

## **Rapport final**

No projet :216531

### **Évaluation de pièges pour le dépistage et le contrôle du charançon de la prune en vergers de pommiers**

Responsable scientifique : Caroline Provost

Professionnels de recherche : Manon Laroche, François Dumont



31 janvier 2018

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

Responsable autorisé : 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 superviser 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, allocations de dépenses, paiement des factures, etc.).

### **Professionnelle de recherche : Manon Laroche, agronome**

Professionnelle de recherche et est responsable de la réalisation du projet. Elle a supervisé les essais sur le terrain, a participé à la recherche de parcelles et à l'implantation des celles-ci, à la prise de données, la rédaction des rapports et à la diffusion des résultats. Elle détient une expertise importante dans cette étude, 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 fait la révision des 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**

## **Piégeage du charançon de la prune en verger, a-t-on un piège efficace ?**

**Manon Laroche, François Dumont et Caroline Provost**

**No de projet : 216531**

**Durée : 04/2016– 01/2018**

### **FAITS SAILLANTS**

Pendant les deux années du projet (2016-2017) les captures avec les pièges pyramidaux ont permis de démontrer deux périodes de populations et d'activité du charançon de la prune, la première entre la mi-mai et la fin-mai et la seconde entre la mi-août et la mi-septembre. La longueur de ces périodes permet de cibler la lutte au charançon de la prune. Présentement dans l'industrie pomicole, seule la population de la première période est la cible pour la lutte contre ce ravageur. La deuxième période représentant des adultes qui se nourrissent des pommes avant d'aller hiverner pourrait aussi être ciblée afin d'augmenter la réussite d'une lutte intégrée efficace. Les pièges d'exclusion de tissu synthétique ont été de beaucoup inférieurs pour la capture des charançons de la taille du charançon de la prune tandis que les pièges d'exclusion avec de la colle ont été équivalents au piège pyramidal et supérieurs aux pièges d'exclusion sans colle. Les dommages sur les fruits, dommages de ponte et dommages de nutrition n'ont pas été différents sur les pommiers avec pièges et les pommiers témoins sans piège. Dans le cadre de ce projet, aucune des méthodes de piégeage testées par parcelle n'a montré une répression intéressante pour la lutte au charançon de la prune.

### **OBJECTIF(S) ET MÉTHODOLOGIE**

L'objectif de ce projet était de tester différentes méthodes d'exclusion des troncs. Les objectifs secondaires étaient : 1) d'évaluer les méthodes d'exclusion comme outil de contrôle ou de diminution des populations; et 2) d'établir l'utilité de ces méthodes comme outil de dépistage. L'exclusion des troncs des pommiers s'est pratiquée en utilisant des bandes de tissus synthétiques qui ont été posées en ceinturant une section des troncs des pommiers pour ainsi capturer les charançons adultes qui montent ou descendent des pommiers de façon journalière. Les bandes de tissus ont été utilisées seules ou en doublets, puis en différentes combinaisons avec de colle Tangle Foot et des attractifs, tels que la phéromone d'agrégation (acide grandisoïque) et un attractif olfactif (benzaldéhyde). Les parcelles témoins (négatif) comprenaient des pommiers sans aucun piège et des parcelles de pommiers avec un piège pyramidal comprenant les attractifs (témoin positif) posé à quelques centimètres du tronc. Une fois par semaine, un comptage des insectes capturés dans les bandes de tissus et les pièges pyramidaux a été effectué. Les dommages sur pommes ont été comptés pendant les périodes de ponte en début de saison et à la suite des périodes de nutrition qui surviennent à la fin de l'été.

## RÉSULTATS SIGNIFICATIFS POUR L'INDUSTRIE

### Suivi des populations et types de pièges

Les captures de charançons de la prune dans les pièges pyramidaux révèlent deux pics d'activité par année, soit à la fin-mai et fin-août (Fig. 1). Le nombre de charançon capturés dans les pièges pyramidaux étaient supérieur comparativement aux autres types de pièges ( $p < 0,0001$ ) (Fig. 1, 2). Aucune différence significative n'a été décelée entre les autres types de piège.

Les résultats de capture démontrent que le type de piège avait un effet sur le nombre de captures de charançon noir ( $p < 0,0001$ ) (Fig. 2). Les pièges avec de la colle (bande simple avec colle et bande simple avec colle et phéromone) étaient aussi efficaces que le piège pyramidal, et plus efficaces que les pièges à bande sans colle (Fig. 2).

Les pièges pyramidaux étaient aussi plus efficaces pour capturer les autres espèces de charançons que les toutes les variantes de pièges à bande ( $p = 0,0001$ ) (Fig. 2). Aucune différence entre les pièges à bande n'a été observée.

### Effet du type de piège sur les dommages de charançons

Le type de piège utilisé pour capturer les charançons n'avait pas d'effet sur le nombre de dommages observés sur les pommes après la population printanière ( $p = 0,06$ ) ou la population estivale ( $p = 0,32$ ) (Fig. 3). Davantage de dommages ont été observés en 2016 qu'en 2017 aussi bien lors de la première population ( $p < 0,0001$ ) que de la seconde ( $p < 0,0001$ ) (Fig. 3).

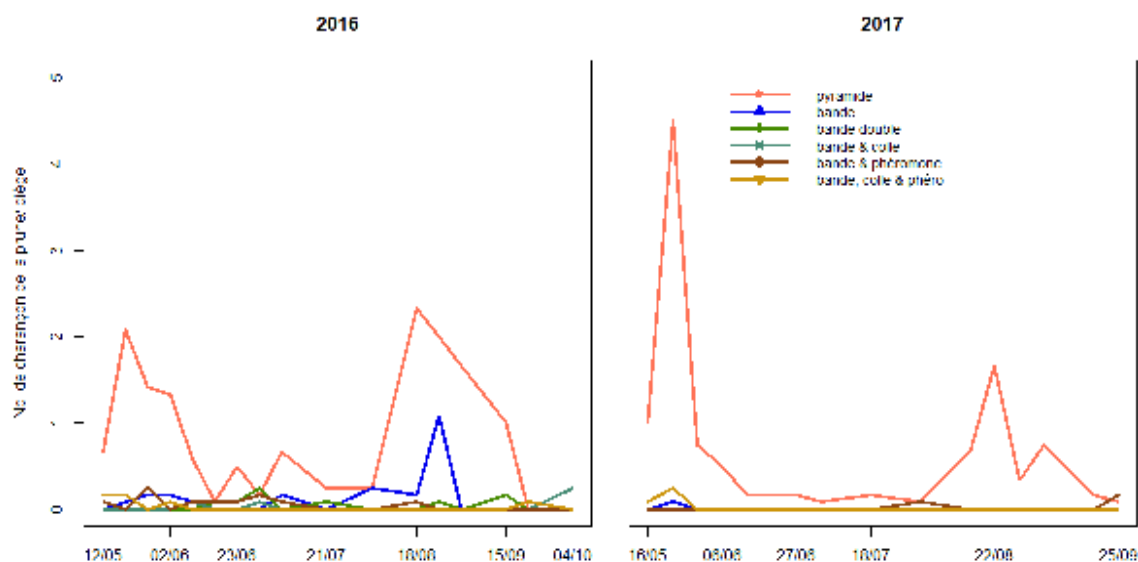


Figure 1 : Nombre de captures de charançon de la prune par type de piège, A) 2016, B) 2017.

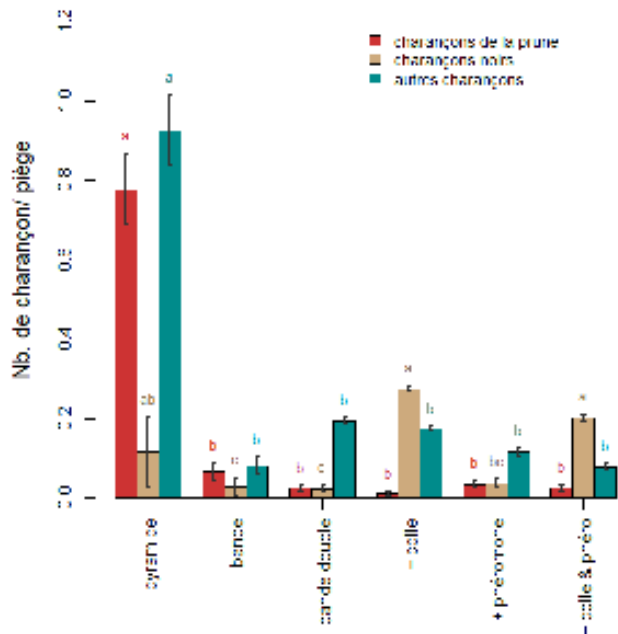


Figure 2 : Capture des différentes espèces de charançon selon le type de piège pour les 2 années combinées.

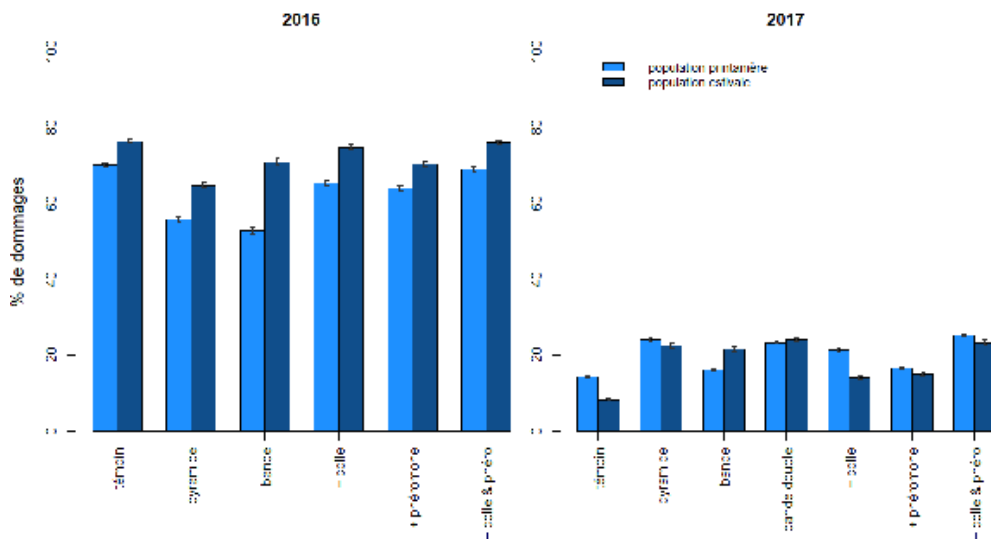


Figure 3 : Taux de dommages selon les types de piège, A) 2016, B) 2017.

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

L'objectif spécifique d'établir l'utilité des méthodes d'exclusion et de piégeage comme outil de dépistage a été atteint puisque nos résultats démontrent qu'il existe deux pics distincts de population et d'activité du charançon de la prune. Ces résultats permettront aux utilisateurs des pièges pyramidaux de faire un dépistage efficace de façon à cibler les traitements phytosanitaires contre les adultes. L'objectif spécifique visant à évaluer les méthodes d'exclusion comme outil de contrôle ou de diminution des populations a permis d'établir que le piège pyramidal est de loin supérieur aux autres pièges d'exclusion des troncs pour la

capture de charançon de la prune, tout comme pour d'autres charançons (radicoles). Ces charançons ont généralement une taille similaire à celle du charançon de la prune (5mm). Les pièges d'exclusion ont été aussi efficaces que le piège pyramidal pour la capture du très petit charançon noir (1.5 mm). Le petit charançon noir a été capturé plus fréquemment par les bandes qui ont de la colle par rapport à celles qui n'en ont pas. Cette différence d'efficacité entre les pièges d'exclusion pour capturer des insectes qui ont une petite taille comme celle du petit charançon noir (2 mm) nous permet de douter de l'efficacité à capturer de plus gros insectes comme le charançon de la prune. Ceux-ci étant plus puissants risquent de ne pas être arrêtés par les bandes. Les charançons plus gros comme le charançon vert pâle et le charançon de la prune ont été capturés en grande majorité par le piège pyramidal qui détient une pièce collectrice au sommet, cette pièce emprisonne le charançon qui ne peut plus sortir. Il serait alors intéressant de trouver un type de piège pyramidal qui peut s'accrocher directement au tronc et empêcherait le charançon d'atteindre les branches fruitières. Pour l'instant le piégeage ne démontre pas suffisamment de bons résultats pour diminuer les populations et les dommages. Malgré que le piège pyramidal ait démontré une plus grande capacité de piégeage, les dommages aux pommes n'ont pas été moindres que pour les autres pièges et le témoin sans piège. D'autres essais pourraient être entrepris en utilisant des pièges et des attractifs plus efficaces avec une utilisation massive de ces derniers.

#### **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** (joindre en annexe la documentation en appui)

Le projet a été présenté et discuté avec les agronomes et conseillers en pommes lors des rencontres du groupe d'experts en pomiculture (GEPP) (RAP pomme), 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 technique d'Agropomme, qui a eu lieu le 14 décembre 2016 dans la région des Laurentides. Des producteurs, travailleurs agricoles, conseillers et représentants de compagnies d'intrants étaient présents. (Annexe 1)

La 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

<b>1. Résultats</b> Présentez les faits saillants (maximum de 3) des principaux résultats de votre projet.	<b>2. Utilisateurs</b> Pour les résultats identifiés, ciblez les utilisateurs qui bénéficieront des connaissances ou des produits provenant de votre recherche.	<b>3. Message</b> 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.?	<b>4. Cheminement des connaissances</b> 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 piège pyramidal est de beaucoup supérieur aux bandes de tissu synthétique pour capturer le charançon de la prune et le charançon vert pâle. Ils ne sont pas encore assez efficaces pour diminuer suffisamment le nombre d'individus, car il n'y a pas eu de diminution significative des dommages aux pommes	Producteurs Agronomes Conseillers Chercheurs Ouvriers agricoles	Le piège pyramidal est présentement efficace pour capturer les adultes du charançon de la prune et les autres charançons. Son utilisation pourrait être optimisée par la recherche d'attractifs plus performants, en l'utilisant de façon massive et en trouvant un prototype qui peut tenir directement sur le tronc des pommiers comme méthode d'exclusion.	Journée technique d'Agropomme Rapport sur le site internet du CRAM Fiche de transfert sur le site d'Agri-Réseau  Les utilisateurs peuvent se servir du piège pyramidal pour suivre les populations, celles provenant des boisés au printemps et la population qui émerge en juillet. Cependant, pour la lutte du charançon de la prune, des méthodes de captures plus efficaces devront être disponibles.
Les pièges d'exclusion avec de la colle ont été aussi efficaces que les pièges pyramidaux et ont été supérieurs aux bandes synthétiques sans colle pour capturer les petits charançons noirs.	Producteurs Agronomes Conseillers Chercheurs	D'autres méthodes d'exclusion qui permettraient de mieux retenir le charançon de la prune devraient être testées puisque nous avons prouvé que les pièges d'exclusion des troncs peuvent être efficaces pour capturer certains petits insectes comme les petits charançons noirs.	Journée technique d'Agropomme Rapport sur le site internet du CRAM Fiche de transfert sur le site d'Agri-Réseau  Divers tissus de bandes synthétiques devraient être testés. Elles pourraient être placées non seulement sur le tronc des pommiers, mais aussi sur les grosses branches charpentières.
Il existe deux pics importants de populations et d'activité du charançon de la prune. Le premier pic à la fin-mai lorsqu'ils sortent de leur site d'hivernation et viennent s'accoupler et pondre dans les vergers. Le second pic survient en fin juillet lors de l'émergence des nouveaux adultes qui se nourrissent des pommes avant d'aller passer l'hiver dans les lieux d'hivernation.	Producteurs Agronomes Conseillers Chercheurs	Les deux pics de populations et d'activité sont très bien distincts pendant les deux années du projet. La lutte au charançon de la prune peut alors se faire à deux périodes pendant la saison.	Journée technique d'Agropomme Rapport sur le site internet du CRAM Fiche de transfert sur le site d'Agri-Réseau  Les utilisateurs ont l'habitude de lutter contre le charançon de la prune au printemps lors de l'arrivée des charançons dans les vergers pour l'accouplement et au moment de la ponte. Nous avons démontré qu'il y a une activité aussi importante en fin de saison et que la lutte peut aussi se faire à cette période.

## **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 a apporté une contribution financière en nature en temps pour la diffusion de l'information à ses membres. Les propriétaires du Verger Bio d'Oka de la région de Deux-Montagnes 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.) et des pertes de rendements ont été subies par la chute de pommes lors de notre évaluation des dommages.

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

### INTRODUCTION

Le charançon de la prune, *Conotrachelus nenuphar* (Hbst.), est un insecte prédominant dans les vergers de pommiers. C'est un important ravageur de plusieurs autres productions fruitières au Canada, notamment les prunes, les pêches et les poires (Armstrong 1958). Les adultes passent l'hiver au sol dans la litière des boisés en périphérie des vergers où ils s'accouplent et se nourrissent pendant la saison active. Leurs présences ont été observées dans nos vergers dès la floraison pour l'accouplement qui se fait au pied des pommiers, puis les femelles iront pondre sur la surface des fruits, et ce, dès la nouaison (Armstrong 1958; Hoyt et al 1983, Racette et al. 1990). Suite à l'éclosion des oeufs, les larves se nourrissent du fruit en se dirigeant vers le coeur. Les larves qui se développent dans les fruits causeront des pertes économiques par la chute des pommes lors de la chute physiologique (June drop) (Armstrong 1958; Racette et al. 1992). Cependant, une grande majorité des oeufs pondus dans les pommes n'éclosent jamais et aucune larve n'endommage la chair des fruits (Leblanc et al. 1984). En revanche, les dommages de ponte en forme de croissant provoqué par le rostre de la femelle restent sur les pommes jusqu'à la récolte et engendrent un déclassement des pommes. Le charançon de la prune est essentiellement nocturne; les adultes migrent près des fruits (leurs sites d'oviposition) pendant les nuits chaudes du printemps, puis migrent à la base du pommier le jour pour se cacher au sol en attendant le climat propice pour retourner dans les pommiers la nuit (Chouinard et al. 1992a). Des dommages sont aussi provoqués à la fin de la saison lorsque les charançons qui émergent du sol du verger vont se nourrir des pommes avant de retourner passer l'hiver dans leurs lieux d'hivernation.

Présentement, la méthode de lutte utilisée comprend principalement des traitements insecticides printaniers avec des produits ayant une forte rémanence afin de couvrir la période étendue de l'émergence des adultes provenant des boisés. Les insecticides tels les néonicotinoïdes, les oxidiazines et les organophosphatés permettent une réduction significative de la quantité de charançons de la prune (Wise et al. 2007) par leur capacité à demeurer plusieurs jours ou semaines sans se détériorer. Cependant, ces pesticides sont retrouvés dans toutes les parties de la pomme, notamment la pelure (Wise et al. 2007) et ils représentent des risques importants pour la santé et l'environnement, pour la faune auxiliaire et les organismes non visés. Il est alors impératif de trouver des méthodes alternatives à risques réduits qui pourront aussi être applicables aussi bien dans les vergers conventionnels que biologiques. En verger biologique, le charançon de la prune est le principal ennemi puisqu'aucun insecticide rémanent n'est utilisé et qu'il est possible de retrouver jusqu'à 85% de dommages à la récolte (Vincent et Bostanian, 1988; Vincent et Roy, 1992). Nous croyons que les méthodes d'exclusion des troncs pourraient être efficaces contre le charançon de la prune comme elles le sont contre d'autres charançons arboricoles qui s'attaquent aux pommiers, oliviers, aux différents agrumes et aux avocatiers. Dans des travaux dans des vergers de pommes en Afrique du Sud, Barnes et al. (1995, 1996) ont démontré que la méthode d'exclusion de tronc avec des bandes de tissus était comparable à l'application d'insecticide en maintenant les dommages aux fruits en dessous de 5% pour un charançon nuisible dans la pomme, appelé banded fruit weevil, *Phlyctinus callosus* (Schonherr). L'exclusion des troncs peut être pratiquée en utilisant une ou deux bandes de tissus synthétiques qui arrêtent les insectes lors de leurs déplacements sur les troncs et les retiennent jusqu'à ce que la mort survienne. Plusieurs méthodes d'exclusion des troncs testées avec des bandes de tissus ont démontré jusqu'à 100% d'efficacité sur un charançon du rosier, fuller rose beetle, *Pantomorus cervicus* (Godmani), qui monte sur les citronniers en Californie pour se nourrir des feuilles (Haney et Morse 1988). Ces essais ont été faits avec différents tissus synthétiques testés

avec ou sans matière collante ajoutée.

Le charançon de la prune privilégie la marche plutôt que le vol pour se déplacer à partir de ou vers les branches fruitières, particulièrement lorsque les températures sont inférieures à 20°C (Prokopy et al. 1999). Ainsi, l'utilisation des méthodes d'exclusion des troncs pourrait réduire efficacement les populations de ce ravageur par leur capture lors des déplacements verticaux dans les pommiers: 1) lorsqu'ils montent sur les branches fruitières la nuit pour aller pondre; ou 2) lorsqu'ils descendent au sol le jour. De plus, les bandes pièges peuvent être utilisées comme méthode pour le dépistage et l'ajout d'un attractif olfactif pourrait augmenter leur efficacité. Leskey et al. (2008) observent une augmentation des dommages de charançons de la prune dans des pommiers appâtés avec des attractifs olfactifs. Leur expérience a permis de diminuer les traitements en attirant les insectes en périmètre et de faire des traitements ciblés. Néanmoins, l'efficacité des méthodes d'exclusion des troncs seuls ou avec un attractif comme méthode de détection reste à démontrer. Il a été démontré que l'utilisation d'une phéromone d'agrégation, l'acide grandisoïque jumelée avec le benzaldéhyde (attractif olfactif), un produit volatil retrouvé naturellement chez le prunier, permet un plus grand pouvoir attractif que chacun de ces produits pris séparément (Prokopy et al., 2000; Leskey et Wright, 2004).

Pour le dépistage du charançon de la prune, le piège pyramidal a été adapté à partir d'un piège développé pour capturer le charançon dans la pacane (Tedder et Wood 1994). Son efficacité a été maximale lorsqu'il fut utilisé près des troncs des pommiers (Prokopy et Wirth 1997a, 1997b). Des prototypes de ce piège avec ou sans attractif ainsi qu'avec des phéromones d'agrégation ont été testés au Québec (Chouinard et al. 2011) mais son utilisation en vergers commerciaux a peu été répandue. La méthode de dépistage utilisée et préconisée au Québec est celle du dépistage des dommages de ponte sur les pommes entre le stade nouaison jusqu'à la fin juin (Morin et al. 2015).

Le charançon de la prune a été l'objet de plusieurs études concernant sa biologie et différentes méthodes de contrôle, dont certains produits alternatifs aux pesticides ont été testés comme le champignon entomopathogène, *Beauveria bassiana* (Fréchette 2009; Lamothe et Provost 2014), dont le CRAM en collaboration avec l'INRS, a testé deux souches de ce champignon en 2012 et 2013. Des méthodes d'application des pesticides en zones périphériques ont aussi été testées (Chouinard et al. 1992b) et sont maintenant utilisées en vergers commerciaux. À notre connaissance, l'utilisation de pièges physiques tels que les méthodes d'exclusion des troncs n'a pas fait l'objet d'étude appliquée pour lutter contre le charançon de la prune. De plus, ce projet a comme objectif de vérifier le potentiel des pièges pour le dépistage de ce ravageur, cette avenue n'a jamais été envisagée dans aucune étude concernant les charançons. Ainsi, ce projet est innovateur pour le domaine de la pomiculture.

L'objectif de ce projet est de tester différentes méthodes d'exclusion des troncs pour lutter contre le charançon de la prune dans les vergers de pommiers. Les objectifs spécifiques sont : 1) d'évaluer les méthodes d'exclusion comme outil de contrôle ou de diminution des populations; 2) d'établir l'utilité de ces méthodes comme outil de dépistage.

## **MÉTHODOLOGIE**

### **Dispositif expérimental**

Les essais ont été effectués sur deux ans (2016 et 2017) dans un verger de pommiers en régie biologique de la région des Basses-Laurentides ayant des antécédents de dommages importants de charançons de la prune en 2015. Le choix d'un verger biologique est nécessaire afin d'éviter les effets non ciblés des insecticides qui sont appliqués en vergers commerciaux.

Le design expérimental est composé en blocs aléatoires complets. Quatre blocs (réplicats) par années ont été mis en place. Trois pommiers par traitement ont été choisis dans chacun des blocs pour la mise en place des traitements et la prise de données. Ainsi il y a eu quatre répétitions par année pour un total de huit répétitions par traitement au terme de l'expérience. Trois pommiers par bloc ont reçu un même traitement, nous avons sept différents traitements pour un total de 21 pommiers par bloc. Nous avons 4 blocs donc au total 84 pommiers ont été suivis par année et un total de 168 pommiers pour cet essai. Les pièges pyramidaux ainsi que les bandes synthétiques ont été posés dans les premiers jours du mois de mai, soit deux semaines avant la sortie prévue des charançons. Les bandes synthétiques de 20 centimètres ont été posées en ceinturant les troncs des pommiers à 50 centimètres du sol. Les pièges pyramidaux ont été installés à quelques centimètres des troncs des pommiers. Pour vérifier l'efficacité des différents pièges, un comptage a été fait une fois par semaine pour déterminer le nombre d'insectes capturés. Nous avons noté le nombre de charançons de la prune, les autres espèces de charançon et le nombre d'insectes bénéfiques. L'efficacité de la méthode a aussi été vérifiée par le comptage des dommages sur pommes chaque semaine au printemps pendant la période de ponte et à la fin de la période de nutrition qui se trouve à la fin de la saison, juste avant la récolte.

Pour vérifier l'efficacité des méthodes d'exclusion des troncs pour la lutte au charançon (annexe 3), sept traitements (types de piège) ont été utilisés:

- 1- Une bande de tissu synthétique de 20 centimètres
- 2- Deux bandes de tissu synthétique (double) de 20 centimètres
- 3- Une bande de tissu synthétique avec ajout de colle Tangle Foot
- 4- Une bande de tissu synthétique avec phéromone d'agrégation et attractif olfactif (acide grandisoïque jumelée avec le benzaldéhyde)
- 5- Une bande de tissu synthétique avec colle et phéromone d'agrégation et attractif olfactif
- 6- Un témoin positif, piège pyramidal avec phéromone d'agrégation et attractif olfactif
- 7- Un témoin négatif, pommier sans aucun piège

*Les paramètres suivants ont été mesurés :*

- 1) Les charançons capturés dans les bandes synthétiques et les pièges pyramidaux ont été comptés une fois par semaine à partir de l'arrivée des charançons dans le verger, soit au stade bouton rose avancé en début mai et jusqu'à la fin de l'été.
- 2) Une évaluation du nombre de dommages de ponte a été faite sur 10 pommes par pommier, donc 30 pommes par parcelle. Pour l'année 2016, une évaluation a été faite à la fin de la période de ponte le 8 juillet et une évaluation suite à la période de nutrition en le 8 septembre. En 2016 nous avons diminué le nombre d'évaluations des dommages pour limiter les manipulations pouvant provoquer la propagation de la bactérie

responsable du feu bactérien très présente dans le verger. Pour l'année 2017, une évaluation a été faite chaque semaine pendant la période de ponte (20 juin, 27 juin, 4 juillet) ainsi qu'à la fin de la saison (25 septembre).

3) Les conditions météorologiques ont été prises en compte afin de les relier aux activités du charançon.

4) La variation saisonnière des captures de charançons sera étudiée pour chaque traitement.

5) Les insectes capturés ont été notés selon s'ils étaient vivants ou morts.

6) Nous avons évalué les coûts rattachés à ces pratiques.

### **Analyses statistiques**

Des modèles généralisés linéaires mixtes (GLMM) et des analyses de Chi2 ont été utilisés afin de déterminer l'efficacité des pièges pour les différents paramètres. Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel R.

## **RÉSULTATS ET DISCUSSION**

### **Suivi des populations**

Les captures de charançons de la prune dans les pièges pyramidaux révèlent deux pics d'activité par année, soit à la fin-mai et fin-août, et ce pour les deux années d'essais (Fig. 1). Le nombre de charançon capturés dans les pièges pyramidaux étaient largement supérieur comparativement aux autres types de pièges (LRT = 112,5; df = 5;  $p < 0,0001$ ) (Fig. 1, 2). Parmi les autres types de pièges testés, aucune différence significative n'a été décelée et ce malgré l'ajout de colle ou de phéromone sexuelle.

### **Effet du type de pièges sur les charançons**

D'autres charançons sont présents en vergers et ont été capturés dans les divers pièges testés. Les résultats de capture démontrent que le type de piège avait un effet sur le nombre de captures de charançon noir (LRT = 45,6; df = 5;  $p < 0,0001$ ) (Fig. 2). Les pièges avec de la colle (bande simple avec colle et bande simple avec colle et phéromone) étaient aussi efficaces que le piège pyramidal, et plus efficaces que les pièges à bande sans colle (Fig. 2). Les pièges pyramidaux étaient aussi plus efficaces pour capturer les autres espèces de charançons (petit charançon vert pâle, *Polydrusus impressifrons*) que les toutes les variantes de pièges à bande (LRT= 73,0; df=5;  $p = 0,0001$ ) (Fig. 2). Aucune différence entre les pièges à bande n'a été observée pour la capture des autres espèces de charançons.

### **Effet du type de pièges sur les arthropodes utiles**

Plusieurs arthropodes utiles en vergers peuvent être capturés dans les divers types de piège. Dans le cadre de l'essai, plusieurs araignées et des coccinelles ont été capturées. Les captures d'araignées étaient plus importantes dans les pièges pyramidaux que dans les autres pièges à bande selon les résultats des deux années (LRT = 61,4; df=5;  $p < 0,0001$ ) (Figure 4). Il n'y avait pas de différence significative entre les autres types de pièges (Fig. 4). Il y avait très peu de coccinelles capturées dans les différents pièges testés (trop peu pour réaliser des analyses statistiques sur ces résultats). Pour les deux années (2016 et 2017), seulement 20 coccinelles ont été capturées dans tous les pièges (Fig. 4).

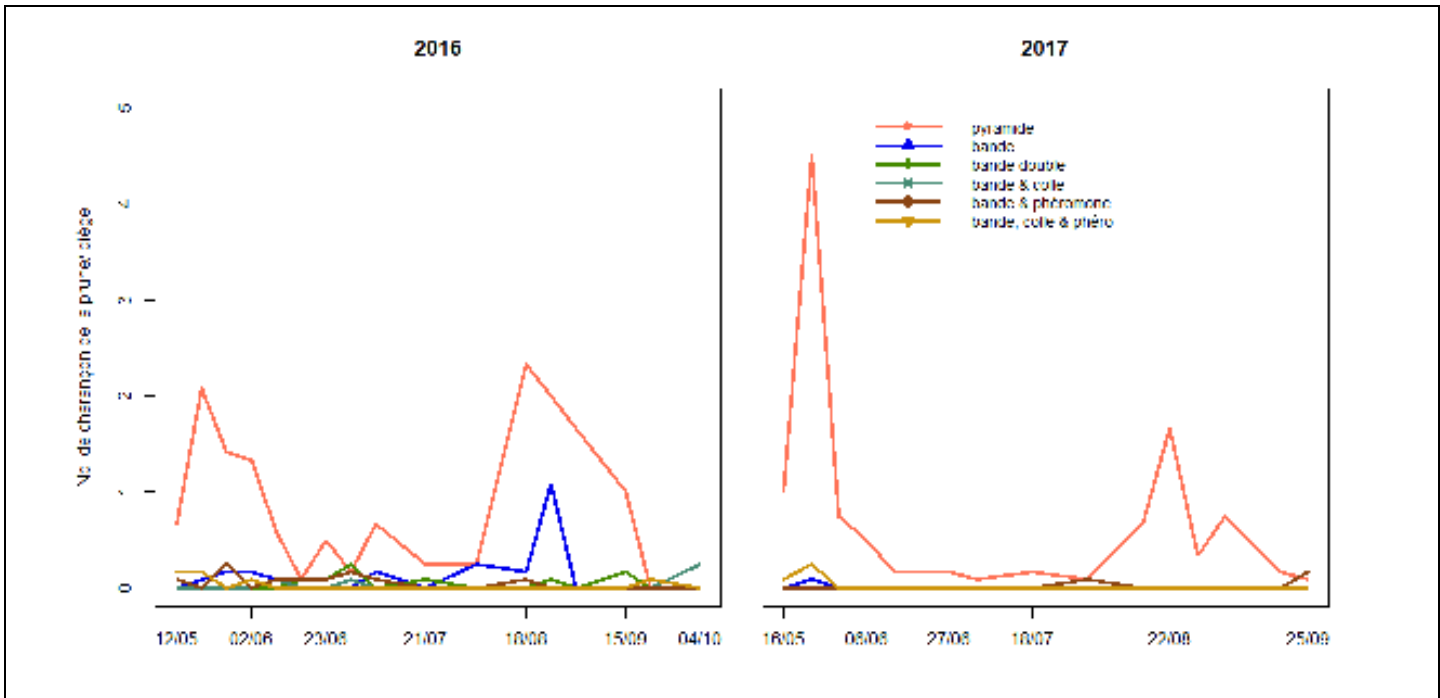


Figure 1 : Captures des charançons de la prune dans le temps, A) 2016, B) 2017

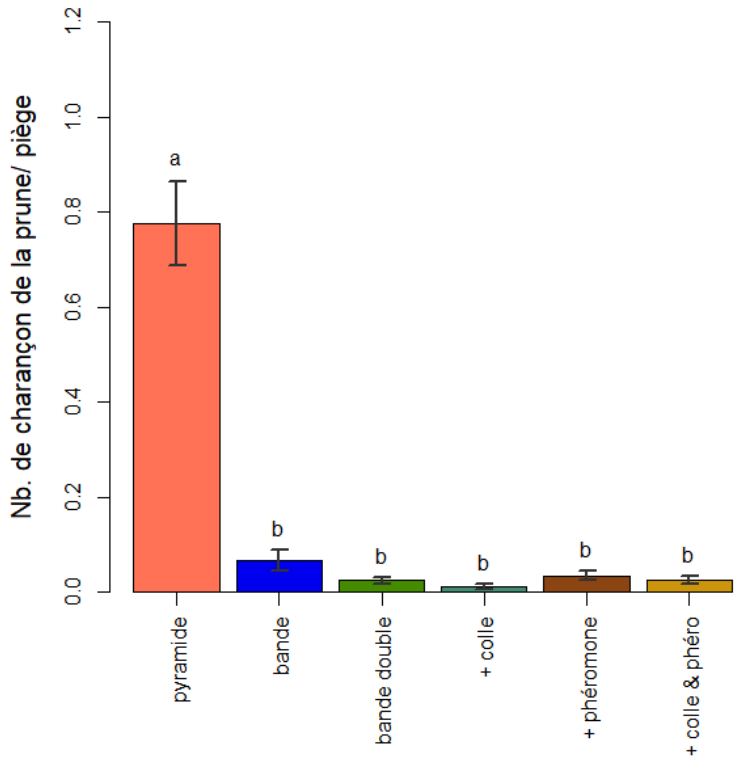


Figure 2 : Nombre moyen de charançons de la prune capturé par piège pour les 2 années combinées

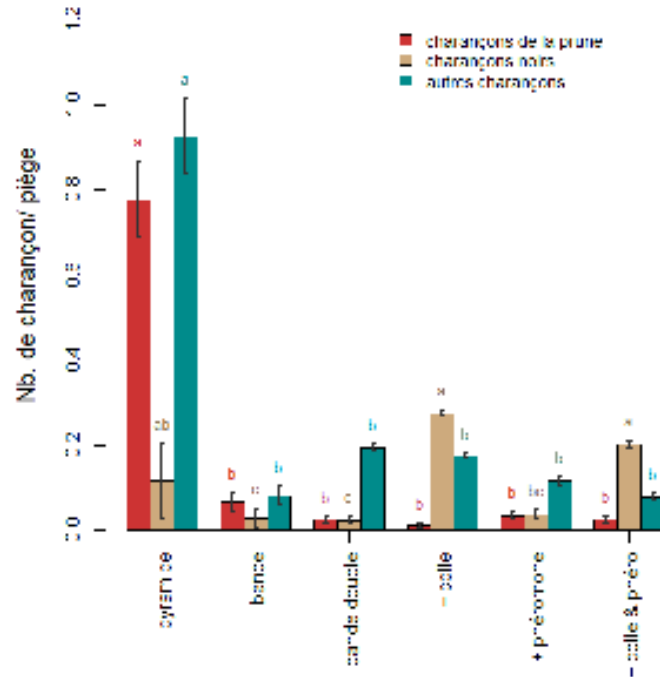


Figure 3 : Nombre moyen de captures de tous les charançons pour les 2 années combinées

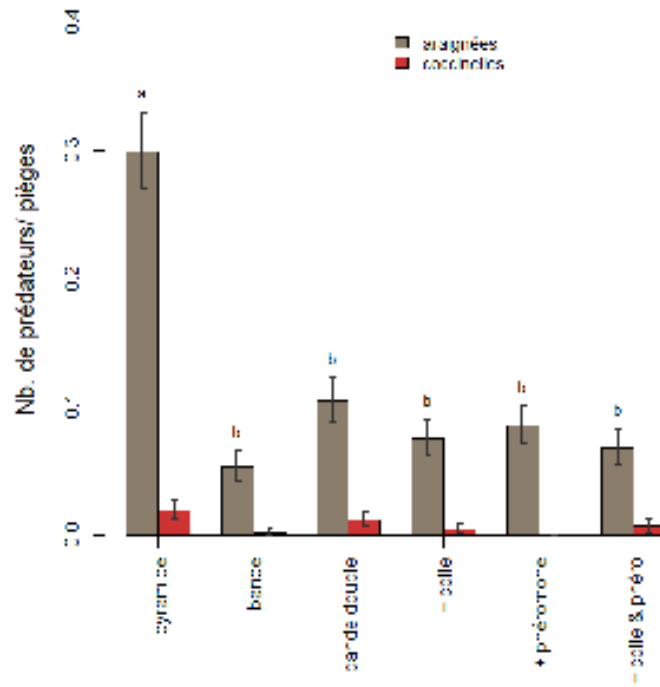


Figure 4 : Nombre moyen d'insectes utiles capturés par piège pour les 2 années combinées



## Effet du type de piège sur les dommages aux pommes

Le type de piège utilisé pour capturer les charançons n'avait pas d'effet sur le nombre de dommages observés sur les pommes après la population printanière, celle qui provient des boisés au printemps (LRT = 12,1; df = 6; p = 0,06), ou la population estivale, celle qui émerge du sol du verger en juillet (LRT = 7,0; df = 6; p = 0,32) (Fig. 5). Davantage de dommages ont été observés en 2016 qu'en 2017 aussi bien lors de la première population (Chi<sup>2</sup> = 366,2; df = 1; p < 0,0001) que de la seconde, soit de la population estivale (Chi<sup>2</sup> = 211,0; df = 1; p < 0,0001) (Fig. 5-6-7). On note aussi que les dommages sont généralement plus importants après la seconde génération comparativement à la population de printemps.

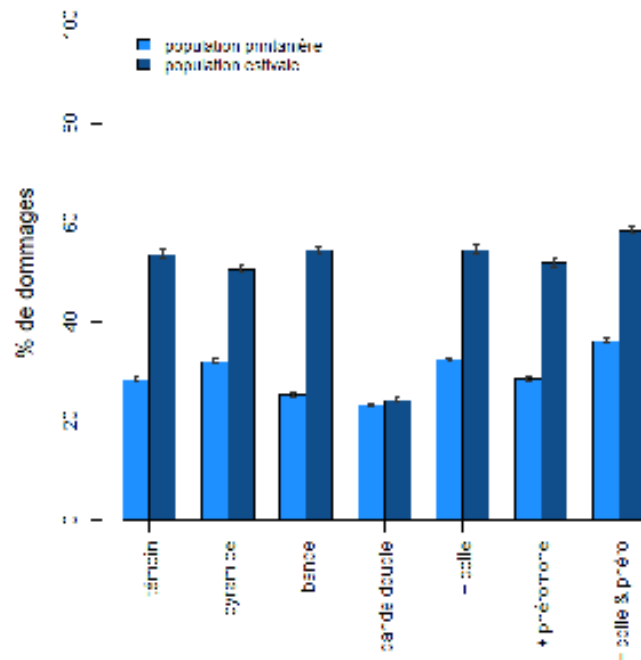


Figure 5 : Taux de dommages selon les types de piège pour les 2 populations de charançons, pour les 2 années combinées

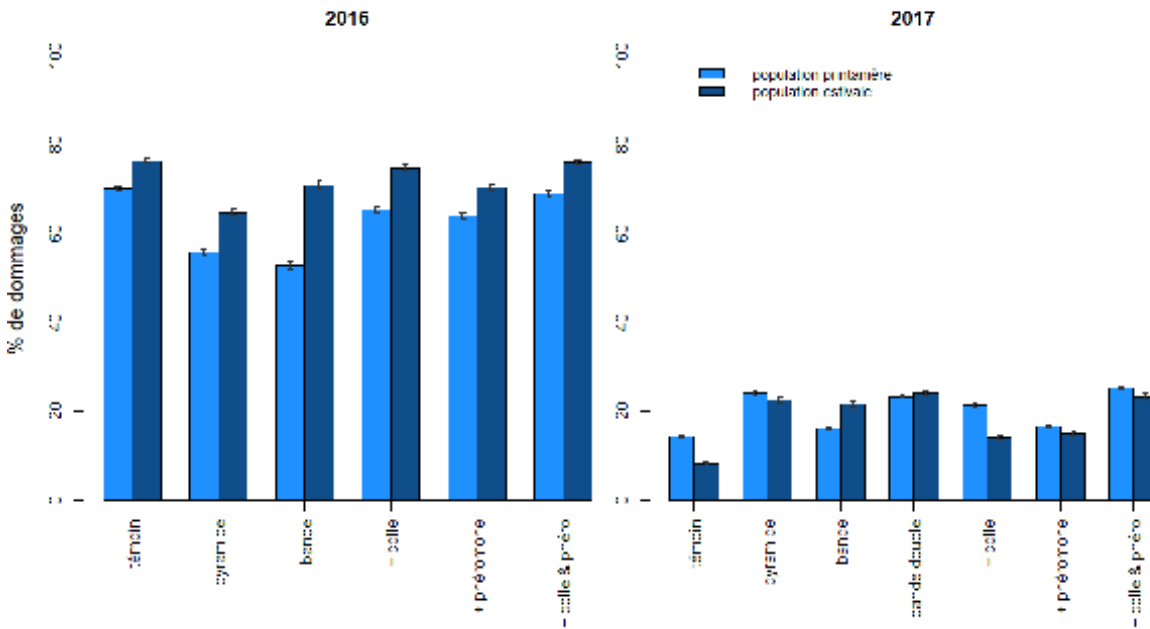


Figure 6 : Taux de dommages selon les types de piège par année, A) 2016, B) 2017.

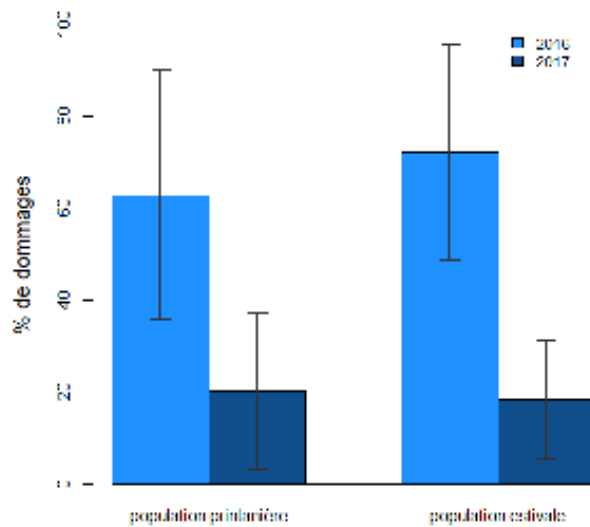


Figure 7 : Taux de dommages totaux sur les pommes selon les populations de charançons.

### Effet des températures sur les captures et les dommages de charançons

Les températures moyennes ont été moindres en 2017 qu'en 2016. Le nombre de captures n'a pas été très différent pour autant (Fig. 8). Une différence a été notée surtout au niveau des dommages sur les fruits puisqu'ils représentent plus de 3 fois le nombre de dommages de ponte au printemps et plus de 3,5 fois plus de dommages de ponte et nutrition à la fin de la saison en 2017 par rapport à 2016 (Fig. 7). Une relation pourrait être soulignée entre la température et l'activité de ponte et de nutrition des charançons.

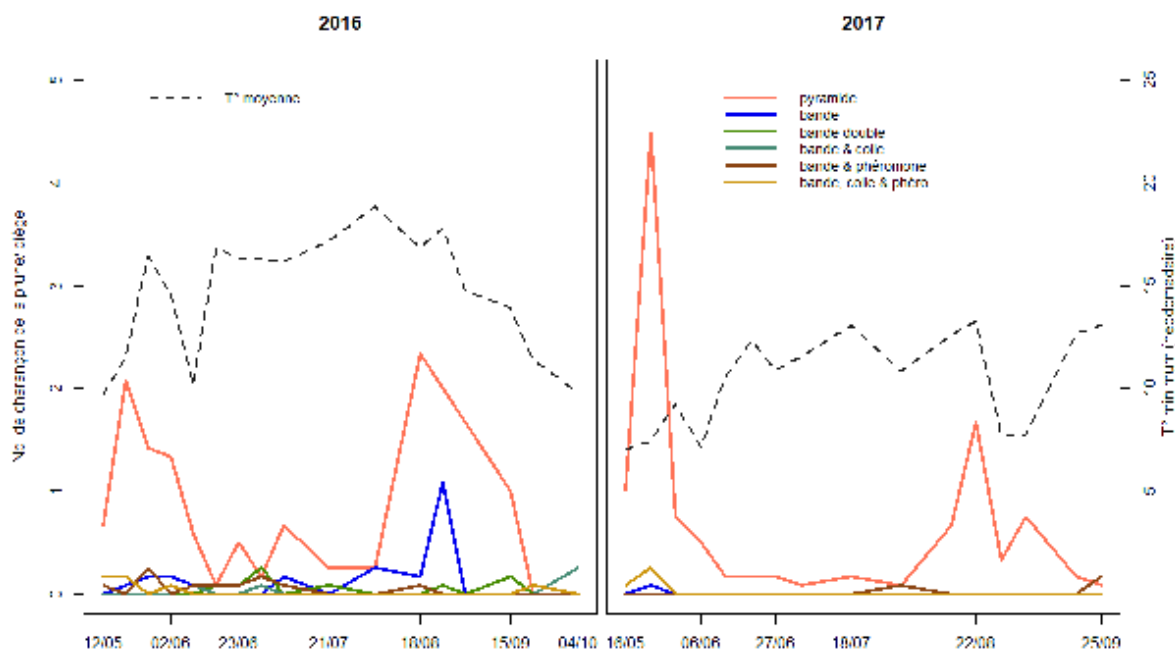


Figure 8 : Température moyenne et captures du charançon de la prune, A) 2016, B) 2017.

### Évaluation des coûts

Les coûts d'utilisation des divers types de piège varient grandement selon la présence ou non de la phéromone (Tab. 1). Le piège pyramidal demande un coût plus important lors de l'achat mais il peut être réutilisé pendant plusieurs années (environ 10 ans). Cependant, les phéromones doivent être changés chaque année. Les coûts de l'utilisation de ce piège peuvent être réduits en diminuant le nombre de pièges dans la parcelle, toutefois, la distance optimale entre les pièges reste à être déterminée. L'utilisation des bandes de tissus est relativement peu coûteuse. Cependant, cette méthode demande plus de temps d'installation car il faut couvrir tous les pommiers. Le coût de la phéromone augmente l'utilisation de ce type de piège. Compte-tenu des résultats de ce projet et de l'absence de différence pour le charançon de la prune entre les pièges avec et sans phéromone, les coûts supplémentaires ne sont pas justifiés. Toutefois, si on vise d'autres charançons, comme le petit charançon noir, l'utilisation de la colle avec la bande synthétique est justifiée et le coût supplémentaire n'est pas très important.

Tableau 1 : évaluation des coûts des divers pièges

Type de piège	Piège pyramidal	Bande de tissu	Colle	Phéromone et attractif olfactif	Coût total par parcelle
Piège pyramidal	3 x 20,15 \$			3 x 10,35 \$	91,50 \$
Bande simple		3 x 2,5 \$			7,50 \$
Bande double		6 x 2,5 \$			15,50 \$
Bande + colle		3 x 2,5 \$	3 x 1,0 \$		10,50 \$
Bande + phéromone		3 x 2,5 \$		3 x 10,35 \$	38,55 \$
Bande + colle + phéromone		3 x 2,5 \$	3 x 1,0 \$	3 x 10,35 \$	41,55 \$

## CONCLUSION

Les résultats obtenus dans le cadre de ce projet démontrent que les captures du charançon de la prune dans les pièges pyramidaux durant les deux saisons représentent deux périodes importantes de population et d'activité du charançon, soit la première au printemps de la mi-mai à la fin-mai, et la seconde en été de la mi-août à la mi-septembre. Ces résultats concordent avec de qui a été relatés dans d'autres études (Armstrong 1958; Racette et al. 1992) et permettent d'envisager de faire une lutte au charançon de la prune pendant ces deux périodes d'activité de l'adulte, période de ponte au printemps et période de nutrition en fin d'été. Présentement la lutte dans les vergers se fait seulement pendant la période d'activité du printemps. Le dépistage du charançon en verger biologique peut être assumé par l'utilisation des pièges pyramidaux. Les autres pièges ont été de beaucoup inférieurs au piège pyramidal pour la capture des individus et ne permettent pas de capturer suffisamment de charançons de la prune pour faire le dépistage, surtout lorsque les conditions de températures sont plus froides (par exemple, 2017).

Le piège pyramidal a aussi permis de capturer d'autres espèces de charançons, soit de même taille, comme le petit charançon vert pâle *Polydrusus impressifrons* (6 mm), et des plus petits, comme les petits charançons noirs (2 mm). Parmi les pièges d'exclusion sur les troncs (bande synthétique), ceux avec colle capturaient plus de petits charançons noirs que ceux sans colle. Ceci permet de dire que le piège avec une bande de tissus synthétique n'emprisonne pas suffisamment les charançons, soit parce que les insectes dévient leur trajectoire en atteignant le piège ou qu'ils passent à travers le maillage des bandes en tissus. À partir de ces résultats, nous pourrions émettre comme hypothèse que les bandes synthétiques pourraient être moins efficaces avec les charançons plus gros que les petits charançons noirs parce que les plus gros insectes étant plus puissants ont plus de possibilités de passer au travers des mailles du tissu ou de s'en détacher. Pour améliorer les pièges d'exclusion des troncs, il serait alors intéressant de faire l'essai de bandes de tissus avec un maillage plus étroit pour permettre une meilleure rétention des insectes ou des pièges d'exclusion possédant un réceptacle pour emprisonner les insectes, comme celui qui termine le piège pyramidal. Il existe des pièges pyramidaux que l'on peut accrocher sur les troncs comme pièges d'exclusion et qui se terminent par le même réceptacle que le piège pyramidal régulier. Ces pièges n'ont pas encore été testés dans nos conditions.

L'utilisation de colle ou de phéromone n'a pas permis d'augmenter l'efficacité des pièges d'exclusion pour la capture du charançon de la prune. Ceci est plutôt surprenant compte-tenu de l'attractivité de la phéromone et des résultats obtenus avec le piège pyramidal (qui contient aussi cette même phéromone). Il est difficile d'établir si le problème provient de l'utilisation de la phéromone sur le piège d'exclusion ou si c'est plutôt un problème au niveau de la capacité de rétention des individus par la bande de tissus. Dans ce dernier cas, il faudrait trouver une bande de tissu plus compacte qui permettrait de mieux retenir les charançons.

L'utilisation de pièges en verger ne doit pas nuire aux ennemis naturels présents, c'est pourquoi nous avons évalué l'impact des différents types de pièges sur les organismes utiles. Parmi les insectes utiles capturés, ce sont les araignées que l'on a retrouvées en grand nombre dans les pièges. Les pièges pyramidaux en contenaient plus que tous les autres pièges. Seulement quelques coccinelles ont été capturées dans les divers types de pièges, ce qui est donc un aspect positif car peu d'ennemis naturels utiles en verger sont affectés par la présence de ces méthodes d'exclusion.

L'utilisation des pièges avait deux objectifs, soit suivre les populations pour l'application de méthodes de lutte ou comme méthode de lutte répressive visant à réduire les populations de charançons. Les résultats de l'essai démontrent que les dommages ne sont pas différents selon le type de pièges utilisés et par rapport au témoin sans piège. Ainsi, les pièges n'ont pas été suffisamment efficaces pour capturer un nombre considérable de charançons permettant de réduire les dommages aux pommes. L'utilisation de piégeage massif pourrait être une avenue intéressante pour diminuer le nombre de charançons de la prune. Toutefois, dans le cadre du présent projet, les pièges n'ont pas permis d'atteindre ce but. Cependant, considérant le nombre de captures dans les pièges pyramidaux, l'installation de plusieurs pièges pyramidaux pourraient être envisagée dans les rangées en périphérie des vergers pour intercepter les individus lors de leur migration dans le verger. Il serait aussi possible d'utiliser une plus grande quantité de bandes de tissus en les installant sur chacune des branches charpentières des pommiers.

Présentement, l'utilisation de la lutte physique pour lutter contre le charançon de la prune demande de poursuivre les expérimentations afin de bien établir les conditions de succès de ces méthodes. Le piégeage nous permet de mieux cerner les populations et les périodes d'activité et ainsi de faire un meilleur dépistage puis d'optimiser la lutte. Le piège pyramidal peut être utilisé pour suivre les populations en début de saison ainsi qu'en été lors de la période de nutrition.

#### **RÉFÉRENCES**

- Armstrong, T. (1958). Life-history and ecology of the plum curculio, *Conotrachelus nenuphar* (Hbst.) (Coleoptera: Curculionidae), in the Niagara Peninsula, Ontario. *The Canadian Entomologist*, 90(01), 8-17
- Barnes, B. N., Knipe, M. C. & Calitz, F. J. (1995). Effective weevil control on apple trees with batting trunk barriers. *Deciduous Fruit Grower*, 45(9), 376-378.
- Barnes, B. N., Knipe, M. C. & Calitz, F. J. (1996). Latest results with trunk exclusion barriers for weevil control on apples. *Deciduous Fruit Grower*, 46(8), 284-287.
- Chouinard, G., Cormier, D., Pichette, A., Leskey, T., Zhang, A. et Bellerose, S. (2011) Dépistage et lutte contre le charançon de la prune. FT080132Fb, IRDA, 1p.
- Chouinard, G., Vincent, C., Hill, S. B. & Panneton, B. (1992a). Cyclic behavior of plum curculio, *Conotrachelus nenuphar* (Herbst) (Coleoptera: Curculionidae), within caged dwarf apple trees in spring. *Journal of insect behavior*, 5(3), 385-394.

- Chouinard, G., S.B. Hill, C. Vincent et Bathakur, N.N. (1992b). Border row sprays against the plum curculio (Coleoptera:Curculionidae) in apple orchards: a behavioural study. *J. Econ. Entomol.* 85: 1307-1317.
- Fréchette, B. (2009). Développement d'un outil de lutte biologique basé sur l'utilisation du champignon entomopathogène *Beauveria bassiana* contre le charançon de la prune, *Conotrachelus nenuphar*, et évaluation de son impact sur les ravageurs et entomophages présent dans les vergers. Rapport final 38p.
- Haney, P. B. & Morse, J. G. (1988). Chemical and physical trunk barriers to exclude adult Fuller rose beetles (Coleoptera: Curculionidae) from skirt-pruned citrus trees. *Appl. Agric. Res.*, 3, 65-70.
- Hoyt, SC, Leeper, J.R., Brown, G.C. & Croft, B.A. (1983). Basic biology and management components for insect IPM. In: , Integrated management of insect pests of pome and stone fruits. Wiley, New York, pp. 93-151.
- Lamothe, S. et Provost, C. (2014). Application de *Beauveria bassiana* pour lutter contre le charançon de la prune en verger. Rapport final PCAA-CDAQ, 20p.
- Leblanc, J.-P., Hill, S.B. & Paradis, R.O. (1984). Oviposition in scout-apples by plum curculio, *Conotrachelus nenuphar* (Coleoptera:curculionidae) and its relationship to subsequent damage. *Environmental Entomology*, 13,286-291
- Leskey, T. C., Piñero J.C. & Prokopy RJ.(2008). Odor-baited trap trees: a novel management tool for plum curculio (Coleoptera: curculionidae). *J. Econ. Entomol.*. 2008 Aug;101:1302-9
- Leskey, T. C. & Wright, S.E. (2004). Monitoring plum curculio, *Conotrachelus nenuphar* (Coleoptera : Curculionidae), populations in apple and peach orchards in the Mid-Atlantic. *J. Econ. Entomol.* 97: 79-88.
- Morin, Y., Chouinard, G. et Cormier, D. (2015). Le charançon de la prune. Guide de référence en production fruitière intégrée, (72). IRDA
- Prokopy,R. 1., Chandler, B.W., Leskey, T.R. & Wright, S.E. (2000). Comparaison of traps for monitoring plum curculio adults (Coleoptera : Curculionidae) in apple orchards. *J. Entomol. Sci.* 35: 411-420.
- Prokopy, R. 1. & C. B. Wirth, C.B. (1997a). How do plum curculio approach host trees and pyramid traps? *Fruit Notes* 62: 5-8.
- Prokopy, R. J. & Wirth, C.B. (1997b). Positioning unbaited pyramid traps to capture plum curculio. *Fruit Notes* 62: 1-4.
- Prokopy, R. J., Wirth, C. B. & Leskey, T. C. (1999). Movement of plum curculio adults toward host trees and traps: flight versus walking. *Entomologia experimentalis et applicata*, 91(3), 385-392.
- Racette, G., Chouinard, G., Vincent, C., & Hill, S. B. (1992). Ecology and management of plum curculio, *Conotrachelus nenuphar* [Coleoptera: Curculionidae], in apple orchards. *Phytoprotection*, 73(3), 85-100.
- Racette, G., Hill, S.B. & Vincent, C. (1990). Actographs for recording daily activity of plum Curculio (Coleoptera:Curculionidae). *Journal of Economic Entomology*, 83,886-907.
- Tedders, W. L. & B. W. Wood. (1994). A new technique for monitoring pecan weevil emergence (Coleoptera : Curculionidae ). *J. Entomol. Sei.* 29: 18-30.
- Vincent, C. & Roy, M. (1992). Entomological limits to biological control programs in Québec apple orchards. *Acta Phytopathol. Entomol. Hung.* 27, 649-657.
- Vincent, C. et Bostanian, N.J.(1988). La protection des vergers de pommiers au Québec: état de la question. *Nat. Can. (Rev. Ecol. Syst.)* 115, 261-276.
- Wise, J. C., Kim, K., Hoffmann, E. J., Vandervoort, C., Gökçe, A. & Whalon, M. E. (2007). Novel life stage targets against plum curculio, *Conotrachelus nenuphar* (Herbst), in apple integrated pest management. *Pest management science*, 63(8), 737-742.

## Annexe 1

Présentation faite le 14 décembre 2016 à la Journée technique d'Agropomme

# Évaluation de pièges pour le dépistage et le contrôle du charançon de la prune en vergers de pommiers

Par  
Manon Laroche, agronome  
et  
Caroline Provost, PhD biologie



Centre de recherche  
agroalimentaire de Mirabel

Agriculture, Pêcheries  
et Alimentation

Québec 



Photo: John R. Maxwell



Charançon, Agropomme, 2016

**Horaire des conférences**

- 8h30 Essais 2016 d'Agropomme
- 9h30 Plan d'intervention sur la brûlure bactérienne dans la région des Laurentides (S. Boivin et J.-B.Sarr, MAPAQ)
- 10h00 Pause de 15 min
- 10h15 Le rôle social du conseiller en agriculture : Étude de cas du club-conseil en pomiculture Agropomme (S. Contant-Joannin, Université Laval)
- 10h45 Mouillure des fleurs de pommier et brûlure bactérienne (Gaëtan Bourgeois, Agriculture et Agroalimentaire Canada)
- 11h15 Feu bactérien : ce qu'il faut pour l'avenir (V. Pfullion, IRDA)
- 12h00 Présentation des Services du Réseau Agriconseils Laurentides et ses conseillers (L. Rougeau, Réseau Agriconseils Laurentides)

**Horaire des conférences (suite)**

- 12h15 Repas
- 13h30 Évaluation de pièges pour le dépistage et le contrôle du charançon de la prune en verger de pommiers (M. Laroche, CRAM)
- 14h00 Transfert technologique : une équipe ressource au CRDH ! (T. Jobin, Agriculture et Agroalimentaire Canada)
- 14h30 Pause de 15 min
- 14h45 B2K : Un outil supplémentaire à la gestion de la tavelure du pommier (M. Courchesne, Agropomme)
- 15h15 Mot du président (D. St-Denis, Agropomme)



Profil racinaires BRP, Agropomme, 2016

**Bulletin d'inscription**

**Retourner ce bulletin avec votre chèque avant le 2 décembre!**

\_\_\_\_\_  
*Nom de l'entreprise*

\_\_\_\_\_  
*NIM (indispensable)*

\_\_\_\_\_  
*Adresse*

\_\_\_\_\_  
*Téléphone*

\_\_\_\_\_  
*Courriel*

\_\_\_\_\_  
*Nombre de personnes*

- Membre Agropomme : 22 \$ pour la 1<sup>ère</sup> personne, 30\$ / personne pour les autres personnes de l'entreprise
- Non membre d'Agropomme : 32 \$ / personne

*5\$ sera remis la journée-même sur le prix pour les personnes pré-inscrites et éco-responsables. Les prix incluent le repas du midi.*

**AGROPOMME**

2200, chemin Principal  
Saint-Joseph-du-Lac (Québec) J0N 1M0

Pour toutes informations supplémentaires :  
Téléphone : 450 623-0889  
Télécopie : 450-623-6819  
Info.agropomme@videotron.ca



# Annexe 2 Affiche présentée au CIRAA 2017

AFPIP – 1<sup>re</sup> Conférence internationale sur les ravageurs et auxiliaires en agriculture. Montpellier – 25 et 26 octobre 2017.

## Testing trunk exclusion methods to monitor and control the plum curculio weevil in an organic apple orchard – preliminary results.

Dumont, F.<sup>1</sup>, Laroche, M.<sup>1</sup> and Provost, C.<sup>1</sup>

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

### Introduction

The plum curculio weevil (*Conotrachelus renapher* (Herbst)) (Coleoptera: Curculionidae) is a ubiquitous pest in organic apple orchards in Québec and Canada. In organic apple orchards, the plum curculio weevil is the main pest; it can cause up to 95 % of damages (Vincent and Roy, 1992). It also threatens other fruit crops such as plum, peach and pear. The use of highly persistent insecticides (e.g. neonicotinoids, oxadiazines, organophosphates) are mainly used against the plum curculio weevils (Wise et al., 2007). The use of such insecticides in organic apple orchards is forbidden and alternative approaches must be elaborated. The trunk exclusion methods are potentially efficient approaches that can be alternatives to insecticides. The methods are efficient against various arboreal weevil species in olive, citrus and avocado trees (Jati, 2008; Barnes et al., 1995). Aggregation pheromones (i.e. grandisol acid) paired with benzaldehyde were very attractive to the plum curculio weevil (Lesley et Wright, 2004). Therefore, synthetic strips could be enhanced with the addition of attractive substances and/or glue. The aim of this study was to test the efficacy of trunk exclusion methods to both monitor and control the plum curculio weevil in organic apple orchards.

### Material and methods

The study site was an organic apple orchard (Verger bio d'Oka) located in Oka, Québec, Canada (45.494944; -74.080225). This orchard has a history of several weevil infestations in 2010. The apple varieties were McIntosh and Empire.

Treatments were randomly applied: 1) control treatment (without any traps); 2) pyramidal trap; 3) synthetic strip; 4) double layer synthetic strip; 5) synthetic strip with Tangle Foot glue; 6) synthetic strip with pheromones (grandisol acid and benzaldehyde); 7) synthetic strip with Tangle Foot glue and pheromones (Fig. 1).

Weevil populations were monitored weekly during growing season. Individuals were identified and classified. Weevil damage to apple fruit was counted at two moments (July 7th and September 8th). Thirty fruits per tree were observed to note plum curculio damage.



Figure 1. Different traps tested to control plum curculio (a) pyramidal trap, (b) synthetic strips, (c) synthetic strip with pheromones.

### Results

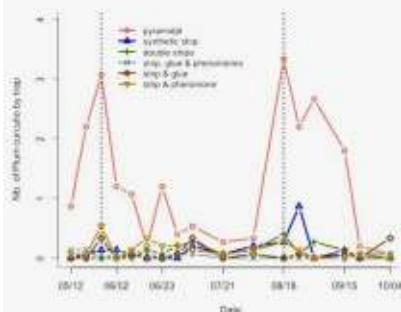


Figure 2 : Number of plum curculio weevils captured in various types of exclusion methods during the 2016 season.

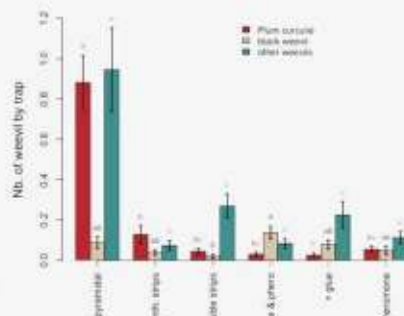


Figure 3 : Mean number of different weevils captured as a function of various types of exclusion methods.

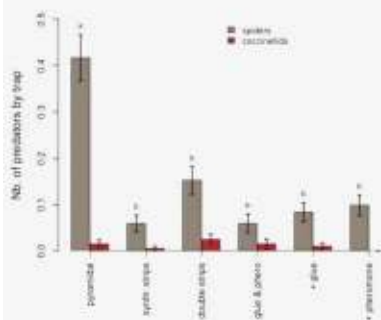


Figure 4 : Mean number of other predators collected in the different traps.

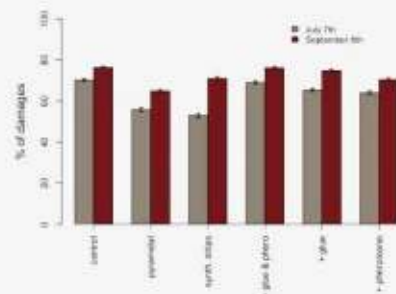


Figure 5 : Impact of exclusion methods on apple damage.

### Discussion

The pyramidal trap was more effective in capturing plum curculio weevil than any other trap (Fig. 2-3). Adding glue to synthetic strips reduced its efficiency. The results indicated two peaks of plum curculio weevil populations during the season corresponding to the end of May and the middle of August (Fig. 2). The second generation lasted for about four weeks (Figure 2), whereas the first generation had a shorter duration (about two weeks). Our results indicate that the pyramidal traps are an efficient device to monitor plum curculio weevil population.

The use of synthetic strips along with glue and pheromones captured more black weevils than the double synthetic strips (Fig. 3). However, the number of black weevils captured were low relative to the number of captured plum curculio or other weevils. Other weevils were more abundant in pyramidal traps than in other monitoring systems (Fig. 3). Most predators captured in our different weevil traps were spiders. Pyramidal traps captured more spiders than any other system (Fig. 4). Few carabids were collected in all traps (Fig. 4).

The ratio of apples damaged by weevils was not significantly different among traps (Fig. 5). Damages increased slightly from July 7th to September 8th. The similarities among treatments indicate that pyramidal traps and synthetic strips (whether used with glue or pheromones) are not efficient to control plum curculio weevils.

Despite catching a good amount of plum curculio weevils, damage to apple fruits was not reduced even when comparing treatment methods to the control groups. Therefore, the different types of exclusion methods were not successful in sufficiently reducing the number of weevils on the trees. We can conclude that the most efficient exclusion method (pyramidal traps) is useful to monitor weevil populations but do not reduce damage to apple fruits.



### Acknowledgements

The authors would like to thank Alexander Campbell 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

Barnes, D. N., Wipac, M. C. & Galtz, P. J. 1995. Deciduous Fruit Weevil, 45(6), 376-378. June 2005. Organic Eprints, Lesley, T. C., Wright, S.E., 2004. Journal of Economic Entomology, 79-88; Vincent, C. & Roy, M., 1992. Acta Phytocytologia and Entomologica Hungarica 27, 649-651; Wise, J. C., Kim, K., Hoffmann, E. J., Vincent, C., Gepp, A. & Whalon, M. L., 2007. Pest management science, 63(8), 737-742.

Annexe 3 : Photos des divers types de pièges



Bande synthétique simple



Piège pyramidal



Bande synthétique avec phéromone