

Evaluation des populations de coccinelles asiatiques en viticulture intégrée ou biologique

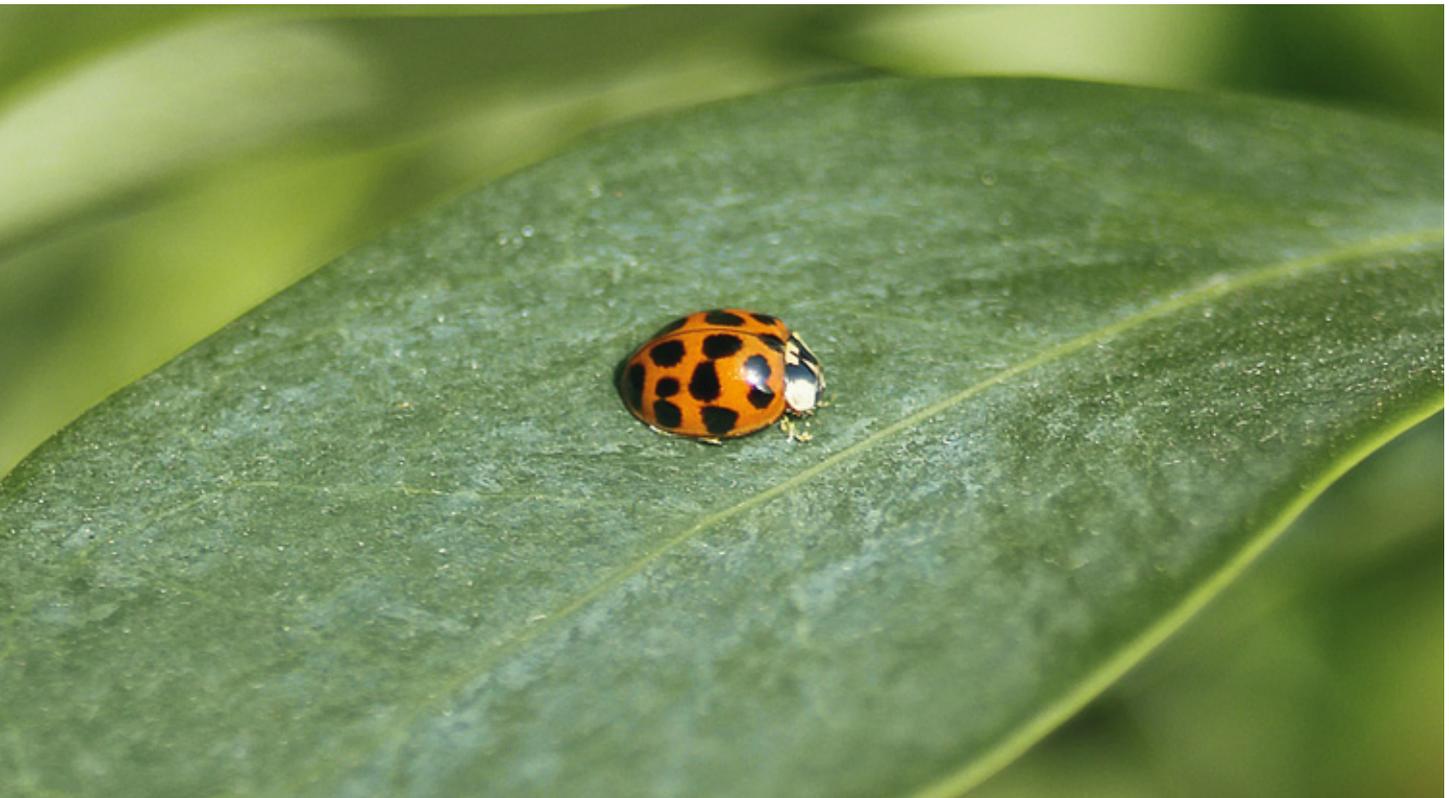
Dominique FLEURY¹ et Isabelle FLEURY²

¹CHANGINS: Haute Ecole de viticulture & œnologie, 1260 Nyon, Suisse

²Université de Genève, Département de botanique et biologie végétale, 1211 Genève 4

Avec la collaboration de Marc Kenis, Centre for Agriculture and Biosciences International (CABI), 2800 Delémont

Renseignements: Dominique Fleury, e-mail: dominique.fleury@etat.ge.ch, tél. +41 22 546 97 41, www.changins.ch



La coccinelle asiatique, *Harmonia axyridis*, une espèce invasive apparue en 2004 pour la première fois en Suisse et fréquemment rencontrée depuis dans le vignoble.

Introduction

La vigne (*Vitis vinifera*) est une des vingt plantes alimentaires les plus cultivées au monde. La superficie mondiale des vignobles représente environ 7,5 millions d'hectares (ha) pour une production annuelle de ± 700 millions de quintaux de raisin et la vinification de ± 270 millions d'hectolitres (hl) de vin (OIV 2015). En Suisse, la viticulture s'étend sur près de 15 000 ha, principalement concentrés à l'ouest et au sud du pays. La production vinicole atteint 950 000 hl, dont 500 000 de rouge et 450 000 de blanc, correspondant à une valeur de 400 millions de francs (OFAG 2015). Le secteur viti-vinicole représente ainsi une part non négligeable de l'économie helvétique.

Depuis le début des années 2000, dans différentes régions du monde, des viticulteurs s'inquiètent des problèmes de contamination des vendanges par la coccinelle asiatique (*Harmonia axyridis*), une espèce reconnue comme invasive. Sa voracité extrême entraîne le déclin des coccinelles autochtones (Roy *et al.* 2012). Ce coléoptère prédateur, originaire d'Asie, était utilisé en lutte biologique contre différents ravageurs et apprécié pour sa polyphagie, sa voracité envers les pucerons, sa faculté d'adaptation à différents agroécosystèmes et la relative facilité de son élevage en masse en laboratoire (Brown *et al.* 2008).

En 1964 débutent les premiers lâchers de *H. axyridis* en Europe (Ukraine). Depuis le milieu des années 1990,

H. axyridis a été commercialisée par différentes compagnies dans plusieurs pays (France, Belgique, Pays-Bas, Allemagne) pour lutter contre les dégâts des pucerons en serre (Brown *et al.* 2008). En Suisse, en revanche, les autorités refusent son homologation (CABI 2008).

Dès 1999 en Allemagne, les premières populations de *H. axyridis* sont observées dans la nature. En septembre 2001, la Belgique signale la présence des premières populations de *H. axyridis* dans différents agro-écosystèmes et, dès la fin de 2002, l'espèce commence à se répandre à une vitesse fulgurante sur tout le territoire (San Martin *et al.* 2005). Passant outre l'interdiction de sa commercialisation en Suisse, la coccinelle asiatique franchit tout naturellement la frontière! Observée à Bâle en juillet 2004, on la retrouve en mai 2007 déjà dans 14 cantons (Eschen *et al.* 2007).

Au Canada (Ontario) et aux Etats-Unis (Michigan et New York), *H. axyridis* pose de sérieux problèmes aux viticulteurs. Après la récolte des champs de maïs et de soya, les pucerons migrent vers d'autres sources de nourriture. En fin de saison, les vignobles leur offrent une importante ressource alimentaire, riche en tissus végétatifs tendres. Par conséquent, *H. axyridis* suit son «plat de prédilection» et profite également du sucre contenu dans les raisins. Aux vendanges, il est ainsi fréquent d'observer des individus agglutinés sur des grappes (Galvan *et al.* 2006).

Lorsque *H. axyridis* est vendangée avec le raisin, elle sécrète des gouttes d'hémolymphe qui peuvent nuire aux qualités organoleptiques des vins. Ce liquide contient du 2-isopropyl-3-méthoxy-pyrazine, une molécule détectable en très faible quantité par les dégustateurs. En 2001, en Ontario, l'industrie viti-vinicole a jeté des millions de litres de vins contaminés par *H. axyridis*, avec des pertes chiffrées à plusieurs millions de dollars canadiens (Ross *et al.* 2010). Ce problème est encore accentué par les vendanges mécanisées. Dans plusieurs régions d'Amérique du Nord, des seuils ont été établis pour éviter la contamination. Ces limites varient en fonction des cépages, se situant à respectivement 2,2 ou 1,7 *H. axyridis* par kilo de Cabernet Sauvignon ou de Riesling (Pickering *et al.* 2007; 2008). En Suisse, l'apparition de mauvais goûts dans le vin a été décelée à des seuils de 0,3 et 0,2 individu par grappe pour le Chasselas et le Pinot noir (Linder *et al.* 2009). Aux Etats-Unis, lorsque ces seuils sont dépassés, des traitements insecticides sont recommandés pour éviter la contamination des vendanges (Galvan *et al.* 2006). Actuellement, *H. axyridis* a acquis le statut de ravageur potentiel «contaminant» important pour les vendanges (Keller 2015).

Un état des lieux semble donc nécessaire dans les vignobles romands pour évaluer la dynamique des po-

Résumé

La coccinelle asiatique (*Harmonia axyridis*), espèce invasive, engendre deux problèmes majeurs: la compétition avec les coccinelles indigènes, en occupant leurs niches écologiques, et la souillure des baies de raisin aux vendanges quand leur nombre est trop élevé. Aux Etats-Unis, en fin de saison, *H. axyridis* migre massivement dans les vignobles pour se nourrir de pucerons et du sucre contenu dans les raisins. Certains Etats recommandent d'appliquer un insecticide pour diminuer leurs effectifs. En Suisse, dans les vignobles de La Côte (VD), les populations de *H. axyridis* surpassent actuellement celles des coccinelles indigènes, mais ne suffisent pas pour contaminer les vendanges de cépages rouges ou blancs. Un paysage agricole diversifié freine l'invasion de *H. axyridis* dans les vignobles, car l'insecte peut accéder à d'autres sources de nourriture dans l'environnement pour compléter son cycle biologique.

pulations de *H. axyridis*. Au cours d'une saison, les stades phénologiques de la vigne évoluent en offrant de nouvelles ressources alimentaires. Les besoins spécifiques des insectes pour compléter leur cycle les amènent à fréquenter les vignobles à différentes périodes, en fonction de l'attractivité des tissus végétaux disponibles dans leur environnement (Fleury *et al.* 2006). En outre, leurs populations fluctuent dans le temps selon l'offre en nourriture. D'autres facteurs tels que la pluie, la température, les traitements phytosanitaires et la composition de l'agroécosystème à la périphérie directe du vignoble influent aussi sur le nombre d'individus présents à une période donnée (Fleury *et al.* 2010).

Les agroécosystèmes helvétiques diffèrent de ceux d'Amérique du Nord par des parcelles plus petites, une rotation plus importante et la présence de surfaces de promotion de la biodiversité (SPB). L'environnement immédiat des vignobles fournit aussi aux insectes auxiliaires différentes sources de nourriture, avec un effet sur les populations de ravageurs. Ainsi, selon les cas, les coccinelles se réfugieront ou non dans un vignoble et pourront contaminer les vendanges. Le but de cette étude était de suivre la dynamique des populations de *H. axyridis* selon le stade phénologique de la vigne, avec pour objectif principal de comparer les risques d'invasion et de contamination du vin dans des vignobles conduits en production intégrée (PI) ou en mode biologique (Bio) sur La Côte vaudoise.

Matériel et méthodes

Caractéristiques des vignobles

La Côte vaudoise possède un climat tempéré avec une température moyenne de +10°C et des précipitations annuelles moyennes de ± 950 mm. Le terroir se compose principalement de moraine du glacier du Rhône avec des dépôts molassiques.

Les deux vignobles commerciaux étudiés ont été choisis pour leurs modes de production PI (Duillier) ou Bio (Begnins) et leur proximité immédiate avec d'autres cultures (pommier, colza, blé et prairie). L'âge des ceps variait de 5 à 22 ans. Les cépages rouges étaient du Gamay, du Pinot Noir, du Gamaret, du Garanoir et du Cabernet Franc et les blancs du Chasselas et du Sauvignon Blanc. Les cultures jouxtant ces vignobles étaient un verger de pommiers, du blé, du colza, une prairie temporaire ou des haies de feuillus.

En 2012, les traitements phytosanitaires suivants ont été appliqués dans les vignobles PI et Bio:

- Fongicides (oïdium, mildiou et pourriture grise):
PI = huit applications avec du mancozèbe (1x), folpet (1x), soufre (1x), métaxyl (2x), azoxystrobine (2x), cymoxanil + fosétyl-Al (2x), mandipropamide (2x), cuivre (3x), fenpropidine (3x) et penconazole (3x);
Bio = 12 applications de cuivre (7x) et de soufre (12x).
- Herbicides: deux applications de glufosinate ont été réalisées en PI contre diverses adventices (pas de traitement en Bio).
- Lutte contre les vers de la grappe eudémis et cochylis: tous les viticulteurs (PI et Bio) employaient la technique de confusion sexuelle.

Echantillonnage

L'échantillonnage a débuté le 11 mai pour se terminer le 18 octobre 2012. Chaque vignoble a été échantillonné une fois toutes les deux semaines de mai à août et toutes les semaines de septembre à octobre, soit au total 15 relevés du stade phénologique F à N de la vigne (Bloesch et Viret 2008).

A chaque relevé, 1380 ceps représentant une superficie de ± 2300m² ont été «frappés» trois fois (haut, milieu et bas). La surface comprenait ± 1100m² cultivés en PI et ± 1200m² en Bio, dont ± 1200m² avec des cépages rouges et ± 1100m² de blancs; ± 1200m² des ceps se trouvaient à l'intérieur et ± 1100m² en bordure des vignobles.

La méthode de capture consiste à effectuer des «frappes» à l'aide d'un bâton dans le haut du plant, au-dessus et au-dessous de la grappe (fig. 1), et à recueillir les insectes tombés dans un parapluie placé sous la canopée. Toutes les coccinelles adultes capturées dans le parapluie ont été identifiées au niveau de l'espèce.

Statistiques

Les effectifs des variantes étudiées ont été comparés avec des tests khi-carré et les analyses statistiques réalisées à l'aide du logiciel R (version 3.2.2, 2015-08-14).

Résultats et discussion

Selon le site agrometeo pour la prévision et la gestion des risques pour l'agriculture (www.agrometeo.ch/fr/meteorology/datas), entre le 11 mai et le 18 octobre 2012, la température moyenne a varié de 11,5 (octobre) à 21,0°C (août), avec une amplitude de -2,0 (octobre) à 34,1°C (août). Les précipitations ont oscillé de 54,6 (juillet) à 137,6mm (juin), avec une intensité minimale de 13,2mm/ha (juillet) et maximale de 54,0mm/h (août). Dans ces conditions habituelles pour La Côte, le comportement des coccinelles a pu se dérouler normalement pour leur développement et la recherche de nourriture.

Au total, 182 individus ont été capturés dans les deux vignobles, dont 108 *H. axyridis* (± 60 %) et 74 autres coccinelles. Le nombre de *H. axyridis* était nettement plus faible en PI (7) qu'en Bio (101) tandis que, pour les autres espèces de coccinelles, c'était l'inverse, avec 60 et 14 individus capturés respectivement en PI et Bio (fig. 2a et b). Toutes espèces confondues, le nombre d'individus est significativement plus important en Bio qu'en PI ($X^2 = 10,04$; $df = 3$; $p = 0,018$). En PI, l'enherbement entre les rangs était fauché, alors qu'en Bio l'herbe laissée au sol a permis aux insectes (ravageurs et prédateurs) de trouver nourriture et refuge durant toute la saison. Les coccinelles ont manifesté plus d'attraction pour ces milieux pouvant abriter une population plus importante de pucerons. Le nombre total de



Figure 1 | Parapluie et bâton utilisés pour échantillonner par frappe les coccinelles présentes dans deux vignobles de La Côte vaudoise.

coccinelles capturées a probablement été influencé par les applications de fongicides, qui peuvent avoir des effets secondaires sur les coccinelles. Aucune des matières actives employées (PI ou Bio) n'avait un niveau de toxicité dépassant 60 % (Bohren *et al.* 2015). Les douze traitements au soufre appliqués en Bio ont probablement nui aux populations de coccinelles. Linder *et al.* (2006) ont observé ce phénomène sur l'acarien prédateur *Typhlodromus pyri* dans des vignobles de La Côte; les populations de *T. pyri* étaient significativement plus faibles en production Bio qu'en PI car les traitements soufrés y étaient plus fréquents, tandis que les carabes semblent moins affectés par cet élément (Vonlanthen *et al.* 2015).

La densité de coccinelles observée était de 0,005 individu/kilogramme de raisin pour les cépages blancs et

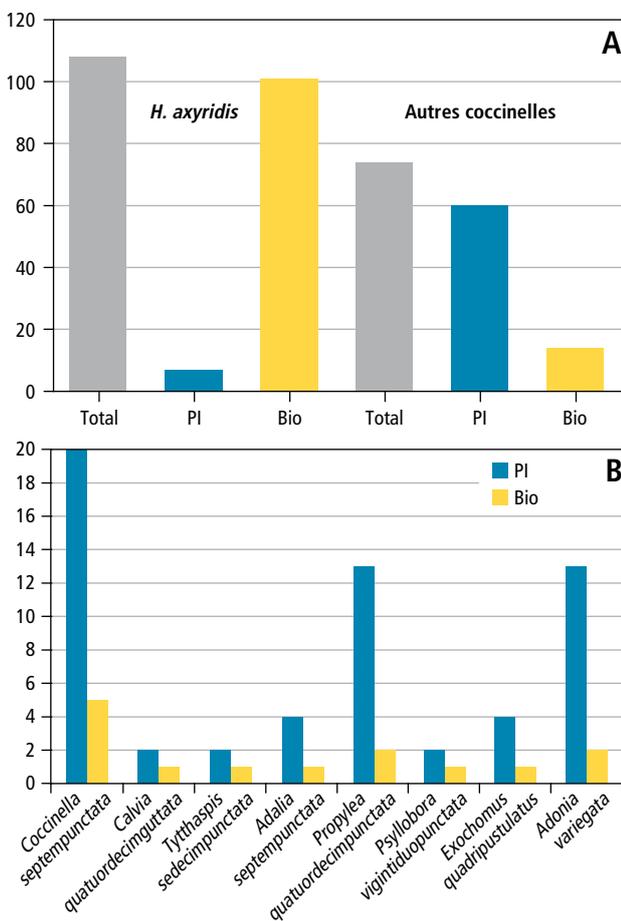


Figure 2 | A. Nombre de coccinelles adultes capturées dans les parcelles PI et Bio. B. Nombre de captures par espèce de coccinelle.

de 0,004 pour les rouges (tabl. 1). Ces résultats sont bien en dessous des seuils de nuisibilité retenus dans les études américaine et suisse, soit 0,3 à 1,9 et 0,2 à 1,5 *H. axyridis*/kg respectivement pour les cépages blancs et rouges (Pickering *et al.* 2007; Linder *et al.* 2009).

Parallèlement à ces résultats, le nombre de coccinelles, toutes espèces confondues, s'est révélé significativement plus élevé lorsque qu'une culture autre que la vigne (pommiers, blé, prairie, haie de feuillus) avoisinait les vignobles ($X^2 = 8,64$; $df = 3$; $p = 0,034$) (fig. 3). Brown *et al.* (2001) ont obtenu des résultats similaires dans leur étude, montrant une plus grande diversité d'auxiliaires dans les vergers de pommiers plantés également de pêchers et de cerisiers que dans ceux constitués uniquement de pommiers. En Suisse, depuis plus de vingt ans, des SPB sont implantées dans plusieurs agroécosystèmes (Jeanneret 2012). Pour les vignobles, ces zones doivent représenter $\geq 3,5\%$ de la surface totale en PI et $\geq 7\%$ en Bio. Contrairement à la situation au Canada et aux Etats-Unis, nos dispositifs agroécologiques permettent aux coccinelles (principalement aphidiphages) de trouver leur nourriture dans les SPB sans envahir massivement les vignobles et souiller les vendanges. Lorsque les cultures avoisinant les vignobles échantillonnés étaient récoltées (arbres fruitiers) ou fauchées (blé, colza + prairie), les tissus végétaux tendres de la vigne, dont la croissance se poursuit en fin de saison, ont offert une ressource intéressante aux pucerons, et donc aux coccinelles.

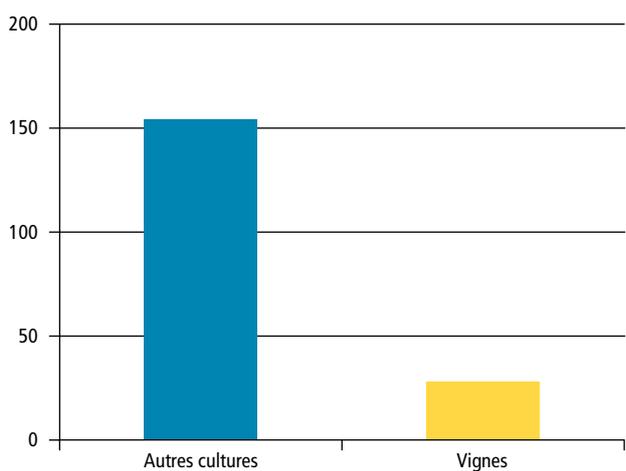


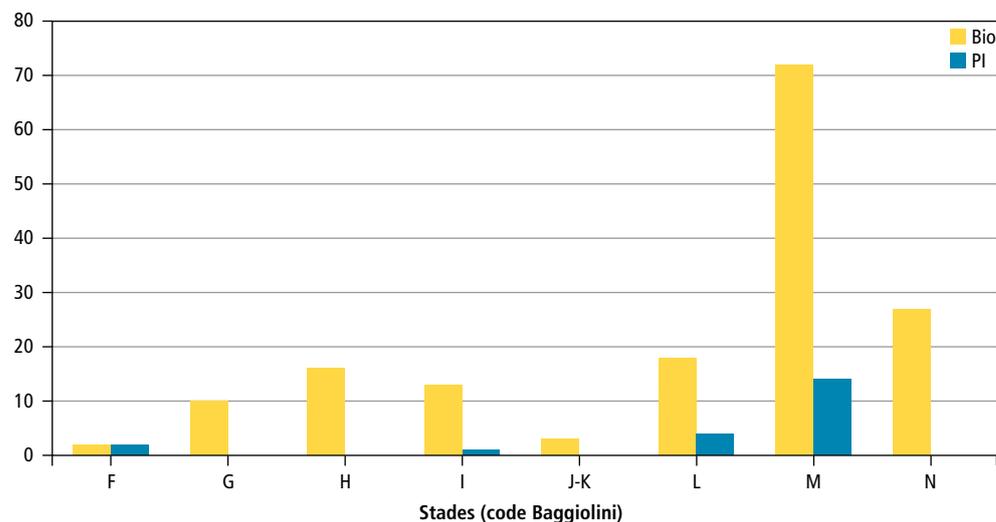
Figure 3 | Nombre de coccinelles adultes capturées selon la culture adjacente.

Tableau 1 | Résumé des surfaces et des coccinelles échantillonnées en fonction des cépages

Cépages	Surface échantillonnée (m ²)	Nombre de coccinelles	Coccinelles/m ²	Rendement (kg)	Coccinelles/kg	Coccinelles/grappe
Blancs	16 654	104	0,0062	21 000	0,0050	0,020
Rouges	17 568	78	0,0044	19 000	0,0041	0,022

Finalement, un lien a pu être établi entre les captures de coccinelles et le stade phénologique de la vigne. Ainsi, il est intéressant de noter que le nombre maximal de coccinelles a été capturé quelques jours avant les vendanges. En effet, du 11 mai (stade F: grappe visible) au 27 septembre (stade M: véraison), la population de coccinelles dans les vignobles a progressivement augmenté, pour chuter après les vendanges (fig. 4). Ces résultats de 2012 sont décalés dans le temps par rapport à ceux enregistrés à Changins (VD) avec un piège lumineux en 2008 et 2009. Ces deux années-là, la majorité des individus a été capturée en août (Delabays *et al.* 2009). Cette différence d'un mois tient probablement à la technique de piégeage utilisée (frappage ou lumière) et par la composition de l'agroécosystème entourant le piège lumineux (forêt ou vigne).

Figure 4 | Nombre de coccinelles adultes capturées selon le stade phénologique de la vigne et le mode de production (Bio et PI).



Remerciements

Nous tenons à remercier Benjamin Bergerot, enseignant chercheur à l'Université de Rennes 1 (France), pour ses commentaires et le centre de compétence Real-Tech de la HES-SO pour le financement de ce projet Ra&D (# 28628).

Bibliographie

- Bloesch B. & Viret O., 2008. Stades phénologiques repères de la vigne. *Revue suisse de Vitic., Arboric., Hortic.* **40**, I–IV.
- Bohren C., Dubuis P.-H., Kuske S., Linder C. & Naef A., 2015. Index phytosanitaire pour la viticulture. *Revue suisse de Vitic., Arboric., Hortic.* **47** (1), 16 p.
- Brown P. M. J., Adriaens T., Bathon H., Cuppen J., Goldarazena A., Hägg T., Kenis M., Klausnitzer B. E., Kovar I., Loomans A. J., Majerus M. E. N., Nedved O., Pedersen J., Rabitsch W., Roy H. E., Ternois V., Zakharov I. & Roy D. B., 2008. *Harmonia axyridis* in Europe: spread and distribution of a non-native coccinellid. *BioControl* **53**, 5–21.
- Centre for Agriculture and Biosciences International (CABI), 2008. *Harmonia axyridis*, la coccinelle multicolore asiatique: une espèce envahissante en Suisse. Adresse: <http://www.cabi-e.ch/harmonia/> [26 septembre 2015].
- Delabays N., Besse S., Gindro K., Jermini M., Lè C.-L. & Steinger T., 2010. Rapport d'activité P15: protection des végétaux, grandes cultures, vigne et horticulture. Agroscope, 88 p.
- Eschen R., Babendreier D., Nauer S., Bigler F. & Kenis M., 2007. Surveys for ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae) in Switzerland and confirmation of the presence of the invasive alien ladybird species *Harmonia axyridis* (Pallas). *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* **80**, 7–14.
- Fleury D., Paré J., Vincent C. & Mauffette Y., 2006. Feeding impact of *Lygus lineolaris* (Heteroptera: Miridae) on *Vitis vinifera*: a behavioural and histological study. *Canadian Journal of Botany* **84**, 493–500.
- Fleury D., Mauffette Y., Methot S. & Vincent C., 2010. Activity of *Lygus lineolaris* (Hemiptera: Miridae) adults monitored around the periphery and inside a commercial vineyard. *European Journal of Entomology* **107**, 527–534.
- Galvan T. L., Burkness E. C. & Hutchison W. D., 2006. Influence of berry injury on infestations of the multicoloured Asian lady beetle in wine grapes. *Plant Health Progress* **10**, 607–611.
- Galvan T. L., Burkness E. C. & Hutchison W. D., 2006. Efficacy of selected insecticides for management of the multicoloured Asian lady beetle on wine grapes near harvest. *Plant Health Progress* **10**, 866–874.
- Jeanneret P., 2012. Bilan de l'introduction des surfaces de compensation écologique pour la biodiversité. Journée d'information (3 février), 23.
- Keller M., 2015. The science of grapevines: anatomy and physiology. 2nd edition. Academic Press (Eastbourne, UK), 509 p.

Conclusions

- La plupart des coccinelles capturées dans l'essai en milieu viticole étaient de l'espèce *Harmonia axyridis*.
- Dans les deux vignobles cultivés en mode PI ou Bio, un nombre plus important de *H. axyridis* a été observé durant la période des vendanges.
- Dans la zone du suivi, le nombre de *H. axyridis* était trop faible pour contaminer les vendanges et altérer le goût des baies de cépages rouges ou blancs.
- L'agroécosystème suisse, avec ses cultures diversifiées et ses surfaces de promotion de la biodiversité (SPB), permet de réduire le risque d'invasions massives de *H. axyridis* dans les vignobles en offrant d'autres sources de nourriture à ses proies de prédilection, les pucerons. ■

Summary
Evaluation of multicoloured Asian lady beetle populations in integrated or organic vineyards

Invasive multicoloured Asian lady beetle (*Harmonia axyridis*) causes two major problems: the competition against indigenous ladybirds taking their ecological niche and the bad taint given to the grape berries at harvesting time when their number is too high. In United States of America, at the end of the growing season, *H. axyridis* move massively inside vineyards to find their food (aphids or sugar content in grape berries); several States recommend an insecticide application to decrease their number. In La Côte (VD) Swiss vineyards, the populations of *H. axyridis* are today higher than native ladybirds but still too low to contaminate the harvest of red or white grape varieties. In Switzerland, the diversified agricultural landscape slows down the invasion of *H. axyridis* in vineyards because the insect finds others food resources in the environment to complete its life cycle.

Key words: vineyard, lady beetle taint in wine, landscape, pesticides.

Zusammenfassung
Evaluierung der Populationsdynamik von Asiatischen Marienkäfern im integrierten oder biologischen Weinbau

Der invasive Asiatische Marienkäfer (*Harmonia axyridis*) verursacht zwei Hauptprobleme: die Verdrängung von einheimischen Marienkäferarten durch Einnahme ihrer ökologischen Nische und die Verschmutzung der Weintrauben während der Ernte, wenn seine Anzahl zu hoch wird. In den Vereinigten Staaten gibt es am Saisonende eine massive Migration von *H. axyridis* in die Weinanbaugelände, wo er sich von Blattläusen und dem Zucker der Weintrauben ernährt; einige Staaten empfehlen insektizide Anwendungen um seine Anzahl zu reduzieren. Im Schweizer Weinbaugebiet La Côte (VD) ist zurzeit die Anzahl von *H. axyridis* höher als die der einheimischen Marienkäferarten, aber zu gering um die Ernte der weissen und roten Rebsorten zu verseuchen. In der Schweiz bremst die vielseitige Agrarlandschaft das Eindringen von *H. axyridis* in Weinbaugebiete, da es ausreichend andere Nahrungsquellen in der Umgebung gibt um seinen Lebenszyklus zu vervollständigen.

Riassunto
Valutazione delle dinamiche di popolazione delle coccinelle asiatiche in viticoltura biologica o integrata

Le coccinelle asiatiche (*Harmonia axyridis*), comunemente note anche come coccinelle arlecchino, causano due problemi principali: minacciano le popolazioni di coccinelle indigene occupandone le loro nicchie ecologiche e conferiscono uno sgradevole gusto alle uve nel momento della vendemmia quando sono troppo abbondanti. Negli Stati Uniti, a fine stagione, *H. axyridis* migra massivamente nei vigneti per nutrirsi di afidi e dello zucchero contenuto negli acini d'uva; alcuni Stati raccomandano l'utilizzo di insetticidi per diminuirne il loro numero. Nei vigneti svizzeri di La Côte (VD), il numero di *H. axyridis* è oggi più elevato delle coccinelle indigene, tuttavia non basta per contaminare la raccolta di uva bianca o rossa. In Svizzera, il variegato paesaggio agricolo rallenta l'invasione di *H. axyridis* nei vigneti perché sono presenti altre risorse alimentari per completare il loro ciclo vitale.

- Linder C., Viret O., Spring J.-L., Droz P. & Dupuis D., 2006. Viticulture intégrée et bio-organique: synthèse de sept ans d'observations. *Revue suisse de Vitic., Arboric., Hortic.* **38**, 235–243.
- Linder C., Lorenzini F. & Kehrli P., 2009. La coccinelle asiatique donne-t-elle un faux goût au Chasselas et au Pinot Noir? *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **41**, 61–62.
- Organisation internationale de la vigne et du vin (OIV), 2015. World vitiviniculture situation. Paris, 15 p.
- Pickering G., Ker K. & Soleas G. J., 2007. Determination of the critical stages of processing and tolerance limits for *Harmonia axyridis* for ladybug taint in wine. *Vitis* **46**, 85–90.
- Pickering G., Spink M., Kotsieridis Y., Brindle I. D. Sears M. & Inglis D., 2008. The influence of *Harmonia axyridis* on 2-isopropyl-3-methoxy-pyrazine in Cabernet Sauvignon Wine. *Vitis* **47**, 227–230.
- Ross C. F., Rosales M. U. & Fernandez-Plotka V. C., 2010. Aroma profile in Niagara grape juice contaminated with multicoloured Asian lady beetle taint using gas chromatography / mass spectrometry / olfactometry. *International Journal of Food Science and Technology* **45**, 789–793.
- Roy H.-E., Adriaens T., Isaac N. J. B., Kenis M., Onkelinx T., San Martin G., Brown P. M. J., Hautier L., Poland R., Roy D. B., Comont R., Eschen R., Frost R., Zindel R., Van Vlaenderen J., Neděd O., Ravn H. P., Grégoire J.-C., De Biseau J.-C. & Dirk M., 2012. Invasive alien predator causes rapid declines of native European ladybirds. *Diversity and Distributions* **18**, 717–725.
- San Martin G., Adriaens T., Hautier L. & Ottart N., 2005. La coccinelle asiatique: *Harmonia axyridis*. *Insecte* **136**, 7–11.
- Vonlanthen O., Fleury D. & Delabays N., 2015. Influence du mode de production sur les carabes en verger de pommiers. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **47**, 252–258.