

Recherches d'alternatives aux traitements chimiques: exemple de la chaux

Mélanie DORSAZ¹ et Serge FISCHER²

¹Agroscope, 1964 Conthey, Suisse – ²Agroscope, 1260 Nyon, Suisse

Renseignements: Mélanie Dorsaz, e-mail: melanie.dorsaz@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 481 35 47, www.agroscope.ch



Traitement de myrtilles avec une solution de chaux.

Introduction

Drosophila suzukii (Diptera: Drosophilidae) est un ravageur originaire d'Asie du Sud qui a su profiter de l'expansion du commerce international pour élargir son aire de répartition à tous les continents, excepté l'Australie (Cini *et al.* 2014; Depra *et al.* 2014; Asplen *et al.* 2015). Face à ce problème, chaque pays concerné a mis en place des stratégies pour contrôler ce ravageur. Certains ont basé leur stratégie sur la lutte chimique

(Bruck *et al.* 2011; Cuthbertson *et al.* 2014), mais celle-ci montre rapidement ses limites au point de vue des résistances et des risques de résidus (Asplen *et al.* 2015).

La Suisse possède une approche de gestion fondée sur un réseau national de surveillance et une stratégie de lutte comprenant notamment des mesures d'hygiène et un système de piégeage de masse (Baroffio, 2016). Pour l'améliorer, d'autres méthodes sont testées, l'objectif étant de proposer aux producteurs des stratégies flexibles, efficaces, rentables, et adaptées à leurs besoins.

Cet article se focalise sur l'usage de traitements à base d'hydroxyde de calcium (chaux éteinte). En agriculture, la chaux sert principalement à élever le pH des sols (Soltner, 2005). Mais elle peut aussi être appliquée directement sur les plantes, y induisant des réactions intéressantes et, dans le cas d'espèce, présentant un potentiel d'activité contre *D. suzukii*. Le mode d'action n'est pas totalement éclairci, mais il semble que la forte basicité de la chaux modifie temporairement le pH à la surface du fruit, jouant un rôle de répulsif ou, plus vraisemblablement, de masquage superficiel, ce qui diminuerait la capacité de *D. suzukii* à localiser les fruits hôtes (Dorsaz, 2016).

Matériel et méthodes

Chaux

Les essais ont été réalisés avec une chaux à usage alimentaire, de marque Nekapur 2® de la firme KFN (Kalkfabrik Netstal AG), à un dosage équivalent à 1,8 kg de produit dilué dans 1000 l d'eau par hectare. Le pH de la solution, qui doit être supérieur à 12, est mesuré à l'aide du pH-mètre portable Seven2Go™, de la marque Mettler Toledo.

Pour les essais en semi-field (environnement semi-contrôlé), le mélange est appliqué sur les fruits à l'aide d'un pulvérisateur manuel.

Insectes

Les *D. suzukii* utilisées proviennent des élevages d'Agroscope Changins. Les insectes sont élevés en cellules climatisées à 23 °C avec une humidité de 65–70 % et une photopériode de 16–24 heures. Elles sont nourries avec un milieu nutritif agarisé à base de banane et de levure (selon la recette, légèrement modifiée, proposée par Chabert *et al.* 2011).

Matériel végétal

Les essais en laboratoire ont été effectués sur des fraises et des myrtilles provenant du commerce.

Les essais en semi-field ont été réalisés avec le matériel végétal disponible à Agroscope Conthey, comme indiqué dans le tableau 1.

Tableau 1 | Caractéristiques des myrtilles de l'essai en semi-field

| Paramètres | Myrtilles |
|-----------------------|------------------------------------------|
| Lieu | Conthey |
| Date de plantation | 2015 |
| Variété | Liberty |
| Système de production | Hors-sol en conteneurs plastiques (45 l) |
| Système d'irrigation | Goutte à goutte |
| Environnement | Sous serre |

Résumé

Pour lutter contre la drosophile du cerisier, la Suisse a mis en place une stratégie de lutte combinant plusieurs mesures telles qu'un monitoring national, des mesures d'hygiène et un système de piégeage de masse. En complément, d'autres méthodes sont testées et évaluées dans l'idée de compléter et améliorer la stratégie actuelle. Avec ses propriétés répulsives et de masquage, la chaux est une piste à envisager. Des essais ont été conduits en laboratoire et en semi-field pour déterminer l'intérêt de cette substance contre *D. suzukii*. En laboratoire, la chaux a contribué, quoique de manière statistiquement non significative, à une baisse d'attractivité des fruits. Un effet ovicide a, quant à lui, été statistiquement vérifié. Un essai en semi-field met également en évidence les effets positifs de la chaux, les plants non traités étant constamment plus infestés que les plants traités. Après plusieurs applications, une différence statistiquement significative du nombre de larves par fruit est même perçue.

Essais en laboratoire

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

Ce premier test a pour but de mesurer l'éventuelle baisse d'attractivité de *D. suzukii* pour des fruits traités à la chaux. Il est conduit dans une cage de 1 m³ placée en cellule climatisée aux conditions constantes (22 °C; 65–70 % d'humidité relative et une photopériode de 16/24h).

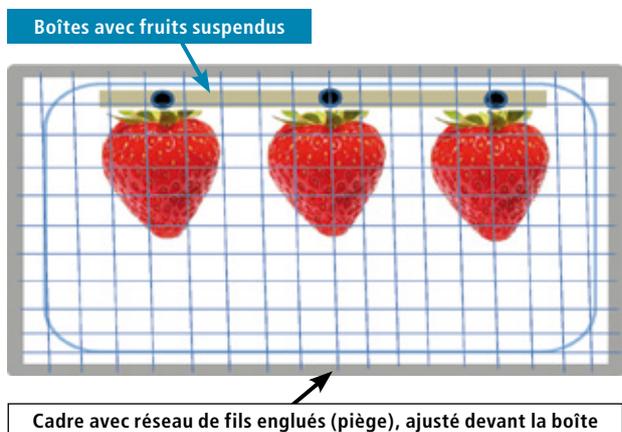


Figure 1 | Représentation de l'essai 1 en laboratoire sur l'attractivité de fraises envers les femelles de *D. suzukii*.

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 ~10x10 mm) (fig. 1). Les caractéristiques de l'essai sont exposées au tableau 2.

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

Cet essai, conduit dans les mêmes conditions climatiques que le précédent, visait à vérifier un éventuel effet ovicide de la chaux sur les œufs de *D. suzukii*. Quarante myrtilles sont placées durant 24 heures dans une cage contenant 50 femelles de *D. suzukii* en état de reproduction. Le nombre d'œufs déposés par fruit est alors décompté sous loupe binoculaire. Les myrtilles sont ensuite soumises aux procédés «traitement à la chaux et témoin non traité» (tabl. 3).

Essai en semi-field

Effet des applications de chaux sur l'infestation de myrtilles par *D. suzukii*

Cet essai vise à déterminer l'effet d'applications répétées de chaux sur les infestations de *D. suzukii* en se rapprochant un peu plus des conditions pratiques de production.

Il a été réalisé dans des tentes insect-proof (L x l x h = 1 m x 1 m x 2,30 m, maillage 300 x 200b μ) (fig. 2) comme indiqué au tableau 4.



Figure 2 | Essai en semi-field sur myrtilles en cages insect-proof et mode d'application de la chaux.

Tableau 4 | Caractéristiques de l'essai en semi-field

| Paramètres | Essai en semi-field |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Taille des modalités | 1 conteneur/tente |
| Répétitions par modalité | 7 |
| Modalités 1 | Témoins non traités |
| Modalités 2 | Solution de chaux |
| Fréquences des applications | Chaque semaine |
| Introductions <i>D. suzukii</i> | 5 couples/semaine/tente (effectuées 1 jour après le traitement) |
| Durée de l'essai | 5 semaines |
| Analyse des infestations | 10 fruits/conteneur/semaine |

Tableau 2 | Caractéristiques de l'essai 1 en laboratoire

| Paramètres | Essai 1 en laboratoire |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Taille des modalités | 3 fraises |
| Répétitions par modalité | 2 |
| Modalités 1 | Témoins non traités |
| Modalités 2 | Solution de chaux |
| Application du traitement | Une application en jour 1 |
| Lâcher de <i>D. suzukii</i> | 50 femelles en état de reproduction |
| Durée de l'essai | 4 jours |
| Analyse de l'attractivité | Nombre d'individus piégés sur les fils par jour (les insectes capturés sont remplacés par de nouvelles femelles chaque jour) |

Tableau 3 | Caractéristiques de l'essai 2 en laboratoire

| Paramètres | Essai 2 en laboratoire |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Taille des modalités | 1 myrtille |
| Répétitions par modalité | 20 |
| Modalités 1 | Témoins trempés dans de l'eau contenant le mouillant Etalfix à 0,1% |
| Modalités 2 | Solution de chaux contenant le mouillant Etalfix à 0,1 % |
| Application du traitement | Une application en jour 1 |
| Durée de l'essai | Environ 20 jours: chaque fruit est placé individuellement dans une boîte ventilée (25 °C) jusqu'à émergence totale des insectes |
| Détermination de l'effet ovicide | Rapport entre le nombre de drosophiles émergées et le nombre d'œufs pondus |

Résultats et discussion

Essai en laboratoire

Essai 1: effet de la chaux sur l'attractivité des fraises pour les femelles de *D. suzukii*

Les résultats montrent une tendance, statistiquement non significative, à la diminution d'attractivité des fraises traitées à la chaux. Sur les fils englués du procédé témoin, 41 femelles sont en effet piégées, contre 23 seulement pour les fruits traités à la chaux (fig. 3).

Essai 2: effet ovicide de la chaux sur myrtilles

Dans ce cas, l'effet ovicide est statistiquement démontré (fig. 4). Par rapport aux nombres de pontes déposées, on observe une émergence de 24 % d'adultes de

D. suzukii à partir des fruits traités à la chaux, alors que ce taux d'émergence atteint 57 % dans le procédé témoin.

Essai en semi-field

Effet des applications de chaux sur l'infestation de myrtilles

L'essai en conditions semi-field met également en évidence un effet de la chaux: toutes dates confondues, les plants non traités présentent une plus forte infestation que les fruits traités (fig. 5).

D'autre part, dans le procédé traité à la chaux, l'infestation diminue avec le temps, alors que dans le procédé témoin elle demeure constamment élevée. Le nombre d'œufs décomptés est en outre toujours plus

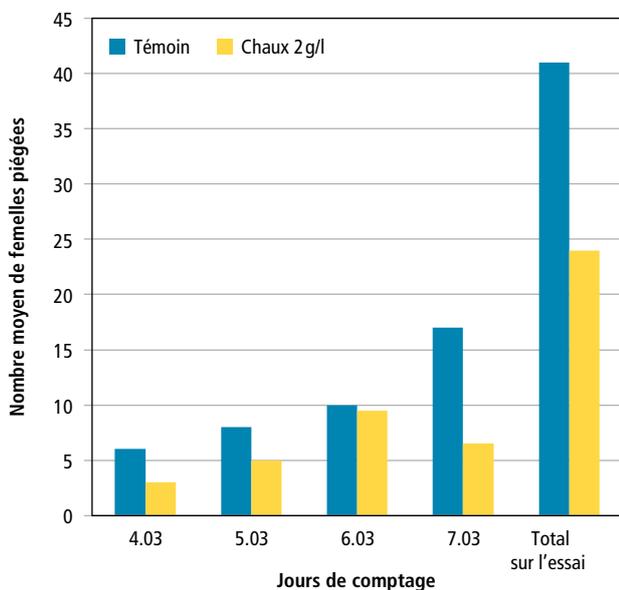


Figure 3 | Effet de la chaux sur l'attractivité des fraises pour *D. suzukii* en laboratoire.

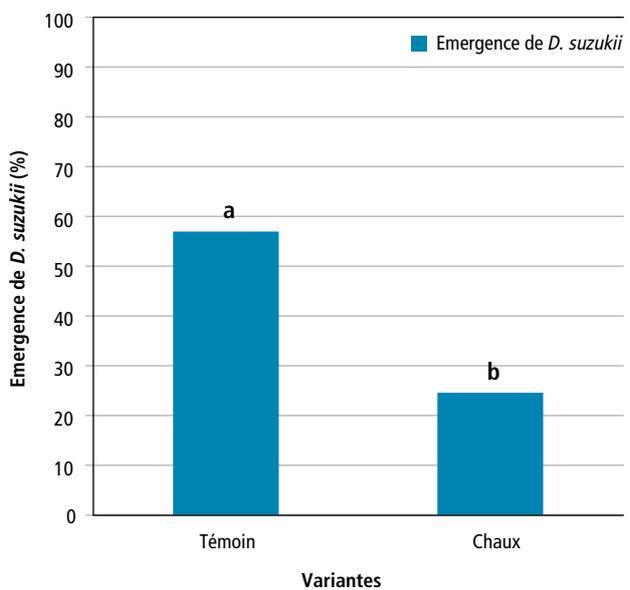


Figure 4 | Effet ovicide de la chaux envers *D. suzukii* sur des myrtilles en laboratoire.

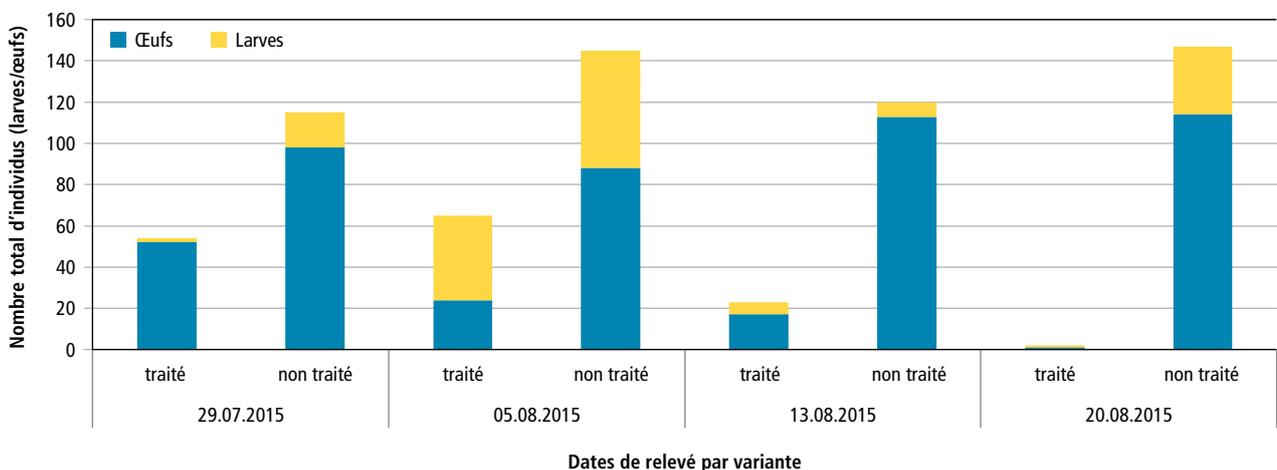


Figure 5 | Somme des infestations (larves et œufs) de *D. suzukii* par date de relevé et modalité sur myrtilles en semi-field.

important que celui des larves (sauf pour la modalité «traité» du 05.08.2015) (fig. 5).

Sur l'ensemble de l'essai (tabl. 5), il n'y a pas de différence statistiquement significative du nombre d'individus (œufs et larves) retrouvés dans les fruits au sein d'un même procédé. Avec une p-valeur de 0,034 au seuil de 5 %, les deux modalités du relevé du 20.08.2015 sont statistiquement différentes. A cette date, le nombre d'individus est systématiquement plus important pour les variantes non traitées.

Les essais menés en conditions de laboratoires et de semi-field mettent donc en évidence un effet positif de la chaux.



Myrtilles après un traitement avec une solution de chaux.

L'essai en semi-field sur myrtilles est particulièrement intéressant, démontrant l'efficacité de cette substance en condition de culture. Plusieurs applications de chaux permettent en effet de réduire significativement les attaques de *D. suzukii*. L'effet ovicide semble en outre être supérieur à l'action larvicide. On peut supposer que la chaux se déposant sur les filaments respiratoires émergeant de l'épiderme des fruits asphyxierait les œufs. Les larves, protégées à l'intérieur du fruit, sont évidemment moins exposées. Cette observation est cohérente avec les résultats du second test en laboratoire, où le nombre d'adultes émergents est réduit sur les fruits traités à la chaux.

Notons que l'effet de l'application de chaux en première semaine de l'essai semi-field est discutable. En effet, on ne peut exclure la possibilité que les procédés aient été influencés par des conditions de culture préalables (les plants utilisés provenant d'une production commerciale). L'observation de fruits prélevés sur l'ensemble des plantes soumises aux tests aurait permis de mieux vérifier l'homogénéité initiale des procédés.

Conclusions

- L'approche pragmatique de la gestion de *D. suzukii* développée en Suisse est d'ores et déjà fonctionnelle, mais des améliorations et compléments doivent être entrepris pour la rendre plus efficace et adaptée à la production.
- En cas de présence importante de *D. suzukii*, la lutte chimique peut être une solution efficace à l'échelle restreinte d'une culture. La flexibilité écologique et spatiale de l'insecte rend cependant cette solution difficile à gérer à plus long terme.
- L'usage de chaux présente un potentiel intéressant, qui pourrait être intégré aux autres stratégies de lutte contre ce ravageur. Comme pour les autres méthodes visant ce ravageur, les modalités d'usage devront cependant être adaptées en fonction des types de cultures et de leur environnement. ■

Tableau 5 | Nombre médian d'individus de *D. suzukii* par date de relevé, modalité et p-valeurs des tests de Kruskal-Wallis pour le nombre d'individus par date de relevé et pour la durée totale de l'essai

| Date de relevé | Traité: nombre médian d'œufs et larves | Non traité: nombre médian d'œufs et larves | Kruskal-Wallis (p-valeur) |
|---------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------|
| 29.07.15 | 7 | 16 | 0,272 |
| 05.08.15 | 8 | 12 | 0,275 |
| 13.08.15 | 2 | 11 | 0,063 |
| 20.08.15 | 0 | 9 | 0,034 |
| Kruskal-Wallis (p-valeur) | 0,134 | 0,968 | – |

Summary

Alternatives to Chemical Control, with Lime as an Example

In order to control the spotted-wing drosophila, Switzerland has set up a control strategy combining a number of measures such as a national monitoring programme, hygiene measures, and a mass-trapping system. In addition, other methods are being tested and evaluated with the idea of supplementing and improving the current strategy. The use of lime, with its repellent and masking properties, is one possible approach to consider. Laboratory and semi-field trials have been conducted to determine the efficacy of this substance against *D. suzukii*. In the laboratory, lime contributed, although in a statistically non-significant manner, to a decline in the attractiveness of the fruits. An ovicidal effect was statistically verified. A semi-field trial also highlights the positive effects of lime, with non-treated plants consistently subject to greater infestation than treated plants. After several applications, a statistically significant difference in the number of larvae per fruit was even detected.

Key-words: Berries, *Drosophila suzukii*, alternative treatment, lime.

Zusammenfassung

Alternativen zur chemischen Bekämpfung

Für die Bekämpfung der Kirschessigfliege hat die Schweiz eine Strategie entwickelt, die verschiedene Massnahmen kombiniert: nationales Monitoring, Hygienemassnahmen und ein Massenfangsystem. Zur Verbesserung dieser Strategie wurden zusätzlich andere Methoden getestet und beurteilt. Aufgrund seiner abstossenden und maskierenden Wirkung ist der Einsatz von Kalk ein möglicher Ansatz. Es wurden Versuche im Labor und im Halbfreiland durchgeführt, um die Wirkung von Kalk gegen *D. suzukii* zu testen. Im Labor hat die Kalkbehandlung, wenn auch nicht statistisch signifikant, zu einer verminderten Attraktivität der Früchte geführt. Die abtötende Wirkung von Kalk konnte statistisch nachgewiesen werden. Auch der Versuch unter Halbfreiland-Bedingungen zeigt die positive Wirkung von Kalk; Die nicht behandelten Früchte waren konstant stärker befallen als die behandelten Früchte. Nach mehreren Kalkanwendungen zeigte sich ein statistisch signifikanter Unterschied in der Anzahl Larven pro Frucht.

Riassunto

Alternative alla lotta chimica: l'esempio della calce

Al fine di contrastare la drosophila del ciliegio, la Svizzera ha allestito una strategia di lotta che combina diverse misure tra cui un monitoraggio nazionale, misure di igiene e un sistema di trappole massali. Nell'ottica di completare e migliorare la strategia attuale, sono inoltre testati e valutati altri metodi. Con le sue proprietà repellenti e di mascheramento, la calce è un elemento da tenere in considerazione. Sono stati effettuati dei test in laboratorio e in semi-campo per determinare l'utilità di questa sostanza contro la *D. suzukii*. In laboratorio la calce ha contribuito a diminuire l'attrattività dei frutti, benché in modo non significativo sul profilo statistico. L'effetto ovicida, invece, è stato comprovato statisticamente. Un test in semi-campo ha ugualmente messo in evidenza gli effetti positivi della calce: le piante non trattate erano costantemente più infestate rispetto a quelle trattate. Dopo diverse applicazioni, è inoltre stata osservata una differenza statistica significativa del numero di larve per frutto.

Bibliographie

- Asplen M., Anfora G., Biondi A., Choi D. S., Chu D., Daane K. M., Gibert P., Gutteriez A. P., Hoelmer K. A., Hutchinson W. D., Isaacs R., Jiang Z., Karpati Z., Kimura M. T., Pascual M., Philips C. R., Plantamp C., Ponti L., Vetek G., Vogt H., Walton V. M., Yu Y., Zappala L. & Desneux N., 2015. Invasion biology of spotted wing drosophila (*Drosophila suzukii*): a global perspective and future priorities. *Journal of Pest Science* **88**, 469–494.
- Baroffio C., Kopp M., Marazzi C., Sandrini F., Thoss H., Vuillemin D., Zurflüh M., 2016. *Drosophila suzukii* – Stratégie 2016 pour les petits fruits. Fiche technique Agroscope, rubrique Plantes 38.2.
- Bruck D. J., Bolda M., Tanigoshi L., Klick J., Kleiber J., De Francesco J., Gerdeman B. & Spitzer H., 2011. Laboratory and field comparisons of insecticides to reduce infestation of *Drosophila suzukii* in berry crops. *Pest Management Science* **67** (11), 1375–1385.
- Chabert S., Gilbert P. & Allemand R., 2011. Caractérisation des traits d'histoire de vie de *Drosophila suzukii* (Matsumura 1931) et détermination de l'efficacité parasitaire de dérébrants parasitoïdes de la Vallée du Rhône. Rapport de stage, Laboratoire de biométrie et biologie évolutive, Université Claude Bernard Lyon, 1:35.
- Cini A., Anfora G., Escudero-Colomar L. A., Grassi A., Santosuosso U., Seljak G. & Papini A., 2014. Tracking the invasion of the alien fruit pest *Drosophila suzukii*. *Europe. Journal of Pest Science* **87** (4), 559–566.
- Cuthbertson A. G. S., Collins D., Blackburn L. F., Audsley N. & Bell H., 2014. Preliminary screening of potential control products against *Drosophila suzukii*. *Insects* **5**, 488–498.
- Depra M., Poppe J. L., Schmitz H. J., De Toni D. C. & Valente V., 2014. The first records of the invasive pest *Drosophila suzukii* in the South American continent. *Journal of Pest Science* **87**, 379–383.
- Dorsaz M., 2016. Amélioration des méthodes de lutte contre *Drosophila suzukii* dans les baies et cerises en Valais (Suisse). Thèse de Master.
- Soltner D., 2005. Les amendements minéraux basiques, calciques et magnésiens. Les bases de la production végétale tome I: le sol et son amélioration. *Sciences et techniques agricoles*, 272–294.