la pression de *D. suzukii* était plus forte et des dégâts ont été constatés dès le mois d'août. Un traitement insecticide a permis de réguler le ravageur très efficacement. Les récoltes ont eu lieu jusqu'à mi-octobre avec peu de dégâts de *D. suzukii*.

En 2015, la haie a été entretenue afin d'éliminer les hôtes de *D. suzukii*. Des sas ont été mis en place au printemps pour améliorer la protection par filets. Malgré des dégâts en août, le ravageur a été bien géré par un traitement insecticide localisé à un tunnel : les récoltes ont été poursuivies jusqu'à la fin du mois de novembre et les dégâts pendant l'automne ont été négligeables.

Tableau 1 : Historique des moyens de protection mis en place chez un producteur de fraises (tiré de la synthèse du projet de Weydert *et al.* (2016))

Année	Pression <i>D. suzukii</i>	Moyens de protection								Date arrêt récoltes
		Gestion déchets	Réparation fuites système irrigation	Filets aux ouvrants	Piégeage périphérique	Piégeage dans la haie	Traitements avec effet sur <i>D. suzukii</i>	Installation de sas	Entretien de la haie	
2012	++									Début sept.
2013	+++									Début oct.
2014	++++									Mi-oct.
2015	++									Fin nov.

3. Identifier des pistes de contrôle à moyen – long terme

3.1 Les filets insect-proof en verger

Sur cerise, les essais conduits de 2013 à 2015 sur la protection de vergers de cerisiers en mono-rang ont donné d'excellents résultats (efficacité proche de 100 %). Les essais conduits en laboratoire ont montré que seule une maille de filet de moins de 1 mm² permet d'éviter le passage de *D. suzukii*. Pour une protection mono-rang, qui semble être le type de protection le plus adapté dans l'état actuel des connaissances, une maille de filet de 6 x6 (fils par cm) serait le minimum requis.

3.2 Les ennemis naturels de *D. suzukii*

Différentes études ont été menées dans le cadre du projet sur les prédateurs généralistes, les parasitoïdes indigènes de *D. suzukii* et les parasitoïdes exotiques.

3.2.1 Les prédateurs

Sur cette thématique, un suivi de grande envergure a été mis en place par l'Adida durant la première année du projet, afin d'identifier les principaux groupes d'insectes potentiellement prédateurs de *D. suzukii* et d'établir un protocole allégé de suivi, qui a ensuite été mis en place par d'autres partenaires du projet. Sept taxons ont été identifiés comme pouvant avoir une action de régulation sur les populations de *D. suzukii* : les Chrysopidae, *Orius* sp., les Carabidae, les Staphylinidae, les Opilions, les Salticidae et les Chilopodes.

3.2.2 Caractérisation des parasitoïdes

Un travail de biologie moléculaire a été entrepris à l'INRA pour caractériser précisément les parasitoïdes indigènes et exotiques susceptibles de présenter un intérêt pour la lutte biologique. Ce

travail s'est basé sur le couplage d'une caractérisation morphologique et d'une caractérisation moléculaire sur des régions d'ADN (barcoding).

3.2.3 Les parasitoïdes indigènes

Les études portant sur le parasitisme naturel de *D. suzukii* ont montré qu'il existe effectivement un parasitisme, de niveau très variable, par deux espèces de parasitoïdes de pupes déjà connus sur des drosophiles communes : *Trichopria drosophilae* et *Pachycrepoideus vindemmiae*.

Des études préliminaires ont été conduites par le CNRS de Lyon pour évaluer au laboratoire l'efficacité de parasitoïdes indigènes de drosophiles communes sur *D. suzukii*. Ce travail a consisté à évaluer cinq espèces de parasitoïdes dont deux parasitoïdes de pupes (*Trichopria drosophilae* et *Pachycrepoideus vindemmiae*) et trois parasitoïdes de larves (*Leptopilina heterotoma* et *boulardi*, *Asobara tabida*). Les parasitoïdes de pupes se sont avérés être plus efficaces (Chabert *et al.*, 2012 ; Chabert *et al.*, 2013). Le choix s'est donc porté sur le parasitoïde de pupes *T. drosophilae* pour les essais en culture de fraises réalisés au Ctifl. Deux années d'essais sur fraise ont permis de montrer, en conditions expérimentales favorables à l'installation du ravageur et du parasitoïde, que *T. drosophilae* est capable de trouver les pupes de *D. suzukii* dans la culture et de les parasiter (Trottin *et al.*, 2014). Le taux de parasitisme a été au maximum de 60 % pendant la durée des essais. Cependant, ce taux de parasitisme s'est révélé insuffisant pour contrôler *D. suzukii* en conditions expérimentales de forte pression du ravageur.

3.2.4 Les parasitoïdes exotiques

Les essais conduits au CNRS en 2012 avait aussi porté sur des parasitoïdes exotiques. *Asobara japonica* s'était révélé être un bon candidat contre *D. suzukii*. Ce parasitoïde a fait l'objet d'études approfondies en laboratoire, à l'INRA, sur sa biologie, sa capacité à parasiter *D. suzukii* et les interactions entre cette espèce, les espèces de drosophiles et les parasitoïdes indigènes. La souche étudiée d'*Asobara japonica* s'est révélée non spécifique de *D. suzukii*. D'autres candidats sont en cours d'évaluation. D'autre part, dans le cadre d'une analyse de risques, des études ont été menées sur *D. suzukii* et son cortège de parasitoïdes dans le sud est de la France (Kremmer *et al.*, 2017).

Conclusion

Des expérimentations ont été réalisées en situations contrôlées, en laboratoire ou au champ, afin d'acquérir rapidement des connaissances sur la biologie et le comportement du ravageur : sensibilité variétale, déplacements de l'insecte à l'échelle de la culture, sensibilité de l'insecte à différentes températures selon le stade de développement...

Le suivi du réseau de parcelles au cours des trois années du projet a permis l'acquisition de connaissances importantes sur la biologie du ravageur et sur son comportement dans les vergers et leur environnement. À travers ce réseau multi-espèces et interrégional, les principaux éléments augmentant le risque de présence de *D. suzukii* et de dégâts ont pu être identifiés.

Des essais ont été mis en place dans les parcelles du Ctifl, des stations régionales, mais aussi chez des producteurs, sur les principales espèces concernées (cerise, fraise, framboise). Les expérimentations ont porté sur les mesures d'assainissement des cultures (préventives ou curatives), sur la protection par application de produits insecticides ou répulsifs, la protection physique (par filets insect-proof), le piégeage massif et la lutte biologique. Les différents moyens de protection ont dans un premier temps été testés seuls, puis en combinaison afin d'optimiser la protection. Des références techniques ont ainsi été acquises sur la plupart des méthodes de protection envisagées au démarrage du projet.

En ce qui concerne les parasitoïdes indigènes, bien que l'on ne puisse pas connaître de façon précise leur efficacité sur *D. suzukii*, il est possible qu'ils jouent un rôle dans la régulation globale du ravageur. Les recherches se poursuivent sur un parasitoïde exotique (lutte biologique par acclimatation).

Ces résultats ont permis tout au long du projet d'affiner les préconisations aux producteurs (prophylaxie, méthodes de contrôle etc.) pour la gestion du ravageur.

La diffusion des résultats du projet a été assurée tout au long des trois années par des articles dans la presse spécialisée, des rencontres techniques, des colloques et des visites d'essais. Au terme du projet, un livret faisant la synthèse des résultats a été publiée et est disponible en ligne sur le site ctifl.fr (Weydert *et al.*, 2016).

La journée *D. suzukii* organisée à la fin du projet a rencontré un succès important avec plus de 200 participants (Trottin *et al.*, 2017). Cette manifestation a permis de mettre en évidence la mobilisation des domaines de la recherche et de l'expérimentation pour répondre au défi que représente *D. suzukii*. La poursuite des essais, avec une collaboration renforcée entre les équipes, semble plus que jamais nécessaire.

Références bibliographiques

- Chabert S., Allemand R., Poyet M., Eslin P., Gibert P., 2012. Ability of European parasitoids (Hymenoptera) to control a new invasive Asiatic pest, *Drosophila suzukii*. *Biological Control* 63, 40–47.
- Chabert S., Allemand R., Poyet M., Ris N., Gibert P., 2013. *Drosophila suzukii*, vers une lutte biologique contre ce ravageur des fruits rouges : des expériences de laboratoire ont permis de mieux connaître la biologie de cette mouche invasive et de tester cinq auxiliaires potentiels résidant en vallée du Rhône. *Phytoma* 660, 34–38.
- Evans R.K., Toews M.D., Sial A.A., 2017. Diel periodicity of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) under field conditions. *Plos One* 12, Article Number: e0171718 .
- Hamby K.A., Bellamy D.E., Chiu J.C., Lee J.C., Walton V.M., Wiman N.G., York R.M., Biondi A., 2016. Biotic and abiotic factors impacting development, behavior, phenology, and reproductive biology of *Drosophila suzukii*. *Journal of Pest Science* 89, 605–619.
- Kinjo H., Kunimi Y., Nakai M., 2014. Effects of temperature on the reproduction and development of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). *Applied Entomology and Zoology* 49, 297–304.
- Kremmer L., Thaon M., Borowiec N., David J., Poirié M., Gatti J.-L., Ris N. 2017. Field Monitoring of *Drosophila suzukii* and Associated Communities in South Eastern France as a Pre-Requisite for Classical Biological Control. *Insects* 8, 124.
- Leach H., Van Timmeren S., Isaacs R., 2016. Exclusion Netting Delays and Reduces *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) Infestation in Raspberries. *Journal of Economic Entomology* 109, 2151–2158.
- Plantamp C., Salort K., Gibert P., Dumet A., Mialdea G., Mondy N., Voituren Y. 2016. All or nothing: Survival, reproduction and oxidative balance in Spotted Wing *Drosophila* (*Drosophila suzukii*) in response to cold. *J. Insect Physiol.* 89, 28–36.
- Poyet M., Roux V.L., 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, 26p.
- Trottin Y., Baffert V., Leyre J.-M., 2013. Etude expérimentale sur le ravageur émergent *Drosophila suzukii* - Démarche de protection intégrée en culture de fraisières sous abris.
- Trottin Y., Zicot A., 2013. Le ravageur émergent *Drosophila suzukii*: premières études expérimentales sur fraise. *Infos Ctifl* 290, 60–67.
- Trottin Y., Baffert V., Leyre J.-M. 2014. Etude expérimentale sur le ravageur émergent *Drosophila suzukii* (Balandran).

Trottin Y., Paulhiac E., Zicot A., Baffert V., Leyre J.-M., Weydert C., Poyet M., Ris N., Gibert P. 2014. Etude expérimentale sur *Drosophila suzukii* (Matsumara) (Diptera : Drosophilidae) : efficacité d'un parasitoïde indigène de pupes en culture de fraisier sous serre en France. (Montpellier)

Trottin Y., Weydert C., Ris N., 2017. Les Journées *Drosophila suzukii*: regards croisés entre recherche et agriculture. Infos Ctifl 329, 4–6.

Weydert C., Trottin Y., Mandrin J.-F., Chevallier L., Dufay B., Fratantuono M., Gallia V., Gibert P., Ginez A., Lambion J., Plantamp C., Siberchicot A., Warlop F., 2016. *Drosophila suzukii* : connaissance du ravageur, moyens de protection – Bilan du projet Casdar 2013-2016. Info Ctifl Hors-série, 16p.

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0)



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « Innovations Agronomiques », la date de sa publication, et son URL)