

Rapport final

No projet : 215265

Utilisation du paillis métallique comme méthode physique pour la lutte des insectes préoccupants
des plantations de pommiers

Responsable scientifique : Caroline Provost

Professionnels de recherche : Manon Laroche, François Dumont



Date de remise; 15 février 2017

Section 1 - Chercheurs impliqués et responsable autorisé de l'établissement

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.).

Professionnelle de recherche : Manon Laroche, agronome

Professionnelle de recherche et elle sera responsable de la réalisation du projet. Elle sera la principale responsable du bon déroulement des essais sur le terrain, participera l'implantation des parcelles, à la prise de données, la rédaction des rapports et la diffusion des résultats. Elle détient une expertise importante car elle a été conseillère en pomiculture pendant plusieurs années.

Chercheur : François Dumont, Ph.D. biologie

Dr. Dumont travaille en phytoprotection en cultures fruitières depuis 7 ans. Depuis 2010, il a mené des projets de recherche en biologie autant en laboratoire que sur le terrain. Il était responsable du projet, de l'élaboration du protocole, de sa mise en place, de l'analyse des résultats, de la rédaction des rapports et de la diffusion des résultats.

Section 2 – Partenaires

Jean-Baptiste Sarr, agronome et conseiller en pomiculture au MAPAQ, direction Laurentides. Il a apporté l'expertise nécessaire au bon déroulement des essais. Il révisera les rapports techniques.

Marylin Courchesne et Maude Richard, agronomes et conseillères en pomiculture pour Agropomme. Elles apportent leurs soutiens pour la recherche de parcelles de pommiers pour les essais parmi les membres du club Agropomme.

Section 3 – Fiche de transfert

Utilisation du paillis métallique comme méthode physique pour la lutte des insectes préoccupants des plantations de pommiers

Manon Laroche, François Dumont, et Caroline Provost

No de projet : 215265

Durée : 04/2016– 02/2018

FAITS SAILLANTS

Les paillis utilisés à la base de jeunes plantations de pommiers peuvent être une alternative pour briser le cycle de la cécidomyie du pommier en verger. Les paillis forment une barrière physique qui empêche la pupa de la cécidomyie de se rendre au sol et de revenir sous forme adulte. Cette méthode physique peut affecter les trois générations de la cécidomyie observées au Québec. Les résultats des dommages de 2016 ont démontré que le traitement sur paillis noir a eu moins de dommages sur feuilles et sur pousses que le traitement sans aucun paillis traité avec une application de kaolin. Le paillis noir a été plus efficace contre les dommages de cécidomyies du pommier que le traitement avec le paillis métallique (paillis réfléchissant). Le paillis métallique a eu un effet d'augmentation des dommages par rapport au plastique noir et une hypothèse expliquant ces observations est qu'il pourrait y avoir une augmentation de luminosité sur le pommier en présence du paillis réfléchissant. L'évaluation de cette hypothèse demanderait une étude plus approfondie sur l'impact du paillis sur la biologie du ravageur (par exemple : augmentation de la ponte, développement des larves accélérées) afin de déterminer les causes des résultats observés. Le kaolin a démontré un effet significatif sur la diminution du nombre de cicadelles dans les deux traitements contenant ce produit. Concernant les autres ravageurs du pommier, seule une tendance relativement à la diminution du nombre de pucerons a été observée dans les deux traitements ayant reçu du kaolin.

OBJECTIF(S) ET MÉTHODOLOGIE

L'objectif principal de ce projet était de tester l'efficacité du paillis métallique réfléchissant employé seul ou en synergie avec le kaolin (SURROUND WP) pour lutter contre la cécidomyie du pommier. Les objectifs secondaires étaient de déterminer l'effet de ces méthodes physiques sur : 1) les populations de ravageurs (ex. cécidomyie du pommier, pucerons, cicadelles, mineuse marbrée); 2) les populations d'insectes prédateurs, et 3) sur la croissance des jeunes pommiers.

En 2016, quatre traitements avec cinq répétitions ont été appliqués, soit: 1) le traitement témoin producteur avec paillis de plastique noir au sol; 2) le traitement paillis métallique au sol; 3) le traitement kaolin pulvérisé sur pommiers; 4) le traitement paillis métallique au sol et kaolin sur pommiers utilisés conjointement. En 2017 nous avons ajouté 2 traitements: 5) le traitement témoin négatif sans aucun paillis; 6) le traitement kaolin sur pommiers et paillis noir au sol. Les parcelles comprenaient cinq pommiers et les données ont été prises dans les trois pommiers du centre des parcelles. De façon hebdomadaire, un comptage des populations des insectes ravageurs et bénéfiques a été effectué ainsi que les dommages d'insectes ravageurs sur le feuillage de cinq pousses par pommier ont été évalués. Un dénombrement des insectes capturés dans les pièges à cécidomyie du pommier et à mineuse marbrée a été réalisé. La croissance des pommiers a été notée en utilisant la différence de la circonférence des troncs des pommiers entre le début et la fin de la saison pour vérifier l'effet des dommages sur la croissance des pommiers.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS POUR L'INDUSTRIE

Dommages de cécidomyies

En 2016, le nombre de feuilles endommagées par pousse a augmenté durant la saison, mais a connu des hausses plus importantes à la fin juin et au début août. Le nombre de feuilles endommagée par pousse était

significativement plus faible dans le traitement témoin (avec paillis noir) que le traitement kaolin (sans paillis) ($p = 0,02$) (Fig. 1A). Les autres traitements avaient des niveaux intermédiaires de dommages causés par la cécidomyie (Fig. 1A).

En 2017, les dommages aux feuilles causés par les cécidomyies étaient beaucoup plus faibles avant le début août. Le nombre de feuilles endommagées par pousse n'était que de 0,06 feuille et 0,04 feuille dans les traitements témoin sans paillis et avec paillis noir, respectivement (Fig. 1B). Aucune différence significative n'a été observée entre les traitements ($p = 0,97$) (Fig. 1B).

En 2016, le nombre de pousses ayant des dommages de cécidomyies par arbre était de 2,2 pousses dans le traitement témoin (avec paillis noir) (Fig. 2A). Le nombre de pousses avec dommages étaient plus important dans les traitements kaolin sans paillis (3,7 pousses par arbre) et en présence du paillis métallique (3,2 pousses par arbre) ($p = 0,0005$) (Fig. 2A).

En 2017, le nombre de pousses avec des dommages de cécidomyies était de 0,17 et 0,11 dans les traitements témoins sans paillis et avec paillis, respectivement (Fig. 2B). Les traitements n'avaient pas d'effet sur le nombre de pousses avec dommages par arbre ($p = 0,81$) (Fig. 2B).

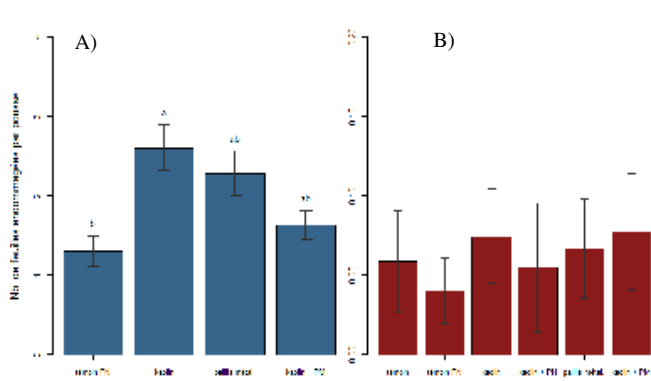


Figure 1 : Taux de dommages par pousses, A) 2016, B) 2017

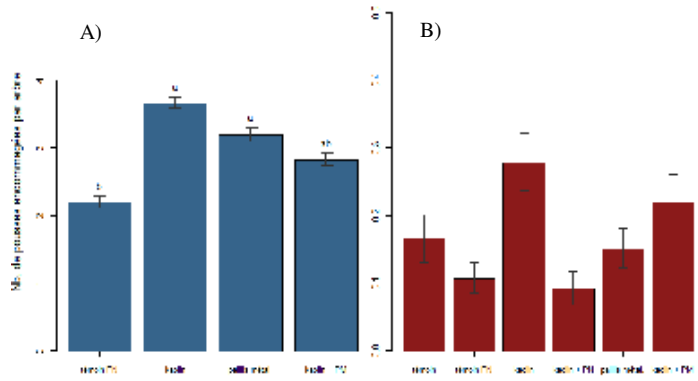


Figure 2: Taux de dommages par arbre, A) 2016, B) 2017

Présence des ravageurs

Pucerons

En 2016, il y avait en moyenne 4,5 pucerons par feuille dans le traitement témoin avec paillis noir. Aucun effet n'a été noté sur les populations de pucerons ($p = 0,35$) (Fig. 3). Le plus faible nombre de pucerons a été observé dans la parcelle traitée avec du kaolin.

En 2017, la plus faible présence de pucerons a été notée dans le traitement témoin avec paillis noir avec une moyenne 1,5 individus. Les traitements n'ont pas eu d'effet sur les populations de pucerons ($p = 0,80$) (Fig. 3).

Cicadelles

En 2016, les cicadelles étaient plus fréquentes dans le traitement témoin avec paillis noir (0,14 individu par feuille) que dans les traitements kaolin sans paillis (0,02 individus/ feuille) et kaolin avec paillis métallique (0,005 individus/ feuille) ($p = 0,003$) (Fig. 4).

En 2017, les traitements témoins sans paillis et avec paillis noirs avaient respectivement une moyenne de 1,04 et 1,38 cicadelles par feuille et le plus faible nombre de cicadelles a été observé dans les parcelles ayant un traitement kaolin avec un paillis noir (Fig. 4). Aucun effet significatif des traitements n'a été observé sur la fréquence des cicadelles ($p = 0,3$) (Fig. 4).

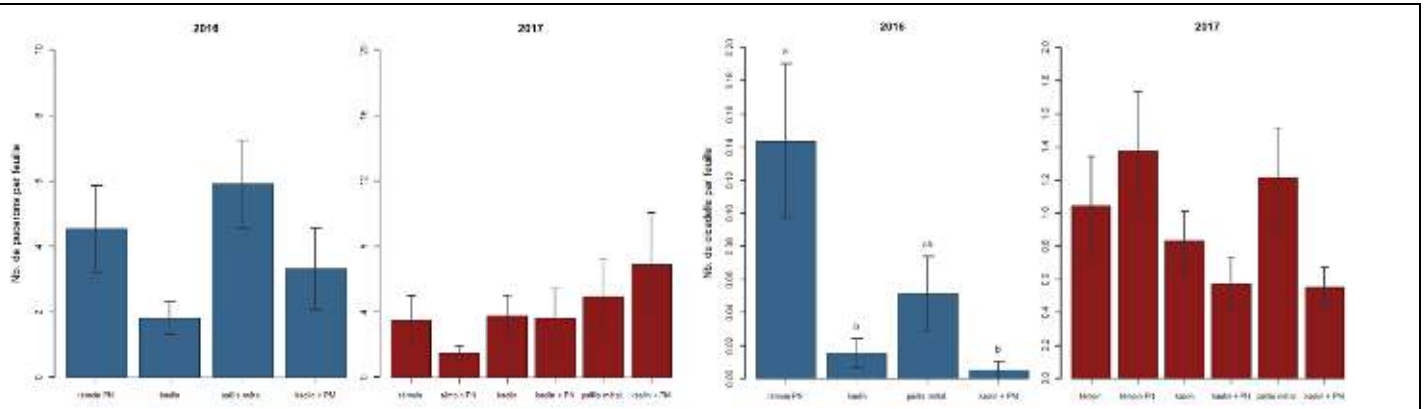


Figure 3 : Nombre de pucerons sur les feuilles en 2016 et 2017 Figure 4 : Nombre de cicadelles sur les feuilles en 2016 et 2017

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

Les résultats des dommages sur feuilles et sur pousses démontrent que le traitement témoin sur paillis noir a réduit les dommages de cécidomyie aux pommiers comparativement aux parcelles traitées avec kaolin et en absence de paillis. Il est aussi noté qu'en présence du paillis métallique et du kaolin, le taux de dommages n'est pas significativement différent du témoin. Ces observations permettent de proposer que la présence du paillis noir au sol affecte la présence de la cécidomyie dans le pommier. Le paillis peut servir de barrière physique pour interrompre le cycle de vie de la cécidomyie, par exemple en empêchant la larve qui tombe des feuilles de descendre dans le sol pour compléter sa transformation en pupe. Les résultats des dommages montrent aussi que la présence du paillis métallique ne permet pas de réduire les dommages de la cécidomyie. Certaines hypothèses peuvent être apportées, telles que la possibilité que le paillis métallique qui réfléchit la lumière ait un effet sur les pousses et les rendent plus attrayantes pour la cécidomyie, ou que l'augmentation de la lumière réfléchie favorise le développement de la cécidomyie. Le traitement paillis métallique et kaolin utilisé conjointement démontrent des taux de dommages intermédiaires pouvant être expliqué par une réflexion moindre de la lumière en présence du kaolin, une partie de celui-ci tombe sur le paillis. Concernant les autres insectes ravageurs, le nombre de cicadelles était moindre dans les traitements comprenant du kaolin (en présence et absence de paillis métallique). Enfin, les divers traitements ont eu peu d'effet sur les populations de pucerons dans les pommiers, mais une tendance a été notée où il y avait un peu moins d'individus dans les parcelles traitées avec le kaolin. Ces résultats ont permis de soulever quelques hypothèses intéressantes qui nécessitent d'optimiser l'utilisation des paillis. Ces résultats permettent de mettre en évidence que les nouvelles plantations de pommiers devraient être mise en place sur du paillis de plastique noir afin de réduire les populations de cécidomyie et en lien avec des bonnes pratiques agricoles, par exemple pour un meilleur contrôle des mauvaises herbes et une meilleure gestion de l'humidité du sol. Le kaolin a démontré une bonne efficacité pour la lutte aux cicadelles et semble efficace contre les pucerons, il pourrait être utilisé dans de jeunes plantations de pommiers en remplacement d'insecticides chimiques.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Nom du responsable du projet : Caroline Provost
 Téléphone : (450) 434-8150 poste 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 du 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 2)

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

Le projet a été présenté lors des Journées annuelles sur la recherche et l'innovation technologique (JARIT 2018) qui se sont tenues le 1^{er} et le 2 février 2018 à Orford. Plus de 40 participants y assistent et sont par a majorité des agronomes, des chercheurs et des représentants de l'industrie de la pomme. (Annexe 1)

Une fiche de transfert sera déposée sur le site Agriréseau section pommier.

Le rapport final sera déposé sur le site internet du CRAM et sera envoyé aux associations participantes, soit l'association des producteurs de pommes du Québec. 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.
En 2016, l'utilisation du paillis noir démontre un meilleur contrôle du nombre de dommages provoqués par la cécidomyie du pommier sur feuilles et sur pousses par rapport au traitement kaolin sur feuillage sans aucun paillis au sol. Il a aussi été supérieur au paillis métallique pour le nombre de dommages sur pousses.	Agronomes, chercheurs, techniciens agricoles, producteurs de pommes	L'implantation d'un hectare de pommiers nains coûte entre 25,000\$ et 30,000\$. Les jeunes pommiers doivent se développer rapidement pour rentabiliser l'investissement. Il est important que dans les premières années les jeunes pommiers atteignent un gabarit important avant la mise à fruits pour éviter qu'ils restent petits. Tous les obstacles à la croissance des jeunes pommiers tels les insectes et les maladies doivent être enrayés. Le paillis de plastique noir peut diminuer le nombre de dommages provoqués par la cécidomyie du pommier en brisant le cycle de vie de l'insecte.	Journée technique d'Agropomme Journées annuelles sur la recherche et l'innovation technologique (JARIT) Rapport sur le site internet du CRAM Fiche de transfert sur le site d'Agri-Réseau Le paillis noir reste le meilleur traitement pour diminuer le nombre de cécidomyies du pommier. La diffusion de l'information via une démonstration au champ permettra de favoriser l'adoption de ces résultats par les producteurs.
En 2016, nous observons une différence significative pour le nombre de cicadelles sur les pommiers ayant reçu du kaolin (traitement kaolin seul et traitement kaolin + paillis métallique) et une tendance à la diminution du nombre de pucerons	Agronomes, chercheurs, techniciens agricoles, producteurs de pommes	Le kaolin demeure un produit intéressant pour diminuer la présence de petits insectes phytophages que sont les pucerons et les cicadelles.	La poursuite du projet dans les prochaines années permettrait de dresser un portrait à plus long terme des effets du kaolin sur la présence des insectes phytophages. La saison 2017 a été peu propice au développement de la cécidomyie du pommier (beaucoup de pluie et température basse) et n'a pas permis d'avoir des résultats concluants.

Section 7 - Contribution et participation de l'industrie réalisées

La fédération des producteurs de pommes du Québec et de la FPPQ-direction Laurentides appuient le projet. La FPPQ apporte une contribution financière en nature en temps pour la diffusion de l'information à ses membres. Les propriétaires du Verger Trottier de la région d'Oka ont participé à ce projet en allouant des parcelles de pommiers nains et semi-nains au CRAM pour la réalisation des essais. Ils apportent une contribution en nature avec l'entretien des parcelles (taille, traitements phytosanitaires, fauchage, etc).

Section 8 - Rapport scientifique et/ou technique

INTRODUCTION

Les larves de la cécidomyie du pommier *Dasineura mali* (Kieffer) (Diptera: Cecidomyiidae) causent des dommages importants aux jeunes pousses de pommiers lorsqu'elles se nourrissent des feuilles (MacPhee et Finnamore 1978). La cécidomyie du pommier est retrouvée durant toute la saison de production de mai jusqu'en septembre, mais présente trois pics de population en mai, juillet et août (Laroche et Provost 2015). Ainsi, une méthode de lutte efficace est nécessaire durant une longue période, et particulièrement lors de la première génération en mai pour diminuer les dommages et les populations subséquentes.

Le maintien des populations de cécidomyie du pommier sous le seuil économique pourrait être atteint par l'installation de paillis réfléchissant les rayons UV (Greer et Dole 2003). L'utilisation de paillis réfléchissant s'est avérée une alternative aux pesticides de synthèse très efficace dans la lutte aux insectes ravageurs et vecteurs de maladies tels les mouches blanches (Summers et al. 2004; Simmons et al. 2010), les cicadelles (Summers et Stapleton 2002), les thrips (Momol et al. 2001), les pucerons (Kring et Schuster 1992; Stapleton et Summers 2002) dans plusieurs cultures. Summers et Stapleton (2002) ont observé que les paillis réfléchissants étaient plus efficaces que les insecticides dans la lutte aux cicadelles du maïs, *Dalbulus maidis*, dans la culture de maïs. De plus, les récoltes de maïs étaient significativement augmentées par l'effet répulsif des paillis réfléchissants sur les insectes ravageurs et vecteurs de la maladie mais aussi par l'apport supplémentaire de lumière (Summer et Stapleton 2002). Les paillis argentés reflètent plus de 90 % de la lumière dans un spectre de 400 à 700 nm nécessaire à la photosynthèse (Summers et al. 2004). D'ailleurs, les paillis argentés étaient plus efficaces que les paillis blancs, jaunes ou noirs dans la lutte aux pucerons et aux maladies qu'ils véhiculent (Brown et al. 1993). L'efficacité des paillis réfléchissants est cependant réduite dans les cultures qui produisent un feuillage abondant comme la tomate (Kring et Schuster 1992). Néanmoins, dans les plantations de jeunes pommiers le feuillage n'est pas assez abondant pour réduire l'efficacité des paillis métalliques réfléchissants, et ce pour toute la durée de la saison de production. Une autre méthode de lutte physique, les films de particules de kaolin, permet aussi de lutter contre les insectes ravageurs des pommiers, et ainsi d'augmenter la production fruitière (Unruh et al. 2000; Knight et al. 2001; Pasqualini et al. 2002; Lalancette et al. 2005). Par exemple, le kaolin entraîne une dispersion plus rapide et une mortalité accrue des larves de tordeuse à bandes obliques en agissant comme une barrière physique qui empêche les larves de se nourrir des feuilles qui en sont recouvertes (Sackett et al. 2005). Ainsi, le kaolin pourrait être aussi bien efficace contre les larves de cécidomyies du pommier. Un effet du kaolin contre plusieurs espèces de ravageurs du pommier, dont les cicadelles, les hoplocampes et les pucerons, est observé (Bürgel et Wyss 2005; Bostanian et Racette 2008). Néanmoins, l'utilisation du kaolin peut générer des résultats variables selon les espèces (Beers et Himmel 2002; Bostanian et Racette 2008; Jaastad et al. 2009), et pourrait ne pas toujours réduire les populations de ravageurs sous les seuils économiques lorsque employé seul (Bürgel et Wyss 2005). Parmi les effets secondaires indésirables, l'application de kaolin réduit considérablement l'abondance et la richesse spécifique dans les communautés et altère la composition et la diversité des espèces (Marko et al. 2010). Ce traitement affecte plusieurs groupes d'organismes non-ciblés notamment les acariens prédateurs, les araignées crabes et sauteuses, les punaises réduves ainsi que les coccinelles (Jaastad et al. 2006; Marko et al. 2006; Sackett et al. 2007; Marko et al. 2008; Marko et al. 2010). Malgré ses effets mitigés, le kaolin peut s'avérer efficace lorsqu'il est jumelé à des méthodes de lutte chimique (Smirle et al. 2007). En outre, il pourrait être un complément intéressant aux paillis réfléchissants

en réduisant l'accessibilité des jeunes plants de pommiers aux ravageurs nocturnes comme la tordeuse à bandes obliques et la mineuse marbrée.

À notre connaissance, la cécidomyie du pommier a été l'objet de seulement deux études à ce jour au Québec, soit *Suivi des populations de cécidomyie du pommier et méthodes de captures*, mené par le CRAM (2013-2014). Ce projet du CRAM a permis d'établir le cycle de vie des cécidomyies du pommier au Québec ainsi que les dommages causés par cet insecte et de comparer l'efficacité des différents pièges afin de faciliter le suivi et le dépistage des populations. Ainsi, cette étude a contribué à définir les meilleurs moments pour effectuer des traitements contre la cécidomyie du pommier dans les vergers. Le CRAM a aussi participé au projet *Établissement d'un seuil d'intervention évolutif pour la cécidomyie du pommier et modélisation de l'abondance des populations d'adultes de ce nouveau ravageur*, mené par l'IRDA et dont le CRAM est partenaire (2014 -2016). À notre connaissance, l'utilisation de paillis métalliques et de kaolin n'ont pas fait l'objet d'étude appliquée pour lutter contre la cécidomyie du pommier et l'effet sur d'autres ravageurs dans les jeunes plantations n'a pas été l'objet d'étude. La cécidomyie est un ravageur de plus en plus considéré depuis quelques années dans les plantations de pommiers, et plusieurs aspects de son cycle de vie et des méthodes de lutte se doivent d'être étudiées afin de cibler les interventions dans le cadre d'un programme de lutte intégrée

MÉTHODOLOGIE

Dispositif expérimental

Les essais ont été effectués sur deux ans dans une plantation de jeunes pommiers (Fortune/M106 plantation 2013) en 2016 et (Redcort/M9 plantation 2015) pour l'essai 2017. L'expérience a eu lieu chez un pomiculteur de la région des basses Laurentides ayant des antécédents de dommages de la cécidomyie du pommier en 2014. Le design expérimental est en blocs aléatoires complets.

Protocole

En 2016, quatre traitements avec cinq répétitions ont été appliqués: 1) le traitement témoin producteur sur paillis de plastique noir au sol; 2) le traitement paillis métallique au sol; 3) le traitement kaolin pulvérisé sur pommier; 4) le traitement paillis métallique au sol et kaolin sur pommier utilisés conjointement. En 2017, deux traitements ont été ajoutés: 5) le traitement témoin négatif sans aucun paillis; 6) le traitement kaolin sur pommier et paillis noir au sol.

Pendant la période entre le mois d'avril (pose des parcelles) et le mois de septembre (fin des captures de la cécidomyie), le relevé des dommages de tous les insectes ravageurs sur les feuilles a été effectué une fois par semaine sur cinq pousses par pommier sur les trois pommiers centraux de chaque parcelle. Le dénombrement des insectes ravageurs ainsi que des insectes bénéfiques (prédateurs ou parasitoïdes) présents a été réalisé. Le décompte des cécidomyies du pommier et de la mineuse marbrée prises dans les pièges a été effectué.

Les traitements au kaolin (SURROUND WP) ont été appliqués dès le début du débourrement et se sont terminés à la mi-août. Les traitements étaient effectués régulièrement lors de la croissance du pommier (jusqu'à la fin juin) et par la suite lorsque les pluies avaient lessivé le produit. En 2016, il y a eu neuf traitements effectués aux dates suivantes : 03-mai, 19-mai, 24-mai, 31-mai, 07-juin, 14-juin, 21-juin, 30-juin et 15-août. En 2017, il y a eu dix traitements les : 23 mai, 1 juin, 7 juin, 14 juin, 22 juin, 28 juin, 5 juillet, 14

juillet, 28 juillet et 9 août.

Les paramètres suivants ont été mesurés :

- 1) Le suivi des populations d'insectes ravageurs (cécidomyies du pommier, mineuse marbrée, pucerons, cicadelles): les pucerons et les larves de cicadelles présents ont été comptés et les cécidomyies ont été comptés dans des pièges relevés à chaque semaine.
- 2) Le nombre de dommages ont été notés à chaque semaine en dénombrant le nombre de feuilles et de pousses endommagées par les cécidomyies, le nombre de feuilles enroulées ou endommagées par les pucerons, mineuses et les cicadelles.
- 3) Le nombre d'insectes auxiliaires (coccinelles, chrysopes, syrphes et punaises prédatrices) sont comptés chaque semaine par observation
- 4) La croissance des pommiers est déterminée par la mesure de la circonférence du tronc des prises au début et à la fin de la saison à une distance de 30 cm du sol.

Analyses statistiques

Des modèles généralisés linéaires mixtes (GLMM) ont été utilisés afin de déterminer l'efficacité des différents traitements pour les différents paramètres. Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel R.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Croissance des pommiers

En 2016, la croissance des pommiers dans le traitement témoin (avec paillis de plastique noir) était en moyenne de 39,2 % du diamètre initial. Les traitements kaolin et paillis n'avaient pas d'effet sur la croissance des pommiers ($F = 1,50$; $df = 3$; $p = 0,22$) (Fig. 1).

En 2017, la croissance moyenne des pommiers dans les traitements témoins sur gazon ou avec paillis de plastique noir était, respectivement, de 36,8 % et 33,6 % du diamètre initial. La plus forte croissance des pommiers a été notée dans les parcelles ayant un traitement kaolin seul ou en combinaison avec le paillis métallique. Les traitements n'avaient pas d'effet sur la croissance des pommiers ($F = 1,62$; $df = 5$; $p = 0,17$) (Fig. 1).

Population de cécidomyies

En 2016, la population de cécidomyies a connu trois pointes durant la saison soit à la fin mai (en moyenne 809 individus par piège), au début juillet (617 individus/ piège) et au début septembre (465 individus/ piège) (Fig. 2). En 2017, les cécidomyies étaient beaucoup moins fréquentes avec des pointes en début juin (25 individus/ piège), mi-juillet (32 individus/ piège) et fin août (34 individus/ piège), (Fig. 2).

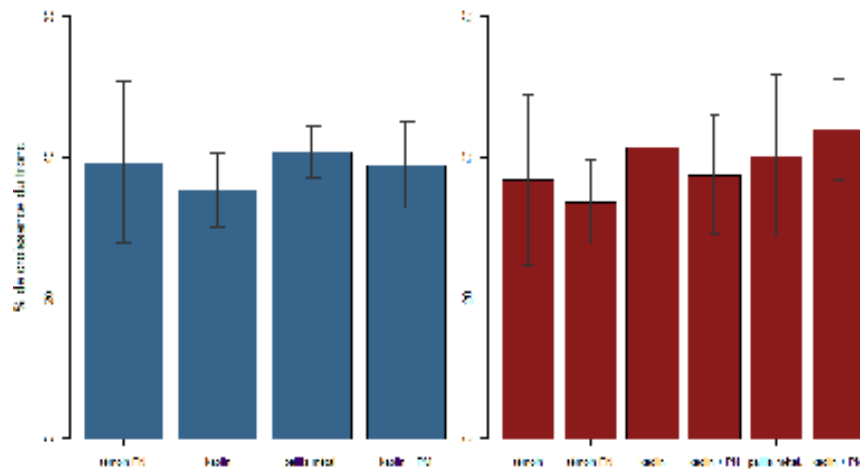


Figure 1 : Croissance des pommiers selon les différents traitements en 2016 et 2017.

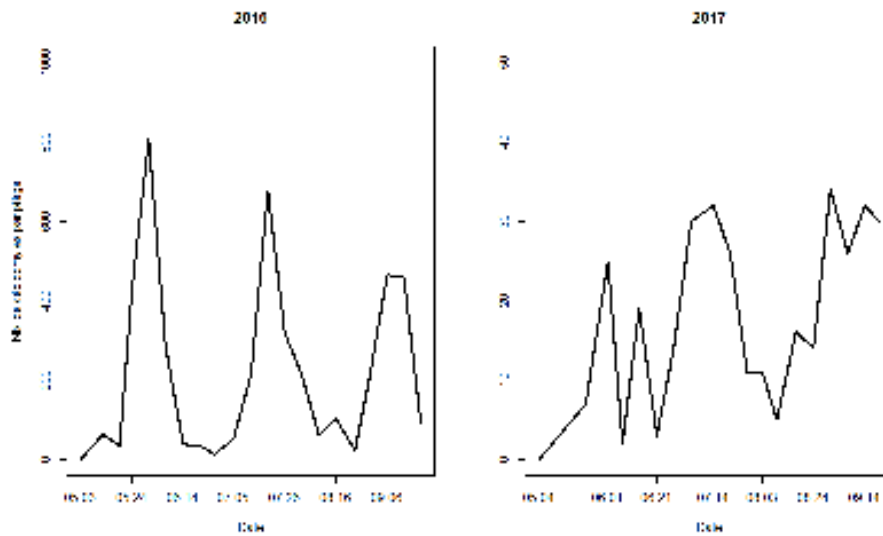


Figure 2 : Suivi des populations de cécidomyie du pommier en verger pour les saisons 2016 et 2017.

Domages de cécidomyies sur feuilles

En 2016, le nombre de feuilles endommagées par pousse a augmenté durant la saison, mais a connu des hausses plus importantes à la fin juin et au début août (Fig. 3). Le traitement témoin (avec paillis noir) (1,3 feuille endommagée par pousse) était moins infligé par les dommages de cécidomyies que le traitement kaolin (sans paillis) (2,6 feuilles endommagées par pousse) (LRT = 9,80; df = 3; p = 0,02) (Fig. 4). Les autres traitements avaient des niveaux de dommage intermédiaires (Figure 4).

En 2017, les dommages aux feuilles causés par les cécidomyies étaient rares avant le début août (Fig. 3). Le nombre de feuilles endommagées par pousse n'était que de 0,06 feuille et 0,04 feuille dans les traitements témoins sans paillis et avec paillis noir, respectivement (Fig. 4). Aucun effet des traitements n'a été noté sur le nombre de feuilles endommagées par la cécidomyie (LRT 0,91; df = 5; p = 0,97) (Fig. 4).

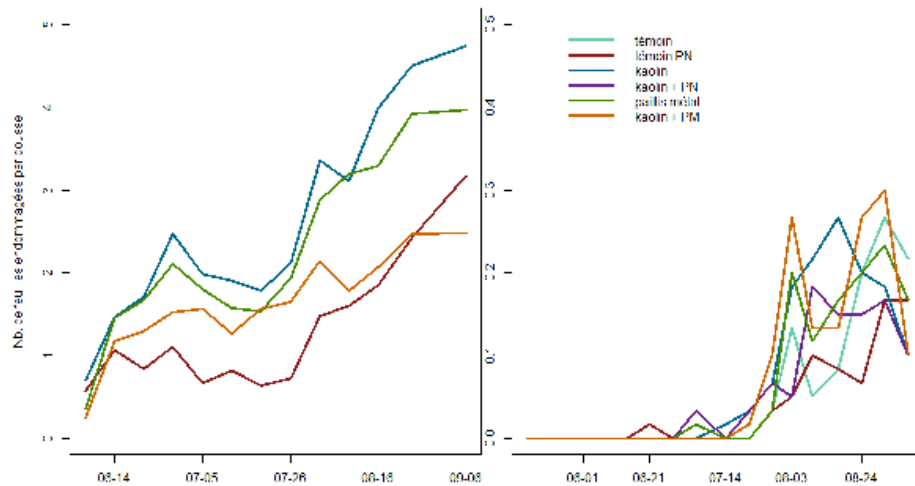


Figure 3 : Évolution du taux de dommages durant la saison 2016 et 2017.

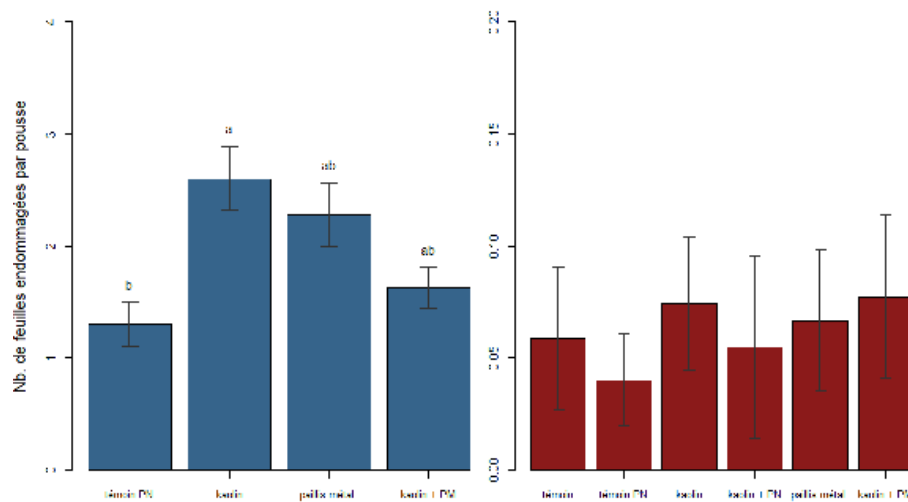


Figure 4 : Nombre de feuilles endommagées selon les traitements pour 2016 et 2017.

Nombre de pousses endommagées par la cécidomyie

En 2016, le nombre de pousses ayant des dommages de cécidomyies par arbre était de 2,2 pousses dans le traitement témoin (avec paillis noir) (Fig. 5). Le nombre de pousses avec dommages étaient plus important dans les traitements kaolin sans paillis (3,7 pousses par arbre) et paillis métallique (3,2 pousses par arbre) (LRT = 17,8; df = 3; p = 0,0005) (Fig. 5).

En 2017, le nombre de pousses avec des dommages de cécidomyies était de 0,17 et 0,11 dans les traitements témoins sans paillis et avec paillis, respectivement (Fig. 5). Les traitements n'avaient pas d'effet sur le nombre de pousses avec dommages par arbre (LRT = 2,29; df = 5; p = 0,81) (Fig. 5).

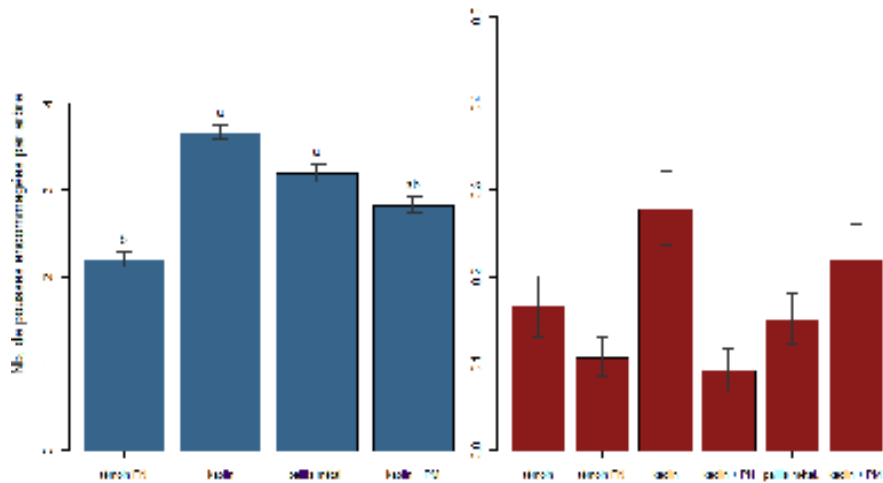


Figure 5 : Nombre de pousses endommagées par arbre selon les traitements pour 2016 et 2017.

Autres ravageurs

Pucerons

En 2016, le plus faible nombre de pucerons a été noté dans le traitement kaolin avec une moyenne de 1,9 pucerons par feuille tandis que le plus fort dénombrement de pucerons a été fait dans les parcelles en présence du paillis métallique (6,1 individus) (Fig. 6). Toutefois, aucun effet significatif des traitements n'a été observé (LRT = 3,31 ; df = 3 ; p = 0,35).

En 2017, le traitement témoin sans paillis avait une moyenne de 3,5 pucerons par feuille, alors que le traitement témoin avec paillis en avait en moyenne 1,5 pucerons (Fig. 6). C'est d'ailleurs dans ce traitement où le plus faible nombre d'individus a été noté. Il n'y avait pas d'effet des traitements sur le nombre de pucerons (LRT = 2,33 ; df = 5 ; p = 0,80).

Cicadelles

En 2016, les cicadelles étaient plus fréquentes dans le traitement témoin avec paillis noir (0,14 individu par feuille) que dans les traitements kaolin sans paillis (0,02 individus/ feuille) et kaolin avec paillis métallique (0,005 individus/ feuille) (LRT = 14,16 ; df = 3 ; p = 0,003) (Fig. 7).

En 2017, les traitements témoins sans paillis et avec paillis noirs n'ont pas eu le même effet sur les cicadelles et on observait respectivement une moyenne de 1,04 et 1,38 cicadelles par feuille (Fig. 7). Aucun effet des traitements sur la fréquence des cicadelles n'a été observé (Fig. 7).

Tordeuse à bande oblique

En 2017, de faibles populations de la tordeuse à bande oblique ont été observées dans certaines parcelles. Aucun individu n'a été observé dans les parcelles témoin avec paillis noir et en présence de kaolin + paillis métallique (Fig. 8). Dans le traitement témoin sans paillis, 0,02 tordeuse à bande oblique par feuille ont été observés (Fig. 8). Les traitements n'avaient pas d'incidence sur la fréquence des tordeuses à bande oblique (LRT = 9,34 ; df = 5 ; p = 0,10).

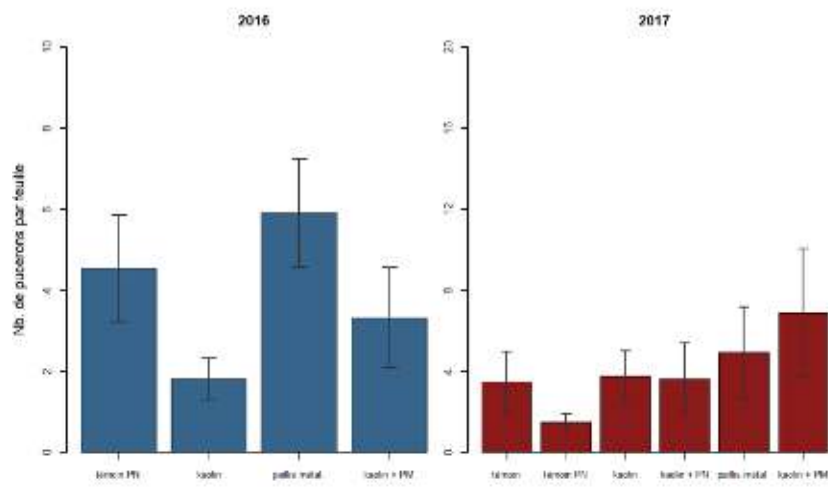


Figure 6 : Nombre de pucerons sur les feuilles en 2016 et 2017

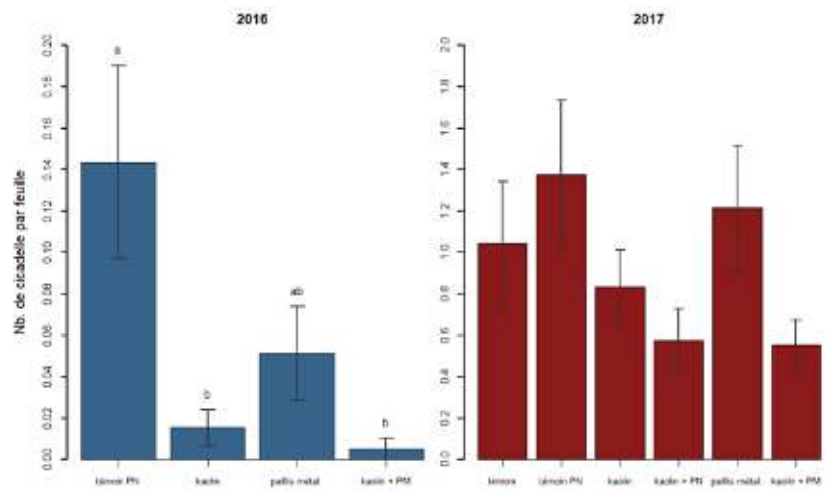


Figure 7 : Nombre de cicadelle sur les feuilles en 2016 et 2017

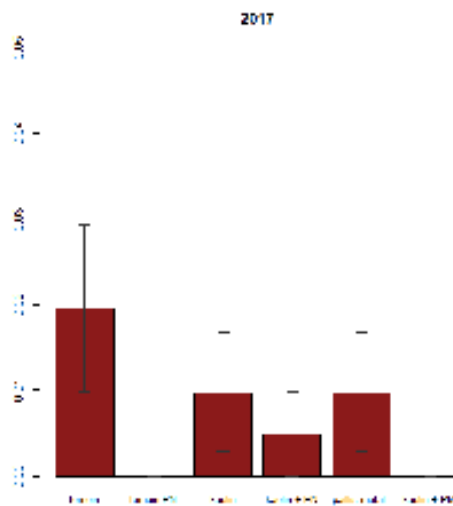


Figure 8 : Nombre de tordeuse à bande oblique sur les feuilles en 2017

Auxiliaires de lutte biologique

Les agents de luttés biologiques observés durant le projet de recherche était relativement rare (Fig. 9). Les coccinelles étaient plus fréquentes, alors que sur toute la durée de la saison, seuls 16 et 38 individus ont été observés en 2016 et 2017, respectivement. Les chrysopes, les syrphes et les punaises prédatrices n'étaient pas fréquentes. En 2016 et 2017, il n'y avait pas d'effet des traitements sur la quantité de prédateurs (tous les prédateurs) (2016 : LRT = 6,56 ; df = 3 ; p = 0,09; 2017 : LRT = 2,22 ; df = 5 ; p = 0,82) (Fig. 9).

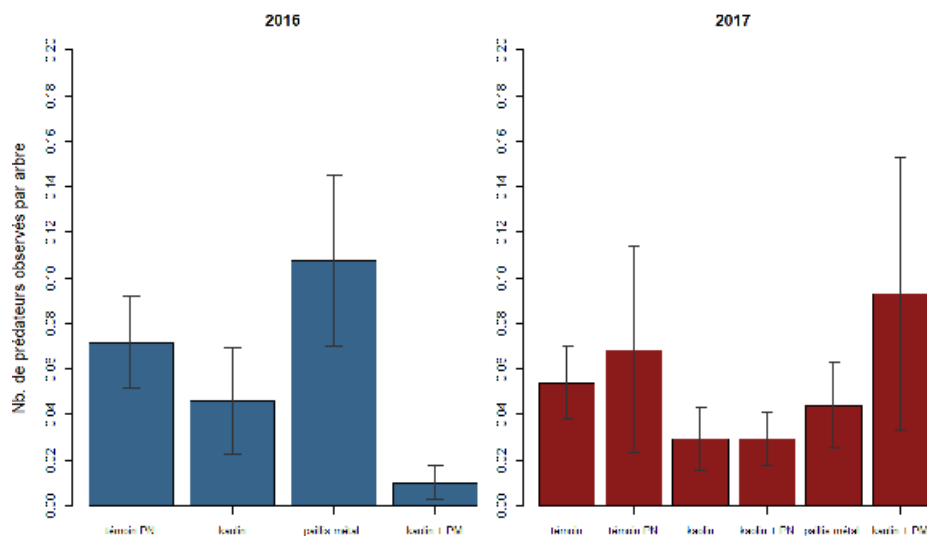


Figure 9 : Nombre de prédateurs par arbre en 2016 et 2017

CONCLUSION

Pendant les deux années du projet, la population de cécidomyies du pommier a été élevée en 2016 mais insuffisamment importante en 2017 pour obtenir des résultats intéressants. Les résultats 2016 ont démontré que les traitement paillis métallique a eu un effet d'augmentation pour le nombre de dommages sur feuilles et sur pousses de cécidomyie du pommier tandis que le traitement kaolin sans aucun paillis a lui aussi fait augmenter le nombre de cécidomyie du pommier par rapport à un témoin ayant un paillis de plastique noir. Ces observations permettent de proposer que la présence du paillis noir au sol affecte la présence de la cécidomyie dans le pommier. Le paillis peut servir de barrière physique pour interrompre le cycle de vie de la cécidomyie, par exemple en empêchant la larve qui tombe des feuilles de descendre dans le sol pour compléter sa transformation en puppe. Les résultats des dommages montrent aussi que la présence du paillis métallique ne permet pas de réduire les dommages de la cécidomyie. Certaines hypothèses peuvent être apportées, telles que la possibilité que le paillis métallique qui réfléchit la lumière ait un effet sur les pousses et les rendent plus attractives pour la cécidomyie, ou que l'augmentation de la lumière réfléchie favorise le développement de la cécidomyie. Le traitement paillis métallique et kaolin utilisé conjointement démontrent des taux de dommages intermédiaires pouvant être expliqués par une réflexion moindre de la lumière en présence du kaolin, une partie de celui-ci tombe sur le paillis. Concernant les autres insectes ravageurs, le nombre de cicadelles était moindre dans les traitements comprenant du kaolin (en présence et absence de

paillis métallique). Enfin, les divers traitements ont eu peu d'effet sur les populations de pucerons dans les pommiers, mais une tendance a été notée où il y avait un peu moins d'individus dans les parcelles traitées avec le kaolin. Ces résultats ont permis de soulever quelques hypothèses intéressantes qui nécessitent d'optimiser l'utilisation des paillis. Ces résultats permettent de mettre en évidence que les nouvelles plantations de pommiers devraient être mise en place sur du paillis de plastique noir afin de réduire les populations de cécidomyie et en lien avec des bonnes pratiques agricoles, par exemple pour un meilleur contrôle des mauvaises herbes et une meilleure gestion de l'humidité du sol. Le kaolin a démontré une bonne efficacité pour la lutte aux cicadelles et semble efficace contre les pucerons, il pourrait être utilisé dans de jeunes plantations de pommiers en remplacement d'insecticides chimiques.

RÉFÉRENCES

- Bostanian, N.J., Racette, G. 2008. Particle films for managing arthropod pests of apple. *Journal of Economical Entomology*, 101: 145-150.
- Brown, J.E., Dangler, J.M., Woods, F.M., Tilt, K.M., Henshaw, M.D., Griffey, W.A., West, M.S. 1993. Delay in mosaic virus onset and aphid vector reduction in summer squash grown on reflective mulches. *HortScience*, 28: 895-896.
- Bürgel, K., Daniel, C., Wyss, E. 2005. Effects of autumn kaolin treatments on the rosy apple aphid *Dysaphis plantaginea* (Pass.) and possible modes of action. *JEN*, 129: 311-314.
- Greer, L., Dole, J.M. 2003. Aluminium foil, aluminium-painted plastic, and degradable mulches increase yields and decrease insect-vectored viral diseases of vegetables. *Hortechology*, 13: 276-284.
- JAASTAD, G., RØEN, D., HOVLAND, B., et al. Kaolin as a possible treatment against lepidopteran larvae and mites in organic fruit production. In: *ecofruit-12th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing: Proceedings to the Conference from 31st January to 2nd February 2006 at Germany*. p.31-35
- Jaastad, G., Trandem, N., Hovland, B., Mogan, S. 2009. Effect of botanically derived pesticides on mirid pests and beneficials in apple. *Crop Protection*, 28: 309-313.
- Knight, A.L. Christianson, B.A., Unruh, T.R., Puterka, G., Glenn, D.M. 2001. Impacts of seasonal kaolin particle films on apple pest management. *The Canadian Entomologist*, 133: 413-428.
- Kring, J.B., Schuster, D.J. 1992. Management of insects on pepper and tomato with UV-reflective mulches. *Florida Entomologist*, 75: 119-129.
- Lalancette, N., Belding, R.D., Shearer, P.W., Frecon, J.L., Tietjen, W.H. 2005. Evaluation of hydrophobic and hydrophilic kaolin particle films for peach crop, arthropod and disease management. *Pest Management Science*, 61: 25-39.
- Laroche, M. et C. Provost .2015. Suivi des populations de cécidomyie du pommier et méthodes de captures. Rapport final, MAPAQ, Prime-vert, 13p.
- MacPhee, A.W., Finnamore, D.B. 1978. The apple leaf midge, *Dasineura mali* (Diptera: Cecidomyiidae) in New Brunswick apple orchards. *The Canadian Entomologist*, 1363-1364.
- Marko, V., Blommers, L.H.M., Bogya, S., Helsen, H. 2006. The effect of kaolin treatments on phytophagous and predatory arthropods in the canopies of apple trees. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 14:79.
- Marko, V., Blommers, L.H.M., Bogya, S., Helsen, H. 2008. Kaolin particle films suppress many apple pests,

- disrupt natural enemies and promote woolly apple aphid. *Journal of Applied Entomology*, 132: 26-35.
- Marko, V., Bogya, S., Kondorosy, E., Blommers, L.H.M. 2010. Side effects of kaolin particle films on apple orchards bug, beetle and spider communities. *International Journal of Pest Management*, 56: 189-199.
- Momol, M.T., Funderburk, J.E., Olson, S., Stavisky, J. 2001. Management of TSWV on tomatoes with UV-reflective mulch and acibenzolar-S-methyl. *Proceedings of the 7th International Symposium on Thysanoptera*, 111-116.
- Pasqualini, E., Civolani, S., Grappadelli, L.C. 2002. Particle film technology: approach for a biorational control of *Cacopsylla pyri* (Rhynchota: Phyllidae) in Northern Italy. *Bulletin of Insectology*, 55: 39-42.
- Sackett, T.E., Buddle, C.M., Vincent, C. 2005. Effect of kaolin on fitness and behavior of *Choristoneura rosaceana* (Lepidoptera: Tortricidae) larvae. *Journal of Economical Entomology*, 98: 1648-1653.
- Sackett, T.E., Buddle, C.M., Vincent, C. 2007. Effects of kaolin on the composition of generalist predator assemblages and parasitism of *Choristoneura rosaceana* (Lep. Tortricidae) in apple orchards. *Journal of Applied Entomology*, 131: 478-485.
- Smirle, M.J., Lowery, D.T., Zurowski, C.L. 2007. Influence of mixtures of kaolin particle film and synthetic insecticides on mortality of larval obliquebanded leafrollers (Lepidoptera: Tortricidae) from resistant and susceptible populations. *Journal of Economical Entomology*, 100: 1831-1835.
- Stapleton, J.J., Summers, C.G. 2002. Reflective mulches for management of aphids and aphid-borne virus diseases in late-season cantaloupe (*Cucumis melo* L. var. *cantalupensis*). *Crop Protection*, 21: 891-898.
- Summers, C.G., Mitchell, J.P., Stapleton, J.J. 2004. Management of aphid-borne viruses and *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) in zucchini squash by using UV reflective plastic and wheat straw mulches. *Environmental Entomology*, 33: 1447-1457.
- Summers, C.G., Stapleton, J.J. 2002. Management of corn leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) and corn stunt disease in sweet corn using reflective mulch. *Journal of Economic Entomology*, 95: 325-330.
- Unruh, T.R., Knight, A.L., Upton, J., Glenn, D.M., Puterka, G.J. 2000. Particle films for suppression of the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in apple and pear orchards. *Horticultural Entomology*, 93: 737-743.

Annexe 1

Présentation lors des Journées annuelles sur la recherche et l'innovation technologique (JARIT 2018) qui se sont tenues le 1^{er} et le 2 février 2018 à Orford

Utilisation du paillis métallique comme méthode physique pour la lutte des insectes préoccupants des plantations de pommiers

Manon Laroche, agr. professionnelle de recherche
Caroline Provost, PhD., directrice-chercheuse

CRAM Centre de recherche agroalimentaire de Mirabel



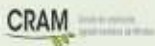
Cultivons l'avenir 2
Des solutions durables pour l'agriculture

Programme : www.irda.qc.ca/fr/activites/journees-annuelles-sur-la-recherche-et-l-innovation-technologique/

Annexe 2 : Poster présentée dans le cadre des CIRAA

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

Are plastic reflective mulches and kaolin particle film useful in the biological control of apple pests? - Preliminary results



Dumont, F.¹, Laroche, M.¹, and Provost, C.¹

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

Introduction

The apple leaf-curling midge *Dasineura mali* (Kieffer) (Diptera: Cecidomyiidae) is a major pest of young apple trees in orchards. The midge larvae feed on apple leaves which negatively impacts photosynthesis and young tree growth. This pest is observed during all the production season (from May to September in Quebec, Canada) and three peaks were observed under Quebec orchards (Laroche and Provost, 2015). Hence, pest control strategies must be efficient for a broad period and especially during the second generation (about mid-July) that causes the higher level of damages (Cormier et al., 2017). Presently, pyrethroids are used to control apple midge in orchards. These chemical products are known to negatively affect natural enemies and are moderately recommended according to an integrated pest management program. The use of plastic reflective mulches is a potential alternative to the actual chemical strategies used to control the midge. Use of reflective mulches showed effective results to control pests such as whiteflies, leafhoppers, thrips and aphids in many crops (e.g. Stapleton and Summers, 2002; Summers and Stapleton, 2002). The aim of this study was to test the efficiency of reflective mulches used alone or in synergy with kaolin spray (i.e. Surround) against the apple leaf-curling midge (diurnal pest) on young apple trees.

Material and methods

The experiment was performed during the 2016 growing season in a commercial apple orchard (Verger Trottier) in Oka, Quebec, Canada (45.502533; -74.005740). Trials were conducted on apple trees planted in 2013. Apple trees were semi-dwarf Fortune variety grafted on M-106 rootstock. Apple midge damage history from 2014-2015 was also observed.

Four treatments were implemented: 1) control treatment with black plastic mulches and no kaolin spray; 2) plastic reflective mulches (no kaolin spray); 3) kaolin spray (with black plastic mulches); and 4) reflective mulches and kaolin spray. Kaolin (Surround) was applied at nine different moments with a dosage of 50 g/L.

Parameters

Pest population survey. A 'Delta' trap was installed in the center of the experimental site to follow the local populations of the apple leaf-curling midge. These traps were replaced weekly and captured insects were identified and counted.

Apple midge damages. Apple leaves damaged by apple midge were counted weekly on five randomly chosen shoots.

Predator population survey. Coccinellids, lacewings, syrphid flies, predatory bugs and predatory midges were counted during the sampling of midge damages.



Figure 1: Plot in commercial apple orchard (Oka, Quebec)

Discussion

- **Pest population survey**-Apple leaf-curling midges were captured all season long. Three peaks in the population were observed during the 2016 season in the study site (Fig. 2). The highest population density was recorded at the end of May (809 individuals by trap), whereas the other two peaks occurred in the middle of July (677 ind./trap) and at the beginning of September (465 ind./trap).
- **Apple midge damages**-The apple midge causes considerable damage to young shoots. The amount of damage observed increases during the season, but major increases occur at the end of June and early August following the peaks of the first two generations (Fig. 3). Higher levels of damage to leaves were observed in the kaolin application treatment compared to the control treatment (Fig. 3). When used alone the reflective mulches did not result in a decrease of damage. The interaction between plastic reflective mulches and kaolin application had an effect on the percentage of shoots damaged by tree (Fig. 4). Kaolin application used with black plastic mulches generates the highest percentage of damaged shoots by tree. The negative effect of kaolin decreased when used with reflective mulches, but the lower level of damage was observed in the control treatment.
- **Predator populations survey**-Predaceous insects were observed on apples during the growing season. Overall, we observed more predators in all treatments compared to mulches + kaolin (Fig. 6). Higher abundance of predators was observed in the reflective mulches treatment followed by the control treatment. Predaceous midges and bugs were frequently observed.
- Our preliminary conclusion must emphasize the potential detrimental effects of the use of kaolin application and reflective mulches on young apple trees. These methods affect a large spectrum of organisms, beneficials and pests, rather than only target pest species. These results suggest that predators (and/or parasitoids) potentially play an underappreciated beneficial role in apple orchards against important pests like the apple leaf-curling midge. While these predators may not be efficient enough to maintain pest populations under economic threshold for all season long, methods to enhance their benefits and protect them should be considered.

Acknowledgements

The authors would like to thank Alexandre Gauthier for reviewing this document and CRAM technicians for their field assistance. This project was funded by the Innov'Action Agri-Food Program, a program under the Growing Forward 2 agreement between the Minister of Agriculture, Fisheries and Food and Agriculture and Agri-Food Canada.

References

Cormier, D., Vézina, F., Pinault, D., Desjardins, G., Provost, C. and Chénouard, G., 2017. Établissement d'un outil d'intervention précoce pour la cécidomyie du pommier et modélisation de l'abondance des populations d'adultes de cette ravageuse. Rapport final Innov'Action Agri-Food, 23 p.
Laroche, M. and Provost, C., 2015. Basse des populations de cécidomyie du pommier et modulation de captures. Rapport final, MAFQA, France-vert, 10p.
Ragland, J.J. and Summers, C.D., 2002. Reflective mulches for management of aphids and aphid-borne virus diseases in late-season vegetable. *Gardeners' Guide*, 21: 591-592.
Summers, C.D. and Stapleton, J.J., 2002. Management of overwintering (Heteroptera: Coreidae) and overwintering insect control using reflective mulch. *Journal of Economic Entomology*, 95: 320-326.

Results

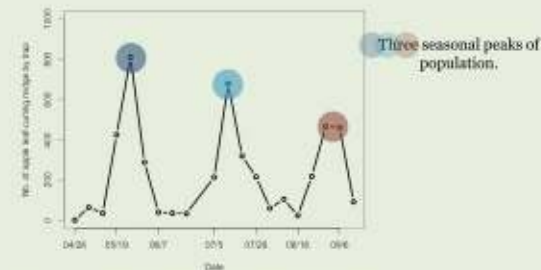


Figure 2: Weekly capture of the apple curling-leaf midge.

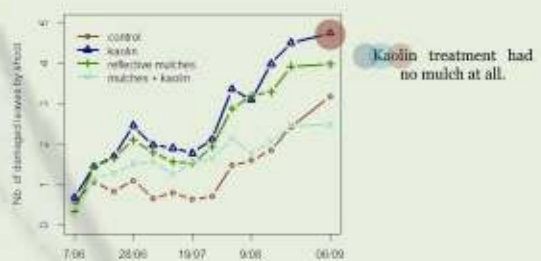


Figure 3: Number of leaves damaged by the apple leaf-curling midge during the 2016 growing season.

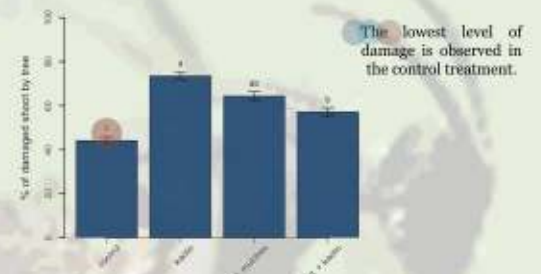


Figure 4: Percentage of damaged shoots by tree caused by the apple leaf-curling midge.

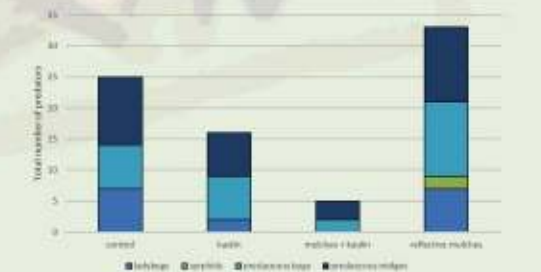


Figure 5: Number of predatory arthropods with respect to treatments.