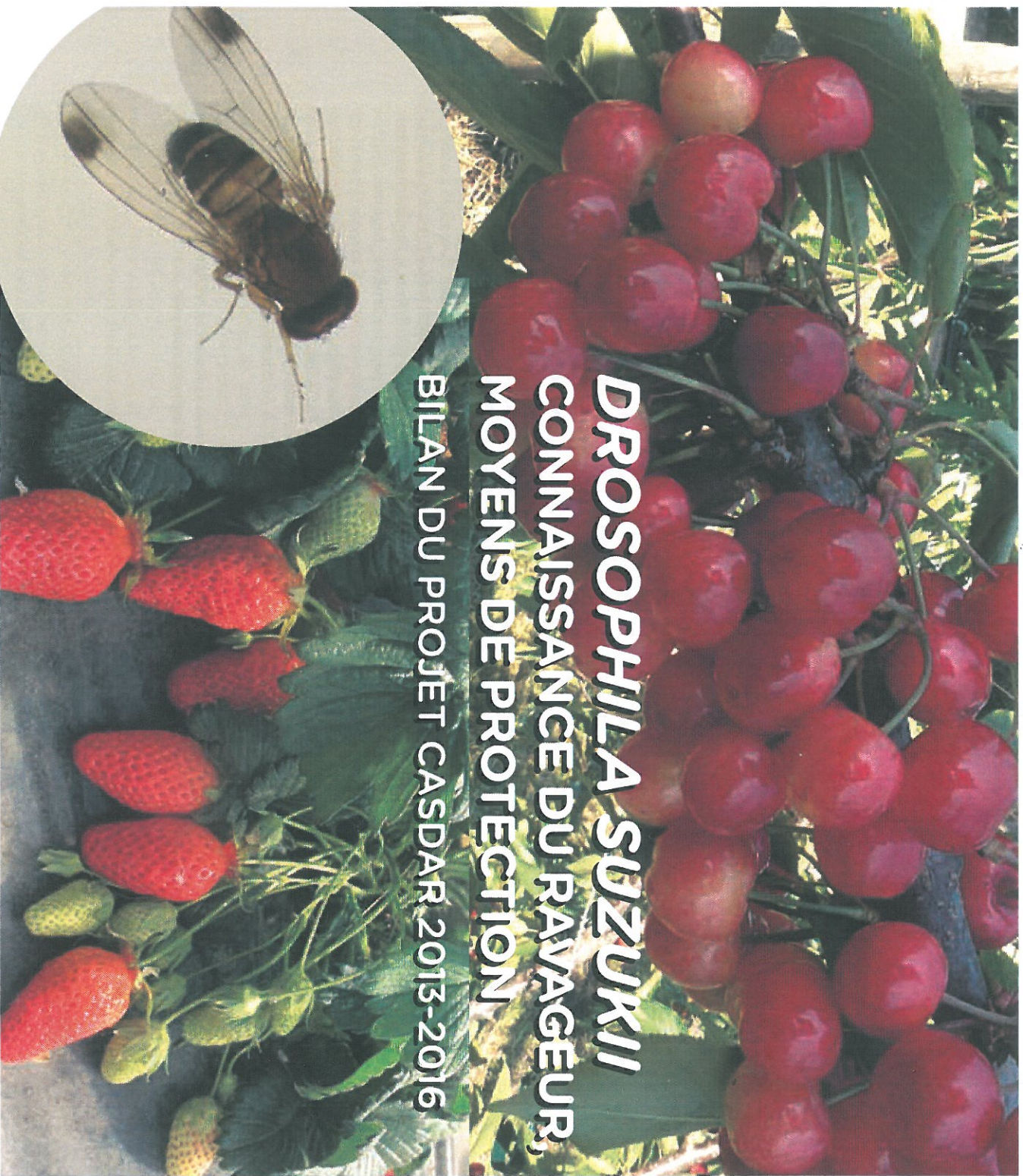


HORS SÉRIE

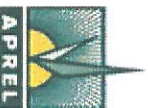
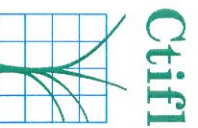
Infos Ctifl

LE MENSUEL DU CENTRE TECHNIQUE INTERPROFESSIONNEL DES FRUITS ET LÉGUMES

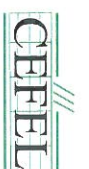


DROSOPHILA SUZUKII CONNAISSANCE DU RAVAGEUR, MOYENS DE PROTECTION

BILAN DU PROJET CASDAR 2013-2016



ADIDA





SOMMAIRE

3	Introduction
4	Biologie et dégâts
6	Comportement de <i>D. suzukii</i>
8	Plantes hôtes
8	Observations et suivi
9	Méthodes prophylactiques
10	Application de produits
11	Protection par filets insect-proof
12	Ennemis naturels de <i>D. suzukii</i>
13	Piégeage massif
14	Combinaison de méthodes

AUTEURS

Claire Weydert, Yannic Trottin, Jean-François Mandrin (Ctifl), Lise Chevalier (SERRA), Benoit Dufay (La Tapy), Marc Fratantuno (CA 66/Sica Centrex), Valérie Gallia (CA 30/SERFEI), Patricia Gilbert (CNRS), Anthony Ginez (APREI), Jérôme Lambion (GRAB), Christophe Plantamp (CNRS), Aurélie Siberchicot (CNRS), François Warlop (GRAB)

Avec la contribution de tous les partenaires du projet CASDAR :

- Ctifl (chef de file du projet) – Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, centre de Balandran (30) et de Lanxade (24)
- Vétonique Baffert, Alain Bardet, Gérard Charlot, Jean-Michel Leyre, Jean-François Mandrin, Yannic Trottin, Claire Weydert
- Auida, Association Départementale d'Information et de Développement Agricole (19) Hervé Coves
- APREI, Association Provençale d'Expérimentation Légumière (13)
- Anthony Ginez, Catherine Taussig
- ARFE - Association Régionale d'Expérimentation Fruitière de l'Est (54)
- Rémi Ségard
- CERFL, Centre d'Expérimentation Fruits et Légumes de Midi-Pyrénées (82)
- Sébastien Ballion, Emile Koké, Marie-Eve Biarques
- CNRS, UMR Biométrie et Biologie évolutive, UCB Lyon 1 (69).
- Patricia Gilbert, Christophe Plantamp, Mathilde Poyet, Aurélie Siberchicot
- GRAB, Groupe de Recherches en Agriculture Biologique (84)
- Jérôme Lambion, François Warlop
- INRA, Equipe « Recherche et Développement en Lutte Biologique », UMR « Institut Sophia-AgrobioTech », Centre INRA PACA (13)
- Nicolas Borowiec, Nicolas Ris, Marcel Taon
- INVENIO – Centre de recherche et d'expérimentation de la filière Fruits et Légumes d'Aquitaine (33)
- Amélie Devillepoix, Jean-Jacques Pommier, Marion Turquet
- SERRA - Station d'Expérimentation Fruits Rhône-Alpes (26)
- Gynthia Cellier, Lise Chevallier, Baptiste Labeyrie (Ctifl/SERRA), Sophie Stevenin
- SERFEI, Centre d'Expérimentation Régionale pour les Fruits et Légumes (30)
- Laetitia Cuny, Valérie Gallia (CA 30/SERFEI)
- La Tapy - Domaine Expérimental de La Tapy (84)
- Benoit Duffay, Emmanuelle Filleron (CA 84/La Tapy)
- Sica-Centrex, Centre Expérimental des Fruits et Légumes du Roussillon (66)
- Nathalie Courthieu, Marc Fratantuno (CA 66/Sica-Centrex)

Remerciements :

Le projet CASDAR *Drosophila suzukii* a bénéficié du concours du ministère de l'Agriculture (2013-2016). Les auteurs remercient toutes les personnes qui se sont impliquées sur le projet.

Infos-Ctifl est édité par le Ctifl
(Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes créé par arrêté du 24 septembre 1952 de la loi du 22 juillet 1948)

Adresse 22 rue Bergère, 75009 Paris - Tél. 01 47 70 16 93 - Fax 01 42 46 21 13
www.ctifl.fr

Site internet www.ctifl.fr

Directeur de la publication Louis Oranga

Directeur en chef Jean-François Bloch-Berthé - email : bloch-berthe@ctifl.fr

Yann Birnin

Rédacteur en chef Duong-Minh Nguyen

Mise en page Christine Cappe - email : abonnement@ctifl.fr

Responsable des abonnements : Pnx 2017 pour 10 numéros/an

Abonnements France - 85 € - Etranger 130 €

prix du numéro 12 €

N° de commission paritaire en cours Dépôt légal 4^e trimestre 2016 - ISSN 0758-5373

Impression Chiral - 714 rue de Sainte Colombe - 42540 Saint-Just-La-Pendue

Photo de couverture Ctifl

Toute reproduction partielle ou intégrale est autorisée sous réserve de mentionner la source

DROSOPHILA SUZUKII

CONNAISSANCE DU RAVAGEUR, MOYENS DE PROTECTION

BILAN DU PROJET CASDAR 2013-2016

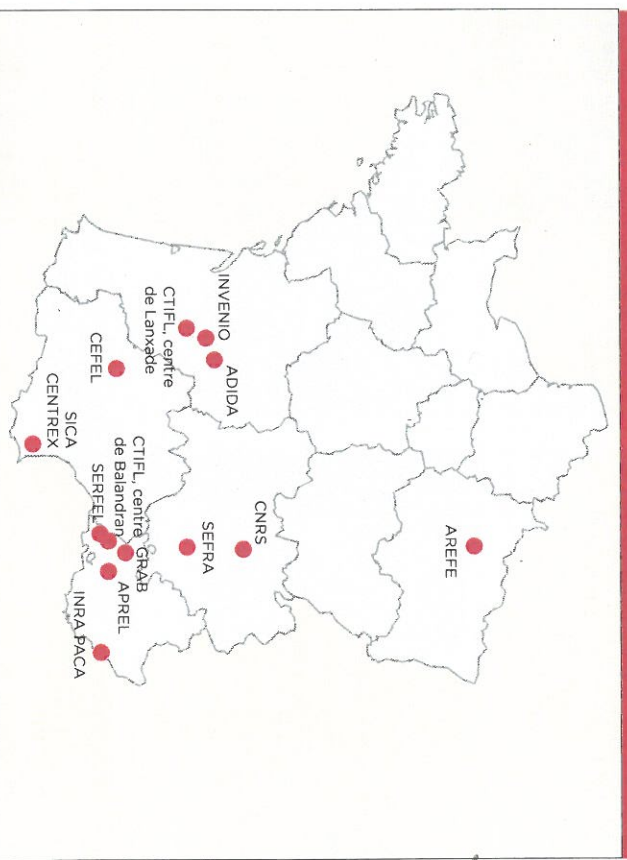
Originnaire du Japon, *Drosophila suzukii* est un ravageur émergent de la famille des *Drosophilidae* qui connaît depuis 2008 une forte progression hors de son aire d'origine. Identifié officiellement en France en 2010, ses caractéristiques biologiques en font un ravageur hautement nuisible.

INTRODUCTION

Capable de s'attaquer à un large spectre d'hôte, *Drosophila suzukii* affecte notamment particulièrement les fruits rouges (cerises, fraises, framboises...), et peut, dans une moindre mesure, provoquer des dégâts chez les fruits à l'épiderme plus épais comme les pêches et les abricots. Outre sa polyphagie, *D. suzukii* se distingue des autres espèces de drosophilés par sa capacité à pondre dans les fruits en cours de maturation grâce à son ovipositeur sclérifié. La ponte et le développement des larves favorisent les contaminations secondaires, notamment celles dues aux champignons, entraînant la pourriture rapide des fruits qui deviennent alors impropres à la commercialisation. Jusqu'à présent aucun moyen de lutte n'avait été suffisamment expérimenté pour permettre de définir des stratégies de protection efficaces. Ce dossier synthétise l'ensemble des résultats issus du projet Casdar (voir encadré ci-contre) et s'adresse aux producteurs ainsi qu'aux professionnels de la filière.

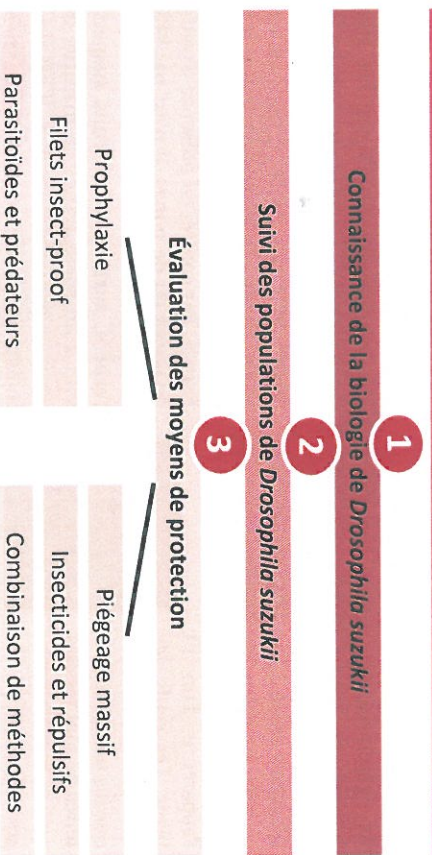
L'ensemble des modes de protection envisageables en cultures sont abordés. Leur évaluation intègre l'efficacité des moyens mis en œuvre. Cette approche multiste (Figure 1) a permis de mettre en place des dispositifs expérimentaux harmonisés dans les bassins de production les plus infestés par *Drosophila suzukii* au début du projet. Ainsi les conclusions issues de ces trois années de recherches intègrent différents contextes pédoclimatiques et différentes stratégies de protection.

FIGURE 1 : Sites d'études dans le cadre du projet Casdar



LE PROJET CASDAR (2013-2016)

Initié « *Drosophila suzukii* : connaissance du ravageur, caractérisation du risque et évaluation de méthodes pour sa maîtrise rapide et durable », ce projet Casdar a pour but d'améliorer les connaissances relatives à la biologie de *Drosophila suzukii*, de suivre les dynamiques des populations et d'évaluer divers moyens de lutte. Piloté par le Ctifl, et co-financé par le ministère de l'Agriculture, ce projet regroupe 13 partenaires de la filière fruitière et légumière.



> LES GRANDS AXES DÉVELOPPÉS

BIOLOGIE ET DÉGÂTS

RECONNAISSANCE

C'est au stade adulte que l'identification de *Drosophila suzukii* peut se faire le plus facilement. Les stades œufs, larves et pupes ont des caractéristiques propres au genre mais sont insuffisantes pour une reconnaissance certaine de l'espèce.

Adulte

Drosophila suzukii, appelée aussi drosophile à ailes tachetées, en anglais SWD pour Spotted Wing Drosophila, fait partie de l'ordre Diptera et de la famille Drosophilidae. L'adulte a l'apparence d'une drosophile commune que l'on trouve sur des fruits en sur-maturité ou présentant une blessure. Les adultes mesurent de 2,6 à 3,4 mm, la femelle étant généralement plus grande que le mâle. Le mâle est reconnaissable à ses tâches noires à l'extrémité de chaque aile, visibles à la loupe de poche ou à l'œil nu pour une personne habituée (Photo 1). Ces taches apparaissent 10 heures après l'émergence du mâle et mettent deux jours pour devenir très visibles. L'individu mâle a également deux séries de soies ou « peignes » sur les tarses antérieurs orientés vers le bas.

La femelle possède un ovipositeur caractéristique, de plus grande taille et plus fortement denté que celui des autres espèces de drosophiles (Photo 2). La femelle ne possède pas de soles sur ses tarses antérieurs.

Pour connaître les autres critères permettant d'affiner l'identification, consulter la fiche de détermination réalisée par le Laboratoire de Santé des Végétaux (<http://www.ctfil.fr/DocPdf/EspaceProduction/FicheIdentificationDrososuzukii.pdf>).

Œuf

Les œufs sont déposés sous l'épiderme, ils présentent un aspect légèrement transparent, laiteux et luisant, et mesurent entre 0,18 à 0,6 mm. Deux fins filaments reliés à l'œuf sortent du fruit : ce sont les tubes respiratoires qui sont souvent fusionnés entre eux et donnent 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 (Photo 3).



> PHOTO 1 : MÂLE ADULTE DE *D. SUZUKII* (TACHE NOIRE SUR CHAQUE AILE)

Larve
Il peut y avoir une ou plusieurs larves à l'intérieur du fruit (jusqu'à plus



> PHOTO 4 : LARVE

d'une quarantaine dans un seul fruit) observables au niveau d'une zone molle, souvent oxydée. Elles mesurent de 0,7 mm à 3,5 mm et sont de couleur blanc-creme. Leur observation permet de déterminer s'il s'agit d'une larve de drosophile mais pas de préciser l'espèce. Elles possèdent des stigmates postérieurs prolongeant l'abdomen et formant une excroissance visible et caractéristique, et également deux crochets buccaux de couleur noire bien visibles sous loupe binoculaire (Photo 4).

Pupe

La pupa est de couleur marron-rougeâtre selon le milieu dans lequel la larve se développe,



> PHOTO 5 : PUPE

en forme de petit tonnelet allongé aux extrémités. Elle est reconnaissable à ses stigmates antérieurs « étoilés » caractéristiques et différents de ceux d'une drosophile commune (Photo 5).

L'identification de *D. suzukii* est plus facilement réalisable au stade adulte : l'observation des taches sur les ailes des mâles et de l'ovipositeur chez les femelles est généralement suffisante pour identifier *D. suzukii*. À ce jour, aucune autre espèce de drosophile possédant ces caractéristiques n'est présente en France. Par contre, en présence d'œufs, de larves ou de pupes, il n'est pas possible de déterminer de façon certaine l'espèce, surtout si les fruits suspects sont à un stade avancé de maturité ou attaqués par une pourriture. Il est alors indispensable de conserver les fruits



> PHOTO 2 : FEMELLE ADULTE DE *D. SUZUKII* (À GAUCHE ZOOM SUR L'OVIPOSITEUR)

suspectés de contenir des larves de *D. suzukii* et attendre l'émergence des adultes pour identifier le ravageur.

CYCLE DE VIE ET BIOLOGIE

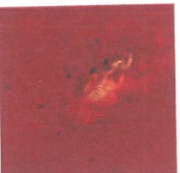
Cycle de vie

D. suzukii a la particularité d'avoir un cycle biologique court, ce qui lui permet d'engendrer jusqu'à 13 générations par an au Japon.

La femelle utilise son ovipositeur pour perforer l'épiderme du fruit et y déposer un œuf. En fonction des conditions de température, les œufs éclosent au bout de 1 à 3 jours. Les larves se développent ensuite en 3 stades larvaires qui se succèdent pendant 3 à 13 jours. La pupaison s'effectue sur une durée de 3 à 15 jours. La pupa se forme principalement à l'intérieur du fruit. Une fois l'adulte prêt à émerger, il déchire la pupa pour se libérer (Figure 2). La durée du cycle de *D. suzukii* peut être très variable en fonction de la température de développement. Celle-ci est optimale à 25 °C. Les températures critiques de développement et de reproduction sont en dessous de 13 °C et au-dessus de 28 °C. Un individu adulte a une durée de vie de 3 à 9 semaines, bien qu'il puisse vivre plus longtemps en période hivernale. Les femelles peuvent pondre 1 à 4 jours après leur émergence s'il y a eu accouplement. Elles pondent 7 à 16 œufs par jour à raison de 1 à 3 œufs par fruit en moyenne. Une femelle pondrait en moyenne 380 œufs durant sa vie.

Dégâts

Les cerises, les fraises, les framboises et les myrtilles sont les fruits cultivés qui subissent les dégâts les plus importants. Dans un moindre mesure, les pêches, les abricots, les figues, le raisin, les kiwis, les kakis et les arbouses peuvent être attaqués. La vigilance est également de mise sur des espèces comme le cassis



> PHOTO 3 : ŒUF

et la grosseille sur lesquelles *D. suzukii* pourrait se développer sans qu'aucune attaque n'ait été recensée jusqu'à présent. Les variétés de cerises blanches et bicolores peuvent être moins attaquées que des cerises rouges en situation de choix, mais il n'existe pas de variétés résistantes à ce ravageur.

Drosophila suzukii présente la particularité de pouvoir et de préférer infester des fruits sains, encore sur la plante et ne présentant aucune blessure. Dès leur éclosion, les larves commencent à se nourrir de la pulpe des fruits, provoquant son affaïssissement et souvent une dépression au niveau de l'épiderme (Photos 6 à 9). A un stade avancé des dégâts, la chair du fruit est dégradée, plus ou moins oxydée (de couleur marron) (Photo 10).

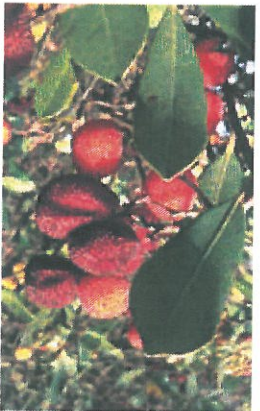
Sur cerises, les pontes ont lieu à tous les stades de maturité dès la formation du fruit vert. Par contre, le développement de la larve n'est possible qu'à partir de la véraison. En début d'attaque, lorsqu'il y a peu de piqûres ou quand les larves sont encore petites, les dégâts peuvent être plus difficiles à mettre en évidence. Le suivi des parcelles doit donc être rigoureux pour évaluer les dégâts le plus tôt possible.



> PHOTO 6 : DÉGÂTS SUR CERISE AVEC TROU DE SORTIE DE *D. SUZUKII*



> PHOTO 7 : GALERIES DE *D. SUZUKII* DANS UNE CERISE



> PHOTO 9 : DÉGÂTS SUR FRUITS SAUVAGES : ICI SUR ARBOUSES

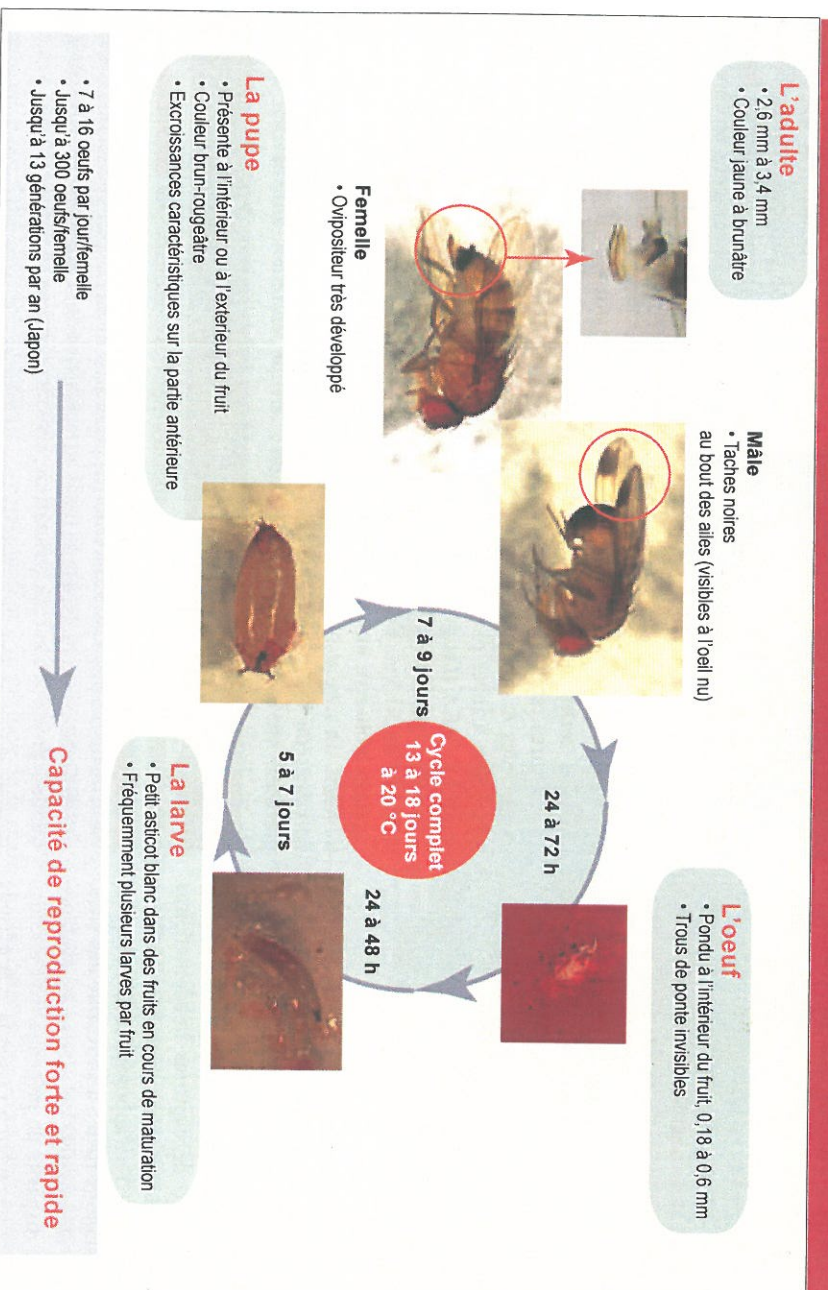


> PHOTO 8 : DÉGÂTS DE *D. SUZUKII* SUR FRAISE



> PHOTO 10 : DÉGÂTS DE *D. SUZUKII* SUR CERISE (STADE AVANCÉ)

FIGURE 2 : Cycle de *D. suzukii* étudié sur fraise à une température moyenne de 20 °C



Risques de confusions

Dans certains fruits, des dégâts ressemblant à ceux de *D. suzukii* peuvent être causés par d'autres diptères dont les larves se développent également dans la chair.

- La Mouche de la cerise, *Rhagoletis cerasi* (Photo 11), attaque régulièrement les cerises. La larve (généralement une seule par fruit) se développe dans la chair autour du noyau (Photo 12). La larve est peu mobile, plus « dodue » que celle de *D. suzukii*. Les larves de *D. suzukii* se développent dans toute l'épaisseur de la chair et il y en a souvent plusieurs par fruit. Plusieurs trous sont visibles sur l'épiderme quand le dégât est avancé.

- La Mouche méditerranéenne, *Ceratitis capitata* (Photo 13), peut attaquer les pêches et abricots. On trouve généralement plusieurs larves par fruit attaqué.

- Il est important de signaler que des fruits très mûrs ou en sur-maturité, ou dont l'épiderme est abîmé (pêche mûrie, cerise éclatée, raisin abîmé, etc.), peuvent présenter des attaques d'autres diptères, notamment d'espèces de droso-philés « communes » (principalement *Drosophila melanogaster*) s'attaquant aux fruits en décomposition. Sur ces fruits, il existe un risque réel de confusion avec des dégâts de *D. suzukii*.

- Sur fraise, myrtille, framboise et mûre, si les dégâts s'accompagnent de la présence de larves dans la chair, il n'y a généralement pas de risques de confusion avec d'autres ravageurs.

- La blessure engendrée par la ponte est également une porte d'entrée pour déventuels bactéries et champignons qui peuvent se développer sur les fruits attaqués et contaminer les fruits sains à proximité (ex. *Rhizopus* sur fraise, Photo 14).

COMPORTEMENT DE D. SUZUKII

INFLUENCE DES CONDITIONS CLIMATIQUES

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. Ainsi, depuis 2013, trois années complètes de captures hebdomadaires issues de 11 sites ont été réalisées (Figure 1). En s'appuyant sur les données de stations météo à proximité des sites, il a été possible de mettre en évidence une disparité de piégeage (voir encadré ci-contre) selon les régions et la période



> PHOTO 11: ADULTE DE RHAGOLETIS CERASI, LA MOUCHE DE LA CERISE (ENVIRON 3-5 MM)



> PHOTO 12: DÉGÂTS DE RHAGOLETIS CERASI, LA LARVE SE DÉVELOPPE AUTOUR DU NOYAU



> PHOTO 13: ADULTE DE CERATITIS CAPITATA, LA MOUCHE MÉDITERRANÉENNE (ENVIRON 4-5 MM)



> PHOTO 14: DÉVELOPPEMENT DE RHIZOPOUS SUR FRAISE INFESTÉE PAR D. SUZUKII

de l'année (Figure 3).

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, un niveau élevé de captures s'observe en 2013 et 2014 avec toutefois un niveau moyen en 2015. En Lorraine, où les captures sont moins précoces, on observe un niveau faible

INTERPRÉTATION DES CAPTURES

Il faut rester prudent sur l'interprétation des captures dans les pièges. **Le piégeage ne présente pas forcément les niveaux de population réellement présents.** En effet l'attractivité d'un même piège (avec son attractif) peut varier en fonction des périodes de l'année, de l'environnement (présence de fruits attractifs...) et de ce que l'insecte recherche à un moment précis de son cycle (nourriture, sites de ponte...).

en 2013 et 2015 avec toutefois un niveau élevé de captures en 2014.

Les niveaux de population au printemps seraient liés aux conditions climatiques au cours de l'hiver précédent. Plusieurs jours, voire des semaines de froid intense engendrent une forte mortalité tout en sachant que les femelles résistent mieux aux températures froides que les mâles. La douceur de l'hiver 2013-2014 expliquerait le fait que la population était plus précoce en 2014 qu'en 2013 et 2015. En général, après la reprise d'activité du printemps, le niveau global des populations augmente fortement jusqu'à l'automne avec des fluctuations au cours de l'été dues aux conditions climatiques. Les fortes populations de l'été et automne 2014 sembleraient causées par un été plus frais et pluvieux que les autres années. En conditions sèches, les captures semblent diminuer fortement, mais il n'est pas possible actuellement de savoir si cela reflète une mortalité importante ou s'il s'agit seulement d'une période où l'insecte est moins actif et donc moins capturé.

Cette dynamique semble s'expliquer en partie par le climat. Moins de captures sont observées quand la température moyenne hebdomadaire est supérieure à 25 °C ou quand l'humidité moyenne hebdomadaire est inférieure à 60 % (Figure 4). *D. suzukii* est un insecte qui recherche particulièrement la fraîcheur et privilégie les zones où l'humidité est forte. Ce ravageur se développe fortement surtout au printemps et à l'automne.

À l'approche de l'hiver, les adultes entrent petit à petit en diapause reproductrice sous l'effet de la photopériode et de la température. Ils se concentrent dans des lieux abrités notamment à partir de la chute des feuilles en verger. Les femelles, qui se seraient accouplées en grande partie avant l'hiver, résistent mieux au froid que les mâles et sont donc plus présentes au printemps. Cela est confirmé lorsque l'on considère le sex-ratio qui est systématiquement le même entre les années: les femelles

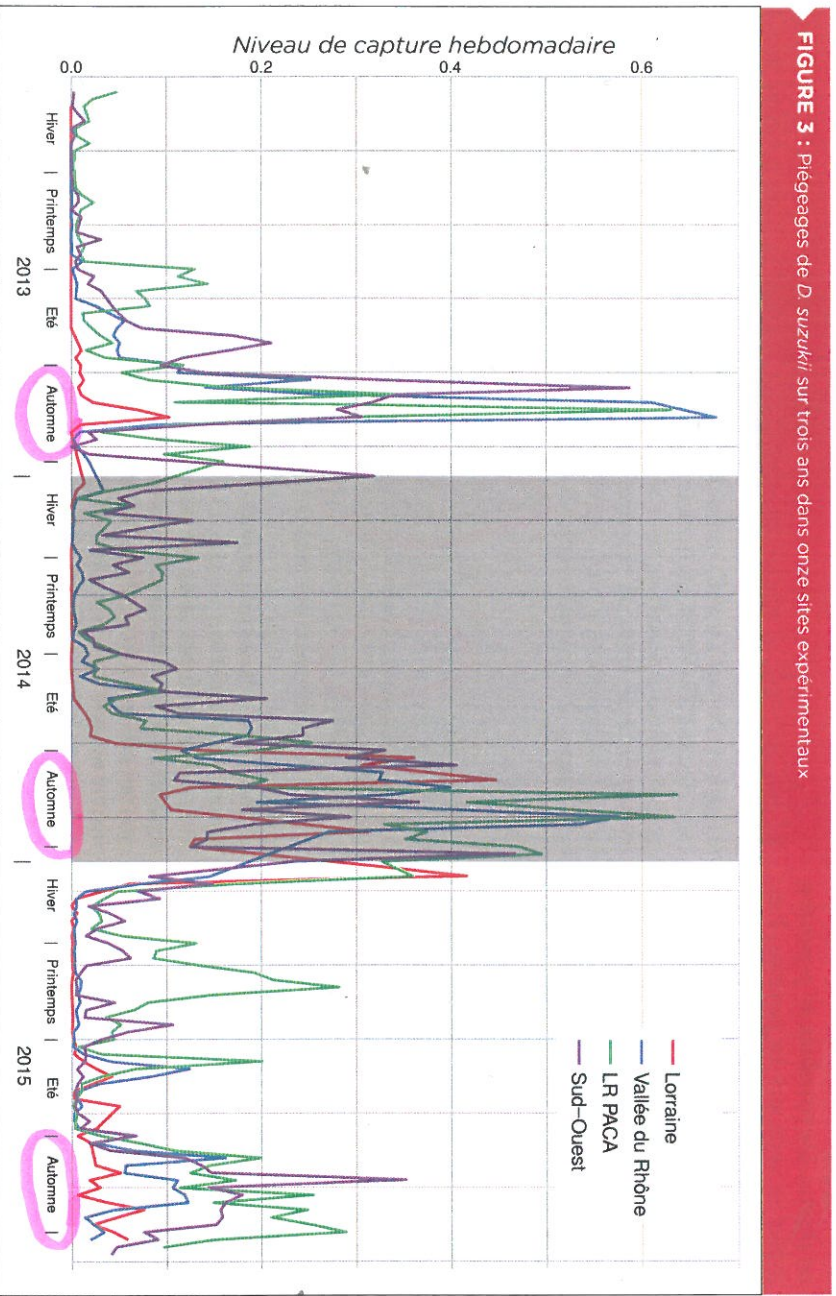


FIGURE 3 : Piégeages de *D. suzukii* sur trois ans dans onze sites expérimentaux

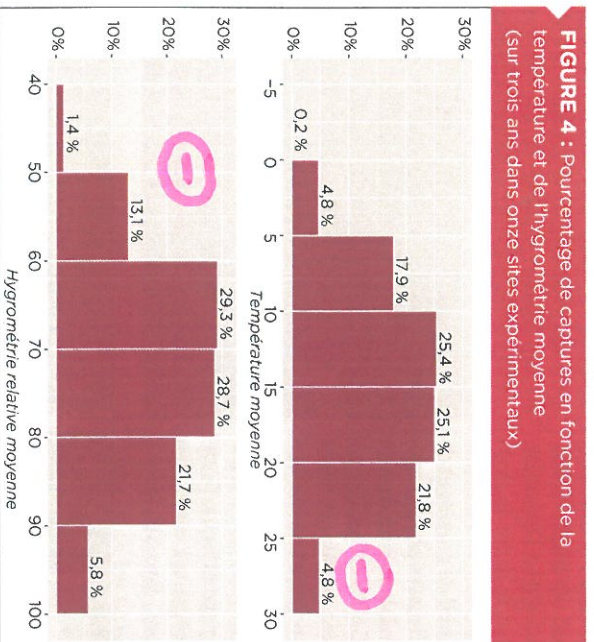


FIGURE 4 : Pourcentage de captures en fonction de la température et de l'hygrométrie moyenne (sur trois ans dans onze sites expérimentaux)

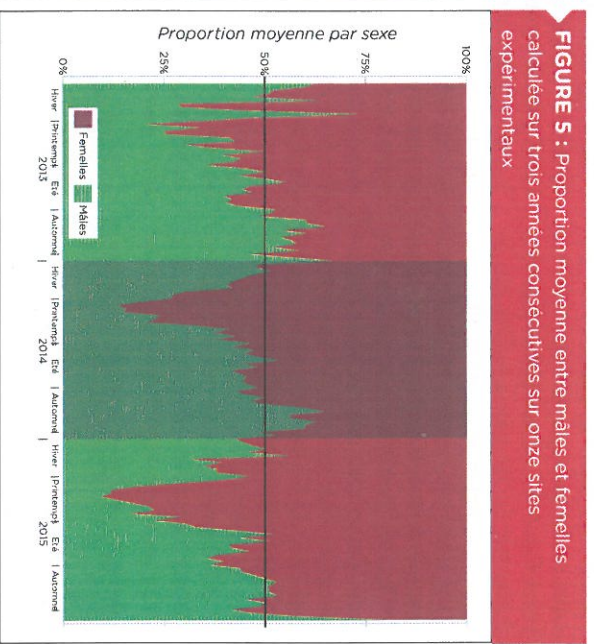


FIGURE 5 : Proportion moyenne entre mâles et femelles calculée sur trois années consécutives sur onze sites expérimentaux

sont plus nombreuses que les mâles en sortie d'hiver, le sex-ratio est équilibré en été et les mâles sont plus nombreux en automne (Figure 5).

MOBILITÉ DU RAVAGEUR

Afin de comprendre les dynamiques d'évolution et de déplacement du ravageur entre les vergers et leur environnement, des dispositifs de piégeage ont été mis en place dans diverses situations.

À titre d'exemple, sont représentées les captures enregistrées dans un verger de cerisiers bordé par un bosquet de chêne vert (Figure 6). Un piège a été placé dans le verger et un dans le bosquet.

Au cours de l'année, deux pics de captures se succèdent avec une répartition différente de *D. suzukii* dans le paysage. Une première période de capture, au printemps, se fait au sein de la parcelle, correspondant à la période de la matu-

rité des cerises. Ce pic est suivi d'une diminution importante des captures pendant la période chaude et sèche de l'été. Puis, une reprise croissante des captures à l'automne apparaît à un niveau beaucoup plus élevé que celui du printemps, jusqu'à l'arrivée de l'hiver. Ce pic de captures est beaucoup plus important dans le bosquet que dans la parcelle de cerises.

Dès l'arrivée des beaux jours après l'hiver,



on observe des transferts de population depuis les abris vers les parcelles. Puis, on remarque une chute des captures au fur et à mesure de la maturation des fruits, qui peut cependant n'être due qu'à une attractivité moindre des pièges par rapport aux fruits. Il y a pendant l'hiver une chute totale des prises dans le verger, à partir de la chute des feuilles, et à l'inverse une très grande concentration dans le bosquet de **chêne vert** dont le feuillage est persistant. Ce dernier constitue une **zone refuge** pendant la période froide. La pression de l'insecte est très liée à l'environnement de la parcelle ainsi qu'à sa typologie (voir paragraphe Prophylaxie). Sa répartition au sein d'une petite région et au sein de la parcelle n'est pas homogène ni régulière dans l'espace et dans le temps, ce qui rend la protection très difficile.

PLANTES HÔTES

Une particularité de *D. suzukii* est le nombre important d'hôtes qu'elle peut infester. Parmi les fruits cultivés, cette drosophile affectionne tout particulièrement les petits fruits rouges.

Leur couleur rouge attire particulièrement *D. suzukii* et leur épiderme tendre, facilement incisé par la tarière des femelles permet le dépôt des œufs.

Dans une moindre mesure, les abricots, les pêches, les mirabelles, les quetsches, les figues, le raisin peuvent être attaqués. Des **dégâts** ont été observés, notamment **dans des vergers où les fruits sont destinés à la vente directe et cueillis à pleine maturité** physiologique.

Plus largement, le développement de *D. suzukii* est possible sur une gamme d'hôtes beaucoup plus large à partir du moment où l'épiderme du fruit est

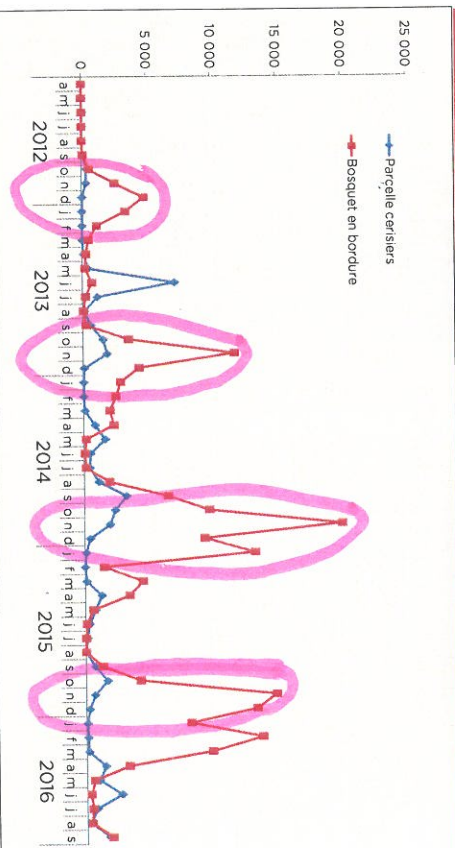


FIGURE 6 : Captures mensuelles d'adultes de *D. suzukii* pièges dans une parcelle de cerisiers et dans un bosquet bordant la parcelle (Commune de Bellegarde, 30)

abîmé et que la ponte peut se faire directement dans la chair.

De nombreux fruits sauvages peuvent également être hôtes comme le **sureau noir** et **sureau yble**, l'arboise, les **mûres sauvages** et le raisin d'Amérique dans lesquels *D. suzukii* se développe très bien (Photos 15-16-17).

À l'inverse, aucune émergence de *D. suzukii* n'a été observée dans l'*Agrim maculatum*, l'asperge sauvage (baie), l'aubépine, la bryone dioïque, l'églantier, le laurier, le laurier tin, le lierre, le pyracantha, le prunellier.

La capacité de *D. suzukii* de pondre et de 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* d'avoir des hôtes toute l'année. Un hôte particulièrement favorable dans

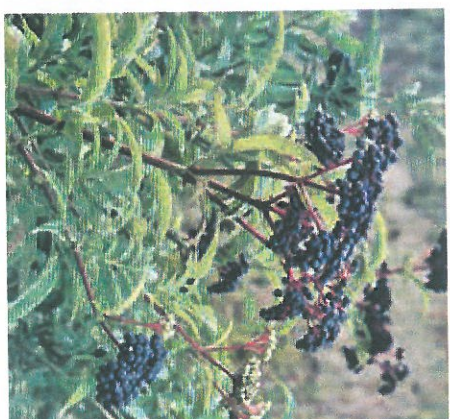
cette zone est une espèce sauvage de cerisier invasif originaire d'Amérique du nord, *Prunus serotina*. Un résultat intéressant est que certaines des plantes testées sont attractives pour les femelles de *D. suzukii* mais ne permettent pas un développement larvaire. Elles pourraient ainsi constituer des plantes pièges intéressantes à planter à proximité des cultures.

OBSERVATIONS ET SUIVI

SUIVI DE DROSOPHILA SUZUKII

La pose de pièges dans les parcelles, associée à des observations régulières des fruits permettent de détecter le retour de *D. suzukii* dans les cultures et de déclencher si nécessaire la mise en œuvre de moyens de protection. Le piégeage est une technique peu coûteuse et facile à mettre en place.

Néanmoins la **corrélation** entre les **niveaux de piégeage** réalisés sur une



> PHOTOS 15-16-17. PARMI LES NOMBREUX HÔTES SAUVAGES DE *D. SUZUKII*, DE GAUCHE À DROITE : RONCE, SUREAU NOIR, SUREAU YBLE

parcelle et le niveau des dégâts n'a pas encore pu être mise en évidence.
Cette rubrique porte uniquement sur le **piégeage de détection** de *D. suzukii*. Pour un piégeage massif de l'insecte (avec un grand nombre de pièges dans la culture) l'attractivité du piège devra être optimisée.

QUEL TYPE DE PIÈGE UTILISER ?

Les pièges peuvent être réalisés de façon artisanale à partir d'une simple bouteille en plastique. Pour cela, une vingtaine de trous de 3-4 mm de diamètre est réalisée à l'aide d'un clou chauffé ou d'une perceuse sur la moitié inférieure de la bouteille en plastique. Il faut laisser 10 cm au fond pour le liquide et **ne perforer qu'un côté de la bouteille pour récupérer les piégeages**. Une ficelle est disposée au niveau du goulot afin d'accrocher le piège (Photo 18). L'avantage de ce piège est de ne pas capturer de gros insectes qui « salissent » le mélange attractif du fait de la dimension réduite des trous dentrée.

Différents types de pièges sont aussi disponibles sur le marché. Ils peuvent également convenir pour le piégeage de surveillance de *D. suzukii* mais n'apportent pas un meilleur résultat que les pièges artisanaux.



> PHOTO 18 : PIÈGE ARTISANAL

QUEL ATTRACTIF UTILISER ?

L'attractif recommandé pour le suivi de *D. suzukii* est une solution constituée à parts égales d'un volume d'eau, un volume de vinaigre de cidre, et un volume de vin rouge, à laquelle on ajoute une goutte de liquide vaisselle. Environ 250 ml de mélange doivent être disposés dans le piège. Le niveau de l'attractif doit être surveillé (à partir d'une semaine d'exposition environ) car il s'évapore au vent et au soleil. Les pièges disposés à l'ombre des frondaisons évaporeront un peu moins en saison estivale.

COMMENT INSTALLER LE PIÈGE ?

Dans les vergers le piège doit être disposé dans la frondaison (à hauteur d'homme), dans un **endroit ombragé** si possible. Dans le cas des cultures sous abris, il est préférable d'installer le piège à l'extérieur de l'abri dans un **endroit ombragé** (haie à proximité) afin de ne pas favoriser l'entrée de *D. suzukii* dans la culture.

COMMENT RELEVÉ LES CAPTURES ?

Le contenu du piège est vidé une fois par semaine dans un facon. La solution attractive est alors remplacée. Il est préférable de conserver les insectes capturés dans le liquide, qui sera mis au frais en attendant son observation.

Si l'on sait reconnaître une drosophile, l'identification des mâles est possible à l'œil nu ou avec une loupe à faible grossissement par la détection de la tache noire spécifique à l'extrémité de chaque aile (cf. Photo 1). L'identification des femelles, plus délicate, ne peut se faire qu'à l'aide d'une loupe binoculaire (cf. Photo 2).

Dans tous les cas, lorsque l'insecte n'a pas encore été observé dans la culture, il est préférable de faire réaliser la détermination par une personne expérimentée.

OBSERVATION DES FRUITS

Le piégeage doit s'accompagner d'observations des fruits dans la culture. La présence de fruits avec des symptômes apparents de *Drosophila suzukii* (brunissement, affaïssement de l'épiderme...) doit alerter sur l'éventuelle présence du ravageur dans les cultures.

- Sur fraises et framboises:
Sur fraises, il existe un risque de confusion avec les dégâts de *Rhizopus* (Photo 14). Pour confirmer la présence de *D. suzukii* dans les fraises et les framboises, prélever les premiers fruits suspects et les placer dans un facon avec de l'eau salée (environ 30 g/l). Cette opération permet de faire sortir les larves du fruit après 20 minutes d'attente.
- Sur cerises:
L'évaluation des attaques en culture de cerises se fait préférentiellement par l'ouverture d'une cinquantaine de fruits prélevés à plusieurs endroits du verger (bordures et centre) et l'observation visuelle de la présence de jeunes larves. Faire une première observation quelques jours après la véraison et renouveler si possible toutes les semaines.

MÉTHODES PROPHYLACTIQUES

Les mesures prophylactiques sont un levier important dans la lutte contre *D. suzukii* car elles permettent de limiter la pullulation de l'insecte et d'améliorer la situation en cultures.

ENTRETIEN DES CULTURES

D. suzukii préfère les environnements frais (températures douces et hygrométrie assez élevée). Il est préférable **d'éviter tout ce qui favorise l'humidité** dans les cultures: l'irrigation doit être maîtrisée et les points d'eau stagnante doivent être évités dans ou à proximité des cultures.

De plus, il importe de veiller à la bonne **aération des cultures**, de **nettoyer régulièrement les vieilles feuilles sur fraisier**, de limiter le nombre de cannes/mètre linéaire sur framboisier, **d'entretenir le sol** dans les tunnels ou de maintenir **leherbement ras** dans les vergers, et d'adapter la taille des arbres afin d'améliorer la circulation de l'air.

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 (source d'infestation) et donc les dégâts. De même, sur 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.

Tous les fruits non récoltés sont une source pour le développement de *D. suzukii*. Ils doivent donc autant que possible être évacués hors des parcelles. Des travaux ont en effet été conduits par le CNRS de Marseille et ont montré qu'en condition de choix, les femelles pondaient davantage dans les fruits sains que dans les fruits pourris.

Par ailleurs, des études ont montré que les adultes de *D. suzukii* n'ont pas les mêmes besoins lorsqu'ils cherchent à s'alimenter ou à assurer leur descendance. Un essai mené par le CNRS et l'université de Lyon a permis de comparer la durée de survie des adultes selon le type de ressource: eau, eau sucrée, fruit intact, fruit coupé, fruit pourri. Les



résultats montrent que les adultes ont besoin d'avoir accès au jus des fruits et ne survivent pas en présence de fruits sains uniquement. Les meilleurs taux de survie des adultes ont été observés sur les fruits coupés et les fruits pourris. Ces résultats confirment l'importance d'évacuer les écarts de tri hors de la parcelle. De plus, les femelles adultes ont besoin de protéines pour la maturation de leurs ovocytes, protéines qu'elles peuvent trouver dans les pourritures.

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 et que des 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 atteints et d'aspect sain.

Sur fraise, ces températures ne peuvent 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.

GESTION DES DÉCHETS DE RÉCOLTE

Le stockage au soleil des déchets de récolte, dans un contenant hermétique (sac, palox, bidon...), est une technique efficace pour détruire l'ensemble des stades de *D. suzukii*. Le système doit permettre une bonne montée en 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 y ait un risque de ré-infestation par *D. suzukii*. Il est cependant possible que d'autres espèces de drosophile, sans danger pour les cultures, 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 effectuant une montée en température. Les tests ont montré qu'une température supérieure à 40 °C pendant une heure par jour en moyenne sur six jours est efficace pour détruire les stades œufs et

larves de *D. suzukii* dans les fruits.

SENSIBILITÉ VARIÉTALE

Des essais ont été conduits sur des variétés de fraises et de cerises aux caractéristiques contrastées (couleur, fermeté, taux de sucre, acidité...) mais n'ont pas permis de mettre en évidence de différences. Toutes les variétés de cerises sont sensibles à *D. suzukii*, quelle que soit leur précocité. Le choix variétal ne semble donc pas être à ce jour un levier pour éviter les dégâts de *D. suzukii*.

PLANTES HÔTES

Limiter leur présence à proximité des cultures.

APPLICATION DE PRODUITS

Plusieurs essais d'efficacité de produits et de stratégies dirigés contre *D. suzukii* ont été réalisés. Divers produits à action adulticide, larvicide, barrière physique ou répulsifs ont été expérimentés.

Les spécialités testées dans le cadre du projet sont des produits chimiques de synthèse, des produits à base d'extraits de plantes, des micro-organismes, des argiles...

En complément de ces essais réalisés en cultures, des screenings de produits sont réalisés au laboratoire au centre Ctifl de Lanxade sur des *D. suzukii* issues d'élevage, en vue d'identifier rapidement des produits efficaces.

Dans le cadre du plan de surveillance biologique du territoire, une étude vient de démarrer à l'INRA d'Avignon, visant à déterminer la sensibilité aux insecticides de souches « sauvages » de *D. suzukii* qui n'ont jamais été soumises à des traitements. La réalisation de ces « lignes de base » pourra permettre par la suite de suivre l'apparition d'éventuelles résistances à certains insecticides.

ÉLÉMENTS DE STRATÉGIE POUR LA

PROTECTION DES CERISES

La protection contre *Drosophila suzukii* doit être envisagée en complément de la protection contre la mouche de la cerise, si la présence de l'insecte est avérée. Celle-ci peut être avérée dans la parcelle ou une parcelle voisine ou signalée dans les Bulletins de santé du végétal (BSV). Selon les zones de production, toutes les variétés sont susceptibles d'être atteintes. La stratégie mise en place doit

pouvoir répondre à toutes les situations.

La protection contre *D. suzukii* sera réalisée par des interventions qui seront positionnées entre la fin de rémanence des produits visant la mouche de la cerise (entre 7 et 14 jours après ce traitement) et la récolte. Il est important d'articuler les stratégies autour des produits ayant une action ovicide ou larvicide et de compléter avec les produits adulticides. Attention au respect des Délais avant récolte (DAR)!

Le choix de la stratégie de lutte se fera donc en fonction des caractéristiques de la parcelle, du vol de la mouche de la cerise et de la présence ou non de *D. suzukii*, et des caractéristiques (efficacité, DAR...) des produits utilisés.

Selon les groupes de précocité variétaux, les stratégies de protection sont différentes.

- Sur les variétés précoces, la protection contre la mouche de la cerise n'est la plupart du temps pas nécessaire. Dans le Sud, les années où le vol de *D. suzukii* redemarre fortement au printemps, la mise en place d'une protection spécifique contre ce ravageur est nécessaire.

- Sur les variétés semi-précoces, une protection contre la mouche de la cerise est nécessaire. En cas de présence de *D. suzukii*, la stratégie de lutte mise en œuvre doit viser les deux ravageurs simultanément.

- Sur les variétés de saison, la période de protection contre la mouche de la cerise coïncide dans le Sud avec celle contre *D. suzukii*. La stratégie de lutte mise en œuvre doit viser les deux ravageurs simultanément.

- Enfin, pour les variétés tardives et très tardives, selon les bassins de production, la stratégie sera adaptée et spécifique. Le risque est augmenté pour ces variétés du fait du cycle court de *D. suzukii* (une dizaine de jours dans les conditions les plus favorables), qui permet une génération supplémentaire.

En cas de pression *D. suzukii* très forte (détection des premiers dégâts dans la parcelle ou les parcelles proches), il peut être utile d'appliquer un produit adulticide après le premier passage de récolte. Dans ce cas, seul un produit avec un DAR de trois jours pourra être utilisé.

ÉLÉMENTS DE STRATÉGIE POUR LA

PROTECTION DES PETITS FRUITS ROUGES

Le choix de la stratégie de lutte se fera,

comme pour la cerise, en fonction des caractéristiques de la parcelle (conditions environnementales, présence d'autres fruits attractifs à proximité), de la présence ou non de *D. suzukii*, et des caractéristiques (efficacité, DAR...) des produits utilisés.

Prendre le temps avant la saison de réfléchir aux stratégies possibles à mettre en place sur chacune des parcelles de l'exploitation en fonction :

- de la biologie et du comportement de *D. suzukii*;
- des dates de récoltes potentielles;
- des possibilités de mise en oeuvre de la prophylaxie sur l'exploitation;
- du mode d'action, des niveaux d'efficacité et des Délais avant récolte (DAR) des spécialités homologuées;
- des méthodes complémentaires existantes.

La protection contre *D. suzukii* doit être envisagée si la présence de l'insecte est avérée (identification dans la parcelle, ou sur une parcelle voisine ou signalé dans les Bulletins de santé du végétal-BSV). Selon les zones de production, toutes les variétés sont susceptibles d'être attaquées, avec un risque accru pour les variétés remontantes ou tardives (cueille à partir d'août selon la zone géographique ainsi que le mode de conduite). La stratégie mise en place doit pouvoir répondre à toutes les situations. Attention au respect des DARI!

PROTECTION PAR FILETS INSECT-PROOF

La protection avec des filets insect-proof est étudiée pour les cultures de fraise et framboise sous abris, ainsi que pour le cerisier en protection mono-rang ou mono-parcelle. Outre le coût des installations, il faudra aussi prendre en compte les **effets secondaires** sur les conditions de culture comme la **pollinisation**, la **modification du climat** dans l'abri ou même l'**incidence sur l'entrée** des auxiliaires présents naturellement dans l'environnement.

Des essais réalisés en laboratoire avaient montré qu'il fallait une maille de 6 fils par 8 par cm, soit moins d'un mm² pour empêcher efficacement le passage des adultes de *D. suzukii*. Des essais complémentaires ont montré qu'une maille encore plus fine, **de 10 par 8 fils par cm (soit 710 x 960 µm)** était nécessaire pour **éviter tout passage** de *D. suzukii*, en ra-

son de la variabilité de taille importante chez les adultes de cette espèce.

SUR FRAISIER

La pose de filets aux ouvertures des abris (ouvrants, entrées...) permet de limiter les entrées de *D. suzukii* et de réduire les dégâts sur la culture (Photo 19). Des filets avec des **mailles inférieures à 1 mm²**

(Tableau 1) 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 pénétrer dans la culture. De ce fait, la gestion des autres ravageurs est souvent plus compliquée sous filet. Si la



> PHOTO 19. EXEMPLE DE FILET SUR UN OUVRANT DE TUNNEL PLASTIQUE

TABLEAU 1 : RÉFÉRENCE DES FILETS TESTÉS DANS LES ESSAIS

	APREL	INVENIO	INVENIO
Marque	Diatex	Filpack	Texinov
Référence	PE 30.24-22	Alt Mouches 6X9	Ultravent
Taille de la maille	750 X 800 µm	830 X 1380 µm	250 X 720 µm

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
- Réduction des populations de <i>D. suzukii</i> et des dégâts	- Effets observés sur le climat, l'entrée des auxiliaires et des pollinisateurs
- Amélioration de l'efficacité des traitements insecticides contre <i>D. suzukii</i>	- Baisse possibles de rendement non compensées par la réduction des dégâts

REPÈRES ÉCONOMIQUES

Cultures sous tunnels : tunnels de 8 m de large et ouvrants tous les 4 m. Utilisation du filet Diatex PE 30/24-22 mis en place à chaque ouvrant et à aux entrées des tunnels.

- Achat du filet: environ 4 000 € par ha
 - Temps de travail estimé pour la préparation du filet et la pose (la pose nécessite le travail de plusieurs personnes en même temps)

Pour 3 personnes: environ 3 h pour un tunnel de 1 000 m² soit 30 h pour 1 ha = 1125 € par ha

➔ Coût indicatif (filet et temps de travail) = environ 5 000 € par ha

À noter: le filet est réutilisable plusieurs années. La durabilité n'a pu être testée. Le coût des filets, notamment le temps de travail, varie donc selon la stratégie choisie: pose permanente des filets, pose des filets au printemps ou au début de l'été et retrait en fin de culture...

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 *D. suzukii*, l'installation de sas aux entrées des abris présente un réel intérêt. La pose de filets est à combiner avec d'autres méthodes de protection. Il est alors indispensable de bien respecter les règles de prophylaxie (voir paragraphe prophylaxie). De plus, en cas de dégâts de *D. suzukii* dans un abri avec filets anti-insectes, l'application de traitements insecticides semble être plus efficace que sur une culture non protégée.

La protection des cultures de fraisières par des filets anti-insectes présente des avantages et des inconvénients qui déterminent l'intérêt de cette technique sur chaque exploitation, selon le contexte et le risque de présence du ravageur :

- en cas de faible pression, l'usage des filets est à raisonner en prenant en compte l'effet négatif observé sur le rendement et la gestion des autres ravageurs ;
- en cas de forte pression et d'un environnement favorable à *D. suzukii*, les filets présentent un avantage certain puisqu'ils limitent fortement les entrées du ravageur. L'installation d'un sas est alors nécessaire.

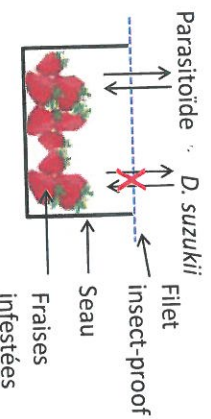
SUR CERISIER

Des expérimentations ont été réalisées au Chiff et La Tapy (dans le cadre du projet Casdar CAPRed) en protégeant des arbres individuellement ou par rang entier avec des filets de mailles 6x5, 6x6 ou 6x7. L'efficacité de la protection a été proche de 100 % pour les trois types de mailles, avec des témoins sans protection présentant, selon les essais, 30 % à 78 % de dégâts.

Une expérimentation est en cours au Chiff sur un verger de cerisier en couverture intégrale avec des filets ayant une maille de 6x5 sur les parois et 6x6 sur le toit. Ce dispositif n'a pas permis de protéger efficacement les fruits des attaques de *D. suzukii*, il y a eu jusqu'à 10 % de dégâts. La maille des filets pourrait être en cause bien qu'elle ait donné d'excellents résultats en protection mono-arbre et résultats en protection mono-rang. Le filet présente quelques perforations et une faible étanchéité du toit ce qui peut-être a permis des entrées de *D. suzukii*.

La pose de filets insect-proof est le mode de protection le plus efficace à l'heure

PRINCIPE DE L'AUGMENTORIUM



Principe de l'augmentorium



Objectif Favoriser l'installation et le maintien de la population de parasitoïdes (lieu de reproduction)

Dans le cadre des essais portant sur les parasitoïdes de *D. suzukii* sur fraise, le principe de l'augmentorium a été étudié. Il s'agit d'un récipient contenant des fruits attaqués par *D. suzukii* (mais les fruits peuvent aussi être infestés par la drosophile commune) et couvert d'un filet dont la maille permet le passage des parasitoïdes mais pas celui de *D. suzukii* (ou des drosophiles communes). Dans le cas d'une stratégie de protection avec introduction de parasitoïdes (par exemple en culture sous abris), l'objectif serait de maintenir au sein de la parcelle un « mini-élevage » de parasitoïdes tout en limitant les populations de *D. suzukii*. L'utilisation de cet outil est encore à l'étude et pourrait être envisagée en vergers.

actuelle, mais cette technique nécessite d'avoir des vergers adaptés du point de vue du matériel végétal, variétés et porte-greffe, et du mode de conduite des arbres. Cela ne peut se concevoir que dans le cadre du renouvellement des vergers. L'investissement est important, le coût est estimé à 30-40 000 euros par hectare pour la seule infrastructure de protection, coût auquel il faut ajouter les frais de plantation.

ENNEMIS NATURELS DE DROSOPHILA SUZUKII

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

PARASITOÏDES INDIGÈNES

Des études préliminaires ont été conduites par le CNRS 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 *Pachycrepoides vindemniae*) et trois parasitoïdes de larves de drosophiles (*Leptopilina heterotoma*, *Leptopilina bowlandi* et *Asobara tabida*). Le parasitisme des larves par les

parasitoïdes s'est avéré très faible pour les deux premières espèces citées, nulle pour la troisième. Les parasitoïdes de pupes se sont avérés plus efficaces (Photos 20, 21 et 22).



> PHOTO 20 : TRICHOPTRIA DROSOPHILAE MÂLE



> PHOTO 21 : T. DROSOPHILAE FEMELLE



> PHOTO 22 : PACHYCREPOIDEUS VINDEMNIAE



Le choix s'est donc porté sur le parasitisme de la puppe *T. drosophilae* pour les essais en culture de fraise réalisés au Ctifl – centre de Balandran. Deux essais ont été conduits en 2013 et 2014 dans quatre compartiments d'une serre « insect-proof » de fraisier hors sol (variété Cirafne) artificiellement infestée par *D. suzukii*, en collaboration avec le CNRS et l'INRA Sophia.

Ces deux années d'essai, en conditions expérimentales sévères, favorables à l'installation du ravageur et du parasitisme, ont permis de confirmer que *T. drosophilae* est capable de trouver les pupes de *D. suzukii* en situation de culture et de les parasiter. Le taux de parasitisme a été au maximum de 60 % pendant la durée des essais. Ce taux de parasitisme peut néanmoins être insuffisant pour contrôler les populations. Si elle est envisagée, cette stratégie devra être mise en place en complément d'autres méthodes de protection.

En parallèle de ces essais, une campagne de recherche de parasitoïdes indigènes a été mise en place par l'INRA Sophia Antipolis et le CNRS la première année du projet avec l'ensemble des partenaires. Au niveau des parasitoïdes indigènes, les résultats confirment ceux obtenus dans d'autres contextes (vergiers de pommiers ou alentours, axe rhodanien) à savoir la présence de parasitoïdes larvaires des genres *Leptopilina* et *Asobara* et de parasitoïdes de pupes (genres *Pachytrepoideus* et *Trichopria*).

Depuis 2015 une recherche de parasitoïdes indigènes sur *Drosophila suzukii* est mise en place au Ctifl et confirme l'activité des deux parasitoïdes de pupes indigènes. Ces travaux sont poursuivis pour évaluer dans le temps et l'espace l'incidence de ces parasitoïdes sur *D. suzukii*.

PARASITOÏDES EXOTIQUES

Les essais conduits au CNRS en 2012 ont aussi porté sur des parasitoïdes exotiques parmi lesquels *Asobara japonica* s'était révélé être un bon candidat pour parasiter *D. suzukii*. Ce parasitoïde a fait actuellement l'objet d'études approfondies en laboratoire sur sa biologie, sa capacité à parasiter *D. suzukii* et les interactions entre cette espèce, les espèces de drosophilines et les parasitoïdes indigènes.

La souche étudiée d'*Asobara japonica* s'est révélée non spécifique de *D. suzukii*. Des prospections d'autres souches de ce parasitoïde et d'autres espèces de parasitoïdes exotiques sont en cours dans le cadre d'autres projets (notamment projet Drospa).

PRÉDATEURS GÉNÉRALISTES

Sur cette thématique un suivi de grande envergure a été mis en place à l'ADADA pendant 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 été mis en place par d'autres partenaires du projet au cours de la deuxième année. 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 Oplions, les Salticidae et les Chilopodes.

PIÉGAGE MASSIF

Dans le projet Casdar, des dispositifs de protection par piégeage massif ont été envisagés pour protéger les cultures, comme c'est le cas pour d'autres diptères ravageurs (mouche méditerranéenne).

Quinze essais d'évaluation de types de pièges et d'attractifs ont été réalisés, ainsi que douze essais de dispositifs de piégeage de masse. Les essais ont porté sur des cultures de cerise, de fraise et de framboise.

ÉVALUATION DES PIÈGES ET ATTRACTIFS

Tous les essais ont eu comme référence commune le piège bouteille rouge perforée de 20 trous de 4 mm avec comme attractif un mélange dit « VVE » composé de 1/3 de Vinaigre de cidre, 1/3 de Vin rouge et 1/3 d'Eau. La synthèse de tous ces essais indique que le piège artisanal bouteille rouge + attractif VVE utilisé comme référence dans les essais est supérieur ou égal à la plupart des dispositifs testés. L'attractif le plus performant serait le mélange « levure + sucre », devant l'attractif Riga® (Andermatt), l'attractif Dros/Attract® (Biobest), et l'attractif Fruit Fly® (Koppert), qui sont tous plus ou moins équivalents au mélange « VVE ». Les autres attractifs testés ont montré peu d'efficacité. Les contenants les plus performants sont le piège Droso-Trap® (Biobest) rouge et le piège Maxitrap® (Probodelt). Le piège Droso-Trap® présente l'avantage d'être plus sélectif (laisse entrer moins de gros diptères et autres insectes) que le piège Maxitrap®. Les contenants des pièges Riga® et ZoroTrap (Artisanal) sont les moins efficaces.

Essais sur cerisier
Cinq essais ont été réalisés avec différents dispositifs:

- piégeage en plein à forte densité, de 130 à 600 pièges par ha régulièrement répartis dans la parcelle;
- pièges disposés en périphérie sur les



> PHOTOS 23-24-25 : TROIS TYPES DE PIÈGES COMMERCIAUX

arbres de bordure du verger :

- pièges disposés en ligne, formant une barrière d'interception des drosophilas, entre une zone de refuge hivernal bien identifiée et le verger de cerisier.

De grandes quantités de *D. suzukii* sont capturées dans les pièges. Il a été dénombré jusqu'à 200 000 individus par hectare dans un essai en 2015.

Malgré l'importance des captures, aucun essai n'a montré d'efficacité satisfaisante vis-à-vis des dégâts sur fruits, quel que soit le dispositif utilisé.

Essais sur fraisier et framboisier

Les pièges ont été mis en place en périphérie des cultures.

- Dans l'essai conduit autour d'un tunnel de fraisiers au centre Ctifl de Balandran (Photo 26), le piégeage massif semble avoir limité les entrées de *D. suzukii*, en comparaison au tunnel non protégé. Les captures ont cependant été très faibles même au niveau du tunnel non protégé pendant toute la durée de l'essai.

- L'essai conduit chez un producteur par le centre Ctifl de Lanxade a montré une forte présence des *D. suzukii* dans la haie bordant les tunnels et au niveau de la bordure de cette haie, sans pouvoir conclure sur l'efficacité du piégeage. Les mêmes observations ont été faites pour un essai conduit par l'APREI et le Ctifl autour d'un bloc de 4 tunnels chez un producteur. Les fortes captures de *D. suzukii* dans le dispositif de piégeage massif n'ont cependant pas empêché l'apparition de dégâts dans la culture.

À ce jour l'utilisation de cette méthode de protection demande la mise au point d'un attractif plus puissant que ceux étudiés jusque-là et doit être combinée avec d'autres techniques de protection.

COMBINAISON DE MÉTHODES

Drosophila suzukii est un ravageur difficile à combattre. Il n'existe pas de méthode qui permette d'assurer une protection totale des cultures auxquelles il s'attaque. Il est donc indispensable de mettre en œuvre tous les moyens possibles pour limiter sa pullulation dans la culture et son environnement.

GESTION GLOBALE DE LA PROTECTION EN VERGER

La gestion ce ravageur repose sur la maîtrise des points suivants.



> PHOTO 26: ESSAI DE PIÉGEAGE MASSIF AUTOUR D'UN TUNNEL DE FRAISIERS

Gestion du verger et de l'environnement

proche :

- ✓ Refuge hivernal : *D. suzukii* se réfugie en hiver dans des zones abritées et en particulier les arbres et arbustes à feuillage persistant (cyprés, chênes verts). Ces végétaux sont à éviter dans l'environnement des cultures sensibles.

- ✓ Éliminer les plantes à baies qui permettent la multiplication du ravageur : mûres (tonces), sureaux (noir et yéble), raisin d'Amérique, arbutusier, cornouillers, alaternes...

- ✓ *D. suzukii* affectionne la végétation herbacée luxuriante. Le désherbage ou un fauchage intensif et court dans la culture et ses abords lui sont défavorables.

- ✓ Les conditions sèches limitent le développement de *D. suzukii*. Il convient donc de supprimer les eaux stagnantes qui favorisent en outre une végétation herbacée qu'elle affectionne par temps sec. L'irrigation localisée sera préférable à l'aspersion.

Le contrôle de la présence du ravageur en sortie d'hiver (mars-avril) permet d'évaluer le niveau de risque et d'anticiper le début de campagne. Les pièges sont posés dans la parcelle et l'environnement proche. Un piège disposé toujours au même endroit permet de comparer les années sur un site donné et de relier éventuellement le niveau de capture à celui des dégâts.

Stratégie phytosanitaire

Pour le cerisier, première culture attaquée, la protection doit commencer dès le début de la véraison (développement possible des larves) dans les situations à risque, y compris pour les variétés tardives. Pour ces dernières, un cycle complet du ravageur est possible avant la récolte, ce qui présente le risque de développement d'une génération supplémentaire avec augmentation de la population d'adultes dans la parcelle avant la récolte.

Gestion de la récolte

- ✓ Les fruits laissés dans la culture permettent à l'insecte d'achever son cycle et donc la sortie de nouveaux adultes après à pondre. Il convient donc de ne pas laisser au sol les fruits écartés à la cueillette, à chaque passage, et déliminer les fruits non cueillis en fin de récolte. L'objectif est de diminuer le niveau de population pour les fruits non récoltés et les variétés suivantes. La destruction peut se faire par stockage au soleil.

- ✓ Le risque augmente avec la maturité des fruits et est très élevé pour les fruits en sur-maturité. Sur les fruits les plus avancés, il y aura plus d'œufs éclos et plus de grosses larves. Les dégâts sont moins importants ou moins visibles en début de maturité.

- ✓ Le stockage et la conservation au froid ralentissent les éclosions et la croissance des larves. À 2 °C pendant trois jours, les œufs sont quasiment

TABLEAU 2 : HISTORIQUE DES MOYENS DE PROTECTION MIS EN PLACE SUR UN SITE DE PRODUCTION (13)

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.

tous détruits. Les larves sont de plus en plus résistantes en grossissant.

EXEMPLE D'UN ESSAI DE COMBINAISON DE MOYENS DE PROTECTION SUR FRAISE

La combinaison de moyens de protection a été évaluée par l'APREL sur un site de production de fraise remontantes variétés Mara des Bois. Depuis le début des essais, réalisés dans le cadre du Casdar *Drosophila suzukii*, des moyens de protection ont été ajoutés chaque année sur le site en fonction de l'avancée des travaux et des observations (Tableau 2). L'exploitation est soumise à une forte pression *D. suzukii* depuis 2010, probablement liée à un environnement très favorable. À l'arrivée du ravageur, les dégâts sont apparus très rapidement et les récoltes arrêtées prématurément dès la fin de l'été.

En 2012, la prophylaxie est améliorée par une meilleure gestion des déchets de récolte. Les fruits abîmés sont mis en sacs plastiques fermés et placés en plein soleil. Les récoltes sont faites régulièrement et les fruits ne sont pas laissés en sur-maturité. Ces seules techniques ne suffisent pas à limiter suffisamment les

drosophilés puisque les dégâts sont devenus ingérables dès début septembre.

En 2013, les fuites du système d'irrigation ont été réparées pour limiter l'humidité qui favorise *D. suzukii*, des filets ont été posés aux ouvrants et aux entrées des tunnels et un piègeage en périphérie des tunnels a été installé. Malgré une pression en *D. suzukii* plus importante qu'en 2012, les dégâts sont apparus plus tardivement et l'arrêt des récoltes a été repoussé d'un mois. Les filets qui créent une barrière physique contre les drosophilés semblent être principalement responsables de cette meilleure protection. Les filets sont laissés en place toute l'année.

En 2014, la pression *D. suzukii* encore plus forte et un été humide propice à ce ravageur ont entraîné des dégâts dès le mois d'août. Un traitement insecticide a permis de réguler le ravageur très efficacement. La présence des filets peut expliquer la bonne efficacité de ce produit et une réinfestation en drosophilés plus tardive. Les récoltes ont eu lieu jusqu'à mi-octobre avec peu de dégâts de *D. suzukii*.

L'environnement ayant une forte influence sur l'apparition de dégâts sur

la culture, il est important de limiter la présence de plantes hôtes à proximité des abris. Sur cette exploitation, des ronces et autres plantes hôtes sont présentes dans la haie voisine des tunnels.

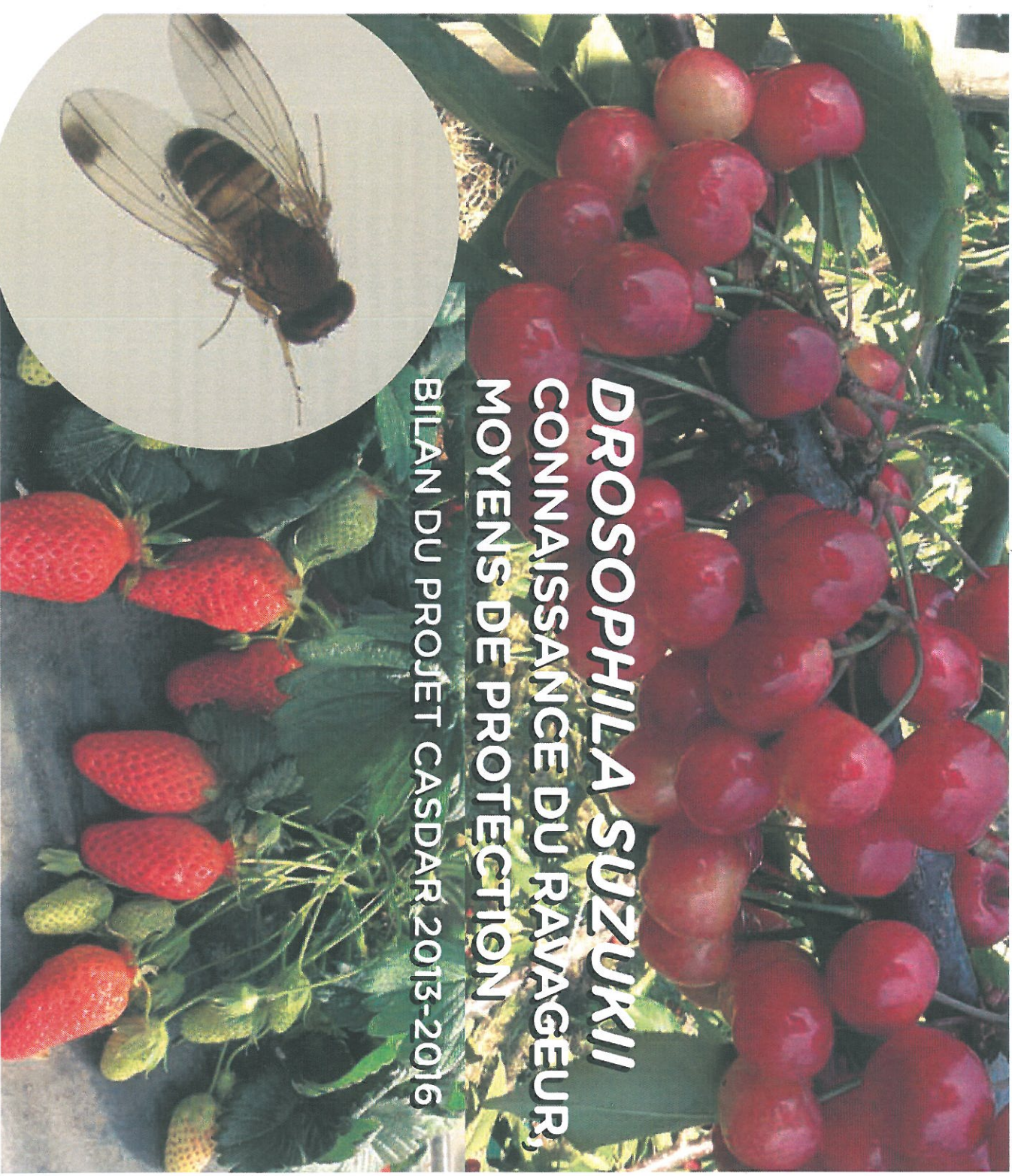
Ainsi, à l'hiver 2014-2015, la haie a été entretenue afin d'éliminer les hôtes de la drosophile responsables de sa forte multiplication pendant l'été. Des sas ont été mis en place au printemps 2015 pour améliorer la protection par filets (voir paragraphe protection par filets insect-proof). Malgré des 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. Ainsi, sur cette exploitation particulièrement concernée par *Drosophila suzukii*, la combinaison de tous les moyens de protection a permis une protection satisfaisante contre le ravageur.

Ces techniques sont à mettre en place en fonction de la problématique *D. suzukii* sur l'exploitation. La gestion des déchets, la limitation de l'humidité, la fréquence des récoltes et la limitation de plantes hôtes dans l'environnement des abris sont à la base de la protection contre le ra-

HORS SÉRIE

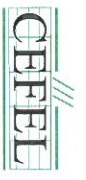
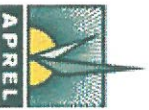
Infos Ctifi

LE MENSUEL DU CENTRE TECHNIQUE INTERPROFESSIONNEL DES FRUITS ET LÉGUMES



DROSOPHILA SUZUKII CONNAISSANCE DU RAVAGEUR, MOYENS DE PROTECTION

BILAN DU PROJET CASDAR 2013-2016



ADIDA

