



DÉVELOPPEMENT D'UN AGENT DE LUTTE BIOLOGIQUE POUR LE CONTRÔLE DU CHARANÇON DE LA CAROTTE

Annie-Ève Gagnon
CRD Saint-Jean-sur-Richelieu



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada

Canada

REMERCIEMENTS



AAC

Alissandre Lavoie, étudiante M.Sc.

Julie Frenette, tech.

Danielle Thibodeau, tech.

Carolane Audette, tech.

Les nombreux étudiants stagiaires

Benjamin Mimee Ph.D.

Jacques Brodeur Ph.D.

Guy Boivin Ph.D.

Guy Bélair Ph.D.



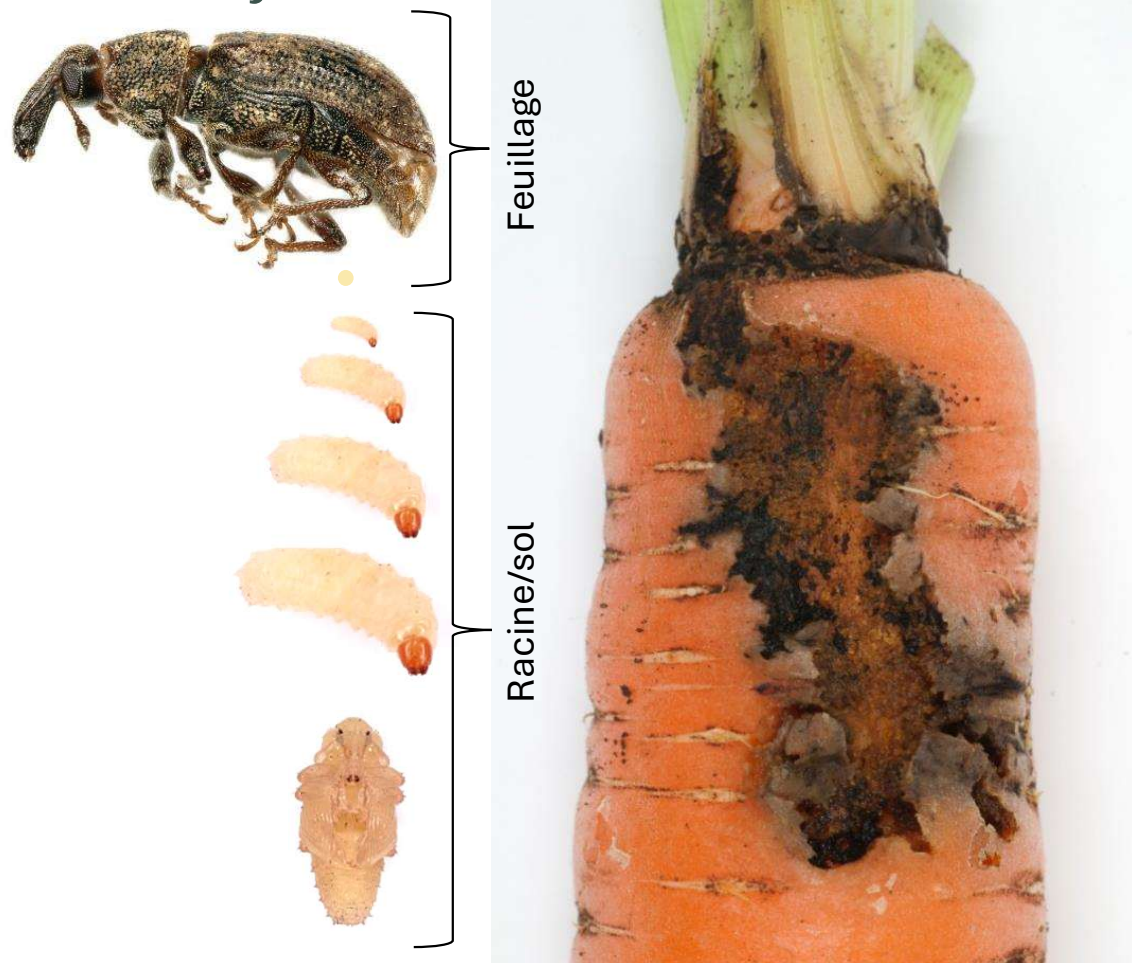
Agriculture and
Agri-Food Canada

Agriculture et
Agroalimentaire Canada



PROBLÉMATIQUE DU CHARANÇON DE LA CAROTTE

- Le charançon de la carotte est le principal ravageur dans la culture de la carotte -> 40% de pertes de rendement
- Recrudescence de la problématique pouvant s'expliquer par **l'augmentation du voltinisme** et la **perte d'efficacité des traitements insecticides**



Génération d'hiver



Génération d'été



PROBLÉMATIQUE DU CHARANÇON DE LA CAROTTE

Apparition d'une 2^e génération avec l'augmentation des températures

Génération
d'hiver



Génération
d'été



- Difficulté à détecter la 2^e génération
- ↗ nombre traitements insecticides (1-2 trt/saison → 5 trt/saison)
- ↗ des dommages, malgré les trt (>15%)



DÉTECTION DE RÉSISTANCE AUX INSECTICIDES

Phosmet (Imidan)

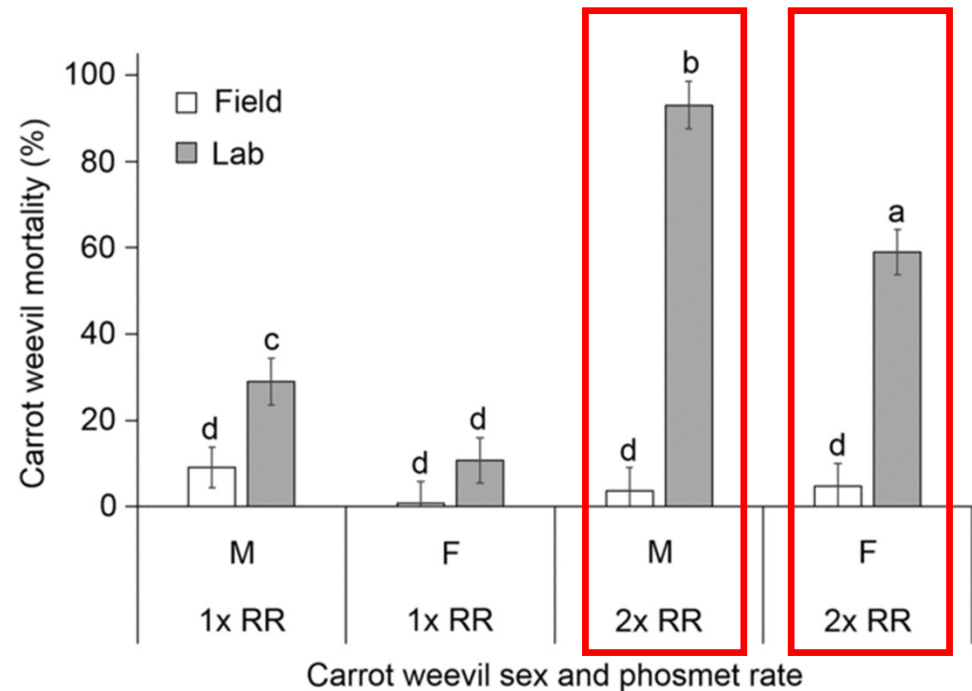
Organophosphoré

Développement de résistance
(1 cas confirmé en Ontario)

Réduction d'efficacité de 90%
(2x la dose)

Bioessais au Québec

Développement de résistance au
lambda-cyhalothrine [Matador]



(Telfer et al., 2019)

➡ Besoin d'alternatives pour contrôler le charançon de la carotte

ENNEMIS NATURELS DU CHARANÇON DE LA CAROTTE

Parasitoïdes d'œufs
(*Anaphes* sp.),
prédateurs (Carabidae)

Nématodes
entomopathogènes
(*Steinernema* sp. &
Heterorhabditis sp.)

Nématode parasite
castrateur, ***Bradynema
listronoti***, découvert en
2003 dans un champ
infesté au Québec



Nematology, 2007, Vol. 9(5), 609-623



***Bradynema listronoti* n. sp. (Nematoda: Allantonematidae),
a parasite of the carrot weevil *Listronotus oregonensis*
(Coleoptera: Curculionidae) in Quebec, Canada**

Yongsan ZENG^{1,2}, Robin M. GIBLIN-DAVIS^{1,*}, Weimin YE^{1,**}, Guy BÉLAIR³,
Guy BOIVIN³ and W. Kelley THOMAS⁴

PARASITES CASTRATEURS

- Réduction de la fécondité de l'hôte
 - Limitation dans la capacité de l'hôte à trouver un partenaire
 - Consommation des tissus reproducteurs
 - Altération de la maturation via interférence hormonale
- Libération des ressources de l'hôte au bénéfice du parasite (ressources énergétiques, survie prolongée, modification comportementale...)
- Exemples connus chez les trématodes, nématodes, crustacés, strepsiptera

Beaudoin, 1975; Lafferty & Kuris 2009

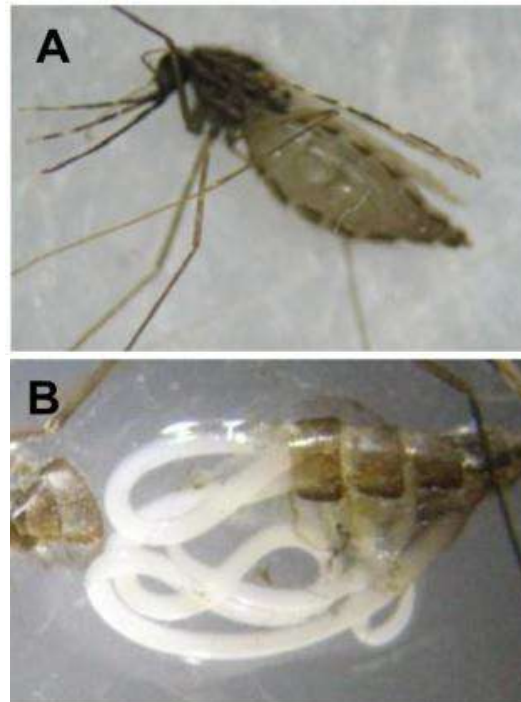


PARASITES CASTRATEURS EN LUTTE BIOLOGIQUE

Deladenus siricidicola utilisé pour le contrôle biologique de *Sirex noctilio* en Australie



Bedding & Akhurst, 1974



Contrôle de la malaria au Mexique

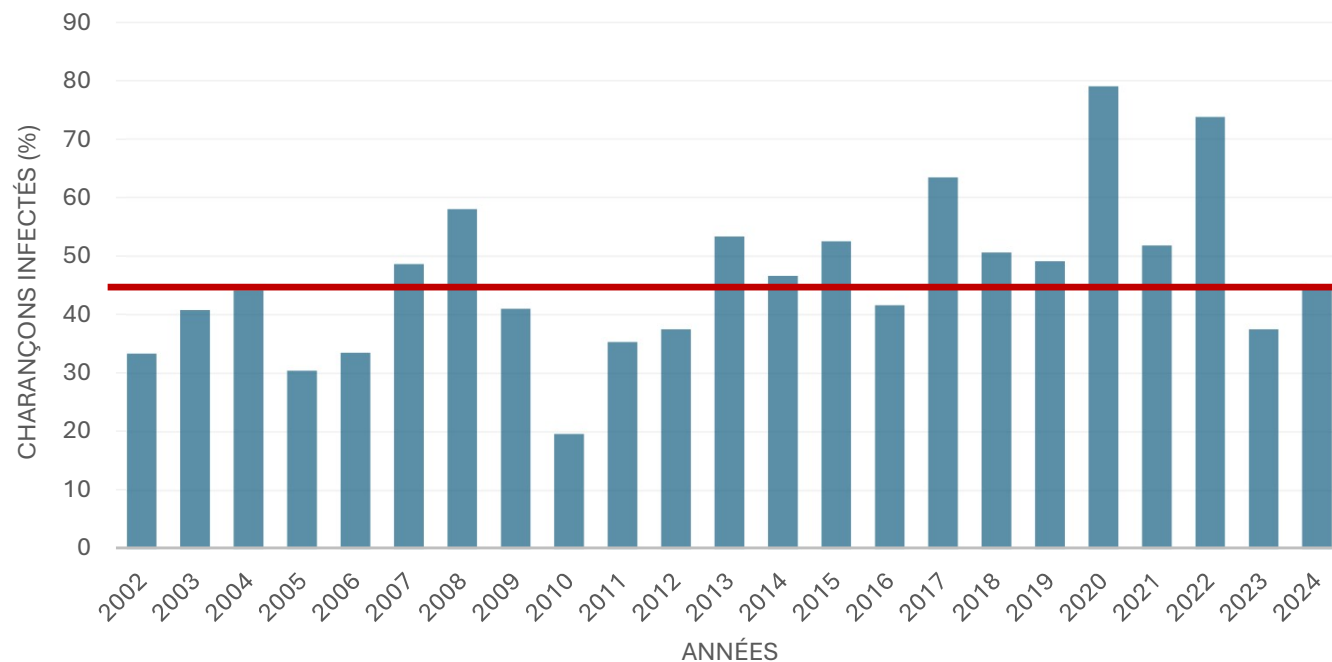
- Nématode *Romanomermis iyengari* contrôle le moustique *Anopheles pseudopunctipennis*
- ➤ 46% à 100% taux d'infection chez le vecteur
- ➤ 38% à 100% abondance des larves du moustique
- Persistance du nematode: 5 mois

Pacheco et al., 2005



PRÉVALENCE DE L'INFECTION

- **5 369 charançons de la carotte** échantillonnés à Ste-Clotilde entre 2002 et 2024
- Taux d'infection moyen de 46,3%

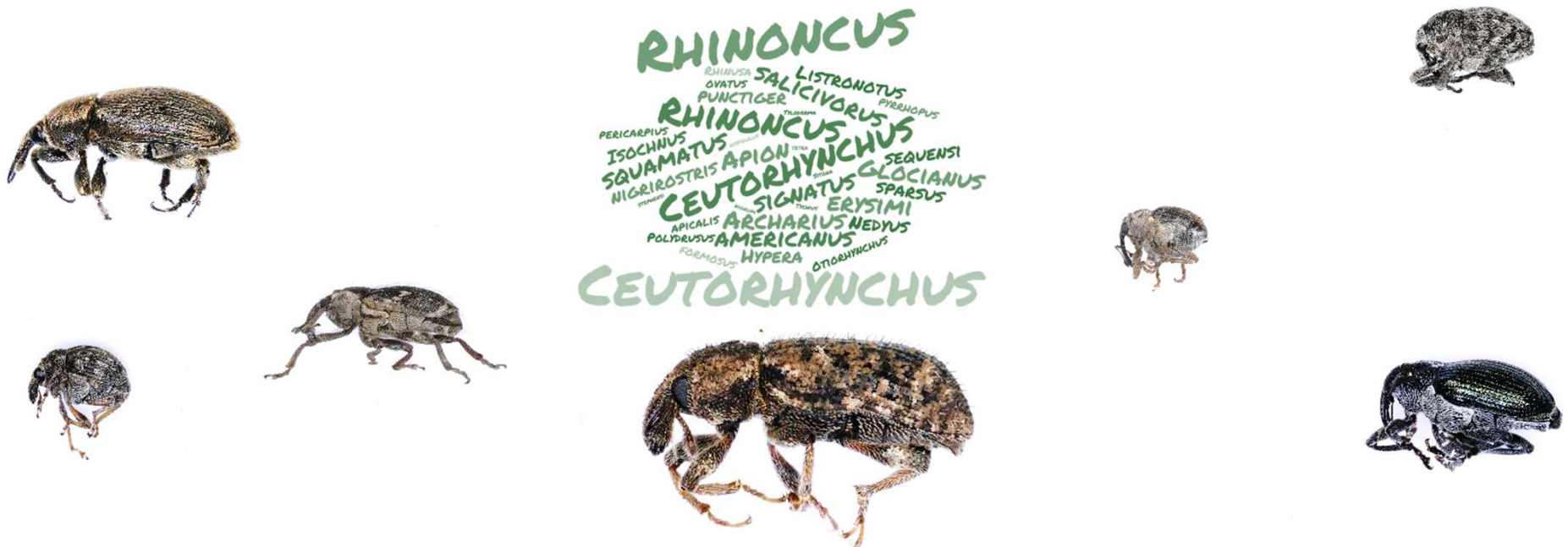


Distribution

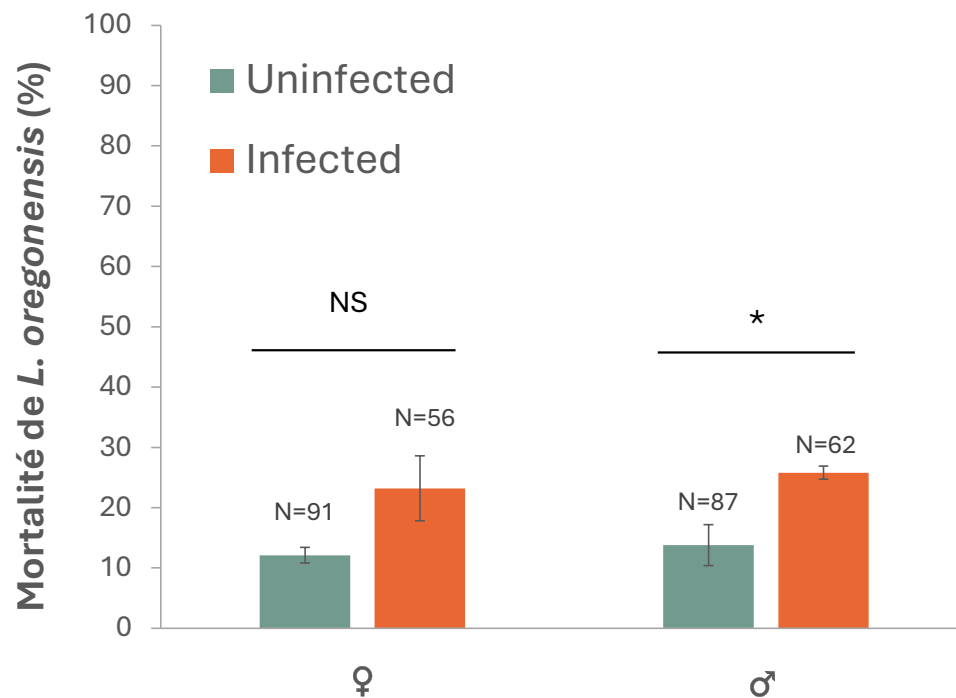
Aucune détection sur
7 sites externes (<20
km) n= 148

SPÉCIFICITÉ DE L'HÔTE

- Un total de **830 individus** répartis à travers **21 espèces** de Curculionidae a été échantillonné
- Tous les spécimens étaient exempts de *B. listronoti*



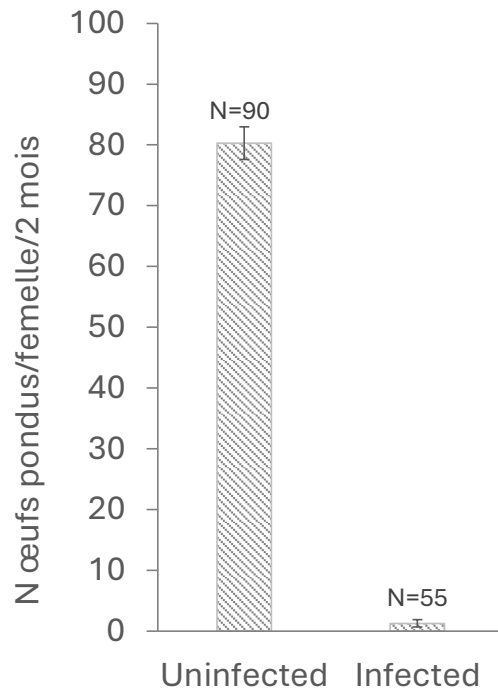
IMPACT SUR LA MORTALITÉ



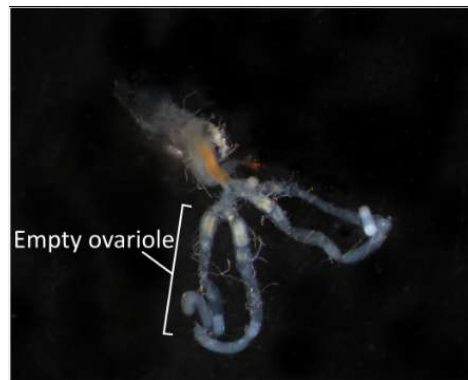
- Faible mortalité
- Taux de mortalité légèrement plus élevé chez le mâle ($p = 0.0261$) vs la femelle ($p = 0.1740$)
- **250 nématodes juvéniles** relâchés/jour

IMPACT SUR LA FÉCONDITÉ ET LA MATURATION

Fécondité

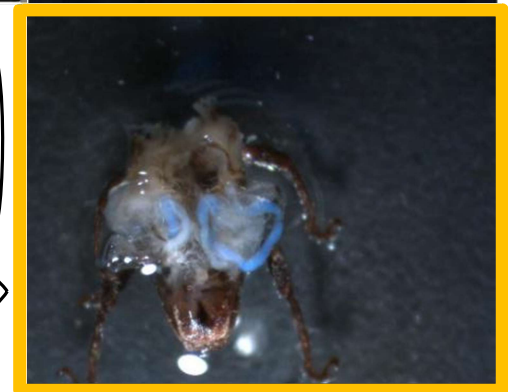


Maturation



♀ Aucun dével.
d'oocytes = **castration
parasitaire**

♂ Pas de castration
parasitaire

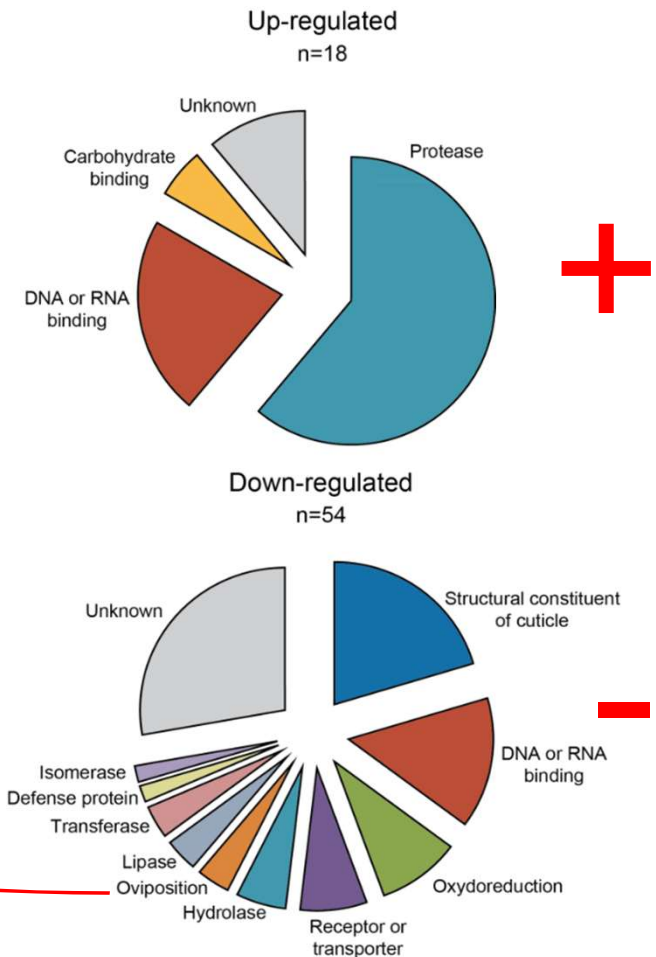


IMPACT DE L'INFECTION SUR L'EXPRESSION GÉNÉRIQUE

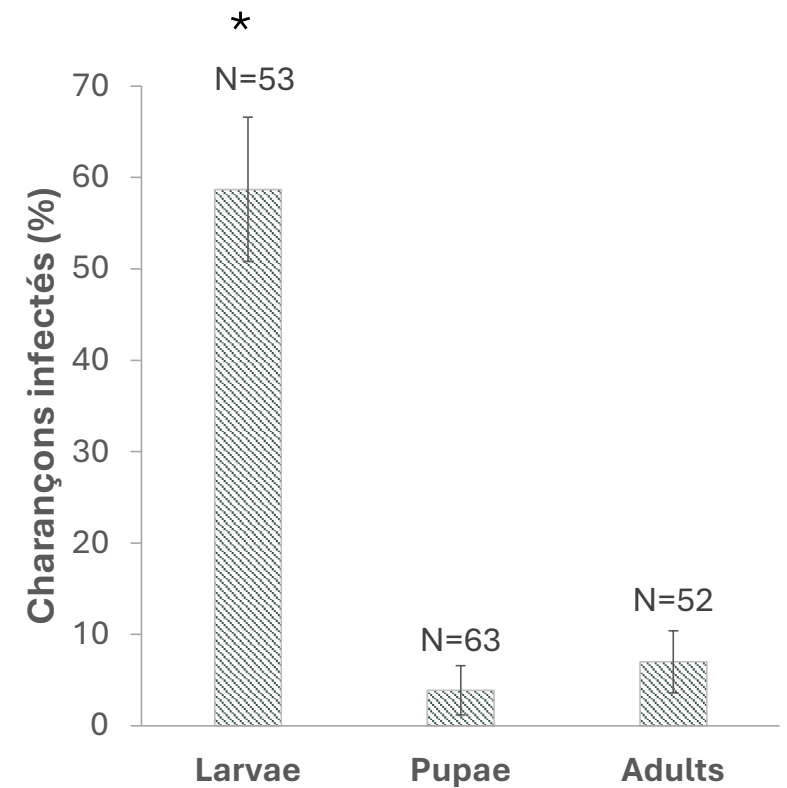
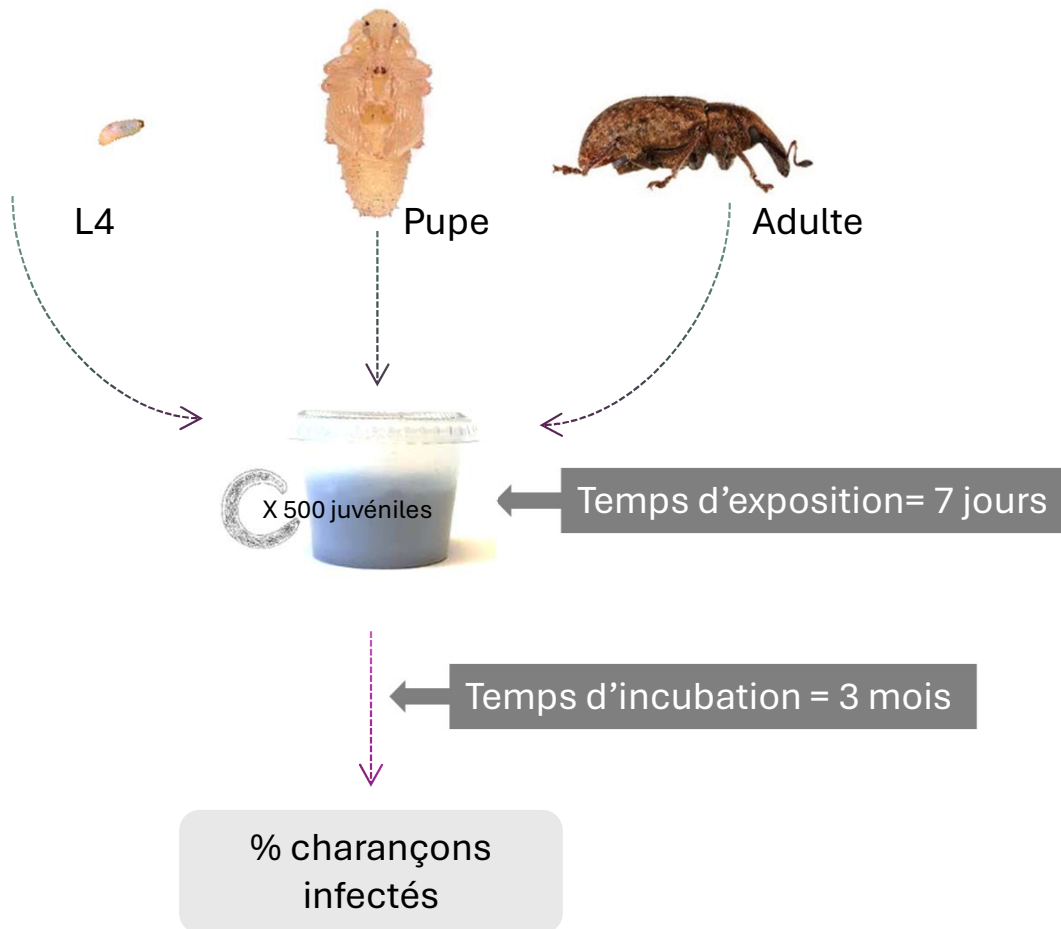
Analyse transcriptomique des charançons sains vs infectés par *B. listronoti*

- 133 gènes « différentiellement » exprimés lorsque le charançon est infecté

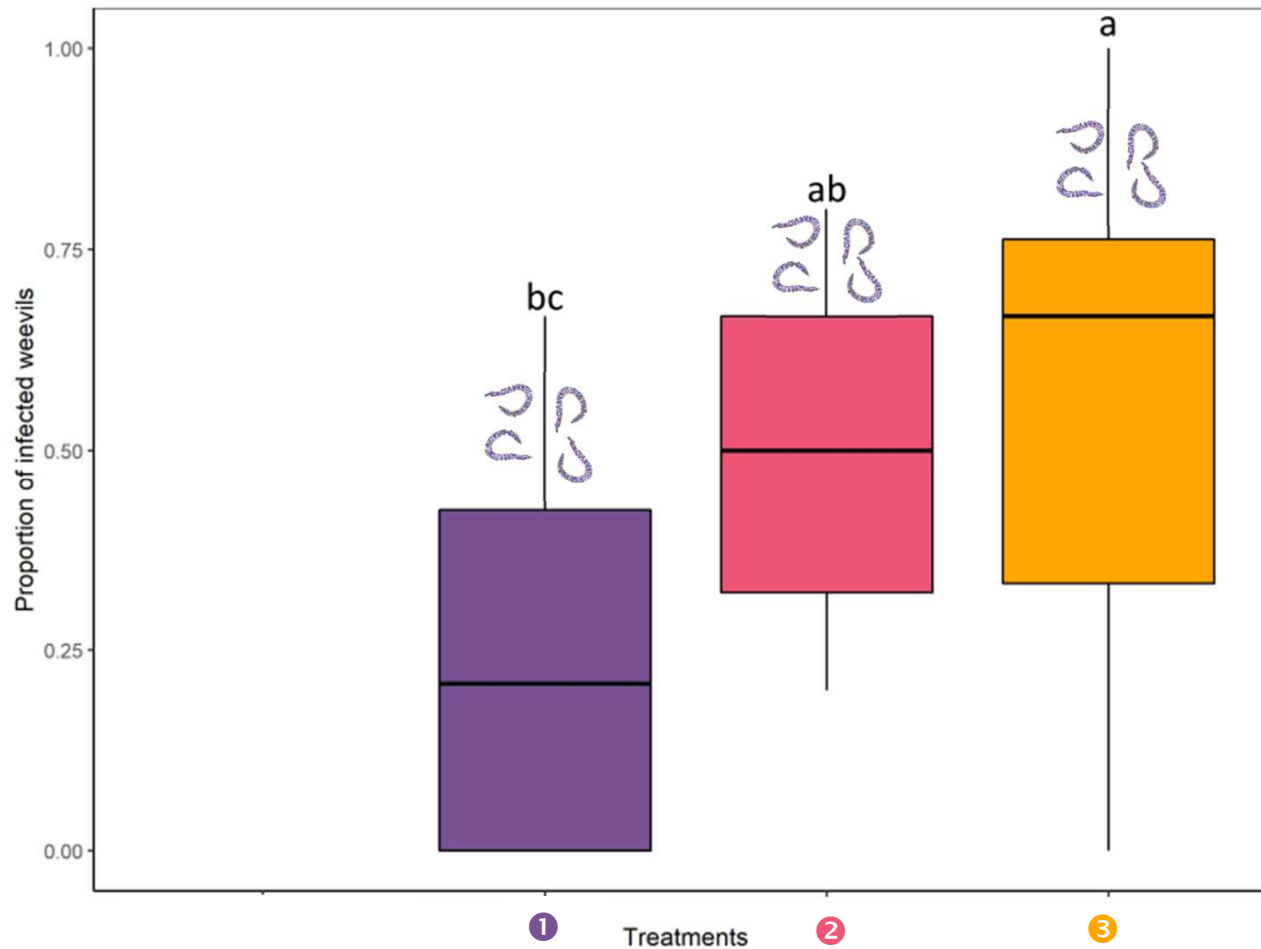
Sous-expression de 2 gènes reliés à l'hormone juvénile joue un rôle gonadotrope dans la reproduction des insectes



SUSCEPTIBILITÉ DES STADES DE DÉVELOPPEMENT



SYNCHRONISME D'INOCULATION



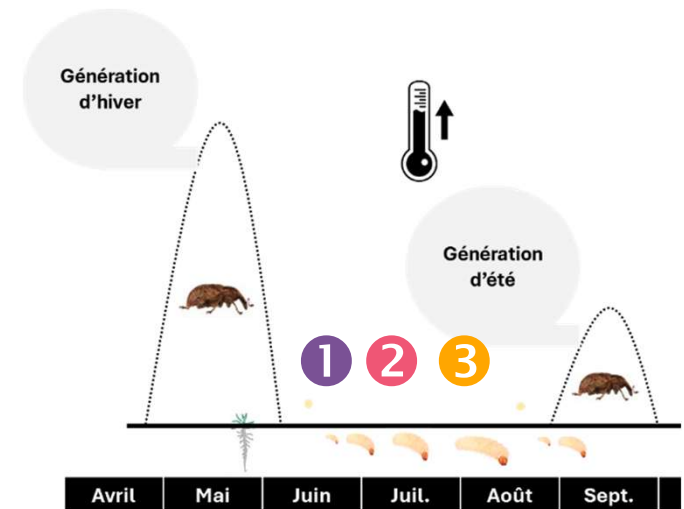
Traitements

① Oeufs

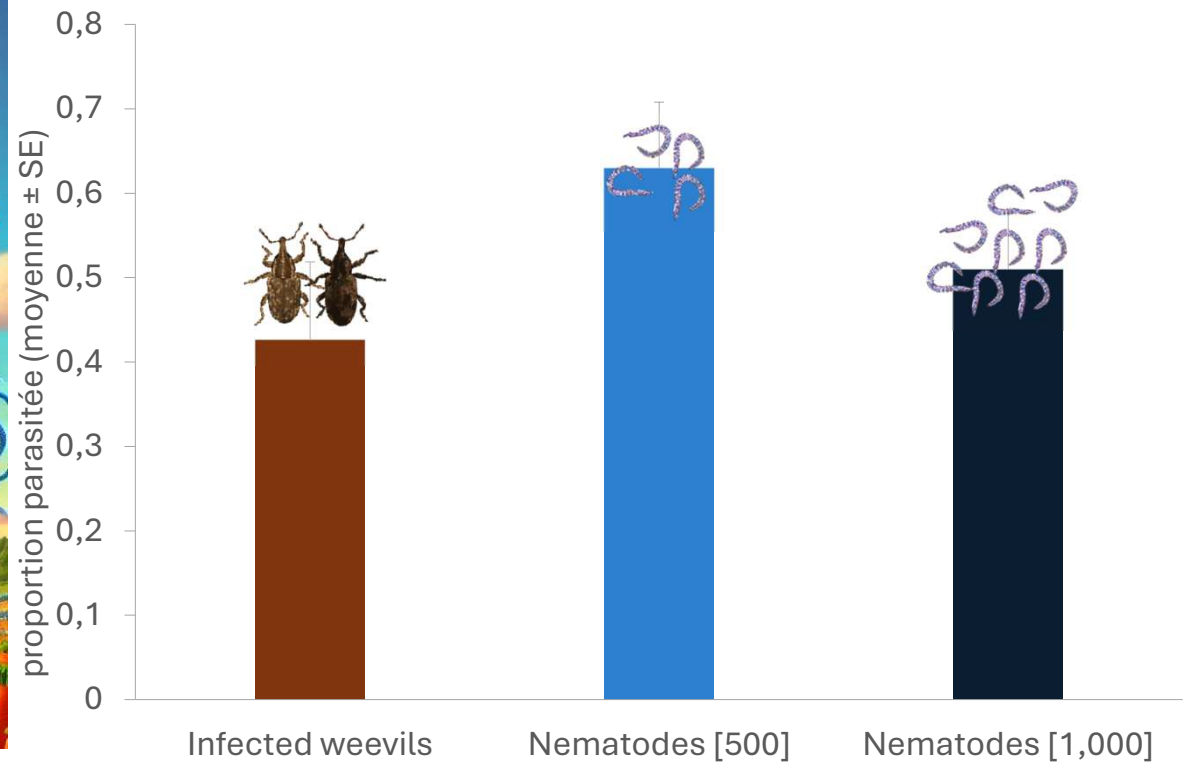
② Larves L1-L2

③ Larves L3-L4

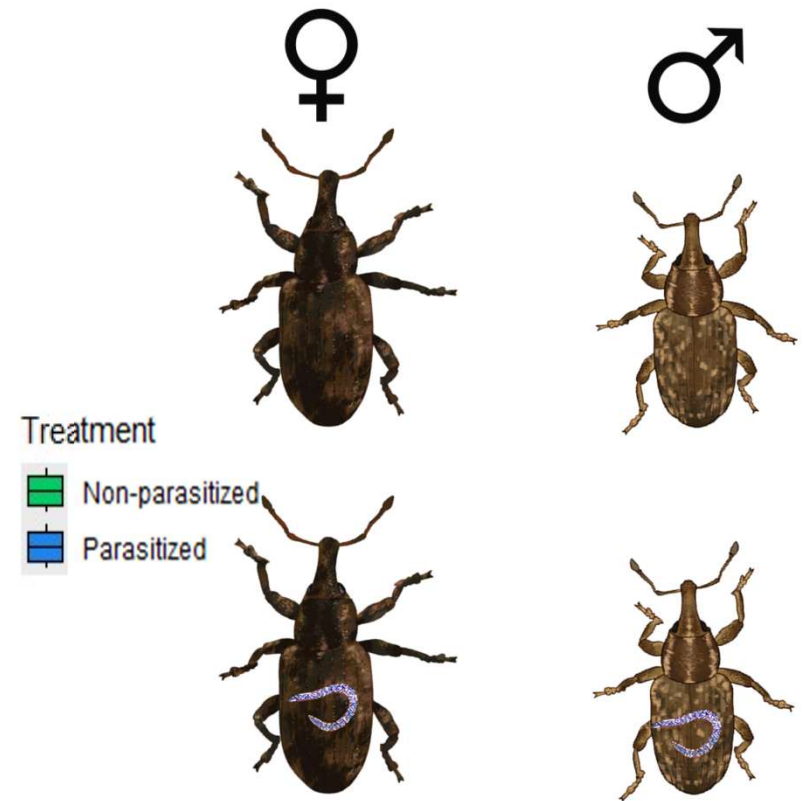
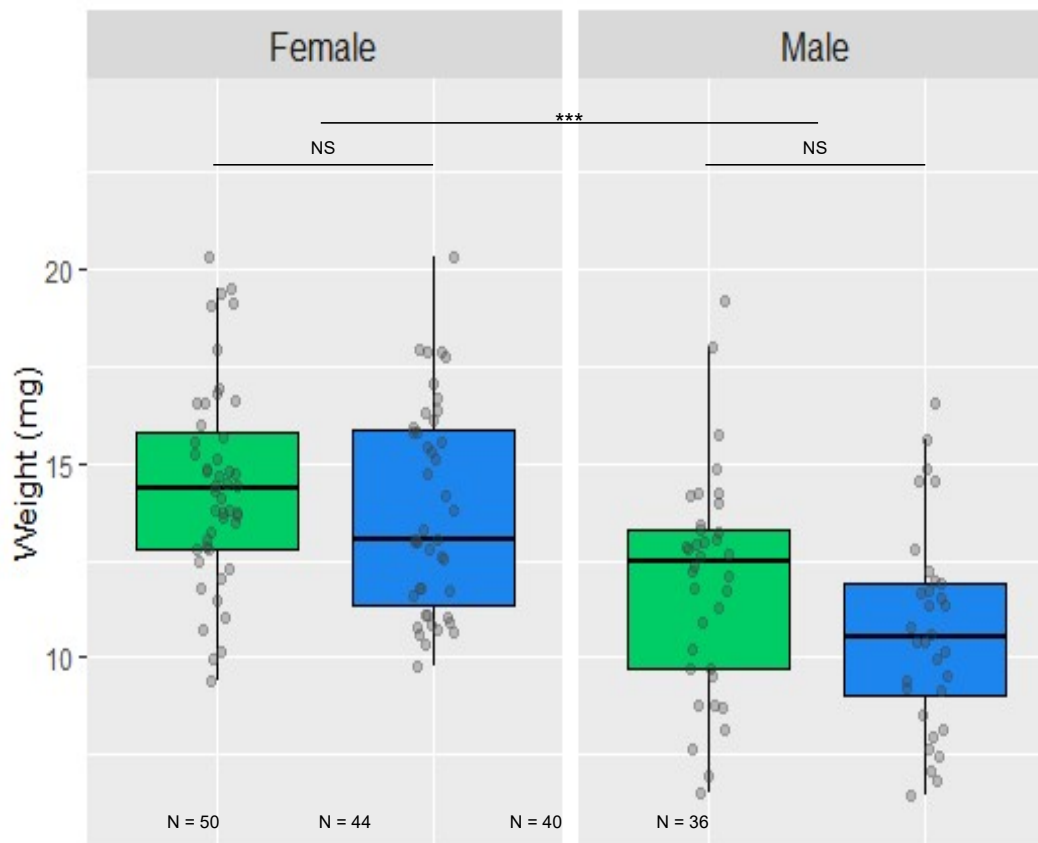
Inoculation de 500 nématodes



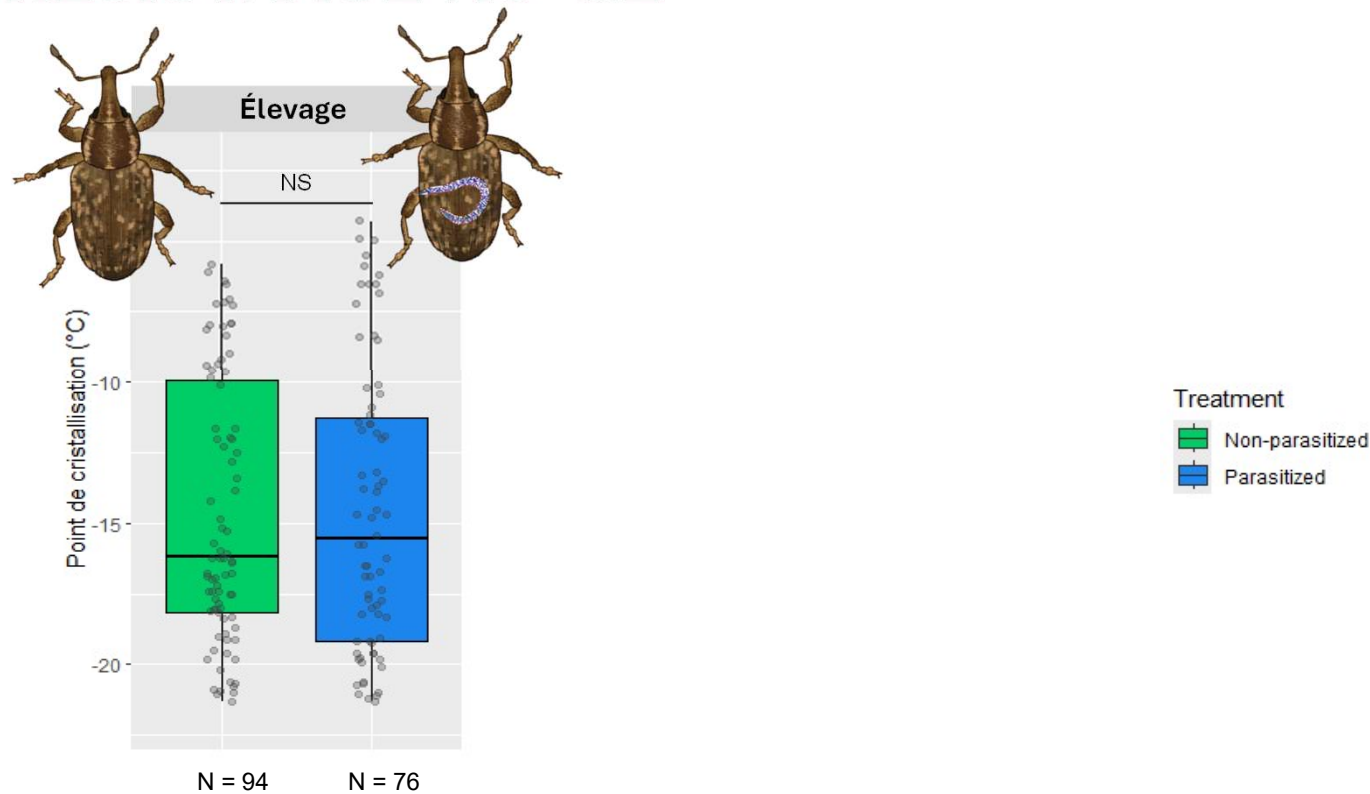
MÉDIUM D'INOCULATION ET DOSE



EFFET DE LA CASTRATION SUR L'INSECTE HÔTE - POIDS



EFFET DE LA CASTRATION SUR L'INSECTE HÔTE – RÉSISTANCE AU GEL



Permet d'anticiper
une bonne
capacité de survie
hivernale des
charançons
infectés



INTRODUCTION AU CHAMP



2019

Site 1

Site 2

Site 3



650 charançons
infectés/site
1 introduction

Parasitisme

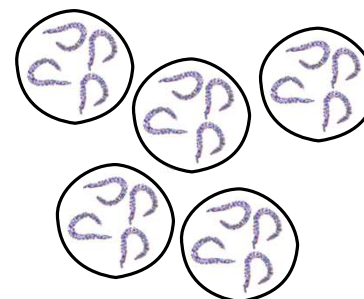
2020: 0 %

2021: 0 %

2021

Site 1

Site 2



1000 charançons
infectés/site
5 introductions

Parasitisme

2022: 25 %

2023: 7 %

POTENTIEL DE LUTTE BIOLOGIQUE

- 👍 Réduction significative (totale) de la fécondité
 - 👍 Hôte -> agent de dissémination
 - 👍 Hautement spécifique
- 👍 Survie à nos conditions climatiques

👉 **Processus de commercialisation en cours**



© Bessette, Marianne

PARTENARIAT COMMERCIAL



Compagnie de production d'agents de lutte biologique (Ontario)

AUT 2024 -> transfert des techniques d'élevage du charançon de la carotte + du nematode *B. listronoti*

ÉTÉ 2025 -> Production minimale de *B. listronoti*

ÉTÉ 2026 -> Production pour essais Ontario-Québec (optimisation du medium d'inoculation)

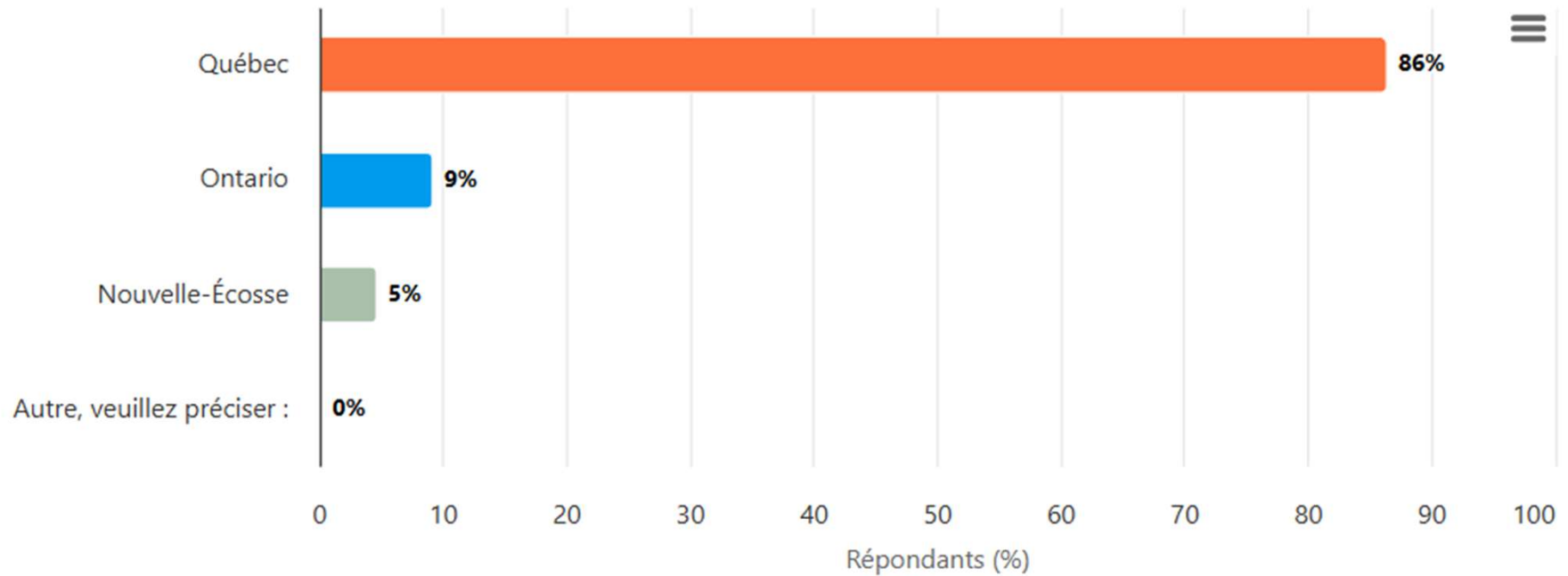
A photograph of three people standing in a carrot field, holding up large bunches of harvested carrots. The person on the left is a man wearing a blue shirt and a cap. The person in the middle is a man wearing a black shirt and a cap. The person on the right is a woman wearing a black shirt. They are all smiling and holding up their harvest. The background shows rows of carrot plants in the field under a cloudy sky.

Sondage réalisé auprès des producteurs de carottes

Répartition géographique

Dans quelle province au Canada êtes-vous producteur de carottes?

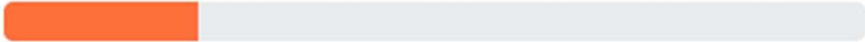

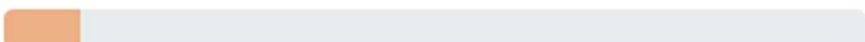
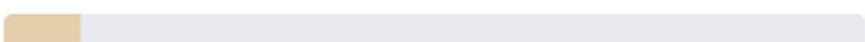
22 répondants



Expérience des fermes

Depuis combien d'années produisez-vous de la carotte sur vos terres?

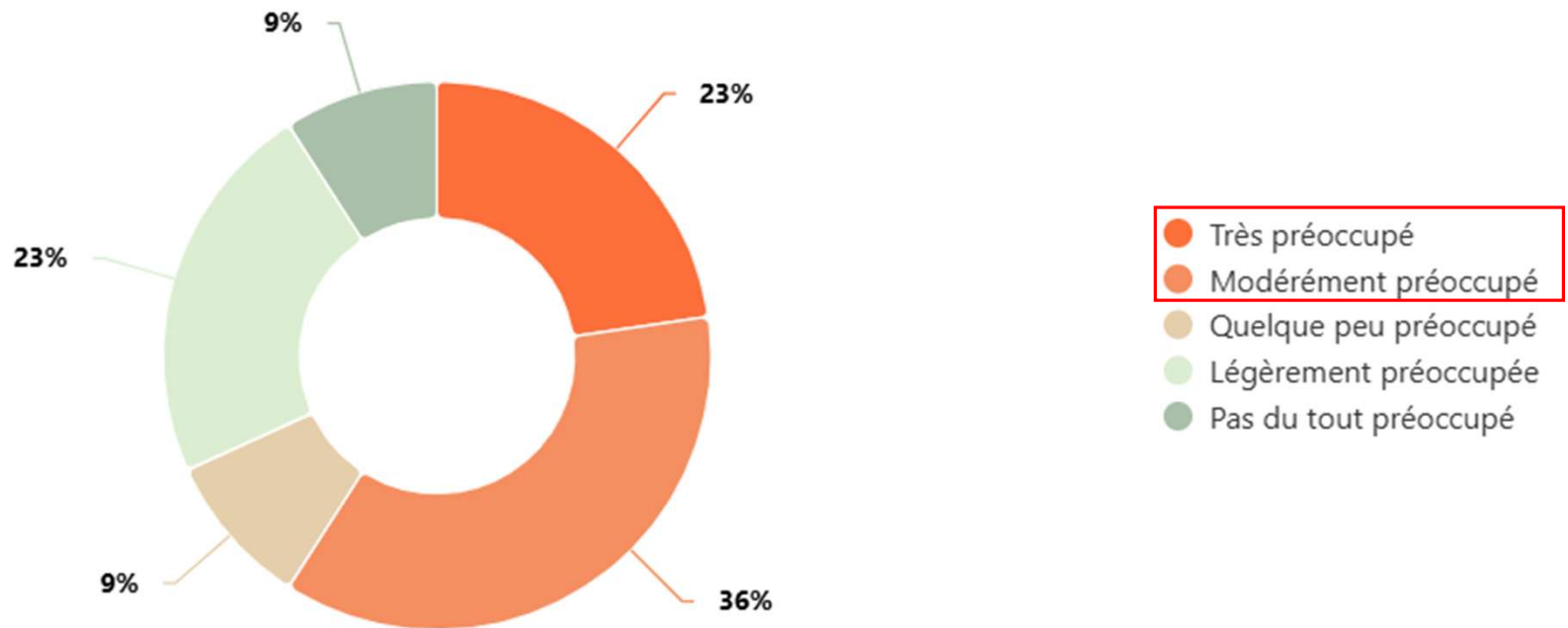
22 répondants

	%	Fréquence	
50 ans et plus	23%	5	
25-49 ans	59%	13	
10-24 ans	9%	2	
Moins de 10 ans	9%	2	
Total		22	

Perception du risque

Quelle est votre perception quant à l'augmentation de la problématique du charançon de la carotte?

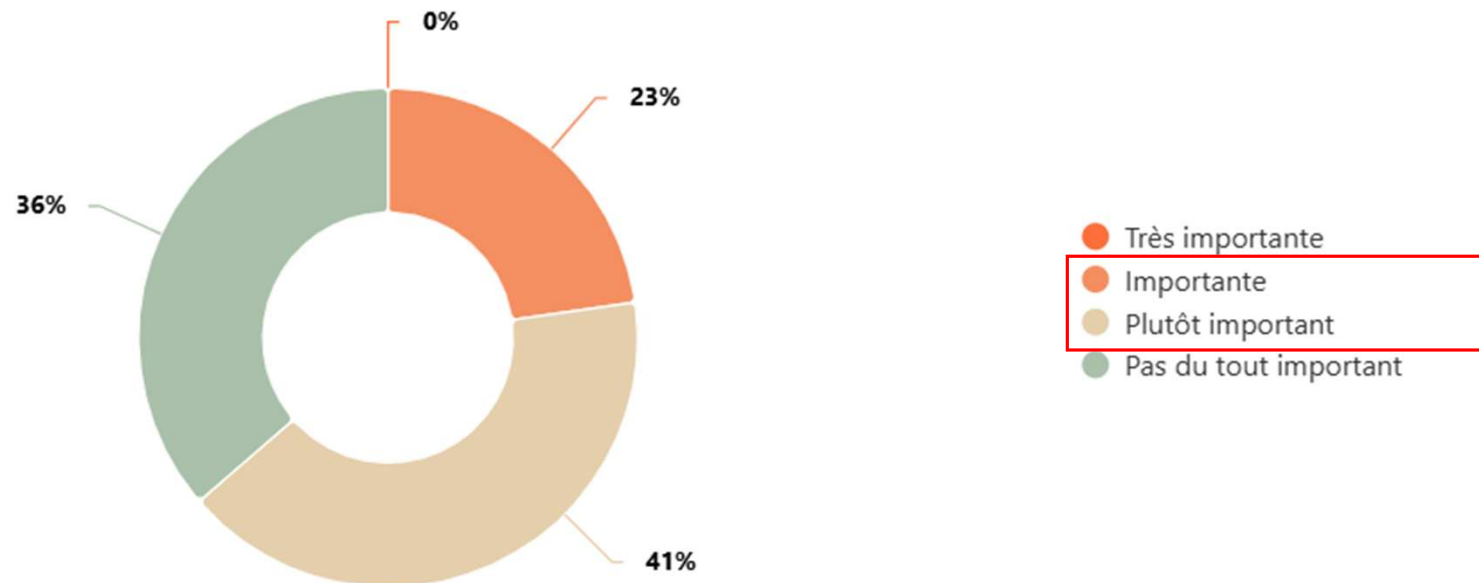
22 répondants



Estimation des pertes de rendement

Quelle est votre estimation de l'importance des pertes de rendement associées au charançon de la carotte sur votre ferme?



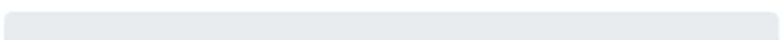
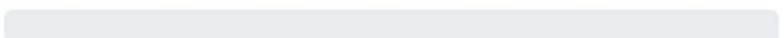
22 répondants



Méthodes de lutte utilisées

Quelles méthodes utilisez-vous actuellement pour le contrôle du charançon de la carotte?

22 répondants

	%	Fréquence	
Rotation des cultures	100%	22	
Insecticides de synthèse, préciser si possible :	91%	20	
Insecticides biologiques, préciser si possible :	0%	0	
Autres, préciser si possible :	0%	0	
Total		22	

Novaluron - RIMON (93%)

Cyantraniliprole - EXIREL (23%)

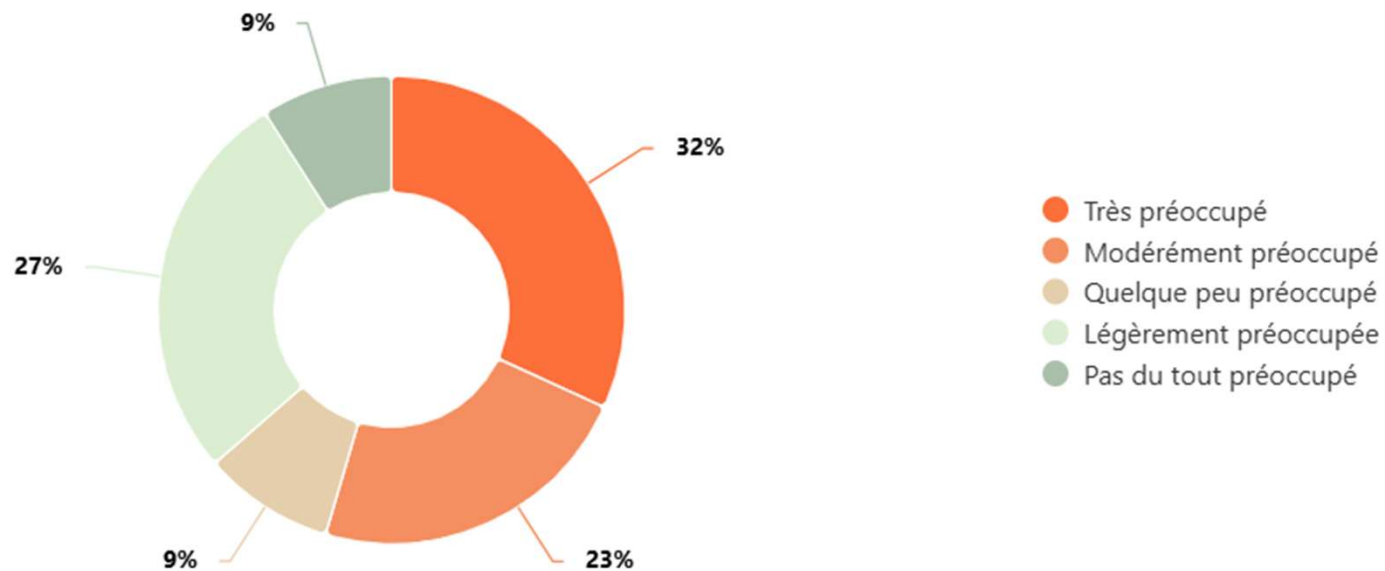
Phosmet - IMIDAN (8%)

Lambda-cyhalothrine (8%)

Perception du risque de développement de résistance aux insecticides

Quelle est votre perception du développement de la résistance du charançon de la carotte face aux insecticides?

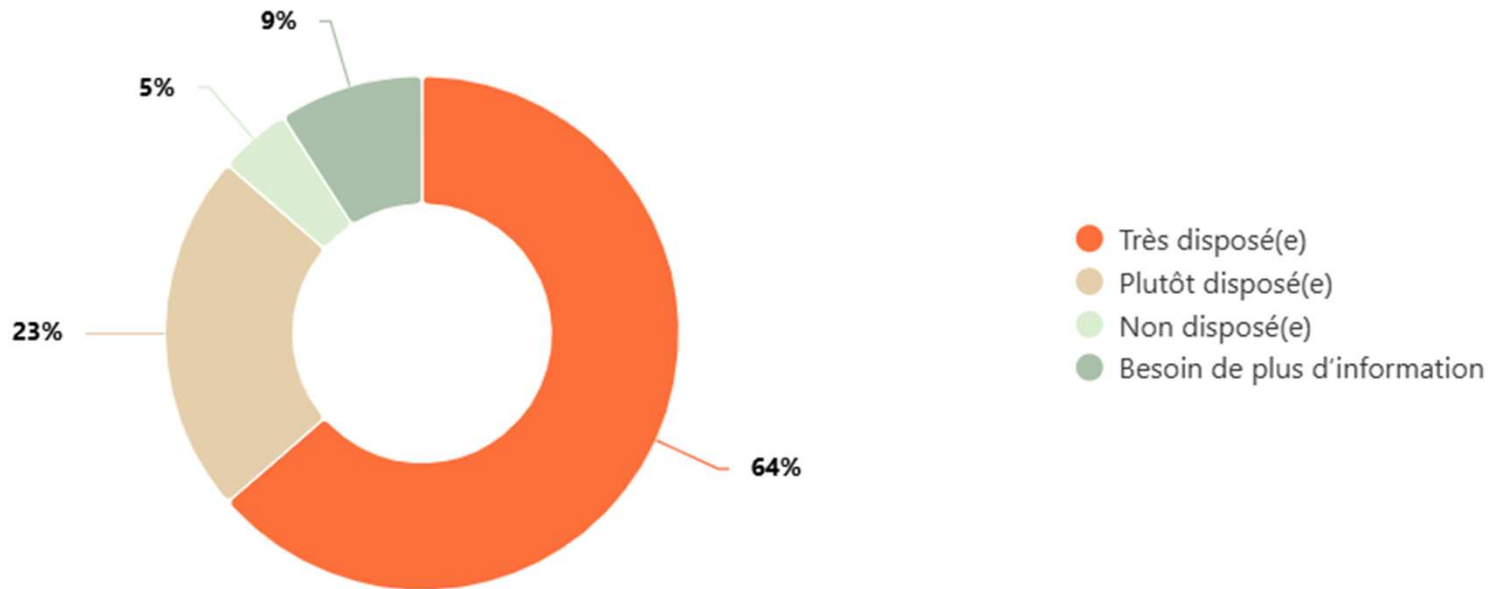
22 répondants



Volonté à utiliser des méthodes alternatives

Dans quelle mesure êtes-vous disposé(e) à utiliser des méthodes alternatives aux insecticides (et d'autres méthodes) pour lutter contre le charançon de la carotte?

22 répondants



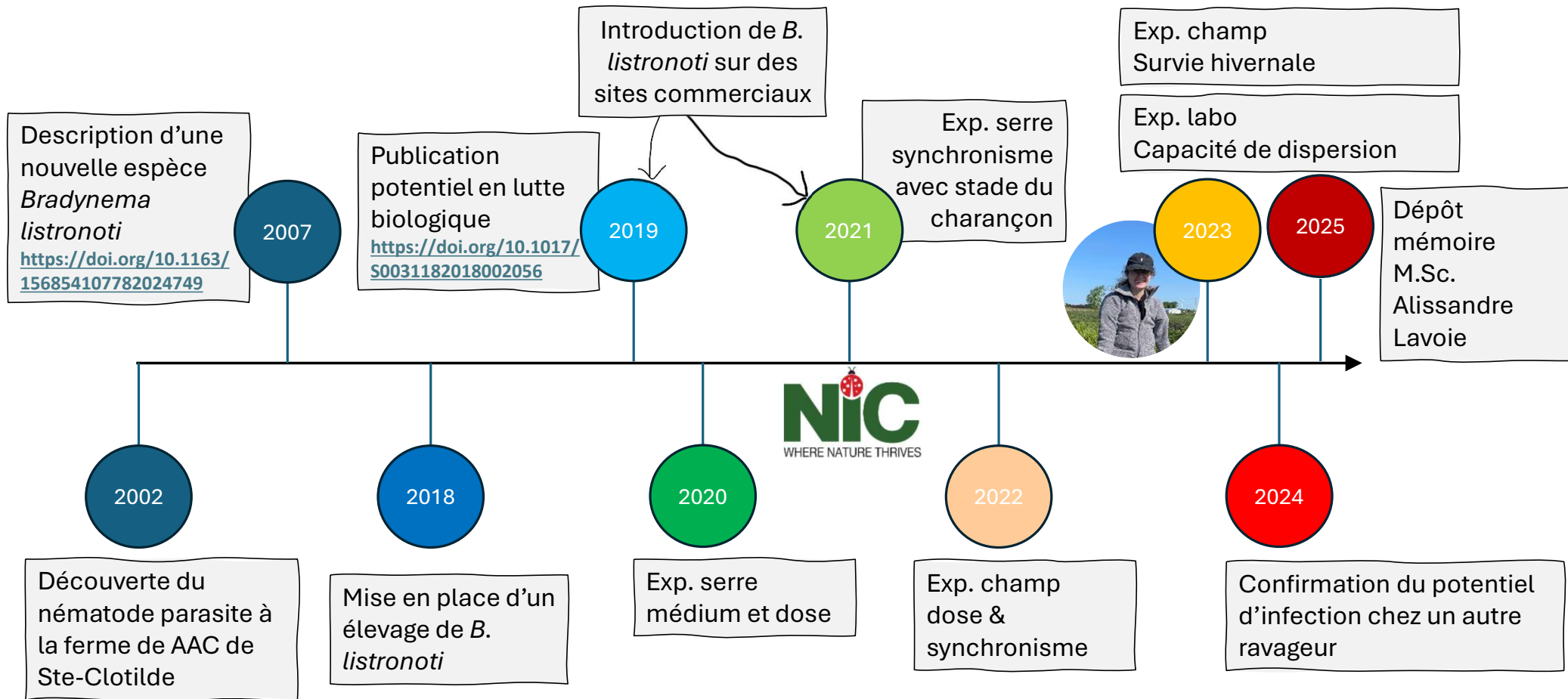




QUESTIONS?



CALENDRIER DES RÉALISATIONS



Cycle de vie de *Bradynema listronoti*

