

---

### Stratégie triple pour lutter sans insecticide contre la tordeuse des canneberges

CYRANE POUET<sup>1</sup>, JONATHAN BERNARDO-SANTOS<sup>1</sup>, DIDIER LABARRE<sup>1, 2</sup>, DANIEL CORMIER<sup>3</sup>, DANIEL CHAPDELAINÉ<sup>4</sup>, ERIC LUCAS<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de lutte biologique – Département des sciences biologiques, UQAM, Case Postale 8888, Succursale Centre-Ville, Montréal, H3C 3P8 ;

<sup>2</sup> Association des producteurs de canneberges du Québec (APCQ) – 859 Ancienne Rte De L'Église, Lourdes (QC), G0S 1T0;

<sup>3</sup> Institut de recherche et développement en agroenvironnement (IRDA), 335 Rang des Vingt Cinq E, Saint-Bruno-de-Montarville, QC J3V 0G7;

<sup>4</sup> Département de Chimie, UQAM Case Postale 8888, succursale Centre-ville Montréal, H3C 3P8.

pouet.cyrane@courrier.uqam.ca

**Mots clés:** Lutte biologique, Lutte physique, Lutte biochimique, quatre, cinq (maximum).

La tordeuse des canneberges, *Rhopobota naevana* (Hübner) (Lepidoptera : Tortricidae) est l'un des principaux ravageurs de la canneberge au Québec, tout comme dans la majorité des régions productrices d'Amérique du Nord. Actuellement, la gestion des populations de cette espèce repose essentiellement sur la lutte chimique. Or, il existe très peu de bio-insecticides homologués au Canada et ceux-ci peinent parfois à limiter les dommages occasionnés par la tordeuse des canneberges. De plus, ces insecticides comportent des risques pour la santé humaine, l'environnement et leur utilisation répétée peut mener au développement de résistances. Le faible éventail de molécules insecticides acceptées sous gestion biologique, la complexité entourant l'homologation de nouvelles matières actives ainsi que la volonté de diminuer l'usage des pesticides ont donc pavés la voie au développement de méthodes de lutte alternatives. Parmi les solutions envisageables pour pallier ces problèmes, (1) la lutte biologique à l'aide de trichogrammes, (2) la lutte biochimique à l'aide de la confusion sexuelle et la (3) lutte physique à l'aides d'inondation printanières pour s'avérer être très efficaces.

De récents efforts de recherche ont été déployés afin d'identifier des espèces de trichogrammes ayant un bon potentiel de lutte contre la tordeuse des canneberges. Cependant, l'efficacité de ces espèces n'a jamais été évaluée à grande échelle au Québec étant donné qu'il n'existe aucune méthode de lâchers rapide, efficace et compatible avec la culture de la canneberge. L'objectif du projet est donc de développer une méthode de lâchers de trichogrammes qui soit rapide, permettant ainsi de couvrir de grandes superficies en peu de temps et avec peu de ressources humaines, tout en ne compromettant pas le taux d'émergence des parasitoïdes. Plus spécifiquement le projet propose d'évaluer et comparer l'efficacité de (1) deux méthodes de lâchers mécanisées (l'épandage solide à l'aide de perlite humidifiée et la pulvérisation en solution aqueuse à l'aide d'un système à injection directe), (2) deux espèces de trichogrammes (*Trichogramma minutum* et *T. pretiosum*) et (3) deux taux d'application. De plus, au niveau du système à injection directe, différents types de pompe seront également évalués et comparés afin d'identifier celle qui induit le moins de stress mécanique aux trichogrammes. Enfin, l'influence de facteurs biotiques et abiotiques en champs sur le taux d'émergence des trichogrammes sera évaluée et mise en relation avec les méthodes d'application dans une optique de développer une stratégie de lâchers inondatifs complète et optimale. Au terme du projet, nous serons en mesure de proposer une méthode de lâchers inondatifs de trichogrammes pour lutter contre la tordeuse des canneberges qui soit rapide, efficace et compétitive économiquement. Enfin, cette méthode pourrait également être adaptée et utilisée dans d'autres cultures.

La confusion sexuelle est une méthode de lutte biochimique étudiée depuis une cinquantaine d'années et mise à profit dans d'autres cultures que celle de la canneberge. La confusion sexuelle est très sélective car elle utilise la diffusion de phéromones sexuelles synthétiques au sein d'une culture pour brouiller les moyens de communication des insectes à la recherche de partenaires sexuels. Ainsi, l'accouplement est empêché, réduit ou retardé. Cependant, la confusion sexuelle n'est pas utilisée à son plein potentiel; aujourd'hui, il n'existe pas de méthode de confusion sexuelle pour lutter efficacement contre la tordeuse des canneberges. Ce projet propose donc (1) d'évaluer l'efficacité d'un diffuseur microencapsulés (MEC) (TRÉCÉ Inc.) pour lutter contre la tordeuse des canneberges par confusion sexuelle, (2) de caractériser les mécanismes sous-jacents conduisant à la confusion sexuelle lors de

l'utilisation du diffuseur MEC et (3) de caractériser le taux de diffusion du diffuseur MEC. Le diffuseur sera appliqué en champs et son efficacité testée à l'aide de suivis des captures des mâles, de l'état d'accouplement des femelles, de populations larvaires ainsi que des taux de dommage en fin de saison. Le diffuseur MEC sera également soumis à des analyses chimiques afin de déterminer son patron de diffusion et testé en tunnel de vol afin d'établir les mécanismes sous-jacents à la confusion sexuelle. Au terme de cette étude, nous serons en mesure de valider une méthode de lutte alternative aux insecticides par confusion sexuelle et de caractériser les mécanismes conduisant à l'effet de confusion sexuelle.

L'inondation des champs de canneberges était couramment utilisée dès le milieu du 19<sup>ième</sup> siècle, pour lutter contre les ravageurs de cette culture avant l'apparition des insecticides de synthèse. Aujourd'hui encore, une inondation de 48h à la fin du mois de mai est pratiquée pour lutter contre l'anthonome des atocas. De même, cette pratique est utilisée pour lutter contre la tordeuse des canneberges ce qui a permis au cours des dernières années d'importantes diminutions de population. Toutefois, les facteurs de réussite de l'inondation printanière contre cette espèce demeurent mal compris, résultant en une forte variabilité d'efficacité lors de sa mise en application. Une inondation printanière d'une durée optimale et bien synchronisée avec les stades larvaires les plus vulnérables de la tordeuse des canneberges permettra de lutter efficacement contre ce ravageur. Ce projet propose (1) d'identifier les stades larvaires les plus vulnérables à l'inondation, (2) de déterminer le temps d'inondation optimal, (3) d'évaluer l'influence de la température et du taux d'oxygène dissous dans l'eau sur le taux de mortalité et (4) d'évaluer l'efficacité de la technique en champs. Les trois premiers objectifs consisteront en une série de bio essais réalisés en laboratoire, alors que le dernier objectif sera effectué sur le terrain, en reprenant les facteurs évalués en laboratoire ainsi que toutes autres variables directement ou indirectement reliées aux inondations. A terme, ce projet permettra de valider une méthode d'inondation tardive printanière efficace et sécuritaire pour lutter la tordeuse des canneberges.

Un usage efficace de ces méthodes pourra ainsi réduire les pertes de rendements associées aux dommages de la tordeuse des canneberges et ainsi que l'utilisation de bio-insecticides puisque la majorité des applications actuellement effectuées ciblent ce ravageur. Ceci permettra donc de réduire les coûts reliés aux produits phytosanitaires qui représentent une dépense importante pour les producteurs. À plus long terme, la diversification des moyens de lutte permettra à l'industrie d'être moins dépendante et plus résiliente face aux bio-insecticides, soumis à des pertes d'efficacité ou à des changements de réglementation.

# Stratégie triple pour lutter sans insecticide contre la tordeuse des canneberges

C. POUET, J. BERNARDO-SANTOS, D. LABARRE, D. CORMIER, D. CHAPDELAINE, E. LUCAS



## La tordeuse des canneberges

*Rhopobota naevana* (Hübner) (Lepidoptera: Tortricidae)

- Espèce spécialiste
- Deux générations par année
- Dommages aux bourgeons, boutons floraux, feuilles et fruits
- Ravageur majeur (voire même principal) de la culture.



2

(Drolet *et al.*, 2018)



# Dommmages de la tordeuse des canneberges

- Perte de rendements pouvant atteindre jusqu'à 95% de la récolte annuelle ;
- Impact sur les rendements des années subséquentes.



© François Gervais, CETAQ



© Isabelle Drolet, MAPAQ

3

(Drolet *et al.*, 2018; Deland *et al.*, 2014; Le Duc *et al.*, 2004)

## Méthodes de lutte

Lutte chimique :

- Nombre limité de produits phytosanitaires ;
- Délais dans les processus homologation ;
- La menace du retrait d'homologation ;
- Forte volonté gouvernementale et publique de réduire l'usage des pesticides.



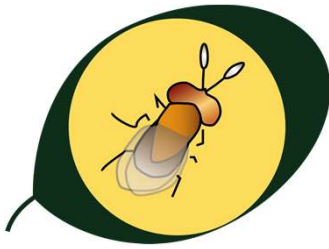
4



# Méthodes de luttes alternatives



3 solutions = 3 projets doctoraux



Lutte biologique



Lutte physique



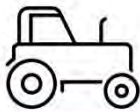
Lutte bio chimique

5



## Lutte biologique

Application



Incubation en champs



Parasitisme œufs sentinelles



Parasitisme œufs tordeuse

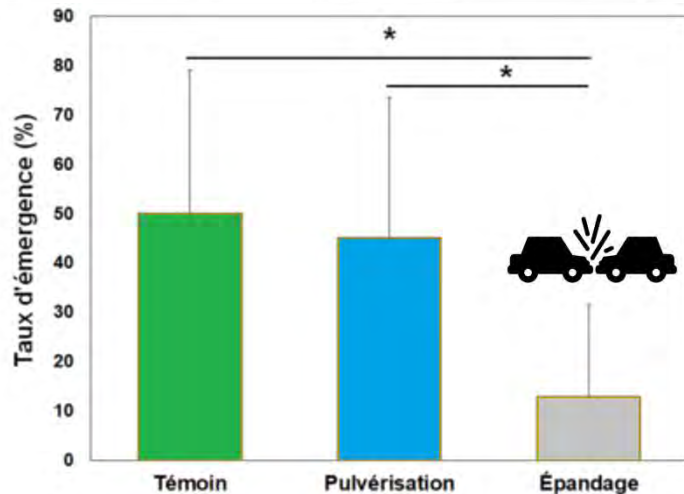


6



# Pulvérisation VS Épandage

Application

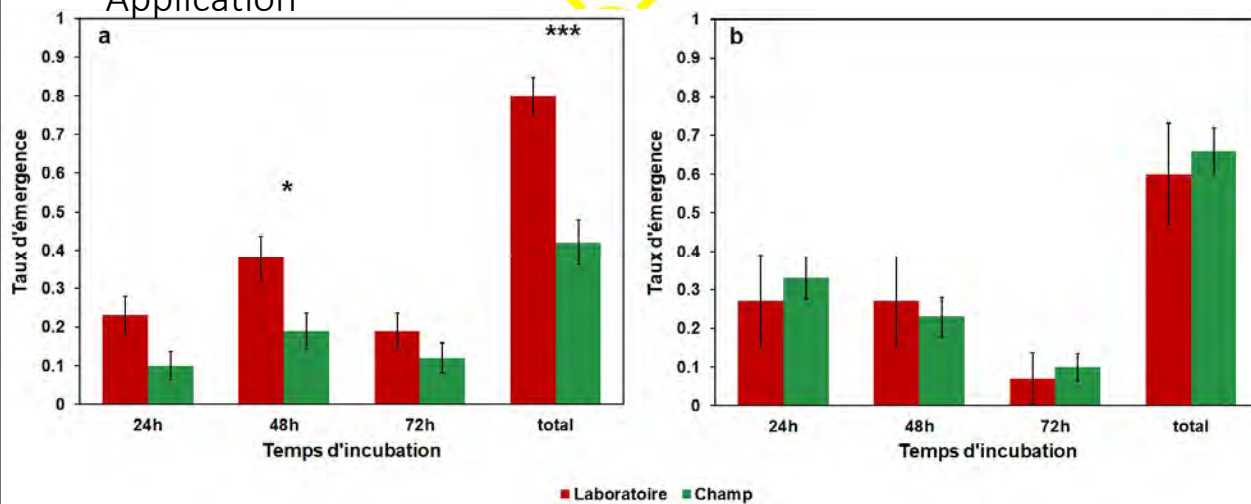


7



# Pulvérisation VS Épandage

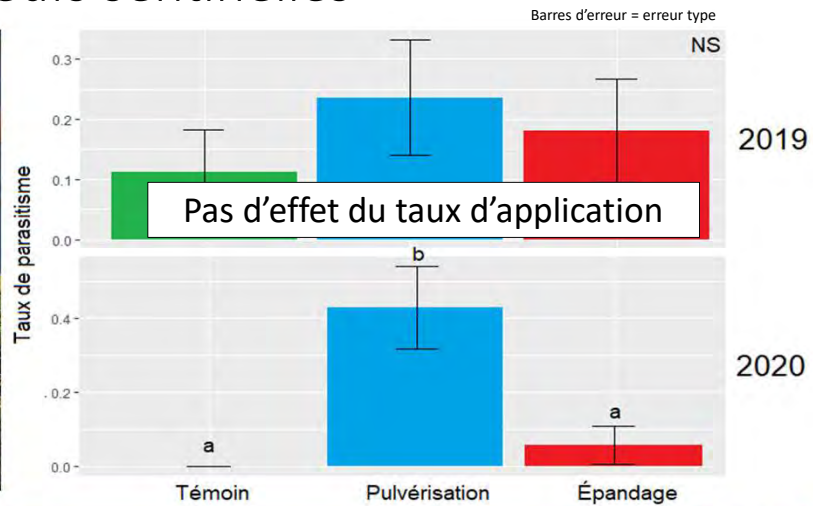
Application



8



## Résultats – œufs sentinelles

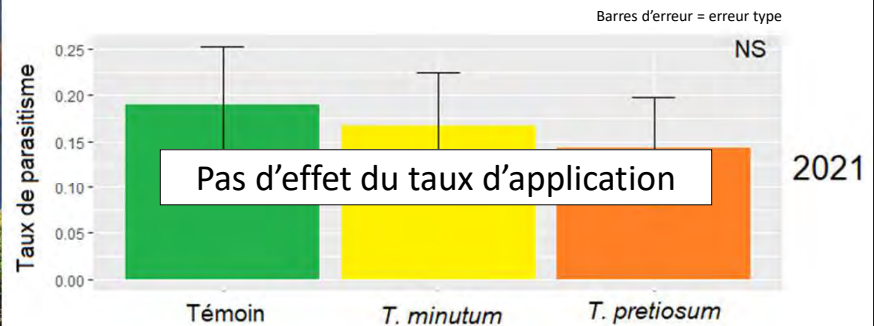


9

Régression binomiale multivariée à effets mixtes – Élimination régressive – test post-hoc de Tukey



## Résultats – œufs sentinelles



Labarre *et al.*, 2018b

10

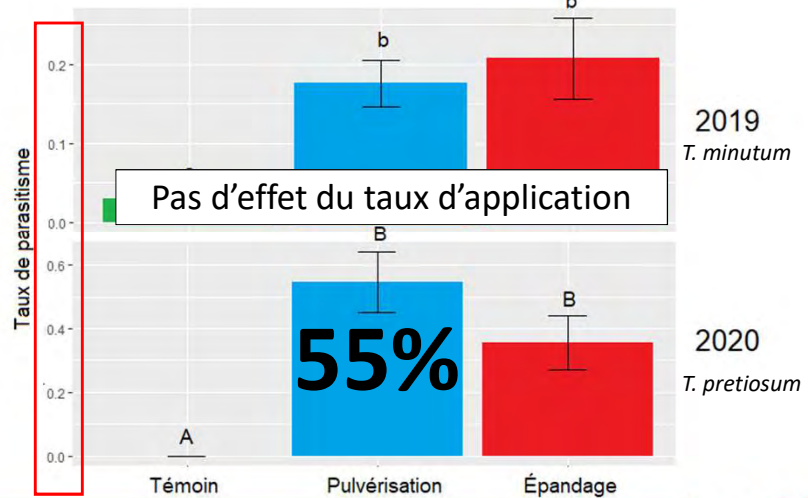
Régression binomiale multivariée à effets mixtes – Élimination régressive – test post-hoc de Tukey



## Résultats – œufs de tordeuses des canneberges



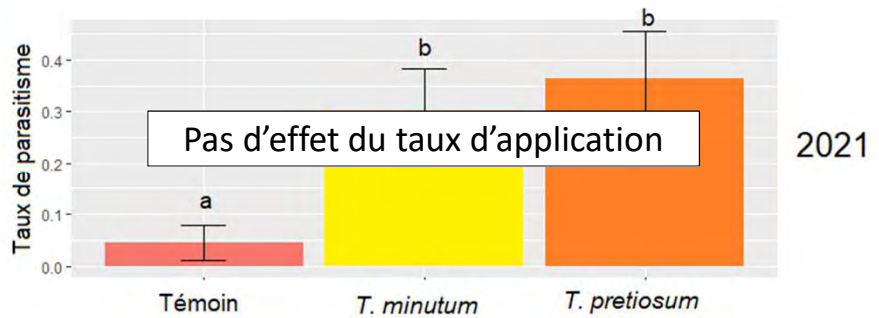
Barres d'erreur = erreur type



11

Régression logistique multivariée à effets mixtes – Élimination régressive – test post-hoc de Tukey

## Résultats – œufs de tordeuses des canneberges



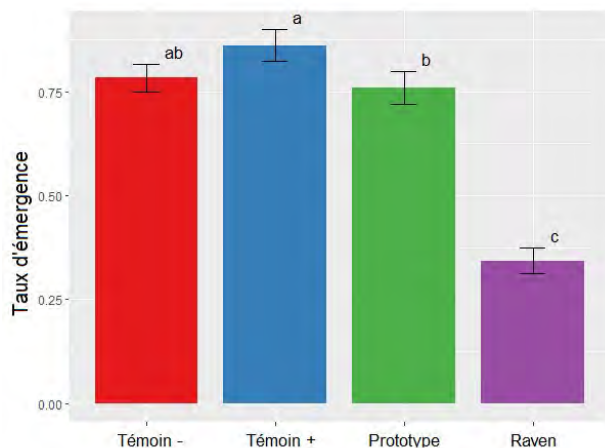
Barres d'erreur = erreur type

12

Régression logistique multivariée à effets mixtes – Élimination régressive – test post-hoc de Tukey



## Étapes futures



WHAT'S NEXT?



13



## Lutte physique

Origine de la technique d'inondation

- Utilisée au sein des premières cannebergières commerciales
- Il y a + de 100 ans
- 24 à 48h → au 3 ans



14

(Packard, 1869; Smith, 1884, 1903; Goff, 1893; Franklin, 1915)



# Inondation contre les ravageurs



## Inondation tardive printanière



La tordeuse des canneberges

Déficience en oxygène →  
Développement de maladies (Bergman, 1959)  
Diminution du taux de  
photosynthèse (Pelletier *et al.*, 2016)

## Inondation tardive automnale



La pyrale des atocas

Plante → Dormance → Stress mineur  
(Le Duc et Turcotte, 2004)

**Québec** → Redevenu commun depuis 2017 →  
Efficace (CETAQ)

15



# Inondation tardive printanière



Effets négatifs → Abandon inondation → Insecticides organophosphorés (Marruci et Moulter, 1987)

Popularité de la canneberge biologique +  
limitations d'efficacité des insecticides autorisés  
→ Nouvelle intérêt

États-Unis → Tordeuse des canneberges  
→ **Efficace** (près de 100% mortalité)  
(Cockfield et Mayr, 1992)

Courte durée (- de 48h) + oxygénation entre  
5.1 et 7.1 ppm + élongation de 2 à 2.5 cm →  
N'affecterait pas le taux de glucides non-  
structuraux (Botelho et Vanden Heuvel, 2006)



16



# Bénéfices de l'inondations



Inondation → Pas besoin d'homologation  
→ Pas de développement de résistances



Coûts associés (Pour 1 traitement) :

Inondation → environ **50\$ par acre** (123.55\$/ha)

Insecticides Bio → entre **80\$ et 120\$ par acre** (entre 197,68\$ et 296,53\$/ha)

## Au Québec:

En 2016 → ↓ Moyenne de 2 traitements insecticides contre tordeuse des canneberges (CETAQ)

En 2017 → Pas de mortalité significative



En 2018, moyenne de traitements → de 6 à 3

17



# Évaluation sur le terrain



Est-ce que la méthode est efficace? À quel point?

Quels sont les facteurs biotiques et abiotiques qui influencent le plus l'efficacité de l'inondation?

En 2020 et 2021 → entre fin mai et début juin

Durée fixe → 48h

Facteurs mesurés :

- Élongations
- Méthode de remplissage
- Type de sol
- Degrés jour
- Température de l'eau
- Taux d'oxygénation
- Présence d'îlots
- Nombre de larves (avant et après)
- Tailles des larves (avant et après)



Analyse données → À venir  
2022 → Dernier été de mesure

18



## Evaluation en laboratoire (à venir)



- Évaluation de 4 principaux facteurs biotiques et abiotiques :

- Stades larvaires (Printemps 2022)
- Durée (Été 2022)
- Température de l'eau (Printemps 2023)
- Taux d'oxygène dessous (Été 2023)



© Shawn Steffan

19



## La confusion sexuelle

- Objectif = empêcher ou retarder l'accouplement
- Plus de 40 ans de recherche
- Premières études sur la tordeuse des canneberges il y a 30 ans
- Études de différents diffuseurs :
  - ⊕ Résultats intéressants
  - ⊖ Chronophage : installation et/ou retrait
  - ⊖ Rapport coût/efficacité trop élevé



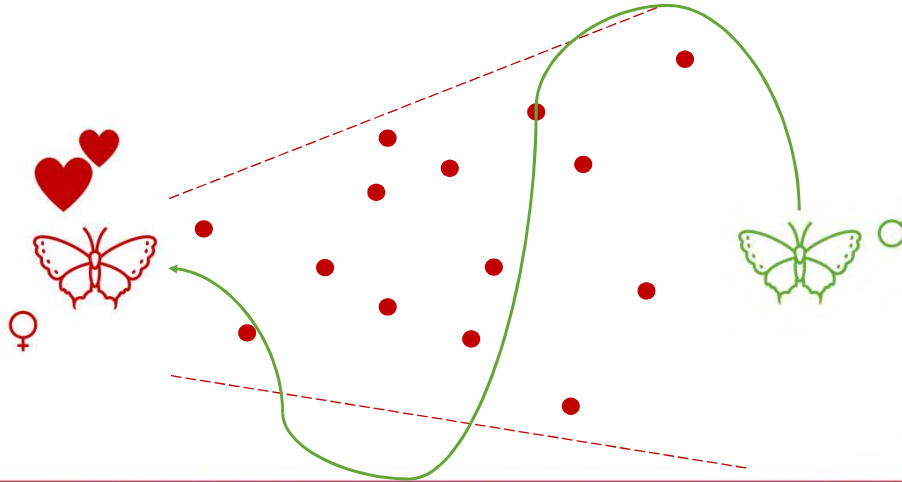
Méthode pas adoptée par les producteurs

20



(Fitzpatrick et al., 1995; Baker et al., 1997; Fadamiro et al., 1998; Steffan et al., 2017; Labarre et al., 2019)

# La recherche de partenaires sexuelles



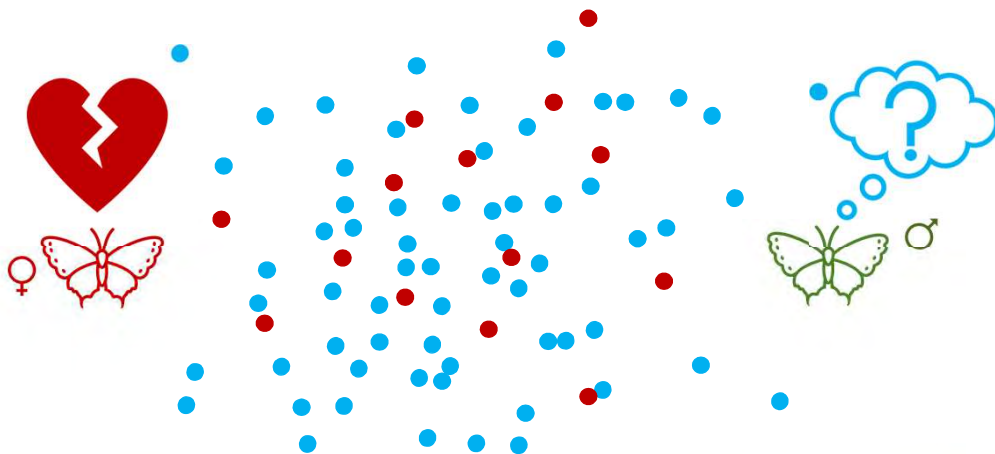
21

Le mâle trouve la femelle grâce à l'émission de sa phéromone sexuelle (●)

(Miller et Gut, 2015)



# La confusion sexuelle : prévenir l'accouplement



22

L'environnement est saturé de phéromones synthétiques (●)

(Miller et Gut, 2015)



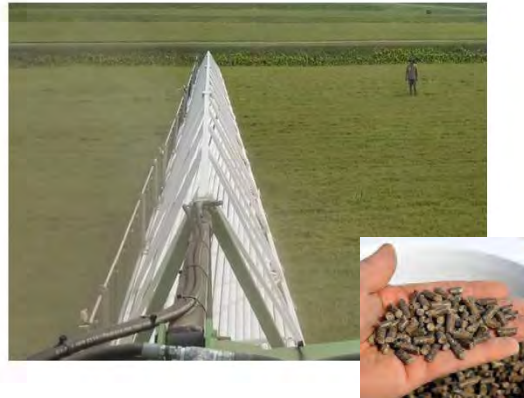
## Premiers essais au Québec



2018 – Billes de cire d'abeille



2020 – Granulés d'engrais

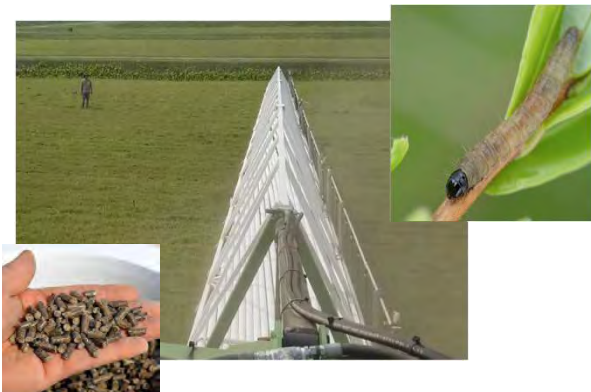


23

Labarre *et al.*, 2018



## Essais avec engrais en granulé



Pas de réduction des captures des mâles

Pas de réduction des larves observées

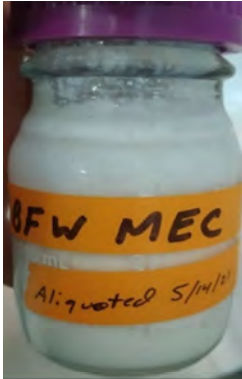
Pas de réduction des fruits endommagés

Granulés chargés avec deux phéromones  
→ pas adaptée pour diffusion idéale

24



## Essais 2022 - 2023



### Nouveau diffuseur microencapsulé (MEC)

Pourquoi ?

Facilité de pulvérisation

Diffuseur biologique

**Diffusion sur une plus longue durée**

Études prometteuses (non publiées) il y a 30 ans



25



## Concrètement qu'est-ce qu'on teste ?

Est-ce que le diffuseur MEC empêche l'accouplement ?



Est-ce que le diffuseur MEC diminue les larves de la génération suivante ?



Est-ce que le diffuseur MEC réduit les dommages en fin de saison ?



Quels sont les mécanismes sous-jacents à la confusion sexuelle ?



Comment le diffuseur MEC vieillit-il chimiquement ?



26



# Merci à tous les acteurs de ce projet !



Ce projet a été réalisé dans le cadre du sous-volet 3.1 du programme Prime-vert 2018-2023 et il a bénéficié d'une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ) par l'entremise de la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture 2011-2021.

Ce projet a été réalisé dans le cadre du sous-volet 4 du programme Prime-vert 2013-2018 et il a bénéficié d'une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ) par l'entremise de la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture 2011-2021

Ce Projet est financé par l'entremise du programme Innov'Action Agroalimentaire, en vertu du Partenariat canadien pour l'agriculture, entente conclue entre les gouvernements du Canada et du Québec.



Québec



PARTENARIAT  
CANADIEN pour  
L'AGRICULTURE