

Etude quantitative des populations de typhlodromes de douze parcelles viticoles genevoises

Marie BESSAT¹, Christian LINDER², Dominique FLEURY³, Nicolas DELABAYS¹ et Emmanuel CASTELLA⁴

¹Hepia, 1254 Jussy, Suisse

²Agroscope, 1260 Nyon, Suisse

³DGAN, 1228 Plan-les-Ouates

⁴Unige, 1206 Genève, Suisse

Renseignements: Marie Bessat, tél. +41 (0)77 413 91 68, e-mail: mariebessat@gmail.com



Parcelle viticole 1GQ1 à Dardagny et acarien typhlodrome.

Introduction

Les acariens prédateurs, en particulier ceux de la famille des Phytoseiidae ou typhlodromes, sont bien connus pour le rôle qu'ils jouent en lutte biologique dans diverses cultures. Les habitats périphériques aux parcelles tels que les haies, cordons boisés, etc. offrent des milieux favorables au maintien et au développement des populations d'acariens prédateurs et constituent

ainsi des zones réservoirs (Boller *et al.* 1988, Tixier *et al.* 1998, Tixier *et al.* 2000). Si les déplacements des acariens prédateurs entre ces zones et la vigne demeurent encore peu documentés, les caractéristiques floristiques et structurales des habitats non cultivés autour des parcelles influencent l'occurrence en Phytoseiidae au sein même des cultures (Boller *et al.* 1988, Tixier *et al.* 1998, Tixier *et al.* 2006, Kreiter *et al.* 2002). Ces habitats non cultivés jouent donc un rôle positif dans le maintien

des populations de typhlodromes, mais le développement de ces derniers dans les vignes dépend d'une multitude d'autres facteurs. Ainsi, les espèces en présence, les caractéristiques morphologiques des feuilles, les conditions climatiques, la disponibilité en nourriture et les pratiques culturales, en particulier les applications de produits phytosanitaires, affectent le maintien et le développement des acariens prédateurs dans les vignobles (Kreiter *et al.* 2002, Prischmann *et al.* 2005, Linder *et al.* 2006, Tixier *et al.* 2006, Costello 2007, Bostanian *et al.* 2009, Gadino *et al.* 2011).

En 2017, dans le cadre d'un travail de Master en Science de l'environnement de l'Université de Genève consacré à la biodiversité fonctionnelle en paysage agricole (Bessat *et al.* 2018), une étude complémentaire a été menée afin de vérifier l'influence des surfaces de promotion de la biodiversité (SPB) jouxtant les parcelles viticoles sur les populations de typhlodromes. Ce suivi a également permis d'identifier les facteurs culturels (cépage, pilosité des feuilles, traitements phytosanitaires) susceptibles d'influencer les populations de typhlodromes dans les vignobles.

Matériel et méthodes

Choix et gestion des parcelles

Douze parcelles viticoles âgées de plus de dix ans et réparties dans diverses communes du canton de Genève (Suisse) ont été sélectionnées (tabl. 1). Les parcelles échantillonnées étaient toutes adjacentes à des prairies extensives déclarées comme surfaces de promotion de la biodiversité (SPB). Ces SPB ont été sélectionnées sur la base de deux critères ayant une

Résumé En 2017, les populations de typhlodromes ont été évaluées dans 12 parcelles viticoles du canton de Genève (Suisse) par deux échantillonnages quantitatifs réalisés en juin et en août. Présents dans chacune des parcelles étudiées, les typhlodromes n'ont pas été influencés par la taille et la qualité botanique des surfaces de promotion de la biodiversité (SPB) adjacentes, ni par le cépage et la pilosité des feuilles. Malgré la très grande hétérogénéité des traitements phytosanitaires effectués sur chacune des parcelles, les applications répétées de soufre ont pu être identifiées comme le principal facteur limitant le développement des populations de typhlodromes.

influence potentielle sur leur biodiversité: la taille (inférieure à 3000m² ou supérieure à 9000m²) et le niveau de qualité botanique (QI ou QII) tel que défini par l'Ordonnance fédérale sur les paiements directs (OPD, 2016). Le niveau de qualité I se distingue du second sur la base de critères botaniques. Le niveau de qualité est évalué à partir de la liste des espèces indicatrices définissant la qualité II, établie par la Confédération et modifiée pour les particularités genevoises. Le niveau minimal de qualité II est atteint si au moins six indicateurs de la liste sont présents dans une surface test (surface circulaire d'un rayon de 3 m). >

Tableau 1 | Caractéristiques viticoles des parcelles sélectionnées: cépage, pilosité des feuilles et année de plantation.

Communes	SPB	Cépage	Classe de pilosité*	Année de plantation	Mode de production**
Choulex	1PQ1	Gamaret	2	2003	BD
Jussy	2PQ1	Gamay	1	1982	PI
Jussy	3PQ1	Chardonnay	1	1989	PI
Choulex	1PQ2	Gamay	1	1992	PI
Jussy	2PQ2	Gamaret	2	2004	PI
Meinier	3PQ2	Chasselas	0	1992	PI
Dardagny	1GQ1	Gamaret	2	2004	PI
Russin	2GQ1	Chasselas	0	1981	PI
Dardagny	3GQ1	Pinot noir	1	1985	PI
Dardagny	1GQ2	Chardonnay	1	1961	PI
Jussy	2GQ2	Chasselas	0	1975	PI
Meinier	3GQ2	Gamaret	2	2003	PI

*0 nulle; 1 faible; 2 faible-moyenne

**PI: production intégrée; BD: biodynamie

Au final, quatre types de SPB ont été définis: les petites de qualité I (PQ1), les petites de qualité II (PQ2), les grandes de qualité I (GQ1) et les grandes de qualité II (GQ2). La méthodologie utilisée pour les inventaires floristiques réalisés dans ces parcelles est décrite par Bessat *et al.* (2018). Les interventions phytosanitaires réalisées ont été mises à disposition par les viticulteurs propriétaires des parcelles et sont résumées dans le tableau 2.

Tableau 2 | Principales caractéristiques des interventions phytosanitaires réalisées dans les parcelles d'études en 2017.

SPB	Cépage	Nombre de traitements foliaires Fongicides / Insecticides	Nombre de matières actives Fongicides/ Insecticides	Nombre d'interventions avec du soufre
1PQ1	Gamaret	12/0	9/0	11
2PQ1	Gamay	8/0	8/0	0
3PQ1	Chardonnay	6/0	7/0	3
1PQ2	Gamay	5/0	7/0	0
2PQ2	Gamaret	8/0	2/0	8
3PQ2	Chasselas	6/0	7/0	3
1GQ1	Gamaret	5/0	9/0	0
2GQ1	Chasselas	9/0	10/0	1
3GQ1	Pinot noir	11/0	12/0	9
1GQ2	Chardonnay	8/0	8/0	5
2GQ2	Chasselas	9/1	11/1	2
3GQ2	Gamaret	7/0	2/0	7

Inventaire des acariens

Les acariens ravageurs tétranyques (*Panonychus ulmi* et *Tetranychus urticae*) ainsi que les prédateurs

phytoséiides typhlodromes (*Typhlodromus pyri*) ont été échantillonnés selon la méthode de contrôle proposée par Kehrli *et al.* (2016). Celle-ci permet de déterminer le pourcentage d'occupation de 150 feuilles pour les deux groupes d'acariens le long de trois transects distants de 4 à 6 m suivant l'orientation des rangs. Sur chacun des transects, deux zones d'échantillonnages ont été définies: la première à l'interface entre la SPB et la parcelle viticole (zone A) et la seconde 25 mètres plus loin (zone B). Dans chacune de ces zones, l'occurrence (présence/absence) des acariens a été contrôlée sur 25 feuilles, à raison d'une ou deux feuilles par cep prélevées dans la zone des grappes. Deux contrôles ont été effectués directement sur le terrain à l'aide d'une loupe binoculaire (grossissement 18 à 20x): le premier au stade 2 ou 3 feuilles étalées (du 13 au 16 juin 2017) et le second au début de la véraison (du 14 au 16 août 2017).

Analyses statistiques

L'analyse des données (calculs et graphiques) a été effectuée à l'aide du logiciel R (R Development Core Team 2008). Les tests de Wilcoxon (données non normales) ou de Pearson (données normales) ont été utilisés au seuil de 5 %.

Résultats

Les SPB et les acariens du vignoble

Des acariens prédateurs typhlodromes ont été échantillonnés dans toutes les parcelles viticoles (fig. 1). Les acariens tétranyques n'ont été observés que sporadiquement: une femelle de *P. ulmi* dans les vignes adjacentes aux SPB 1PQ1 et 1GQ2 et une femelle de *T. urticae* dans celle voisine de la SPB 2GQ1.

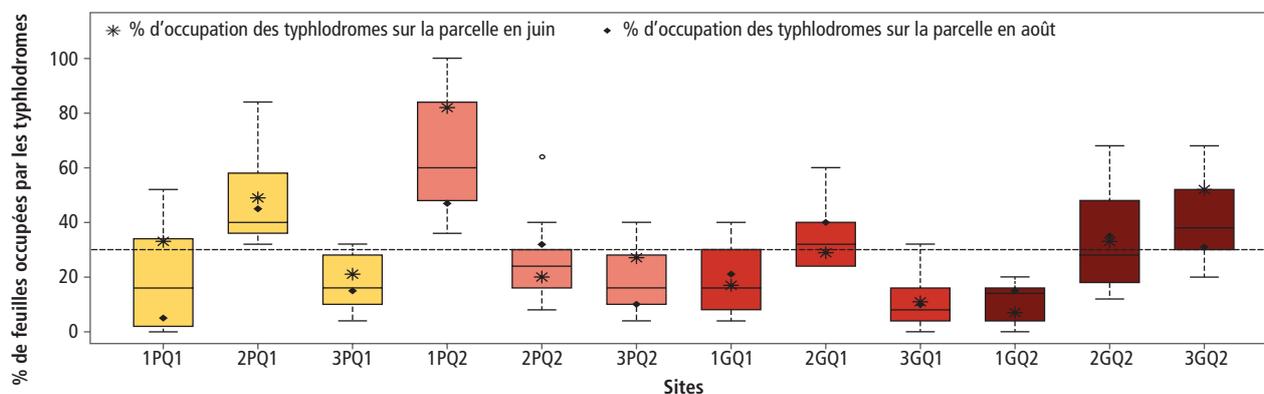


Figure 1 | Variation des pourcentages d'occupation des typhlodromes sur les 12 parcelles viticoles suivies. Les boîtes verticales représentent l'intervalle interquartile (Q25-Q75) autour de la médiane (ligne horizontale noire) des valeurs individuelles par site. Les couleurs représentent les quatre types de SPB. Le rond vide traduit un outlier. La ligne traitillée horizontale rouge représente le seuil de 30% d'occupation par les typhlodromes.

Le pourcentage de feuilles occupées par les typhlodromes à l'échelle parcellaire a varié entre 7 % et 82 % en juin et 5 % et 47 % en août. Le seuil empirique de 30 % d'occupation par les typhlodromes, garantissant la pérennité de la lutte biologique, a été atteint dans 42 % des parcelles en juin et 50 % en août. Le taux d'occupation foliaire par les typhlodromes n'a pas pu être corrélé à la taille, au niveau de qualité et à la diversité floristique des SPB qui bordent les parcelles viticoles et aucune différence significative n'a pu être observée. L'analyse détaillée des résultats par zone et période d'échantillonnage montre que les pourcentages d'occupation par les typhlodromes ne sont pas systématiquement différents (fig. 2).

Importance des variables externes pour les acariens

Dans cette étude, la pilosité des cépages n'a pas eu d'influence sur le taux d'occupation des typhlodromes (fig.3A). En revanche, le Gamay semble abriter des pourcentages d'occupation de typhlodromes plus élevés que les autres cépages étudiés (fig. 3B). En matière d'interventions phytosanitaires, la vigne a été traitée tous les dix jours, avant les périodes de précipitation et principalement avec des fongicides. De juin à août, le nombre de traitements effectués a varié entre 5 et 14. Le nombre de matières actives utilisées par intervention a varié entre 1 et 4. Bien qu'il soit difficile de comparer rigoureusement le nombre de traitements entre les parcelles PI et l'unique parcelle en BD, >

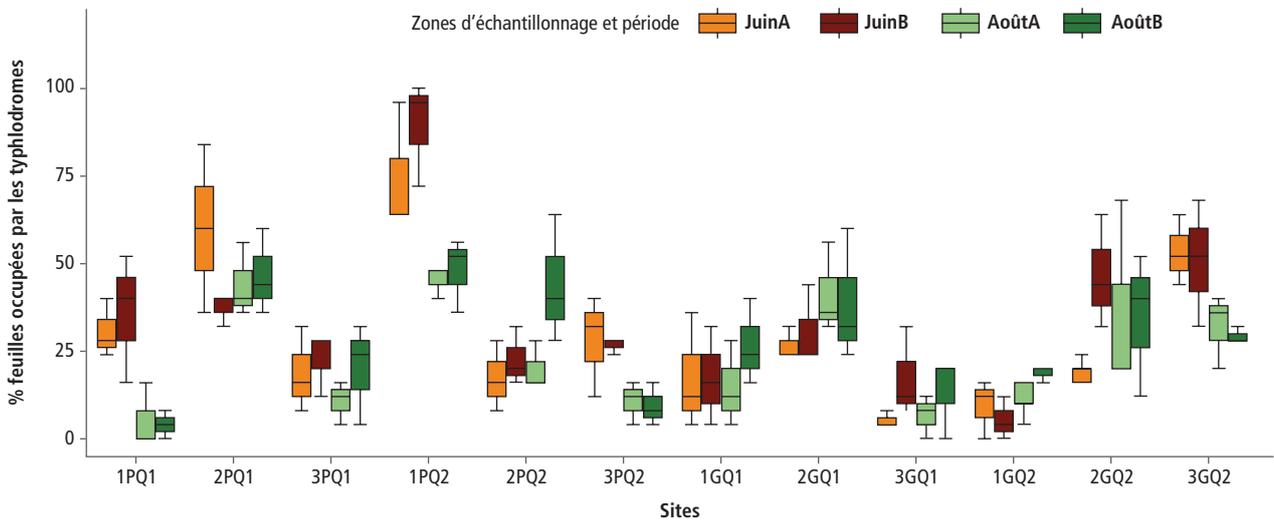


Figure 2 | Pourcentages d'occupation des typhlodromes sur les douze parcelles viticoles suivies pour chaque période et chaque zone d'échantillonnage. Les boîtes verticales représentent l'intervalle interquartile (Q25-Q75) autour de la médiane (ligne horizontale noire) des valeurs individuelles par site.

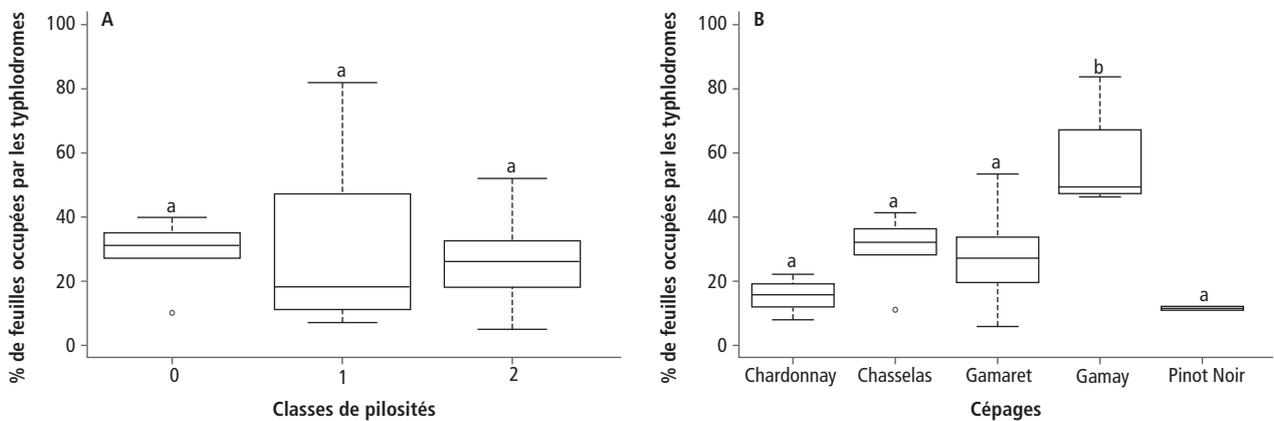


Figure 3 | Variation des pourcentages d'occupation des feuilles de vignes par les typhlodromes sur les parcelles en fonction de la pilosité des faces inférieures des feuilles (A) et du cépage (B). Les boîtes verticales représentent l'intervalle interquartile (Q25-Q75) autour de la médiane (ligne horizontale noire) des valeurs individuelles. Des lettres différentes au-dessus des boîtes indiquent des différences significatives. Les ronds vides traduisent des outliers.

les traitements sur cette dernière ont été globalement plus nombreux (12) que ceux effectués sur les parcelles PI (entre 5 et 11). La proportion de feuilles occupées par les typhlodromes n'a pas été significativement affectée par la fréquence des traitements ainsi que par le nombre de matières actives utilisées. En revanche, le nombre de traitements à l'aide de soufre est significativement et négativement corrélé aux taux d'occupation observés au mois d'août (fig. 4).

Discussion

Bien que les typhlodromes soient présents dans toutes les vignes étudiées, on observe d'importantes disparités. Ainsi, dans près de 50 % des parcelles, les populations d'acariens prédateurs se situent à des niveaux inférieurs à 30 % de feuilles occupées au mois d'août. Ces vignobles sont donc potentiellement plus vulnérables à un développement accidentel d'acariens phytophages (Kehrli *et al.* 2016). Ces taux bas sont le signe de certains dysfonctionnements. Ces derniers ne sont pas toujours aisés à expliquer, car de nombreux facteurs peuvent intervenir seuls ou en combinaison (voir introduction). Dans le cadre de cette étude, la taille et la qualité floristique

intrinsèque des SPB prairiales jouxtant les parcelles ainsi que la pilosité des cépages retenus n'ont pas influencé les populations de typhlodromes. Il en va de même pour la fréquence globale des traitements et le nombre de matières actives utilisées. En ce qui concerne les cépages, le Gamay a abrité des populations d'acariens prédateurs significativement plus importantes que les autres variantes. C'est également le seul cépage à ne pas avoir été traité à l'aide de soufre. Parmi toutes les matières actives utilisées, seul le soufre présente un potentiel de toxicité à l'égard des typhlodromes, surtout lors d'applications répétées (Bohren *et al.* 2017). Ce travail a permis de confirmer que la multiplication de tels traitements exerçait une pression significative sur les populations de typhlodromes. Ces résultats confirment ceux de plusieurs études dont notamment celles de Kreiter *et al.* (1998), Linder *et al.* (2006), Costello (2007) et Gadino *et al.* (2011). Les données partielles fournies par les viticulteurs concernant les doses de soufre appliquées n'ont malheureusement pas permis d'analyser ce paramètre.

De même, les espèces en présence n'ont pas été déterminées. Il est cependant largement admis que l'espèce dominante dans le bassin lémanique est *Typhlodromus pyri* (Linder *et al.* 2005). Quant à la

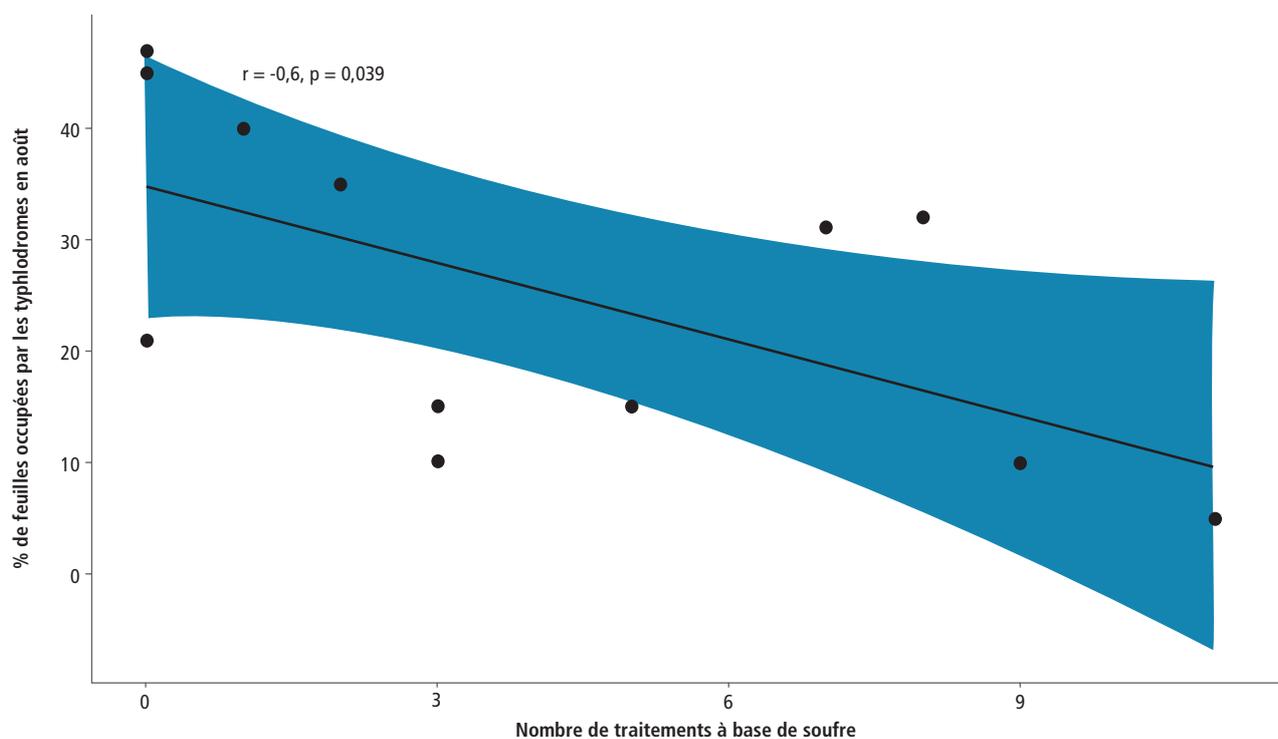


Figure 4 | Relation entre la fréquence des traitements utilisant du soufre et la proportion de feuilles occupées par les typhlodromes en août. L'aire grisée représente l'intervalle de confiance autour de la droite de régression.

température, 2017 a connu des chaleurs caniculaires estivales qui influent négativement sur la survie des nymphes (Kreiter *et al.* 2002). Ce facteur peut contribuer à expliquer les taux d'occupation globalement plus faibles en août qu'en juin.

Bien que dans cette étude partielle et limitée dans le temps un quelconque lien entre les typhlodromes et les caractéristiques des SPB prairiales adjacentes n'ait pu être établi, le rôle de ces dernières dans le maintien des populations d'acariens dans les vignobles mériterait d'être mieux étudié. Ainsi, une étude quantitative et qualitative des espèces présentes dans les vignobles (haie foliaire et interligne) et dans les prairies extensives adjacentes permettrait de mieux caractériser la valeur des SPB comme zone réservoir pour les acariens prédateurs.

Remerciements

Nous remercions vivement toutes les personnes qui, de près ou de loin, se sont impliquées dans la réalisation de cette étude, en particulier Mme Véronique Meyer et M. Philippe Roux de la DGAN, pour le partage des données relatives aux SPB et aux parcelles viticoles, les exploitants viticoles pour la mise à disposition de leurs parcelles, Aurélien Krause, civiliste à la DGAN, Aurélia Passaseo, Patrick Charlier, Catherine Polli et Bernard Schaetti pour l'aide sur le terrain. Merci à Erica Honeck pour son aide dans la traduction du résumé en anglais, à Steven Liatti pour celle en italien ainsi qu'à Dorotea Hug Peter pour celle en allemand.

Bibliographie

- Bessat M., Delabays N., Castella N. & Fleury D., *Sous presse* Evaluation de la diversité végétale de douze prairies extensives classées en Surfaces de promotion de la biodiversité (SPB) à Genève. *Saussurea*.
- Bohren C., Dubuis P. H., Kuske S., Linder C. & Naef A., 2017. Index phytosanitaire pour la viticulture. *Revue suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture* 47 (1), 2-16.
- Boller E. F., Remund U. & Candolfi M. P., 1988. Hedges as potential sources of *Typhlodromus pyri*, the most important predatory mite in vineyards of northern Switzerland. *Entomophaga*, 33 (2), 249-255.
- Bostanian N. J., Thistlewood H. M. A., Hardman J. M. & Racette G., 2009. Toxicity of six novel fungicides and sulphur to *Galendromus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology* 47 (1), 63-69.
- Costello M. J., 2007. Impact of sulfur on density of *Tetranychus pacificus* (Acari: Tetranychidae) and *Galendromus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae) in a central California vineyard. *Experimental and Applied Acarology* 42 (3), 197-208.
- Gadino A. N., Walton V. M. & Dreves A., 2011. Impact of vineyard pesticides on a beneficial arthropod, *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae), in laboratory bioassays. *Journal of Economic Entomology* 104 (3), 970-977.
- Kehrl P., Kuske S. & Linder C., 2016. Guide phytosanitaire pour l'arboriculture 2016–2017. *Revue suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture* 48 (1), 1-82.

Conclusions

- La présence de typhlodromes dans toutes les parcelles de vigne étudiées montre que le contrôle biologique des acariens phytophages est assuré, même dans les parcelles où le soufre est appliqué à intervalles réguliers.
- Les traitements phytosanitaires influencent plus fortement les niveaux de populations de typhlodromes que les caractéristiques des SPB adjacentes (tailles et niveaux de qualité) ou que celles de la vigne (pilosité du feuillage et cépages).
- Les applications répétées de soufre limitent le développement des typhlodromes dans le vignoble, sans toutefois remettre en question les principes de lutte biologique contre les acariens phytophages. ■

- Kreiter S., Senetenac G., Barthes D. & Auger P., 1998. Toxicity of Four Fungicides to the Predaceous Mite *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae). *Journal of Economic Entomology* 91(4), 802-811.
- Kreiter S., Tixier M. S., Croft B. A., Auger P. & Barret D., 2002. Plants and leaf characteristics influencing the predaceous mite, *Kampimodromus aberrans* (Oudemans), in habitats surrounding vineyards (Acari: Phytoseiidae). *Environmental Entomology* 31, 648-660.
- Linder C., Bouillant S. & Höhn H., 2005. Evaluation de l'impact de produits à base d'huiles et de diazinon sur les populations de Phytoseiidae en viticulture. *Revue suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture* 37 (2), 113-117.
- Linder C., Viret O. & Spring J.-L., 2006. Viticulture intégrée et bio-organique: synthèse de sept ans d'observations. *Revue suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture* 38 (4), 235-243.
- Prischmann D. A., James D. G., Wright L. C., Teneyck R. D. & Snyder W. E., 2005. Effects of chlorpyrifos and sulfur on spider mites (Acari: Tetranychidae) and their natural enemies. *Biological Control* 33(3), 324-334.
- R Development Core Team, 200. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. <http://www.R-project.org> [01.10.2016].
- Tixier M. S., Kreiter S., Auger P. & Weber M., 1998. Colonization of Languedoc vineyards by phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae): influence of wind and crop environment. *Experimental and Applied Acarology* 22, 523-542.
- Tixier M. S., Kreiter S., Auger P., Sentenac G., Salva G. & Weber M., 2000. Phytoseiid mite species located in uncultivated areas surrounding vineyards in three French regions. *Acarologia* 41, 127-140.
- Tixier M. S., Kreiter S., Cheval B., Guichou S., Auger P. & Bonafos R., 2006. Immigration of phytoseiid mites from surrounding uncultivated areas into a newly planted vineyard. *Experimental and Applied Acarology* 39, 227-242.
- Ordonnance du 23 octobre 2013 sur les paiements directs versés dans l'agriculture (OPD; 910.13) Le Conseil fédéral suisse [en ligne]. <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20130216/201601010000/910.13.pdf> (consulté le 28.09.2016).

Summary**Quantitative study of typhlodromes populations in 12 vineyard parcels in the canton of Geneva**

In 2017, the populations of typhlodromes were evaluated in 12 vineyard parcels in the canton of Geneva (Switzerland) with two quantitative samplings carried out in June and August. Typhlodromes were present in each of the studied parcels and were neither influenced by the size and botanical quality of adjacent Biodiversity Promotion Areas (BBAs), nor by the grape variety and leaf hairiness. Despite significant heterogeneity of phytosanitary treatments employed in each vineyard parcel, the repeated applications of sulfur were able to be identified as the main factor limiting the development of typhlodromes populations.

Key words: Vineyard, Typhlodromus mites, functional biodiversity, Biodiversity-promotion areas, Geneva canton.

Zusammenfassung**Quantitative Studie der Raubmilbenpopulationen von zwölf Rebparzellen im Kanton Genf**

Im Juni und August 2017 wurden die Raubmilbenpopulationen von zwölf Rebparzellen im Kanton Genf (Schweiz) quantitativ beprobt. Auf allen Parzellen wurden Raubmilben gefunden. Diese scheinen weder von der Grösse und der botanischen Qualität der angrenzenden Biodiversitätsförderflächen (BFF), noch von der Rebsorte und der Behaarung der Blätter beeinflusst zu werden. Obwohl die Pflanzenschutzbehandlungen der verschiedenen Parzellen sehr unterschiedlich waren, konnte die Anwendung von Schwefel als limitierender Faktor für die Entwicklung der Raubmilben identifiziert werden.

Riassunto**Studio quantitativo delle popolazioni di acari del tiflodroma di dodici zone viticole a Ginevra**

Nel 2017, le popolazioni di acari del tiflodroma sono state misurate in 12 zone viticole del cantone di Ginevra (Svizzera) da due campionamenti quantitativi effettuati tra i mesi di giugno e agosto. Presenti in ciascuna delle aree studiate, i tiflodromi non sono stati influenzati dalle dimensioni e dalla qualità botanica delle aree per la promozione della biodiversità adiacenti e neanche dalla varietà di uva e dalla pelosità delle foglie. Nonostante l'enorme eterogeneità dei trattamenti fitosanitari effettuati su ciascuna delle zone viticole, le ripetute applicazioni dello zolfo potrebbero essere identificate come il principale fattore che limita lo sviluppo delle popolazioni di tiflodromi.