

Rapport final

IA216522

Détermination du moment d'application des insecticides pour lutter contre le
phylloxera foliaire.

Responsable scientifique : Dr. Caroline Provost



1^{er} Février 2018

Section 1 - Chercheurs impliqués et responsable autorisé de l'établissement (ces personnes doivent également faire parvenir un courriel pour attester qu'ils ont lu et approuvent le rapport.)

Responsable autorisé : Dr. Caroline Provost, directrice, chercheure

Chercheur responsable : Dr. Caroline Provost, directrice, chercheure

Chercheur : Dr Caroline Provost PhD biologie

Dr Provost mène des études dans différentes cultures fruitières et maraîchères depuis plusieurs années. Elle travaille depuis plus de 10 ans sur des problématiques retrouvées en horticultures. Le rôle de madame Provost dans le cadre du projet a été de chapeauter tout l'aspect scientifique (développement du protocole, analyse et interprétation des résultats, rédaction, etc.), la gestion des ressources humaines (embauche, répartition et évaluation du personnel, etc.) et la gestion des budgets (feuilles de temps, comptes de dépenses, paiement des factures, etc.). Elle a rédigé les rapports et est responsable de la diffusion de l'information.

Chercheur : François Dumont, Ph.D. biologie

Dr. Dumont travaille en phytoprotection en cultures fruitières depuis 5 ans. Depuis 2010, il a mené des projets de recherche en biologie autant en laboratoire que sur le terrain. Il était responsable de l'analyse des résultats et a participé à la rédaction des rapports.

Section 2 - Partenaires

Larbi Zerouala, agronome, conseiller en viticulture au MAPAQ dir. Laurentides. Il est auteur de plusieurs documents sur la vigne et a à son actif plusieurs projets de recherche de réalisés. Il participe à l'élaboration du protocole et apporte l'expertise nécessaire au bon déroulement des essais. Il révise les rapports techniques.

Les essais ont été réalisés dans un vignoble commercial, Vignoble Côte de Vaudreuil, à Vaudreuil. M. Serge Primi a participé activement aux essais par l'entretien des parcelles et l'apport de son expérience de vigneron. L'implication de M. Serge Primi est considérable, car sa précieuse expérience permet d'éviter certaines difficultés et apporte une vision du producteur dans l'application de ces méthodes.

Section 3 – Fiche de transfert

Ce qu'il faut savoir pour bien contrôler le phylloxera.

Caroline Provost et François Dumont

No de projet : IA216522

Durée : 04/2016 – 02/2018

FAITS SAILLANTS

Le phylloxera est un insecte galligène indigène en Amérique du nord spécifique à la culture de la vigne. Certains cépages cultivés au Québec sont sensibles à la forme gallicole du phylloxera et ce ravageur est en progression constante depuis quelques années. Des essais réalisés par le CRAM ont documenté pour la première fois les effets néfastes de ce ravageur pour des cépages hybrides. Ainsi, il est important d'effectuer un contrôle du phylloxera si on veut minimiser les impacts sur la vigne et la récolte. Actuellement, certains insecticides sont homologués pour lutter contre ce ravageur, mais les méthodes d'applications ne semblent pas optimales, car les effets répressifs sont variables et souvent non optimaux. Plusieurs questions se posent concernant le moment d'application en lien avec le cycle vital du ravageur. Ainsi, l'objectif principal de ce projet visait à déterminer le moment d'application d'insecticides pour lutter contre le phylloxera foliaire en vignoble québécois. Plusieurs types de pièges ont été installés afin de suivre le cycle biologique du phylloxera en vignoble. Des essais ont été conduits durant les saisons 2016 et 2017 dans le vignoble Côte de Vaudreuil, vignoble ayant un antécédent de phylloxera. Les trois insecticides homologués pour lutter contre le phylloxera, soit l'Assail, le Movento et le Clutch, ont été appliqués à un intervalle de 3 jours à partir de la fin avril jusqu'au début mai. Cette période couvrait la première génération du phylloxera et le début du développement de la vigne. Plusieurs paramètres ont été notés afin de déterminer l'efficacité des traitements ainsi que du moment de l'application des insecticides. Le suivi du cycle biologique a été plutôt complexe, mais il a été possible de valider qu'il y a minimalement 5 générations dans les vignobles du Québec et qu'il est primordial de cibler la première si on veut effectuer un contrôle efficace de ce ravageur. Les trois insecticides ont démontré une répression efficace contre ce ravageur et il a été établi qu'il faut un minimum de feuillage pour que les traitements soient efficaces. Ce projet a donc permis de cibler le meilleur moment pour l'application pour les insecticides homologués, ce qui permet d'augmenter l'efficacité des produits contre le ravageur et une réduction de leur utilisation.

OBJECTIF(S) ET MÉTHODOLOGIE

L'objectif principal de ce projet visait à déterminer le moment d'application d'insecticides pour lutter contre le phylloxera foliaire en vignoble québécois. Les objectifs spécifiques étaient: 1) établir le cycle de vie du phylloxera; 2) déterminer l'efficacité des insecticides; 3) identifier le moment d'application optimal; 4) proposer une méthode d'application efficace des insecticides en vignoble. Les essais ont été réalisés sur le cépage Frontenac dans le vignoble Côte de Vaudreuil durant les saisons 2016 et 2017. Plusieurs types de pièges ont été installés dans la vigne afin de suivre les populations de phylloxera durant toute la saison. Trois insecticides homologués ainsi qu'un traitement témoin ont été appliqués afin de déterminer l'efficacité des produits ainsi que le meilleur moment d'application des insecticides. Les insecticides utilisés sont l'Assail, le Movento et le Clutch aux doses recommandées à l'étiquette. Chaque parcelle recevait seulement un traitement à un moment spécifique. Afin de déterminer le meilleur moment d'application des insecticides, des traitements ont été appliqués à un intervalle de 3 jours à partir du début du développement

de la vigne (pré-débourrement) jusqu'à la floraison. Les paramètres suivants ont été notés afin de déterminer l'efficacité des traitements : le niveau d'infestation, la sévérité d'infestation, la surface foliaire, le rendement ainsi que les propriétés chimiques des baies.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS POUR L'INDUSTRIE

La capture des individus du phylloxera n'a pas été aussi efficace que prévu, et ce malgré les divers types de pièges utilisés. Un nombre plus important d'individus a été collecté en 2017 et il est possible d'établir des courbes (Fig. 1). Nous pouvons noter qu'il y a 4 pics de population durant la saison, soit un à chaque mois à partir de la mi-juin, mais la première génération du mois de mai est difficilement observable sur le graphique. Malgré une recherche de littérature et la mise en place de pièges ayant démontré leur efficacité pour capturer le phylloxera, le suivi des populations à l'aide des pièges reste à être optimisé afin de suivre réellement les populations du phylloxera.

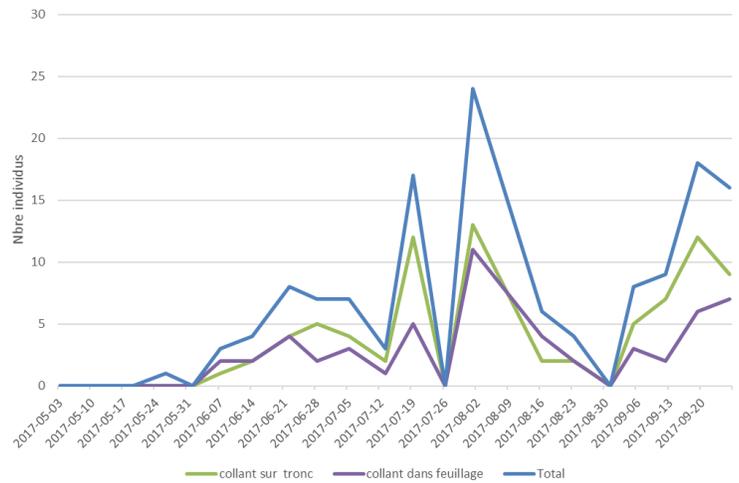


Figure 1 : Suivi des populations du phylloxera durant la saison 2017.

En 2016, les traitements ont couvert les stades 3 (pré-débourrement) à 55 (préfloraison) tandis qu'en 2017 la période couverte débutait au stade 5 (pré-débourrement) à 55 (préfloraison). Pour les 2 années d'essais, une progression plus importante de l'infestation est observée à partir de la mi-juillet puis atteint un plateau au début du mois d'août (Fig. 2). En 2016, le niveau d'infestation était plus élevé dans les parcelles témoins que dans toutes les parcelles traitées ($p < 0,0001$). Les applications plus tardives de pesticides avaient un impact plus prononcé sur le niveau d'infestation au phylloxera, les traitements aux stades 12 à 55 réduisaient significativement le niveau d'infestation ($p < 0,0001$).

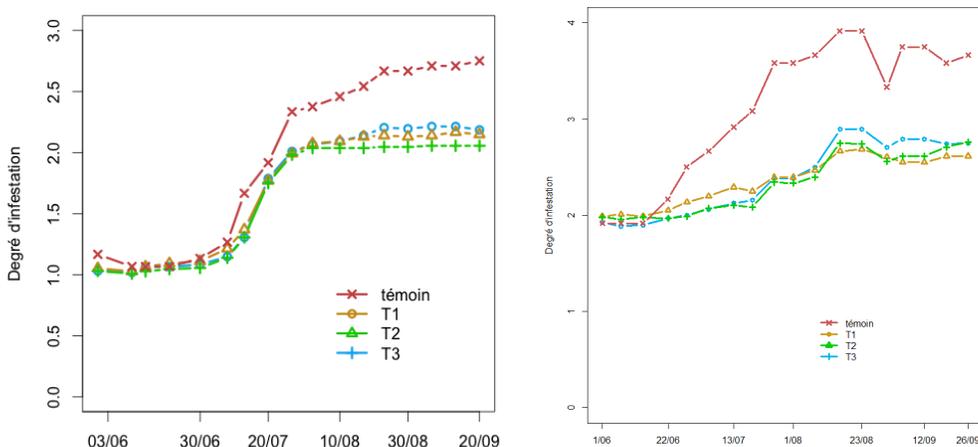
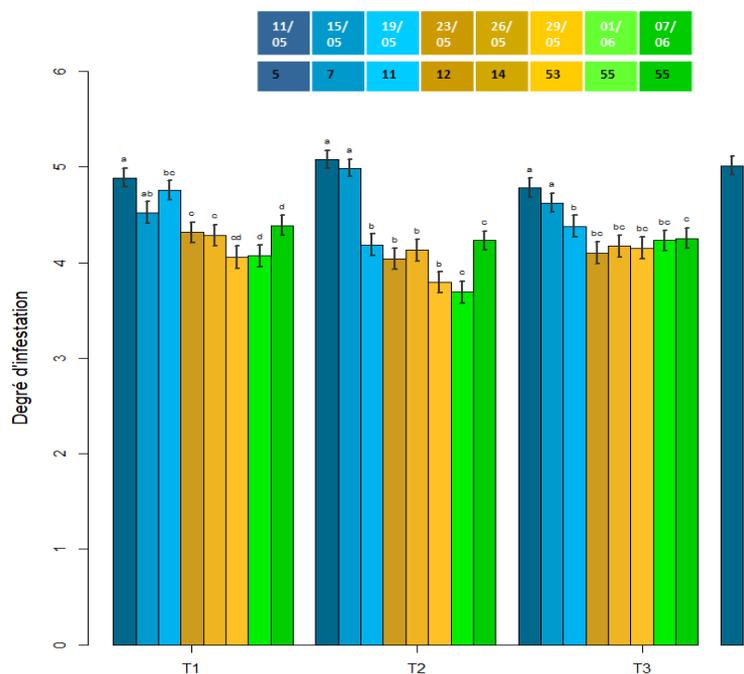


Figure 2 : Niveau d'infestation du phylloxera en fonction du temps, A) 2016, B) 2017. (T1 : Assail 70WP, T2 : Movento 240 SC, T3 : Clutch 50WDG)



La sévérité de l'infestation par le phylloxera dépendait de l'interaction entre le type de traitement pesticide et le moment d'application (2016 : $p = 0,02$; 2017 $p < 0,0001$). Le plus haut niveau de sévérité d'infestation a été observé dans les parcelles témoins et pour le premier traitement, avant le développement des feuilles (Fig. 3). Dès l'apparition de la première feuille, soit au stade débourrement (stade 9), l'efficacité des produits s'accroît. Cependant, plus on s'approche de la floraison, on note une légère décroissance de l'efficacité des produits.

Figure 3 : Sévérité d'infestation par le phylloxera en fonction du traitement et du moment de l'application, 2017. (T1 : Assail 70WP, T2 : Movento 240 SC, T3 : Clutch 50WDG)

Sur les 2 années d'essais, on note que le moment d'application des insecticides le plus efficace pour chacun des traitements est constant (Tab. 1). En effet, on observe que les traitements Assail et Clutch sont plus efficace au stade débourrement (stade 9) à « 3 feuilles étalées » (stade 13) et le traitement Movento réduit le plus le phylloxera lorsqu'il est appliqué au stade pré-floraison (stade 55).

Tableau 1 : Résumé de l'efficacité des traitements sur la sévérité de l'infestation du phylloxera.

Traitement	Date la plus efficace 2016	Stade BBCH	Date la plus efficace 2017	Stade BBCH
Assail	24 mai	9	29 mai	13
Movento	31 mai	55	1 juin	55
Clutch	27 mai	13	23 mai	12

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE ET/OU SUIVI À DONNER

Ce projet a permis de contribuer à l'avancement des connaissances concernant le phylloxera pour les vignerons québécois et les divers intervenants du domaine viticole au Québec (conseillers, agronomes et chercheurs). Les retombées de ce projet sont importantes puisqu'il a été établi qu'il y a plusieurs générations de phylloxera au Québec et qu'il est primordial de cibler la première si on veut effectuer un contrôle efficace de ce ravageur. Ce projet a aussi permis de cibler le meilleur moment pour l'application pour les insecticides homologués, ce qui permet d'augmenter l'efficacité des produits contre le ravageur et une réduction de leur utilisation. Une application d'insecticide plus spécifique est souhaitable dans le cadre d'un programme lutte intégrée, ceci réduisant ainsi les effets néfastes des insecticides sur l'environnement et la faune auxiliaire. Ces informations permettront aussi de réduire les coûts des traitements phytosanitaires pour le producteur.

Enfin, une meilleure compréhension de ce ravageur permet de réduire les populations en vignoble dans le cadre d'une régie intégrée.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Nom du responsable du projet : Dr. Caroline Provost

Téléphone : 450-434-8150 #5744

Télécopieur : 450-258-4197

Courriel : cprovost@cram-mirabel.com

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Ces travaux ont été réalisés grâce à une aide financière du Programme de soutien à l'innovation en agroalimentaire, un programme issu de l'accord du cadre Cultivons l'avenir conclu entre le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation et Agriculture et Agroalimentaire Canada.

Section 4 - Activité de transfert et de diffusion scientifique (joindre en annexe la documentation en appui)

Une affiche scientifique a été présentée dans le cadre de la Conférence internationale sur les ravageurs et auxiliaires en agriculture 2017, Montpellier, France. Ce congrès regroupe des chercheurs de la communauté scientifique internationale dans plusieurs domaines de l'agriculture et de la protection intégrée des cultures. (Annexe 5)

Un article scientifique est actuellement en élaboration et sera soumis à une revue scientifique prochainement.

Section 5 - Activités de diffusion et de transfert aux utilisateurs (joindre en annexe la documentation en appui)

Le projet a été présenté et discuté avec divers intervenants, tels que des producteurs, agronomes, œnologues, conseillers, dans le cadre de la Journée portes ouvertes du vignoble expérimental du Centre de recherche agroalimentaire de Mirabel. Les journées ont eu lieu le 15 septembre 2016 et le 15 septembre 2017. Environ 75-100 personnes étaient présentes (annexe 2).

Le projet a été présenté et discuté avec les agronomes lors des rencontres du réseau d'avertissement phytosanitaire (RAP vigne), dont le CRAM fait partie. Le projet a été discuté lors des rencontres de début et de fin de saison, il y a eu 4 rencontres en 2016 et 2017.

Les résultats du projet ont été présentés dans le cadre d'une journée spécifiquement pour les agronomes et intervenants dans la vigne au Québec, soit les séances d'échanges sur la recherche en viticulture et œnologie, tenues le 31 mars 2017 à Ste-Hyacinthe (annexe 3).

Les résultats du projet ont été présentés dans le cadre d'une journée spécifiquement pour les producteurs du club conseil Duraclub, tenue le 20 décembre 2017, à St-Ignace de Stanbridge. Une cinquantaine de producteurs étaient présents (annexe 4)

La fiche de transfert sera déposée sur le site Agriréseau section vigne et vin.

Le rapport final sera déposé sur le site internet du CRAM et sera envoyé aux associations participantes, soit l'association des vigneron du Québec et l'association canadienne des œnologues. Ces associations pourront transférer le rapport à leurs membres respectifs.

Section 6 – Grille de transfert des connaissances

1. Résultats Présentez les faits saillants (maximum de 3) des principaux résultats de votre projet.	2. Utilisateurs Pour les résultats identifiés, ciblez les utilisateurs qui bénéficieront des connaissances ou des produits provenant de votre recherche.	3. Message Concrètement, quel est le message qui devrait être retenu pour chacune des catégories d'utilisateurs identifiées? Présentez un message concret et vulgarisé. Quels sont les gains possibles en productivité, en rendement, en argent, etc.?	4. Cheminement des connaissances a) Une fois le projet terminé, outre les publications scientifiques, quelles sont les activités de transfert les mieux adaptées aux utilisateurs ciblés? (conférences, publications écrites, journées thématiques, formation, etc.) b) Selon vous, quelles pourraient être les étapes à privilégier en vue de maximiser l'adoption des résultats par les utilisateurs.
Le cycle du phylloxera est très difficile à suivre, mais il a été observé durant la saison 2017, 4 pics de générations.	Producteurs Agronomes Conseillers Chercheurs	Le phylloxera foliaire est présent dès le mois de mai dans le vignoble québécois et il est essentiel de cibler la première génération pour bien le contrôler durant toute la saison de croissance.	Journées portes ouvertes au vignoble Rapport sur le site internet du CRAM Fiche de transfert sur le site AgriRéseau La diffusion de l'information permettra de favoriser l'adoption de ces résultats par les agronomes et producteurs.
Les trois insecticides homologués contre le phylloxera sont efficaces pour réduire les populations.	Producteurs Agronomes Conseillers Chercheurs	Selon les antécédents de phylloxera dans le vignoble, il peut être justifié de traiter contre ce ravageur, entre autres pour ne pas causer un 'build-up' des populations. Pour ce faire, les trois insecticides homologués sont efficaces pour réduire le niveau d'infestation du phylloxera.	Journées portes ouvertes au vignoble Rapport sur le site internet du CRAM Fiche de transfert sur le site AgriRéseau La diffusion de l'information permettra de favoriser l'adoption de ces résultats par les agronomes et producteurs.
Le meilleur moment pour appliquer les insecticides testés est entre les stades débourrement (9-13) et pré-floraison (55).	Producteurs Agronomes Conseillers Chercheurs	L'application d'un insecticide systémique requiert un couvert végétal minimal pour être efficace. Ainsi, les traitements trop tôt en saison ne sont pas assez efficaces, car peu de produit est absorbé par la plante. La présence des premières feuilles permet de bien contrôler l'arrivée des premières femelles, mais il ne faut pas trop tarder pour traiter, car les traitements plus près de la floraison deviennent moins efficaces.	Journées portes ouvertes au vignoble Rapport sur le site internet du CRAM Fiche de transfert sur le site AgriRéseau La diffusion de l'information permettra de favoriser l'adoption de ces résultats par les agronomes et producteurs.

Section 7 - Contribution et participation de l'industrie réalisées

L'Association des vignerons du Québec appuie le projet et a apporté un support à la réalisation des essais en procurant des informations sur l'industrie viticole et vinicole du Québec. Elle est aussi impliquée au niveau de la diffusion des connaissances auprès de ses membres. Une contribution nature en main d'œuvre a été apportée par l'association ainsi qu'une contribution monétaire de 500\$.

Les essais ont été réalisés dans un vignoble commercial, Vignoble Côte de Vaudreuil, à Vaudreuil. M. Serge Primi a participé activement aux essais par l'entretien des parcelles et l'apport de son expérience de vigneron. L'implication de M. Serge Primi est considérable, car sa précieuse expérience permet d'éviter certaines difficultés et apporte une vision du producteur dans l'application de ces méthodes.

Section 8 - Rapport scientifique et/ou technique (format libre réalisé selon les normes propres au domaine d'étude)

Introduction

Le phylloxera est un insecte galligène spécifique à la vigne possédant un cycle biologique complexe, par parthénogenèse cyclique (phases sexuelles et asexuelles en alternance), qui peut se dérouler simultanément au niveau des feuilles (forme gallicole) et au niveau des racines (forme radicicole) (Fig.1) (Bostanian et al. 2012; Forneck et Huber 2009; Granett et al. 2001; Leuty et Ker 1997).

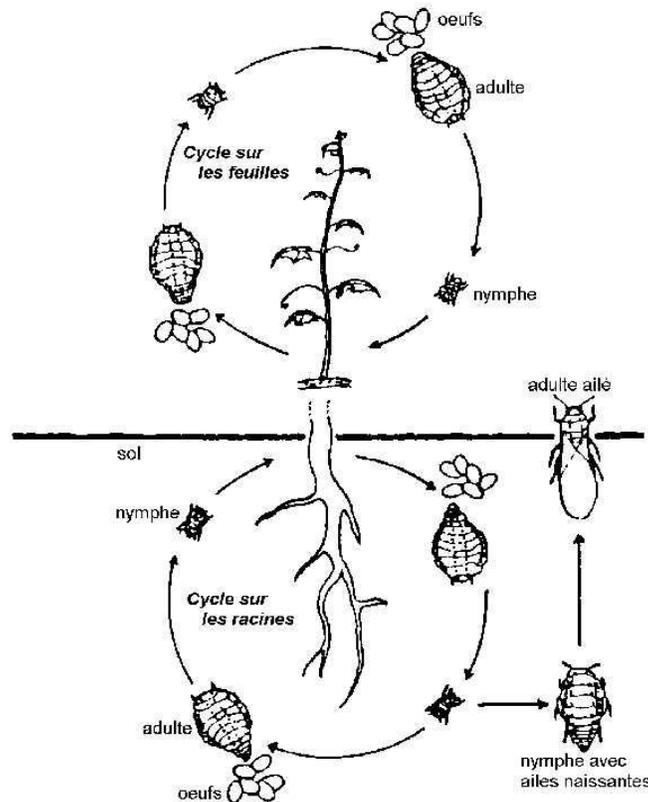


Figure 1 : Cycle biologique du phylloxera de la vigne.

Le phylloxera peut hiverner en stade immature se nourrissant sur les racines ou sous forme d'œuf pondu dans les crevasses du tronc. Durant le printemps et l'été, la forme radicicole produit plusieurs générations qui se nourrissent sur les racines causant des tubérosités ou des nodosités. En août, des femelles adultes ailées émergent du sol et pondent des œufs dans les parties aériennes des vignes. Ces œufs éclosent et mûrissent en septembre et octobre en mâles ou femelles aptères qui s'accouplent, et les femelles pondent un œuf qui hivernera sur le tronc. En avril, les œufs sur le tronc éclosent pour produire la première génération gallicole, au stade débourement. Les nymphes femelles aptères se déplacent sur les jeunes tiges pour se nourrir de la première à la troisième feuille terminale non déployée de la saison. La feuille forme une galle autour de la femelle. Il nécessite de 10-15 jours pour que la femelle atteigne la maturité, elle produira une seconde génération en pondant de 200-300 œufs sur une période de 30-40 jours. Les œufs éclosent et les nymphes sortent de la galle pour aller former d'autres galles sur les feuilles terminales. On peut compter généralement cinq à sept générations par saison dans l'est du Canada (Bergeron 2010; Leuty et Ker 1997; Stevenson 1966).

Durant la saison, certains individus tomberont au sol et se faufleront dans le sol pour aller se nourrir des racines, reproduisant ainsi le cycle complet du phylloxera. (Forneck et Huber 2009; Granett et al. 2001 ; Johnson et al. 2009 ; Leuty et Ker 1997; Stevenson 1966; Sleezer et al. 2011).

La forme radicole prédomine pour les *Vitis vinifera*, tandis que la forme gallicole affecte principalement les autres espèces de *Vitis* (sp.) possédant des origines américaines (Bostanian et al. 2012; Granett et al. 2001). Dans le cas des infestations foliaires, les feuilles de vigne peuvent porter de nombreuses galles (excroissances) qui renferment des phylloxeras femelles qui, de par son mode de reproduction par parthénogenèse, peuvent conduire à une explosion des populations (Fig. 2) (Bostanian et al. 2012; Granett et al. 2001; Johnson et al. 2009). Les feuilles affectées par le phylloxera gallicole deviennent déformées et recroquevillées, présentant une surface foliaire réduite, réduisant alors fortement la capacité de photosynthèse du plant (Granett et al. 2001; Johnson et al. 2009, 2010; Wold-Burkness 2011). Ces dommages foliaires peuvent conduire à une défoliation précoce des plants, affecter leur aoûtement et prédisposer ceux-ci à une mortalité hivernale plus élevée (Granett et al. 2001; Johnson et al. 2009; Leuty et Ker 1997; Wold-Burkness 2011). Les plants affectés peuvent aussi subir une baisse de rendement en raisins, ainsi qu'une diminution de la teneur en sucre et de la qualité des baies à la récolte (Johnson et al. 2009, 2010; Leuty et Ker 1997; Wold-Burkness 2011). Certains cépages hybrides cultivés au Québec démontrent une certaine sensibilité à la forme gallicole du phylloxera (Bergeron 2010; Dubé et Turcotte 2011). Celui-ci est en constante augmentation et les dommages deviennent inquiétants pour les vignerons québécois.



Figure 2 : Galles de phylloxera sur feuille, a) femelle à l'intérieur d'une galle, b) feuille portant plusieurs galles de phylloxera, c) enroulement de la feuille causé par le phylloxera.

Des études de terrain ont démontré que plusieurs insecticides sont efficaces pour lutter contre le phylloxera gallicole : Fenprothrin (Danitol 2.4 EC), Spirotetramat (Movento), Acetamiprid (Assail 30 SG), argile kaolin (Surround WP) et Imidacloprid (Admire). Le moment d'application est toutefois difficile à cibler et un modèle prévisionnel permettrait de cibler les moments de dépistage afin d'observer l'activité du phylloxera (Johnson et al. 2010). De multiples essais ont eu lieu dans les années '80 aux États-Unis et plusieurs des insecticides testés ont démontré une répression efficace du ravageur (McLeod et Williams 1990). Toutefois, plusieurs de ces insecticides, tels que l'esfenvalerate, le fenprothrin ou l'imidaclorid, ne sont plus ou pas homologués au Canada contre ce ravageur dans la culture de la vigne. Les insecticides homologués doivent être appliqués lorsqu'il y a détection de femelles jaunes dans les premières galles sur les tiges (ouverture des premières galles) ou de galles immatures sur les feuilles terminales déployées (Johnson et al 2009, 2010). Les insecticides recommandés sont systémiques, ce qui nécessite une surface foliaire suffisante pour l'absorption du produit, et qui cible généralement le stade 3-4 feuilles déployées (Bergeron 2010). De plus, comme les insectes sont protégés par les galles, l'insecticide doit idéalement être appliqué après l'éclosion des œufs

lorsque les jeunes nymphes qui émergent des galles migrent vers de nouvelles feuilles en déploiement (Bergeron 2010; Leuty et Ker 1997). Certaines études ont évalué l'impact de différents insecticides pour réduire les populations de phylloxera radicole. Des traitements foliaires avec des insecticides systémiques, tels que l'imidacloprid et le thiamethoxam, ont démontré un effet répressif sur le phylloxera, mais aucun effet positif significatif sur la vigne et la production des fruits (Al-Antary et al. 2008; Herbet et al. 2008). Plusieurs essais ont aussi été effectués avec des insecticides appliqués au sol pour réduire les populations de phylloxera radicole. Les insecticides testés pour ces applications sont le carbofuran, l'imidacloprid, le thiamethoxam, l'oxamyl, l'aldicarb et le fenamuphos. L'effet répressif sur le phylloxera radicole est variable selon les produits utilisés et dans la plupart des cas, aucun effet bénéfique significatif n'est noté sur la vigne (Buchanan et Godden 1989; Nazer et al. 2006; Powell 2008). L'utilisation de ces produits au sol peut être très dommageable, car les effets néfastes sur l'environnement sont importants. Par exemple, l'imidacloprid a une demi-vie dans le sol de 365 jours et il est toxique pour plusieurs prédateurs en vignobles, comme les chrysopes, les coccinelles (Bernard et al. 2007) et les acariens prédateurs (Bostanian et al. 2010). La conclusion de ces multiples études est que le meilleur moyen de lutter contre la forme radicole du phylloxera est l'utilisation de porte-greffes résistants.

L'objectif principal de ce projet visait à déterminer le moment d'application d'insecticides pour lutter contre le phylloxera foliaire en vignoble québécois. Les objectifs spécifiques étaient: 1) établir le cycle de vie du phylloxera; 2) déterminer l'efficacité des insecticides; 3) identifier le moment d'application optimal; 4) proposer une méthode d'application efficace des insecticides en vignoble.

Le moment d'application des insecticides pour lutter contre le phylloxera est crucial, car une fois ce ravageur à l'intérieur de la galle, il est impossible de l'atteindre par un insecticide de contact et la femelle qui pond ses oeufs ne se nourrit pas beaucoup, ce qui rend les traitements systémiques moins efficaces. Le moment visé est celui où les premières larves se promènent pour trouver une jeune feuille où elles formeront leur galle, c'est un moment de vulnérabilité, car elles ne sont pas protégées et elles se nourriront de la sève pour leur développement. De plus, la réduction de cette première génération fera en sorte que les générations subséquentes seront moins importantes. Cependant, ce moment précis est difficile à déterminer, car nous connaissons peu le cycle complexe de ce ravageur au Québec. Dans le cadre de ce projet, nous proposons donc de réaliser un suivi rigoureux des populations du phylloxera afin de définir le cycle vital dans les conditions du Québec. De plus, nous voulons évaluer l'efficacité des produits actuellement disponibles au Canada pour lutter contre ce ravageur et principalement déterminer le meilleur moment d'application qui permettra une répression optimale du phylloxera.

Méthodologie

Les essais ont été effectués chez un vigneron avec un antécédent important de phylloxera foliaire, le vignoble Côte de Vaudreuil. Les essais ont été réalisés sur des plants du cépage Frontenac plantés en 2002. Une unité expérimentale était constituée de 5 plants de vigne. Quatre blocs (répétitions) ont été utilisés dans lesquels on retrouverait les traitements attribués à une parcelle de vigne de façon aléatoire (total de 500 plants). Une parcelle de vigne recevait un traitement insecticide à une période donnée (il n'y a pas plus d'une application par parcelle). Les données ont été prises sur les 3 plants du centre seulement, les 2 plants des extrémités étaient des plants de gardes. Une régie de traitement conventionnelle était appliquée en ce qui concerne le contrôle des maladies fongiques. Aucun insecticide n'était appliqué dans la parcelle d'essais. Les insecticides

ont été appliqués à l'aide d'un pulvérisateur à dos de façon à traiter seulement les plants ciblés.

Afin de bien suivre le cycle vital du phylloxera, des pièges ont été placés dans les parcelles témoins sans traitement, de façon à ce qu'aucun insecticide n'affecte son développement. Selon le type de piège, il y avait entre 1 à 5 pièges par parcelle témoin (piège sceau renversé = 1/parcelle; collant sur le tronc = 1 piège par plant de vigne suivi= 3/parcelle; bande collante à la base des sarments= 5 sarments/parcelle) (Annexe 1).

Trois insecticides homologués ont été testés dans le cadre de ce projet, les traitements étaient les suivants:

- 1) Assail 70WP (acétamipride) 80g/ha
- 2) Movento 240 SC (spirotetramate), 365-585 ml/ha
- 3) Clutch 50WDG (clothianidine), 140-210 g/ha
- 4) témoin, sans traitement

Les doses indiquées sont celles de l'étiquette.

Différents moments d'application ont été comparés, ainsi une application à tous les 4 jours à partir de la fin avril (stade BBCH 03) jusqu' à la fin mai (BBCH 13) a été effectuée. Ainsi, il a eu 9 périodes d'application (28 avril, 3 mai, 9 mai, 16 mai, 20 mai, 24 mai, 27 mai, 31 mai, 3 juin) pour les trois insecticides en 2016 et 8 périodes d'applications (11 mai, 15 mai, 19 mai, 23 mai, 26 mai, 29 mai, 1 juin, 7 juin) en 2017. Le dispositif prend donc en compte deux critères: le produit insecticide (3) et le moment de l'application (8-9). Chaque parcelle de vigne ne reçoit qu'un traitement insecticide à une période donnée.

Plusieurs paramètres ont été notés :

- 1) Divers types de pièges (collant sur le tronc, sceau inversé, collant jaune...) ont été utilisés pour faire un suivi des populations de phylloxera afin de comprendre son cycle vital dans les conditions pédoclimatiques du Québec. Le suivi hebdomadaire a débuté en avril et s'est terminé en septembre. Les pièges ont été changés et rapportés au laboratoire pour observation.
- 2) Un suivi du nombre de galles a été effectué toutes les semaines afin de vérifier l'évolution de la population, et ce jusqu'à la fin de la saison afin de vérifier aussi l'effet résiduel sur les autres générations. Le suivi des galles a été effectué au départ avec un décompte des galles par plant, puis durant la saison une échelle de graduation des dommages a été utilisée (Jubb 1976). Deux paramètres ont été notés : 1) le niveau d'infestation des plants (% feuilles atteintes / feuilles totales); et 2) la sévérité de l'infestation des feuilles (moyenne des quantités de galles / feuille du cep).
- 3) Les rendements à la récolte ont été notés en 2017. Le rendement par plant, le poids des grappes, le nombre de grappes et le poids des baies ont été collectés.
- 4) La surface foliaire a été notée à l'aide d'un appareil Li-Cor à 2 moments dans la saison afin de vérifier l'effet des traitements sur la vigne.
- 5) La maturité technique des baies (teneurs en sucres, pH et acidité totale) a été évaluée à la récolte en 2017.

Des modèles généralisés linéaires mixtes (GLMM) ont été utilisés afin de déterminer l'effet des insecticides utilisés ainsi que l'impact du moment d'application sur le taux de dommages, le rendement et la maturité technologique des baies (2 critères: insecticides et moment d'application).

Résultats

Efficacité des pièges

En 2016, seuls les pièges collant dans le feuillage et collant sur le tronc ont permis la capture de phylloxera à des taux très faibles, soit quelques captures en fin de saison (Tab. 1). Aucune capture de phylloxera n'a été observée dans les pièges collants jaunes et le sceau inversé. En 2017, les premières captures ont eu lieu plus tôt, soit dès le début juin (Tab. 2). Un nombre plus important d'individus a été collecté en 2017, il est possible d'établir des courbes, mais compte tenu du faible nombre de captures, il est difficile d'établir des courbes de populations fiables (Fig. 3). Toutefois, il est possible d'observer qu'il y a 4 pics de populations durant la saison, soit un à chaque mois à partir de la mi-juin. Malgré une recherche de littérature et la mise en place de pièges ayant démontré leur efficacité pour capturer le phylloxera, le suivi des populations à l'aide des pièges reste à être optimisé afin de suivre réellement les populations du phylloxera.

Tableau1 : Nombre d'individus de phylloxera capturé dans les divers types de pièges durant la saison 2016.

date	Type de piège			
	sceau inversé	collant jaune	collant sur tronc	collant dans feuillage
2016-04-28	0	0	0	0
2016-05-13	0	0	0	0
2016-05-20	0	0	0	0
2016-05-27	0	0	0	0
2016-06-03	0	0	0	0
2016-06-14	0	0	0	0
2016-06-21	0	0	0	0
2016-06-30	0	0	0	0
2016-07-08	0	0	0	0
2016-07-13	0	0	2	2
2016-07-20	0	0	0	0
2016-07-27	0	0	0	0
2016-08-02	0	0	0	0
2016-08-10	0	0	3	2
2016-08-17	0	0	3	2
2016-08-23	0	0	2	1
2016-08-30	0	0	1	2
2016-09-06	0	0	5	4
2016-09-13	0	0	3	2
2016-09-20	0	0	3	4
	0	0	22	19

Tableau 2 : Nombre d'individus de phylloxera capturé dans les divers types de pièges durant la saison 2017.

Date	Type de pièges			
	sceau inversé	collant jaune	collant sur tronc	collant dans feuillage
2017-05-03	0	0	0	0
2017-05-11	0	0	0	0
2017-05-19	0	0	0	0
2017-05-26	0	1	0	0
2017-06-01	0	0	0	0
2017-06-07	0	0	1	2
2017-06-14	0	0	2	2
2017-06-22	0	0	4	4
2017-06-28	0	0	5	2
2017-07-05	0	0	4	3
2017-07-13	0	0	2	1
2017-07-19	0	0	12	5
2017-07-26	0	0	0	0
2017-08-01	0	0	13	11
2017-08-16	0	0	2	4
2017-08-23	0	0	2	2
2017-08-31	0	0	0	0
2017-09-05	0	0	5	3
2017-09-12	0	0	7	2
2017-09-19	0	0	12	6
2017-09-26	0	0	9	7
	0	1	80	54

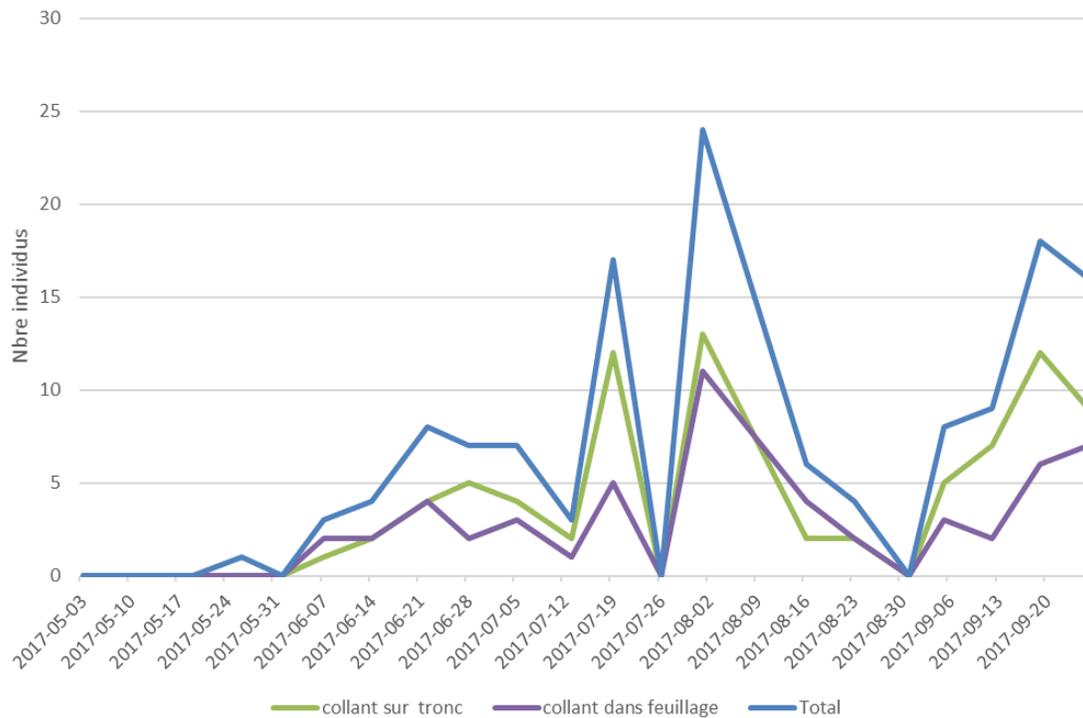


Figure 3 : Suivi des populations du phylloxera durant la saison 2017.

Niveau d'infestation

En 2016, le développement de la vigne a été relativement lent en début de saison dans le vignoble Côte de Vaudreuil. La vigne est restée au stade pré-débourrement (stade 3) pendant une dizaine de jours. L'évaluation du développement de la vigne a par la suite suivi un cours normal (Tab. 3). Les traitements ont couvert les stades 3 (pré-débourrement) à 55 (préfloraison). La présence des premières galles de phylloxera a été notée en date du 31 mai 2016 pour tous les traitements (Fig. 4A). Une progression plus importante de l'infestation est observée à partir de la mi-juillet puis atteint un plateau au début du mois d'août. Le niveau d'infestation était plus élevé dans les parcelles témoins que dans toutes les parcelles traitées (LRT = 27,94; df = 3; $p < 0,0001$) (Fig. 4A, 5A). Le traitement Clutch réduisait davantage le niveau d'infestation que les traitements Assail et Movento (Fig. 5A). Les applications hâtives de pesticides (entre le 28 avril et 9 mai) étaient moins efficaces que les applications réalisées entre le 16 mai et le 31 mai (LRT = 16,93; df = 8; $p = 0,03$) (Fig. 6A). Il n'y avait pas d'effet interaction entre les traitements insecticides et le moment d'application (LRT = 13,96; df = 16; $p = 0,60$).

En 2017, le développement de la vigne a suivi une courbe plus normale surtout en début de saison. La vigne a atteint le stade débourrement (stade 7) le 15 mai puis a poursuivi sa croissance selon un rythme régulier (Tab. 4). Les traitements ont couvert les stades 5 (pré-débourrement) à 55 (préfloraison). La présence des premières galles de phylloxera a été notée en date du 1 juin 2017 pour tous les traitements (Fig. 4B). Une progression plus importante de l'infestation est observée à partir de la mi-juillet puis atteint un plateau au début du mois d'août. Les applications plus tardives de pesticides avaient un impact plus prononcé sur le niveau d'infestation au phylloxera, les traitements aux stades 12 à 55 réduisaient significativement le niveau d'infestation (LRT = 117,04; df = 7; $p < 0,0001$) (Fig. 6B). Contrairement à 2016, le type de traitement n'avait pas d'effet sur le niveau d'infestation (LRT = 0,93; df = 2; $p = 0,63$) (Fig. 5B). Toutefois, il y avait un effet interactif du type de pesticide et du moment d'application (LRT = 34,33; df = 14; $p = 0,002$) (Fig. 7). L'application des traitements Assail et Clutch sont les plus efficaces à partir du stade de développement de la vigne « deux feuilles étalées » et ce jusqu'au stade pré-floraison (55), tandis que l'insecticide Movento réduit significativement les populations de phylloxera à partir du stade 11, « première feuille étalée ».

Sévérité de l'infestation

La sévérité de l'infestation par le phylloxera dépendait de l'interaction entre le type de traitement pesticide et le moment d'application (LRT = 27,38; df = 14; $p = 0,02$). Le plus haut niveau de sévérité d'infestation a été observé dans les parcelles témoins (Fig. 8A). Pour le traitement Assail, la sévérité de l'infestation était la plus basse quand le pesticide était appliqué le 24 mai, au stade débourrement (stade 9). Pour le traitement Movento, le plus bas taux de sévérité d'infestation est observé lors d'une application le 31 mai au stade 55. Enfin, l'efficacité du traitement Clutch a été la plus importante pour l'application du 27 mai (stade 13). L'évolution de la sévérité d'infestation durant la saison 2016 démontre qu'il y a davantage de phylloxera dans les parcelles témoin que dans les parcelles avec traitements (Fig. 9A).

En 2017, le moment d'application des pesticides influait sur le niveau de sévérité de l'infestation au phylloxera (LRT = 114,09; df = 7; $p < 0,0001$) (Fig. 8B). Pour le traitement Assail, la sévérité de l'infestation était la plus basse quand le pesticide était appliqué le 29 mai, au stade « inflorescences visibles » (stade 53). Pour le traitement Movento, le plus bas taux de sévérité d'infestation est observé lors d'une application le 1 juin au stade pré-floraison (stade 55). Enfin, l'efficacité du traitement Clutch a été la plus importante pour

l'application du 23 mai (stade 12). La sévérité d'infestation au phylloxera a été beaucoup plus rapide dans les parcelles témoins, donc en absence de traitement, où le 22 juin, on note une explosion de la population (Fig. 9B). La sévérité d'infestation devient similaire entre les traitements à la mi-septembre.

Sur les 2 années d'essais, on note que le moment d'application des insecticides le plus efficace pour chacun des traitements est constant (Tab. 5). En effet, on observe que les traitements Assail et Clutch sont plus efficace au stade débourrement (stade 9) à « 3 feuilles étalées » (stade 13) et le traitement Movento réduit le plus le phylloxera lorsqu'il est appliqué au stade pré-floraison (stade 55).

Surface foliaire

Autant pour la saison 2016 que 2017, la présence du phylloxera n'a pas affecté la surface foliaire dans les différentes parcelles traitées. On note toutefois une surface foliaire légèrement inférieure dans le traitement témoin (Fig. 10).

Tableau 3 : Développement de la vigne durant la saison 2016.

Date	Stade BBCH	Description du stade	Degrés-jours cumulés	Traitement
21-avr	1	Début du gonflement des bourgeons : les bourgeons s'allongent à l'intérieur des écailles	3,65	
28-avr	3	Fin du gonflement des bourgeons, les bourgeons ne sont pas encore verts	4,65	A1
03-mai	3		4,65	A2
05-mai	3		5,8	
09-mai	3		17,45	A3
13-mai	3		34,35	
16-mai	5	«Stade de la bourre» : une protection cotonneuse est nettement visible	39,05	A4
20-mai	5		48,6	A5
24-mai	9	Débourrement : l'extrémité verte de la jeune pousse est nettement visible	80,8	A6
27-mai	13	3 feuilles étalées	108,8	A7
31-mai	55	Les grappes augmentent de taille, les boutons floraux sont agglomérés	157,7	A8
03-juin	55		184,5	A9
10-juin	57	Les grappes sont bien développées, les fleurs se séparent	223	
14-juin	62	20% des capuchons floraux sont tombés	239,7	
21-juin	71	Nouaison : début du développement des fruits, toutes les pièces florales sont tombées	318,6	
30-juin	73-75	Les fruits (baies) ont la grosseur de plombs de chasse, les grappes commencent à s'incliner vers le bas	411,5	
08-juil	75	Les baies ont la grosseur de petit-pois, les grappes sont en position verticale	498,3	
13-juil	77	Début de la fermeture de la grappe (les baies commencent à se toucher)	549,55	
20-juil	79	La fermeture de la grappe est complète, les fruits ont fini de grossir	629,4	
27-juil	79		718,1	
02-août	79		773,65	
10-août	81	Début de la maturation : les baies commencent à s'éclaircir et/ou à changer de couleur	879,4	
17-août	83	Éclaircissement et/ou changement de couleur en cours	961,4	
23-août	83		1023,65	
30-août	85	Véraison : les baies deviennent molles au toucher	1107,55	
06-sept	85		1148,2	
13-sept	85		1216,85	
20-sept	85		1264,25	

Tableau 4 : Développement de la vigne durant la saison 2017.

Date	Stade BBCH	Description du stade	Degrés-jours cumulés	Traitement
	01	Début du gonflement des bourgeons : les bourgeons s'allongent à l'intérieur des écailles		
3 mai 2017	03	Fin du gonflement des bourgeons, les bourgeons ne sont pas encore verts	25	
11 mai 2017	05	«Stade de la bourre» : une protection cotonneuse est nettement visible	28,8	A1
15 mai 2017	07	Débourrement : l'extrémité verte de la jeune pousse est nettement visible	41,5	A2
19 mai 2017	11	Première feuille étalée et écartée de la pousse	76,95	A3
23 mai 2017	12	Deux feuilles étalées	88,45	A4
26 mai 2017	14	Quatre feuilles étalées	103,15	A5
29 mai 2017	53	Les inflorescences s'agrandissent, les boutons floraux sont encore agglomérés.	125,55	A6
1 juin 2017	55	Les grappes augmentent de taille, les boutons floraux sont agglomérés	142,3	A7
7 juin 2017	55		166,9	A8
14 juin 2017	57	Les grappes sont bien développées, les fleurs se séparent	238,9	
22 juin 2017	69	Floraison en phase terminale, la plupart des capuchons sont tombés.	313,1	
28 juin 2017	71	Les baies ont la grosseur de petit-pois, les grappes sont en position verticale	365	
5 juillet 2017	75	Les baies ont la grosseur de petit-pois, les grappes sont en position verticale	432,2	
13 juillet 2017	75		514,35	
19 juillet 2017	77	Début de la fermeture de la grappe (les baies commencent à se toucher)	581,5	
26 juillet 2017	79	La fermeture de la grappe est complète, les fruits ont fini de grossir	648,85	
1 août 2017	79		704,55	
8 août 2017	79		774,3	
16 août 2017	81	Début de la maturation : les baies commencent à s'éclaircir et/ou à changer de couleur	846,05	
23 août 2017	83	Éclaircissement et/ou changement de couleur en cours	919,75	
31 août 2017	83		966,05	
5 septembre 2017	85	Véraison : les baies deviennent molles au toucher	988,45	
12 septembre 2017	85		1024,1	
19 septembre 2017	85		1098,4	
26 septembre 2017	85		1182,55	

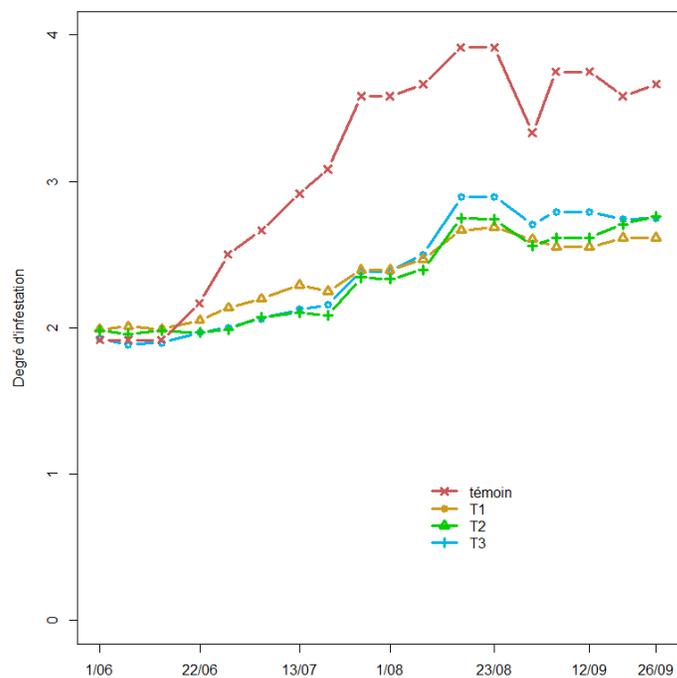
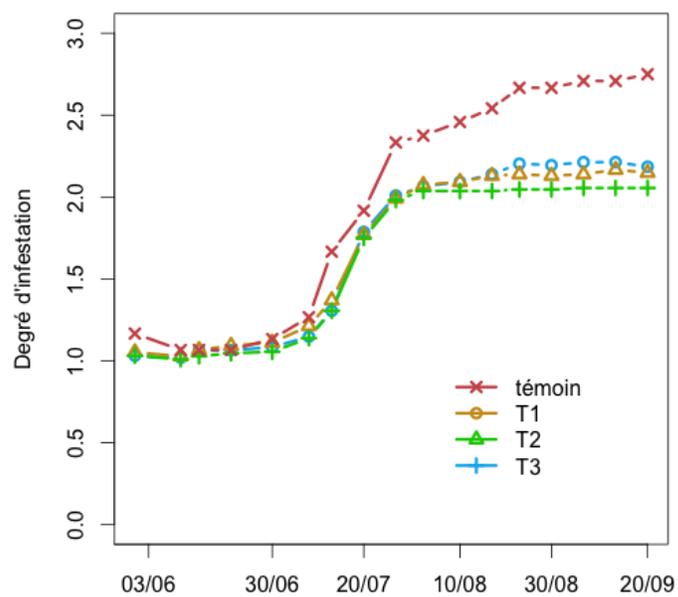


Figure 4 : Niveau d'infestation du phylloxera en fonction du temps, A) 2016, B) 2017. (T1 : Assail 70WP, T2 : Movento 240 SC, T3 : Clutch 50WDG)

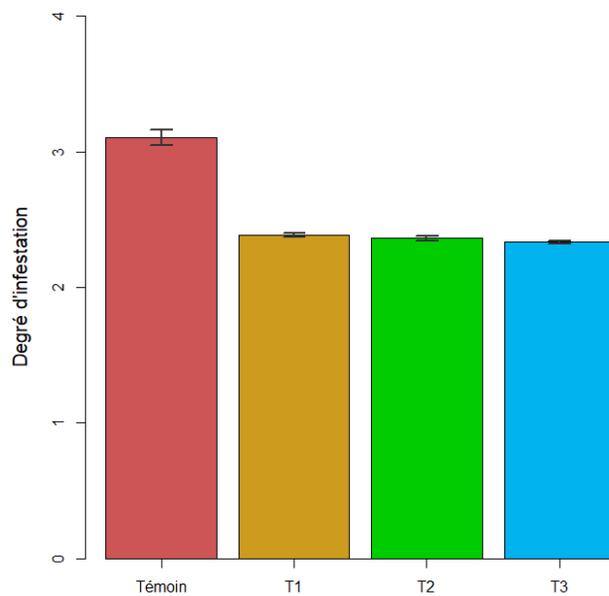
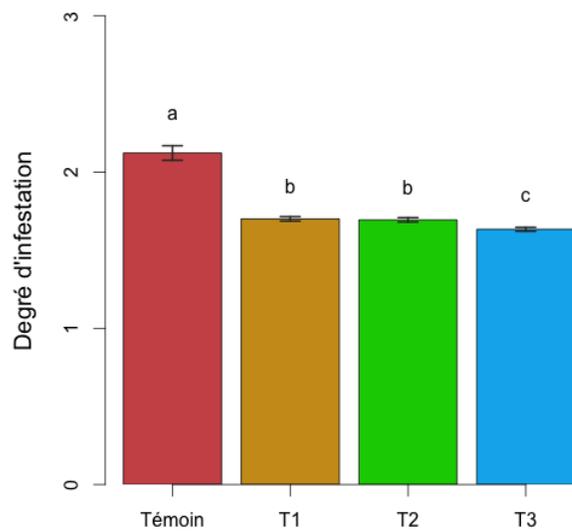


Figure 5. Niveau d'infestation du phylloxera en fonction du traitement en A) 2016, B) 2017. (T1 : Assail 70WP, T2 : Movento 240 SC, T3 : Clutch 50WDG)

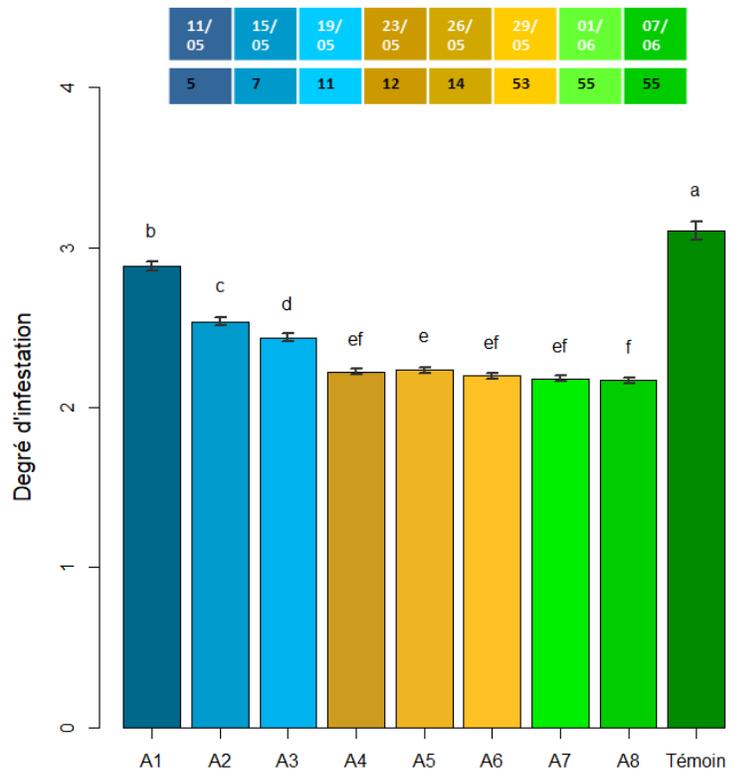
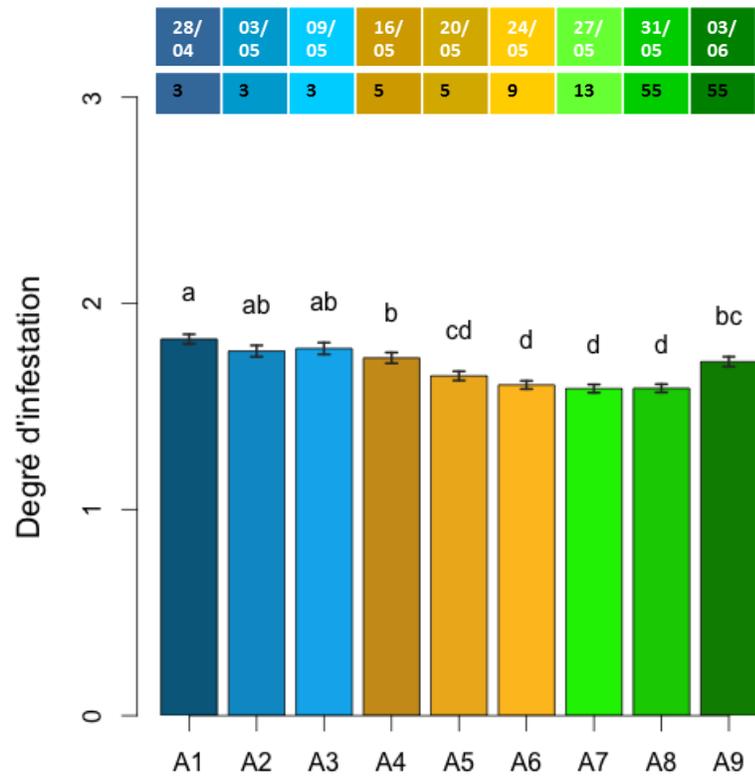


Figure 6. Niveau d'infestation du phylloxera en fonction du moment d'application des insecticides en A) 2016, B) 2017.

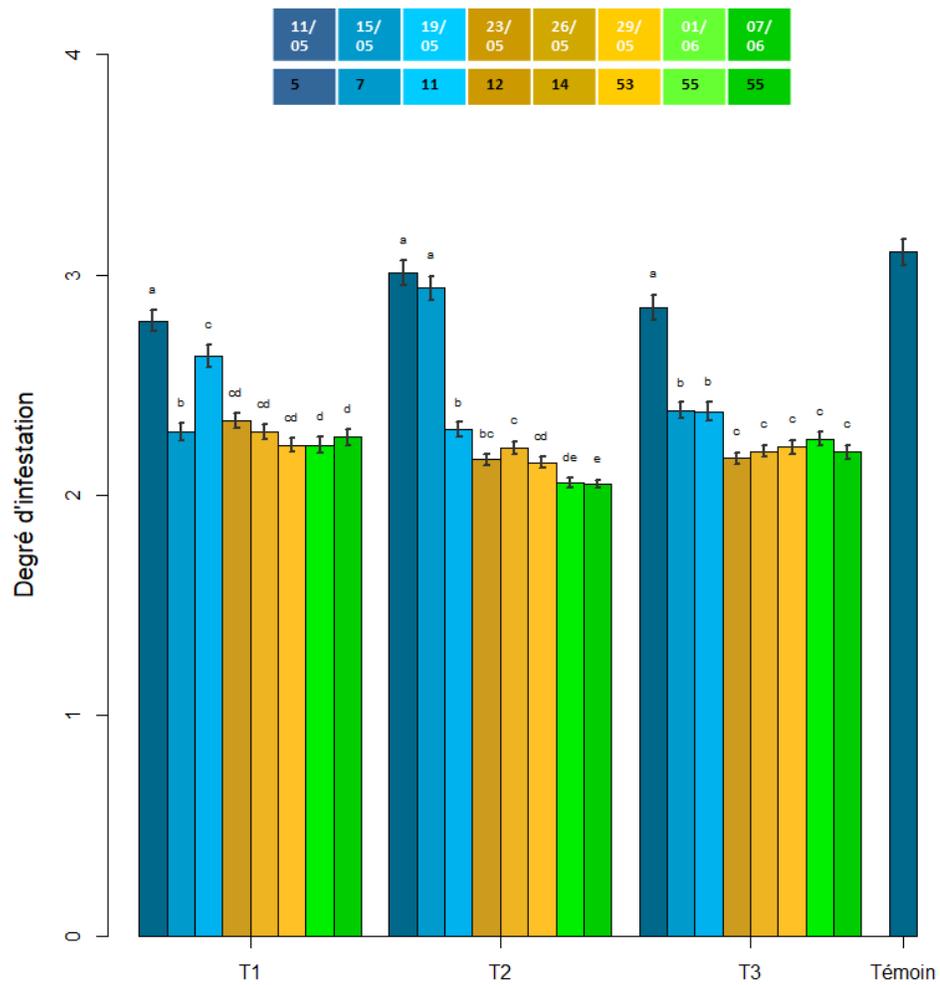


Figure 7. Niveau d'infestation du phylloxera en fonction du moment d'application des insecticides en 2017. (T1 : Assail 70WP, T2 : Movento 240 SC, T3 : Clutch 50WDG)

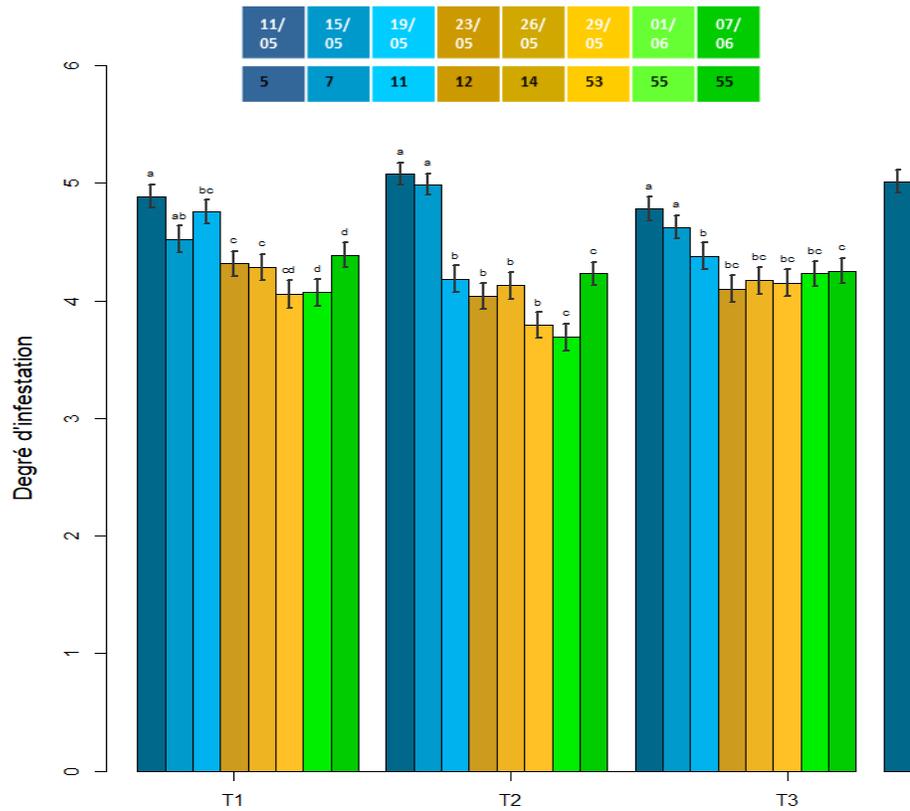
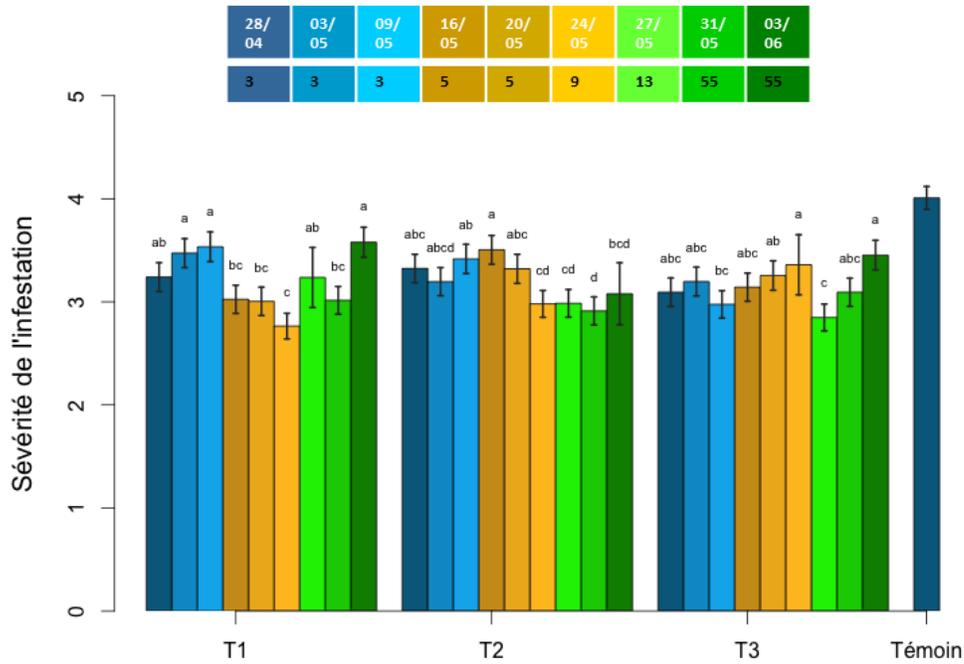


Figure 8 : Sévérité d'infestation par le phylloxera en fonction du traitement et du moment de l'application, A) 2016, B) 2017. Les lettres différentes (pour un même traitement) indiquent des différences significatives entre les moments d'application. (T1 : Assail 70WP, T2 : Movento 240 SC, T3 : Clutch 50WDG)

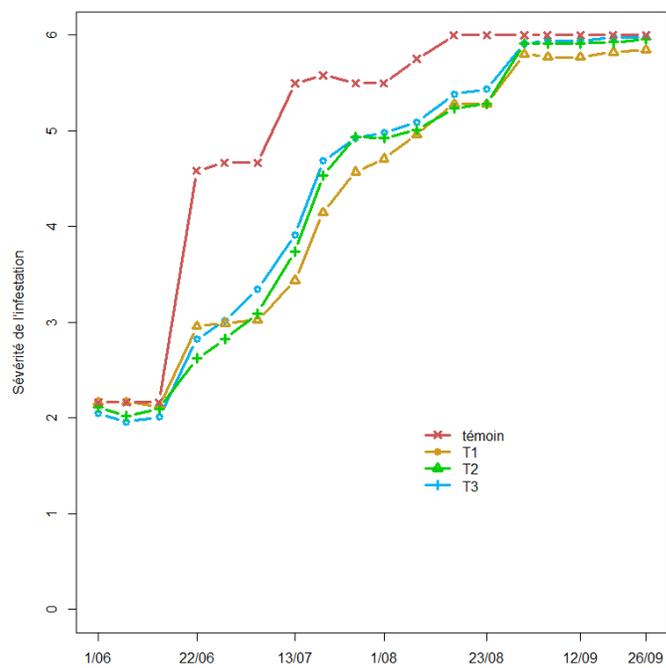
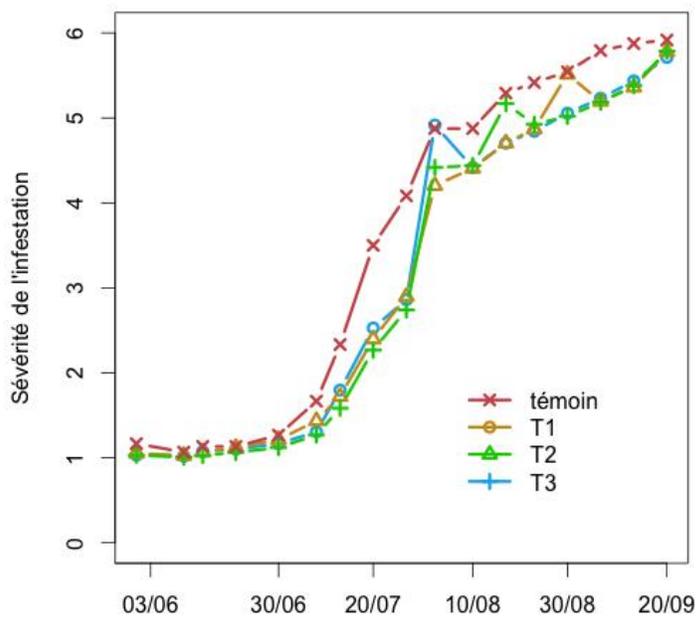


Figure 9. Évaluation de la sévérité d'infestation durant la saison en fonction des traitements, A) 2016, B) 2017.

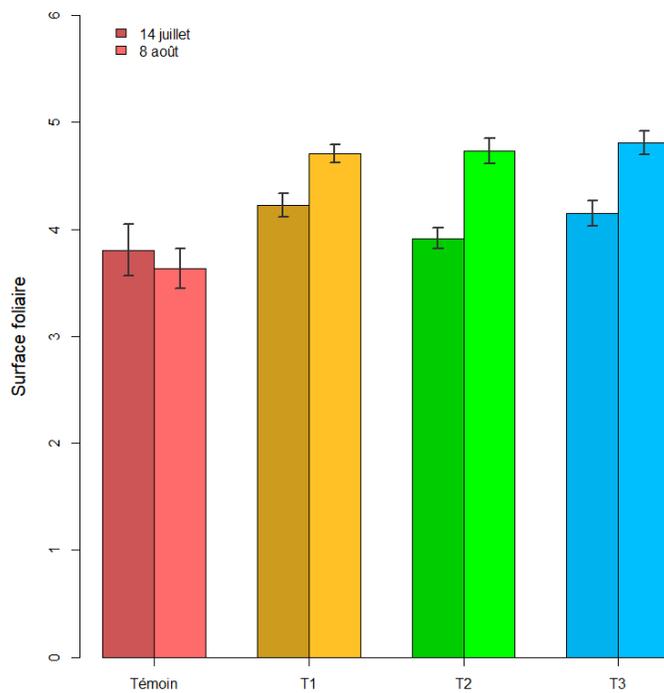
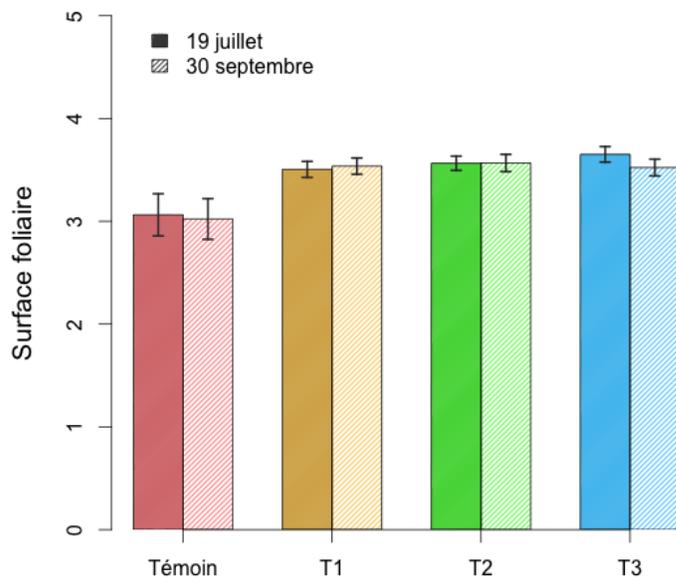


Figure 10. Surface foliaire de la vigne à deux moments dans la saison en fonction du traitement, A) 2016, B) 2017. (T1 : Assail 70WP, T2 : Movento 240 SC, T3 : Clutch 50WDG)

Tableau 5 : Résumé de l'efficacité des traitements sur la sévérité de l'infestation du phylloxera.

Traitement	Date la plus efficace 2016	Stade BBCH	Date la plus efficace 2017	Stade BBCH
Assail	24 mai	9	29 mai	13
Movento	31 mai	55	1 juin	55
Clutch	27 mai	13	23 mai	12

Rendement et maturité

En 2017, les applications d'insecticides pour lutter contre le phylloxera n'ont pas affecté la récolte en raisin, et ce malgré une réduction de l'infestation du ravageur. Une moyenne de 33,4 grappes par vigne a été observé (Fig. 11). L'application de différents traitements insecticide ($F = 1,24$; $df = 2$; $p = 0,29$) à tous les moments d'application ($F = 1,31$; $df = 7$; $p = 0,24$) n'a pas affecté le nombre de grappes par vigne produite (Fig. 11). Le rendement en raisin par vigne était en moyenne 2,90 kg (Fig. 12). Le rendement par vigne n'était pas influencé par le type de pesticide ($F = 0,65$; $df = 2$; $p = 0,52$) ou le moment d'application ($F = 1,79$; $df = 7$; $p = 0,09$) (Fig. 12). Le poids moyen de 100 baies était de 111,9 g (Fig. 13). Le poids des baies est un paramètre pouvant être affecté par la croissance de la vigne et les conditions saisonnières, mais aucun effet du type de pesticide ($F = 0,27$; $df = 2$; $p = 0,77$) ni du moment d'application ($F = 0,30$; $df = 7$; $p = 0,95$) n'a été noté sur le poids des baies (Fig. 13). Enfin, le poids des moyens par grappe était de 88,4 g et n'a pas été influencé par les traitements insecticides ($F = 0,03$; $df = 2$; $p = 0,97$) ni le moment d'application ($F = 0,42$; $df = 7$; $p = 0,89$) n'avaient pas d'effet sur le poids moyen des grappes (Fig. 14).

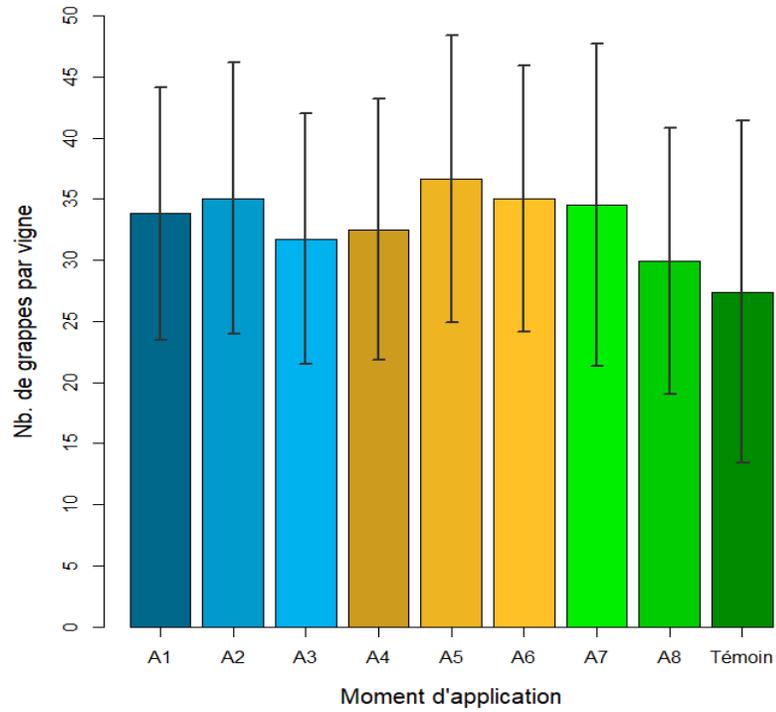


Figure 11 : Nombre de grappes par plant selon les périodes de traitement, 2017.

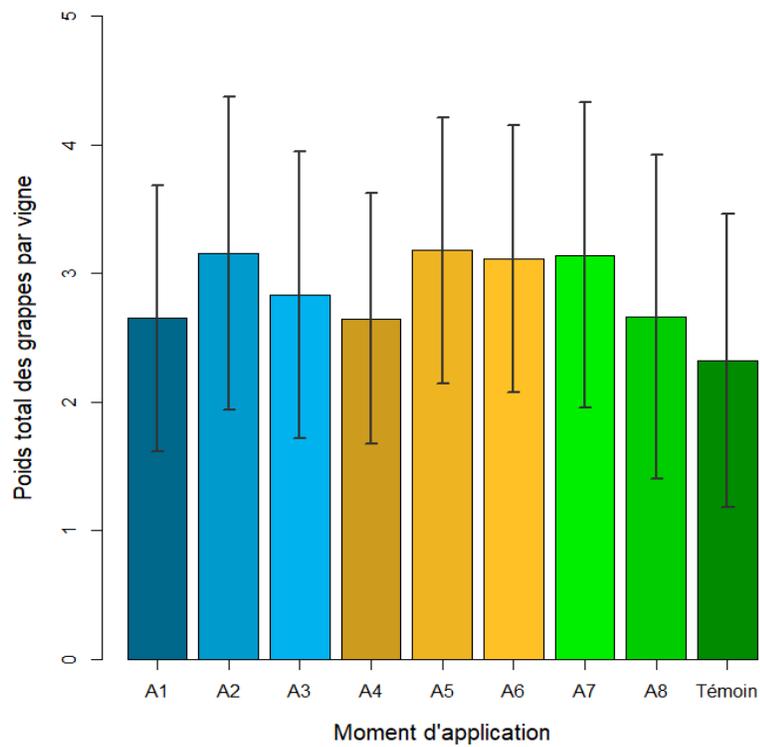


Figure 12 : Rendement par plant selon les périodes de traitement, 2017.

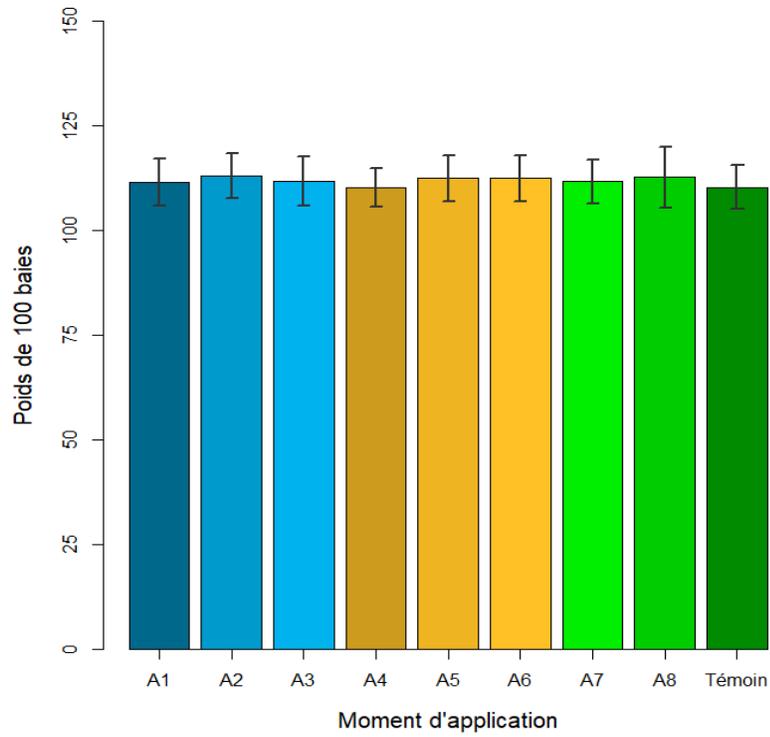


Figure 13 : Poids de baies selon les périodes de traitement, 2017.

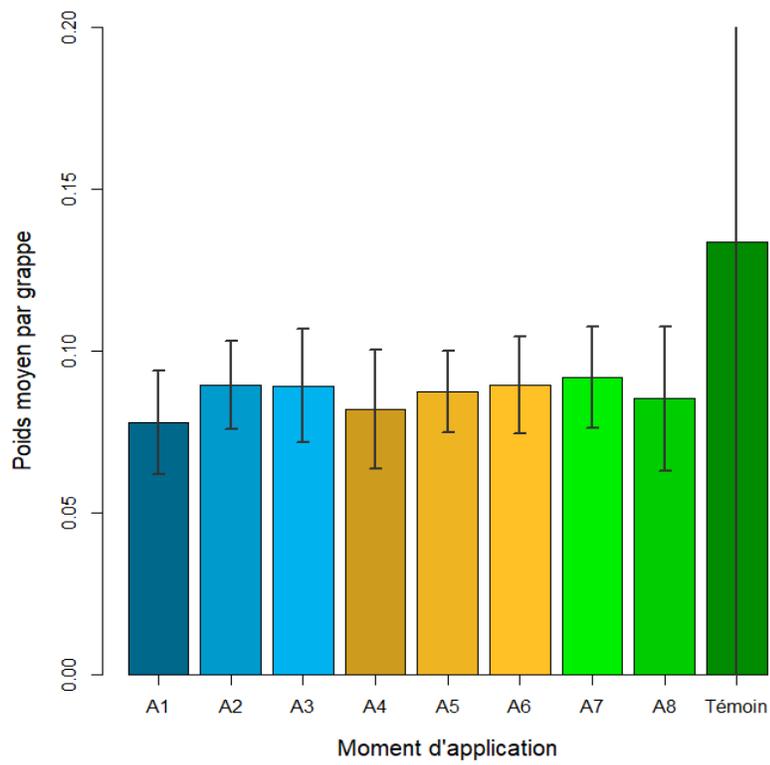


Figure 14 : Poids moyen d'une grappe selon les périodes de traitement, 2017.

La maturation du raisin n'a pas été affectée par la présence du phylloxera tout comme son d'intensité d'infestation. À la récolte, la teneur en solides solubles (degré Brix) était en moyenne de 21,7 et ne variait pas en fonction du type de pesticides ($F = 1,05$; $df = 2$; $p = 0,36$) ni du moment d'application ($F = 1,18$; $df = 7$; $p = 0,32$) (Fig. 15). Le pH à la récolte était de 3,05 en moyenne. Le moment d'application des pesticides avait un léger effet sur le pH des baies à la récolte, où il a été noté que le traitement au stade 12 avait un pH plus bas que le traitement au stade 53 ($F = 2,67$; $df = 7$; $p = 0,01$) (Fig. 16). Toutefois, cette différence est difficilement explication relativement aux autres paramètres collectés sur le rendement. Les traitements de pesticides n'avaient pas d'effet sur le pH à la récolte ($F = 0,29$; $df = 2$; $p = 0,75$). Enfin, l'acidité totale était en moyenne de 13,8 à la récolte et aucun effet du produit insecticide ($F = 0,94$; $df = 2$; $p = 0,39$) ou du moment d'application ($F = 0,39$; $df = 7$; $p = 0,91$) n'était observé (Fig. 17).

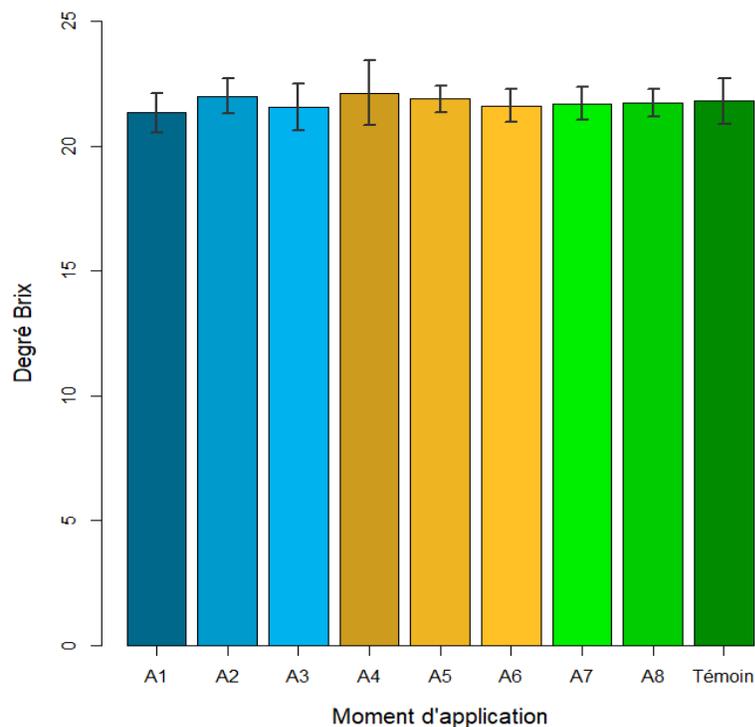


Figure 15 : Teneur en solides solubles (Brix) des baies selon les périodes de traitement, 2017

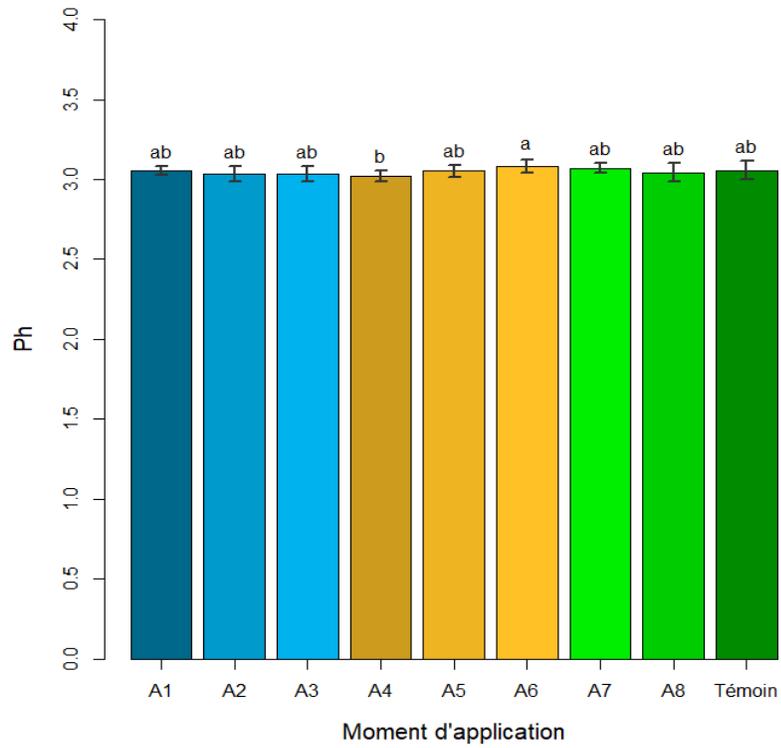
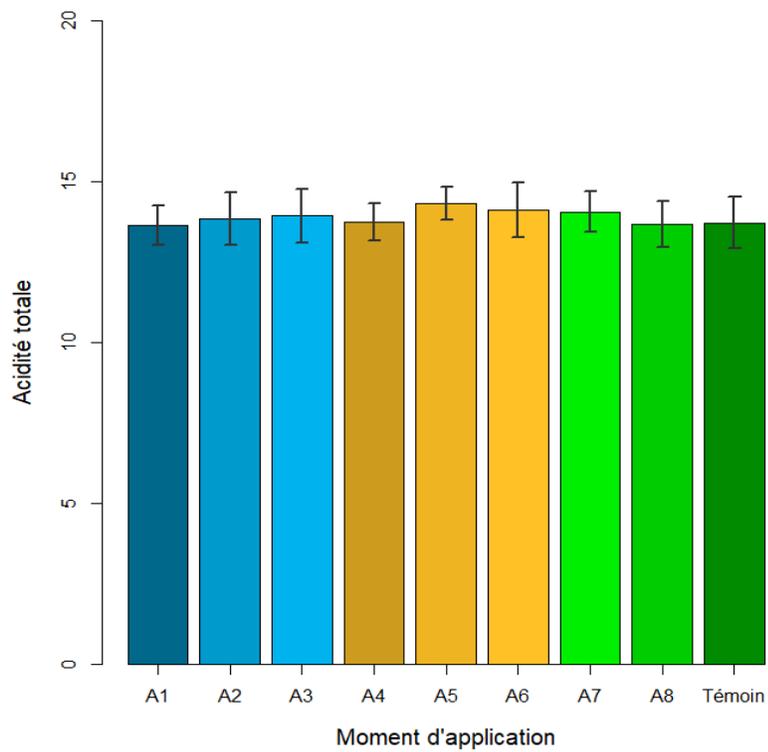


Figure 16 : pH des baies selon les périodes de traitement, 2017



Discussion

Le phylloxera est un ravageur difficile à localiser en début de saison et malgré l'utilisation de différents types de pièges, il a été complexe de capturer des individus et de faire un suivi des populations. Cependant, nous avons pu noter quatre pics de générations pour la saison 2017, ce qui se rapproche de ce qui a été noté précédemment dans la littérature, où de 5 à 7 générations sont observées par saison dans l'est du Canada (Leuty et Ker 1997). La première génération est la plus difficile à observer, c'est probablement cette génération qui arrive en mai que nous sommes incapables de capturer avec les pièges actuels.

Les essais réalisés durant ces deux années ont permis de bien déterminer le moment d'application des pesticides pour réduire le niveau et la sévérité d'infestation de ce ravageur. Les résultats obtenus pour les deux années sont similaires et permettent d'établir l'efficacité des insecticides actuellement homologués. Dans un premier temps, l'utilisation d'un insecticide réduit de façon significative la présence du phylloxera, et ce de façon résiduelle, c'est-à-dire que les applications en début de saison pour cibler la première génération ont un effet sur les générations suivantes durant la saison.

Dans un second temps, les résultats démontrent qu'il est nécessaire d'avoir une certaine surface foliaire pour que les insecticides soient efficaces contre le phylloxera. En effet, les traitements très tôt en saison, soit aux stades pré-débourrement (avant stade 9), ne permettent pas de réduire de façon significative l'infestation de ce ravageur. La répression optimale du phylloxera est obtenue à partir du stade de débourrement et ce jusqu'en pré-floraison, après quoi les traitements sont moins efficaces probablement parce que les adultes sont déjà établis et qu'il est alors difficile de les atteindre. La période optimale correspond au moment où il y a l'arrivée des premières femelles et des nouvelles feuilles qui éclosent (Leuty et Ker 1997). Les insecticides homologués sont tous des produits systémiques, donc ils nécessitent un couvert végétal pour être absorbés par la plante en quantité suffisante (Bergeron 2010). Ainsi, le synchronisme entre le débourrement des feuilles, l'application d'un insecticide et l'arrivée des femelles est primordial pour un contrôle efficace du phylloxera.

Enfin, dans le cadre du présent projet, le phylloxera n'a pas affecté les rendements à la récolte tout comme les propriétés chimiques des baies. Plusieurs études ont évalué l'effet du phylloxera sur la vigne et la production du raisin et certaines ont noté une baisse de rendement tout comme un effet sur la qualité des baies à la récolte (Johnson et al. 2009, 2010). Toutefois, une précédente étude avec des cépages hybrides menée dans les conditions du Québec a aussi démontré peu d'effet sur le rendement des plants et les propriétés chimiques des baies, seules les teneurs en azote étaient affectées significativement par l'intensité de l'infestation du phylloxera (Provost et Guerra 2014; Provost et Kamal 2014, 2015). Toutefois, dans cette étude, une tendance avait été observée où il y avait un plus fort niveau d'infestation pour des plants qui avaient des rendements supérieurs. Ces résultats nous laissent émettre comme hypothèse que les plants les plus vigoureux ou productifs pourraient être plus attractifs pour le phylloxera compte tenu que la femelle doit trouver une nouvelle feuille pour le développement de nouvelles galles (Bostanian *et al.* 2012 ; Granett *et al.* 2001). Il faut aussi mentionner qu'un producteur a aussi fait cette observation dans son vignoble, où les plants les zones du vignoble les plus affectées étaient aussi des endroits où le rendement était supérieur (Gagné, observations personnelles). Ainsi, les plants les plus vigoureux pourraient avoir plus de développement végétatif et donc favoriser le développement du phylloxera foliaire. La présence plus importante du phylloxera sur ces plants a comme impact de réduire la photosynthèse durant la saison et on devrait s'attendre à un impact sur le poids des grappes, le poids des baies et la maturation du raisin (Granett *et al.* 2001 ; Johnson *et al.* 2009). Cependant, suite aux différentes analyses chimiques, nous n'avons noté aucun effet

significatif sur les propriétés des baies. Le peu d'effet sur la maturation des raisins pour les cépages hybrides a aussi été noté dans l'étude précédente de Provost et Kamal (2015).

Ce projet a donc permis de contribuer à l'avancement des connaissances concernant le phylloxera pour les vigneronnés québécois et les divers intervenants du domaine viticole au Québec (conseillers, agronomes et chercheurs). Les retombées de ce projet sont importantes puisqu'il a été établi qu'il y a plusieurs générations de phylloxera au Québec et qu'il est primordial de cibler la première si on veut effectuer un contrôle efficace de ce ravageur. Ce projet a aussi permis de cibler le meilleur moment pour l'application pour les insecticides homologués, ce qui permet d'augmenter l'efficacité des produits contre le ravageur et une réduction de leur utilisation. Une application d'insecticide plus spécifique est souhaitable dans le cadre d'un programme lutte intégrée, ceci réduisant ainsi les effets néfastes des insecticides sur l'environnement et la faune auxiliaire. Ces informations permettront aussi de réduire les coûts des traitements phytosanitaires pour le producteur. Enfin, une meilleure compréhension de ce ravageur permet de réduire les populations en vignoble dans le cadre d'une régie intégrée.

Références

- Al-Antary, T.M., I.K. Nazer et E.A. Qudeimat. 2008. Population trends of grape phylloxera, *Daktulospharia (Viteus) vitifoliae* Fitch. (Homoptera : Phylloxeridae) and effect of two insecticides on its different stages in Jordan. *Jordan Journal of Agricultural Sciences* 4 : 343-349
- Bergeron, L. 2010. Phylloxera de la vigne. Bulletin d'information no. 02, 6 mai 2010. Réseau d'avertissements phytosanitaires, Vigne. MAPAQ. 4p.
- Bernard, M., P.A. Horne, D. Papacek, M.A. Jacometti, S.J. Wratten et K. Evans. 2007. Guidelines for environmentally sustainable wine grape production in Australia: IPM adoption self-assessment guide for growers. *Australian New Zealand Grapegrower and Winemaker* 518:26-36.
- Bostanian, N.J., J.M. Hardman, HMA, Thistlewood et G. Racette. 2010. Effects of six selected orchard insecticides on *Neoseiulus fallacis* (Acari : Phytoseiidae) in the laboratory. *Pest Management Science* 66: 1263-1267.
- Bostanian, N.J., C. Vincent et R. Isaacs. 2012. Arthropod Management in vineyards : Pests, approaches and future direction. Springer. 510 pp.
- Buchanan, G.A. et G.D. Godden. 1989. Insecticide treatments for control of grape phylloxera (*Daktulosphaira vitifoliae*) infesting grapevines in Victoria, Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 29: 267-271.
- Dubé, G. et Turcotte, I., 2011. Guide d'identification des cépages de cultivés en climat froid, cépages de cuves. Richard Grenier Éditeur. 216 p.
- Forneck, A. et L. Huber. 2009. (A) sexual reproduction-a review of life cycle of grape phylloxera, *Daktulospharia vitifoliae*. *Entomologia Experimentalis and Applicata* 131 : 1-10.
- Granett, J., M.W. Walker, L. Kocsis et A.D. Omer. 2001. Biology and management of grape Phylloxera. *Annual Review of Entomology* 46 : 387-412.
- Herbert, K.S., A.A. Hoffmann et K.S. Powell. 2008. Assaying the potential benefits of thiamethoxam and

imidacloprid for phylloxera suppression and improvements to grapevine vigour. *Crop Protection* 27:1229-1236.

Jonhson, D.T. et B. Lewis. 2010. Management of Grape Phylloxera, Grape berry moth and Japanese Beetles. Proceeding of the Symposium on Advances in Vineyard Pest Management. Mid-West Grape and wine conference, Osage Beach. Missouri. P.63-71.

Johnson, D. S. Sleezer et B. Lewis. 2009. Biology and management of grape phylloxera. University of Arkansas, Division of Agriculture, FSA7074, Arkansas. 4p.

Jubb, G.L. 1976. Grape phylloxera. Incidence of foliage damage to wine grapes in Pennsylvania. *Journal Economic Entomology* 69 :763-766.

Leuty, T. et K. Ker. 1997. Phylloxera de la vigne. Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales de l'ontario. Agdex 231/612 no. 97-156. 5p.

McLeod, M.J. et R.N. Williams. 1990. Evaluation of compounds for control of foliar grape phylloxera, *Daktulosphaira mvitifoliae* (Fitch) in Ohio. Research Circulae, Ohio State University, Ohio Agricultural Research and Development Center 297: 60-62.

Nazer, I.K., T. M. Al-Antary et R.A. Jbara. 2006. Chemical control of grape Phylloxera *Daktulospharia* (Viteus) vitifoliae Fitch. (Homoptera : Phylloxeridae) using three chemical soil treatments. *Jordan Journal of Agricultural Sciences* 2: 338-347.

Powell, K.S. 2008. Grape Phylloxera: An overview. Dans Root Feeders. An ecosystem perspective. S.N. Johnson et P.J Murray (éditeurs). CABI, Cambridge, USA. p.96-114.

Provost, C. et N. Guerra. 2014. Caractérisation de l'impact du phylloxera foliaire sur le rendement, la qualité des baies et sur l'aoûtement en vignoble québécois, Canada. Conférence Internationale Francophone d'Entomologie, Hammamet, Tunisie, 23-27 juin 2014.

Provost, C. et R. Kamal. 2014. Caractérisation de l'impact du phylloxéra foliaire sur la vigne et les fruits en vignoble québécois. Société. Congrès de la Société d'entomologie du Québec, Québec, 6-7 novembre 2014.

Provost, C. et R. Kamal. 2015. Caractérisation de l'impact du phylloxera foliaire sur le rendement, la qualité des baies et sur l'aoûtement en vignoble. Rapport final Prime-vert CRAM1-12-1613. 12 p.

Sleezer, S., D.T. Johnson, B. Lewis, F. Goggin, C. Rothrock et M. Savin. 2011. Foliar grape phylloxera, *Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch), seasonal biology, predictive model and management in the Ozarks region of the United States. Proceeding of the 5th International Phylloxera Symposium. *Acta Horticulturae* 904: 151-156.

Stevenson, A.B.. 1966. Seasonal development of foliage infestations of grape in Ontario by *Phylloxera vitifoliae* (Fitch) (Homoptera:Phylloxeridae). *Canadian Entomology* 98: 1299-1305.

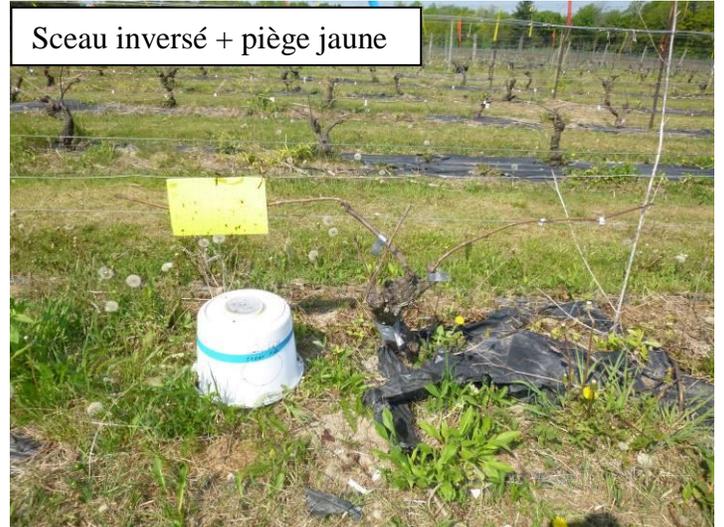
Wold-Burkness, 2011. Grape Phylloxera. University of Minnesota, Departement of Entomology, Minnesota. p. 41-42.

Annexe 1 : Type de pièges et site expérimental

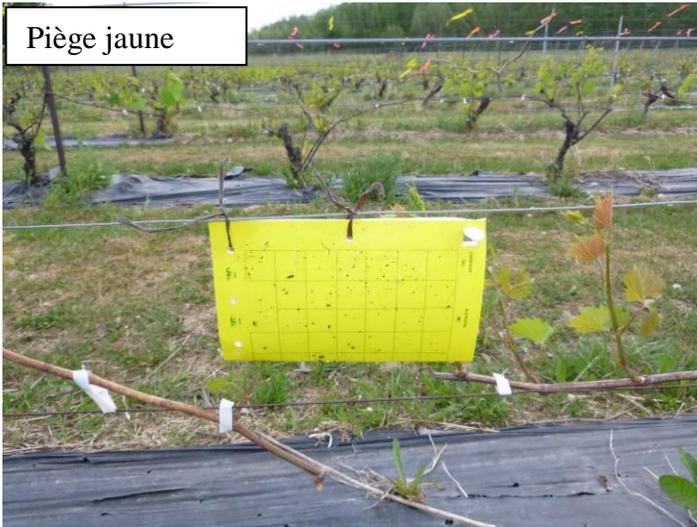
Sceau inversé



Sceau inversé + piège jaune



Piège jaune



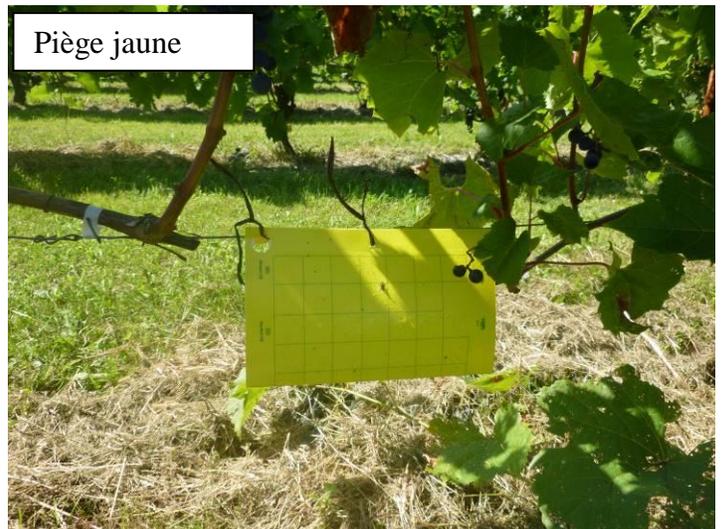
Piège collant sur tronc + sarment



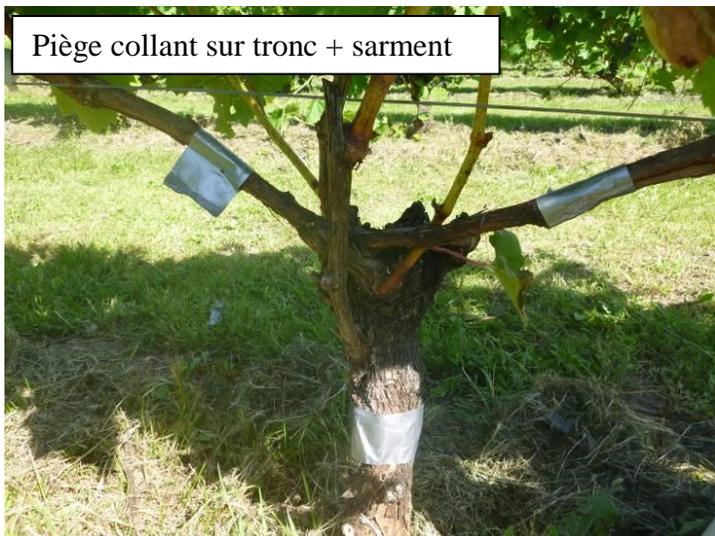
Piège collant sur tronc



Piège jaune



Piège collant sur tronc + sarment



Sceau inversé



Infestation phylloxera





Annexe 2 : Journée Portes ouvertes CRAM

CRAM Centre de recherche
agroalimentaire de Mirabel

Journée Porte ouverte au vignoble expérimental du CRAM

**Vendredi 15 septembre 2017 de 10h à 15h
Abbaye d'Oka, 1500 chemin d'Oka, Oka.**



Annexe 3 : Présentation SERVO 31 mars 2017



Détermination du moment d'application des insecticides pour lutter contre le phylloxera foliaire.

Caroline Provost et Richard Kamal

Projet réalisé 2016-2017



Annexe 4 : Présentation journée Duraclub 20 décembre 2017



Journée d'échange en viticulture Dura-Club 2017

Date : 20 décembre 2017
Lieu : **EURO-SPA**
455, rang de l'Église, Saint-Ignace-de-Stanbridge

ACTIVITÉ GRATUITE

9 h : **Accueil**

9 h 30 : **Bilan de saison – Perspective 2018**
Dura-Club

10 h 30 : **États des lieux sur les capteurs de spores en viticulture**
Odile Carisse, Ph.D. - AAC, et Hervé Van Der Heyden, M.Sc - Phytodata

11 h 30 : **Résumé de la journée sur les essais de cultures intercalaires ***
Cynthia Pigeon, technicienne, Dura-Club

Dîner servi sur place (buffet à l'EURO-SPA au coût de 12,95 \$, service et taxes en sus)

13 h 30 : **Le phylloxera, ce qu'il faut savoir pour bien le contrôler**
Caroline Provost, Ph.D. - CRAM

14 h 15 : **Utilisation d'huile pour lutter contre le phylloxera ***
Raphaël Fonclara, agr. Dura-Club

15 h : **Stratégies d'applications d'herbicides pour les productions pomicole et viticole ***
Michèle Boudreau, agr. Dura-Club

15 h 30 : **Fin de la rencontre.**

Inscription obligatoire avant le 15 décembre 2017 au :
450 248-0454, poste 21



Clubs **conseils**
en agroenvironnement



* Projets réalisés en vertu du sous-volet 3 du programme Prime-vert 2013-2018 du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

Le phylloxera: ce qu'il faut savoir pour bien le contrôler

Caroline Provost

CRAM Centre de recherche
agronomique de Montréal

Journée Duraclub 18 décembre 2017



Annexe 5: Affiche scientifique présentée à CIRAA 2017

AFPP - 11e Conférence internationale sur les ravageurs et auxiliaires en agriculture. Montpellier - 25 et 26 octobre 2017.

Détermination du moment d'application des insecticides pour lutter contre le phylloxera foliaire en vignoble québécois.



Provost, C.¹ & Dumont, F.¹

¹Centre de recherche agroalimentaire de Mirabel (Québec, Canada)
Email: cprovost@cram-mirabel.com

Introduction

Le phylloxera, *Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch) (Hemiptera : Phylloxeridae), est un insecte galligène spécifique à la vigne possédant un cycle biologique complexe qui peut se dérouler simultanément au niveau des feuilles (forme gallicole) et au niveau des racines (forme radicicole) (Forneck et Huber, 2009). La forme radicicole prédomine pour les *Vitis vinifera*, tandis que la forme gallicole affecte principalement les autres espèces de *Vitis* (sp.) possédant des origines américaines (Granett et al., 2001). Les insecticides homologués doivent être appliqués lorsqu'il y a détection de femelles jaunes dans les premières galles sur les tiges (ouverture des premières galles) ou de galles immatures sur les feuilles terminales déployées (Johnson et al., 2010). Des études de terrain ont démontré que plusieurs insecticides sont efficaces pour lutter contre le phylloxera gallicole, mais que le moment d'application est toutefois difficile à cibler.

Objectif

déterminer le moment d'application d'insecticides pour lutter contre le phylloxera foliaire en vignoble québécois.

Matériel et méthodes

Les essais ont été effectués au vignoble Côte de Vaudreuil, Vaudreuil, Québec, Canada (45.414486, -74.097638). Le vignoble a un antécédent important de phylloxera foliaire. Les essais ont été réalisés sur des plants du cépage hybride Frontenac plantés en 2002.

Les traitements homologués au Canada ont été appliqués à un intervalle d'environ 4 jours (du 28 avril au 4 juin 2016) (un seul traitement par parcelle expérimentale) (Tab.1):

- 1) Assail 70WP, 80g/ha (acétamipride, 70% m.a.)
- 2) Movento 240 SC, 365-585 ml/ha (spirotetramate, 240g/L m.a.)
- 3) Clutch 50WDG, 140-210 g/ha (clothianidine, 50% m.a.)
- 4) témoin, sans traitement

Les paramètres suivants ont été collectés :

- 1) Suivi des dommages du phylloxera selon un niveau d'infestation des plants (% feuilles atteintes / feuilles totales) et une sévérité de l'infestation des feuilles (moyenne des quantités de galles / feuille du cep).
- 2) La surface foliaire a été notée à l'aide d'un appareil Li-Cor à deux moments.

Discussion

- La présence des premières galles de phylloxera a été notée en date du 31 mai 2016 pour tous les traitements (Fig. 1). Une progression plus importante de l'infestation est observée à partir de la mi-juillet puis atteint un plateau au début du mois d'août.
- Le niveau d'infestation était plus élevé dans les parcelles témoin que dans toutes les parcelles traitées (Fig. 1). Le traitement Clutch réduisait davantage le niveau d'infestation que les traitements Assail et Movento. Les applications hâtives de pesticides (entre le 28 avril et 9 mai) étaient moins efficaces que les applications réalisées entre le 16 mai et le 31 mai (Fig. 2).
- La sévérité de l'infestation par le phylloxera dépendait de l'interaction entre le type de traitement pesticide et le moment d'application (Fig.3). Le plus haut niveau de sévérité d'infestation a été observé dans les parcelles témoin. Pour le traitement Assail, la sévérité de l'infestation était la plus basse quand le pesticide était appliqué le 24 mai, au stade débourement (stade 09). Pour le traitement Movento, le plus bas taux de sévérité d'infestation est observé lors d'une application le 31 mai au stade 55 (pré-floraison). Enfin, l'efficacité du traitement Clutch a été la plus importante pour l'application du 27 mai (stade 13).
- La présence du phylloxera a affecté la surface foliaire dans les différentes parcelles (Fig. 4). On note que la surface foliaire est inférieure dans le traitement témoin comparativement aux autres traitements (Fig. 6).
- Les résultats préliminaires obtenus démontrent une efficacité des trois insecticides évalués et il est préférable d'appliquer les produits en présence d'un minimum de feuillage déployé de façon à ce que l'insecticide systémique soit absorbé par la plante. La seconde année d'essais permettra de confirmer et de préciser les résultats obtenus, puis de proposer une méthode d'application précise aux viticulteurs.

Résultats

Tableau 1 : Développement végétatif de la vigne et moment d'application des traitements durant la saison 2016.

Date	Stade BBCH	Description du stade	Degré-jours cumulés	Traitement
21 avril	01	Début du gonflement des bourgeons : les bourgeons s'allongent à l'intérieur des écailles	3,65	
28 avril	03	Fin du gonflement des bourgeons, les bourgeons ne sont pas encore	4,65	A1
3 mai	03		4,65	A2
9 mai	03		17,45	A3
16 mai	05	Stade de la bourne : une protection cotonneuse est nettement visible	39,05	A4
20 mai	05		48,6	A5
24 mai	09	Débourement : l'extrémité verte de la jeune pousse est nettement	80,8	A6
27 mai	13	3 feuilles étalées	108,8	A7
31 mai	55	Les grappes augmentent de taille, les boutons floraux sont agglomérés	157,7	A8
3 juin	55		184,5	A9
10 juin	57	Les grappes sont bien développées, les fleurs se séparent	223,0	
14 juin	62	20 % des capuchons floraux sont tombés	239,7	

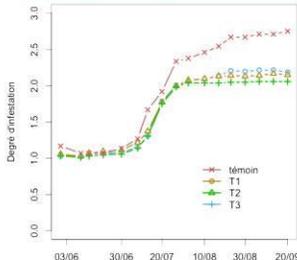


Figure 1 : Niveau d'infestation du phylloxera en fonction du temps.

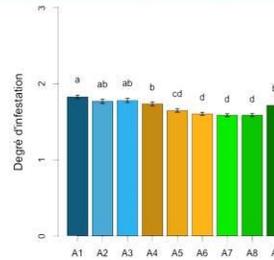


Figure 2 : Niveau d'infestation du phylloxera en fonction du moment d'application des insecticides.

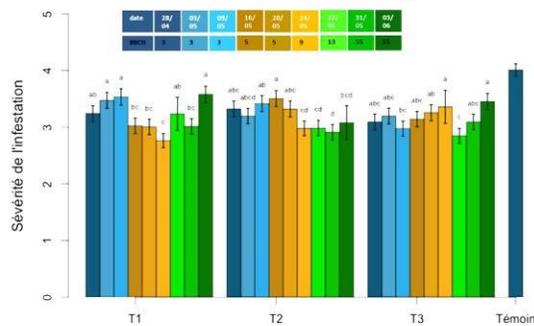


Figure 3 : Sévérité d'infestation par le phylloxera en fonction du traitement et du moment de l'application.

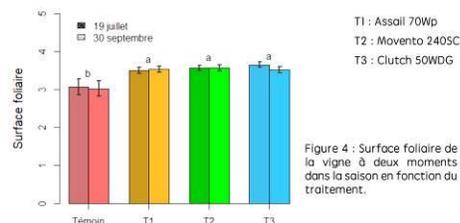


Figure 4 : Surface foliaire de la vigne à deux moments dans la saison en fonction du traitement.

Remerciements Les auteurs veulent remercier les techniciens du CRAM pour leur assistance sur le terrain ainsi que Serge Primi, propriétaire du vignoble Côte de Vaudreuil, pour sa participation au projet et accès au vignoble. Ce projet a été réalisé grâce à une aide financière du Programme Innovation agroalimentaire, un programme issu de l'accord Cultivons l'Avenir 2 conclu entre le ministre de l'Agriculture et des Pêcheries et de l'Alimentation et Agriculture et Agroalimentaire Canada.

Références Forneck, A., Huber, L., 2009. Entomologia Experimentalis and Applicata, 131, 1-10; Granett, J., & et al., 2001. Annual Review of Entomology, 46, 387-412; Johnson, D.T., Lewis, S., 2010. Proceedings of the Symposium on Advances in Vineyard Pest Management. Mid-West Grape and wine conference, Osage Beach, Missouri, P.63-71.

Agriculture, Pêcheries
et Alimentation
Québec