

**MÉTHODE DE DÉPISTAGE ET SEUIL D'INTERVENTION DE LA CHRYSOMÈLE  
DU HARICOT DANS LA CULTURE DU SOYA**

**20-001-CEROM**

DURÉE DU PROJET : AVRIL 2020 / MAI 2023

**RAPPORT FINAL**

Réalisé par :  
Sébastien Boquel, CÉROM  
Sandrine Corriveau-Tousignant, CÉROM  
Alexis Latraverse, CÉROM

MAI 2023

Les résultats, opinions et recommandations exprimés dans ce rapport émanent de l'auteur ou des auteurs et n'engagent aucunement le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

# MÉTHODE DE DÉPISTAGE ET SEUIL D'INTERVENTION DE LA CHRYSOMÈLE DU HARICOT DANS LA CULTURE DU SOYA

20-001-CEROM

## RÉSUMÉ DU PROJET

La chrysomèle du haricot (CH), *Cerotoma trifurcata* (Coleoptera : Chrysomelidae), est un ravageur important du soya (*Glycine max*), notamment aux États-Unis. Les dommages qu'elle cause en s'alimentant sur le feuillage et les gousses peuvent causer parfois des pertes économiques et une baisse de la qualité du grain. Elle peut en outre transmettre des maladies, telles que le virus de la marbrure des gousses du haricot (BPMV), entraînant une diminution des rendements. Bien que la CH cause rarement des dommages économiques au Québec, de plus en plus de cas d'infestation sont rapportés. Face à cette augmentation des populations, il est important de développer une méthode de dépistage fiable et d'identifier un seuil d'intervention pour ce ravageur dans la culture du soya.

Les dépistages réalisés en collaboration avec le RAP Grandes cultures ont permis de valider une méthode de dépistage adaptée pour le Québec. Cette méthode consisterait à faire le suivi des abondances de CH et des gousses endommagées entre les stades R5 et R7 puisque c'est à ce moment que les CH causent les dommages les plus importants, atteignant parfois les seuils d'intervention recommandés en Ontario et au États-Unis.

Les tests sérologiques réalisés sur des plants de soya récoltés dans les mêmes champs ont montré que le BPMV ne serait pas encore présent au Québec. *Phomopsis sp.* a cependant été détecté dans quelques-uns des sites, mais aucun lien n'a pu être mis en évidence entre la présence de cette maladie et celle de la CH.

Les insecticides foliaires se sont avérés efficaces pour réduire les abondances de CH, ce qui a permis de limiter la défoliation et les dommages aux gousses lorsque le traitement était réalisé assez tôt en saison. Cependant, les traitements n'ont pas été rentables dans les deux sites suivis.

Les expériences de lâchers de CH en cages n'ont pas permis de valider un seuil d'intervention. Bien qu'une diminution du rendement ait été observée avec une densité croissante de CH, aucun lien avec la défoliation, les dommages aux gousses et la qualité du grain n'a été observé, sauf en 2021.

Le traitement de semences a permis de réduire la défoliation, mais uniquement en 2022 et lorsque les infestations de CH se produisaient aux stades précoces du soya (avant V2). Cependant, il n'a pas eu de répercussion sur les densités de CH de la génération estivale plus tard en saison. Considérant que les populations de CH en début de saison et les dommages qu'elles occasionnent au feuillage sont faibles, l'utilisation de semences traitées contre la CH au Québec demeure discutable.

Les recherches futures devront se concentrer sur la validation des seuils d'intervention basés sur l'abondance de CH et les dommages aux gousses en fin de saison, car l'impact direct (pertes de rendement) et indirect (transmissions de maladies ou infections par les blessures) de la CH est encore mal connu.

## OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

Le projet avait pour but d'améliorer la gestion intégrée de la CH dans la culture du soya au Québec. Les objectifs spécifiques étaient de (i) développer et valider une méthode de dépistage des CH adultes de la génération hibernante permettant de prédire la densité des CH de la génération estivale, (ii) établir un seuil économique au-delà duquel des pertes de rendements et/ou de qualité du grain sont à prévoir, (iii) déterminer l'efficacité des traitements insecticides foliaires sur les populations de CH, ainsi que l'impact sur la défoliation, les dommages aux gousses et les rendements, et (iv) déterminer l'efficacité des traitements de semences insecticides comme moyen de contrôle des populations de CH de la génération hibernante en début de saison, afin de réduire les populations de la génération estivale observées plus tard en saison.

### ***Volet 1. Développement et validation d'une méthode de dépistage de la CH permettant de prédire la densité de la génération estivale en fonction de la densité de la génération hibernante***

#### *Sites*

Entre 2020 et 2022, un total de 38 champs de soya ont été dépistés à travers trois régions du Québec : Lanaudière (6), Montérégie-Est (14) et Montérégie-Ouest (18). Les champs sélectionnés étaient tous localisés dans les foyers d'infestation de CH connus et rapportés par le RAP Grandes cultures. Tous les champs sauf trois étaient semés avec des semences sans traitement insecticide (**Tableau 1**).

**Tableau 1.** Nombre de sites du RAP suivis à chaque année dans le cadre du projet entre 2020 et 2022.

<b>Année</b>	<b>Région</b>	<b>Nombre de sites</b>	<b>Traitées</b>	<b>Non-traitées</b>
2020	Lanaudière	2	0	2
	Montérégie-Est	3	0	3
	Montérégie-Ouest	7	1	6
	<b>Toutes</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>11</b>
2021	Lanaudière	2	0	2
	Montérégie-Est	5	1	4
	Montérégie-Ouest	6	0	6
	<b>Toutes</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>12</b>
2022	Lanaudière	2	0	2
	Montérégie-Est	6	0	6
	Montérégie-Ouest	5	1	4
	<b>Toutes</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>12</b>
<b>Total</b>		<b>38</b>	<b>3</b>	<b>35</b>

Les champs étaient dépistés trois fois en début de saison (entre les stades VC et V3-4) et trois fois en fin de saison (stades R3-4, R5 et R6-7), pour un total de six dépistages (**Tableau 2**). Lors des trois premiers dépistages, 10 stations représentatives (points d'échantillonnage) du champ étaient sélectionnées au hasard en parcourant le champ en suivant un patron défini à l'avance (e.g. en W, S, U, ou autre). Au troisième dépistage, 10 stations étaient sélectionnées et géoréférencées pour pouvoir y réaliser les trois dépistages de fin de saison.

**Tableau 2.** Méthodes de dépistages utilisées pour suivre les populations et les dommages de chrysomèles du haricot au cours de la saison dans les champs suivis entre 2020 et 2022.

	Stades du soya			
	Début de saison		Fin de saison	
	VC à V3-4	R3-4	R5	R6-7
CH adultes	Dépistage visuel		Filet fauchoir	
Défoliation	Dépistage visuel			
Dommages aux gousses	Dépistage visuel			

### Dépistage des CH adultes

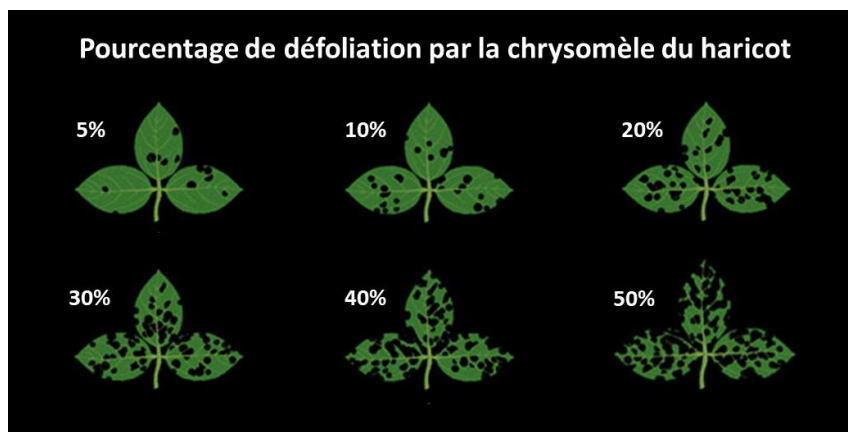
Les populations de CH adultes ont été évaluées à chacune des six visites à 5 des 10 stations d'échantillonnage (une station sur deux le long du patron d'échantillonnage). Les CH de la génération hibernante (stades VC à V3-4) étaient dépistées visuellement, alors que celles de la génération estivale (stades R3-4 à R6-7) étaient dépistées par filet fauchoir car les plants sont trop développés pour effectuer une observation visuelle.

Le dépistage visuel était réalisé en comptant les CH sur tous les plants d'un rang sur une longueur de 5 m en prenant soin de ne pas perturber les plants afin d'éviter que les CH ne se laissent tomber au sol. Le nombre moyen de CH par 30 cm de rang était ensuite calculé pour chaque station et chaque date de dépistage.

Le dépistage par filet fauchoir était réalisé en effectuant 20 coups de filet en balayant la partie supérieure des plants de deux rangs de soya tout en marchant. Les CH récoltées à chaque station étaient transférées dans un sac Ziploc et placées au congélateur avant d'être dénombrées. Le nombre moyen de CH par coup de filet fauchoir était ensuite calculé pour chaque station et chaque dépistage.

### Évaluation des dommages aux feuilles

Le pourcentage de défoliation du soya a été évalué à chacune des six visites sur cinq plants à chacune des 10 stations d'échantillonnage (50 plants par visite). Une feuille trifoliée était prélevée au hasard dans le milieu de chaque plant et le pourcentage de défoliation était évalué en utilisant l'échelle de dommage présentée à la **Figure 1**.



**Figure 1.** Exemples de pourcentage de défoliation par la CH dans le soya (modifiée d'après Extension de l'Université du Minnesota).

### *Évaluation des dommages aux gousses*

Les dommages aux gousses ont été évalués lors des deux dernières visites en fin de saison (stades R5 et R6-7) aux mêmes cinq stations que pour l'évaluation des populations de CH adultes. À noter qu'en 2020, une première évaluation était faite au stade R3-4. Cependant, comme les gousses étaient trop petites pour évaluer adéquatement les dommages, l'évaluation à ce stade n'a pas été reconduite pour les deux dernières années du projet. À chaque évaluation, les gousses saines et endommagées étaient comptées sur quatre plants par station (20 plants au total) et les gousses tombées au sol étaient comptées sur 30 cm de rang. Le pourcentage de gousses endommagées était ensuite calculé pour chaque champ et chaque date. Comme le nombre de gousses tombées au sol était nul à très faible (maximum de 0,34 gousse/plant), ces dernières n'ont pas été prises en compte dans le calcul du pourcentage de gousses endommagées.

### *Échantillon de récolte et évaluation de la qualité du grain dans les champs dépistés*

Un échantillon de récolte était prélevé aux cinq stations où les dépistages de CH étaient réalisés. À chacune de ces stations, tous les plants sur deux rangs de deux mètres étaient comptés et récoltés à la main, puis envoyés au CÉROM où ils étaient séchés et battus. Les échantillons étaient pesés et leur taux d'humidité obtenu à l'aide d'un analyseur proche infrarouge (Perten). Des sous-échantillons de 100 ou 200 g de grains étaient prélevés dans l'échantillon de récolte de chacune des stations et les grains sains et endommagés étaient triés et comptés. Le pourcentage de grains endommagés (ratio nombre) et le poids de 100 grains sains et 100 grains endommagés ont été mesurés pour chacune des stations.

## **Volet 2. Impact de la CH sur le rendement et la qualité du grain**

### *Dépistage de micro-organismes pathogènes potentiellement transmis par la CH*

La présence de micro-organismes pathogènes transmissibles par la CH a été évaluée en début et en fin de saison dans 30 des champs du volet 1. Trois virus étaient ciblés, soit le virus de la marbrure des gousses du haricot (*Bean Pod Mottle Virus* ou BPMV), le virus de la mosaïque du niébé (*Cowpea Mosaic Virus* ou CPMV) et le virus de la mosaïque du haricot méridional (*Southern Bean Mosaic Virus* ou SBMV). En fin de saison, deux champignons pathogènes (*Sclerotinia sp.* et *Phomopsis sp.*) étaient aussi ciblés.

En début de saison (stade VC-V1), 10 plantules de soya présentant des grignotements par la CH ont été prélevées en les coupant à la base des tiges dans chacun des champs afin de déterminer le niveau initial de virus. Plus tard en fin de saison (stade R6-7), trois feuilles et trois gousses ont été récoltées sur trois plants ne présentant pas ou très peu de dommages de CH (neuf feuilles et neuf gousses au total) et sur 10 plants endommagés par la CH (30 feuilles et 30 gousses au total). Les échantillons (plantules, feuilles et gousses) étaient envoyés au [Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection](#) (LEDP, MAPAQ) et la présence de virus (BPMV, CPMV, SBMV) a été testée à l'aide de tests sérologiques

ELISA. La présence de champignons a été testée par isolements fongiques sur les gousses uniquement.

#### *Efficacité d'un traitement insecticide foliaire contre la CH*

En 2020 et 2021, des traitements foliaires de lambda-cyhalothrine (Matador® 120EC; 83 mL/ha dans 150 L d'eau/ha) ont été effectués en fin de saison (13 août et 7 septembre, respectivement) dans les champs suivis dans le cadre du projet à Saint-Jacques-le-Mineur.

En 2020, le traitement a été effectué de manière à ce que cinq des stations dépistées soient traitées (T) et les cinq autres demeurent non-traitées (NT). Une évaluation des populations de CH adultes, de la défoliation et des dommages aux gousses a été réalisée avant (11 août) et après (3 septembre) le traitement comme décrit dans le volet 1. À maturité, le rendement a été évalué en récoltant manuellement tous les plants sur quatre rangs de 3 m à chacune des 10 stations.

En 2021, une bande de 25 m a été traitée sur un des côtés du champ. Ce dispositif a permis d'obtenir quatre des stations dépistées dans la zone T et les six autres dans la zone NT. Seule une évaluation des dommages aux gousses a été réalisée avant (1<sup>er</sup> septembre) et après (30 septembre) le traitement comme décrit dans le volet 1. À maturité, le rendement a été évalué en récoltant manuellement tous les plants sur quatre rangs de 3 m dans les quatre stations T et cinq des six stations NT.

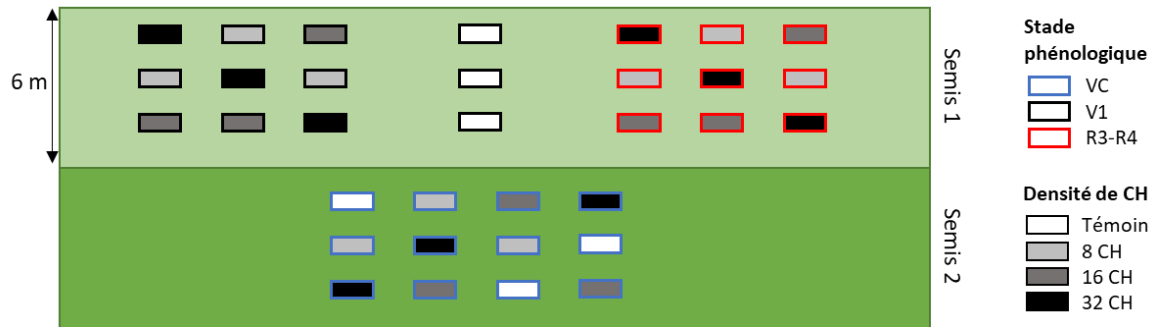
Tous les tests post-récolte ont été réalisés de la même manière que précédemment décrit (voir section *Échantillon de récolte et évaluation de la qualité du grain dans les champs dépistés pour la CH*).

### **Volet 3. Détermination d'un seuil économique d'intervention pour la CH**

#### *Dispositif expérimental.*

Les expériences ont été réalisées de 2020 à 2022 dans un champ du CÉROM à Saint-Mathieu-de-Beloeil en Montérégie. Deux bandes de soya adjacentes de 6 m x 25 m étaient semées à une ou deux semaines d'intervalle afin d'obtenir simultanément, dans la mesure du possible, des plants aux stades VC et V1. Les bandes étaient semées avec des semences de la variété Marula (identité préservée ou IP) sans traitement insecticide et avec un espacement de 30 pouces.

À l'émergence du soya (stade VE), des cages étaient installées sur les rangs (21 cages dans la bande de semis 1 et 12 dans la bande de semis 2; **Figure 2**) et le nombre de plants était ajusté manuellement pour ne conserver que huit plants par cage. Les cages (L : 30 cm, l : 75 cm, H : 80 cm) étaient constituées de deux arceaux de métal couverts d'un grillage à maille fine recouvert de terre à sa base pour éviter que les insectes ne s'échappent (**Figure 3**).



**Figure 2.** Dispositif expérimental utilisé pour déterminer le seuil économique d'intervention pour la CH. Des cages ont été installées dans deux bandes de soya IP sans traitement insecticide semées à une ou deux semaines d'intervalle (Semis 1 et 2). Différentes densités de CH (0, 8, 16, et 32) étaient introduites dans les cages à différents stades de croissance du soya (VC, V1 et R3-4).



**Figure 3.** Mise en place des cages (à gauche et au milieu) et lâcher de CH dans les cages (à droite).

### Lâchers de CH

Juste avant les lâchers en cages, des CH adultes de la génération hibernante et estivale étaient capturées dans des champs ayant connu des infestations l'année précédente. Les CH ont été sexées sur la base des critères morphologiques suivants : (i) tête noire chez les femelles et brune chez les mâles, et (ii) présence d'une masse de poils dense sur le premier segment tarsien des pattes antérieures des mâles. Les mâles et les femelles ont été gardés dans des cages d'élevage séparées jusqu'au moment du lâcher.

Différentes densités de CH de la génération hibernante (8, 16 et 32) étaient ensuite introduites en début de saison dans les cages de chacune des dates de semis (2020 : stades VC et V1; 2021 : stades VE et V2; 2022 : stades VC et V3) avec un ratio mâle-femelle de 3M:5F, soit une valeur similaire à celle observée au champ. Les CH ont été laissées dans les cages jusqu'à leur mort, afin de leur permettre de s'accoupler et de pondre pour produire la génération estivale. En 2020 et 2021, des CH adultes de la génération estivale ont aussi été introduites plus tard en saison au stade R3-4 avec un ratio mâle-femelle de 1M:1F, soit une valeur similaire à celle observée au champ. Des cages sans CH étaient utilisées comme témoins. Chaque traitement était répliqué trois fois, à l'exception du témoin du semis 1 qui a aussi servi de témoin R3-4 (33 cages au total).

### *Évaluation de la défoliation*

La défoliation causée par les CH a été évaluée à deux reprises au cours de la saison. Une première évaluation a été faite deux semaines après l'introduction pour voir l'impact de l'alimentation des CH sur les plantules de soya en début de saison. Une seconde évaluation a ensuite été faite au stade R6-7 (deux mois après les introductions) pour voir l'impact de la génération estivale (issue des CH introduites en début de saison) sur les plants en fin de saison. La défoliation causée par les CH de la génération estivale introduites dans les cages au stade R3-4 a été évaluée une seule fois, soit en même temps que la deuxième évaluation dans les cages avec introductions en début de saison.

Dans chacune des cages, la troisième trifoliée en partant du haut était prélevée sur chaque plant. La foliole la plus et la moins endommagée de chaque trifoliée était jetée. Le pourcentage de défoliation était ensuite évalué sur la foliole restante à l'aide des applications [LeafByte](#) (iPhone) ou [BioLeaf](#) (Android).

### *Évaluation des dommages aux gousses, de la qualité des grains et du rendement*

À maturité (stade R8), les plants de chaque cage étaient comptés et récoltés manuellement et les gousses tombées au sol (si présentes) étaient ramassées et dénombrées. Le nombre de gousses saines et endommagées sur chaque plant était aussi noté. Les gousses saines étaient battues séparément à l'aide d'une batteuse à tapis alors que les gousses endommagées étaient ouvertes à la main. Les grains sains et endommagés ont été triés, puis dénombrés et pesés séparément pour les gousses saines et endommagées, afin de calculer le rendement et le poids de 200 grains. Le taux d'humidité a été obtenu à l'aide d'un analyseur proche infra-rouge (Perten). Étant donné les faibles quantités de grains issus des gousses endommagées, le taux d'humidité a été mesuré uniquement pour les grains des gousses saines. Les valeurs de rendement et de poids de 200 grains des gousses saines et endommagées ont ensuite été corrigées à 13,5 % d'humidité.

## **Volet 4. Impact des traitements de semences utilisés contre les adultes de la génération hibernante sur la génération estivale de CH**

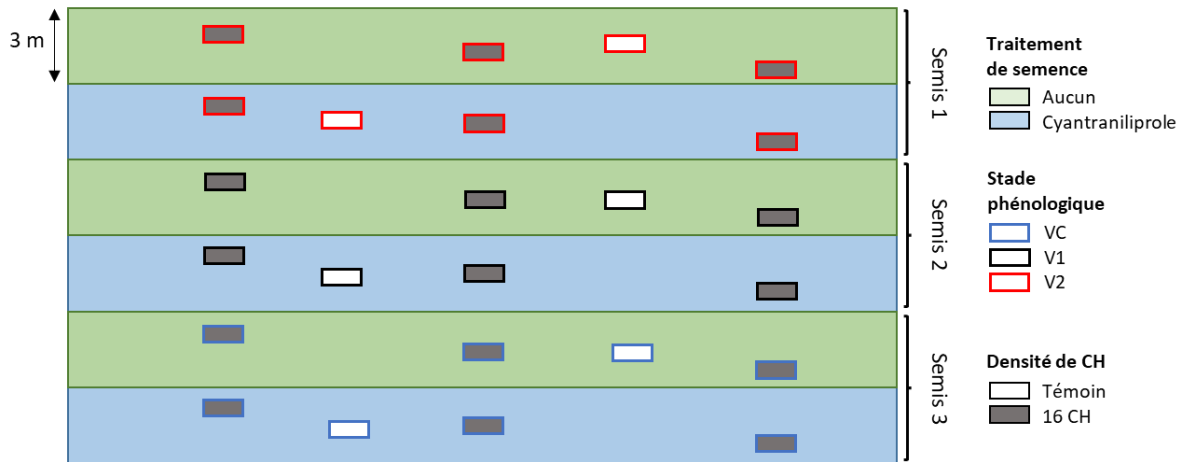
### *Dispositif expérimental.*

Les expériences ont été réalisées en 2021 et 2022 dans un champ du CÉROM à Saint-Mathieu-de-Beloeil en Montérégie. Des parcelles de soya (variété Konatto) étaient semées à une ou deux semaines d'intervalle afin d'obtenir simultanément des plants aux stades V2, V1 et VC. À chaque date de semis, deux bandes de soya de 3 m de large par 25 m de long étaient semées côte-à-côte avec un espacement de 30 pouces, l'une avec des semences enrobées d'insecticide (cyantraniliprole) et l'autre avec des semences non-traitées du même lot.

À l'émergence du soya (stade VE), des cages comme celles décrites au volet 3 ont été installées sur les rangs (quatre cages par bande pour un total de 24 cages; **Figure 4**). Le



nombre de plants était ensuite ajusté manuellement pour ne conserver que huit plants par cage.



**Figure 4.** Dispositif expérimental utilisé pour évaluer l'impact des traitements de semences utilisés contre les adultes de la génération hibernante sur la première génération de CH. Des cages ont été installées dans six bandes de soya avec et sans traitement insecticide semées à différentes dates (Semis 1, 2 et 3). Différentes densités de CH (0 et 16) étaient introduites dans les cages à différents stades de croissance du soya (VC, V1 et V2).

### Lâchers de CH

Juste avant les lâchers en cages, des CH adultes de la génération hibernante étaient capturées et conservées tel que décrit dans le volet 3. Dans trois des quatre cages de chaque bande, 16 CH étaient introduites en début de saison (2021 : stades VC, V1 et V2; 2022 : stades VE, VC-V1 et V2) avec un ratio mâle-femelle de 3M:5F, soit une valeur similaire à celle observée au champ. La quatrième cage sans CH était utilisée comme témoin. Les CH ont été laissées dans les cages jusqu'à leur mort, afin de leur permettre de s'accoupler et de pondre pour produire la génération estivale.

### Évaluation de la défoliation

La défoliation causée par les CH a été évaluée tel que décrit au volet 3 à deux reprises au cours de la saison. Une première évaluation a été faite deux semaines après l'introduction pour voir l'impact du traitement de semences sur l'alimentation des CH sur les plantules de soya en début de saison. Une seconde évaluation a ensuite été faite au stade R6-7 (deux mois après les introductions) pour voir la répercussion du traitement de semences sur la génération estivale (issue des CH introduites en début de saison).

### Évaluation des dommages aux gousses

Juste avant la maturité (stade R7-8), les plants de chaque cage ont été comptés et récoltés manuellement et les gousses tombées au sol (si présentes) étaient ramassées et

dénombrées. Le nombre de gousses saines et endommagées sur chaque plant était aussi noté.

### *Évaluation des densités de CH de la génération estivale en fin de saison*

Après la récolte des plants, les cages étaient visitées deux fois par semaine pendant trois semaines afin de capturer et dénombrer les CH de la génération estivale.

### **Analyses statistiques**

Toutes les figures et les analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel R v.4.2.2 (R Core Team, 2022).

#### *Volet 1*

Afin de déterminer s'il est possible de prédire les densités de population de la génération estivale et les dommages qu'elle cause en fin de saison, la relation entre les densités de population de CH et les pourcentages de défoliation et de gousses endommagées en début de saison (stades VC à V3-4) et en fin de saison (R3-4 à R6-7) ont été étudiées visuellement et à l'aide de tests du coefficient de corrélation de Pearson. Les intervalles de confiance à 95 % (IC95) ont aussi été calculés pour chaque coefficient de corrélation afin d'évaluer leur fiabilité. Les paires de variables avec les coefficients de corrélations les plus élevés ont ensuite été analysées séparément à l'aide de modèles de régression linéaire afin de caractériser la relation entre les variables. Le poids de 100 grains a été analysé en fonction du type de grain (sain ou endommagé) à l'aide d'un modèle linéaire généralisé (*Generalized Linear Models* ou GLM) avec distribution normale.

#### *Volet 2*

Toutes les variables réponses ont été analysées à l'aide de modèles linéaires généralisés (*Generalized Linear Models* ou GLM), sauf la proportion de gousses endommagées et le poids de 100 grains sains et 100 grains endommagés qui ont été analysés à l'aide de modèles linéaires mixtes (*Linear Mixed Models* ou LMM) avec la station d'échantillonnage comme effet aléatoire afin de tenir compte de la non-indépendance des observations.

Les pourcentages de défoliation ont été analysés à l'aide de modèles de régression beta (fonction `betareg`). Avant de procéder à l'analyse, les pourcentages ont été exprimés en proportion de 0 à 1, puis transformés à l'aide de la formule suivante :  $p * (n - 1) + 0,5 / n$  (où  $p$  est la proportion et  $n$  est le nombre d'observations). Cette transformation est nécessaire lorsque les données contiennent des 0 et des 1, car le *logit* de ceux-ci n'est pas défini. Les proportions de gousses endommagées et la proportion de grains endommagés dans les gousses endommagées ont été analysées avec une distribution binomiale et une fonction de lien *logit* (fonction `glm`). Les rendements et le poids de 100 grains sains et 100

grains endommagés ont été analysés avec une distribution normale et fonction de lien *identité* (fonction `glm`).

Les variables réponses étaient la défoliation avant et après le traitement (2020), la proportion de gousses endommagées avant et après le traitement (2020 et 2021), le rendement à la fin de la saison (2020 et 2021), ainsi que la proportion de grains endommagés et le poids de 100 grains sains et 100 grains endommagés (2021). Les effets principaux étaient le traitement (T ou NT), la date d'observation, et leur interaction.

### *Volets 3 et 4*

Toutes les variables réponses ont été analysées à l'aide de modèles linéaires généralisés (*Generalized Linear Models* ou GLM), sauf la proportion de gousses endommagées et la proportion de grains endommagés qui ont été analysées à l'aide de modèles linéaires mixtes (*Linear Mixed Models* ou LMM) avec la cage comme effet aléatoire afin de tenir compte de la non-indépendance des observations.

Les pourcentages de défoliation, la proportion de gousses endommagées et de grains endommagés, ainsi que les rendements et le poids de 100 grains sains et de 100 grains endommagés ont été analysés de la même manière qu'au volet 2. Le nombre de CH de génération estivale émergées a été analysé avec une distribution binomiale négative.

Pour les expériences en cages du volet 3, les variables réponses étaient le pourcentage de défoliation, la proportion de gousses endommagées, la proportion de grains endommagés dans les gousses endommagées, le poids de 100 grains sains et de 100 grains endommagés, et le rendement. Les analyses de pourcentages de défoliation et de proportion de gousses endommagées ont été faites séparément pour les cages avec introductions en début de saison (stades VE à V3) et celles en fin de saison (R3-4). En outre, les deux évaluations de défoliation en début de saison ont aussi été analysées séparément. Les analyses des cages avec introductions en début de saison ont été faites en utilisant comme effets principaux la densité de CH introduites, le stade du soya au moment de l'introduction, l'année, et leur interaction. Pour les analyses des cages avec introduction en fin de saison, les effets principaux étaient la densité de CH introduites, l'année et leur interaction.

Pour les expériences en cages du volet 4, les variables réponses étaient le pourcentage de défoliation, la proportion de gousses endommagées et le nombre de CH de génération estivale émergées. Pour l'analyse de la défoliation, les deux évaluations ont été analysées séparément. Les effets principaux de ces modèles étaient le stade du soya au moment de l'introduction, le type de semence, l'année, et leur interaction.

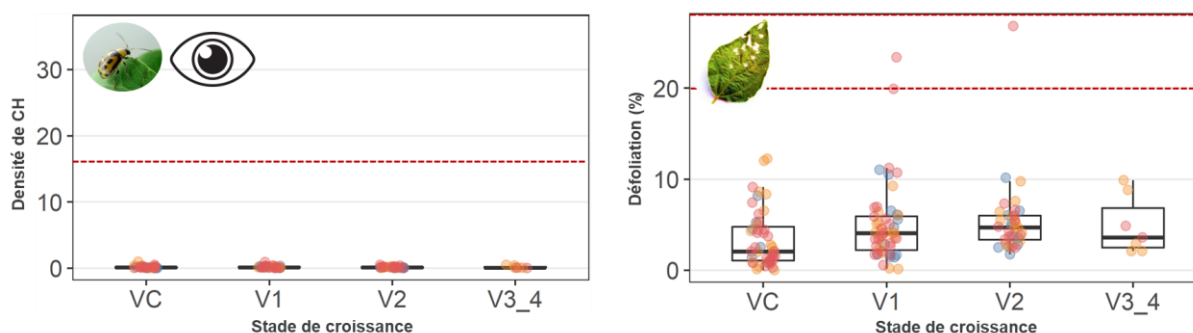
Pour toutes les analyses de tous les volets, les conditions de normalité et d'homoscédasticité des modèles ont été vérifiées visuellement à l'aide de graphiques des résidus. Les effets des modèles ont été testés à l'aide de tests du maximum de vraisemblance (*Likelihood Ratio Test* ou *LRT*; fonction `drop1`). En cas de résultat significatif, les moyennes étaient comparées à l'aide de la procédure des « moyennes marginales estimées » (*Estimated Marginal Means*; fonction `emmeans`) avec correction de Tukey pour tests multiples. Toutes les analyses ont été faites avec un seuil  $\alpha = 0,05$ .

## RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

### ***Volet 1. Développement et validation d'une méthode de dépistage de la CH permettant de prédire la densité de la génération estivale en fonction de la densité de la génération hibernante***

#### *Dépistages en début de saison*

Les densités de CH en début de saison (stades VC à V3-4) étaient très faibles dans tous les champs suivis et aucun n'a atteint le seuil de 16 CH par 30 cm de rang utilisé en Ontario (**Figure 5**). La densité la plus élevée a été observée à Saint-Urbain-Premier en 2021 (0,95 CH par 30 cm de rang au stade VC). Cette valeur maximale reste cependant très inférieure au seuil d'intervention utilisé en Ontario.

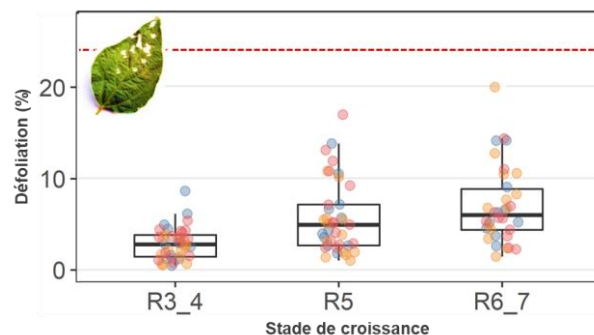


**Figure 5.** Densité moyenne de chrysomèles du haricot (nb par 30 cm de rang) et pourcentages de défoliation en début de saison (stades VC, V1, V2, V3\_4) dans les champs suivis en 2020 (points bleus), 2021 (points jaunes) et 2022 (points rouges). Les seuils d'intervention de l'Ontario sont représentés par les lignes pointillées rouges (16 CH par 30 cm de rang et 20 % à 30 % de défoliation, respectivement).

La défoliation en début de saison était relativement faible dans la majorité des champs suivis. En effet, plus du trois quarts des sites (30 sur 38, soit 79 %) présentait une défoliation inférieure à 10 % (**Figure 5**) et seuls deux sites en 2022 étaient dans l'intervalle du seuil d'intervention de l'Ontario de 20 à 30 % avec une défoliation de 23,4 % (Saint-Bernard-de-Michaudville) et 26,8 % (Saint-Chrysostome).

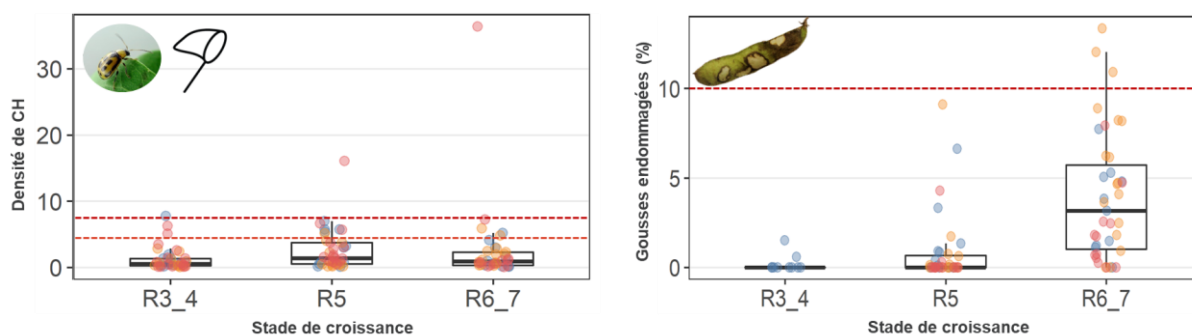
#### *Dépistages en fin de saison*

La défoliation était généralement plus élevée pendant la période de formation des gousses (R3-4 à R6-7) que pendant la période végétative (VC à V3-4) (**Figure 6**). Cependant, plus du tiers des sites (27 sur 38, soit 71 %) présentait une défoliation inférieure à 10 %. Les valeurs les plus élevées ont été observées à l'Assomption en 2021 et 2022 (16,9 et 19,9 % à R5 et R6-7), Saint-Bernard-de-Michaudville en 2020 (14,1 % à R6-7) et Saint-Urbain-Premier en 2020 (13,7 et 14,1 % à R5 et R6-7). Aucun site n'a cependant dépassé le seuil d'intervention recommandé en Ontario (25 % de défoliation entre les stades R5 à R7) pendant les trois années du projet.



**Figure 6.** Pourcentage de défoliation aux stades gousses (R3\_4, R5, R6\_7) dans les champs suivis en 2020 (points bleus), 2021 (points jaunes) et 2022 (points rouges). Le seuil d'intervention de l'Ontario (25 % de défoliation) est représenté par la ligne pointillée rouge.

Les abondances de CH étaient généralement plus élevées au stade R5 et R6-7 (**Figure 7**). Des taux de capture très élevés ont été observés aux stades R5 et R6-7 à Saint-Urbain-Premier en 2022 (16,1 et 36,4 CH par coup de filet fauchoir, respectivement). Cependant, les taux de capture étaient généralement plus faibles aux autres sites, bien que certains approchaient du seuil d'intervention de 4 à 7 CH par coup de filet. Deux sites à Saint-Urbain-Premier en 2020 et 2022 avaient des taux de capture de plus de 7 CH par coup de filet (7,8 et 7,2, respectivement). Treize sites (14 dépistages) avaient des valeurs comprises entre 4 et 7 CH par coup de filet au cours d'au moins un des trois dépistages de fin de saison. Douze de ces sites étaient situés en MO et 10 des dépistages à Saint-Jacques-le-Mineur et Saint-Urbain-Premier. À noter que 61 % des sites (23) dépistés dans le cadre de ce projet étaient en dessous du seuil de 4 CH par coup de filet.



**Figure 7.** Densité moyenne de chrysomèles du haricot (nb par coup de filet fauchoir) et pourcentages de dommages aux gousses aux stades gousses (R3\_4, R5, R6\_7) dans les champs suivis en 2020 (points bleus), 2021 (points jaunes) et 2022 (points rouges). Les seuils d'intervention de l'Ontario sont représentés par les lignes pointillées rouges (4-7 CH par coup de filet et 10 % de gousses endommagées, respectivement).

Les dommages aux gousses étaient nuls ou très faibles (0,6 et 1,5 %) au début de la formation des gousses (stades R3-4), mais augmentaient par la suite pour atteindre leurs valeurs les plus élevées au stade R6-7 (**Figure 7**). Deux sites ont dépassé en 2021 le seuil de 10 % de gousses endommagées en fin de saison, dont deux dépistages à Saint-Jacques-le-Mineur (12 % et 13,3 % à R5 et R6-7) et un à Saint-Urbain-Premier (10,9 % à R6-7). Huit autres sites ont atteint des pourcentages de gousses endommagées entre 5 et 10 %, dont trois sites au-dessus de 8 %.

Les seuils d'intervention rapportés dans la littérature recommandent une intervention phytosanitaire en fin de saison lorsque 25 % des plants sont défoliés ou que 10 % des gousses sont grignotées. Un autre seuil plus détaillé, basé sur le nombre d'insectes et la présence de dommages sur les gousses, est aussi utilisé (**Tableau 3**). Ce seuil permet de prendre une décision quant à une intervention en fonction du nombre de CH, du pourcentage de dommages aux gousses et de la couleur des gousses.

**Tableau 3.** Seuils d'interventions basé sur le nombre moyen de chrysomèles du haricot par coup de filet dans du soya semé aux 30 pouces (7 pouces), les dommages aux gousses et leur maturité entre le stade R5 et R7.

Dommages aux gousses	Nombre moyen de chrysomèles du haricot par coup de filet dans du soya semé aux 30 pouces (7 pouces) *		
	Moins de 4(3)	4(3) à 7(5)	Plus de 7(5)
0 à 8 %	Interrompre le dépistage	Dépister à nouveau 5 jours plus tard	Intervenir (préventif) si les gousses sont encore vertes
8 à 12 %	Dépister à nouveau 5 jours plus tard	Intervenir si les gousses sont encore vertes	Intervenir si les gousses sont vertes à jaunes
Plus de 12 %	Intervenir si les gousses sont encore vertes et que les chrysomèles sont présentes	Intervenir à moins que les gousses soient complètement sèches	Intervenir à moins que les gousses soient complètement sèches

\* Modifié d'après le tableau de l'Université de l'Illinois; adapté de Krupke et Obermeyer 2021.

Parmi les 38 sites suivis, trois n'ont pas eu de dépistage au stade R6-7 et ont donc été retirés de l'analyse présentée ci-dessous. Ainsi, selon cette grille d'évaluation (**Tableau 3**), le trois-quarts des sites (26 sur 35) n'auraient pas eu besoin d'une intervention au stade R6-7 (**Tableau 4**). Pour deux de ces sites, les dépistages réalisés à R5 recommandaient de dépister à nouveau cinq jours plus tard ou, pour un des sites, d'intervenir (préventif).

Parmi les sites où une interruption du dépistage était recommandée à R5, cinq ont vu leurs populations de CH et/ou de dommages aux gousses augmenter au dépistage suivant (R6-7), tous localisés en MO. Pour quatre d'entre eux, un nouveau dépistage était recommandé cinq jours plus tard alors qu'un nécessitait une intervention.

Finalement, quatre sites auraient nécessité une intervention suite au dépistage réalisé à R6-7 (trois à Saint-Urbain-Premier et un à Saint-Jacques-le-Mineur). Parmi ces derniers, deux nécessitaient déjà une intervention au stade R5 (Saint-Urbain-Premier). Il faut cependant rappeler que l'impact de la CH sur le rendement ou la qualité des grains est encore peu connu et les seuils de la grille d'évaluation mériteraient d'être validés dans un contexte québécois.

**Tableau 4.** Nombre de site avec décision d'interruption du dépistage, de dépister à nouveau ou d'intervenir basé sur le nombre moyen de chrysomèles du haricot par coup de filet, les dommages aux gousses et leur maturité entre le stade R5 et R7 pour 35 sites suivis dans le cadre du projet.

Décision	R6-7			Total
	Interrompre le dépistage	Dépister à nouveau	Intervenir	
R5 Interrompre le dépistage	23	4	1	28
Dépister à nouveau	2	1	1	4
Intervenir	1	0	2	3
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>35</b>

La MO était la région la plus touchée par la CH puisqu'un tiers des sites de cette région (33 %; 5 sites sur 15) avaient comme recommandation d'intervenir lors des visites à R5 et R6-7. À l'inverse, 100 % des sites situés en ME (14 sites) et en LAN (5 sites) avaient comme recommandation d'interrompre le dépistage à R6-7.

### *Évaluation de la qualité du grain dans les champs dépistés*

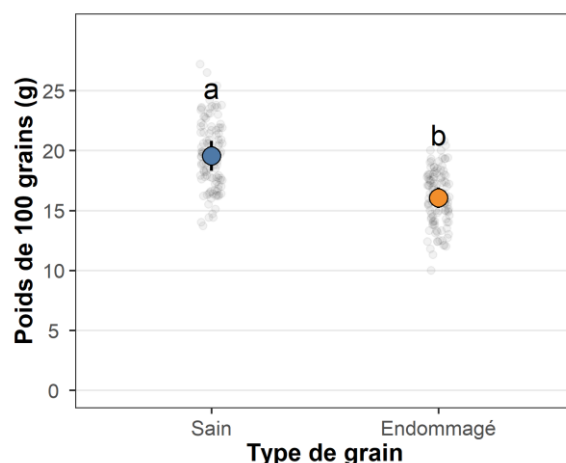
En 2020, le classement des grains réalisé par la Régie des marchés agricoles et alimentaires du Québec (RMAAQ) pour les 16 champs testés n'a révélé aucun déclassement attribuable à la CH.

En 2021 et 2022, le pourcentage de grains endommagés a été analysé au CÉROM. En 2021, les pourcentages les plus élevés ont été observés aux trois sites de Saint-Urbain-Premier (4,2 à 7,2 %; **Tableau 5**). Les pourcentages étaient cependant faibles aux autres sites, variant de 0,2 % (Saint-Denis-sur-Richelieu-3) à 1,7 % (Saint-Jacques-le-Mineur-1). En 2022, les pourcentages de grains endommagés les plus élevés ont été observés à Saint-Chrysostome (18,4 %) et Saint-Urbain-Premier (8,1 %; **Tableau 5**). Des valeurs intermédiaires ont été observées à Saint-Denis-sur-Richelieu-1 (4,6 %) et Saint-Jacques-le-Mineur-1 (4,4 %). Le reste des champs avaient un pourcentage de grains endommagés inférieur à 3 % (0,4 à 2,7 %). Globalement, les pourcentages de grains endommagés étaient plus élevés en MO qu'en ME et LAN. De manière intéressante, c'est en MO que les populations de CH étaient les plus élevées.

**Tableau 5.** Pourcentage de grains endommagés dans les champs de soya suivis en 2021 et 2022.

2021			2022		
Région	Municipalité	Pourcentage de grains endommagés	Région	Municipalité	Pourcentage de grains endommagés
ME	St-Denis-sur-Richelieu_1	0,8	LAN	L'Assomption	2,7
	St-Denis-sur-Richelieu_2	0,3		St-Jacques	2,7
	St-Denis-sur-Richelieu_3	0,2	ME	St-Bernard-de-Michaudville	1,3
	St-Denis-sur-Richelieu_6	1,5		St-Charles-sur-Richelieu	1,5
	St-Denis-sur-Richelieu_7	0,5		St-Denis-sur-Richelieu_1	4,6
MO	St-Jacques-le-Mineur_1	1,7	St-Denis-sur-Richelieu_3	0,4	
	St-Jacques-le-Mineur_2	1,0	St-Denis-sur-Richelieu_5	1,6	
	St-Louis-de-Gonzague_1	1,2	St-Ours	0,4	
	St-Urbain-Premier_1	4,2	MO	St-Chrysostome_1	18,4
	St-Urbain-Premier_2	5,5		St-Jacques-le-Mineur_1	4,4
	St-Urbain-Premier_3	7,2		St-Jacques-le-Mineur_2	1,0
		St-Urbain-Premier_2		8,1	

Une différence significative a été observée entre le poids de 100 grains sains et le poids de 100 grains endommagés ( $\chi^2_{(1)} = 73,5$ ;  $p < 0,001$ ; **Figure 8**). Le poids des grains endommagés (16,0 g) était plus faible que celui des grains sains (19,6 g), soit une différence de 18,3 %.



**Figure 8.** Poids moyen de 100 grains sains et 100 grains endommagés dans les champs de soya suivis en 2021 et 2022. Les barres d'erreur représentent l'erreur-type. Les niveaux avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement.

### Relation entre les dépistages de début et de fin de saison

Il était initialement prévu de développer une méthode de dépistage permettant de prédire les abondances et/ou les dommages de CH de la génération estivale en fin de saison (stades R5 à R7) à partir des dépistages de la génération hivernante en début de saison (stades VC à V3-4). Dans cette optique, la relation entre les dépistages de début et de fin de saison a donc été étudiée pour valider si une telle méthode de dépistage pouvait être développée.

Aucune relation n'a été trouvée entre les abondances de CH en début de saison et (i) les abondances de CH, (ii) les défoliations, ou (iii) les dommages aux gousses en fin de saison (**Tableau 6**).

Une corrélation positive a été observée entre le pourcentage de défoliation au stade V2 et (i) le pourcentage de défoliation, et (ii) les abondances de CH aux stades R3-4. La défoliation au stade VC était aussi positivement corrélée avec les dommages aux gousses au stade R5, mais pas au stade R6-7.

Une forte corrélation positive a été observée entre le pourcentage de dommages aux gousses aux stades R5 et R6-7. Par ailleurs, les abondances de CH aux stades R5 et R6-7 étaient également positivement corrélées avec la proportion de gousses endommagées aux stades R6-7, mais pas avec la défoliation.

**Tableau 6.** Résumé des corrélations significatives observées entre les différentes combinaisons de densité de chrysomèles du haricot, de défoliation et de dommages aux gousses au début (DS) et en fin de saison (FS).

		FS		
Corrélation entre :		Densité de CH	Défoliation	Gousses endommagées
DS	Densité de CH	∅	∅	∅
	Défoliation	V2 --> R3-4	V2 --> R3-4	VC --> R5
FS	Gousses endommagées	R6-7 --> R5 et R6-7	∅	R5 --> R6-7



### *Relation entre les dépistages de début et de fin de saison et les pourcentages de grains endommagés*

Aucune corrélation significative n'a été observée entre le pourcentage de grains endommagés et la défoliation en cours de saison. Cependant, une corrélation positive significative a été observée entre le pourcentage de grains endommagés et la densité de CH au stade R5 ( $r = 0,61$ ; IC : 0,27 – 0,82;  $p = 0,002$ ) et R6-7 ( $r = 0,64$ ; IC : 0,31 – 0,84;  $p = 0,001$ ). De la même manière, une corrélation positive significative a aussi été observée entre le pourcentage de grains endommagés et la proportion de gousses endommagées à R5 ( $r = 0,49$ ; IC : 0,09 – 0,76;  $p = 0,02$ ) et marginalement significative à R6-7 ( $r = 0,36$ ; IC : -0,07 – 0,68;  $p = 0,097$ ). Ces relations n'ont cependant pas été étudiées plus en profondeur car l'amplitude des taux de captures et des dommages aux gousses était trop restreinte pour bien caractériser la relation de ces deux variables avec la proportion de grains endommagés. Toutefois, une étude est actuellement menée par le CÉROM pour valider les tendances observées et confirmer l'utilité de ces variables dans la prédiction des proportions de grains endommagés à la récolte.

### *Conclusions*

Les résultats suggèrent que les dépistages en début de saison ne seraient pas nécessaires. D'une part, il ne semble pas possible de prédire les abondances de CH et les dommages aux plants de soya en fin de saison à partir des densités de CH ou des défoliations observées en début de saison. D'autre part, les populations de CH en début de saison et les dommages qu'elles occasionnaient au feuillage étaient faibles et en dessous des seuils recommandés. En outre, le soya est très résilient face à la défoliation durant les stades végétatifs.

Le dépistage au stade R3-4 serait lui aussi facultatif puisque très peu de dommages aux feuilles et aux gousses étaient visibles. Ceci peut s'expliquer par le fait que les adultes de la génération estivale commencent à émerger à la fin du mois de juillet, ce qui coïncide généralement avec le stade R3-4 ou plus, et qu'ils commencent seulement à se nourrir.

La défoliation en début et en fin de saison ne s'est pas révélée être un bon indicateur des populations de CH et des dommages aux gousses observés en fin de saison puisqu'aucune corrélation d'importance n'a été observée.

La méthode de dépistage suggérée est donc de faire le suivi des populations de CH et des gousses endommagées entre les stades R5 et R7. C'est à ce moment que les CH causent les dommages les plus importants, atteignant parfois les seuils d'intervention recommandés en Ontario et au États-Unis. Par ailleurs, des corrélations ont été trouvées entre les dommages aux gousses, les populations de CH et le pourcentage de grains endommagés en fin de saison. Ceci confirme l'importance du suivi des populations de CH et des gousses endommagées. Ceci suggère également qu'il serait possible de prédire les dommages aux gousses et la perte de qualité du grain en fin de saison à partir des abondances et des dommages aux gousses observés entre les stades R5 et R7 et ainsi prévoir une intervention avant que les dommages ne deviennent trop importants.

Finalement, il serait suggéré de faire des dépistages supplémentaires (au moins trois) entre les stades R5 et R7. En effet, plusieurs des sites suivis (9) ont vu leurs populations de CH et/ou leurs pourcentages de gousses endommagés augmenter entre ces deux stades au point qu'une poursuite du dépistage ou une intervention aurait été nécessaire.

## **Volet 2. Impact de la CH sur le rendement et la qualité du grain**

### *Dépistage de micro-organismes pathogènes potentiellement transmis par la CH*

L'analyse des échantillons de plantules, de feuilles et de gousses récoltés dans le cadre de ce projet a montré que la transmission de pathogènes par la CH ne semble pas être actuellement un problème pour la culture du soya au Québec. En effet, tous les échantillons se sont avérés négatifs au CPMV, et un seul échantillon de feuille et de gousses (Saint-Charles-sur-Richelieu) a testé faiblement positif au SBMV en 2022.

Cependant, des échantillons de plantules provenant de trois sites (deux sites à Saint-Urbain-Premier, et un à Saint-Denis-sur-Richelieu) ont obtenu un résultat positif au BPMV en 2021. Afin de valider ces résultats, un échantillonnage supplémentaire a été réalisé un mois plus tard dans les deux champs de Saint-Urbain-Premier sur un nombre plus important de plants (50), mais les tests se sont révélés négatifs. Les tests effectués sur les échantillons de feuilles et de gousses récoltés plus tard en saison, ainsi que sur des grains endommagés (symptômes en lien avec la chrysomèle et/ou le virus) après la récolte, se sont tous aussi avérés négatifs au BPMV. Puisque les signaux de la première détection par test ELISA étaient faibles, il est possible que le virus fût présent en très faible quantité ou bien limité à quelques plantes. Toutefois, l'absence de résultats positifs sur les échantillonnages supplémentaires en cours et en fin de saisons suggère qu'il s'agissait de faux positifs et que le virus ne serait pas encore présent au Québec à ce jour.

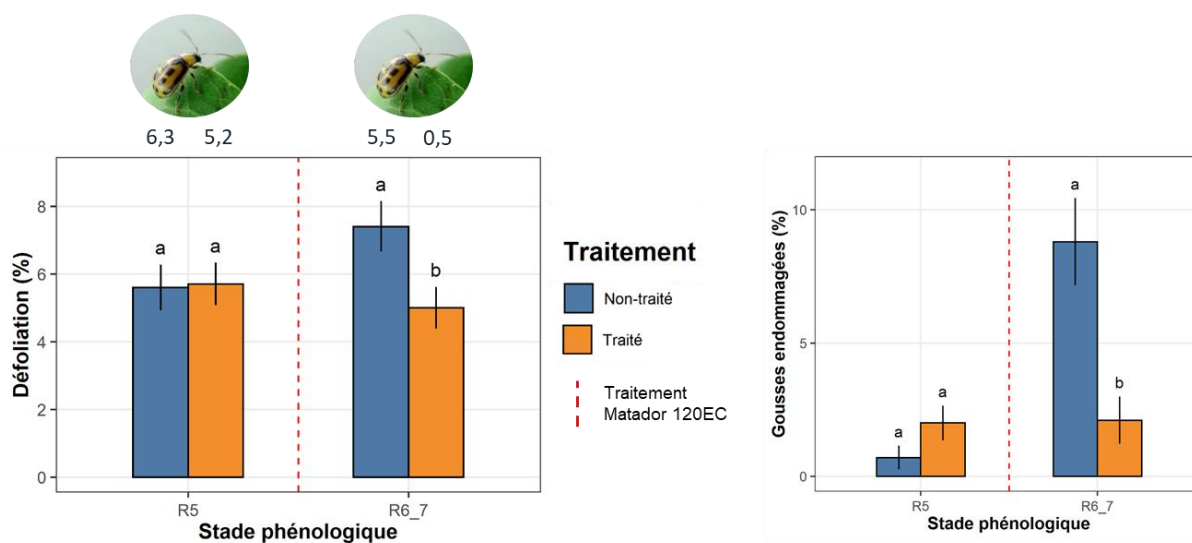
Aucune présence de *Sclerotinia sp.* n'a été détectée dans les échantillons. Par contre, *Phomopsis sp.* a été détecté dans six champs sur des gousses endommagées par la CH (huit échantillons, dont sept en 2022; **Tableau 7**). De manière intéressante, *Phomopsis* n'a pas été retrouvé en MO, alors qu'il s'agit de la région qui présentait les plus importantes populations de CH. Cette maladie transmissible par la CH est reconnue pour affecter les tiges, les gousses, et les grains lorsque les conditions sont favorables à son développement. Une infection des grains par cette maladie peut d'ailleurs réduire la viabilité des semences. Cependant, seule la surface des gousses a été testée et il n'est donc pas possible de savoir si les grains étaient affectés. Des études sont actuellement en cours au CÉROM pour déterminer si la présence de maladies dans les grains est reliée à la présence de dommages causés par la CH.

**Tableau 7.** Échantillons positifs à *Phomopsis* sp. dans les champs suivis dans trois régions entre 2020 et 2022.

Année	Région	Municipalité	Espèce (forme sexuée et asexuée)	
2021	ME	St-Denis-sur-Richelieu_2	<i>Phomopsis phaseolae</i> f.sp. <i>phaseoli</i> ( <i>Diaporthe phaseolorum</i> )	
		LAN	L'Assomption	<i>Phomopsis mali</i> ( <i>Diaporthe eres</i> )
			St-Jacques	<i>Phomopsis phaseoli</i> f.sp. <i>caulivora</i> ( <i>Diaporthe caulivora</i> )
			St-Jacques	<i>Phomopsis phaseoli</i> f.sp. <i>caulivora</i> ( <i>Diaporthe caulivora</i> )
2022	ME	St-Bernard-de-Michaudville	<i>Phomopsis phaseoli</i> f.sp. <i>caulivora</i> ( <i>Diaporthe caulivora</i> )	
		St-Charles-sur-Richelieu	<i>Phomopsis</i> sp. (n.d.)	
		St-Charles-sur-Richelieu	<i>Phomopsis</i> sp. (n.d.)	
		St-Denis-sur-Richelieu-1	<i>Phomopsis</i> sp. (n.d.)	

### Efficacité d'un traitement insecticide foliaire contre la CH

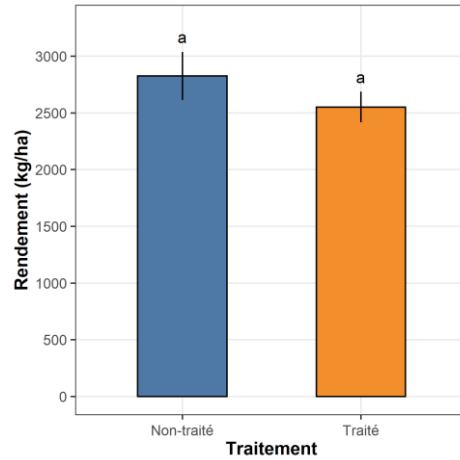
En 2020, le traitement insecticide effectué à Saint-Jacques-le-Mineur a permis de réduire les populations de CH dans la partie T comparativement à la partie NT. Les populations de CH dans la partie T sont ainsi passées de 5,2 CH par coup de filet juste avant le traitement insecticide (R5) à 0,5 CH par coup de filet après le traitement (R6-7), alors qu'elles sont restées stables dans la partie NT (6,3 vs 5,5 CH par coup de filet; **Figure 9**).



**Figure 9.** Pourcentage de défoliation (à gauche) et de gousses endommagées (à droite) dans les parcelles traitées et non-traitées au Matador® 120EC (lambda-cyhalothrine) à Saint-Jacques-le-Mineur en 2020. La ligne pointillée rouge représente le traitement insecticide. Les barres d'erreur représentent l'erreur-type. Les niveaux avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement.

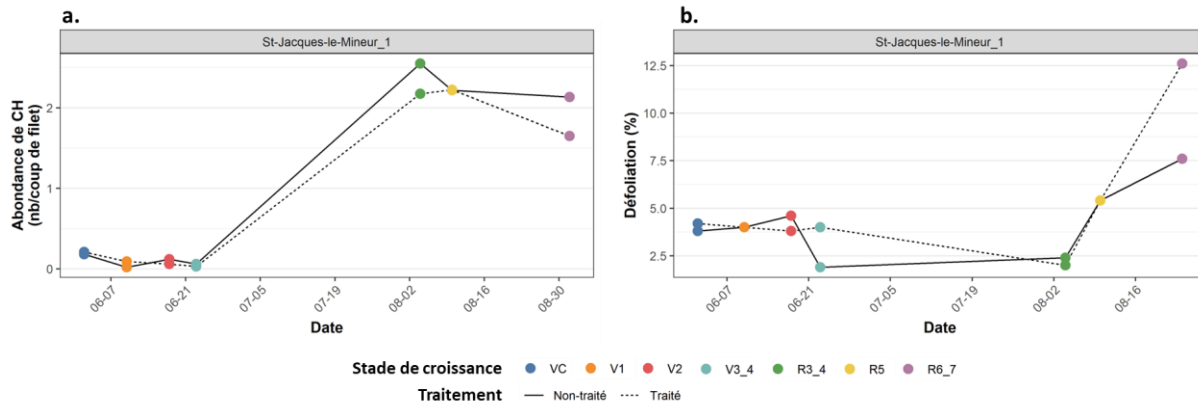
Cette diminution des populations dans la partie T s'est traduite par un arrêt de la progression de la défoliation ( $\chi^2_{(1)} = 5,84$ ;  $p = 0,016$ ; **Figure 9**) et des dommages aux gousses ( $\chi^2_{(1)} = 4,8$ ;  $p = 0,028$ ; **Figure 9**). Ainsi, le pourcentage de défoliation dans la partie NT est passé de 5,6 % juste avant le traitement insecticide (R5) à 7,4 % après le traitement (R6-7), alors qu'il est resté stable dans la partie T (5,7 % vs 5,0 %). De la même manière, la proportion de gousses endommagées est passée de 0,7 à 8,8 % dans la partie NT, alors qu'elle est restée identique dans la partie T (2,0 vs 2,1 %).

Aucune différence de rendement n'a cependant été notée entre la partie T (2 550 kg/ha) et NT (2 825 kg/ha;  $\chi^2_{(1)} = 1,39$ ;  $p = 0,238$ ; **Figure 10**), et ce, malgré les différences observées au niveau des pourcentages de défoliation et des gousses endommagées.



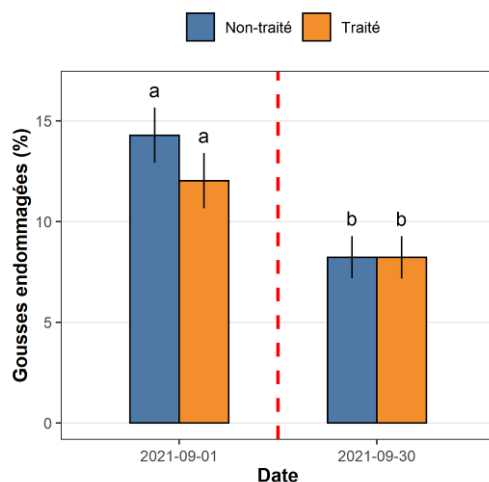
**Figure 10.** Rendement moyen (kg/ha) des parcelles traitées et non-traitées au Matador® 120EC (lambda-cyhalothrine) à Saint-Jacques-le-Mineur en 2020. Les barres d'erreur représentent l'erreur-type. Les niveaux avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement.

En 2021, les taux de capture de CH (par coup de filet fauchoir) et les pourcentages de défoliation étaient similaires tout au long de la saison entre la partie T et NT (**Figure 11**). Cependant, à la dernière visite juste avant le traitement insecticide (stade R6-7), le pourcentage de défoliation avait augmenté dans la partie T et était près du double de celui de la partie NT (**Figure 11b**).



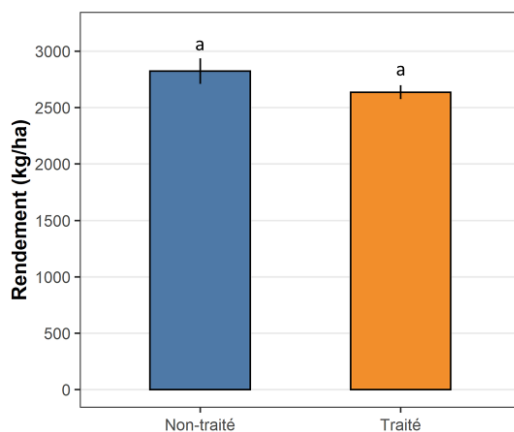
**Figure 11.** Taux de capture de chrysomèles du haricot (nb/par coup de filet fauchoir) (a.) et pourcentage moyen de défoliation (b.) dans les parcelles traitées et non-traitées au Matador® 120EC (lambda-cyhalothrine) à Saint-Jacques-le-Mineur-1 en 2021.

Puisque le nombre de CH par coup de filet et la défoliation n'ont pas été évalués après le traitement insecticide foliaire, il n'a pas été possible de conclure quant à son effet sur ces paramètres. Cependant, l'évaluation des dommages aux gousses a montré que le pourcentage de gousses endommagées était globalement plus faible après le traitement insecticide, bien qu'aucune différence entre les parties T et NT n'ait été observée ( $\chi^2_{(1)} = 0,352$ ;  $p = 0,553$ ; **Figure 12**).



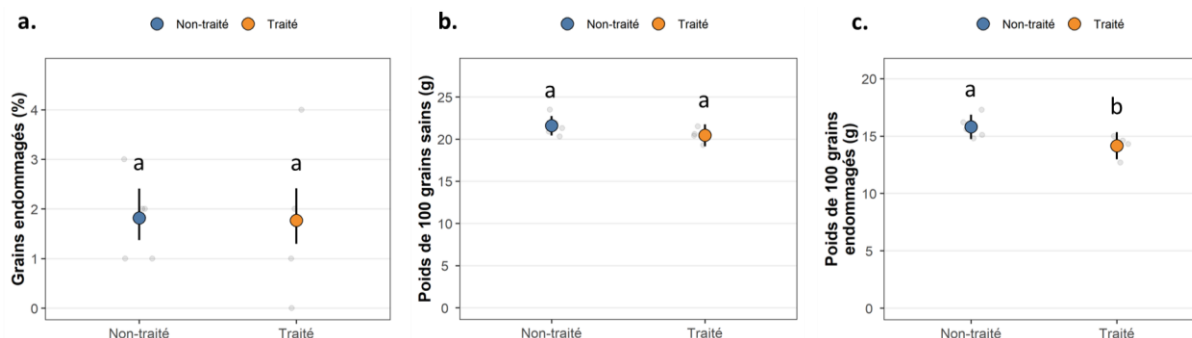
**Figure 12.** Pourcentage moyen de gousses endommagées dans les parcelles traitées et non-traitées au Matador® 120EC (lambda-cyhalothrine) à Saint-Jacques-le-Mineur-1 en 2021. La ligne pointillée rouge représente le traitement insecticide. Les barres d'erreur représentent l'erreur-type. Les niveaux avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement

Aucune différence de rendement n'a été notée entre la partie T (2 634 kg/ha) et la partie NT (2 822 kg/ha;  $\chi^2_{(1)} = 2,05$ ;  $p = 0,152$ ; **Figure 13**).



**Figure 13.** Rendement moyen (kg/ha) du soya dans les parcelles traitées et non-traitées au Matador® 120EC (lambda-cyhalothrine) à Saint-Jacques-le-Mineur en 2021. Les barres d'erreur représentent l'erreur-type. Les niveaux avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement.

Finalement, le traitement foliaire n'a pas affecté le pourcentage de grains endommagés (NT et T : 1,8 %;  $\chi^2_{(1)} = 0,015$ ;  $p = 0,902$ ; **Figure 14a**) et le poids de 100 grains des grains sains (NT : 21,6 g; T : 20,5 g;  $\chi^2_{(1)} = 2,36$ ;  $p = 0,125$ ; **Figure 14b**). Cependant, le poids de 100 grains des grains endommagés était significativement plus faible dans la partie T (14,2 g) que la partie NT (15,8 g;  $\chi^2_{(1)} = 6,06$ ;  $p = 0,014$ ; **Figure 14c**).



**Figure 14.** Pourcentage de grains endommagés (a.) et poids des grains sains (b.) et endommagés (c.) dans les parcelles traitées et non-traitées au Matador® 120EC (lambda-cyhalothrine) à Saint-Jacques-le-Mineur en 2021. Les barres d'erreur représentent l'erreur-type. Les niveaux avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement.

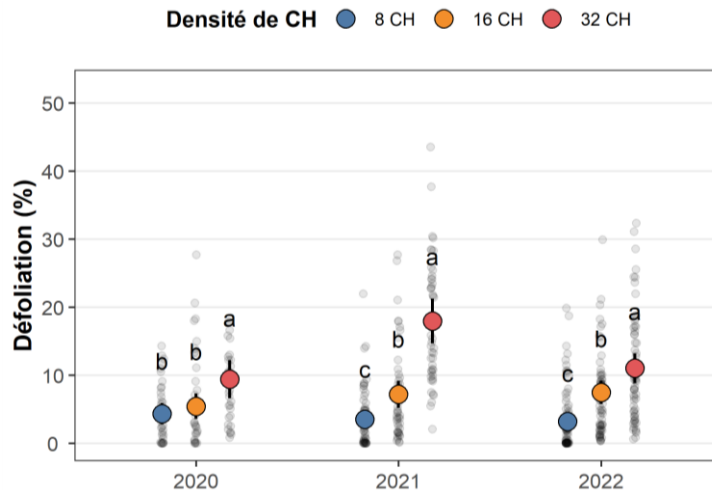
## Conclusion

Les résultats des essais de traitement insecticide foliaire ont montré une efficacité sur les abondances de CH ce qui a permis de limiter la défoliation et les dommages aux gousses lorsque le traitement était réalisé assez tôt en saison. Cependant, les deux traitements n'ont pas été rentables puisqu'aucune différence significative de rendement ou de qualité du grain n'a été observée entre la partie T et NT. Il faut rappeler que les traitements insecticides foliaires réalisés aux États-Unis sont principalement faits pour contrôler les populations de CH responsable de la transmission du BPMV qui cause des pertes de rendement et de qualité du grain. Or les tests sérologiques réalisés sur les plants de soya collectés dans le cadre de cette étude ont montré que le BPMV ne serait pas encore présent au Québec. Dans ce contexte, un plus grand nombre de champs serait nécessaire pour conclure quant à la rentabilité des traitements insecticides, notamment lorsqu'ils sont utilisés dans la gestion de la CH, et tout particulièrement pour les variétés de soya où la qualité du grain est importante.

## Volet 3. Détermination d'un seuil économique d'intervention pour la CH

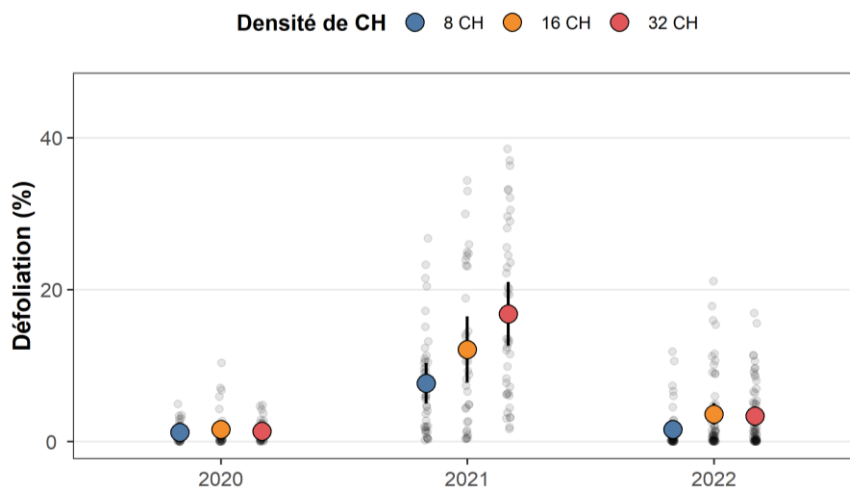
### Défoliation

Dans les cages où des CH de la génération hibernante ont été introduites en début de saison, la défoliation lors de la première évaluation augmentait avec les densités croissantes de CH (**Figure 15**). L'effet de la densité de CH différait cependant entre les années ( $\chi^2_{(4)} = 20,17; p < 0,001$ ). En effet, en 2020, la défoliation était significativement plus élevée pour les cages à 32 CH que les cages à 8 et 16 CH contrairement aux deux autres années où chaque densité de CH était significativement différente l'une de l'autre.



**Figure 15.** Pourcentage de défoliation en début de saison en fonction de différentes densités de chrysomèles du haricot introduites entre les stades VC et V3. Les barres d'erreur représentent l'erreur-type. Les niveaux avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement.

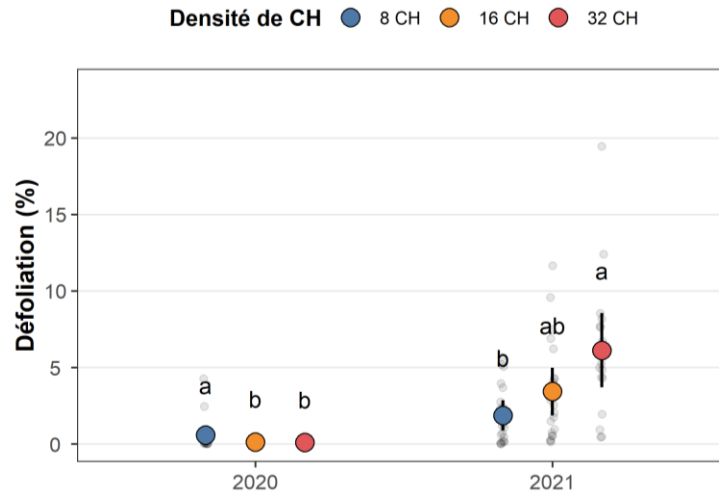
Lors de la deuxième évaluation en fin de saison, la défoliation par les CH était généralement plus faible (**Figure 16**) et ne différait pas entre les densités de CH ni les années ( $\chi^2_{(4)} = 7,55$ ;  $p < 0,109$ ). Une tendance similaire à ce qui était observé en début de saison a cependant été observée uniquement en 2021, soit une augmentation de la défoliation avec les densités croissantes de CH.



**Figure 16.** Pourcentage de défoliation en fin de saison en fonction de différentes densités de chrysomèles du haricot introduites entre les stades VC et V3. Les barres d'erreur représentent l'erreur-type. Les niveaux avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement.

Dans les cages où des CH de la génération estivale ont été introduites au stade R3-4, l'effet de la densité de CH sur la défoliation différait entre les années ( $\chi^2_{(2)} = 43,40$ ;  $p < 0,001$ ; **Figure 17**). En 2020, la défoliation était très faible dans toutes les cages, bien que légèrement plus élevée dans les cages à 8 CH que dans celles à 16 et 32 CH. En 2021, la défoliation était plus élevée dans les cages à 32 CH que dans celles à 8 CH, les cages à 16 CH ayant une valeur intermédiaire. Il est à noter que les pourcentages de défoliation étaient plus faibles que ceux observés dans les cages où des CH de la génération hibernante ont

été introduites en début de saison. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les dommages observés en fin de saison dans ces dernières cages ont été causés par la nouvelle génération issue des individus introduits en début de saison. Bien que les densités introduites étaient les mêmes, les densités de CH en fin de saison étaient probablement bien plus élevées dans les cages avec introduction en début de saison.

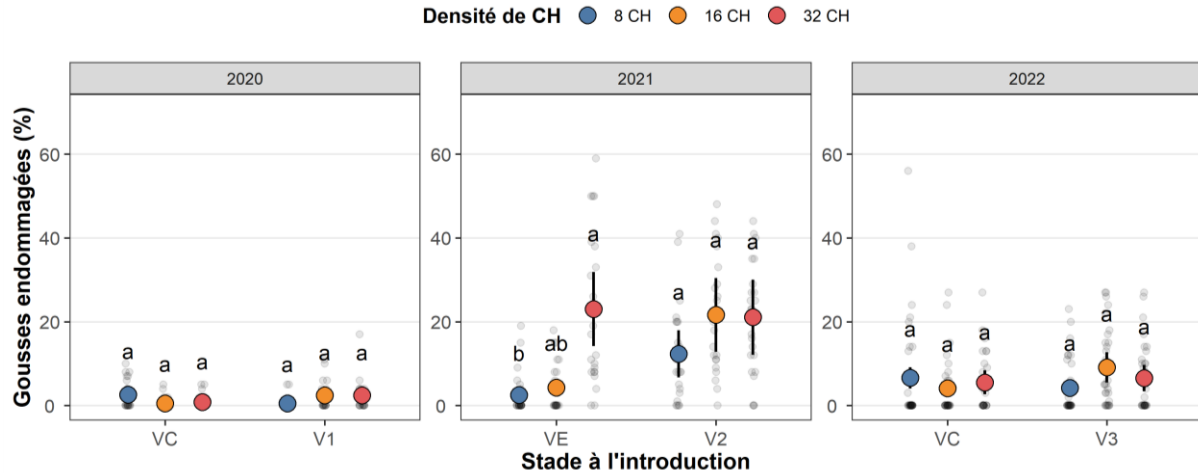


**Figure 17.** Pourcentage de défoliation du soya en fonction de différentes densités de chrysomèles du haricot introduites au stade R3-R4. Les barres d'erreur représentent l'erreur-type. Les niveaux avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement.

### Domages aux gousses

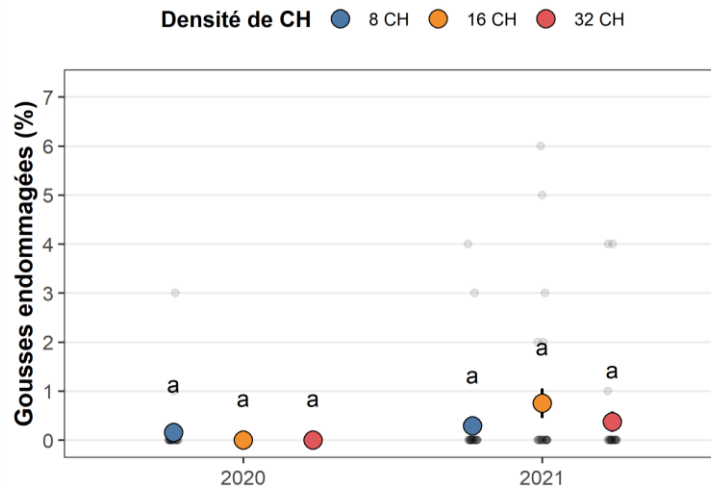
L'analyse des dommages aux gousses en fin de saison a révélé une interaction significative entre la densité de CH, le stade du soya à l'introduction et l'année ( $\chi_{(6)}^2 = 18,9$ ;  $p < 0,01$ ; **Figure 18**). Les dommages aux gousses étaient généralement faibles en 2020 et 2022 et aucune différence significative n'a été observée entre les densités, et ce, quel que soit le stade du soya à l'introduction des CH. En 2021, les pourcentages de dommages aux gousses étaient plus élevés avec un maximum de 23 %. Bien que le pourcentage de gousses endommagées augmentait avec les densités croissantes de CH, la seule différence significative a été observée entre les cages à 32 CH et à 8 CH introduites à VE. La densité de 16 CH présentait une valeur intermédiaire et non différente des deux autres densités. Dans les cages avec introduction de CH à V2, le pourcentage de gousses endommagées ne différait pas entre les densités, bien que les dommages tendaient à être moins importants pour les cages à 8 CH.





**Figure 18.** Pourcentage de gousses endommagées en fin de saison en fonction de différentes densités de chrysothrips du haricot introduites entre les stades VC et V3. Les barres d'erreur représentent l'erreur-type.

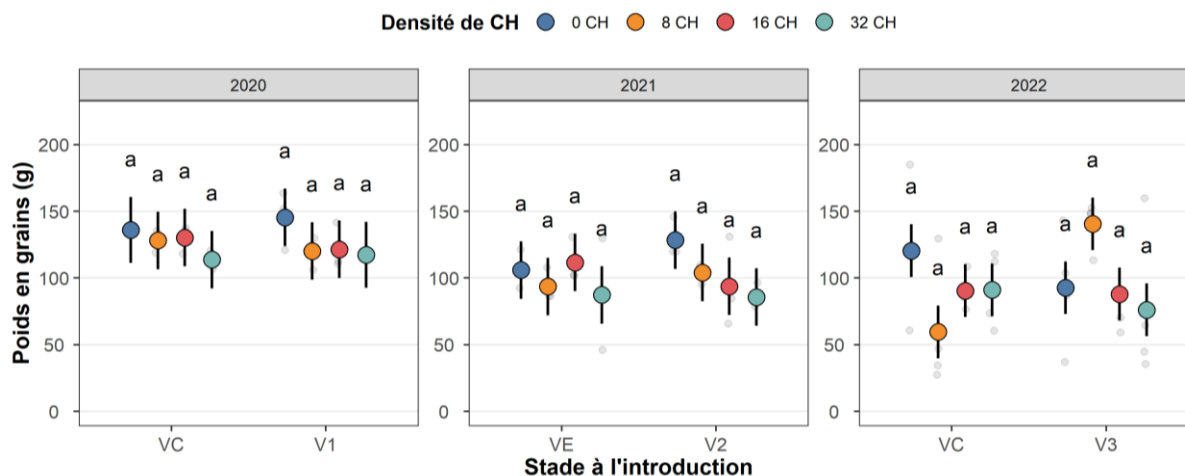
Dans les cages où des CH de la génération estivale ont été introduites au stade R3-4, le pourcentage de gousses endommagées était nul ou très faible (0,2 à 0,7 %) et ne différait pas entre les densités et les années ( $\chi^2_{(2)} = 0,00$ ;  $p = 1,000$ ; **Figure 19**). Tel qu'observé avec la défoliation, la quantité de CH de la génération estivale introduite dans les cages était trop faible pour causer des dommages aux gousses.



**Figure 19.** Pourcentage de gousses endommagées en fin de saison en fonction de différentes densités de chrysothrips du haricot introduites au stade R3-4. Les barres d'erreur représentent l'erreur-type.

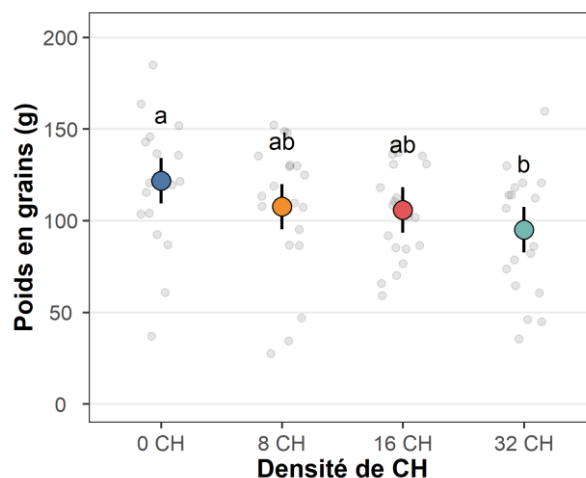
### Rendement et grains endommagés

L'analyse des rendements dans les cages avec introduction en début de saison (stades VC à V3) a révélé une interaction significative entre les densités de CH, le stade du soya à l'introduction et l'année ( $\chi^2_{(6)} = 18,3$ ;  $p = 0,03$ ; **Figure 20**). Cependant, bien que le rendement avait tendance à diminuer avec l'augmentation de la densité de CH, un test de Tukey n'a pas permis de déceler de différence significative entre les densités.



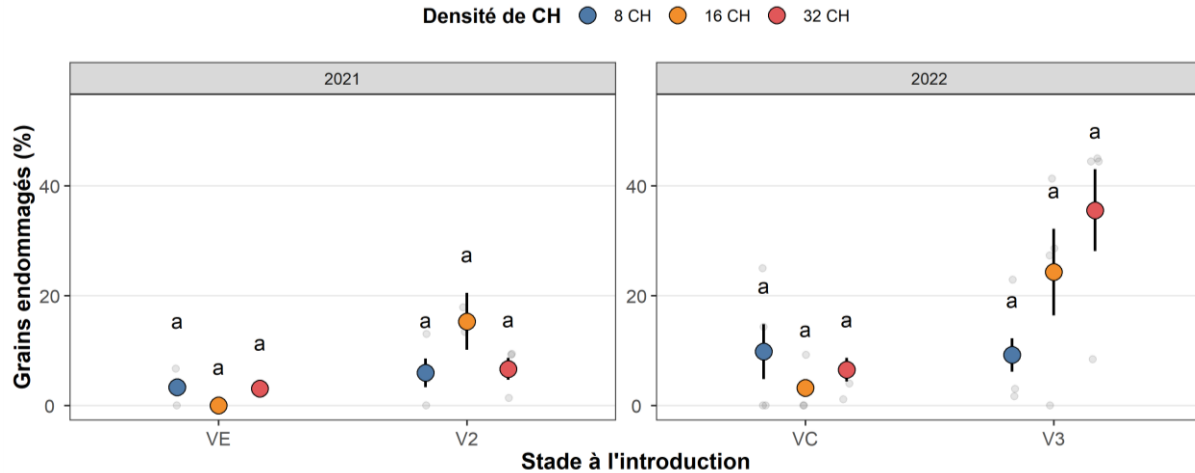
**Figure 20.** Rendement moyen (g) en soya des cages en fonction de la densité de CH et du stade du soya à l'introduction. Les barres d'erreur représentent l'erreur-type. Les niveaux avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement.

Lorsque les rendements ont été analysés sans tenir compte de l'année et du stade à l'introduction des CH, une diminution significative a été observée avec les densité de croissantes de CH ( $\chi^2_{(3)} = 12,7$ ;  $p < 0,01$ ; **Figure 21**). Ainsi, le rendement était plus élevé dans les cages témoins (sans introduction de CH; 119,1 g) que dans celles avec 32 CH (92,7 g). Les cages avec 8 CH (106,8 g) et 16 CH (104,2 g) avaient des valeurs intermédiaires. Ceci représente une perte de 10, 13 et 22 % pour les densités de 8, 16 et 32 CH, respectivement.



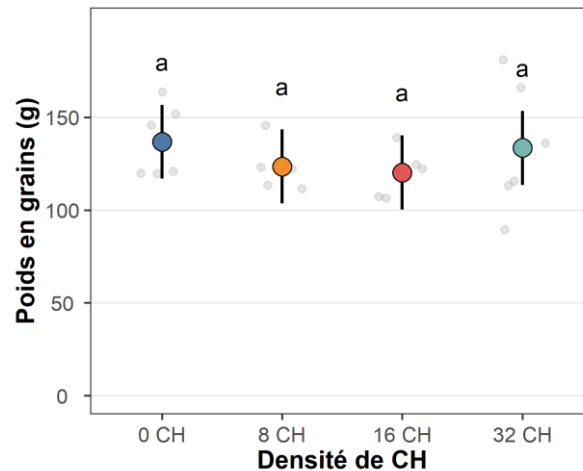
**Figure 21.** Rendement moyen (g) en fonction de la densité de CH introduites dans les cages en début de saison (stades VC à V3). Les barres d'erreur représentent l'erreur-type. Les niveaux avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement.

Le pourcentage de grains endommagés dans les gousses endommagées ne différait pas entre les densités de CH ( $\chi^2_{(4)} = 0,341$ ;  $p < 0,843$ ; Erreur ! Source du renvoi introuvable.), ni entre les stades à l'introduction ( $\chi^2_{(4)} = 0,584$ ;  $p < 0,747$ ). Une tendance à l'augmentation a été trouvée uniquement en 2022 et au stade V3 uniquement.



**Figure 22.** Pourcentage de grains endommagés en fonction de la densité de CH et du stade du soya à l'introduction. Les barres d'erreur représentent l'erreur-type. Les niveaux avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement.

L'analyse des rendements dans les cages avec introduction en fin de saison (stade R3-4) n'a montré aucune différence entre les densités de CH introduites ( $\chi_{(3)} = 2,31$ ;  $p = 0,808$ ; **Figure 23**).



**Figure 23.** Rendement moyen (g) en soya en fonction de la densité de CH introduites dans les cages au stade R3-4. Les barres d'erreur représentent l'erreur-type. Les niveaux avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement.

Finalement, un seul grain endommagé a été trouvé dans les gousses endommagées des cages avec introductions au stade R3-4.

### Conclusion

Les expériences de lâchers de CH en cages n'ont pas permis de valider un seuil d'intervention. Bien qu'une diminution du rendement ait été observée avec une densité croissante de CH, aucun lien avec la défoliation, les dommages aux gousses et la qualité du grain n'a été observé, sauf en 2021. Pour cette année, la défoliation au début et en fin de saison, ainsi que les dommages aux gousses augmentaient avec les densités croissantes de CH. Le rendement avait tendance à diminuer, notamment pour les introductions au stade V2,

et les grains endommagés étaient aussi plus nombreux pour les introductions au stade V2. Toutefois, pour les autres années, les défoliations et les dommages aux gousses étaient trop faibles et les diminutions de rendement étaient moins évidentes. Il n'est donc pas possible de déterminer clairement si les rendements ont été réellement impactés par la CH ce qui n'a pas permis de valider les seuils.

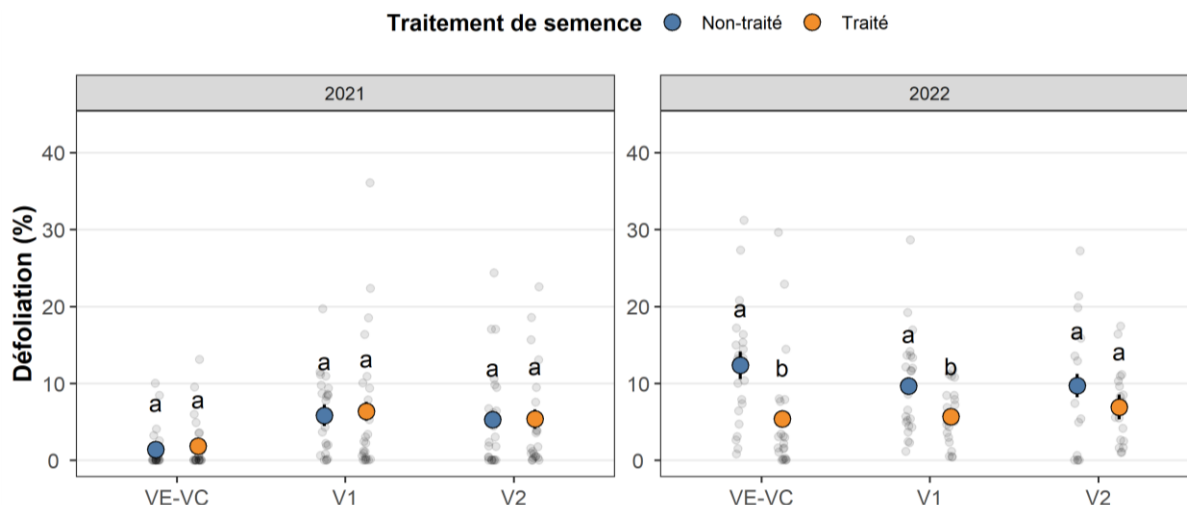
Pour les années où aucun lien n'a été observé, il est possible que les CH ne se soient pas reproduites ou qu'il y ait eu de la mortalité après les lâchers. Ceci aurait résulté en une pression de CH insuffisante pour occasionner des dommages en fin de saison. Les lâchers de CH de la génération estivale au stade R3-4 auraient pu apporter des éléments de réponse. Or, les défoliations et les dommages aux gousses en fin de saison étaient très faibles comparativement à ceux observés dans les cages où des CH de la génération hibernante ont été introduites en début de saison. Les densités de CH de la génération estivale introduites dans les cages au stade R3-4 étaient probablement trop faibles pour causer des défoliations et des dommages aux gousses importants. En effet, le taux de reproduction n'a pas été pris en compte pour le lâcher. Un nombre plus élevé de CH aurait dû être relâché dans les cages afin d'occasionner plus de dommages et d'étudier leur impact sur les composantes du rendement.

Comme ce sont principalement les adultes de la génération estivale qui causent des dommages au soya au Québec, les prochaines études devraient vérifier si les tendances à la baisse du rendement se confirment et valider les seuils d'intervention basés sur cette génération de CH de fin de saison.

#### ***Volet 4. Impact des traitements de semences utilisés contre les adultes de la génération hibernante sur la génération estivale de CH***

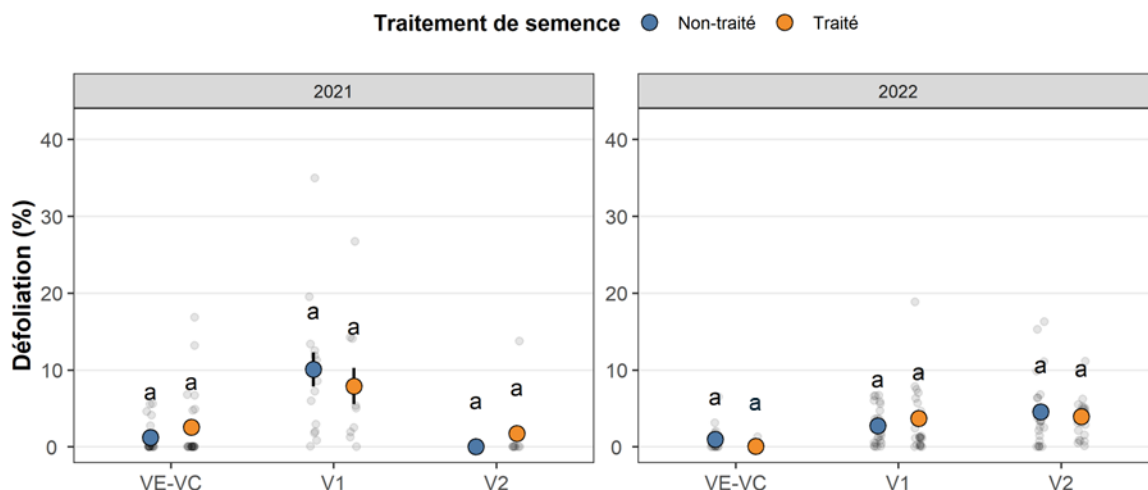
##### *Défoliation*

Une interaction marginalement significative a été observée entre le traitement de semences, le stade du soya à l'introduction et l'année pour la défoliation en début de saison ( $\chi^2_{(2)} = 5,670$ ;  $p = 0,059$ ; **Figure 24**). En 2021, aucune différence n'a été observée entre les semences T et NT, et ce, pour tous les stades d'introduction (VE-VC : 1,9 % contre 1,4 %; V1 : 6,3 % contre 5,8 %; V2 : 5,4 % contre 5,3 %). En 2022, cependant, le pourcentage de défoliation était significativement plus faible pour les semences T que pour les semences NT dans les cages avec introduction aux stades VE-VC (5,4 % contre 12,3 %) et V1 (5,7 % contre 9,6 %), mais pas pour celles avec introduction au stade V2 (6,9 % contre 9,7 %).



**Figure 24.** Pourcentage de défoliation en début de saison en fonction du stade du soya au moment de l'introduction des CH (VE-VC, V1 et V2) et du type de semence (traîée ou non-traîée). Les barres d'erreur représentent l'erreur-type. Les niveaux avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement.

Pour la défoliation en fin de saison, aucune interaction n'a été observée entre le traitement de semences, le stade du soya à l'introduction et l'année ( $\chi^2_{(2)} = 3,236$ ;  $p = 0,198$ ; **Figure 25**). Les pourcentages de défoliation étaient similaires entre les semences T et NT, quel que soit le stade d'introduction et l'année.

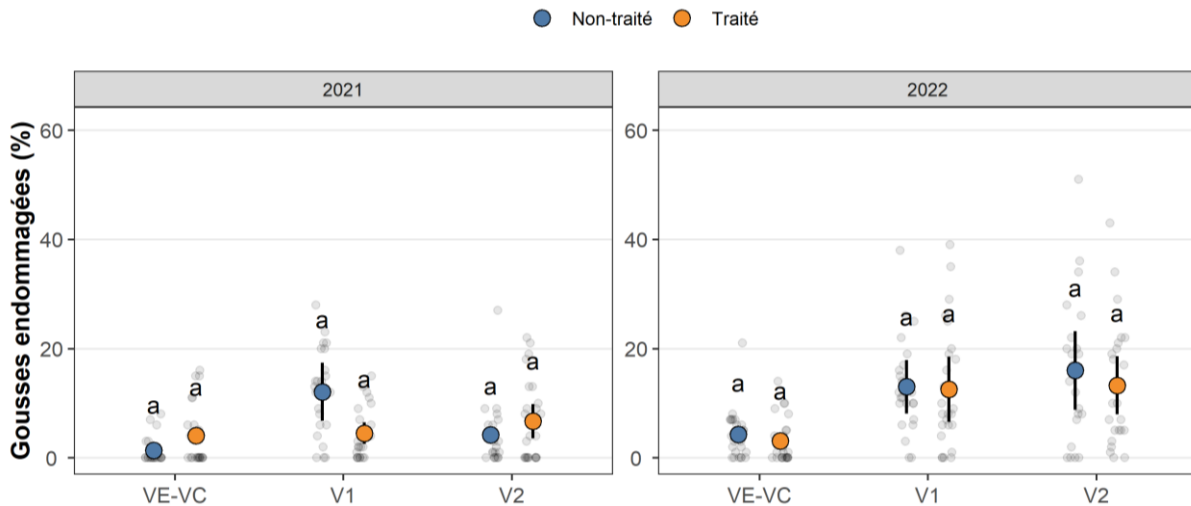


**Figure 25.** Pourcentage de défoliation en fin de saison en fonction du stade du soya au moment de l'introduction des CH (VE-VC, V1 et V2) et du type de semence (traîée ou non-traîée). Les barres d'erreur représentent l'erreur-type. Les niveaux avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement.

### Domages aux gousses

Une interaction marginalement significative a été observée entre le traitement de semences, le stade du soya à l'introduction et l'année pour les dommages aux gousses ( $\chi^2_{(2)} = 5,74$ ;  $p = 0,057$ ; **Figure 26**). Or, le test de Tukey n'a pas permis d'identifier de différences significatives entre les traitements. De très faibles dommages aux gousses ont été observés

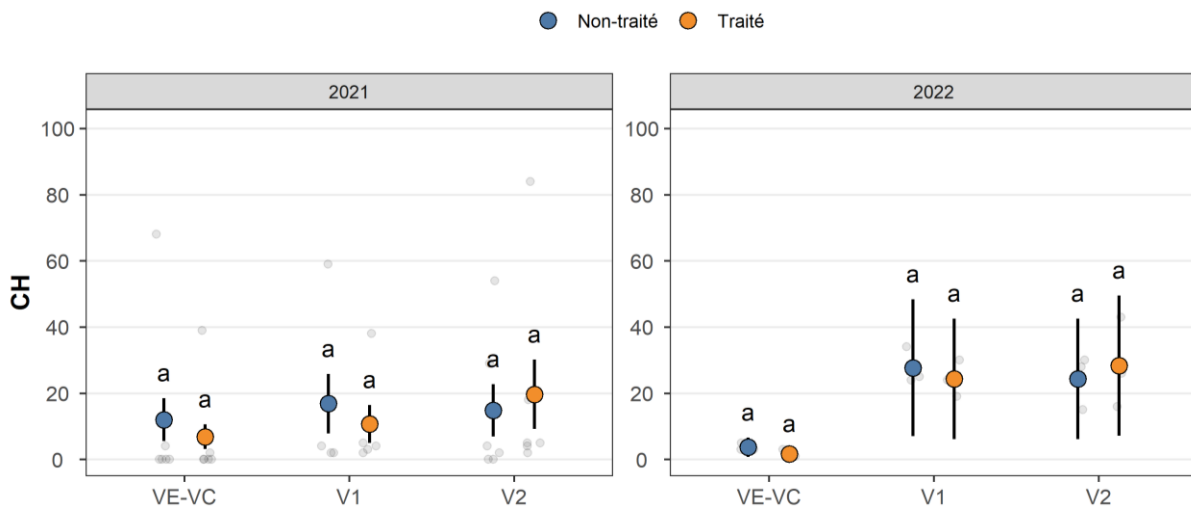
pour les introductions faites à VE-VC en 2021 (NT : 1 %; T : 4 %) et 2022 (NT : 4 %; T : 3 %). Par ailleurs, en 2021, le pourcentage de gousses endommagées avait tendance à être supérieur pour les semences NT (12 %) que T (4 %) au stade V1, alors que l'inverse a été observée au stade V2 (NT : 4 %; T : 7 %). Une tendance totalement opposée a été observée en 2022 où le pourcentage de gousses endommagées avait tendance à être supérieur pour les semences NT (16 %) que T (13 %) au stade V2 et similaire au stade V1 (13 %).



**Figure 26.** Pourcentage de gousses endommagées en fin de saison dans les cages avec ou sans traitement de semence insecticide en 2021 et 2022. Les barres d'erreur représentent l'erreur-type.

### Évaluation des densités de CH en fin de saison

Autant en 2021 qu'en 2022, les densités de CH de la génération estivale ne différaient pas entre les cages avec des semences T et NT, et ce, quel que soit le stade à l'introduction ( $\chi^2_{(2)} = 0,10$ ,  $p = 0,952$ ; **Figure 27**).



**Figure 27.** Nombre moyen de chrysomèle du haricot de la génération estivale en fin de saison dans les cages avec ou sans traitement de semence insecticide en 2021 et 2022. Les barres d'erreur représentent l'erreur-type.

### *Conclusion*

L'utilisation du traitement de semences a permis de réduire la défoliation lorsque les infestations de CH se produisaient aux stades précoces du soya mais ils ont perdu leur efficacité au stade V2. Il est cependant important de noter que cette efficacité n'a été observée uniquement en 2022. Leur utilisation reste toutefois discutable puisque qu'aucune répercussion sur les densités de CH de la génération estivale ou encore sur la défoliation et les dommages aux gousses n'a été observée au cours des deux années du projet.

## **DIFFUSION DES RÉSULTATS**

BOQUEL S (2021) Méthode de dépistage et seuil d'intervention pour la chrysomèle du haricot dans la culture de soya. Réunion annuelle du groupe de travail du RAP Grandes cultures sur les ravageurs du soya. 14 janvier. Réunion virtuelle. 9 personnes.

FAUCHER Y, BOQUEL S (2021) Le point sur la chrysomèle du haricot. Webinaire Grandes cultures, MAPAQ. 10 février. Webconférence. 120 personnes.

BOQUEL S (2021) Au menu : la chrysomèle du haricot et ses fèves de soya. Présentation donnée dans le cadre des Midis-Science du CÉROM. 14 avril. 25 personnes.

BOQUEL S (2021) La chrysomèle du haricot : un ravageur sous surveillance. Revue Grains, supplément de La Terre de chez nous. Producteurs de grains du Québec, 31(3) : 14-15.

BOQUEL S (2022) La recherche sur la chrysomèle du haricot : résultats 2021. Réunion du groupe de travail du RAP Grandes cultures sur les ravageurs du soya. 13 janvier. Réunion virtuelle. 7 personnes.

BOQUEL S (2022) La recherche sur la chrysomèle du haricot : résultats 2021. Réunion d'avancement du projet sur la chrysomèle du haricot avec les partenaires. 7 février. Réunion virtuelle. 8 personnes.

BOQUEL S, FAUCHER Y, FRÉCHETTE I (2022) La chrysomèle du haricot: biologie, dépistage et stratégies d'intervention. Vidéo sur la chrysomèle du haricot. CÉROM. Disponible [en ligne](#).

BOQUEL S, LATRAVERSE A, MATHIEU S, FAUCHER Y, BREault J, NEAU M (2022) Grandes cultures | Fiche technique : La chrysomèle du haricot dans le soya. Réseau d'avertissements phytosanitaires Grandes cultures, 20 juin. 13 pp.

BOQUEL S, CORRIVEAU-TOUSIGNANT S, LATRAVERSE A (2022) Méthodes de dépistage de la chrysomèle du haricot au Québec. 149<sup>ème</sup> réunion annuelle de la Société d'entomologie du Québec, 27-28 octobre, Granby, Québec. Poster. 120 personnes.

BOQUEL S (2023) Méthode de dépistage et seuil d'intervention pour la chrysomèle du haricot dans le soya. Les Conférences scientifiques en phytoprotection 2023 du CRAAQ. 1<sup>er</sup> février, Conférence virtuelle. 150 personnes.

BOQUEL S (2023) La chrysomèle du haricot : résultats 2022. Réunion annuelle du groupe de travail du RAP Grandes cultures sur les ravageurs du soya. 8 février. Réunion virtuelle. 5 personnes.

BOQUEL S (2023) Méthode de dépistage et seuil d'intervention pour la chrysomèle du haricot dans le soya. Réunion de fin de projet sur la chrysomèle du haricot avec les partenaires. 25 avril. Réunion virtuelle. 8 personnes.

BOQUEL S (2023) Chrysomèle du haricot : méthode de dépistage et perspectives. Présentation donnée dans le cadre des Midis-Science du CÉROM. 26 avril. Réunion en présentiel et virtuelle. 20 personnes.



## APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

Ce projet a permis d'apporter de nouvelles connaissances dans la gestion intégrée de la CH. Ainsi, une méthode de dépistage adaptée au Québec a pu être validée. D'une part, la défoliation tout au long de la saison ne s'est pas révélée être un bon indicateur des populations de CH et des dommages aux gousses observés en fin de saison. Le suivi de cet indicateur n'est donc pas recommandé. D'autre part, aucune corrélation entre les dépistages de début et de fin de saison n'a été trouvée. Il n'est donc pas possible de prévoir les dommages de CH en fin de saison à partir des dépistages de début de saison. Ainsi, la méthode recommandée consisterait à faire le suivi des abondances de CH et des dommages aux gousses entre les stades R5 et R7. En effet, c'est à ce moment que les CH causent les dommages les plus importants, atteignant parfois les seuils d'intervention recommandés en Ontario et au États-Unis. Par ailleurs, des corrélations ont été trouvées entre le pourcentage de grains endommagés en fin de saison et les dommages aux gousses, d'une part, et les populations de CH, d'autre part. Ceci suggère qu'il serait possible de prédire la perte de qualité du grain à la récolte à partir des abondances et des dommages aux gousses observés entre les stades R5 et R7. Par contre, il sera nécessaire de quantifier la relation entre ces variables afin de déterminer s'il est possible de prédire une intervention avant que les dommages ne deviennent trop importants et de valider la rentabilité de ces interventions.

Le principal problème en lien avec la CH au États-Unis est la transmission du BPMV, un virus pouvant causer d'importantes pertes de rendement et de qualité du grain. Or, les tests sérologiques réalisés sur des plants de soya récoltés en champs ont montré que le BPMV ne serait pas encore présent au Québec. *Phomopsis sp.*, une maladie qui peut aussi être transmise par la CH, a cependant été détecté dans quelques-uns des sites suivis. Toutefois, seule la surface des gousses a été testée et il n'est donc pas possible de savoir si les grains étaient affectés. De plus, aucun lien entre la présence de cette maladie et celle de la CH n'a pu être mis en évidence.

Les insecticides foliaires ont été efficace pour réduire les populations de CH, ce qui a permis de limiter la défoliation et les dommages aux gousses lorsque le traitement était réalisé assez tôt en saison. Cependant, dans les deux sites suivis, les traitements n'ont pas été rentables puisqu'aucune différence de rendement ou de qualité du grain n'a été observée entre la partie T et NT. Un plus grand nombre de champs serait nécessaire pour conclure quant à la rentabilité de ces traitements, notamment lorsqu'ils sont utilisés dans la gestion de la CH, et tout particulièrement pour les variétés de soya où la qualité du grain est importante (IP, natto, semences).

Les expériences de lâchers de CH en cages n'ont pas permis de valider un seuil d'intervention. Bien qu'une diminution du rendement ait été observée avec une densité croissante de CH, aucun lien avec la défoliation, les dommages aux gousses et la qualité du grain n'a été observé, sauf en 2021. Il n'a donc pas été possible de déterminer clairement si les rendements ont été réellement impactés par la CH.

L'utilisation d'un traitement de semences a permis de réduire la défoliation lorsque les infestations de CH se produisaient aux stades précoces du soya, mais ils ont perdu leur efficacité au stade V2. Cet effet a cependant été observé uniquement en 2022. Leur utilisation reste donc discutable puisque les abondances de CH en début de saison et les

dommages qu'elles occasionnaient au feuillage étaient faibles et en dessous des seuils d'intervention recommandés en Ontario et aux États-Unis. D'autre part, aucune répercussion du traitement de semences n'a été observée sur les abondances de CH de la génération estivale ou encore sur la défoliation et les dommages aux gousses en fin de saison. Ceci ne justifie pas leur utilisation au Québec où seules les CH de la génération estivale posent un problème à la culture.

Finalement, les recherches futures devraient se concentrer sur la validation des seuils d'intervention basés sur l'abondance de CH en fin de saison et les dommages aux gousses dans un contexte québécois, car l'impact direct (pertes de rendement) et indirect (transmissions de maladies ou infections par les blessures) de la CH est encore mal connu.

### **PERSONNE-RESSOURCE POUR INFORMATION**

**Sébastien Boquel, PhD.,**  
Centre de recherche sur les grains inc. (CÉROM)  
740 chemin Trudeau  
Saint Mathieu de Beloeil, J3G 0E2  
Tel : +1 (450) 464 - 2715 poste 249,  
Courriel : [Sebastien.Boquel@cerom.qc.ca](mailto:Sebastien.Boquel@cerom.qc.ca)

### **REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES ET PARTENAIRES FINANCIERS**

Les auteurs remercient les clubs-conseils en agroenvironnement (Agri Conseils Maska, Club agroenvironnemental du bassin La Guerre, Club Conseil Les Patriotes, Pleine Terre) ainsi que les responsables régionaux du MAPAQ (Julie Breault, Yvan Faucher et Stéphanie Mathieu) qui ont participé à la collecte des données au cours de ce projet. Les auteurs remercient également les collaborateurs et agronomes du MAPAQ, membres du groupe de travail sur les ravageurs du soya, pour leur aide et leurs conseils. Finalement, les membres de l'équipe du CÉROM ayant participé à la mise en place des essais, à la collecte des échantillons et à l'analyse des données sont chaleureusement remerciés.

Ce projet a été réalisé en vertu 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 du Québec (MAPAQ).

