

**AFPP – 6^e CONFÉRENCE SUR LES MOYENS ALTERNATIFS DE PROTECTION
POUR UNE PRODUCTION INTÉGRÉE
LILLE – 21, 22 ET 23 MARS 2017**

LUTTER CONTRE *DROSOPHILA SUZUKII* (MATSUMURA) SANS INSECTICIDES : EST-CE UNE UTOPIE ?

M. DORSAZ⁽¹⁾, S. FISCHER⁽²⁾, C. A. BAROFFIO⁽¹⁾.

⁽¹⁾Agroscope, 1964 Conthey, Suisse catherine.baroffio@agroscope.admin.ch

⁽²⁾Agroscope Changins, 1260 Nyon, Suisse

RÉSUMÉ

La drosophile à ailes tachetées (*Drosophila suzukii* Matsumura) a été détectée en Suisse en juillet 2011. Elle s'est établie rapidement sur tout le pays, causant de gros dégâts sur les petits fruits, les cerises et les prunes. La Suisse a mis en place une stratégie au niveau national en associant un système de surveillance efficace à des mesures d'hygiène et des piégeages de masse. Les applications insecticides, en général à base de spinosynes, ne sont envisagées qu'en dernier recours. En complément à cette stratégie déjà opérante, des alternatives innovantes sont envisagées, en particulier l'usage de substances répulsives ou de masquage. Cet article aborde principalement l'activité de protection des traitements à base d'hydroxyde de chaux en culture de petits fruits.

Mots-clés : *Drosophila suzukii*, petit fruit, chaux, répulsif, mesure d'hygiène.

ABSTRACT

COMBAT *DROSOPHILA SUZUKII* (MATSUMURA) WITHOUT PESTICIDES: IS IT A UTOPIA?

Spotted-wing drosophila (*Drosophila suzukii* Matsumura) was detected in Switzerland in July 2011. It quickly spread throughout the country, causing heavy damage to the berries, cherries and plums. Switzerland has implemented a strategy at the national level by combining an effective monitoring system with hygiene measures and mass trapping. Insecticide applications, usually based on spinosyns, are only considered as a last resort. In addition to this already operative strategy, innovative alternatives are being considered, in particular the use of repellents or masking substances. This article mainly discusses the protection activity of the treatments based on calcium hydroxide in small fruit cultivation.

Keywords: *Drosophila suzukii*, berry, repulsive, lime, sanitary measure.

INTRODUCTION

L'expansion continue du commerce international peut entraîner des invasions d'insectes exotiques causant de sévères dégâts dans les régions agricoles (Bacon *et al.*, 2012). La drosophile à ailes tachetées (*Drosophila suzukii* Matsumura) en est un exemple dramatique, causant depuis 2008 des pertes immenses sur tous les continents (Cini *et al.*, 2014 ; Asplen *et al.*, 2015). La mouche a été détectée en Suisse en juillet 2011 (Baroffio et Fischer 2011). Elle s'est établie rapidement sur tout le pays causant de gros dégâts sur les petits fruits, les cerises, les pruneaux (Baroffio *et al.*, 2013). Chaque pays colonisé par l'insecte a mis en place des stratégies pour lutter contre ce ravageur (Asplen *et al.*, 2015; Haye *et al.*, 2016). La première réaction a été de tester les insecticides potentiellement efficaces, et certains pays, comme les Etats Unis, le Canada, ou le Royaume-Uni, ont établi une stratégie principalement basée sur la lutte chimique (Bruck *et al.*, 2011; Van Timmeren et Isaacs, 2013; Cuthbertson *et al.*, 2014).

Les insecticides efficaces présentent un large spectre et sont malheureusement peu compatibles avec une stratégie de protection intégrée : des pyrèthrinoides, néonicotinoïdes ou spinosynes sont ainsi utilisés chaque semaine pendant la période de récolte (Haye *et al.*, 2016). Une stratégie purement chimique montre en outre ses limites au point de vue des résistances induites et des résidus sur les fruits. Au Canada, des tests sont conduits afin de réduire les traitements, soit en produisant sous tunnel (Rogers *et al.*, 2016), soit en alternant au cours du temps les lignes de culture traitées (Klick *et al.*, 2016). D'autres méthodes de lutte ont toutefois été testées, puis d'ores et déjà mises en place. Les filets ont prouvé leur efficacité, même si les aspects pratiques ne sont pas toujours faciles à gérer (Cormier *et al.*, 2015 ; Leach *et al.*, 2016). Dans les petits fruits, ils sont principalement utilisés en cultures de myrtilles où les mesures d'hygiène ne sont pas praticables (Grassi et Pallaoro, 2012). Les filets doivent être installés avant le début de coloration des fruits. La pollinisation doit être assurée au moyen de bourdons, et le climat doit être surveillé attentivement, des mailles de filet de 1.3 mm perturbant la ventilation naturelle.

D'autre part, des pièges et attractifs de différentes formes, tailles et couleurs ont été testés dans nombre de contrées (Landolt *et al.*, 2012 ; Cha *et al.*, 2014; Baroffio *et al.*, 2014). Les pièges peuvent servir comme aide à la décision (pièges de surveillance), mais aussi de moyens de lutte active dans le cadre d'un piégeage de masse. Les résultats sont variables selon les conditions et les cultures. En effet, pour agir efficacement, un piège doit être plus attractif que le fruit pour l'insecte. L'emplacement et la position du piège sont également déterminants : en plein soleil il n'aura jamais une bonne efficacité, la drosophile affectionnant les zones humides et ombragées.

Enfin, les mesures d'hygiène constituent un des facteurs-clés pour garantir le succès d'une stratégie globale (Köppler, 2014), intégrant de courts intervalles de récolte à l'élimination idoine des fruits surmaturés ou abimés (Lee *et al.*, 2011).

La Suisse a mis en place sa stratégie au niveau national en associant un système de surveillance efficace et une stratégie intégrant les divers moyens mentionnés plus haut, en premier lieu les mesures d'hygiène et le piégeage de masse. Les applications insecticides, en général à base de spinosynes, ne sont envisagées qu'en dernier recours (Baroffio *et al.*, 2015). En complément à cette stratégie déjà opérante, des alternatives innovantes sont envisagées, en particulier l'usage de substances répulsives ou de masquage. Cet article aborde principalement l'activité de protection des traitements à base d'hydroxyde de chaux en culture de petits fruits.

MATERIEL ET MÉTHODES

UTILISATION ET FONCTIONNEMENT DE LA CHAUX

La chaux éteinte, ou hydroxyde de calcium, de formule brute Ca(OH)_2 est utilisée dans de nombreux domaines tels que la construction, l'industrie alimentaire, la médecine ou l'agriculture (Kudlacz, 2013). En agriculture, l'hydroxyde de calcium sert à améliorer les propriétés physico-chimiques et l'activité biologique des sols par élévation de leur pH (Soltner, 2005). Mais, la chaux peut aussi être appliquée directement sur les plantes et les fruits, sous forme de poudre ou en solution aqueuse, y produisant des réactions intéressantes contribuant potentiellement à lutter contre *D. suzukii* (Dorsaz, 2016). Actuellement, les connaissances concernant l'efficacité de la chaux contre *D. suzukii* sont limitées. Elles

proviennent d'observations faites par des producteurs et fournisseurs de produits phytosanitaires et d'un essai sur framboises réalisé en 2014. Cet essai préliminaire avait montré que l'application régulière de chaux associée au tri des fruits diminuait considérablement la présence de larves de drosophiles. Le fonctionnement exact du produit n'est cependant pas entièrement connu et compris (Baroffio, 2014). La chaux a des propriétés désinfectantes qui nettoient la surface extérieure et les microfissures de la plante (Gerber, 2015) et tue ainsi les agents pathogènes (Heijne *et al.*, 2005) et les stades larves et œufs de certains insectes. Sa forte basicité, modifiant temporairement le pH de la surface du fruit, jouerait un rôle de répulsif ou plutôt de masquage, diminuant la capacité de *D. suzukii* à localiser les fruits-hôtes. Little *et al.* (2016) ont d'ailleurs constatés que *D. suzukii* préférait les petits fruits au pH bas et acide. La chaux est toutefois rapidement réduite en carbonate de calcium par le CO₂ de l'air et perdrait donc de son effet protecteur (Gerber, 2015).

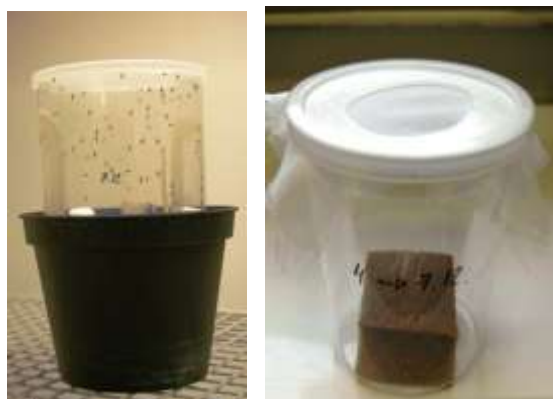
Le produit commercial utilisé pour les essais de traitements est le NEKAPUR 2[®] de la firme KFN (Kalkfabrik[®]Netstal[®]AG) ; il s'agit d'une formulation alimentaire. Le dosage du produit est de 1.8 kg/ha, dilué dans 1000 l d'eau.

Le pH de la solution avant application est censé être supérieur à 12. Il est mesuré à l'aide du pH-mètre portable *Seven2GoTM* de la marque *METTLER TOLEDO*. Le mélange est ensuite pulvérisé sur les fruits dans la culture le soir ou tôt le matin. En cas de pluie prévisible, il est si possible appliqué après les précipitations (et non avant), afin de bénéficier de conditions plus favorables à l'effet escompté (températures plus basses et humidité relative plus élevée) et éviter de perturber les auxiliaires.

Pour mettre en évidence un effet répulsif de la chaux, des tests ont d'abord été conduits en laboratoire à l'aide de *D. suzukii* provenant de notre propre élevage. Dans une deuxième phase, les essais ont été conduits en conditions « semi-field », sur des plants de myrtiliers placés individuellement sous des tentes de tulle fin. Les essais en laboratoire et en semi-field permettent de quantifier avec plus d'exactitude les facteurs non maîtrisables en conditions de culture : températures ambiantes, quantités de fruits testés, nombre d'insectes reproducteurs, nombres d'œufs et de larves dans les fruits.

Les *D. suzukii* utilisées pour ces essais proviennent d'élevages maintenus à Agroscope Changins (Nyon, VD). Elles sont élevées en cellules climatisées (23°C, humidité relative 65-70%, photopériode 16/24 h) sur un milieu nutritif agarisé à base de banane et de levures selon la recette de Chabert (Figure 1).

Figure 1 : Boîte de ponte (à gauche) et boîte de développement des larves (à droite)
(Left: egg-laying box and right: rearing of larvae (12 days))



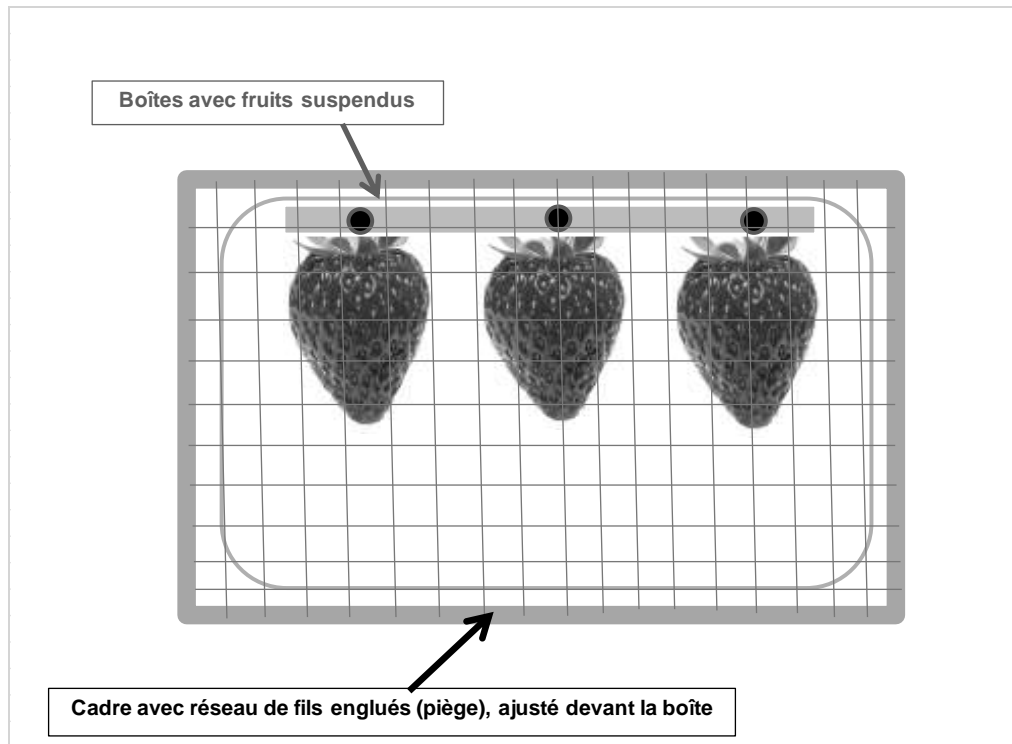
ESSAIS EN LABORATOIRE

Essai 1 : Effet d'un traitement à la chaux sur l'attractivité de fraises pour les femelles de *D. suzukii*

Ce test a pour but de mesurer l'éventuelle baisse d'attractivité de fruits traités à la chaux. L'essai est conduit dans une cage de 1 m³ avec des conditions constantes (22°C ; 65-70 % RH et une photopériode de 16/24h). Des fraises (3 fruits par répétition) sont trempées dans une solution de lait de chaux à la concentration de 1.8 g/l et comparées à une variante témoin non traitée. Il y a 2

répétitions par procédé (sans validation statistique). Après égouttage, les fraises sont suspendues dans des cadres en plastique, de manière à se trouver derrière un réseau de fils de perlon englués (épaisseur du fil 0.2 mm, mailles de ~10 x 10 mm). 50 femelles de *D. suzukii* en phase reproductive sont introduites dans la cage. Chaque jour, le nombre d'individus piégés sur les fils est décompté, puis remplacé par une quantité équivalente de nouvelles femelles.

Figure 2 : Détail de l'essai 1 en laboratoire
(Disposition of the trial Nr.1)



Essai 2 : Effet de la chaux sur les œufs de *D. suzukii* sur myrtilles

Cet essai, conduit dans les mêmes conditions que le précédent, visait à vérifier un éventuel effet ovicide de la chaux sur les œufs de *D. suzukii*. Une quarantaine de fruits, provenant du commerce, sont placés durant 24 heures dans une cage contenant 50 femelles de *D. suzukii* en état de reproduction. Les œufs déposés sont ensuite décomptés sous la loupe sur chacun des fruits en observant les trous d'oviposition bien visibles sur des fruits à peau lisse. Puis la moitié de ces derniers sont trempés dans l'eau (+ mouillant ETALFIX à 0.1%) (Procédé Témoin) ou dans le lait de chaux (+ mouillant); il y a donc 20 répétitions par procédé (1 répétition = 1 fruit). Les fruits sont ensuite déposés individuellement dans une petite boîte plastique à couvercle ventilé, sur un morceau de papier absorbant. Les fruits sont laissés en évolution jusqu'à émergence totale des insectes ayant atteint viablement le stade adulte (~20 jours à 25°C). Le rapport entre le nombre de mouches émergées et le nombre d'œufs pondus est calculé.

ESSAI EN SEMI FIELD

Cet essai pour évaluer l'effet des applications de chaux sur l'infestation de myrtilles par *D. suzukii* (en condition de non-choix) a été conduit sur des myrtilles dans des tentes insect-proof (L x l x h = 1 m x 1 m x 2.30 m). Le protocole est résumé dans le tableau 1. La solution de chaux est appliquée à l'aide d'un pulvérisateur manuel « hobby star » de BIRCHMEIER.

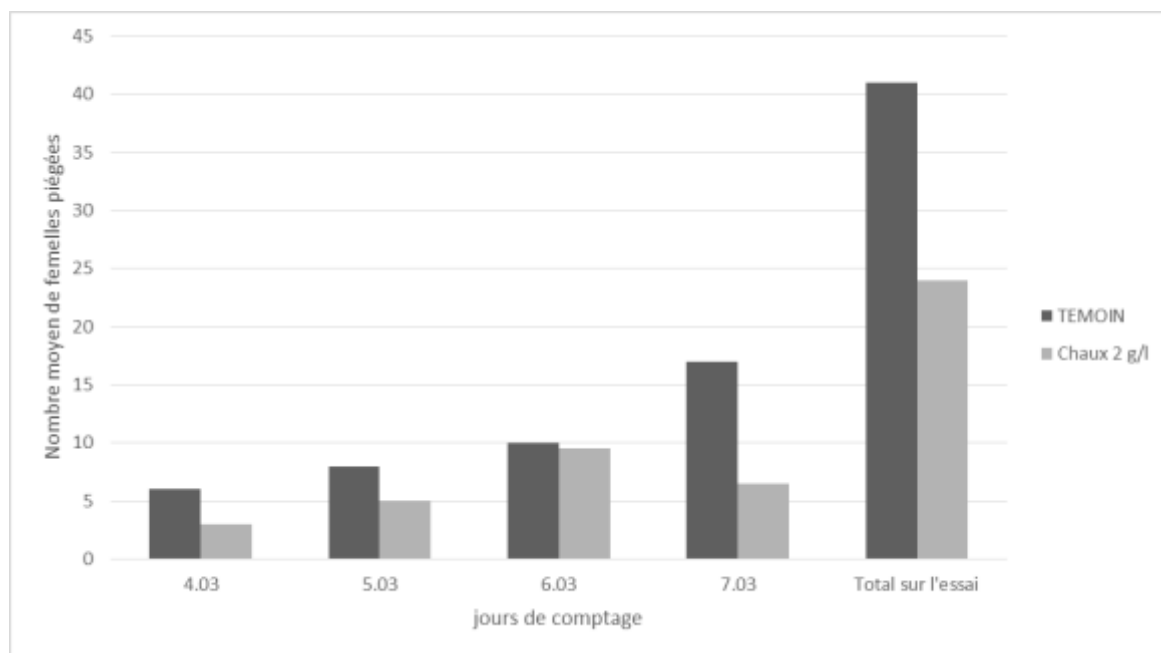
Tableau I : Caractéristiques de l'essai myrtille sur le traitement à la chaux en semi-field
(Semi field trial on blueberries with lime)

Paramètres	Myrtilles
Taille des modalités	1 conteneur/tente 7 répétitions (tentes)
Témoin	1 conteneur/tente 7 répétitions (tentes)
Modalités 1	Solution de chaux ; 1.8 kg de chaux / ha (dose bouillie : 1000 l/ha)
Modalités 2	Témoins non traités
Fréquences des applications	Chaque semaine
Introductions <i>D. suzukii</i>	5 couples/semaine/tente (effectuées 1 jour après le traitement)
Durée de l'essai	22.07 – 22.08.2015
Analyse des infestations	10 fruits/conteneur/semaine

RESULTATS

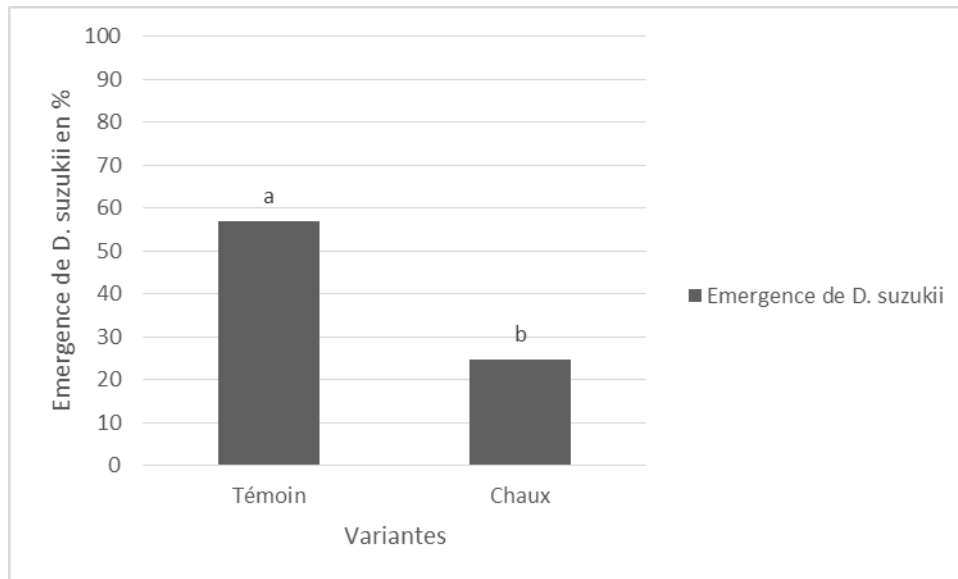
Les essais en laboratoire ont clairement mis en évidence un effet de la chaux. Le 1^{er} essai met en évidence une tendance (sans validation statistique) à une attractivité diminuée d'une fraise traitée à la chaux par rapport à un fruit intact : 41 femelles ont été prises dans les fils englués autour des fruits traités et seulement 23 autour des fruits enduits de chaux (Figure 3).

Figure 3 : Effet de l'attractivité de la chaux sur des fraises en laboratoire
(Lime attractivity on strawberries in a laboratory trial)



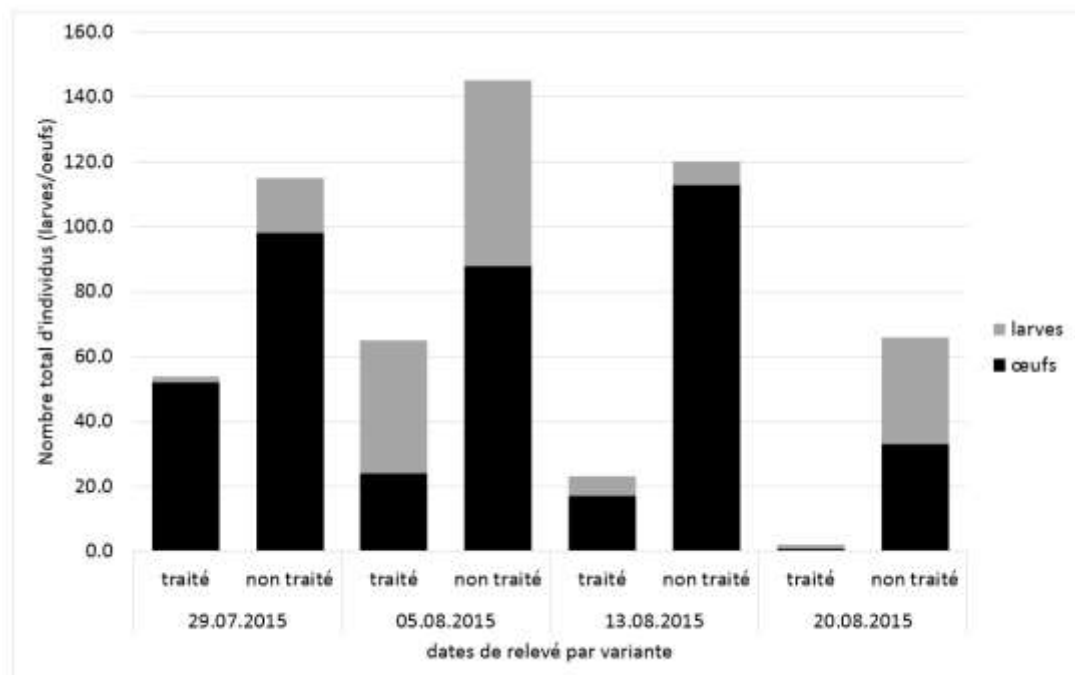
L'effet ovicide a été statistiquement démontré dans l'essai 2 (Figure 4) avec seulement 24% d'émergence d'adulte de *D. suzukii* provenant de fruits traités à la chaux et 57% provenant du témoin.

Figure 4 : Effet ovicide de la chaux sur des myrtilles en laboratoire
(Lime effect on blueberries in a laboratory trial)



Les essais en conditions semi field effectués sur myrtilles ont également mis en évidence un effet de la chaux : à toutes dates confondues, les myrtilles non traitées ont été plus infestées que les myrtilles traitées (Figure 5). D'autre part, dans les myrtilles traitées, l'infestation diminue avec le temps alors que dans le témoin il demeure assez constant et élevé. Le nombre d'œufs est plus important que le nombre de larves (sauf pour la modalité « traité » du 05.08.2015). La différence est significative pour la dernière date du 20.08.2015 (P : 0.034).

Figure 5 : Somme des infestations (larves et œufs) de *D. suzukii* par date de relevé et modalité sur myrtilles en semi-field
(Total amount of infestations (larvae and eggs) per date and modality for a semi-field trial on blueberries)



DISCUSSION

Les essais menés en conditions de laboratoires et de semi-field mettent en évidence un effet positif de la chaux. L'essai en semi-field montre notamment l'efficacité de ce traitement. Après plusieurs applications, la chaux réduit significativement les attaques de *D. suzukii* dans les myrtilles. Elle semble en outre être plus efficace contre les œufs que contre les larves. Il se pourrait que la chaux se dépose sur les filaments respiratoires se trouvant à l'extérieur des fruits ce qui asphyxierait les œufs. Les larves, étant à l'intérieur du fruit, sont ainsi moins exposées. La baisse du pH après un traitement à la chaux pourrait également jouer un rôle ; ce thème doit encore être approfondi. Cependant, comme les autres méthodes de lutte testées et utilisées jusqu'ici, celle-ci ne saurait à elle seule régler le problème de *D. suzukii*. Par conséquent, la chaux ne pourra pas remplacer la stratégie actuelle à savoir une combinaison de mesures d'hygiène, de poses de piègeages pour un piègeage de masse ou de filets selon les cultures et en dernier ressort un traitement insecticide. Elle pourrait par contre la compléter et ainsi contribuer à réduire et retarder l'application d'insecticides.

CONCLUSION

Selon les résultats de ces présents essais, la chaux semble être une alternative intéressante qui pourrait être utilisée en complément des moyens déjà à disposition. D'autant plus qu'avec sa faible concentration (1.8 kg / ha pour 1000 l d'eau), la chaux laisse généralement les fruits sans aucune marque. La taille des gouttes de pulvérisation et la température au moment du traitement jouent un rôle important sur le marquage ou non des fruits : un traitement au turbo ne laisse aucune marque tandis qu'un traitement au gun peut marquer les fruits car les gouttes sont beaucoup plus grosses. Si la température est assez chaude (fin de journée), le produit sèche rapidement et forme une couverture uniforme sur le fruit ; tandis qu'un traitement à une température plus fraîche, laisse le temps au produit de ruisseler le long du fruit et de créer des tâches. La chaux utilisée étant homologuée dans l'alimentation, il n'y a aucun risque pour la santé humaine. Un sac de 25 kg de chaux coûte 10 euros environs. Cette technique doit toutefois être approfondie avec notamment des essais à plus grande échelle et dans des cultures commerciales où les conditions environnementales ne peuvent être contrôlées. Une demande est en cours pour homologuer la chaux comme substance de base.

En cas de présence importante de *D. suzukii*, la lutte chimique peut être une solution efficace à l'échelle d'une culture, quoique très éphémère. Et les déconvenues réitérées jalonnant l'histoire de la phytothérapie prouvent qu'un recours au « tout chimique » ne saurait représenter une stratégie réaliste à terme.

En effet, l'un des défis principaux de la lutte contre ce ravageur est de conserver ses populations hivernantes et printanières au niveau le plus bas possible et ce, le plus longtemps possible, puis d'éviter la montée exponentielle de sa population en cours de saison. Or, la flexibilité écologique et spatiale de l'insecte rend toute solution chimique clairement inopérante pour atteindre un tel objectif.

Nous arguons donc que la recherche de moyens alternatifs reste indispensable pour garantir une production de fruits de qualité et, si possible, sans résidus.

Les moyens actuellement à disposition pour lutter contre *D. suzukii* sont principalement préventifs et ne peuvent en aucun cas contrôler le ravageur lorsqu'ils sont utilisés indépendamment. Seule une stratégie combinant plusieurs méthodes de lutte parvient à contrôler les dégâts causés par *D. suzukii*. Notre stratégie actuelle est avant tout basée sur des mesures strictes d'hygiène en ne laissant aucun fruit sur le sol, en éliminant de manière sûre les fruits abîmés ou surmaturés, en ayant des intervalles de récolte plus courts (2 à 3 jours maximum) et en stockant rapidement au froid les fruits récoltés. La surveillance tout au long de l'année dans toutes les régions de production fruitière permet de réagir très rapidement dès l'apparition du ravageur. Un site internet (www.drosophilasuzukii.agroscope.ch) permet à tout le monde de voir l'évolution hebdomadaire de la situation. Les stratégies de lutte dans les petits fruits comprennent le piègeage de masse (en posant au périmètre des cultures des pièges tous les 2 mètres) et la pose de filets dans les cultures où les mesures d'hygiène sont difficiles à appliquer (les myrtilles par exemple).

Le catalogue des méthodes non chimiques à disposition des producteurs s'enrichit au fil des recherches, et leur combinaison constituera bien l'unique stratégie pragmatique susceptible de diminuer les risques économiques et environnementaux induits par *D. suzukii*.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient chaleureusement Fabio Kuonen et André Ançay pour leur aide et soutien dans la gestion des essais.

BIBLIOGRAPHIE

- Asplen M., Anfora G., Biondi A., Choi D.-S., Chu D., Daane K.-M., Gibert P., Gutierrez A., Hoelmer K., Hutchinson W., Isaacs R., Jiang Z., Karpati Z., Kimura M.-T., Pascual M., Philips C., Plantamp C., Ponti L., Vetek G., Vogt H., Walton V.-M., Yu T., Zappala L., and Desneux N., 2015. Invasion biology of spotted wing drosophila (*Drosophila suzukii*) : a global perspective and future priorities. *Journal of Pest Science*, 88, 469-94
- Bacon S.-J., Bacher S., and Aebi A., 2012. Gaps in Border Controls Are Related to Quarantine Alien Insect Invasions in Europe, *Plos One*, 7(10), 1-9
- Baroffio, C., and Fischer S., 2011. Nouvelle menace sur les vergers. *Revue UFA*, 11, 1-2.
- Baroffio C., Fischer S., Kehrl P., Kuske S., Brand G., Samietz J., Linder C., and Salamanca B., 2013. Evaluation des dommages causés par *Drosophila suzukii*, développement de mesures de contrôle et stratégies de lutte : Rapport annuel 2012. In *Rapport annuel 2012*, 11. Agroscope.
- Baroffio C., 2014. Essais Baies – Stratégie de lutte contre SWD Effet d'un traitement à la chaux sur la *Drosophila suzukii*. Agroscope Rapport d'essai n°B06, non publié, Agroscope, Conthey, 1-5.
- Baroffio, C, P. Richoz, S. Fischer, S. Kuske, Ch Linder, and P. Kehrl. 2014. 'Monitoring *Drosophila suzukii* in Switzerland in 2012', *Journal of Berry Research*, 4, 47-52.
- Baroffio C., Huber B., Kopp M., Marazzi C., Mariéthoz J., Sandrini F., Hagen T., and Zurflüh M., 2015. *Drosophila suzukii* Stratégie 2015 pour les petits fruits. In *Agroscope Fiche technique*, 2. Conthey Agroscope.
- Bruck D.-J., Bolda M., Tanigoshi L., Klick J., Kleiber J., DeFrancesco J., Gerdeman B., and Spitler H., 2011. Laboratory and field comparisons of insecticides to reduce infestation of *Drosophila suzukii* in berry crops. *Pest Management Science*, 67, 1375-85.
- Chad.-H., Adams T., Werle C.-T., Sampson B.-J., Adamczyk J.-J., Rogg H., and Landolt P.-J., 2014. A four-component synthetic attractant for *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) isolated from fermented bait headspace. *Pest Management Science*, 70, 324-31.
- Cini A., Anfora G., Escudero-Colomar L.-A., Grassi A., Santosuosso U., Seljak G., and Papini A., 2014. Tracking the invasion of the alien fruit pest *Drosophila suzukii* in Europe. *Journal of Pest Science*, 87, 559-66.
- Cormier D., Veilleux J., and Firlej A., 2015. Exclusion net to control spotted wing *Drosophila* in blueberry fields . *IOBC wprs Bulletin*, 109, 4.
- Cuthbertson A.-G.-S., Collins D., Blackburn L.-F., Audsley N., and Bell H., 2014. Preliminary screening of potential control products against *Drosophila suzuki*. *Insects*, 5, 488-98.
- Dorsaz M., 2016. Amélioration des méthodes de lutte contre *Drosophila suzukii* dans les baies et cerises en Valais (Suisse). Travail de master. Zollikofen, 1-48.
- Gerber H., 2015. Einsatz von Pflanzenstärkungs-Produkten in Kombination mit Fruchtkalk. Beitrag Fachtagung Lösungsansätze zur Kirschesfigliegenbekämpfung mit fimum fruchtkalk, 12.03.2015, Fullinsdorf, présentation Powerpoint.
- Grassi A., and Pallaoro M., 2012. *Drosophila suzukii* (Matsumura), a revolution for soft fruits in Trentino. In *Ecofruit. 15th International conference on organic fruit-growing.*, Hohenheim: Fördergemeinschaft Ökologischer Obstbau e.V. (Föko), 179-86.
- Haye T., Girod P., Cuthbertson A.-G.-S., Wang X., Daane K.-M., Hoelmer K., Baroffio C., Zhang J.-P., and Desneux N., 2016. Current SWD IPM tactics and their practical implementation in fruit crops across different regions around the world.. *Journal of Pest Science*, 10, 1-9
- Heijne B., Frans de Jong P., Wenneker M., and Jansonius P.-J., 2005. Slaked lime against european fruit tree canker : efficacy and introduction into practice. Contribution: Researching sustainable

systems. Proceedings of the First Scientific Conference of the International Federation of Organic Agriculture Research (ISO FAR), held in cooperation with the International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), 21-23 Septembre 2005, Adelaide Convention Centre, Adelaide, South Australia. International Society of Organic Agriculture Research (ISO FAR), Bonn, page consultée le 20.10.2016, <https://shop.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1394-research-sustainable-systems.pdf>.

Klick J., Yang W., Lee J., and Bruck D.-J., 2016. Reduced spray programs for *Drosophila suzukii* management in berry crops. *International Journal of Pest Management*, 1-10.

Köppler K., 2014. Die Kirschessigfliege. Erfahrungen nach zwei Jahren in Deutschland. *Obstbau*, 5, 286-88.

Kudlacz K., 2013. Phase transitions within the lime cycle: Implications in heritage conservation. In *Editorial de la Universidad de Granada*, 1, 183.

Landolt P.-J., Adams T., and Rogg H., 2012. Trapping spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae), with combinations of vinegar and wine, and acetic acid and ethanol. *Journal of applied Entomology*, 136, 148-54.

Leach H., Van Timmeren S., and Isaacs R., 2016. Exclusion netting delays and reduces *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) infestation in raspberries. *Journal of Economic Entomology*, 1-8.

Lee J.- C., Bruck D.-J., Dreves A.-J., Ioriatti C., Vogt H., and Baufeld P., 2011. In Focus: Spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii*, across perspectives. *Pest Management Science*, 67, 1349-1351.

Little C.-M., Chapman T.-W., Moreau D.-L., and Hillier N.-K., 2017. Susceptibility of selected boreal fruits and berries to the invasive pest *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). *Pest Management Science*. 73(1): 160-166.

Rogers M., Burkness E., and Hutchinson W., 2016. Evaluation of high tunnels for management of *Drosophila suzukii* in fall-bearing red raspberries: Potential for reducing insecticide use. *Journal of Pest Science*.

Soltner D., 2005. Les amendements minéraux basiques, calciques et magnésiens. In Soltner (ed.), *Les bases de la production végétale tome I: le sol et son amélioration*. Sciences et techniques agricoles, Bressuire, 272-294.

Van Timmeren S., and Isaacs R., 2013. Control of spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii*, by specific insecticides and by conventional and organic crop protection programs. *Crop Protection*, 54, 126-133.