

Insectes ravageurs émergents

Etablissement et optimisation d'un réseau de surveillance dans un contexte de réchauffement climatique

Gaël PÉTREMANT¹, Olivier VONLANTHEN¹, Vincent GIGON¹, Nicolas DELABAYS^{1,2}, Dominique FLEURY^{2,3}, François LEFORT¹ et Sophie ROCHEFORT¹

¹Institut Terre-Nature-Environnement (INtNE), hepia, HES-SO Genève, 1254 Jussy, Suisse

²Direction générale de l'agriculture et de la nature (DGAN), 1228 Plan-les-Ouates, Suisse

³CHANGINS, Haute Ecole de viticulture et œnologie, 1260 Nyon, Suisse

Renseignements: Sophie Rochefort, e-mail: sophie.rochefort@hesge.ch, tél. +41 22 546 68 07, www.hepia.hesge.ch



Piège pour le suivi de *Halyomorpha halys* en verger.

Introduction

A l'horizon 2060, les températures devraient augmenter de 0,5 à 3,6°C en Suisse et de 1,1 à 3,4°C sur le Plateau lémanique (MétéoSuisse 2014). De plus, les modèles climatiques prédisent une augmentation des fréquences et intensités d'événements climatiques extrêmes (par exemple, sécheresse, vagues de chaleur) dans les prochaines années (IPPC 2013).

Cette évolution du climat devrait affecter positivement ou négativement les populations de certaines espèces animales ou végétales et pourrait restructurer les communautés d'espèces (Root et al. 2003). Par exemple, la diffusion d'organismes nuisibles émergents (qui élargissent leur niche géographique et/ou écologique et deviennent problématiques) et/ou d'espèces exotiques envahissantes pourrait être favorisée. En Europe, l'expansion au nord de l'aire de distribution

de plusieurs espèces semblent avoir été favorisée par l'augmentation récente des températures. C'est le cas par exemple de la punaise verte du soja, *Nezara viridula*, qui, suite au réchauffement des températures depuis le début des années 1990 et en particulier à la canicule de 2003, s'est propagée depuis les régions méditerranéennes jusque dans des pays du centre et du nord de l'Europe (Rabitsch 2008).

Dans ce contexte de changement climatique, il est important d'assurer un suivi des ravageurs actuels et potentiels en Suisse afin de minimiser leur impact. Pour obtenir des éléments de réponse, un projet financé par la Confédération dans le cadre du programme pilote «Adaptation aux changements climatiques» a été mis en place de 2014 à 2016 dans le canton de Genève. Ce canton, caractérisé par une longue frontière avec la France, des déplacements transfrontaliers nombreux, un aéroport international et un port franc, est un site clé d'introduction d'organismes au nord des Alpes et nécessite donc un suivi particulier. Dans le cadre de ce projet mené par hepia, la Direction générale de l'agriculture et de la nature du canton de Genève (DGAN) et Changins, la mise en place d'un réseau de surveillance précoce ainsi que l'élaboration de méthodes de détection ont été réalisées pour certains arthropodes, adventices et pathogènes des cultures et des arbres. Cet article présente les observations et résultats concernant les arthropodes.

Matériel et méthodes

Démarche pour la sélection des ravageurs et des cultures cibles

La première étape du projet a consisté à déterminer les ravageurs à intégrer dans le réseau de surveillance. La sélection s'est appuyée sur deux principaux critères:

- 1) une colonisation récente de l'espèce depuis une région exotique et un potentiel d'établissement et de dégâts économiques importants dans les années à venir, potentiel qui pourrait éventuellement être favorisé par un réchauffement du climat et/ou des événements climatiques extrêmes;
- 2) un établissement historique de l'espèce, avec des méthodes de lutte déjà en place en Suisse, et pour laquelle les dommages occasionnés aux cultures seraient susceptibles d'augmenter avec le réchauffement du climat et/ou des événements climatiques extrêmes. Ce risque pouvant notamment s'illustrer par une génération annuelle supplémentaire ou de meilleures conditions pour passer la période hivernale, engendrant, par exemple, une augmentation plus rapide des populations en début de saison. Le choix des espèces a également été motivé

Résumé

Selon les derniers scénarios climatiques établis pour la Suisse, le climat continuera de se réchauffer de manière significative durant les décennies à venir. Un changement à ce niveau risque de modifier le cortège et la phénologie des ravageurs retrouvés dans les cultures. Un réseau de parcelles de surveillance de neuf insectes ravageurs émergents: *Halyomorpha halys*, *Nezara viridula*, *Zeuzera pyrina*, *Tuta absoluta*, *Diabrotica virgifera*, *Ostrinia nubilalis*, *Lobesia*, *Eupoecilia ambiguella*, *Scaphoideus titanus*, a été mis en place dans l'ensemble du canton de Genève sur une durée de trois ans (2014–2016). Il a permis d'identifier la présence et l'abondance de ces espèces, ainsi que d'établir des méthodes de détection précoces. Les résultats de ce projet ont notamment permis de démontrer la présence de *H. halys* en zone urbaine, l'établissement et les dégâts engendrés par *N. viridula* dans les cultures sous abris ou encore l'augmentation de la zone de répartition de *S. titanus* dans les vignobles genevois.

par la préexistence de réseaux de surveillance à Genève (par exemple, données de l'Organisation européenne et méditerranéenne pour la protection des plantes, OEPP, et disponibilité de monitoring historiques). Différentes associations professionnelles (Agridea, Office technique maraîchère, Union fruitière lémanique), Agroscope et des horticulteurs ont également été consultés afin d'établir cette liste. Les cultures ciblées ont été sélectionnées selon leur importance économique pour la Suisse et plus spécifiquement pour Genève.

Choix des espèces selon le critère 1:

- La punaise marbrée ou punaise diabolique (*Halyomorpha halys*)
- La punaise verte du soja (*Nezara viridula*)
- La mineuse de la tomate (*Tuta absoluta*)

Choix des espèces selon le critère 2:

- La chrysomèle des racines du maïs (*Diabrotica virgifera*)
- La zeuzère du poirier (*Zeuzera pyrina*)
- La pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis*)
- L'eudémis (*Lobesia botrana*)
- La cochylis (*Eupoecilia ambiguella*)
- La cicadelle de la vigne (*Scaphoideus titanus*)



Sites du réseau de surveillance

Le réseau de surveillance pour chaque ravageur cible a été mis en place lors de la première année du projet en identifiant sur le territoire genevois les régions à haut risque et comportant les cultures ciblées (tabl. 1).

Respectivement, trois et quatre sites ont été intégrés dans les cultures maraîchères et fruitières. Le réseau de surveillance des cultures du maïs et de la vigne comptait respectivement neuf et dix sites répartis sur l'ensemble du territoire genevois. Deux sites ont été ajoutés pour l'année 2015 pour la surveillance de la punaise marbrée et de la punaise verte du soja: à Chancy dans le jardin d'un particulier (où un individu de *H. halys* a été trouvé à la fin de l'automne 2014) et aux Conservatoire et Jardin botaniques (CJB) de la Ville de Genève (où la première détection de cette punaise a eu lieu dans le canton en 2013). En 2016, un nouveau site a également été intégré pour la surveillance de ces deux punaises: le parc Beaulieu, au nord de la gare Cornavin. L'ajout de ces sites s'explique par le fait que *H. halys* semble être, de manière générale en Europe centrale,

principalement confinée en milieu urbain au début de son introduction, comme cela a été le cas en Amérique du Nord (Haye *et al.* 2014) avant sa dissémination dans les milieux agricoles.

Méthodes de détection des ravageurs

Le suivi de chaque ravageur a été réalisé à l'aide de pièges lumineux et/ou de pièges à phéromones d'avril à novembre 2014, 2015 et 2016. Les monitorings ont été effectués à une fréquence hebdomadaire pour le maïs et la vigne, et bimensuelle pour les cultures fruitières et maraîchères (tabl. 1). Les pièges installés pour les différentes espèces visaient tous la capture des individus au stade adulte. Cependant, c'est le stade larvaire qui est le plus souvent nuisible pour la culture.

Dans le cas de *H. halys*, les pièges lumineux n'ayant pas permis d'effectuer de capture et étant donc jugés inefficaces à la fin de l'année 2014, ils ont été remplacés en 2015 par des pièges pyramidaux comportant des attractifs provenant de l'entreprise International Pheromone Systems Ltd. (IPS, Ellesmere Port, Royaume-Uni).

Tableau 1 | Liste des ravageurs sélectionnés avec les périodes de suivi (années et mois), les méthodes de capture et le nombre de sites de capture en fonction des cultures.

Cultures	Ravageur ciblé	Période de suivi (mois et années)	Dispositif de piégeage	Nombre de sites	Communes échantillonnées
Fruitières, maraîchères	<i>Halyomorpha halys</i> ¹	Avril–novembre (2014–2016)	Piège lumineux (2014), piège pyramidal + attractif (2015, IPS; 2016, Serbios)	7	Cultures fruitières: Jussy, Meyrin, Versoix, Russin Cultures maraîchères: Troinex, Perly, Lully
	<i>Nezara viridula</i>	Avril–novembre (2014–2016)			
Maraîchères	<i>Tuta absoluta</i>	Avril–novembre (2014–2016)	Piège Delta collant + phéromones spécifiques	3	Troinex, Perly, Lully
Fruitières	<i>Zeuzera pyrina</i>	Mai–octobre (2015–2016)	Piège Funnel + phéromones spécifiques	4	Jussy, Meyrin, Versoix, Russin
Maïs	<i>Diabrotica virgifera</i>	Juillet–septembre (2014–2016)	Piège PAL collante	10 (2014) 10 (2015) 8 (2016)	2014: Versoix, Vernier, Dardagny, Collonge-Bellerive, Sionnet, Anières, Choulex, Veyrier, Plan-les-Ouates 2015: Puplinge, Compois, Corsinge, Meinier, Choulex, Veyrier, Laconnex, Vernier, Bardonnex 2016: Presinge, Meinier, Grand-Saconnex, Meyrin, Bernex, Bardonnex, Colley-Bossy, Lancy, Ferney-Voltaire (FR)
	<i>Ostrinia nubilalis</i>	Mai–septembre (2014–2016)			
Vigne	<i>Scaphoideus titanus</i>	Avril–novembre (2016)	Piège jaune collant	8	Hermance, Gy, Meinier, Laconnex, Bardonnex, Dardagny, Genthod, Bellevue
	<i>Lobesia botrana</i>	Avril–octobre (2014–2016)	Piège Delta collant + phéromones spécifiques	10 (2014) 6 (2015) 2 (2016)	2014: Dardagny, Russin, Jussy, Soral, Peissy, Anières, Gy, Satigny, Peney-Dessous 2015: Dardagny, Russin, Satigny, Peissy, Peney-Dessous, Jussy 2016: Peissy, Jussy
	<i>Eupoecilia ambiguella</i>				

¹Pour ce ravageur, trois sites additionnels ont été intégrés au réseau: chez un particulier à Chancy (2015, 2016), où des punaises avaient été détectées en 2014, aux Conservatoire et Jardin botaniques de Genève (2015, 2016) et au parc Beaulieu (2016).

Une substance attractive plus spécifique (RESCUE!® Stink Bug Trap lures) vendue par la firme italienne Serbios (Rome, Italie) a également été testée en 2016, afin d'observer d'éventuelles différences avec l'attractif d'IPS.

Des pièges Funnel avec phéromone ont été ajoutés à l'étude pour la détection de la zeuzère du poirier en 2015 et 2016.

Le suivi de la pyrale du maïs a été intégré au projet en collaboration avec Agroscope Changins et la station phytosanitaire de Genève. L'objectif était de détecter la présence de la race bivoltine dans le canton.

A Genève, le suivi de l'eudémis et de la cochylys est assuré par un réseau participatif (Florian Favre, DGAN). Les données antérieures à 2014 présentées dans cet article ont été obtenues auprès de la DGAN.

Résultats et discussion

La punaise marbrée (*Halyomorpha halys*)

Les premiers individus de *H. halys* ont été capturés uniquement en 2016 à l'aide des pièges pyramidaux. Tous les individus (plus d'une centaine) ont été capturés sur un seul des dix sites, soit celui du parc Beaulieu. Une petite surface de ce parc, situé au-centre ville de Genève, est constitué de jardins familiaux. Les pièges ont été placés à proximité des potagers et des serres de production de plantons (Association Les Artichaux). Les premiers adultes hivernants sont apparus vers la fin du mois de mai, où une trentaine d'individus ont pu être capturés. A partir de la fin du mois de septembre, ≥ 100 individus, issus de la nouvelle génération, ont ensuite été collectés. L'attractif vendu par la firme Serbios s'est montré nettement plus efficace que l'attractif d'IPS, avec respectivement 150 et un seul individu capturé sur un même site. L'absence de ce ravageur en zone agricole peut indiquer sa non-présence ou une présence pour le moment très limitée. En effet, puisque les attractifs utilisés sont notamment des phéromones d'agrégation, il est possible que leur efficacité soit dépendante d'une certaine densité de *H. halys*. En 2015 et en 2016, des larves ont toutefois été observées à Perly (GE), au sein d'une culture de concombres sous abri. A ce jour, c'est le seul cas rapportant la présence de *H. halys* en dehors de la métropole genevoise.

H. halys semble néanmoins bien présente en milieu urbain car, en plus des captures réalisées au parc Beaulieu à l'aide des pièges, des captures ponctuelles ont eu lieu en 2016, dans différentes zones de l'agglomération genevoise telles qu'à Carouge, au Petit-Saconnex, au Grand-Saconnex et à la Servette. En Suisse, *H. halys* semble globalement confinée en milieu urbain, en particulier à Bienne (comm. pers. Tim Haye) et à Zurich

(Frey *et al.* 2016). Il est probable que les températures plus élevées qui règnent au sein des villes favorisent la présence et le développement de *H. halys* et lui permettent d'y effectuer sa diapause durant l'hiver (Haye *et al.* 2014).

La punaise verte du soja (*Nezara viridula*)

Malgré un faible nombre d'individus capturés (40) de 2014 à 2016 (parc Beaulieu, Troinex, Lully), cette punaise a largement été observée ces dernières années dans le canton, probablement à cause de conditions climatiques estivales très chaudes durant ces années. A Genève, elle a été trouvée au centre-ville sur des toitures végétalisées en 2015, dans de nombreux jardins potagers privés ainsi que dans différentes cultures. Passablement de dégâts ont été observés par les maraîchers dans les cultures de concombres et d'aubergines sous abri, notamment à Lully et Perly (comm. pers. G. Jaccard). Elle a également été signalée dans un champ de soja en production biologique (Veyrier). L'étude de *N. viridula* a permis de détecter en 2015 l'arrivée au nord des Alpes de sa mouche parasitoïde *Trichopoda pennipes* (Pétremand *et al.* 2015), qui possède un potentiel de régulation actuellement étudié par Agroscope dans le cadre de lâchers sous abri (comm. pers. Serge Fischer).

La zeuzère du poirier (*Zeuzera pyrina*)

Le suivi de ce ravageur s'est traduit par une absence totale de captures dans le canton en 2015 et 2016 dans les cultures fruitières. Cette absence de capture peut s'expliquer, d'une part, par la présence très sporadique de l'espèce, qui n'a pas été présente dans le rayon de capture des pièges. D'autre part, l'absence de captures pourrait être liée à l'inefficacité des pièges et/ou des phéromones testées. En effet, les phéromones contenues dans les pièges ne sont peut-être pas adaptées aux populations de zeuzères présentes en Suisse. Cette absence de capture est d'autant plus étonnante que sa présence a tout de même été relevée à l'aide de pièges lumineux en milieu forestier ainsi qu'en milieu urbain sur l'ensemble du canton. Conjointement, de nombreux dégâts ont été répertoriés sur des arbres urbains dans l'agglomération genevoise (Minguely 2015 a). Des individus ont été répertoriés en milieu naturel (pièges lumineux) dans les communes suivantes: Cartigny, Dardagny, Jussy et Versoix en 2010, 2011, 2012 et 2015 (Baumgart & Pastore 2016). Quoique représentant des captures isolées, ces données, récoltées dans différents sites du canton, démontrent que cette espèce est bel et bien installée, mais reste peu abondante et quasiment absente des cultures fruitières.



La mineuse de la tomate (*Tuta absoluta*)

En 2014, aucune capture n'a été effectuée pour cette mineuse, tandis qu'en 2015, une centaine d'individus ont été capturés en octobre dans les communes de Perly et de Lully. En 2016, les captures ont été constantes et relativement importantes de mai à octobre. La soudaine abondance de captures à Lully et Perly le 30 octobre 2015 (fig. 1) pourrait s'expliquer par un phénomène de dispersion et de colonisation de nouveaux sites à partir des cultures infestées. En effet, après un été chaud et donc favorable à l'espèce, cette dernière, après avoir complété quelques générations, a probablement eu tendance à se disperser afin de coloniser de nouveaux habitats à l'automne. En 2016, les premières captures ont été plus précoces et plus nombreuses que les années précédentes, laissant penser que les individus observés en octobre 2015 ont réussi à passer la saison hivernale à proximité ou à l'intérieur des serres, permettant une colonisation rapide et importante au printemps suivant.

La chrysomèle des racines du maïs (*Diabrotica virgifera*)

Dans différentes parcelles investiguées, aucun spécimen n'a été capturé dans le canton de Genève, et ce, pour les trois années du projet. Il semblerait qu'au nord des Alpes, aucun individu de cette espèce n'ait été collecté au cours des dernières années. Au Tessin, depuis plusieurs années, pratiquement tous les pièges installés capturent la chrysomèle des racines du maïs. Toutefois, cette dernière ne semble plus causer de problèmes majeurs aux maïs grâce à la rotation des cultures qui retarde l'infestation des parcelles de ± 15 jours (Bertossa et al. 2013). La rotation des cultures, obligatoire à Genève, suffirait donc pour lutter contre ce ravageur s'il venait à s'installer.

La pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis*)

Les résultats de piégeage indiquent uniquement la détection de la race univoltine dans les cultures de maïs de Genève (fig. 2). On observe un pic de vol plus tardif

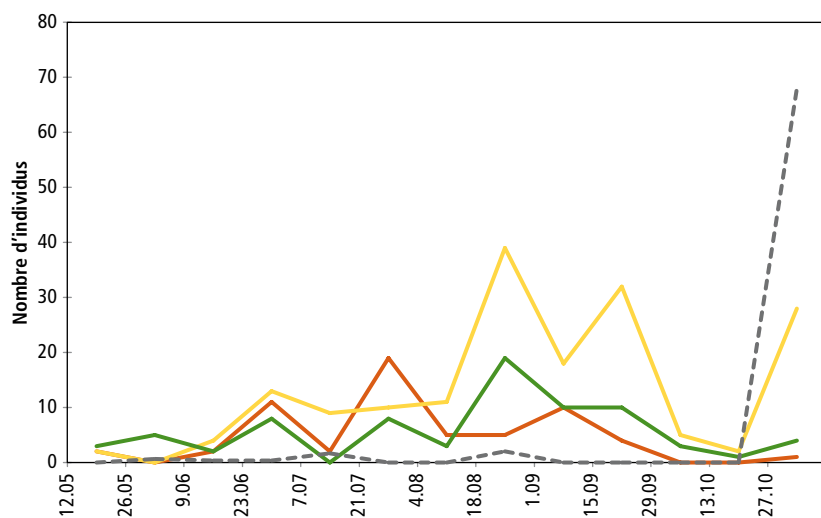


Figure 1 | Nombre d'individus collectés de la mineuse de la tomate dans les trois sites maraîchers du canton de Genève en 2016 en regard de la moyenne des captures en 2015.

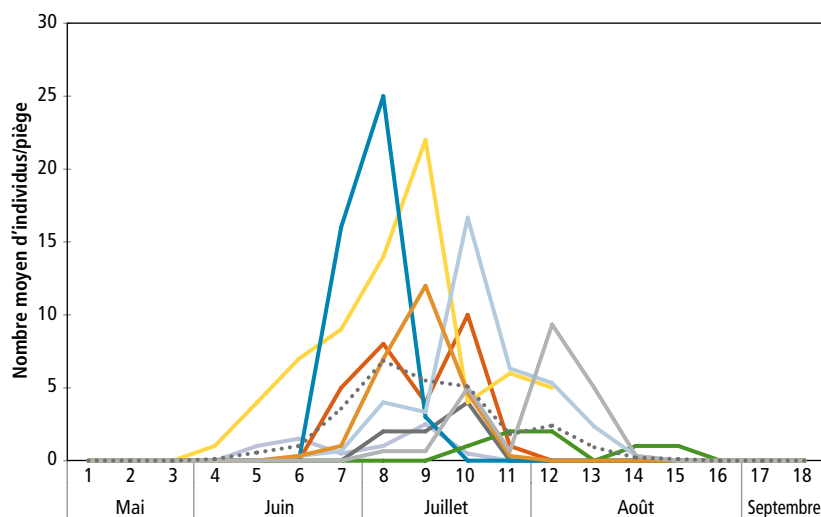


Figure 2 | Nombre moyen d'adultes de la pyrale du maïs du canton de Genève observés en 2006 et de 2009 à 2016. Les piégeages commençant à la semaine «1», soit à la mi-mai.

en 2014 et en 2016 par rapport à celui observé en 2015. Les conditions plus chaudes de l'été 2015 expliquent ce décalage avec les années 2014 et 2016.

Les données de captures de 2014 à 2016 ont été comparées aux données datant de 2006 (DGAN) et de 2009 à 2016 (source: S. Breitenmoser, Agroscope), afin d'établir s'il y avait une différence dans le temps de la dynamique de vol de cette espèce. Les résultats montrent une variabilité importante d'une année à l'autre de l'abondance de la pyrale du maïs (fig. 2). Les années 2009, 2011, 2012 et 2015 ont des pics de vol plutôt précoces (début juillet), tandis qu'en 2013 et 2016, les captures ont été relativement tardives (début août). L'apparition d'adultes dépend en effet fortement des conditions climatiques printanières (températures).

L'eudémis (*Lobesia botrana*) et la cochylys (*Eupoecilia ambiguella*)

Pour la cochylys, les captures des trois dernières années sont largement inférieures à celles de la moyenne issue des observations obtenues entre 1998 et 2016 (fig. 3). Depuis 2004 (fig. 5), il semblerait que le nombre d'individus capturés ait brusquement chuté. Cette diminu-

tion s'explique par différents facteurs: augmentation des températures, plus faibles précipitations, effet de la confusion sexuelle. Aucune 3^e génération n'a pu être détectée en 2016 et durant les années précédentes (comm. pers. Guillaume Potterat). L'évolution actuelle du climat et les scénarios climatiques pour les années à venir semblent donc plutôt en défaveur de la cochylys à tendance hygrophile.

Les relevés de piégeage 2016 indiquent que le 1^{er} et le 2^e vol de l'eudémis ont été très tardifs et faibles (surtout le 1^{er} vol au printemps) dans les vignes (zones hors confusion) de Genève (fig. 4). Le 1^{er} pic de vol de l'eudémis apparaît au mois de mai, le 2^e à la fin juillet et le 3^e (détecté sur le site de Jussy-Sionnet) au mois de septembre (fig. 4). Globalement, les individus piégés en 2014 et en 2015 ont été plus nombreux que la moyenne observée entre 1998 et 2016. Cependant, les pics de vol apparaissent relativement simultanément durant la saison. En 2014 spécifiquement, un printemps particulièrement chaud a favorisé un développement très précoce de l'eudémis. Malgré un deuxième vol en 2016 très tardif, une troisième génération de l'eudémis a été détectée en septembre grâce à la poursuite de l'échantillonnage. Les captures

Figure 3 | Suivi du vol de la cochylys dans les vignobles (hors confusion) du canton de Genève 2014–2016.

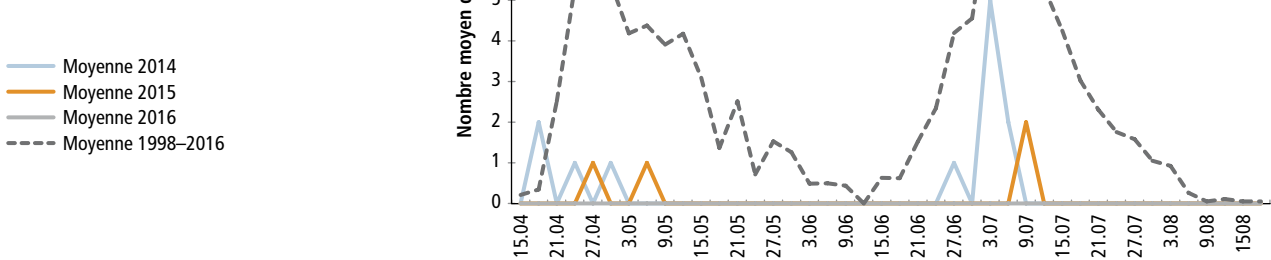
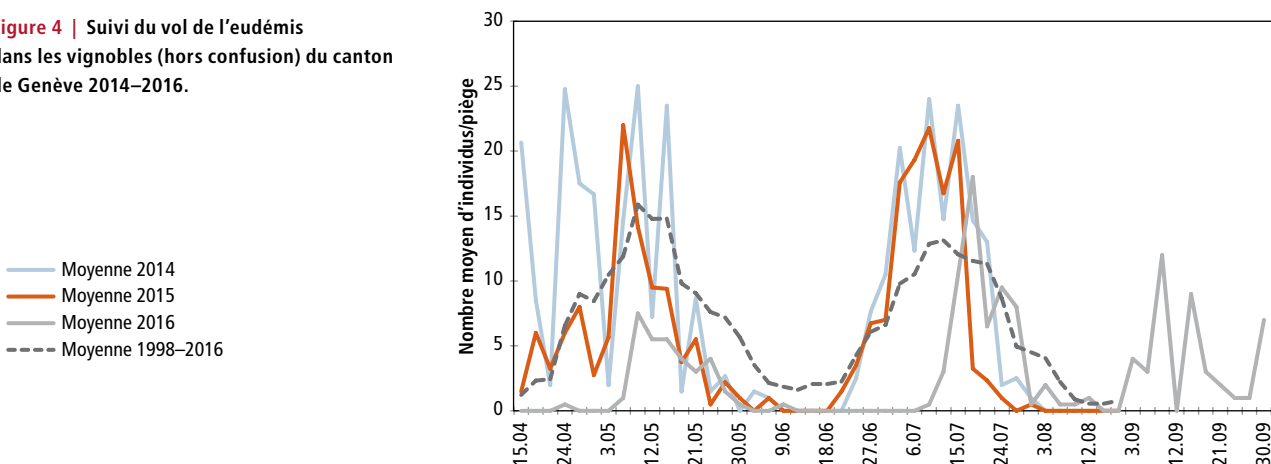


Figure 4 | Suivi du vol de l'eudémis dans les vignobles (hors confusion) du canton de Genève 2014–2016.



sont à présent généralement moins nombreuses qu'au début des années 2000, mais elles restent importantes, et ce, surtout durant les années à été chaud et sec (2000, 2003, 2007–2009, 2014, 2015) (fig. 5).

La cicadelle de la vigne (*Scaphoideus titanus*)

Pour l'année 2016, le principal but du suivi était de constater la présence/absence de *S. titanus* au sein de parcelles contrôlées et déclarées négatives entre 1994 et 2007 (SITG 2016), afin de noter une éventuelle augmentation de son aire de répartition sur Genève. Huit parcelles identifiées comme négatives entre 1994 et 2007 ont été sélectionnées en 2016 dans les différentes régions viticoles genevoises. Les résultats obtenus indiquent que *S. titanus* est actuellement présent sur l'ensemble des parcelles suivies déclarées négatives

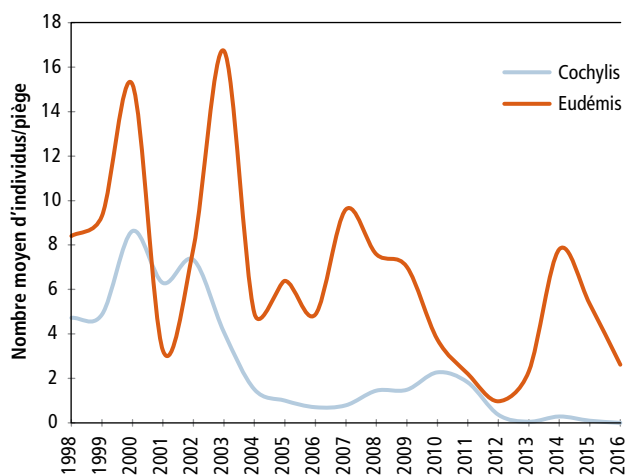


Figure 5 | Moyennes annuelles des captures de l'eudémis et de la cochylys dans les vignobles du canton de Genève entre 1998 et 2016.

Remerciements

Ce travail a pu être réalisé grâce à la collaboration des exploitants agricoles qui ont permis le suivi des espèces ciblées dans le cadre du projet. Nous adressons également nos remerciements aux collaborateurs d'Agroscope Changins (Serge Fischer et Stève Breitenmoser), de la station viticole du canton de Genève (Guillaume Potterat et Florian Favre) et d'Agridea ainsi qu'à Christian Keimer (retraité DGAN) pour son aide dans les relevés. Merci également à Yaëlle Cruchon et Camille Minguely pour leur contribution, et à Chiara Cattaneo, Emmanuel Castella et Patrick Kehrlé pour les traductions du résumé. Ce projet a été mis en œuvre dans le cadre du programme pilote «Adaptation aux changements climatiques», soutenu par l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG).

Bibliographie

- Baumgart P. & Pastore M., 2016. Projet Elpenor, checklist 2010–2016. 18 p. Non publié.
- Bertossa M., Morisoli R. & Colombi L., 2013. La lutte contre la chrysomèle des racines du maïs est un succès à ce jour. *Recherche agronomique suisse* 4 (1), 24–31.

jusqu'en 2007. Bien que seulement huit parcelles soient concernées dans le cadre de ce projet, il est donc fort probable que cette cicadelle soit maintenant présente dans l'ensemble des vignes à Genève.

Conclusions

Dans un contexte de changement climatique, le suivi des populations d'insectes ravageurs dans les cultures ayant un impact économique est primordial, afin d'anticiper leur venue ou les changements au niveau de leur écologie saisonnière. Ce projet a permis de démontrer que:

- Halyomorpha halys* semble bien établie à Genève dans les zones urbaines. Un suivi ces prochaines années est nécessaire, afin d'observer une éventuelle progression depuis les zones urbaines vers les zones agricoles;
- Nezara viridula* est bien établie dans le canton de Genève, où elle engendre actuellement d'importants dégâts dans les cultures sous abris (par exemple, concombres, aubergines);
- La race bivoltine de la pyrale du maïs ne semble pour l'instant pas présente à Genève;
- Plusieurs ravageurs émergents ne semblent que peu présents (par exemple, la zeuzère du poirier) voire même absents (par exemple, la chrysomèle des racines du maïs) dans le canton.

Enfin, des fiches descriptives sur *H. halys*, *N. viridula* et *Z. pyrina* ont été produites et distribuées aux professionnels afin de suivre l'évolution de ces espèces sur le canton et en Suisse romande (Minguely *et al.* 2015b, Pétremand *et al.* 2017, Vonlanthen *et al.* 2017). ■

- Frey D., Zanetta A., Moretti M. & Heckmann R., 2016. First records of *Chlamydatus saltitans* (Fallén, 1807) and *Tupiocoris rhododendri* (Dolling, 1972) (Heteroptera, Miridae) and notes on other rare and alien true bugs in Switzerland. *Mitteilungen der Schweizerischen entomologischen Gesellschaft* 89, 51–68.
- Haye T., Abdallah S., Garipey T. & Wyniger D., 2014. Phenology, life table analysis and temperature requirements of the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, in Europe. *Journal of pest science* 87 (3), 407–418.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2013. Climate Change 2013: The physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change, Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, 1535 p.
- MétéoSuisse, 2014. «Scénarios climatiques Suisse – un aperçu régional». Rapport technique n° 243, MétéoSuisse, 36 p.
- Minguely C., 2015 a. Evaluation du risque représenté par la zeuzère du poirier, *Zeuzera pyrina* L., pour la végétation arborée en Suisse romande. Thèse de Bachelor, hepia, 147 p.

Summary

Establishment and optimisation of a monitoring network for emerging pest insects under climatic warming

Under the current climate scenarios for Switzerland, the climate continues to warm over the coming decades. This will probably modify the complex of pest species found in crops as well as their phenology. A network of plots was set up in the Geneva Canton between 2014 and 2016 in order to monitor nine emerging pest insects: *Halyomorpha halys*, *Nezara viridula*, *Zeuzera pyrina*, *Tuta absoluta*, *Diabrotica virgifera*, *Ostrinia nubilalis*, *Lobesia botrana*, *Eupoecilia ambiguella*, *Scaphoideus titanus*. The network allowed to determine the presence and the abundance of these species and to develop methods for their early detection. The observations of this project permitted especially to prove the presence of *H. halys* in urban area, to quantify the establishment and associated damages of *N. viridula* in protected crops or even to demonstrate the expansion of the distribution of *S. titanus* in the vineyard of Geneva.

Keywords: global warming, monitoring methods, emerging pest, invasive species, Geneva.

Zusammenfassung

Einrichtung und Optimierung eines Beobachtungsnetzes für aufkommende Schädlinge im Kontext der Klimaerwärmung

Laut den letzten Klimaszenarien für die Schweiz setzt sich der Temperaturanstieg über die nächsten Jahrzehnte fort. Eine solche Veränderung droht auch, die Zusammensetzung und Phänologie der Kulturschädlinge zu modifizieren. Im Kanton Genf wurde zwischen 2014 und 2016 ein Parzellennetzwerk zur Überwachung von neun aufkommenden Schädlingen: *Halyomorpha halys*, *Nezara viridula*, *Zeuzera pyrina*, *Tuta absoluta*, *Diabrotica virgifera*, *Ostrinia nubilalis*, *Lobesia botrana*, *Eupoecilia ambiguella*, *Scaphoideus titanus* eingerichtet. Das Netzwerk erlaubte es, das Vorkommen und die Häufigkeit dieser Arten zu identifizieren, sowie Methoden zur Früherkennung zu entwickeln. Die Beobachtungen innerhalb dieses Projektes erlaubten insbesondere, das Vorkommen von *H. halys* im Stadtgebiet nachzuweisen, das Vorkommen und die Schäden von *N. viridula* in gedeckten Kulturen aufzuzeigen oder die Ausbreitung von *S. titanus* im Genfer Rebberg zu belegen.

Riassunto

Implementazione e ottimizzazione di un rete di controllo dei insetti parassiti emergenti nelle colture nel contesto del riscaldamento climatico

Secondo gli ultimi scenari climatici stabiliti per la Svizzera, il clima continuerà a modificarsi in modo significativo nei prossimi decenni. Un cambiamento di questo livello rischia di modificare la composizione e la fenologia dei parassiti ritrovati nelle colture. Un rete di controllo di nove insetti parassiti emergenti: *Halyomorpha halys*, *Nezara viridula*, *Zeuzera pyrina*, *Tuta absoluta*, *Diabrotica virgifera*, *Ostrinia nubilalis*, *Lobesia botrana*, *Eupoecilia ambiguella*, *Scaphoideus titanus*, è stato istituito in tutto il Canton di Ginevra su una durata di tre anni (2014–2016). Ha permesso d'identificare la presenza e l'abbondanza di queste specie, oltre ad aver stabilito metode di rilevamento precoce. I risultati del progetto hanno inoltre permesso di dimostrare un'importante presenza di *H. halys* unicamente in zona urbana, l'implementazione e i danni provocati da *N. viridula* nelle colture al riparo o ancora l'aumento della zona di ripartizione di *S. titanus* nei vigneti ginevrini.

- Minguely C., Rochefort S., Lefort F., 2015b. *Zeuzera pyrina*, la zeuzère du poirier. Institut Terre-Nature-Environnement (inTNE), Haute Ecole du paysage, d'ingénierie et d'architecture, © hepia copyright 2015.
- Pétremand G., Rochefort S., Jaccard G. & Fischer S., 2015. First detection of the southern green stink bug parasitoid *Trichopoda pennipes* (Fabr.) (Diptera: Tachinidae) in Western Switzerland. *Mitteilungen der Schweizerischen entomologischen Gesellschaft* **88**, 403–409.
- Pétremand G., Vonlanthen O. & Rochefort S., 2017. La punaise verte du soja, *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758), une nouvelle punaise nuisible à surveiller en Suisse. Institut Terre-Nature-Environnement (inTNE), Haute Ecole du paysage, d'ingénierie et d'architecture © hepia 2017.
- Rabitsch W., 2008. Alien true bugs of Europe (Insecta: Hemiptera: Heteroptera). *Zootaxa* **1827**, 1–44.
- Root T. L., Price J. T., Hall K. R., Schneider S. H., Rosenzweig C. & Pounds J. A., 2003. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature* **421**, 57–60.
- SITG (2016). Carte de répartition de *Scaphoideus titanus*. Adresse: <https://www.etat.ge.ch/geoportail/pro/> [01.11.2016]
- Vonlanthen O., Pétremand G. & Rochefort S., 2017. La punaise diabolique, *Halyomorpha halys* (Stål, 1855), un nouveau ravageur très polyphage qui menace les cultures. Institut Terre-Nature-Environnement (inTNE), Haute Ecole du paysage, d'ingénierie et d'architecture © hepia 2017.