Plan d'actions contre la *Drosophila suzukii* : vignoble

Cette publication a été réalisée dans le cadre du projet InvaProtect „protection durable contre les bioagresseurs invasifs dans les vergers et les vignes".

Fonds européen de développement régional (FEDER)
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE)

interreg Oberrhein Rhin Supérieur

Sommaire

1 Introduction. . . . 3
2 Biologie de *Drosophila suzukii* 4
2.1 Importance de la température et de l'hygrométrie 4
2.2 Hivernation de *Drosophila suzukii* dans le Rhin supérieur 5
2.3 Influence de la structure du paysage sur l'arrivée de *Drosophila suzukii* et sur l'attaque dans les cultures 6
2.4 Plantes hôtes de *Drosophila suzukii* dans le Rhin supérieur 7
2.5 Dégâts et symptômes 7
2.6 Monitoring du développement de la population et de la pression d'infestation 8
3 Prévision du potentiel de risque de *Drosophila suzukii* pour les cultures 8
4 Régulation de la drosophile asiatique et moyens de lutte 9
4.1 Surveillance et estimation du risque 10
4.2 Régulation de la drosophile asiatique 14
4.2.1 Mesures indirectes 14
4.2.2 Mesures directes de lutte 15
5 Concept global de régulation des attaques. . . . 16
6 Perspectives 17
6.1 Ennemis naturels de *Drosophila suzukii* 17
6.2 Matières attractives ou répulsives 18
6.3 Besoin de recherches en viticulture 18
7 Informations complémentaires 18
8 Sources 18
9 Financement 20
10 Partenaires du projet. . . . 20
Mentions légales 24

Plan d'actions contre la *Drosophila suzukii* : vignoble

1 Introduction

L'espace naturel du Rhin supérieur est essentiellement marqué par la richesse et la mosaïque de ses paysages cultivés. En particulier, les surfaces morcelées des vergers et des vignes en font partie et offrent avec leurs zones de bordure des espaces de vie pour de nombreuses espèces d'animaux et de végétaux. Les ravageurs invasifs des plantes peuvent perturber gravement les processus phénologiques naturels des plantes (par exemple, la maturation des fruits, le développement des semences) et causer des dommages considérables aux plantes cultivées. De telles espèces non indigènes ne constituent pas seulement une menace pour les cultures, elles peuvent aussi perturber durablement les habitats naturels par des dégâts aux plantes sauvages ou en supplantant les espèces indigènes, voire en altérant leurs sources d'alimentation. La drosophile asiatique *Drosophila suzukii* est une des espèces invasives les plus significatives pour les fruits à noyau et à baies, ainsi que pour quelques cépages de vigne. Cette mouche originaire d'Asie du sud-est a été détectée pour la première fois en Europe en 2008 et en 2011 en Bavière, dans le lac de Constance et dans la région du Rhin supérieur, dès la fin de l'été. Elle s'est illustrée entre-temps comme un des ravageurs les plus dangereux pour différentes cultures fruitières. Jusqu'à présent, une infestation sur des fruits de plus de 50 espèces de plantes cultivées, sauvages et ornementales, dont des néophytes, a été détectée dans le Rhin supérieur.

En raison de la biologie et du comportement de la drosophile asiatique, il est particulièrement important de prêter attention aux petites structures paysagères mentionnées plus haut et qui sont, de façon différente selon les régions, marquées par les vergers, les vignes et la végétation de bordure. Selon les connaissances actuelles pour ce ravageur, on peut s'attendre à une présence régionalement très hétérogène et à une intensité d'infestation tout aussi variable. Pour cela, les situations météorologiques résultant de conditions macro- et microclimatiques des différents habitats, ainsi que la présence de plantes hôtes, sont d'une grande importance.

Dans la Région du Rhin supérieur, la viticulture joue un rôle économique considérable dans les vignobles du Pays de Bade (environ 16.000 ha), d'Alsace (environ 15.000 ha), du Palatinat (environ 24.000 ha) et de Suisse (environ 500 ha dont Argovie 391 ha, Bâle Campagne 113 ha, Bâle Ville 4,9 ha et Soleure 10 ha). Une particularité de la zone couverte par le projet InvaProtect est le paysage viticole à température favorable de la vallée du Rhin, au pied de la Forêt Noire, du Jura et des Vosges. Ces montagnes moyennes sont dominées par une forte couverture forestière qui, contrairement à la monoculture «vigne» de la vallée du Rhin, facilite une activité de *D. suzukii* tout au long de l'année. Un objectif principal du présent plan d'actions doit être de proposer des mesures qui, d'une part, favorisent une gestion économiquement raisonnable du vignoble et, d'autre part, promeuvent la biodiversité dans la zone du projet, le Rhin supérieur. Au-delà de leur situation septentrionale et de particularités communes, les vignobles du Rhin supérieur présentent cependant des différences notables en termes de cépages (7 cépages en Indication Géographique Protégée en Alsace, plus nombreux dans les autres régions), de climat (moindre pluviométrie en Alsace de par la barrière des Hautes Vosges) et de règlementation (régulations du rendement, produits phytosanitaires autorisés, etc.). Ces différences demandent à adapter les mesures décrites ci-après aux contextes nationaux et régionaux.

Dans le cadre du projet InvaProtect, des partenaires français, suisses et allemands ont travaillé conjointement pour obtenir des nouvelles connaissances et des résultats sur la biologie, l'écologie, le comportement et la régulation de la drosophile asiatique. A partir de là, les mesures nécessaires ont été élaborées et présentées dans le présent plan d'actions, grâce auxquelles les cultures fruitières et viticoles concernées dans le Rhin supérieur peuvent être protégées contre une attaque.

Cela contribue à la fois à la préservation de la rentabilité économique de la culture, à la protection du parcellaire fragmenté avec des habitats diversifiés pour les animaux et les plantes et donc à leur valeur écologique. Ce plan d'actions constitue donc une pierre angulaire de la protection intégrée des cultures fruitières et viticoles et la base d'un équilibre entre des productions de haute qualité et la protection de l'environnement. En outre, l'élaboration et la mise en œuvre cohérentes des principes durables de la protection intégrée des végétaux, y compris pour les nouveaux ravageurs, devraient contribuer de manière importante à la préservation et au soutien de la diversité des espèces naturelles dans le paysage naturel et agricole.

Le groupe cible de ce plan d'actions est constitué par les viticulteurs du Rhin supérieur, ainsi que par les conseillers viticoles dans les trois états voisins, France, Suisse et Allemagne. En outre, les résultats des études constituent une base importante pour améliorer la communication entre les citoyens et les viticulteurs. Ils servent en particulier à souligner la nécessité d'une protection intégrée des végétaux, en tenant compte de la préservation et de la protection du paysage agricole avec sa diversité floristique et faunistique.

2 Biologie de *Drosophila suzukii*

La connaissance de la biologie, du comportement ainsi que de l'écologie de *D. suzukii* constitue un préalable indispensable, afin de garantir les objectifs de la protection intégrée et la préservation des paysages et des espèces dans le Rhin supérieur. Ce n'est qu'ainsi qu'il sera possible de parvenir à une régulation ciblée du ravageur, avec une évaluation préalable du potentiel de risque pour les cultures concernées, en combinaison avec la conservation des habitats naturels adjacents et des petites structures qui caractérisent le paysage avec sa richesse en biodiversité.

2.1 Importance de la température et de l'hygrométrie

Le climat humide de la Forêt-Noire et doux dans tout le Rhin supérieur offre à la drosophile asiatique des conditions idéales pour la survie et la reproduction en de nombreux endroits. En effet, cet insecte ravageur préfère les climats tempérés avec des températures modérées et une humidité élevée. A partir d'une température d'environ 8 à 10 °C, il devient actif, l'optimum pour l'activité et la reproduction pendant la période de végétation est d'environ 20 à 25 °C et une humidité relative de l'air supérieure ou égale à 70 %. Pour évaluer les conditions optimales pour *D. suzukii*, les facteurs température et humidité relative doivent être pris en compte simultanément, d'après les observations effectuées jusqu'ici. Dès que l'un des facteurs atteint un niveau suboptimal, les conditions d'activité et de reproduction se détériorent. Cela signifie que pendant la période de végétation l'activité et la reproduction peuvent être limitées, même à des taux d'humidité élevés > 70 %, si les températures sont trop élevées ou trop faibles. La même chose se produit pour des températures optimales, mais avec une humidité nettement insuffisante. L'interaction des deux facteurs est donc importante. Les zones de végétation dense, ainsi que les haies et les forêts, peuvent également servir de refuge au ravageur en été en cas de températures élevées et de sécheresse.

À des températures supérieures à 30 °C, les femelles pondent de moins en moins d'œufs et le développement des œufs et des larves stagne à mesure que la température augmente.

De même, des températures de moins de 10 °C de façon prolongée, c'est-à-dire plus de 7 jours, retardent le développement, les stades larvaires qui présentent une moindre tolérance au froid mais une plus grande tolérance à la chaleur que les adultes. Au cours de la période de végétation, la combinaison de chaleur et de sécheresse a la plus forte influence négative sur la drosophile et le développement de sa population. De telles conditions climatiques ont un impact direct sur le développement de la population du ravageur et la génération ultérieure peut être retardée en conséquence. Ces scénarios se sont produits, par exemple, en été 2015, au début de l'été 2017, ainsi qu'en été 2018, ce qui s'est traduit par un retard dans le développement des attaques dans les cultures arrivant en maturation à ces périodes.

Le développement de l'œuf à l'adulte prend de 9 à 18 jours, selon la température et l'humidité. Cela signifie que *D. suzukii* peut produire jusqu'à 8 générations dans la région du Rhin supérieur pendant une saison.

2.2 Hivernation de *Drosophila suzukii* dans le Rhin supérieur

La population de drosophiles culmine à l'automne. Selon l'endroit, des centaines et parfois plus d'un millier de mouches peuvent être capturées chaque semaine dans des pièges à vinaigre. L'attractivité des pièges est conditionnée, d'une part, par l'attrait saisonnier accru des pièges en raison du manque de fruits hôtes plus attractifs et, d'autre part, par la population qui pourrait augmenter au cours de la période de végétation dans les nombreux fruits hôtes voisins en cours de maturation, en parallèle ou successivement.

Les drosophiles passent l'hiver en tant qu'adultes sous formes hivernales (winter morphs), qui sont de couleur plus foncée avec des ailes plus longues que les formes estivales (summer morphs). La forme hivernale apparaît à partir d'octobre lorsque la photopériode diminue (< 12 h par jour) et lorsque les températures deviennent plus basses (température maximale quotidienne < 10 °C). Le métabolisme de ces formes hivernales est adapté à la saison froide. Ces formes ont ainsi une meilleure tolérance au froid et survivent à des températures inférieures au point de gel. Des périodes de froid plus longues avec des températures inférieures à 1 °C, ou des phases de gel, entraînent une mortalité accrue des mouches. Les formes hivernales sont également plus résistantes aux fluctuations de l'humidité relative.

Les résultats de surveillance sur plusieurs années indiquent que les formes hivernales migrent vers des habitats hivernaux offrant protection et alimentation de proximité. Ces lieux de d'hivernation ne sont pas encore bien connus. En hiver, la plupart des drosophiles sont capturées dans une végétation plus dense et/ou à feuillage persistant, dans les haies ou les forêts par exemple, depuis la litière des arbres au sol jusqu'à la cime des conifères. A partir de 8 à 10 °C, les mouches deviennent actives et s'alimentent. Au laboratoire, des animaux ont survécu sans s'alimenter pendant un maximum de deux semaines. Les hivers doux avec peu de jours de gel offrent donc de bonnes conditions à la survie de ces formes hivernales. Comme les températures inférieures à zéro sont rarement atteintes sur une longue période dans la région du Rhin supérieur, cette région offre des conditions favorables à leur survie en hiver. Les températures hivernales dominantes, qui permettent les vols et l'alimentation, sont donc déterminantes pour le nombre d'animaux qui survivent à la saison froide pour former une nouvelle génération au printemps. Les formes hivernales peuvent survivre jusqu'en juin de l'année suivante. Ensuite, on ne retrouve dans les pièges que les formes estivales des nouvelles générations.

Tab. 1 : étude sur l'oviposition et les premières pontes par *drosophila suzukii* au printemps: (source : LTZ Augustenberg, LRA Karlsruhe et JKI Dossenheim)

Pontes - ds année	ds-♀ avec oeufs matures (pièges)	Début des pontes sur lierre*
2014	10 avril	-
2015	13 avril	29 avril
2016	13 avril	20 avril
2017	03 avril	20 avril
2018	09 avril	25 avril

* restes des fruits de l'année précédente

Les gelées tardives à la fin de l'hiver peuvent retarder la croissance de la population au printemps. Dans le Rhin supérieur, l'influence des conditions hivernales et des gelées tardives sur l'infestation au cours de la saison est toutefois nettement inférieure à celle des conditions météorologiques pendant la période de végétation (voir paragraphe 2.1.). Comme l'indique le tableau 1, des conditions initiales similaires pour le début de la ponte des femelles après l'hivernation ont été observées ces dernières années dans le nord du Bade-Wurtemberg, bien que l'évolution des températures ait été très différente pendant les mois d'hiver et au début du printemps de 2014 à 2018.

Le développement de la population de *D. suzukii* et le nombre de générations associées, ainsi que le risque et la pression d'infestation ne peuvent pas être déduits exclusivement des conditions hivernales sur le Rhin supérieur. Ils dépendent en grande partie des conditions climatiques pendant la période de végétation de chaque année pour les régions respectives.

2.3 Influence de la structure du paysage sur l'arrivée de *Drosophila suzukii* et sur l'attaque dans les cultures

En fonction de la composition floristique, des conditions climatiques et de l'éloignement des vergers commerciaux, la végétation autour des vergers est un point de départ possible pour la migration de drosophiles asiatiques dans ces parcelles et donc pour le risque d'infestation des fruits et des raisins en cours de maturité.

Toutefois, les études de terrain menées ces dernières années ont montré qu'en présence de plantes hôtes sauvages, la végétation environnante a moins d'influence sur la dynamique des populations et les infestations sur fruits dans les zones cultivées voisines qu'on ne le pensait initialement. Les conditions micro et macro-climatiques locales sont de loin plus importantes (voir paragraphe 2.1). Les habitats denses naturels ou plantés, tels que forêts, haies et jardins domestiques riches en végétation, constituent des refuges favorables à la drosophile asiatique. Le microclimat prédominant (humide, ombragé, abrité du vent) favorise l'activité et la reproduction des drosophiles et donc le développement de la population. Lorsque le microclimat est sec et chaud, les drosophiles restent dans la végétation ombragée et plus fraîche, ce qui réduit le risque d'infestation des vergers et vignobles environnants. Par contre, dans des conditions climatiques douces et humides et avec une forte densité de population, il peut y avoir propagation aux zones cultivées environnantes où les fruits sont attractifs, surtout si le nombre de fruits hôtes disponibles pour la reproduction diminue dans la nature et si les femelles subissent une pression physiologique pour pondre leurs œufs matures.

La migration de la drosophile vers et depuis les vignobles, ainsi que la colonisation dans les types de végétation du paysage du Rhin supérieur, sont influencées par divers facteurs. Des résultats des recherches menées à ce jour, on peut déduire que les drosophiles restent dans la végétation des plantes hôtes tant que des fruits appropriés sont disponibles pour la ponte. Si ceux-ci sont tous récoltés ou s'ils sont largement abîmés, les animaux colonisent de nouvelles plantes-hôtes avec des fruits mûrs ou en cours de maturation. Ce faisant, ils peuvent parcourir de longues distances. Des études de terrain avec marquage de la végétation et recapture des adultes dans ces habitats marqués ont permis de retracer la migration voire la dérive des mouches dans les plantations où les fruits sont matures et hors des plantations à la fin de la récolte. Les drosophiles ont ainsi couvert jusqu'à 125 mètres entre plantes hôtes individuelles dans ces essais. La différenciation entre un vol actif et une dérive ne peut être faite.

Dans certaines études, les pièges à drosophile installés au vignoble avec des gradients de distance à partir de haies et de structures en bordure ont montré des captures plus élevées dans les pièges les plus proches des bordures. Dans d'autres travaux, les piégeages étaient plus ou moins également répartis. Des gradients d'infestation se produisaient parfois à partir du bord du vignoble, qu'il y ait ou non des haies. Apparemment, les chemins viticoles sont utilisés par *D. suzukii* et constituent de grands couloirs à partir desquels les vignobles voisins sont colonisés. Cependant, l'hypothèse selon laquelle l'intensité de la migration à partir de vergers ou de haies infestés est corrélée à la distance de ces derniers n'a pu être confirmée.

Les plantes-hôtes sauvages de *D. suzukii* fréquentes dans le Rhin supérieur sont les mûres et le sureau. Ces hôtes sont attaqués chaque année et souvent dans une large mesure. C'est surtout à la fin de l'été et à l'automne, pendant la maturation du raisin, que l'on trouve de fortes populations de drosophiles asiatiques dans les habitats composés de haies, issues de plusieurs générations qui se chevauchent.

En Alsace, des études ont été menées sur les captures par pièges dans différentes parcelles de vigne. Dans les vignes à proximité de plantes-hôtes autres que la vigne pour la drosophile, un plus grand nombre d'adultes a été capturé dans les pièges placés dans cette végétation environnante que dans les pièges placés dans les vignes (travaux INRA). Le nombre de captures dans les pièges localisés à l'intérieur des parcelles de vigne était plus élevé dans les parcelles ayant des plantes hôtes à proximité (c'est-à-dire à une distance inférieure à environ 100 m) que dans les parcelles dans le voisinage immédiat desquelles aucune autre plante hôte n'était présente. Toutefois, il faut souligner que, tant pour les baies de raisin que pour les cultures fruitières concernées, les pièges ne permettent pas de faire de prévision sur l'infestation et les dégâts, car il existe un degré élevé de dépendance variétale et aussi vis-à-vis de l'état sanitaire des raisins. Les baies intactes sont beaucoup moins sensibles que, par exemple, celles qui sont pré-endommagées

par une attaque fongique, qui rendent la peau plus facile à percer au niveau des microfissures. De plus, la plupart du temps, les larves du ravageur ne se développent pas dans les baies de raisin (voir section 4).

2.4 Plantes hôtes de *Drosophila suzukii* dans le Rhin supérieur

Dans le Rhin supérieur, les premiers fruits hôtes que la drosophile asiatique utilise pour la reproduction après l'hivernation sont les baies de lierre (*Hedera helix*) et de gui (*Viscum album*) qui subsistent de l'année précédente sur les plantes. Les recherches menées dans le Rhin supérieur au cours de la période de végétation ont montré que les fruits d'une cinquantaine d'espèces différentes se prêtent à une reproduction complète. Il s'agit aussi bien de fruits cultivés que de plantes-hôtes sauvages et d'arbustes ornementaux, y compris des néophytes. La drosophile a besoin des fruits pour pondre ses œufs et préfère les fruits à pellicule tendre, surtout les fruits à peau rouge ou noire (framboises, mûres, sureau, cerises). Selon les connaissances actuelles, les drosophiles se nourrissent de sucres, de bactéries et de levures qui se développent à la surface des feuilles et des fruits, en plus des jus des fruits. Contrairement aux drosophiles indigènes, la drosophile asiatique pond ses œufs sur des fruits sains, mûrs ou en cours de maturation. Elle perce la peau du fruit grâce à son ovipositeur fortement dentelé typique de l'espèce. Contrairement à d'autres mouches des fruits, la drosophile asiatique ne pond pas ou peu dans les fruits endommagés ou à surmaturité. Les raisins et les quetsches constituent des exceptions chez lesquelles la drosophile asiatique utilise les microfissures des fruits abimés ou à surmaturité pour y pondre.

La durée de développement et l'intensité de l'infestation dans les différents fruits et cultures hôtes peuvent varier selon différents paramètres. Dans certains cas, par exemple, la composition de la pellicule du fruit forme une barrière physique lors de la ponte. Outre les différences spécifiques à la variété, l'épaisseur et la fermeté de la pellicule peuvent également être liées aux conditions climatiques. Ainsi, les années avec longues phases sèches et faibles précipitations pendant le processus de croissance ont un effet sur la structure de l'épiderme du fruit et le rendent plus résistant à la drosophile. C'est particulièrement vrai dans le cas du raisin.

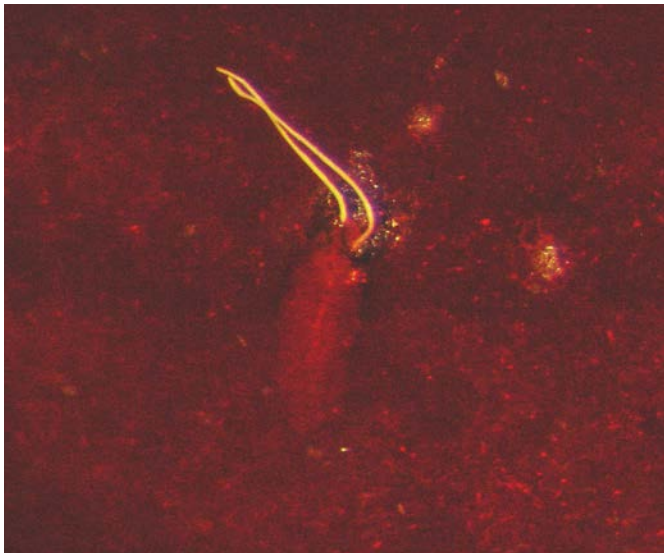

Fig. 1 : Œuf de Drosophila suzukii (env. 0,2 x 0,6 mm) dans un fruit. L'œuf est immergé dans la chair du fruit, tandis que les deux fils respiratoires en dépassent (en moyenne 0,67 mm de long). Photo : Alexander/DLR

Le grand nombre de plantes-hôtes sauvages adaptées au développement de la drosophile permet une croissance de la population indépendante de la présence de fruits mûrs dans les vergers. Des informations détaillées sur toutes les plantes-hôtes connues et l'évaluation des risques pour les pays respectifs de la région du Rhin supérieur sont disponibles sur les sites Internet des partenaires du projet dans le cadre de ce plan d'actions (voir section 7).

2.5 Dégâts et symptômes

En règle générale, les œufs pondus par la drosophile asiatique ne sont pas visibles, car ils sont complètement cachés sous la peau des baies, à l'exception de deux tubes respiratoires filiformes (Fig. 1). Sur les raisins contrairement à d'autres fruits, le taux d'éclosion des larves sur les cépages sensibles à la ponte est cependant très faible. Il est généralement inférieur à 10% avant récolte et s'élève à environ 30% pour les raisins trop mûrs et abandonnés, et diffère selon les variétés.

Lorsque la larve de drosophile asiatique se développe dans la baie, cela favorise l'installation d'un complexe de microorganismes acétiques provoquant la pourriture acide de la baie (Fig. 2). Il est fréquent d'observer un écoulement de jus de la baie au point de ponte (Fig. 3). Toutefois, si l'on observe une nécrose au point de ponte, il n'y aura pas de pourriture.

Fig. 2 : Pourriture associée à l'attaque de Drosophila suzukii Photo : Hoffmann/JKI

Fig. 3 : Écoulement de jus induit par la piqûre de Drosophila suzukii sur raisins Photo : Hoffmann/JKI

2.6 Monitoring du développement de la population et de la pression d'infestation

Depuis 2012, la présence de *Drosophila suzukii* dans la région du Rhin supérieur fait l'objet d'un suivi tout au long de l'année avec des pièges (exemple Fig. 4). Les très faibles effectifs de captures de janvier à juin dans les pièges du monitoring montrent que seule une petite partie de la population de drosophile survit à l'hiver chaque année et que ce n'est que pendant la période d'arrivée à maturité des cerises que la population connaît une croissance sensible. Ainsi, des captures plus importantes de drosophiles ne sont enregistrées que durant les mois d'été à partir de juillet-août, mais l'attractivité des pièges est alors limitée par la présence de fruits hôtes. Ainsi, les chiffres des captures ne reflètent pas la population réelle de drosophiles pendant la saison. Les captures ne sont pas non plus en corrélation avec l'infestation sur fruits cultivés, comme l'ont montré les études des partenaires du projet en Allemagne, en France et en Suisse. Il est donc essentiel de procéder à un contrôle visuel des fruits pour détecter la présence de pontes dans les raisins (voir paragraphe 4.1).

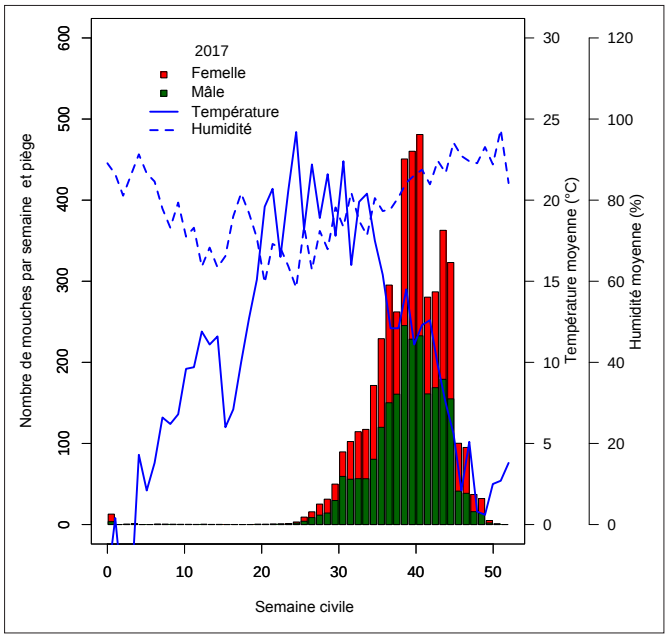

Fig. 4 : Exemple d'évolution annuelle des captures de Drosophila suzukii dans les pièges du monitoring en 2017 au FiBL, Frick, Suisse. La température moyenne (°C) et l'humidité relative (%) proviennent de la station Agrometeo de Frick. Les captures représentent la valeur moyenne de 30 pièges dans le nord-ouest de la Suisse avec le piège de type „Profatec" (liquide attractif : 85 ml „Gasser-Mix", Firma Riga).

A partir du mois d'octobre, les captures augmentent fortement dans les zones en dehors des vergers et dans les forêts. Même pendant la saison de végétation, les captures des pièges en zones de bordure plus denses, ou avec haies et forêts, sont plus élevées que dans les cultures. Cela confirme que les drosophiles se retirent dans les zones densément peuplées du paysage qui leur sont plus favorables, tant pendant la période de végétation pour se protéger de la chaleur et de la sécheresse qu'à partir de l'automne pour y passer l'hiver.

3 Prévision du potentiel de risque de *Drosophila suzukii* pour les cultures

Le système ou outil d'aide à la décision (OAD) SIMKEF, encore en phase de validation, doit à la fin du projet servir à

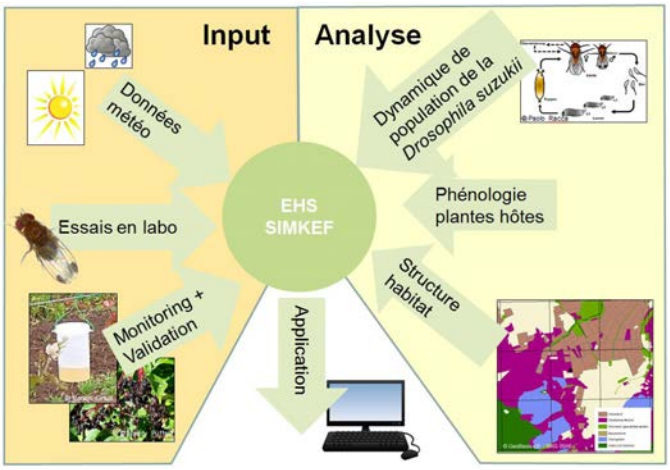

Fig. 5 : Structure schématique du système d'aide à la décision SIMKEF

prédire le risque d'infestation par la mouche *D. suzukii* sur divers fruits hôtes en divers habitats. L'OAD SIMKEF utilise différents modules pour illustrer les interactions complexes entre *D. suzukii* (module dynamique des populations) et ses hôtes (module phénologie des plantes hôtes), ainsi que l'influence des principaux facteurs spécifiques à l'habitat (module structure de l'habitat) sur le cycle complet de développement de *D. suzukii* (Fig. 5). Influencés par les paramètres d'entrée météorologiques, les effets respectifs sur le comportement et la biologie de *D. suzukii* sont évalués mathématiquement et les résultats sont disponibles via une application en ligne sur la plate-forme Internet www.isip.de. Les actions de monitoring servent à la validation et à la poursuite du développement de l'OAD et seront poursuivies dans les années à venir.

Déjà durant la courte période du projet (01/2016-12/2018), il a pu être démontré que le développement d'un OAD pour l'optimisation de la lutte ou la prévention de l'infestation par *D. suzukii* est possible, à condition de disposer de données suffisantes issues d'essais et de de monitoring. En prenant l'exemple de la cerise et de la vigne (cépages Portugieser et Dornfelder), de premiers résultats prometteurs ont été obtenus pour prédire le risque d'infestation, voire la date de la première ponte d'œufs dans la culture. Dans la version actuelle, l'OAD SIMKEF calcule un indice de risque (SIMKEF risk index) qui relie les valeurs des différents modules (habitat et hivernation, dynamique de populations, ontogenèse du fruit hôte). En utilisant une valeur limite interne au modèle pour l'indice de risque SIMKEF, la probabilité d'un début possible de ponte a été déterminée (valeur limite SIMKEF). Avec les ensembles de données de monitoring disponibles sur la ponte dans les variétés Dornfelder et Portugieser, de premières corrélations prometteuses entre la première ponte et l'indice de risque calculé par SIMKEF ont été établies. Sur les 14 parcelles suivies, l'indice de risque SIMKEF a été dépassé en moyenne 5 jours avant la première ponte observée et, par conséquent, un avertissement a été émis en temps utile pour prévenir d'une possible ponte.

A la fin du projet, d'autres données d'infestation sur la ponte sur raisins doivent être collectées afin d'effectuer une validation fiable et, si nécessaire, de poursuivre le développement du modèle et d'assurer ainsi une utilisation sûre de l'OAD dans la pratique.

Le livrable de l'OAD SIMKEF, encore en phase de développement, est une base d'orientation pour le conseil en arboriculture et en viticulture avec les objectifs suivants :

- Avertissement sur l'arrivée de l'insecte et donc sur la possibilité de piloter les mesures de surveillance, de lutte et d'évitement,
- Prévision du risque d'infestation et donc meilleure évaluation de la nécessité d'une lutte et de la possibilité d'un pilotage plus ciblé de la date de récolte.

A l'issue des travaux encore en cours, l'OAD optimisé et étendu pourrait à l'avenir être mis à la disposition des services de conseil comme instrument approprié pour le pilotage des mesures de surveillance, de lutte et de prévention via la plate-forme Internet www.isip.de

4 Régulation de la drosophile asiatique et moyens de lutte

La surveillance de la drosophile *D. suzukii* est fondamentalement nécessaire en raison de son potentiel de nuisibilité. Ce suivi permet d'évaluer les risques pour les cultures et contribue ainsi au maintien de la viabilité économique de la viticulture dans la région du Rhin supérieur. Dans cette région, la viticulture, ainsi que l'arboriculture, occupent une place significative dans l'activité économique. Afin de pouvoir identifier le besoin de régulation et de lutte, et de protéger les habitats naturels et leurs populations végétales et animales, il est essentiel d'in-

tégrer les connaissances décrites ci-dessus sur la biologie, le comportement et l'écologie du ravageur.

Les objectifs de la régulation de *D. suzukii* dans les vignes doivent être :

- Ne pas permettre aux populations de drosophiles présentes de se multiplier sur les raisins,
- De récolter des raisins en bon état sanitaire à la date optimale.

En raison des infestations comparativement plus faibles durant les dernières années 2015-2018, la nuisibilité de la drosophile asiatique en viticulture s'est visiblement relativisée, pour se restreindre à des foyers locaux. Ceci offre la possibilité de réduire à nouveau l'utilisation d'insecticides, qui entre-temps s'est fortement accrue dans les vignobles allemands et suisses, jusqu'au minimum nécessaire.

L'année 2014, qui a connu une explosion de drosophiles asiatiques, a été marquée par des conditions climatiques très favorables, notamment des précipitations rendant la pellicule plus fragile. Depuis, la présence de la drosophile asiatique est établie chaque année, mais les conditions climatiques et notamment un fort ensoleillement et la quasi-absence de pluie durant l'été, n'ont pas conduit à des dégâts notables sur les raisins. Les drosophiles n'ont jamais fait l'objet d'une lutte insecticide massive à l'échelle du vignoble alsacien. Quelques viticulteurs, en particulier dans des secteurs à proximité de vergers, ont pu effectuer un traitement spécifique. En Alsace, le recours aux insecticides n'a jamais été une solution envisageable. La première raison est la capacité des drosophiles à recoloniser un milieu rapidement grâce à un nombre de générations annuelles important (voir paragraphe 2.3.). L'autre raison vient des produits insecticides car leur Autorisation de Mise sur Marché (AMM) demande un délai avant récolte parfois long pouvant générer des problèmes d'organisation du chantier de vendanges. De plus, la question des résidus phytosanitaires à quelques jours de la récolte reste un point de vigilance important et peu étudié jusqu'ici.

Les mesures de lutte chimique contre la drosophile asiatique devraient se concentrer principalement dans les vignobles ayant connu des problèmes jusqu'à présent. En de nombreux lieux et pour nombre de cépages, il est sans doute possible de renoncer à l'emploi d'insecticides – sous réserve d'un suivi attentif des infestations.

4.1 Surveillance et estimation du risque

Situation

Il faut s'attendre à une pression d'infestation plus élevée dans les vignobles humides, ombragés et abrités du vent, ainsi qu'à proximité de lisières des forêts et de zones aquatiques (voir paragraphe 2.1.). Les forêts et les structures similaires constituent des habitats d'hivernation et représentent, du fait de la présence massive de baies sauvages (par exemple mûres, framboises, myrtilles, sureau), une source de reproduction presque inépuisable pour la drosophile asiatique. Ainsi est-il possible, dans des conditions appropriées (météorologie, disponibilité en fruits, etc.), d'arriver à une population élevée de drosophiles asiatiques dans l'ensemble de la région du Rhin supérieur.

L'influence de la présence de bordures à baies sur l'infestation par la drosophile asiatique des vignobles à proximité immédiate a probablement été surestimée par le passé. Bien que des populations importantes de drosophiles asiatiques puissent se développer sur de telles structures, des études ont montré que cela ne conduit pas forcément à des niveaux élevés d'infestation dans le vignoble adjacent. Justement, on peut voir ici qu'une gestion optimisée des cultures avec des mesures visant à préserver la santé des raisins et à rendre l'habitat peu attractif pour le ravageur (par exemple un bref mulching) sera plus efficace qu'une élimination (souvent illégale) des bordures (voir paragraphe 2.3).

Sensibilité des cépages

Malgré la forte présence de la drosophile asiatique liée au paysage, l'infestation au vignoble n'a été que modérée depuis 2015, en dehors de cas particuliers. Visiblement le raisin constitue un substrat de ponte et de développement plutôt défavorable pour la drosophile asiatique. Les grappes saines des principaux cépages sont généralement à peine ou légèrement endommagées. On notera que les cépages blancs en règle générale ne sont pas recouverts d'œufs. Les facteurs de risque d'infestation par la drosophile asiatique au vignoble sont en grande partie identiques à ceux de la pourriture des grappes. Le risque d'infestation sur grappe augmente lorsque les conditions suivantes sont réunies :

- Changement de couleur chez les cépages à baies rouges et rougeâtres, souvent avec des baies à fine pellicule et à grappes compactes,

Tableau 2 : Cépages où des pontes plus intenses ont été observées (superficies en ha en 2017). Pas de données pour l'Alsace.

Cépages	Suisse nord-ouest*	Pays de Bade	Palatinat
Acolon (rouge)	0.1	27	116
Cabernet Dorsa (rouge)	7.1	33	78
Dakapo (rouge)	1.2		
Dornfelder (rouge)	4.1	44	3.164
Dunkelfelder (rouge)	2.2		
Garanoir (rouge)	6.7		
Mara (rouge)		0.2	
Muscat bleu (rouge)	0.4		
Regent (rouge)	5.7	224	580
*Cantons Bâle, Argovie, Soleure			

- Couvert foliaire ombragé, humide, frais et dense,
- Enherbement qui s'élève jusqu'à la zone des grappes,
- Dégâts préalables par l'oïdium, ou blessures alimentaires d'oiseaux, de rongeurs (non signalés dans le vignoble alsacien) ou de guêpes,
- Dommages physiques causés par de fortes précipitations et un temps humide et chaud, en partie en combinaison avec travail trop tardif du sol (microfissures, pourriture grise sur baies trop serrées, baies se détachant de la tige),
- Maturité physiologique avancée,
- Croissance microbienne sur grappes (odeur de fermentation ou de vinaigre, brunissement des grappes, couche de botrytis).

Les différents cépages du Rhin supérieur présentent une sensibilité extrêmement variable vis-à-vis des pontes de drosophile asiatique (voir Tableau 2).

Les pontes en soi ne constituent pas encore un dommage, et la qualification de la sensibilité du point de vue du viticulteur dépend avant tout de l'existence de dégâts. La plupart des cépages rouges locaux ne sont sensibles que sous certaines conditions. Il ne faudrait qualifier de « sensibles » que les cépages qui, sans dommage préalable et indépendamment de la situation et du site, permettent quasi-systématiquement la poursuite du développement des insectes et, par conséquent, présentent des dégâts. Ce n'est que pour ces cépages que les mesures de gestion des cultures ne conduisent à aucune amélioration de la situation. Dans les sites qui deviennent des foyers durables, l'éventail complet des mesures peut être appliqué à court terme ; à long terme, un changement du cépage devrait être envisagé.

En Alsace, lors de la mise en place de suivi de pontes (depuis 2015) et principalement sur les cépages Pinot Noir, Pinot Gris et Gewurztraminer, de très rares pontes ont été observées. Les connaissances acquises par empirisme entre les vignobles allemands et suisses, plus touchés par la problématique, et le vignoble alsacien montrent que le cépage est un facteur déterminant, mais qu'il ne faut pas le séparer d'autres spécificités alsaciennes, telles que potentiel de production, vigueur et conditions climatiques du millésime. En 5 ans, une seule année (2014) a été marquée par une fréquence et une intensité fortes de piqûre acétique. A l'heure actuelle, l'idée de changer le cépage n'est pas concevable au vu des faibles pressions de drosophile observées depuis 2015.

Météo, climat et présence de microorganismes

Un temps doux et humide (hiver chaud, été plus frais, voir paragraphe 2.1.) favorise le développement des populations. Des situations critiques d'infestation se produisent généralement au vignoble lors de longues périodes de pluie au moment de la maturation des raisins. Une chaleur modérée, une humidité atmosphérique élevée et des fruits avec microfissures facilitent la croissance des levures, des bactéries acétiques et des champignons tels que botrytis. Le développement du mycélium d'oïdium tardif au niveau pédonculaire favorise également l'infestation par la drosophile asiatique.

Surveillance par piégeage

L'expérience acquise depuis le début des surveillances par piégeage en 2011 en Allemagne et en Suisse et depuis 2013 en Alsace montre qu'il n'existe aucune relation linéaire entre captures des pièges de surveillance et l'infestation par la drosophile asiatique au vignoble. Si pendant la maturation du raisin le nombre de captures des pièges placés dans les vignes augmente généralement, les captures au sein des principaux cépages ne sont pas corrélées, ou très faiblement, avec l'infestation. Néanmoins, le suivi des pièges autour et dans la plantation

Fig. 6 et 7 : Pièges en autoconstruction
Photos : Schirra/DLR, Köppler/LTZ

Fig. 8 : Piège „Profatec" (avec appât „Riga")
Photo : Weingartner/LZE

(par bloc de cépages) est utile afin de détecter les tendances de populations et toutes les différences entre millésimes et entre cépages, ainsi que de planifier la mise en œuvre nécessaire de moyens de lutte indirects, comme par exemple l'effeuillage, la gestion d'une végétation courte, l'utilisation de minéraux pouvant soit permettre d'assécher rapidement le feuillage et les raisins, soit de recouvrir la partie aérienne de la vigne et ainsi créer un leurre visuel.

Les captures fournissent des informations sur le risque initial possible, c'est-à-dire si la mouche *D. suzukii* se trouve à proximité immédiate ou directement dans un verger, en particulier au début de la période de végétation et au début de la maturité des cultures précoces du verger. De même, les pièges à vinaigre peuvent être utilisés pour établir des corrélations entre l'activité des mouches et les conditions météorologiques. Le conseiller utilise ces informations pour le service d'avertissement.

Les pièges devraient être installés à la fois dans les vergers et les vignes, et dans les habitats sauvages et les lisières de forêt adjacentes, en particulier là où une infestation a eu lieu l'année précédente.

Cependant, les chiffres des captures ne suffisent pas à eux seuls pour décider d'une mesure de lutte, car il n'y a pas de corrélation entre les chiffres des captures et la taille de la population du ravageur ou l'intensité de l'infestation. Les captures par pièges montrent l'activité de la mouche, qui peut varier en fonction des conditions météorologiques. Par ailleurs, en présence de fruits hôtes attractifs, les pièges sont moins susceptibles d'être visités.

Les drosophiles adultes peuvent être capturées avec divers liquides (généralement avec du vinaigre de cidre) et différents types de pièges (Fig. 6 à 8). Les pièges sont des récipients de construction artisanale auto-construits (Fig. 6 à 7) ou des modèles similaires disponibles sur le marché tels que les pièges «Drosotrap» ou «Profatec» (avec appât Riga, Fig. 8).

Les récipients en plastique avec couvercle, dans lesquels il est possible de percer des trous dans le tiers supérieur, conviennent parfaitement. Le diamètre de ces trous ne devrait pas dépasser 2 à 3 mm, afin de minimiser les prises accessoires d'espèces non visées et de faciliter le comptage des captures.

Liquides attractifs possibles :

- «Droski-Drink» (développé en Italie par la Fondation Edmund Mach, San Michele all'Adige (Trentin), l'Université de Molise (Campobasso), ainsi que le Syndicat des producteurs de baies et cerises de Sant'Orsola (Trentin)) : 75 % vinaigre de cidre + 25 % vin rouge + une cuillère à thé de sucre pour 100 ml de liquide ;
- CTIFL (Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, France) : 1/3 eau + 1/3 vin rouge + 1/3 vinaigre de cidre brut + quelques gouttes de liquide à vaisselle (pour abaisser la tension superficielle de la solution aqueuse) ;

Fig. 9 : Mâle (gauche) et femelle (centre) et ovipositeur (droit) de Drosophila suzukii Photos : Alexander/DLR, Pouvreau/FREDON Alsace

- Vinaigre de cidre et eau en mélange (1:1) avec quelques gouttes de liquide à vaisselle ;
- Solution RIGA (Fig. 8, Firma Riga AG, CH-8545 Ellikon an der Thur).

Les liquides attractifs "RIGA" et "Droski-Drink" capturent sensiblement plus de mouches que les mélanges vinaigre de cidre – eau. Cependant, les captures étant également plus élevés, le temps nécessaire pour dépouiller les pièges avec ces deux liquides est beaucoup plus long. Toutefois, le nombre et le type de captures dépendent également du lieu et de la saison. Comme les mouches perçoivent la solution RIGA et, à un degré moindre, l'attractif "Droski-Drink" comme beaucoup plus attirants, le début de leur activité peut être mieux estimé avec ces appâts liquides qu'avec le mélange vinaigre de cidre – eau. C'est un facteur non négligeable pour la détermination de la première apparition des femelles au printemps et donc du début possible de la ponte.

Pour construire soi-même les pièges attractifs, des pots de yaourt de 500 ml avec un couvercle transparent ou des bouteilles en PET transparentes ou non de 500 ml (Fig. 7) par exemple conviennent. Percer 10 à 15 trous d'environ 2 mm de diamètre dans le tiers supérieur du récipient ou de la bouteille. Une ouverture doit être prévue afin de pouvoir verser le liquide (Fig. 6 et 7). Comme le montrent les illustrations, le récipient est rempli à environ 1/3 avec du liquide attractif puis fermé. Les pièges doivent être installés dans les endroits « sensibles ». Ce sont des zones à l'intérieur de la végétation, donc ombragées et plutôt avec un microclimat humide et chaud favorable au ravageur. La hauteur de fixation des pièges dépend de la culture et du mode de conduite et peut varier entre le niveau du sol et 2 m. Si des pièges sont utilisés en hiver, il faut ajouter environ 5 % de sel au liquide de piégeage, pour éviter qu'il ne gèle s'il y a un risque de températures négatives.

Lors du relevé des pièges, une distinction peut être faite entre les mouches mâles et femelles (Fig. 9). Les mâles se distinguent facilement des autres mouches par la tache foncée à l'extrémité arrière des ailes. Chez les femelles, le grand ovipositeur courbé et muni de dents foncées en forme de scie peut être vu avec un microscope ou une loupe (grossissement d'au moins 10 fois).

Surveillance de la ponte

Si plusieurs facteurs de risque sont présents simultanément, une surveillance de l'attaque est recommandée. La surveillance de l'infestation devrait se concentrer avant tout sur les cépages et les sites où des problèmes sont également apparus au cours des années précédentes. Pour cela, il faut prélever 50 baies intactes, issues de préférence de l'intérieur ombragé de la grappe, sur des raisins pris aléatoirement, et les examiner sous binoculaire ou loupe forte pour détecter la présence de ponte de drosophile asiatique.

Si seuls des œufs séchés sont observés dans la pellicule des baies, aucune autre action n'est nécessaire. Cependant, si des œufs dont des larves ont éclos sont trouvés sur la majorité des baies par ailleurs saines (éventuellement vérifier avec le test à l'eau salée) et si du jus s'écoule des baies à certains endroits, des contre-mesures immédiates sont recommandées. Tant que les raisins sont en désintégration et suffisamment mûrs, ils doivent être vendangés le plus tôt possible. L'utilisation d'insecticides n'est justifiée dans ce cas que si la vendange peut être reportée

d'au moins la période nécessaire au respect des délais avant récolte. Tant que les comptages de baies ne montrent aucune ponte avec un développement larvaire, il faut renoncer à l'emploi d'insecticides. En Alsace, l'utilisation d'insecticides n'est pas à privilégier au vu du court délai avant récolte et de l'effet limité de l'action insecticide dans le temps et dans l'espace (re-contamination par le voisinage).

4.2 Régulation de la drosophile asiatique

4.2.1 Mesures indirectes

Les mesures indirectes sont celles qui créent des conditions défavorables pour les populations de drosophile et réduisent ainsi le risque d'infestation (par exemple, fertilisation et travail du sol, gestion des cultures, récolte et hygiène, nouvelle plantation avec des variétés moins sensibles) ou les empêchent de pénétrer ou de pondre des œufs (filets et piégeage de masse).

Fertilisation et travail du sol

La résistance mécanique de la pellicule des baies contre l'ovipositeur de la drosophile asiatique est un facteur limitant supplémentaire pour la ponte. Une forte pression de l'ovipositeur peut étirer la pellicule des baies vers l'intérieur et ainsi la rendre plus mince et plus facile à percer. Le travail tardif du sol après des étés secs suivis de pluies provoque des poussées d'azote avec l'apparition connue de pourriture : les baies peuvent éclater, se serrer les unes contre les autres ou se détacher largement de la tige sans tomber. Cela attire à son tour les guêpes et autres insectes, qui infligent des blessures supplémentaires à la pellicule des fruits, combinées à des exsudations de sucre et de vinaigre qui attirent la drosophile asiatique. Ces conditions peuvent favoriser l'infestation par la drosophile asiatique dans le cas de cépages identifiés comme sensibles. Il faut donc éviter de travailler le sol peu de temps avant le début de la maturation.

Climat sec de la parcelle

Les mesures qui conduisent à un climat sec dans la parcelle ont un effet préventif et doivent être mises en œuvre de manière cohérente. Une parcelle bien aérée et séchant rapidement devrait être assurée grâce à un mode de taille et un effeuillage adaptés et réalisés au moment opportun. L'enherbement devrait être maintenu aussi bas que possible dans les parcelles à risque.

La défoliation de la zone des grappes au moment de la floraison conduit à une coulure de raisins compacts et atténue généralement le problème de pourriture. La défoliation de cette zone à la fermeture des grappes conduit à une meilleure aération de cette zone, moins d'humidité et de pourriture. Les conditions sont alors nettement moins favorables au développement de la drosophile asiatique.

Dans la région du Rhin supérieur, cette mesure a été mise en œuvre de manière très cohérente et avec succès ces dernières années par un nombre croissant de praticiens de la prévention contre la drosophile asiatique.

Dans tout le Rhin supérieur, des pratiques d'effeuillage de la zone des grappes et de gestion soigneuse de la végétation au printemps sont déjà mises en œuvre comme prophylaxie contre la drosophile asiatique. En Allemagne, l'effeuillage est expressément recommandé lors de la floraison des variétés à raisins compacts, afin de favoriser une certaine coulure et obtenir ainsi des grappes moins denses. En Alsace, les mesures prophylactiques contre la drosophile asiatique (effeuillage, ébourgeonnage) sont largement utilisées afin d'en limiter les populations. Un effeuillage est conseillé à partir de la nouaison afin d'expulser les capuchons floraux souvent siège ultérieur de maladies comme la pourriture grise.

Éviter d'attirer la drosophile asiatique

S'il y a lieu de réguler les rendements en viticulture, cela doit être effectué à un stade précoce. Les raisins tombés au sol doivent être broyés rapidement s'ils sont au stade de maturité. Dans les vignobles qui ne sont pas encore complètement récoltés, aucun marc ne doit être épandu (source d'infestation pour *Drosophila melanogaster*). Le contenu des pièges de surveillance des drosophiles et des pièges à guêpes ne doit pas être vidé dans le vignoble, cela pourrait attirer des drosophiles asiatiques.

Dans la plupart des régions, la régulation des rendements s'effectue lors des stades des raisins verts et non encore mûrs. Ces raisins peuvent être laissés au sol sans hésitation. Ils ne forment pas de substrat pour les espèces de mouches Drosophilides. En Alsace, il n'y a pratiquement pas d'intervention de régulation des rendements, car la vigueur de la culture sur ce terroir a été moyenne à faible ces dernières années.

Réguler les maladies et les ravageurs

La lutte durable contre l'oïdium rend les raisins moins sensibles à la drosophile asiatique. D'autres maladies devraient également être régulées afin de réduire l'attraction olfactive de la drosophile asiatique (botrytis, pourriture acétique). D'autres ravageurs devraient également être empêchés d'endommager les grappes. Outre les vers de la grappe, les guêpes et les oiseaux sont particulièrement à mentionner.

Vendange immédiate et traitement rapide

Indépendamment de l'infestation par la drosophile asiatique, une récolte immédiate et prématurée devrait être envisagée lorsque plusieurs facteurs de risque élevé sont présents. Si cela n'est pas possible en raison d'une maturité insuffisante, d'autres mesures de régulation directe peuvent être envisagées.

En cas d'infestation légère, la récolte doit être immédiatement macérée, puis acidifiée pour que la fermentation commence aussitôt.

Utilisation de filets

Les filets protégeant complètement la vigne (maille d'environ 1 mm) réduisent la propagation de la pourriture acétique sur les raisins très mûrs en excluant les insectes et protègent également les baies contre les dommages causés par les oiseaux et d'autres insectes. Les entreprises qui ont expérimenté de tels filets sont très satisfaites et étendront cette mesure. Les filets pourraient présenter un intérêt particulier pour les rangs de vigne périphériques et les protéger efficacement contre les infestations et les dégâts. Pour cela, il faut utiliser des mailles maximales de 1 mm^2, par exemple 1 x 0,8 mm ou 0,8 x 0,8 mm.

4.2.2 Mesures directes de lutte

Les mesures directes sont des mesures prises sur les cultures et les fruits pour empêcher la drosophile de pondre ses œufs.

Mesures physiques : application de produits minéraux

L'arrivée régulière de drosophiles dans des conditions favorables au ravageur et à partir de l'environnement de la vigne nécessite, pour la protection des variétés sensibles, une couverture totale dans le temps et l'espace. Des méthodes formant une couche de protection mécanique sans affecter la vinification ultérieure assurent cela jusqu'à une certaine mesure. Le kaolin sous la forme du produit phytosanitaire Surround® est homologué en Suisse pour l'arboriculture et la viticulture. Il représente le produit phytosanitaire contre la drosophile asiatique le plus respectueux de l'environnement en viticulture, car il n'a pas d'effet insecticide direct, mais selon les hypothèses actuelles : a) il rend l'habitat généralement peu attractif pour l'installation de la drosophile asiatique, et b) il rend la surface du fruit poudreuse et glissante, donc plus difficile à percer et à y pondre. Dans l'Union Européenne, la substance active figure sur la liste des produits phytopharmaceutiques et ne peut donc être utilisée sans l'homologation du produit. Celle-ci est toujours attendue en Allemagne, alors que la France ne l'a pas homologué sur vigne. Jusqu'à présent, il n'existe aucune preuve que l'utilisation du kaolin ait un effet négatif sur la fermentation et le goût du vin.

En France, l'Argibio® (argile blanche type kaolin), l'Invelop® (talc) et l'Oligoshell® (poudre de coquille saint-Jacques) sont autorisés en viticulture biologique et ont fait l'objet d'essais depuis 2015, sans toutefois que l'on puisse en tirer de conclusion en raison de la pression faible ou nulle des drosophiles depuis 2015. Ces produits ont été évalués pour leurs propriétés de barrière visuelle et physique.

Mesures chimiques: insecticides

La lutte contre la drosophile asiatique avec des insecticides seuls est peu efficace. Elle doit toujours être combinée, le cas échéant, avec les mesures culturales décrites précédemment. Le travail d'effeuillage est également essentiel pour s'assurer que les raisins soient bien mouillés par les produits phytosanitaires – une condition préalable à une lutte efficace. Tout emploi d'insecticide doit se faire dans le respect du délai avant récolte. De plus, en Suisse par exemple, l'insecticide ne peut être utilisé préventivement, mais seulement après détection de ponte sur baies à partir du stade BBCH 83. L'emploi d'insecticide réduit ainsi l'intensité des attaques. En outre, l'utilisation préventive d'insecticide n'a pas de sens, car dans des conditions climatiques favorables, la drosophile asiatique peut provoquer des dégâts en très peu de temps.

La matière active spinosad, également homologuée pour la viticulture biologique, est efficace mais dangereuse pour les abeilles et ne doit donc pas être utilisée dans les parcelles avec enherbement fleuri ou sur les parcelles endommagées avec émission de jus (attirant les abeilles). L'efficacité pourrait

être améliorée avec l'ajout de stimulants alimentaires. Afin de garantir la prévisibilité des effets secondaires des produits les combinaisons produits–stimulants alimentaires ne devraient être utilisées que lorsque l'innocuité vis-à-vis des organismes non cibles est déjà établie. Malgré une possible réduction de la dose d'application par l'ajout d'un additif, les délais d'application des produits agréés doivent être respectés.

Les insecticides de synthèse de type pyréthrinoïdes (λ-cyhalothrine, nocif pour les acariens prédateurs) ou néonicotinoïdes (acétamipride) ne devraient être utilisés qu'aux foyers où la ponte et le développement larvaire sont avérés. Un foyer est un vignoble ou une parcelle planté avec un cépage sensible, situé près d'habitats naturels favorables à la drosophile asiatique et où ses dégâts ont été observés à maintes reprises.

En Alsace, s'il devait y avoir utilisation d'insecticide, le spinosad serait privilégié. Les autres insecticides autorisés sont issus de la famille des pyréthrinoïdes : λcyhalothrine et deltaméthrine. Ils ne sont pas envisageables par souci du maintien de la biodiversité. Les délais avant récolte des produits homologués en France sont de 7 ou 14 jours selon le produit.

Si des insecticides sont utilisés plusieurs fois, un changement de matière active doit toujours être respecté afin d'éviter l'apparition de résistance.

La situation actuelle en matière d'autorisation dans les pays respectifs peut être consultée via les liens Internet suivants :

- Allemagne : www.bvl.bund.de →Pflanzenschutzmittel
- France : https://ephy.anses.fr/ →E-Phy
- Suisse :
  - www.psm.admin.ch/de/produkte
  - www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/themen/pflanzenbau/pflanzenschutz/www.drosophilasuzukii.agroscope.ch/fiches_techniques_drosophila_suzukii.html

La protection des plantes et les pratiques culturales contre la drosophile asiatique au vignoble visent à réduire la proportion de grappes pourries lors de la vendange. Il existe jusqu'à présent peu d'analyses économiques coûts–bénéfices de l'emploi d'insecticides. Il n'est pas à exclure que, malgré des efforts intensifs pour lutter contre la pourriture, la proportion de grappes pourries ne soit pas réduite lors de la vendange, car il existe encore d'autres causes de pourriture. Chaque vigneron doit acquérir de l'expérience sur le terrain, par exemple grâce à une petite parcelle témoin non traitée.

Risque de résistance et protection des abeilles

Pour prévenir le risque de résistance, les substances actives insecticides doivent être utilisées conformément aux recommandations officielles sur l'alternance de substances actives. L'utilisation de quantités réduites d'insecticide à chaque application ne permet pas d'exclure un risque accru de résistance.

Les produits du groupe de substances actives du spinosad (spinosynes) sont classés comme dangereux pour les abeilles. Lors de l'utilisation de ces produits, les réglementations en vigueur pour l'application de produits phytopharmaceutiques dangereux pour les abeilles dans les pays riverains du Rhin supérieur doivent être respectées.

5 Concept global de régulation des attaques

Étant donné que les mesures phytosanitaires chimiques en viticulture sont souvent inutiles et, si nécessaire, le plus souvent insuffisamment efficaces, elles ne peuvent être considérées que comme un «dernier recours» dans un concept global de lutte et de régulation en viticulture. En particulier, les possibilités de lutte indirecte décrites dans le présent plan d'actions doivent être prises en compte pour une lutte efficace contre la drosophile asiatique en viticulture.

Dans quelle mesure le plan d'action présenté (Fig. 10) doit être mis en œuvre dépend essentiellement de l'évaluation des risques. Ceci est directement associé aux contrôles réguliers de l'infestation en rapport avec les conditions météorologiques. Le système d'aide à la décision actuellement mis au point par l'Office central des Länder pour l'aide à la décision et les programmes de protection des plants informatisés (ZEPP) devrait faciliter à l'avenir l'évaluation des risques sur la base d'un indice de risque pour les cultures du Rhin supérieur.

La priorité doit être accordée à la situation régionale ou individuelle des exploitations agricoles dans le choix et la portée des mesures. Le soutien d'un service de conseil régional

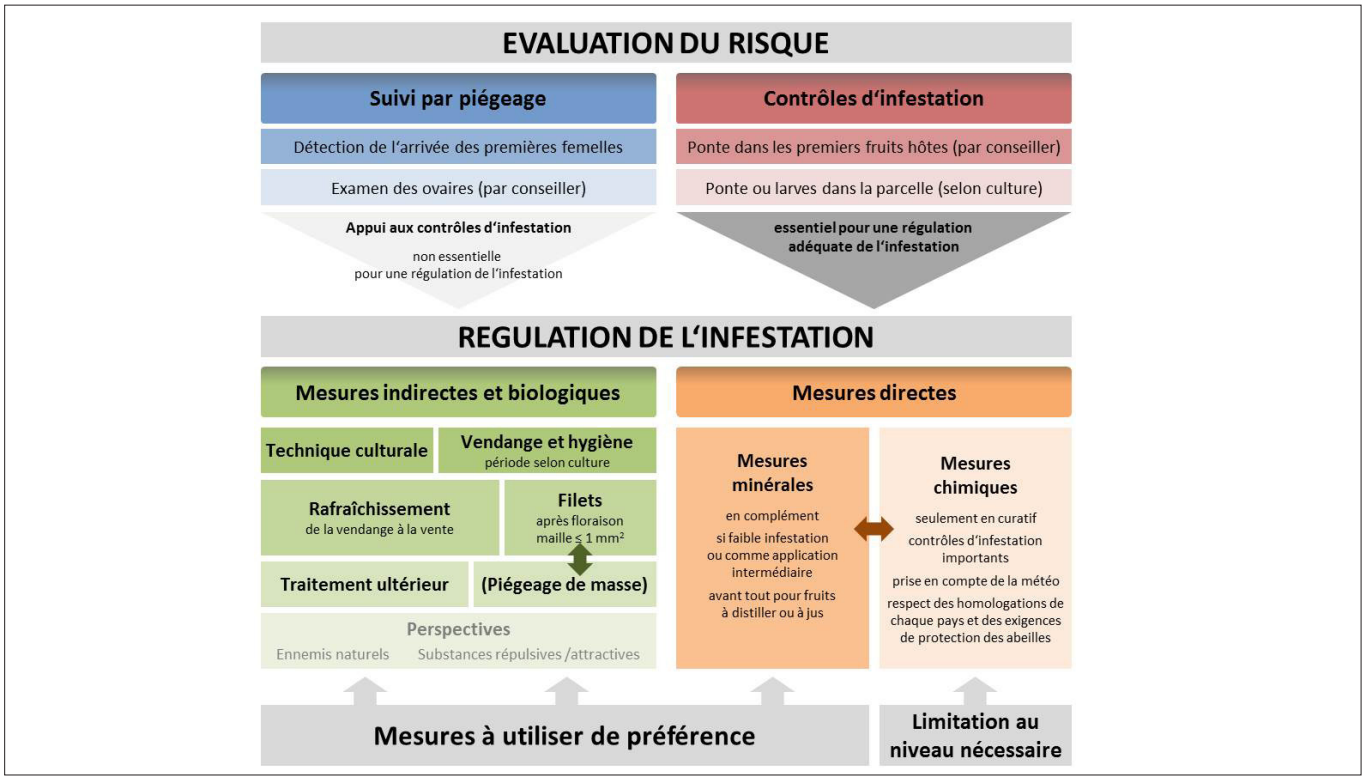

Fig. 10 : Aperçu du plan d'actions pour l'estimation du risque et la régulation des attaques de Drosophila suzukii

est nécessaire dans le cas de ce ravageur difficile à réguler, afin de parvenir à une stratégie de lutte aussi durable que possible.

6 Perspectives

6.1 Ennemis naturels de *Drosophila suzukii*

Divers centres de recherche et d'expérimentation, tels que les instituts Julius Kühn (JKI) de Darmstadt et Dossenheim (Allemagne), l'Institut Sophia Agrobiotech (INRA, Sophia Antipolis, France), l'Agroscope (Zurich, Suisse), l'Université d'Innsbruck (Autriche), le Centre de recherche San Michele all'Adige (Trentin, Italie) et le Centre expérimental de Laimburg (Tyrol du Sud, Italie) effectuent actuellement des travaux et des expérimentations pour introduire des antagonistes naturels de la *D. suzukii*.

Les parasitoïdes des pupes offrent les meilleures chances de succès. Les premiers essais ont été faits en France et en Suisse. Le Centre expérimental de Laimburg mène actuellement des travaux sur la dissémination de Trichopria drosophilae. Sur des fraises en pot, des taux de parasitisme de 33 à 66 % ont été relevés.

L'objectif visé par ces expériences sera de disséminer des parasitoïdes sur le terrain en avril-mai contre les premières générations de drosophile, afin de réduire le développement des populations. Cependant, la recherche n'en est encore qu'à ses balbutiements. Il serait intéressant serait l'installation de parasitoïdes dans les zones de bordures (structures de haies, habitats sauvages ou en friche), qui servent de refuges à *D. suzukii*.

Des expériences avec la microsporidie Tubulinosema spp. sont également en cours au JKI de Damstadt. Les premiers résultats d'infection artificielle des larves au laboratoire sont prometteurs, le taux d'éclosion et de survie de *D. suzukii* pourrait être réduit jusqu'à 68%. En outre, le potentiel de régulation des hyménoptères parasitoïdes et des prédateurs y fait l'objet de recherches intensives. Actuellement, un essai est en cours pour lâcher des T. drosophilae indigènes dans des framboises d'automne couvertes de filets en coopération avec le JKI de Dossenheim.

Dans le cadre d'une stratégie globale de lutte durable contre la drosophile asiatique, la conservation des populations d'auxiliaires naturels (prédateurs, parasitoïdes) sur le terrain doit également être prise en compte, notamment lorsque des mesures de lutte directe sont engagées.

La recherche sur l'identification et l'utilisation d'ennemis naturels de *D. suzukii* doit être poursuivie. Une utilisation pratique n'est toutefois pas encore possible.

6.2 Matières attractives ou répulsives

La lutte préventive contre la drosophile asiatique par des substances répulsives, ou son attraction par des substances attractives dans des appâts contenant un insecticide, sont d'autres approches pour prévenir l'infestation des fruits. Toutefois ces approches nécessitent encore beaucoup de recherches.

Dans le cadre du projet InvaProtect, l'efficacité d'huiles essentielles et d'extraits de plantes a été testée. Dans des expériences au laboratoire, 16 substances différentes ont été étudiées pour leurs effets sous forme de toxicité de contact, de stimulation ou réduction de l'alimentation et d'inhibition de la ponte. Il a été possible d'identifier plusieurs substances, dont l'efficacité doit maintenant être testée et vérifiée sur différentes cultures sur le terrain, en tunnel et dans des parcelles protégées par des filets.

6.3 Besoin de recherches en viticulture

En viticulture, des essais sont actuellement menés pour découvrir le stimulus clé du raisin lorsque celui-ci, jusque-là inadapté comme substrat de développement, devient attractif pour la ponte de la drosophile asiatique au fur et à mesure qu'il mûrit. Si ce signal pouvait être mesuré lors des contrôles officiels de maturité, la sensibilité des raisins à l'infestation par la drosophile asiatique pourrait également être prévue et donc calculée. La microflore des baies, ou des substances volatiles émises par les baies, pourraient jouer un rôle, même avec les plus petites microfissures.

En viticulture, il est clair que la drosophile asiatique est un effet secondaire de la pourriture en viticulture. Les méthodes non chimiques qui se sont avérées efficaces pour prévenir la pourriture en viticulture se sont aussi révélées jusqu'ici hautement efficaces dans la lutte indirecte contre la drosophile asiatique. De nombreuses années d'expériences au vignoble sont nécessaires pour déterminer dans quelle mesure le risque de perte de production du viticulteur peut être minimisé par la seule gestion optimisée des cultures (choix du cépage, mode de conduite, fertilisation, travail du sol, effeuillage, irrigation).

En outre, des calculs économiques coûts–bénéfices seraient utiles pour toutes les mesures de contrôle et de gestion afin de fournir aux viticulteurs un outil économique d'aide à la décision pour toutes les mesures de gestion de la drosophile asiatique mentionnées.

7 Informations complémentaires

- https://drosophila.julius-kuehn.de/
- www.julius-kuehn.de/ow/ab/krankheiten-und-schaedlinge/invasive-schaderreger-im-obst-und-weinbau/
- www.ltz-bw.de/pb/,Lde/Startseite/Ueber+uns/invaprotect
- www.dlr-rnh.rlp.de/Internet/global/inetcntr.nsf/dlr_web_full.xsp?src=27SN9US9TD&p1=82497N9GKM&p3=9203R4M5VS&p4=U45E4H4MA1
- www.fibl.org/de/schweiz/
- http://www.inra.fr/
- www.inra.fr/Grand-public/Sante-des-plantes/Toutes-les-actualites/La-mouche-Drosophila-suzukii-responsable-de-la-pourriture-acide-du-raisin
- www.fredon-corse.com/ravageurs/Drosophila_suzukii.htm
- https://gd.eppo.int/taxon/DROSSU
- www.forumphyto.fr/2016/12/15/drosophila-suzukii-dossier-de-liens-b-peiffer-2/
- www.bioaktuell.ch/fileadmin/documents/ba/Pflanzenbau/Weinbau/Vinifizierung2015-fibl.pdf
- http://members.swissfruit.ch/node/3736
- www.ctifl.fr/Pages/Agenda/DetailsEvenement.aspx?id=477

8 Sources

Asplen, M., Anfora, G., Biondi, A., Choi, D-S., Chu, D., Daane, K.M., Gibert, P., Gutierrez, A.P., Hoelmer, K.A., Hutchison, W.D., Isaacs, R., Jiang, Z-L., Kárpáti, Z., Kimura, M T., Pascual, M., Philips, C.R., Plantamp, C., Ponti, L., Vétek, G., Vogt, H., Walton, V.M., Desneux, N. 2015: Invasion biology of spotted wing drosophila (*Drosophila suzukii*): a global perspective and future priorities. J Pest Sci 88: 469–494.

Boehnke, B., Köppler, K., Augel, C., Wichura, A., Lindstaedt, J., Wiebusch, J.H., Engel, A., Benz, S. & Vogt H. 2018:

Demonstration project «Exclusion netting for managing Spotted Wing Drosophila in fruit crops" – Results 2017. Proceedings of the 18th International Conference on Organic Fruit-Growing, Ecofruit, 19-21 February 2018, Universität Hohenheim, 268-271.

Briem, F.; Dominic, A.R.; Golla, B.; Hoffmann, C.; Englert, C.; Herz, A.; Vogt, H. (2018): Explorative data analysis of *Drosophila suzukii* trap catches from a seven-year monitoring program in Southwest Germany. Insects 9(4): Art. 125 -(16 S.).

Briem F., Eben A., Gross J., Vogt H. 2016: An invader supported by a parasite: Mistletoe berries as a host for food and reproduction of Spotted Wing Drosophila in early spring. J Pest Sci 89:749–759. DOI: 10.1007/s10340-016-0739-6.

Briem, F., Köppler, K., Breuer, M., Vogt, H. 2015: Phenology and occurrence of Spotted Wing Drosophila in Germany and case studies for its control in berry crops. IOBC-WPRS Bulletin 109, 233-237.

Eben, A., Alexander, S., Harzer, U., Vogt, H. 2018: *Drosophila suzukii* migration into orchards: observations and field studies. Proceedings of the 18th International Conference on Organic Fruit-Growing, Ecofruit, 19-21 February 2018, Universität Hohenheim, 200-203.

Eben, A., Reifenrath, M., Briem, F., Pink, S. and Vogt, H. 2017: Response of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) to extreme heat and dryness. Agricultural and Forest Entomology, (sous presse). DOI: 10.1111/afe.12235

Entling, W.; Anslinger, S.; Jarausch, B.; Michl, G.; Hoffmann, C. (2018): Berry skin resistance explains oviposition preferences of *Drosophila suzukii* at the level of grape cultivars and single berries. Journal of Pest Science (sous presse).

Heiri, M., Perrino, M., Petignat-Keller, S. & Kuske, S. (2011): Kirschessigfliege – erste Erfahrungen in der Brennerei. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau 11/16, 11.

Herz, A. and Vogt, H. 2018: Sino-German Symposium on Integrated Management of *Drosophila suzukii*, Julius Kühn-Institut, Darmstadt/Dossenheim 26.06.–01.07. 2017. Journal für Kulturpflanzen, 70 (2), 59-68.

Jarausch, B.; Müller, T.; Gramm, T.; Hoffmann, C. (2017): Comparative evaluation of insecticide efficacy tests against *Drosophila suzukii* on grape berries in laboratory, semi-field and field trials. Vitis 56(3): 133-140.

Kanzawa, T. (1939) Studies on *Drosophila suzukii* Mats. Kofu, Yamanashi Agricultural Experimental Station, Japan. 49 pp. (translation courtesy of Biosecurity Australia).

Rossi Stacconi, M.V., N. Amiresmaeili, A. Biondi, C. Carli, S. Caruso, M.L. Dindo, S. Francati, A. Gottardello, A. Grassi, D. Lupi, E. Marchetti, F. Mazzetto, N. Mori, T. Pantezzi, L. Tavella, G. Tropea Garzia, L. Tonina, G. Vaccari, G. Anfora, and C. Ioriatti (2018) Host location and dispersal ability of the cosmopolitan parasitoid Trichopria drosophilae released to control the invasive spotted wing Drosophila. Biological Control 117, 188-196.

Shearer, P.W.; West, J.D.; Walton, V.M.; Brown, P.H.; Svetec, N.; Chiu, J.C. 2016 Seasonal cues induce phenotypic plasticity of *Drosophila suzukii* to enhance winter survival. BMC Ecol. 16, 11.

Tochen, S.; Woltz, J.M.; Dalton, D.T.; Lee, J.C.; Wiman, N.G.; Walton, V.M. 2016 Humidity affects populations of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in blueberry. J. Appl. Entomol. 140, 47-57.

Tochen, S.; Dalton, D.T.; Wiman, N.; Hamm, C.; Shearer, P.W.; Walton, V.M. 2014 Temperature-related development and population parameters for *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) on cherry and blueberry. Environ. Entomol. 43, 501-510.

Vogt, H., Briem F. 2015: Kirschessigfliege – aktueller Überblick. 8. Bundesbeerenobstseminar, Staatl. Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau (SLVA), Weinsberg, Tagungsband, 58-61.

Vogt, H., Boehnke, B., Saltzmann, J., Eberhardt, G., Wichura, A., Wiebusch, J.-H., Lindstaedt, J., Engel, A., Köppler, K., Augel, C. (2018): Demonstrationsvorhaben „Einnetzen von Obstkulturen zum Schutz gegen die Kirschessigfliege (*Drosophila suzukii*)" : Förderkennzeichen: 2815MD010 ; Ergebnisse des ersten Projektjahres 2017. https://doi.org/10.5073/20180704-123945

Vogt, H., C. Hoffmann, C. & Baufeld, P. (2012) Ein neuer Schädling, die Kirschessigfliege, *Drosophila suzukii* (Matsumura), bedroht Obst- und Weinkulturen. Entomologische Nachrichten und Berichte, 56, 191-196.

Demonstrationsvorhaben «Einnetzen von Obstkulturen zum Schutz gegen die Kirschessigfliege (*Drosophila suzukii*)». http://droso-demo-netz.julius-kuehn.de/. Date ?

9 Financement

InvaProtect mobilise au total 4,2 Millions Euro. Plus de la moitié des coûts est financée par les partenaires. Le projet est soutenu par le Fonds Européen pour le Développement Régional (FEDER) avec près de 2 Millions d'euro via le programme INTERREG V Rhin supérieur, ainsi que par les Cantons de Bâle-Campagne, Argovie et Soleure à hauteur de 200 000 Euro.

10 Partenaires du projet

Le « Plan d'actions contre la *drosophila suzukii* : fruits à baies » a été réalisée dans le cadre du projet InvaProtect « protection durable contre les bioagresseurs invasifs dans les vergers et les vignes ». Les partenaires suivantes étaient associées à la réalisation :

Allemagne

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) Rheinpfalz
Breitenweg 71
67435 Neustadt/Weinstraße
https://www.dlr.rlp.de/Internet/global/inetcntr.nsf/dlr_web_full.xsp?src=QK8N2YPQ76&p1=U1404MP2EC&p3=MV1T6VXNBF&p4=MZ28X69H2K

- Uwe Harzer
- Stefanie Alexander
- Jan Sauter
- Werner Dahlbender

Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI)
Institut für Pflanzenschutz in Obst- und Weinbau,
Schwabenheimer Str. 101, 69221 Dossenheim (Obstbau)
www.julius-kuehn.de

- Dr. Heidrun Vogt
- Dr. Astrid Eben

Geilweilerhof (Weinbau)
76833 Siebeldingen

- Dr. Christoph Hoffmann

Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ)
Neßlerstraße 25
76227 Karlsruhe
www.ltz-bw.de/pb/,Lde/Startseite/Ueber+uns/invaprotect

- Dr. Kirsten Köppler
- Doris Betz
- Dr. Nicolai Haag
- Sara Yüceli
- Dr. Michael Glas

RLP Agroscience (RLP)
Breitenweg 71
67435 Neustadt/Weinstraße
http://alplanta.agroscience.de/index.php/de/obstkrankheiten/info-obst/invaprotect

- Dr. Wolfgang Jarausch

Staatliches Weinbauinstitut Freiburg (WBI)
Merzhauser Str. 119
79100 Freiburg
http://www.wbi-bw.de/pb/,Lde/Startseite/Ihr+WBI/Aktuelle+Forschungsprojekte

- Dr. Michael Breuer
- Lisa Weißinger
- Gertrud Wegner-Kiß

Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz (ZEPP)
Rüdesheimer Str. 60-68
55545 Bad Kreuznach
http://www.zepp.info/proj/beendete-projekte/208-invaprotect-nachhaltiger-pflanzenschutz-gegen-invasive-schaderreger-im-obst-und-weinbau

- Dr. Benno Kleinhenz

France

VEREXAL

VEREXAL ZI nord 4
rue A. Mohler
67210 Obernai

- Hervé Bentz

Chambre d'agriculture Alsace (CAA)
11 Rue Jean MERMOZ
BP 80038
68127 Sainte-Croix-en-Plaine
https://alsace.chambre-agriculture.fr/
- Jérome Attard
- Marie-Noëlle Lauer

Chambre régionale d'agriculture Grand Est (CRAGE)
2 Allée de Herrlisheim
68000 Colmar
https://grandest.chambre-agriculture.fr/
- Hervé Clinkspoor

Conseil Interprofessionnel des Vins d'Alsace (CIVA)
12 avenue de la Foire-Aux-Vins
68012 Colmar Cedex
https://www.vinsalsace.com/fr/
- Arthur Froehly

Fédération régionale de défense contre les organismes nuisibles en Alsace (FREDON Alsace)
6 Route de Bergheim
67600 Sélestat
https://fredon-alsace.fr/professionnels/invaprotect-protection-contre-les-bioagresseurs-emergents
- Marie Fagot
- Estelle Pouvreau
- Stéphanie Frey

Institut National de la Recherche Agronomique (INRA)
28 rue de Herrlisheim
68000 Colmar
https://www6.colmar.inra.fr/svqv/Projets/InvaProtect
- Dr. Etienne Herrbach
- Dr. Gérard Hommay
- Catherine Reinbold
- Dr. Lionel Delbac
- Delphine Binet
- Dr. Adrien Rusch
- Dr. Denis Thiéry
- Pauline Tolle

Institute Français de la Vigne et du Vin (IFV)
Biopôle
28 rue de Herrlisheim
68000 Colmar
https://www.vignevin.com/deperissements/
- Eric Meistermann
- Céline Abidon

Suisse

Bildungszentrum Wallierhof
Höhenstraße 46
4533 Riedholz
https://www.so.ch/verwaltung/volkswirtschaftsdepartement/amt-fuer-landwirtschaft/bildungszentrum-wallierhof/weiterbildung-und-information/pflanzen-und-obstbau/obst-und-gemuesebau/
- Philipp Gut

Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FIBL)
Ackerstraße 113
Postfach 219
5070 Frick
https://www.fibl.org/de/schweiz/forschung/nutzpflanzenwissenschaften/pb-projekte/invaprotect.html
- Dr. Sibylle Stöckli
- Dr. Fabian Cahenzli
- Dr. Claudia Daniel

Landwirtschaftliches Zentrum Ebenrain (LZE)
Ebenrainweg 27
4450 Sissach
https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/volkswirtschafts-und-gesundheitsdirektion/landw-zentrum-ebenrain/landwirtschaft/spezialkulturen/kirschessigfliege
- Dr. Urs Weingartner
- Dr. Franco Weibel

Landwirtschaftliches Zentrum Liebegg (LZL)
Liebegg 1
5722 Gränichen
https://www.liebegg.ch/de/dokumente-kirschessigfliege.html
- Daniel Schnegg
- Othmar Eicher
- Urs Podsorski

Partenaires associés

- Landratsamt Karlsruhe
- Landwirtschaftsamt Bruchsal
- Landratsamt Ortenaukreis
- Landratsamt Ludwigsburg
- Landratsamt Breisgau-Hochschwarzwald
- Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee (KOB) (seuls les ennemis naturels de *Drosophila suzukii*)
- Comptoir Agricole de Hochfelden (CAH)
- Coopérative Agricole de Céréales-Ampelys (CAC)
- Groupe Armbruster
- Vitisphère Alsace
- Canton de Soleure
- Canton d'Argovie
- Canton de Bâle-Campagne

MENTIONS LÉGALES

Éditeur : Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ), Neßlerstr. 25, 76227 Karlsruhe, Allemagne

Tél. : +49 721/9468-0, E-Mail : poststelle@ltz.bwl.de, www.ltz-augustenberg.de

Rédaction : Dr. Kirsten Köppler, Mise en page : Jörg Jenrich

Impression : RetschDruck e. K., Nagold

Octobre 2019

Landwirtschaftliches
Technologiezentrum
Augustenberg

Baden-Württemberg