

DÉTERMINATION D'UN SEUIL D'INTERVENTION SPÉCIFIQUE AU QUÉBEC POUR LA CÉCIDOMYIE DU CHOU-FLEUR DANS LA CULTURE DU CANOLA

Programmation de recherche en phytoprotection en grandes cultures

Avril 2023 / Mars 2026

RAPPORT FINAL

Réalisé par :

Sébastien Boquel, Alexis Latraverse, Sandrine Corriveau-Tousignant (CÉROM)

Collaborateurs : Geneviève Telmosse, Isabelle Morasse (AAC)

Mars 2026

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.

RÉSUMÉ DU PROJET

Le canola occupe une portion importante des superficies en grandes cultures dans plusieurs régions plus froides du Québec, notamment en Abitibi-Témiscamingue, au Saguenay–Lac-Saint-Jean et au Bas-Saint-Laurent. Les dépistages du Réseau d'avertissements phytosanitaires (RAP) effectués depuis 2014 ont montré que la cécidomyie du chou-fleur (CCF) est présente dans l'ensemble des zones de production de canola de la province, et que certaines régions connaissent régulièrement des densités de populations suffisamment élevées pour soulever des inquiétudes quant au rendement des cultures.

En Ontario, le seuil d'intervention historiquement utilisé était de 5 CCF/piège/jour durant les stades vulnérables du canola (BBCH 13-58). Ce seuil a récemment été abaissé à 3 CCF/piège/jour pour prévenir une croissance compensatoire qui favoriserait l'apparition de nouveaux points de croissance et pourrait entraîner une maturation inégale des plants, ce qui compliquerait la récolte. Toutefois, ce seuil plus conservateur n'a pas été validé au Québec et demeure rarement appliqué. Les résultats d'un projet antérieur (Boquel et al. 2023) suggèrent même que les pertes de rendement ne surviendraient qu'à partir d'environ 40 CCF/piège/jour. Ces observations laissent penser que des interventions basées sur des seuils très bas, comme 3 à 5 CCF/piège/jour, auraient probablement peu d'impact sur le rendement et pourraient mener à des applications d'insecticides non nécessaires.

Dans les champs commerciaux suivis entre 2023 et 2025, les résultats ont montré que la CCF dépassait fréquemment le seuil de 5 CCF/piège/jour, mais que le seuil plus élevé de 40 CCF/piège/jour n'était atteint que dans une proportion plus limitée de sites. Les pics survenaient généralement durant la période sensible du canola, particulièrement au stade boutons. Aucun effet de la pression de CCF sur la maturation du canola n'a cependant été observé, que ce soit sur la durée de la floraison ou la formation de nouveaux racèmes secondaires. Bien qu'une baisse de rendement ait été observée sur les plants exposés, aucune relation claire avec les densités de CCF n'a pu être établie, et les pertes observées semblaient davantage liées à un effet cage qu'à l'insecte lui-même.

Dans les parcelles expérimentales, les résultats ont montré que les traitements basés sur les seuils d'intervention de 5 et 40 CCF/piège/jour n'étaient rentables que lorsque les populations de CCF étaient élevées et synchronisées avec les stades sensibles du canola. Lorsque les infestations étaient faibles ou tardives, les applications d'insecticides ne généraient pas de bénéfices et pouvaient même entraîner des pertes nettes comparativement au témoin sans traitement, et ce, même si celui-ci avait un rendement plus faible. Le seuil de 40 CCF/piège/jour semblait suffisant pour limiter les dommages lorsque les populations étaient très importantes, tout en réduisant le nombre de traitements nécessaires, ce qui permettait d'obtenir une bonne rentabilité. Toutefois, l'utilisation d'un seuil d'intervention nécessite un suivi serré des populations, idéalement deux à trois fois par semaine, car la durée de vie de l'insecte est d'environ trois jours. Ainsi, l'intervention doit être faite avant que les femelles n'aient le temps de pondre sur les plants. Ces nouvelles connaissances permettent d'outiller les producteurs et les conseillers pour favoriser une gestion intégrée de la CCF.

INTRODUCTION

La cécidomyie du chou-fleur (CCF), *Contarinia nasturtii*, est un insecte ravageur qui s'attaque aux plantes de la famille des Brassicaceae, dont le canola (Darvas et al. 2000; Hallett 2007; Chen et al. 2009). Originaire d'Europe, l'espèce a été observée pour la première fois au Canada en 2000 dans des cultures maraîchères de crucifères en Ontario (Hallett et Heal 2001). Depuis, les populations ont augmenté de façon importante et ce ravageur est maintenant couramment retrouvé dans la culture du canola en Ontario et au Québec.

La cécidomyie du chou-fleur hiberne sous forme de pupes et émerge du sol au printemps, de la mi-mai à la mi-juin. Les adultes vivent généralement d'un à quatre jours et l'accouplement a lieu immédiatement après l'émergence. La femelle peut pondre jusqu'à 100 œufs dans les points de croissance portant les bourgeons des inflorescences principales et secondaires du canola. Quelques jours après la ponte, les œufs éclosent et les larves commencent à se nourrir près ou à l'intérieur des points de croissance des bourgeons végétatifs en liquéfiant les tissus végétaux à l'aide de leur salive. Les dommages qui en découlent peuvent varier en fonction de la gravité de l'infestation et du stade de la plante hôte, mais se caractérisent généralement par des feuilles froissées, des bourgeons déformés et enflés, ainsi que des cicatrices ayant une texture semblable au liège. Les dommages les plus importants sont souvent observés lorsque les infestations ont lieu avant ou pendant l'élongation de la tige principale (Hallett 2017). Des dommages sévères peuvent empêcher l'élongation de la tige principale et même entraîner la mort du bourgeon terminal. En fin de saison, les plants endommagés présentent généralement des bouquets de siliques à l'extrémité des racèmes et peuvent avoir un retard de maturité. Les fortes infestations entraîneraient une réduction de la production du nombre de gousses, avec des pertes de rendement pouvant atteindre 81 % en Ontario (Hallett et Heal 2001; Phillips 2015; Hallett 2017). Néanmoins, la plasticité du canola lui permet de se ramifier et d'accroître sa production de siliques, notamment dans les zones à faible densité végétale (Angadi et al. 2003) ou à la suite d'infestation par la CCF (Hallett 2017).

Le contrôle de la CCF est compliqué par le fait que les larves sont cachées à l'intérieur du tissu végétal et que les adultes peuvent être présents tout au long de la saison. La décision d'appliquer un insecticide doit donc être basée sur les abondances d'adultes aux stades de développement vulnérables du canola (Hallett et Heal 2001; Chen et al. 2011). À l'heure actuelle, l'utilisation de pièges à phéromone reste le meilleur moyen de suivre les populations de CCF (Hallett et al. 2007). La stratégie d'intervention préconisée en Ontario est de faire une application de Coragen® (chlorantraniliprole, groupe 28) après une capture cumulative de 20 adultes dans quatre pièges à phéromone, puis de faire une application de Matador® (lambda-cyhalothrine, groupe 3A) à chaque dépassement subséquent du seuil de 5 CCF/piège/jour. Toutefois, ce seuil a récemment été abaissé de manière préventive à 3 CCF/piège/jour (Muzzatti 2019) pour éviter que les populations de CCF atteignent un niveau au-delà duquel les plants de canola commenceraient à compenser les dommages causés en produisant de nouveaux points de croissance. En effet, cette croissance « compensatoire » entraînerait une maturation inégale des plants en fin de saison et compliquerait la récolte (King 2021). Cependant, ce nouveau seuil d'intervention n'est que peu utilisé au Québec, car il n'a pas été validé et que le contexte de production québécois limite l'utilisation d'insecticides.

Ce seuil pourrait aussi entraîner un usage plus important d'insecticides avec leurs corolaires sur la santé et l'environnement. Comme l'impact réel de la CCF sur les rendements du canola n'est pas encore bien connu, le RAP Grandes cultures invite à la prudence quant à l'utilisation de ce nouveau seuil. Une étude précédente menée en 2019-2021 suggère que des pertes de rendements ne se produiraient qu'à partir de 40 CCF/piège/jour (Boquel et al. 2023). Cette étude a également confirmé que la présence de dommages n'entraînait pas nécessairement une baisse de rendement, en raison de la capacité de compensation du canola. Il y a donc des raisons de croire que des taux de capture aussi faibles que 3-5 CCF/piège/jour impacteraient peu le rendement et que les applications d'insecticides effectuées à ces seuils ne seraient pas nécessaires. De plus, la rentabilité de ces traitements n'est pas prouvée puisque le faible seuil utilisé n'est pas basé principalement sur les pertes de rendement, mais plutôt sur l'homogénéité de la maturité de la récolte (King 2021).

De nombreux insecticides foliaires ont été testés contre la CCF dans les cultures maraîchères de crucifères en Ontario et au Québec, avec des résultats variables (Hallett et al. 2009; Tremblay et al. 2009; Bouchard et al. 2012; Martinez et al. 2015). Dans la culture du brocoli, le lambda-cyhalothrine (Matador®) a permis de bien contrôler la CCF, alors que le chlorantraniliprole (Coragen®) a eu un contrôle modéré sur cet insecte, surtout lors d'une forte pression (Martinez 2017). Dans le canola, seuls le lambda-cyhalothrine, la deltaméthrine (groupe 3A) et le chlorantraniliprole (groupe 28) sont homologués et disponibles commercialement (SAGe Pesticide 2026). Muzzatti (2019) a trouvé que l'application de lambda-cyhalothrine (Matador®) permettait une protection efficace du rendement en canola comparativement à d'autres combinaisons d'insecticides ou d'un témoin non traité. Cependant, comme l'utilisation d'un seul insecticide contre la CCF augmenterait le risque de résistance (South et Hastings 2018), Muzzatti (2019) recommande aussi l'utilisation de Coragen® (chlorantraniliprole) dans le programme de gestion de la CCF. Il redéfinit ainsi le seuil d'intervention ontarien par une application de Coragen® (chlorantraniliprole) après une capture cumulative de 20 adultes dans quatre pièges à phéromone puis des applications de Matador® (lambda-cyhalothrine) à chaque dépassement subséquent du seuil de 3 CCF/piège/jour, avec un minimum de sept jours entre les applications et un maximum de trois applications par saison. Muzzatti (2019) recommande cependant de faire des essais en champ à plus grande échelle afin de vérifier la pertinence d'abaisser encore ce seuil et Boquel et al. (2018) suggèrent de valider l'impact réel des traitements insecticides foliaires contre la CCF sur les rendements du canola.

Afin d'améliorer la gestion intégrée de ce ravageur et réduire les risques de perte de rendement en canola, il est donc nécessaire de vérifier l'impact de la CCF sur les rendements au champ et déterminer un seuil d'intervention pour le Québec.

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

Le projet avait pour objectif de déterminer un seuil économique d'intervention spécifique au Québec pour la CCF dans la culture du canola. Plus spécifiquement, ce projet visait à :

1. Évaluer l'impact de l'abondance de CCF sur les rendements en canola,
2. Valider un seuil d'intervention en comparant le seuil de l'Ontario (5 CCF/piège/jour) avec le seuil présumé au Québec (40 CCF/piège/jour).

Volet 1. Relation entre les captures de CCF et le rendement du canola et validation d'un seuil d'intervention en parcelles commerciales

Sites

À chaque année, le RAP Grandes cultures fait le suivi des populations de CCF à l'aide de pièges à phéromone installés dans une trentaine de champs de canola à travers le Québec. De 2023 à 2025, des cages d'exclusion ont été installées dans 28 de ces champs, afin de protéger les plants des attaques de CCF (**Tableau 1**). Les champs étaient situés dans les quatre principales régions productrices de canola du Québec, soit l'Abitibi-Témiscamingue (AT : 8 sites), le Bas-Saint-Laurent (BSL : 10), la Chaudière-Appalaches (CA : 3), et le Saguenay-Lac-Saint-Jean (SLSJ : 7).

Tableau 1. Municipalités des sites ayant fait l'objet d'installations de cages d'exclusion et d'un suivi de la cécidomyie du chou-fleur au moyen de pièges à phéromone.

2023		2024		2025	
Région	Municipalité	Région	Municipalité	Région	Municipalité
Abitibi-Témiscamingue	St-Édouard-de-Fabre	Abitibi-Témiscamingue	St-Édouard-de-Fabre	Abitibi-Témiscamingue	St-Édouard-de-Fabre
	Lorrainville		St-Bruno-de-Gigues		Notre-Dame-du-Nord
Bas-St-Laurent	Lac-au-Saumon		Béarn		Nédélec
	St-Pascal	Bas-St-Laurent	St-Germain	Bas-St-Laurent	St-Denis
Chaudière-Appalaches	St-Lambert-de-Lauzon ¹		St-Éloi		St-Arsène ²
Saguenay-Lac-St-Jean	Normandin		L'Isle-Verte		Cacouna
	Dolbeau-Mistassini		St-Épiphane		St-Jean-de-Dieu
	La Baie	Chaudière-Appalaches	St-Lambert-de-Lauzon	Chaudière-Appalaches	St-Isidore
		Saguenay-Lac-St-Jean	Ste-Jeanne-d'Arc	Saguenay-Lac-St-Jean	St-Prime
			Normandin		Normandin

¹ St-Lambert-de-Lauzon : Le champ a été touché par la hernie des crucifères, ce qui a limité la récolte à une seule cage.

² St-Arsène : Le champ était en très mauvais état, vraisemblablement en raison du semis direct sur résidus combiné à un printemps humide, et aucune récolte n'a pu être effectuée en fin de saison.

Pour ces deux sites, aucun rendement n'a été obtenu, mais les autres données sont présentées dans le rapport.

Populations de cécidomyie du chou-fleur

Les populations de CCF dans les champs étaient suivies à l'aide de quatre pièges à phéromone – deux en bordure de champ et deux vers le centre du champ – espacés d'au-moins 50 m les uns des autres

(**Figure 1**). Les pièges étaient installés à l'émergence du canola (stade BBCH 10) et relevés deux fois par semaine pendant les cinq premières semaines, puis une fois par semaine pendant les trois dernières semaines. Les phéromones étaient changées après quatre semaines d'utilisation. À chaque relevé, le stade de croissance du canola était noté et les plaquettes collantes étaient envoyées au Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection ([LEDP](#)) où les CCF étaient identifiées et dénombrées.

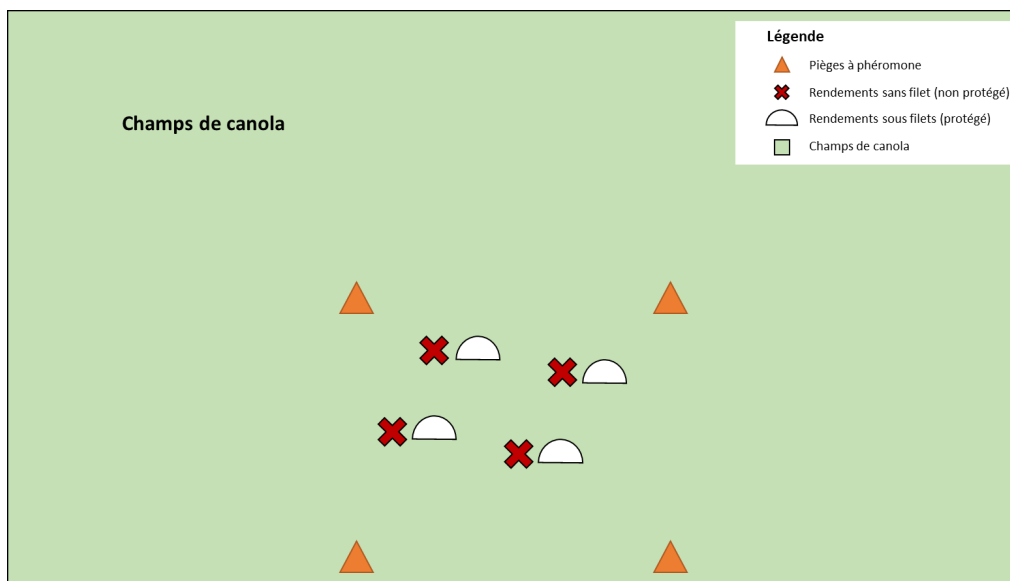


Figure 1. Quatre cages d'exclusion étaient installées dans des champs de canola du RAP, à l'intérieur de la zone délimitée par les pièges à phéromone.

Pose des cages

Dans chacun des champs, quatre cages d'exclusion étaient installées à l'émergence du canola (stade BBCH 10) à l'intérieur de la zone délimitée par les pièges à phéromone du RAP (**Figure 1**). Les cages étaient constituées d'une structure de 1 m³ en tuyaux de PVC recouverte d'un filet anti-insectes (ProtekNet 25 gr; Dubois Agrinovation, QC, Canada; [#FIINTE4](#); **Figure 2**). Celui-ci était recouvert de terre à sa base afin d'empêcher les insectes d'entrer dans la cage. Si nécessaire, le canola des cages était ensuite fertilisé manuellement en post-levée par les dépisteurs à un taux de 80 kg N/ha (46-0-0) et 40 kg P/ha (0-46-0).

À chaque relevé des plaquettes des pièges à phéromone (une à deux fois par semaine), les cages étaient inspectées pour s'assurer qu'elles n'étaient pas infestées par des insectes ravageurs (fausse-teigne des crucifères, pucerons, criquets, etc.). Les cages étaient retirées au début de la floraison pour permettre la pollinisation.



Figure 2. Cages d'exclusion installées dans les essais en champ pour protéger les plants de canola des dommages de cécidomyie du chou-fleur. Crédits photos : Sandrine Corriveau-Tousignant, CÉROM (gauche) et Jordan Routhier, Groupe-conseil Agri-Vert (droite).

Floraison du canola

En 2023, l'avancement de la floraison du canola a été évaluée une fois par semaine pendant la période de floraison, afin d'évaluer si les attaques de CCF peuvent retarder la maturation du canola. Pour ce faire, 10 plants étaient sélectionnés au hasard dans chacune des cages, et pour chacun, la présence de fleurs sur les racèmes secondaires (tous racèmes confondus) était notée. La même chose était aussi faite sur 10 plants « témoins » sélectionnés au hasard dans un rayon de 2-3 m autour de chacune des cages. En 2024 et 2025, le suivi de la floraison a été remplacée par une évaluation de la compensation (voir section *Nombre de racèmes secondaires par plant* ci-dessous) et de la maturité des grains (voir section *Maturité des grains* ci-dessous).

Nombre de racèmes secondaires par plant

En 2024 et 2025, des plants de canola ont été inspectés entre les stades BBCH 65 à 72 (mi floraison-début siliques), afin d'évaluer si le canola compense les dommages de CCF en produisant de nouveaux racèmes secondaires. Pour ce faire, 10 plants étaient sélectionnés au hasard aux emplacements où se trouvaient les cages, et pour chacun, le nombre de racèmes secondaires était noté. La même chose était aussi faite sur 10 plants « témoins » sélectionnés au hasard dans un rayon de 2-3 m autour de chacune des cages.

Maturité des grains

En 2025, 25 siliques de canola ont été récoltées sur chacun des bouquets de canola au moment de les mettre à sécher à l'extérieur sur des palettes de bois au CÉROM. Les siliques étaient immédiatement ouvertes une par une et les grains verts et bruns étaient dénombrés.

Peuplement et rendement

Une fois le canola arrivé à maturité (BBCH 83-85), tous les plants de chaque cage (1 m²) étaient comptés et récoltés manuellement en coupant la tige juste en dessous du premier racème secondaire. Un quadrat témoin de 1 m² était aussi récolté de la même manière à environ 2-3 m de chacune des cages. Les plants de chaque cage et quadrat témoin étaient attachés en « bouquets » (huit par champ) et ceux-ci étaient placés dans des boîtes de carton. Les bouquets étaient ensuite envoyés au CÉROM où ils étaient mis à sécher à l'extérieur sur des palettes de bois, puis battus individuellement. Le poids total et le poids de 1 000 grains étaient ensuite mesurés pour chaque échantillon et le taux d'humidité était obtenu à l'aide d'un analyseur proche infra-rouge ([Perten DA 7250](#)). Les rendements étaient ensuite ajustés à 8,5 % d'humidité.

Analyses

Toutes les analyses et les figures ont été effectuées à l'aide du logiciel R v.4.5.1 (R Core Team, 2025). Avant de procéder aux analyses, les données ont été explorées visuellement suivant le protocole décrit dans Zuur et al. (2010).

La dynamique de population des CCF à chaque site a été visualisée à l'aide de graphiques du taux de capture (nombre/piège/jour) en fonction de la date de relevé. De la même manière, l'évolution de la floraison à l'intérieur et à l'extérieur des cages a été visualisée à l'aide de graphiques de la proportion de plants avec fleurs en fonction de la date d'observation.

Les composantes du rendement (peuplement, rendement total, rendement par plant, et poids de 1 000 grains) et le nombre de racèmes secondaires par plant ont été analysés à l'aide de modèles linéaires généralisés mixtes [*Generalized Linear Mixed Models* ou GLMM; fonction *lme4::lmer* (Bates et al., 2015); **Tableau 2**] avec distribution normale de l'erreur. Les modèles avaient tous comme effets principaux le traitement (cage ou témoin). Pour les composantes du rendement, le site et la station (nichée dans le site) ont été définis comme ordonnées à l'origine aléatoires pour tenir compte de la non-indépendance des données (Pinheiro et Bates 2000; Bolker et al. 2009). Pour le nombre de racèmes par plant, le site, la station (nichée dans le site) et le quadrat (niché dans la station) ont été définis comme ordonnées à l'origine aléatoires. Les stations, au nombre de quatre par site, correspondaient à une cage et son quadrat témoin. À noter que la maturité des grains n'a pas été analysée, car la majorité des sites étaient soit trop matures (grains presque tous noirs), soit pas assez matures (grains presque tous verts) au moment de la récolte des siliques.

L'effet de la pression de CCF sur le nombre de racèmes secondaires et le rendement ont été évalués visuellement à l'aide de figures comparant les cages et les témoins pour différentes catégories de densités de CCF. Ces comparaisons ont été faites séparément avec les densités moyennes à différents stades de développement du canola, soit le stade végétatif, les stades élongation-boutons (c.à.d. les stades sensibles du canola) et la floraison. Comme aucune relation n'est ressortie, la densité de CCF n'a pas été utilisée comme variable explicatives dans les modèles.

Les conditions de normalité et d'homoscédasticité des modèles ont été vérifiées visuellement à l'aide de graphiques des résidus, ainsi que par des tests de Shapiro-Wilk [fonction `stats::shapiro.test`] et de Levene [fonction `car::leveneTest`], respectivement, effectués sur les résidus du modèle. Les effets principaux ont été testés à l'aide de tests du maximum de vraisemblance [*Likelihood Ratio Test* ou LRT; fonction `car::Anova`]. En cas de résultat significatif, les moyennes étaient comparées à l'aide de la procédure des « moyennes marginales estimées » [*Estimated Marginal Means* ou EMMEANS; fonction `emmeans::emmeans`] avec correction de Tukey pour tests multiples.

Les résultats présentés dans le texte et les figures sont les moyennes marginales estimées par les modèles avec les intervalles de confiance à 95 %. Les résultats des comparaisons multiples sont représentés dans les figures par des lettres; les traitements avec des lettres en commun ne différant pas significativement les uns des autres. Toutes les analyses ont été faites avec un seuil $\alpha = 0,05$.

Tableau 2. Caractéristiques des modèles utilisés pour l'analyse des données des essais en cages d'exclusion.

Variable réponse	Distribution de l'erreur	Effets fixes	Effets aléatoires
Compensation (nb racème secondaire)	Normale	Traitement	Site, Station (nichée dans Site) et Cage (nichée dans Station)
Peuplement	Normale	Traitement	Site et Station (nichée dans Site)
Rendement	Normale	Traitement	Site et Station (nichée dans Site)
Rendement par plant	Normale	Traitement	Site et Station (nichée dans Site)
Poids de 1 000 grains	Normale	Traitement	Site et Station (nichée dans Site)

Volet 2. Efficacité d'une application d'insecticide en conditions commerciales

Comme aucun traitement insecticide contre la CCF n'a été réalisé dans les champs au cours des trois années du projet, ce volet n'a pas pu être réalisé.

Volet 3. Validation du seuil d'intervention en parcelles expérimentales

Sites et dispositif expérimental

Des essais au champ ont été réalisés afin de tester l'efficacité des traitements insecticides appliqués à différents seuils d'intervention contre la CCF. Les essais ont été réalisés à la ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) à Normandin (2023 à 2025) et au Centre de Développement Bioalimentaire du Québec (CDBQ) à Sainte-Anne-de-la-Pocatière (2025) (**Tableau 3**).

À chacun des sites, quatre types de traitements étaient testés :

- T1 : Applications d'insecticides une à deux fois par semaine (témoin sans CCF; alternance de SuccessTM 480 SC, Matador[®] 120 EC, Decis[®] 5 EC, et Coragen[®] à Normandin; Matador[®] 120 EC à Sainte-Anne-de-la-Pocatière),

- T2 : Application de Coragen® au premier dépassement du seuil de 5 CCF/piège/jour utilisé en Ontario, suivi d'applications de Matador® 120 EC aux dépassements subséquents, en respectant un délai d'au-moins sept jours entre les applications,
- T3 : Application de Matador® 120 EC au dépassement du seuil de 40 CFF/piège/jour testé pour le Québec, et
- T4 : Aucune application d'insecticide (témoin avec CCF).

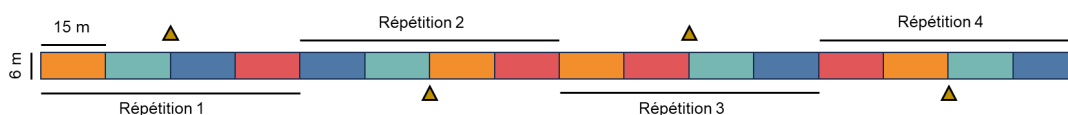
Tableau 3. Informations sur les dates et les doses de semis, les herbicides utilisés, ainsi que les dates d'andainage et de récolte des essais en parcelles expérimentales conduits entre 2023 et 2025 à Normandin et Saint Anne-de-la-Pocatière.

Site	Année	Taux de semis (kg/ha)	Dates		
			Semis	Andainage	Battage/ Récolte
Normandin	2023	7	30 mai	15 sept.	25 sept.
	2024		28 mai	3 sept.	16 sept.
	2025		29 mai	2 oct.	27 oct.
Sainte-Anne-de-la-Pocatière	2025	6	29 mai	-	10 sept. (rep 1 et 2) 16 sept. (rep 3 et 4)

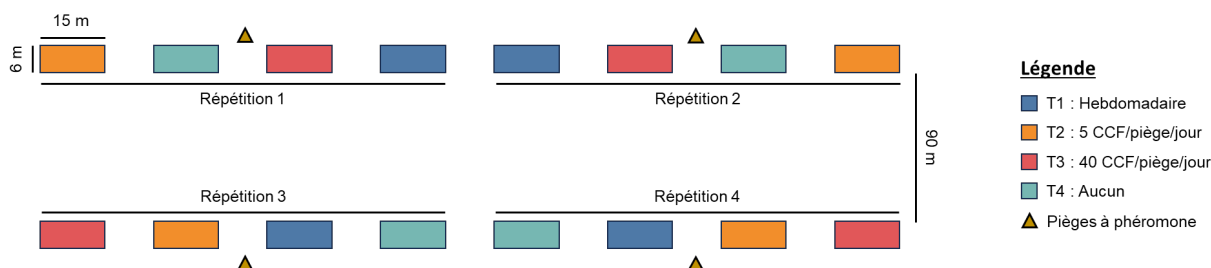
Les traitements insecticides ont été appliqués aux doses recommandées sur l'étiquette avec un taux d'application de la bouillie de 235 L/ha à Normandin et 200 L/ha à Sainte-Anne-de-la-Pocatière.

Les traitements étaient répartis suivant un dispositif en blocs aléatoires complets avec quatre répétitions, pour un total de 16 parcelles par essai. À Normandin, les blocs étaient disposés en une seule ligne, alors qu'à Sainte-Anne-de-la-Pocatière, ils ont été installés en deux lignes de deux blocs dans deux champs différents distants de 90 m (**Figure 3**).

Normandin



Sainte-Anne-de-la-Pocatière



Légende

- T1 : Hebdomadaire
- T2 : 5 CCF/piège/jour
- T3 : 40 CCF/piège/jour
- T4 : Aucun
- ▲ Pièges à phéromone

Figure 3. Dispositif expérimental des essais d'insecticides en champ à la ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) à Normandin en 2023 à 2025 et au Centre de Développement Bioalimentaire du Québec (CDBQ) à Sainte-Anne-de-la-Pocatière en 2025.

À Normandin, les parcelles de canola (6 m x 15 m) étaient semées à la fin du mois de mai (entre le 28 et le 30) à un taux de 7 kg/ha et avec un espacement de 15 cm entre les rangs (**Tableau 3**). Les semences (var. L255PC) étaient traitées au Buteo®Start (flupyradifurone; groupe 4D) et au Vibrance® (sedaxane, groupe 7, fludioxonil, groupe 12). Les parcelles étaient fertilisées au semis (N : 100 kg/ha; P : 50 kg/ha; K : 30 kg/ha; S : 20 kg/ha; B : 2 kg/ha; Mn : 1,4 kg/ha) et un traitement herbicide de Liberty 200 SN (glufosinate d'ammonium; groupe 10) était appliqué trois à quatre semaines après le semis à un taux de 2 L/ha dans 235 L d'eau/ha. En 2025, un traitement anti-limace au Deadline M-Ps (métaldéhyde, groupe non connu) a été appliqué à la volée les 23 et 25 juin.

À Sainte-Anne-de-la-Pocatière, les parcelles de canola (6 m x 15 m) ont été semées le 29 mai à un taux de 6 kg/ha et avec un espacement de 15 cm entre les rangs. Les semences (var. L343PC) étaient traitées au Buteo®Start (flupyradifurone; groupe 4D) et au Helix®Vibrance® (thiaméthoxame, groupe 4A, difénoconazole, groupe 3, métalaxyl-M, groupe 4, fludioxonil, groupe 12, sedaxane, groupe 7). Les parcelles ont été fertilisées au semis (N : 55-60 kg/ha; P : 30-40 kg/ha; K : 20 kg/ha) et une deuxième fraction de fertilisation azotée a été appliquée au stade trois à six feuilles (N : 55 kg/ha). Un traitement insecticide au Decis® 100 EC (70 ml/ha dans 200 L d'eau/ha) a été fait le 16 juin (BBCH 10) contre les altises du canola (20 à 30 % de défoliation), puis un traitement herbicide au Liberty 200 SN (glufosinate d'ammonium; groupe 10) a été appliqué quatre semaines après le semis (27 juin) à un taux de 2,5 L/ha dans 200 L d'eau/ha.

Populations de cécidomyie du chou-fleur

Les populations de CCF dans les essais étaient suivies à l'aide de quatre pièges à phéromone installés sur le pourtour de l'essai et espacés d'au-moins 50 m les uns des autres (**Figure 3**). Les pièges étaient installés au stade cotylédons étalés (BBCH 10) et relevés trois fois par semaine jusqu'à la fin-floraison/début siliques (BBCH 69-72). À chaque relevé, le stade de croissance du canola était noté et les CCF étaient dénombrées. Les phéromones étaient changées après quatre semaines d'utilisation. À chaque relevé, le taux de capture (CCF/piège/jour) était calculé et le traitement approprié était effectué en cas de dépassement de seuil (T2 : 5 CCF/piège/jour; T3 : 20-40 CCF/piège/jour).

Pourcentage de plants de canola infestés par la cécidomyie du chou-fleur

Le pourcentage de plants de canola infestés par la CCF et le nombre de CCF par plant infesté a été évalué avant et après chaque application des traitements T2 et T3 (5 et 20-40 CCF/piège/jour, respectivement). Pour ce faire, 15 plants étaient prélevés au hasard dans chacune des parcelles des essais (240 plants par prélèvement) avant et après chaque application. Tous les racèmes d'un même plant étaient coupés en morceaux et placés dans un pot de plastique fermé contenant un fond de terre (1-2 cm) pour que l'insecte puisse compléter son cycle (pupaison). Les pots étaient envoyés au CÉROM où ils étaient placés à

température ambiante et inspectés deux à trois fois par semaine afin de collecter et dénombrer les CCF émergentes.

Floraison du canola

L'avancement de la floraison était évalué une fois par semaine du début à la fin de la floraison (BBCH 60 à 69), afin d'évaluer si la pression de CCF peut entraîner un retard de maturité. À chaque visite, 10 plants étaient sélectionnés au hasard dans chacune des parcelles, et pour chacun, la présence de fleurs était notée (tous racèmes confondus).

Nombre de racèmes secondaires par plant

En 2024 et 2025, la compensation des plants de canola due à la pression de CCF a été évaluée à la fin de la floraison (BBCH 69-70) en comptant le nombre de racèmes secondaires sur 15 plants sélectionnés au hasard dans chacune des parcelles.

Dommages de cécidomyie du chou-fleur

Une évaluation des dommages de CCF était effectuée au stade BBCH 62-65 (20 à 50 % de floraison) et au début de la maturation (BBCH 80-83) en inspectant 20 plants dans chacune des parcelles. Pour chaque plant, la santé du racème primaire était notée (sain ou endommagé) et le nombre de racèmes secondaires sains et endommagés était compté.

Maturité des grains

En 2024 (Normandin) et 2025 (Sainte-Anne-de-la-Pocatière), 50 siliques ont été prélevées au hasard sur toute la hauteur des plants dans chacune des parcelles au début de la maturation (BBCH 80-81). Les siliques d'une même parcelle étaient placées dans un sac de papier brun, puis les échantillons étaient envoyés au CÉROM où les siliques étaient ouvertes une par une pour compter le nombre de grains verts et bruns.

Rendement et peuplement

À Normandin, une fois le canola à maturité (BBCH 83-85), les parcelles ont été découpées à une longueur d'environ 10 m. Le canola des parcelles était ensuite andainé sur une largeur de 4,5 m, puis récolté à la batteuse deux à trois semaines plus tard. Les échantillons de récolte étaient placés au séchoir pendant 24 h à 43°C, puis passés au crible. Le poids total et le poids de 1 000 grains étaient ensuite mesurés pour chaque échantillon et le taux d'humidité était obtenu en mesurant le poids frais et sec d'un sous-échantillon.

Les rendements étaient ensuite ajustés à 8,5 % d'humidité. Finalement, le peuplement du canola était évalué en dénombrant les tiges coupées dans six quadrats de 0,25 m² par parcelle.

À Sainte-Anne-de-la-Pocatière, les parcelles ont été découpées à une longueur de 15 m, puis le canola a été récolté debout (sans andainage) en donnant un coup de batteuse (1,24 m de largeur) sur toute la longueur de chaque parcelle. Les échantillons de récolte ont été envoyés au CÉROM où ils ont été mis au séchoir puis criblés. Le poids total et le poids de 1 000 grains ont ensuite été mesurés pour chaque échantillon et le taux d'humidité a été obtenu à l'aide d'un analyseur proche infra-rouge ([Perten DA 7250](#)). Les rendements ont ensuite été ajustés à 8,5 % d'humidité. Aucune mesure de peuplement n'a été prise dans les parcelles de Sainte-Anne-de-la-Pocatière.

Analyses

Toutes les analyses et les figures ont été effectuées à l'aide du logiciel R v.4.5.1 (R Core Team, 2025). Avant de procéder aux analyses, les données ont été explorées visuellement suivant le protocole décrit dans Zuur et al. (2010).

Les dynamiques de population de CCF ont été visualisées à l'aide d'un graphique du taux de capture (nombre/piège/jour) en fonction de la date de relevé. L'effet des traitements insecticides sur les différentes variables mesurées (**Tableau 4**) a été analysé à l'aide de modèles linéaires généralisés (*Generalized Linear Models* ou GLM).

Les pourcentages de plants infestés, de plants avec fleurs, de racèmes primaires et secondaires endommagés, et de grains verts dans les gousses ont été analysés en utilisant une distribution binomiale de l'erreur. Le taux d'émergence de CCF des plants infestés a été analysé en utilisant une distribution de l'erreur binomiale négative tronquée à zéro. Le nombre de racèmes secondaires par plant et le peuplement de canola ont été analysés en utilisant une distribution de l'erreur de type Poisson, alors que le rendement total et le poids de 1 000 grains ont été analysés avec une distribution normale. Les différents modèles ont été définis tels que décrit dans le **Tableau 4**.

Les conditions de normalité et d'homoscédasticité des modèles ont été vérifiées visuellement à l'aide de graphiques des résidus, ainsi que par des tests de Shapiro-Wilk [fonction `stats::shapiro.test`] et de Levene [fonction `car::leveneTest`], respectivement, effectués sur les résidus du modèle. Les effets principaux ont été testés à l'aide de tests du maximum de vraisemblance [*Likelihood Ratio Test* ou LRT; fonction `car::Anova`]. En cas de résultat significatif, les moyennes étaient comparées à l'aide de la procédure des « moyennes marginales estimées » [*Estimated Marginal Means* ou EMMEANS; fonction `emmeans::emmeans`] avec correction de Tukey pour tests multiples.

Les résultats présentés dans le texte et les figures sont les moyennes marginales estimées par les modèles avec les intervalles de confiance à 95 %. Les résultats des comparaisons multiples sont représentés dans

les figures par des lettres; les traitements avec des lettres en commun ne différant pas significativement les uns des autres. Toutes les analyses ont été faites avec un seuil $\alpha = 0,05$.

Tableau 4. Caractéristique des modèles utilisés pour l'analyse des données de l'essai d'insecticides en champ à Normandin.

Variables	Distribution de l'erreur	Effets fixes ¹
<i>Plants infestés par la CCF</i>		
Proportion de plants infestés	Binomiale	Traitement x Date + Bloc
Émergences de CCF des plants infestés	Binomiale négative tronquée à zéro	Traitement x Date + Bloc
<i>Floraison</i>		
Proportion de plants avec fleur	Binomiale	Traitement x Évaluation + Bloc
<i>Compensation</i>		
Nombre de racèmes secondaire par plant	Poisson	Traitement + Bloc
<i>Dommages de CCF</i>		
Proportion de racèmes primaires endommagés	Binomiale	Traitement x Stade + Bloc
Proportion de racèmes secondaires endommagés	Binomiale	Traitement x Stade + Bloc
<i>Maturité des grains</i>		
Proportion de grains verts par silique	Binomiale	Traitement + Bloc
<i>Composantes du rendement</i>		
Peuplement	Poisson	Traitement + Bloc
Rendement	Normale	Traitement + Bloc
Poids de 1 000 grains	Normale	Traitement + Bloc

¹ Stade = stade du canola, Date = avant/après application; Évaluation = date de l'évaluation.

Volet 4. Déterminer la rentabilité à la ferme des traitements insecticides foliaires contre la CCF sur les rendements en canola

Au terme de l'étude, une analyse économique basée sur les résultats des parcelles expérimentales a été réalisée par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (Martin Malenfant et Ayitre Akpakouma, agronomes), afin de déterminer la rentabilité des différents traitements. Pour ce faire, la marge de profit a été calculée comme la différence entre les produits et les charges. Les produits étaient composés de la vente du grains et d'agri-investissement. Les charges, quant à elles, étaient composées des coûts d'approvisionnements (semence, pierre à chaux, fertilisants et produits phytosanitaires), des opérations culturales (machinerie pour la préparation du sol, le semis, les épandages d'engrais, les pulvérisations des produits phytosanitaires, et la récolte du grain), de l'entreposage (séchage à la ferme, stockage, plan conjoint) et des autres frais (assurance récolte, contribution à l'assurance stabilisation des revenus agricoles, entretien de la terre et les taxes, et les intérêts sur marge de crédit).

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

Volet 1. Corrélation des rendements avec les piégeages du RAP et validation d'un seuil d'intervention en parcelles commerciales

Dynamique de population de cécidomyie du chou-fleur

De manière générale, les populations de CCF ont suivi une dynamique saisonnière relativement similaire entre les sites et les régions (**Figure 4**). Les premières captures étaient généralement faites à la fin du mois de juin, suivies d'une augmentation rapide des populations menant à un pic principal entre la fin juin et la mi-juillet. Dans la majorité des sites, cette période de forte activité s'étendait sur une à deux semaines avant de diminuer vers la fin juillet et le début d'août. Quelques sites avaient toutefois un second pic plus faible vers la fin de juillet ou au début d'août.

La pression de CCF variait de manière importante d'un site à l'autre. Dans plusieurs sites (31 %), les captures sont demeurées faibles à modérées, avec des valeurs généralement inférieures à 15 CCF/piège/jour pendant la plus grande partie de la saison (2023 : Saint-Bruno-de-Guigues, Saint-Lambert-de-Lauzon, Dolbeau-Mistassini; 2024 : Saint-Éloi, Saint-Épiphanie, Saint Germain, Saint-Lambert-de-Lauzon, Sainte-Jeanne-d'Arc; 2025 : Cacouna). Près du quart des sites (24 %) affichaient des pics de population intermédiaire, typiquement entre 20 et 50 CCF/piège/jour (2023 : Lorrainville, Saint-Édouard-de-Fabre, La Baie; 2024 : Béarn, Normandin; 2025 : Saint-Denis, Saint-Prime). Le reste des sites (45 %) se distinguaient par des pics élevés à très élevés, dépassant 75 CCF/piège/jour, dont trois sites où le maximum a excédé 100 CCF/piège/jour (2025 : Notre-Dame-du-Nord, Saint-Édouard-de-Fabre et Saint-Arsène). Ces valeurs extrêmes étaient toutefois exceptionnelles (10 % des sites) et limitées dans le temps.

Des variations régionales ont également été observées. L'AT présentait les pics de population les plus élevés, avec plusieurs sites atteignant 20 à 60 CCF/piège/jour, et deux qui dépassaient 100 CCF/piège/jour. De plus, les pics étaient généralement plus précoces, survenant souvent dès la première semaine de juillet. Au BSL, les pics étaient plus hétérogènes, avec près de la moitié des sites inférieurs à 15 CCF/piège/jour et l'autre moitié supérieurs à 60 CCF/piège/jour. Au SLSJ, les captures étaient généralement faibles à modérées, avec des pics souvent inférieurs ou égaux à 15–25 CCF/piège/jour mais plusieurs sites présentaient aussi des captures très faibles. Finalement, en CA, les captures étaient faibles en 2023 et 2024, mais plus élevées en 2025. Les pics de population étaient généralement de courte durée et restreints à la fin juin ou milieu de juillet. Il est cependant à noter qu'un seul site par année a été suivi dans cette région.

En mettant en relation la dynamique de population de la CCF avec les stades phénologiques du canola, il a été observé que les pics de captures coïncidaient principalement avec les stades boutons floraux et floraison, et s'étendaient parfois jusqu'au début de la formation des siliques.

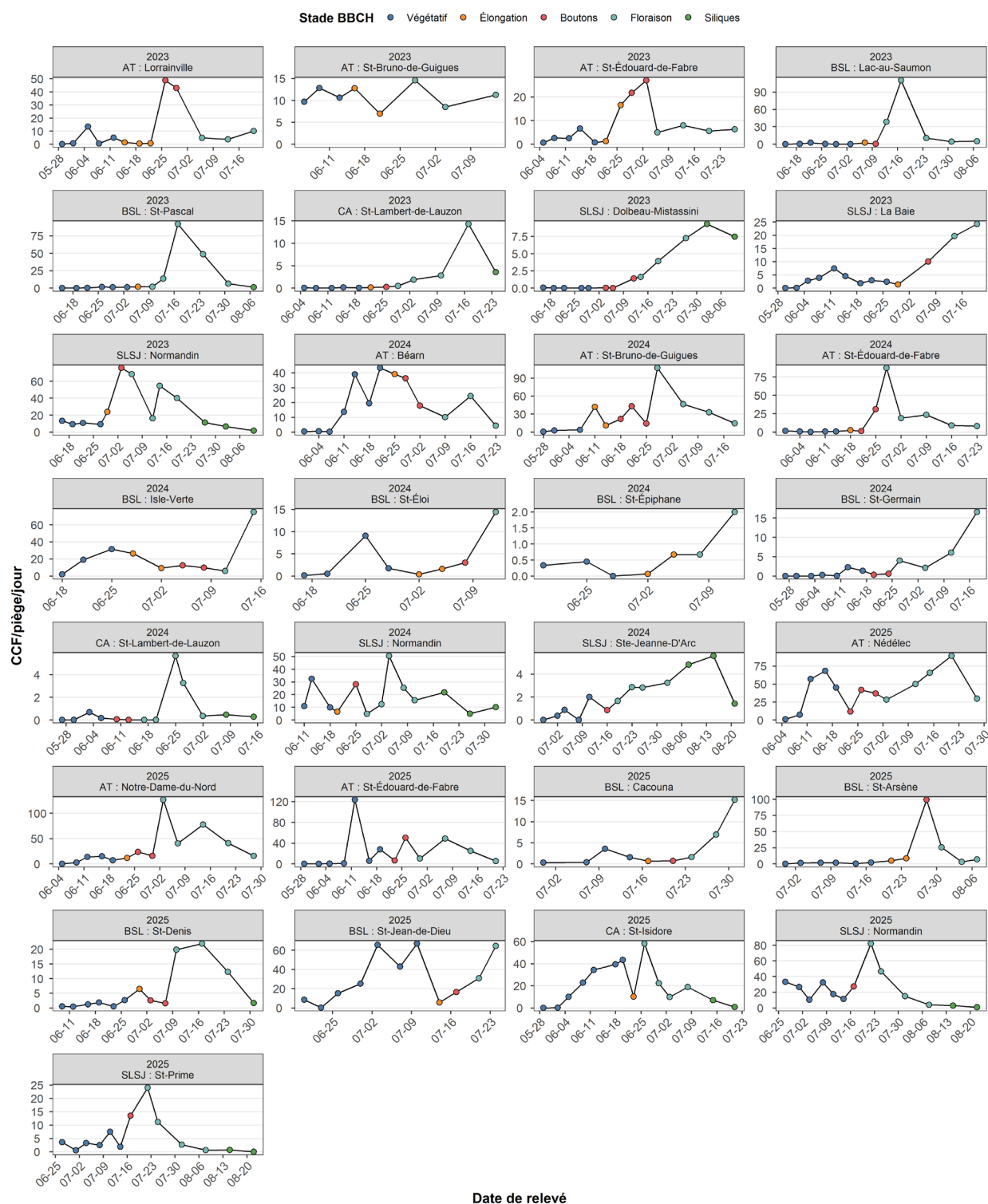


Figure 4. Dynamique des populations de cécidomyies du chou-fleur au cours de la saison dans les champs de canola de printemps avec cages d'exclusion de 2023 à 2025.

À l'inverse, les stades précoces du développement du canola, tels que la phase végétative et l'élongation, étaient généralement associés à des taux de captures plus faibles. En fin de cycle, lorsque les siliques sont pleinement développées, les captures diminuaient dans la majorité des sites, probablement à cause de la diminution des sites de pontes.

Ainsi, au cours des trois années du projet, les résultats ont montré la présence d'une importante variabilité spatiale dans l'abondance des populations de CCF, malgré une phénologie saisonnière similaire caractérisée par un pic principal début juillet. La pression de CCF était très variable entre les sites et les forts taux de captures sont demeurés rares et localisés, alors que la majorité des sites présentaient des taux de captures moyens. Pendant la période sensible du canola, c'est le stade bouton qui semblait être le plus susceptible d'être attaqué par la CCF. En effet, c'est principalement à ce moment que les populations les plus importantes étaient observées, alors qu'elles étaient généralement plus faibles pendant l'élongation.

Floraison du canola

Le canola est reconnu pour sa capacité à compenser les dommages causés par la CCF en produisant de nouveaux racèmes secondaires ou tertiaires, généralement dans le bas des plants (Hallett 2017). Cette réponse compensatoire entraîne l'apparition de nouvelles fleurs plus tard en saison et la production de siliques tardives qui peuvent engendrer une maturation inégale des grains en fin de saison (King 2021), ce qui peut réduire le rendement lors de la récolte sur pied (Brassard, MAPAQ, obs. pers.). Cependant, l'andainage, pratique largement utilisée au Québec, atténue souvent les conséquences agronomiques de cette maturité variable, sauf lorsque l'intensité des dommages est élevée.

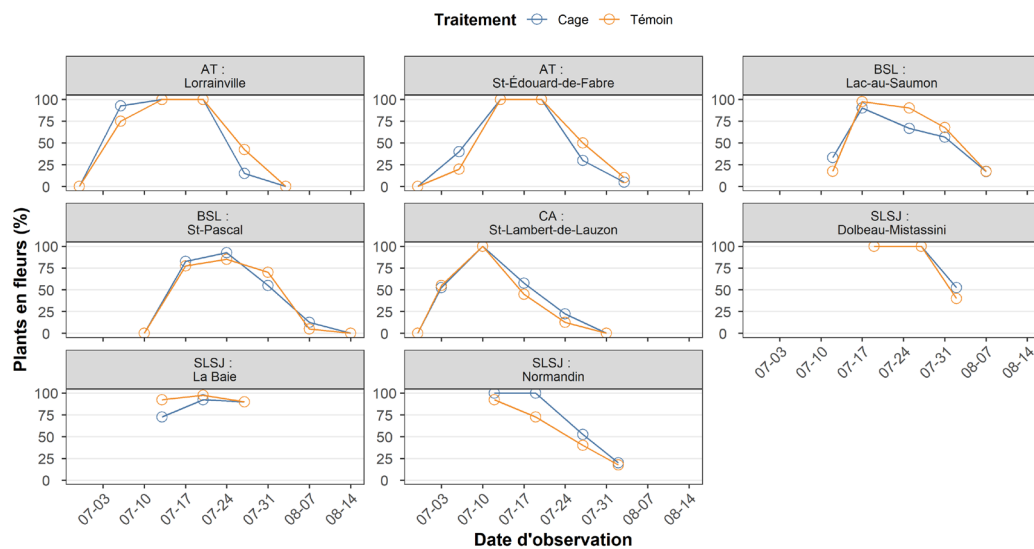


Figure 5. Pourcentage de plants portant des fleurs à l'intérieur (ligne bleue) et à l'extérieur (ligne orange) des cages pendant la période de floraison dans les champs de canola du RAP suivis en 2023.

En 2023, un pourcentage légèrement plus élevé de plants en fleur a été observé pour les plants exposés à la CCF dans quelques localités (Lac-au-Saumon, La Baie, Saint-Édouard-de-Fabre, Lorrainville), alors que d'autres sites présentaient des pourcentages similaires (Saint-Pascal, Saint-Lambert-de-Lauzon, Dolbeau-Mistassini) ou légèrement inférieurs (Normandin) (**Figure 5**). Malgré ces variations locales, la date de fin de floraison demeurerait identique entre les plants situés à l'intérieur et à l'extérieur des cages, suggérant qu'aucun retard phénologique marqué n'était attribuable à la présence de CCF dans ces conditions.

Deux hypothèses pourraient expliquer l'absence de différence claire entre les plants protégés et exposés à la CCF. La première est que les densités de CCF, bien que parfois élevées dans certaines municipalités, n'ont peut-être pas atteint des niveaux suffisants aux stades sensibles pour provoquer un retard de maturité. La seconde est que la CCF ne causerait pas systématiquement un retard de maturité, du moins pas décelable au moment de la floraison. Il est donc possible que l'évaluation de la maturité au moment de la floraison ne soit pas un bon indicateur du retard de maturité au moment de la récolte.

Afin de mieux caractériser cet effet compensatoire, le suivi de la floraison a été remplacé lors des deux années suivantes par un dénombrement des racèmes secondaires pour vérifier si une augmentation du nombre de racèmes était associée à la présence de CCF.

Nombre de racèmes secondaires par plant

Le nombre de racèmes secondaires par plant ne différait pas significativement entre les cages et les quadrats témoins (4,3 vs 4,2 racèmes secondaires/plant; $\chi^2_{(1)} = 0,261$, $p = 0,610$; **Figure 6**). Par ailleurs, l'évaluation visuelle n'a montré aucun effet (augmentation ou diminution) de la densité de CCF sur le nombre de racèmes secondaires, et ce, quel que soit le stade de croissance du canola (**Annexe 1**). Il est donc possible que les densités de CCF aient été trop faibles pour induire la formation de nouveaux racèmes.

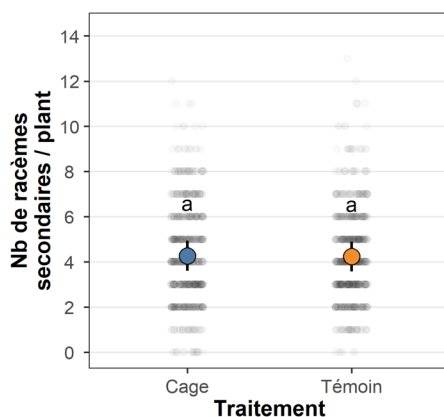


Figure 6. Nombre de racèmes secondaires par plant à l'intérieur (cage) et à l'extérieur (témoin) des cages installées dans des champs de canola en 2024 et 2025. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95 %. Les traitements avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement les uns des autres.

Maturité des grains

Comme les infestations de CCF peuvent affecter l'homogénéité de la maturité à la récolte (King, 2021), un prélèvement de siliques a été réalisé en 2025 pour comparer le stade de maturité des grains entre les plants exposés à la CCF et ceux protégés dans les cages. Cette approche visait à obtenir une mesure plus directe de la maturité finale que l'observation effectuée au moment de la floraison.

Les résultats ont toutefois montré une forte hétérogénéité entre les sites, probablement attribuable au fait que les prélèvements de siliques ont été faits à des stades de maturité très différents selon les localités (**Figure 7**). Dans la majorité des cas, les siliques étaient déjà trop mures (grains presque tous noirs; Normandin, Saint-Prime), ou encore, pas assez mures (grains presque tous verts; Saint-Denis, Saint-Isidore) lorsque les bouquets de canola sont parvenus au CÉROM. En outre, pour certains des sites, les siliques avaient commencé à moisir. Cette variabilité importante dans la qualité et le stade des échantillons a limité la possibilité d'obtenir une mesure fiable permettant de comparer les traitements entre eux. Pour ces raisons, le pourcentage de grains verts dans les siliques, initialement envisagé comme mesure de la maturité, ne s'est pas avéré un bon indicateur et n'a donc pas été analysé.

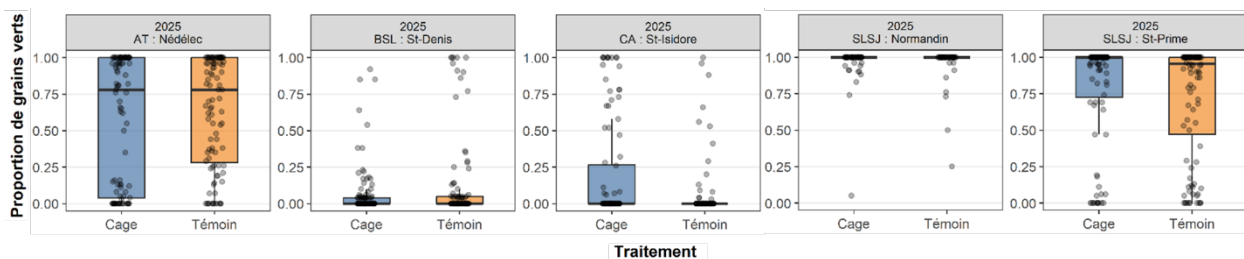


Figure 7. Proportion de grains verts dans les siliques récoltées en fin de saison sur les plants à l'intérieur et à l'extérieur des cages installées dans des champs de canola en 2025.

Peuplement et rendement

Le peuplement de canola était légèrement plus élevé dans les cages (58,2 plants/m²) que dans les quadrats témoins (55,3 plants/m²), mais cette différence n'était que marginalement significative ($\chi_{(1)} = 2,72$, $p = 0,099$; **Figure 8a**). Le rendement était toutefois significativement plus élevé dans les cages (3 492 kg/ha) que dans les quadrats témoins (2 560 kg/ha; $\chi_{(1)} = 74,2$, $p < 0,001$; **Figure 8b**). Cependant, l'évaluation visuelle n'a montré aucun effet (augmentation ou diminution) de la densité de CCF sur le rendement, et ce, quel que soit le stade de croissance du canola. Le rendement par plant était lui aussi significativement plus élevé dans les cages (6,7 g) que dans les quadrats témoins (5,9 g; $\chi_{(1)} = 5,47$, $p = 0,019$; **Figure 8c**). Finalement, aucune différence n'a été trouvée entre le poids de 1 000 grains des cages et des quadrats témoins (3,52 g dans les deux cas; $\chi_{(1)} = 0,01$, $p = 0,922$; **Figure 8d**).

Il est possible que le rendement plus faible observé dans les quadrats témoins soit en lien avec l'abondance de CCF dans les champs. Cependant, il est également possible que cela soit due à une différence au niveau de la fertilisation. En effet, les producteurs ont appliqué leur fertilisation au semis et les collaborateurs des

clubs-conseils en agroenvironnement avaient la possibilité de fertiliser manuellement le canola des cages au moment de leur pose afin de compenser la fertilisation du producteur en post-levée. Il est possible que les cages de certains sites aient ainsi reçues une fertilisation plus importante que celle appliquée par le producteur dans le reste du champ, ce qui aurait pu favoriser la croissance et la vigueur des plants. La différence de rendement aurait aussi pu s'expliquer par le nombre de plants plus élevé dans les cages, mais en ramenant le rendement par plant, la différence était toujours présente.

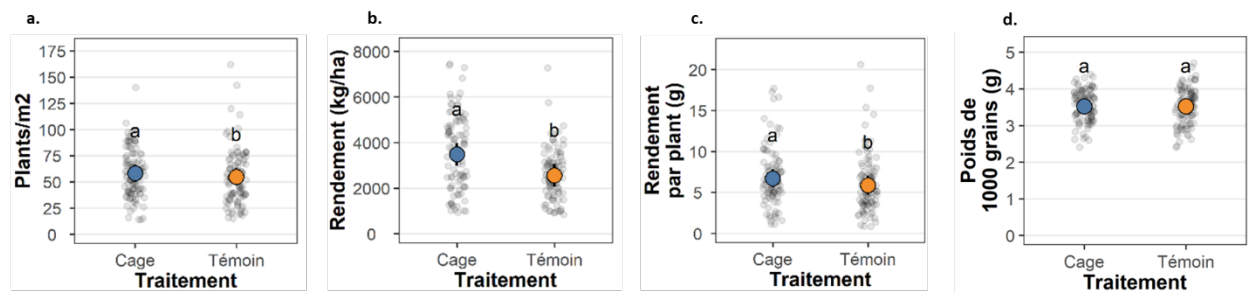


Figure 8. Peuplement (a.), rendement total (b.), rendement par plant (c.), et poids de 200 grains (d.) du canola à l'intérieur (cage) et à l'extérieur (témoin) des cages installées dans des champs de canola suivis par le RAP en 2023 à 2025. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95 %. Les traitements avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement les uns des autres au sein d'un même traitement.

L'évaluation visuelle de l'effet de la pression de CCF à différents stades (végétatif, sensibles ou floraison) sur le rendement n'a pas permis de conclure qu'elle avait un impact dans nos conditions. Il était attendu que l'écart de rendement entre les cages et les quadrats témoins soit quasiment nul à des densités faibles de CCF et qu'il augmente avec les densités croissantes de captures, particulièrement lors des stades sensibles. Or, bien que l'écart de rendement entre les cages et les témoins variait d'une catégorie de densités à l'autre, aucune augmentation systématique n'a été notée (**Annexe 1**). Dans certains cas, les rendements étaient même similaires malgré des taux de capture élevés. La différence serait donc plutôt attribuable aux conditions abiotiques différentes (luminosité, humidité, température, vent) à l'intérieur des cages.

Conclusion

Tous les sites suivis dans le cadre du projet, à l'exception du site de Saint-Épiphanie en 2024, ont dépassé le seuil de 5 CCF/piège/jour recommandé en Ontario. La majorité de ces sites (19 sur 29) ont dépassé le seuil durant la période sensible du canola (élongation-boutons), dont tous les sites en AT (9), quatre sites au BSL (sur 10), un site en CA (sur 3), et cinq sites au SLSJ (sur 7). Pour plusieurs de ces sites, les pics de capture les plus élevés ont été observés vers la fin de la période sensible (stade boutons).

Une baisse de rendement a été observée dans les quadrats témoins par rapport aux cages, mais il est difficile d'attribuer entièrement ces pertes à la présence de la CCF. En effet, aucune relation claire n'a été mise en évidence entre les densités de CCF et les rendements mesurés, ce qui suggère que la CCF n'aurait pas eu un impact majeur. Il est probable que cette différence soit due à un effet cage qui aurait influencé

les rendements indépendamment de la pression de CCF, mais le dispositif expérimental ne permettait pas de distinguer précisément l'effet de la cage de celui de la CCF.

Volet 2. Efficacité d'une application d'insecticide en conditions commerciales

Aucun traitement insecticide contre la CCF n'a été effectué dans les champs suivis durant les trois années du projet. Ce volet n'a donc pas pu être réalisé.

Volet 3. Validation du seuil d'intervention en parcelles expérimentales

Essai réalisé à Normandin en 2023

Populations de cécidomyie du chou-fleur

Les populations de CCF sont demeurées faibles (0,8 à 4,0 CCF/piège/jour) jusqu'au début du stade boutons (BBCH 50, 10 juillet; **Figure 9**). Elles ont ensuite augmenté et sont restées au-dessus du seuil de 5 CCF/piège/jour jusqu'à la mi-floraison (BBCH 65–66, 24 juillet). Les populations n'ont jamais atteint le seuil de 40 CCF/piège/jour évalué dans le cadre du projet, mais ont néanmoins dépassé 20 CCF/piège/jour pendant quelques jours au cours du stade floraison (17 au 19 juillet, BBCH 62 à 64).

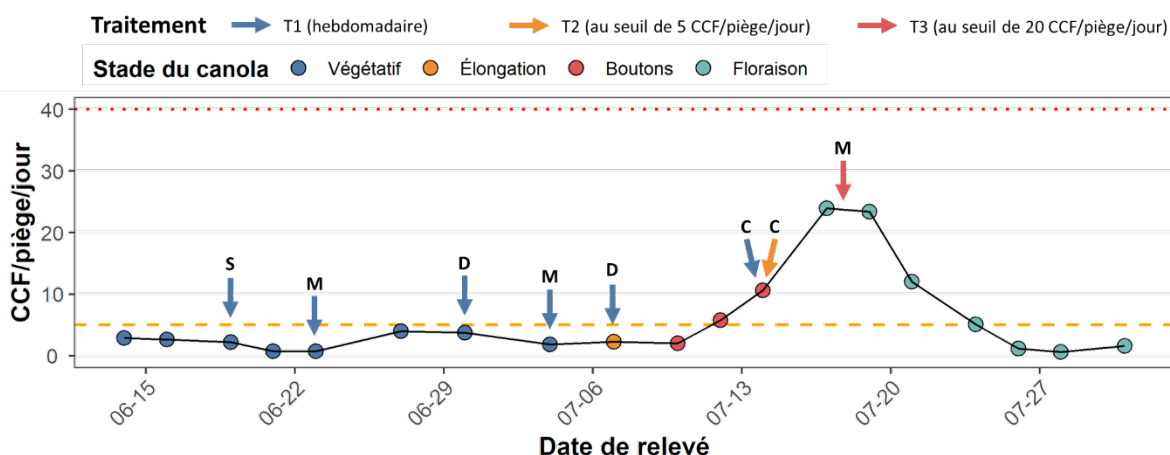


Figure 9. Dynamique de population de la cécidomyie du chou-fleur dans les essais menés à la ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) à Normandin en 2023. Les lignes pointillées jaune et rouge représentent, les seuils de 5 et 40 CCF/piège/jour, respectivement, et les flèches indiquent les dates d'application des insecticides (S : Success™ 480 SC; M : Matador® 120 EC, D : Decis® 5 CE, C : Coragen®).

Les traitements hebdomadaires (T1) ont été faits à six reprises entre le stade trois feuilles du canola (BBCH 13, 19 juin) et le début du stade boutons (BBCH 51–53, 14 juillet; **Annexe 2**). Un seul traitement T2 (au seuil de 5 CCF/piège/jour) a été réalisé, au début du stade boutons (BBCH 51–53, 14 juillet, Coragen®). Comme le seuil de 40 CCF/piège/jour n'a jamais été atteint, le traitement T3 a plutôt été effectué lorsque les captures ont dépassé 20 CCF/piège/jour au début de la floraison (BBCH 61–63, 18 juillet, Matador®), soit quatre jours après le traitement T2. Parmi les traitements évalués, seul le traitement T2 a été effectué pendant la période sensible du canola.

Pourcentage de plants de canola infestés par la cécidomyie du chou-fleur

L'effet du type de traitement sur le pourcentage de plants infestés différait entre les dates d'échantillonnage (interaction traitement x date; $\chi_{(3)} = 10,1$, $p = 0,018$; **Figure 10**). Juste avant les traitements T2 au stade boutons (BBCH 52, 14 juillet, Coragen®) et T3 au début de la floraison (BBCH 61-63, 18 juillet, Matador®), le pourcentage de plants infestés était plus faible dans les parcelles traitées à chaque semaine (T1 : 23 %) que dans celles n'ayant pas encore reçu de traitement (50 à 66 %), celles-ci ne différant pas entre elles.

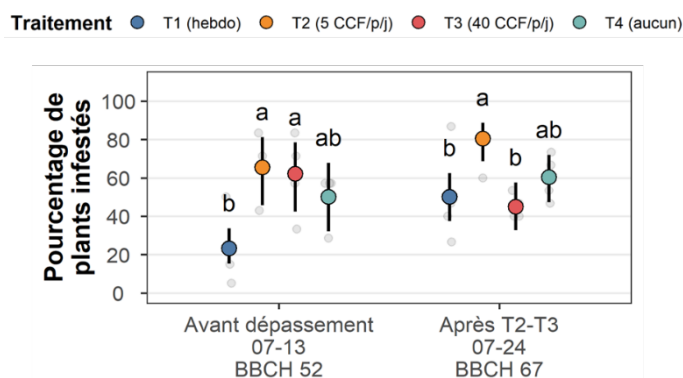


Figure 10. Pourcentage de plants de canola infestés par la cécidomyie du chou-fleur (CCF) avant et après les traitements insecticides aux dépassements de seuils à la ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) à Normandin en 2023. Les dates et les stades correspondent au moment du prélèvement des plants. La récolte « Avant dépassement » a été faite juste avant le premier traitement T2 et T3. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95 %. Les traitements avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement les uns des autres au sein d'une même date de récolte.

Après les traitements, le pourcentage de plants infestés était significativement plus élevé pour le traitement T2 (81 %) que pour les parcelles traitées à chaque semaine (T1 : 50 %) et les traitements T3 (45 %). Les parcelles non traitées (T4) avaient, quant à elles, une valeur intermédiaire (60 %), mais ne différaient pas significativement des autres traitements. Il est à noter que le pourcentage de plants infestés dans les parcelles traitées à chaque semaine (T1) a beaucoup augmenté après le traitement, au point de ne pas différer significativement des parcelles non traitées (T4).

Émergences de CCF des plants infestés

Les émergences de CCF des plants infestés ne différaient pas significativement entre les types de traitements ($\chi_{(3)} = 4,72$, $p = 0,194$; **Figure 11**), et ce, autant avant qu'après les applications. Toutefois certaines tendances ont été observées. Juste avant les traitements T2 au stade boutons (BBCH 52, 14 juillet, Coragen®) et T3 au début de la floraison (BBCH 61-63, 18 juillet, Matador®), les émergences étaient trois fois plus élevées dans les parcelles non traitées (T4 : 14,3 CCF/piège/jour) que dans celles traitées à chaque semaine (T1 : 5,5 CCF/piège/jour). Les parcelles des traitements T2 et T3 avaient, quant à elles, des valeurs intermédiaires (9,7 et 8,3 CCF/piège/jour, respectivement).

Après les traitements, les émergences de CCF étaient environ deux fois plus faibles pour T3 (5,2 CCF/piège/jour) que pour les autres traitements (10,0 à 12,1 CCF/piège/jour). À noter que seul le traitement T3 a vu une diminution des émergences à la suite du traitement, alors qu'elles ont augmenté dans les parcelles traitées à chaque semaine (T1) et sont restées similaires pour les autres traitements.

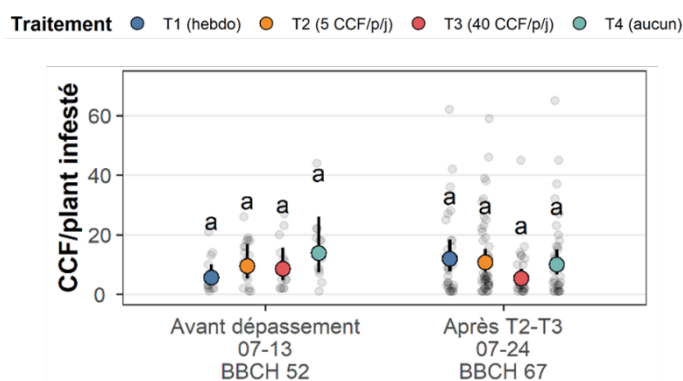


Figure 11. Émergence de CCF des plants infestés (nb/plant) avant et après les traitements insecticides aux dépassements de seuils à la ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) à Normandin en 2023. Les dates et les stades correspondent au moment du prélèvement des plants. La récolte « Avant dépassement » a été faite juste avant le premier traitement T2 et T3. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95 %. Les traitements avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement les uns des autres au sein d'une même date de récolte.

Domages de cécidomyie du chou-fleur

Le pourcentage de plants avec racème primaire endommagé ne différait pas entre les types de traitements ($\chi_{(3)} = 1,46$, $p = 0,692$) et aucune interaction significative n'a été détectée entre le type de traitement et le stade de développement (interaction traitement x stade; $\chi_{(3)} = 5,29$, $p = 0,152$; **Figure 12a**). Le pourcentage de plants avec racème primaire endommagé au moment de la maturation était néanmoins plus faible pour les parcelles traitées à chaque semaine (T1 : 12,0 %) que pour les autres traitements (21,9 à 33,3 %).

Le pourcentage de plants avec racèmes secondaires endommagés différait entre les types de traitements ($\chi_{(3)} = 12,4$, $p = 0,006$), mais aucune interaction significative n'a été détectée entre le type de traitements et le stade de développement (interaction traitement x stade; $\chi_{(3)} = 1,72$, $p = 0,632$; **Figure 12b**). Ainsi, autant au stade floraison que maturation, le pourcentage de racèmes secondaires endommagés était plus faible

dans les parcelles traitées à chaque semaine (T1) que dans les autres traitements, ceux-ci ne différant pas les uns des autres. Au stade maturation, le traitement T2 avait tout de même une valeur plus élevée que les traitements T3 et T4.

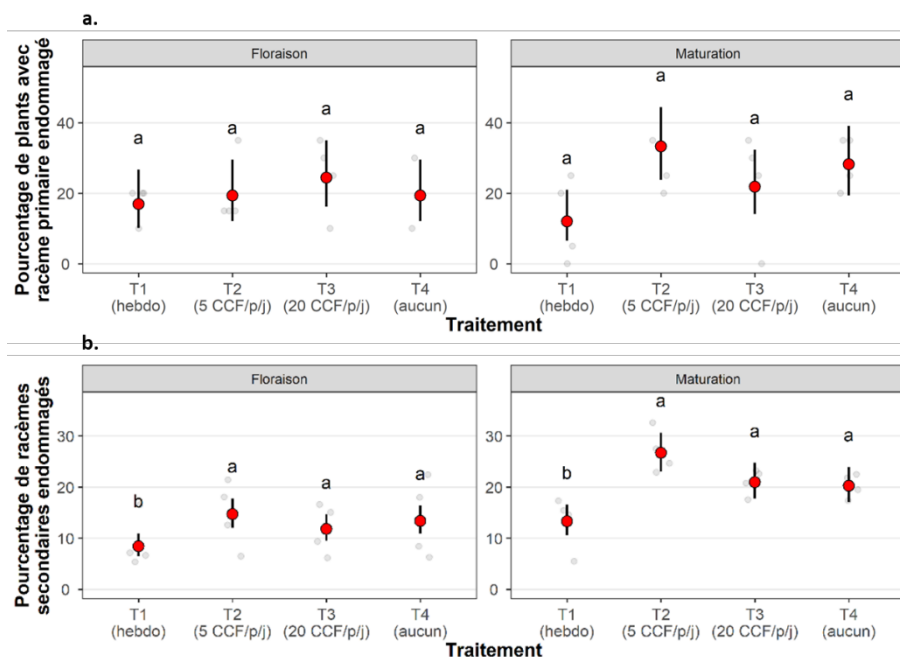


Figure 12. Pourcentage a) de plants de canola avec racème primaire endommagé et b) de racèmes secondaires endommagés aux stades floraison et maturation pour différents types de traitements insecticides à la ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) à Normandin en 2023. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95 %. Les traitements avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement les uns des autres au sein d'un même traitement.

Floraison du canola

Une interaction marginalement significative du type de traitements et de la date d'évaluation a été observée pour le pourcentage de plants avec fleurs (interaction traitement x évaluation; $\chi_{(3)}^2 = 12,0$; $p = 0,062$; **Figure 13**). La floraison semblait plus tardive pour les parcelles les moins traitées. Ainsi, lors de la première évaluation (21 juillet), la floraison était plus avancée dans les parcelles traitées à chaque semaine (T1 : 93 %) que dans les parcelles non traitées (T4 : 65 %), alors que les parcelles traitées aux seuils de 5 et 20 CCF/piège/jour présentaient des valeurs intermédiaires (T2 : 83 % et T3 : 80 %). Les parcelles traitées à chaque semaine (T1) ont ensuite été les premières à atteindre la « pleine floraison¹ » le 27 juillet, puis ont commencé à décliner la semaine suivante (1^{er} août), au moment où les autres traitements atteignaient à leur tour la « pleine floraison ».

¹ Le terme « pleine floraison » est utilisé ici pour désigner le moment où tous les plants portaient au moins une fleur.

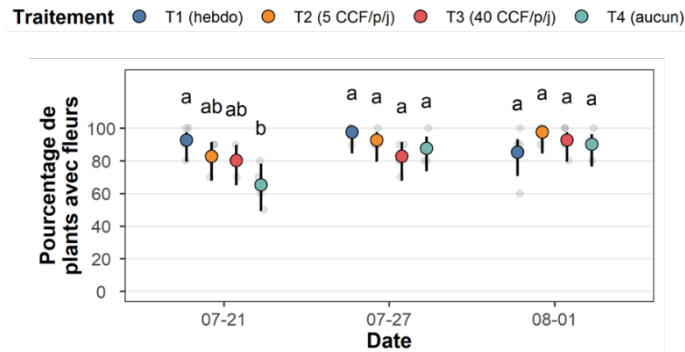


Figure 13. Pourcentage de plants avec fleurs à différentes dates pendant la floraison du canola pour différents types de traitements insecticide à la ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) à Normandin en 2023. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95 %. Les traitements avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement les uns des autres au sein d'un même traitement.

Peuplement et rendement du canola

Le peuplement du canola à la récolte ne différait pas entre les types de traitements ($\chi_{(3)} = 3,73$, $p = 0,292$; **Figure 14a**), mais avait tendance à être légèrement plus faible dans les parcelles non traitées (T4 : 79 plants/m²) que dans les autres traitements (86 à 88 plants/m²).

Le rendement différait entre les types de traitements ($\chi_{(3)} = 41,4$, $p < 0,001$; **Figure 14b**). Les parcelles non traitées (T4) et celles traitées au dépassement du seuil de 5 CCF/piège/jour (T2) avaient un rendement plus faible (2 470 et 2 512 kg/ha, respectivement) que celles traitées à chaque semaine (T1 : 2 695 kg/ha) ou au dépassement du seuil de 20 CCF/piège/jour (T3 : 2 705 kg/ha).

Le poids de 1 000 grains différait entre les types de traitements ($\chi_{(3)} = 18,6$, $p < 0,001$; **Figure 14c**). Il était plus élevé pour les parcelles non traitées (T4 : 3,32 g) et celles traitées au dépassement du seuil de 5 CCF/piège/jour (T2 : 3,37 g) que pour les parcelles traitées au dépassement du seuil de 20 CCF/piège/jour (T3 : 3,10 g). Les parcelles traitées à chaque semaine avaient une valeur intermédiaire (T1 : 3,26 g).

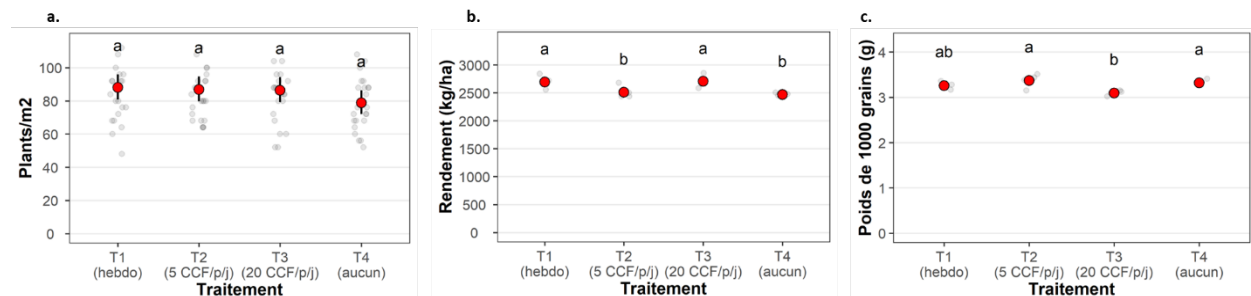


Figure 14. a) Peuplement (plants/m²), b) rendement (kg/ha) et c) poids de 1 000 grains (g) du canola pour différents types de traitements insecticide à la ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) à Normandin en 2023. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95 %. Les traitements avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement les uns des autres au sein d'un même traitement.

Discussion

À Normandin en 2023, le traitement au seuil de 20 CCF/piège/jour (T3) s'est avéré plus efficace que le traitement au seuil de 5 CCF/piège/jour (T2). Les différences ont été observées au niveau du pourcentage de plants infestés et du rendement, mais des tendances ont aussi été observées pour le nombre de CCF par plant infesté et le pourcentage de plants avec le racème primaire endommagé.

Le pourcentage de plants infestés était environ deux fois plus faible pour le traitement T3 et les plants infestés avaient deux fois moins de CCF. Le rendement du traitement T3 était similaire à celui des parcelles traitées à chaque semaine (T1) et était supérieur d'environ 200 kg/ha à celui du traitement T2, qui lui, était similaire à celui des parcelles non traitées (T4). Au moment de la maturation, le pourcentage de plants avec dommage au racème primaire était aussi légèrement plus faible pour T3 que pour T2, mais les deux traitements ne différaient pas des parcelles non traitées (T4).

Ces différences entre les traitements T2 et T3 pourraient s'expliquer par le fait qu'ils n'ont pas été faits avec le même produit, et ce, même s'ils ont été effectués pratiquement au même moment (à quatre jours d'intervalle). En effet, le traitement T2 a été fait au Coragen®, alors que le traitement T3 a été fait au Matador®, deux produits qui n'ont pas le même mode d'action. Le Matador® est un insecticide de contact, alors que le Coragen® est un insecticide semi-systémique qui pénètre dans la plante et qui doit être ingéré par l'insecte pour faire effet. Comme les CCF adultes ne se nourrissent pas des tissus végétaux, elles risquent donc d'être peu affectées par le Coragen®. Les larves sont donc les seules à pouvoir être affectées par le Coragen®, mais il est possible que la dose réellement ingérée soit insuffisante pour provoquer une mortalité élevée. À l'inverse, le Matador® appliqué au moment propice permettrait de tuer une bonne partie des adultes en vol ou sur les plants, ce qui pourrait réduire le nombre de pontes et donc de plants infestés.

Il est d'ailleurs à noter que le dernier traitement T1 (à chaque semaine), effectué au stade boutons en même temps que le traitement T2, a lui aussi été fait au Coragen®. Ceci pourrait expliquer pourquoi le pourcentage de plants infestés et le nombre de CCF par plant infesté dans les parcelles T1 ont augmenté après le traitement, jusqu'à atteindre des valeurs similaires au traitement T4 (parcelles non traitées). Cela dit, les traitements à chaque semaine (T1) ont tout de même permis de protéger les plants des attaques de CCF en début de saison et ont donc bien remplis leur rôle de témoin sans CCF. Malgré tout, les différences de rendement étaient assez faibles, voire inexistantes avec T3. Il est possible que les populations de CCF au stade végétatif et au début du stade boutons aient été trop faibles pour avoir un impact sur le rendement.

Essai réalisé à Normandin en 2024

Populations de cécidomyie du chou-fleur

Des populations élevées de CCF ont été observées dès le début de la saison. Celles-ci se sont maintenues au-dessus du seuil de 5 CCF/piège/jour jusqu'à la mi-floraison (BBCH 63-65, 17 juillet; **Figure 15**). Pendant cette période, les captures ont dépassé le seuil de 40 CCF/piège/jour à deux reprises, soit une première

fois au stade six feuilles (BBCH 16, 25 juin), puis de manière prolongée du stade élongation (BBCH 30, 2 juillet) jusqu'à la mi-floraison (BBCH 65, 17 juillet).

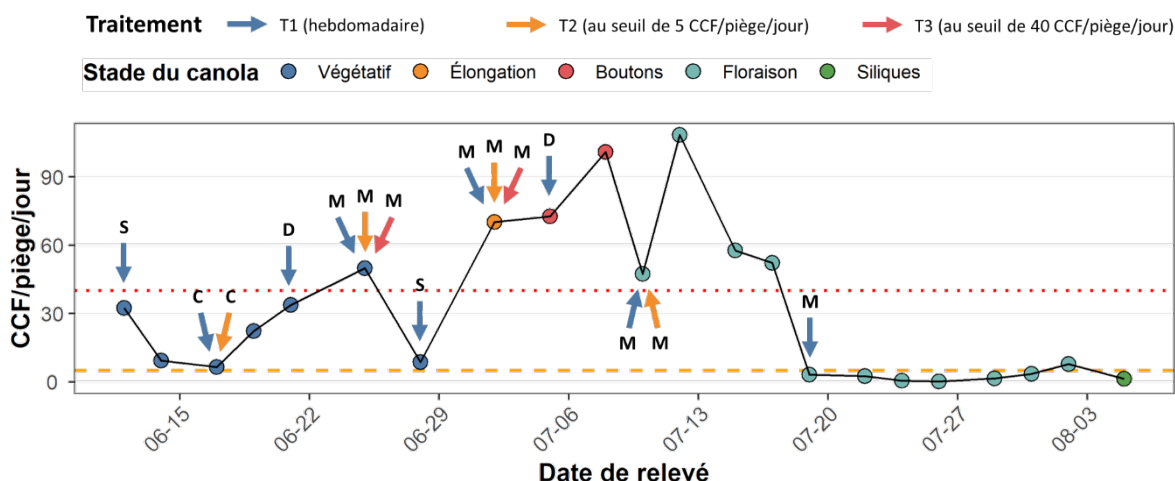


Figure 15. Dynamique de population de la cécidomyie du chou-fleur dans les essais menés à la ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) à Normandin en 2024. Les lignes pointillées jaune et rouge représentent, les seuils de 5 et 40 CCF/piège/jour, respectivement, et les flèches indiquent les dates d'application des insecticides (S : Success™ 480 SC; M : Matador® 120 EC, D : Decis® 5 CE, C : Coragen®).

Les traitements hebdomadaires (T1) ont été faits à neuf reprises entre le stade une feuille (BBCH 11, 12 juin) et la mi-floraison (BBCH 65, 19 juillet; **Annexe 2**). Le traitement T2 (au dépassement du seuil de 5 CCF/piège/jour) a été réalisé à quatre occasions, soit deux fois durant la période végétative (BBCH 13 et BBCH 16, 17 et 25 juin, Coragen® et Matador®, respectivement), puis une fois au stade élongation (BBCH 30, 2 juillet, Matador®) et une fois au début de la floraison (BBCH 61–62, 10 juillet, Matador®). Finalement, le traitement T3 (au dépassement du seuil de 40 CCF/piège/jour) a été effectué deux fois, soit au stade six feuilles (BBCH 16, 25 juin, Matador®) et au stade élongation (BBCH 30, 2 juillet, Matador®). De tous les traitements aux dépassements de seuils, seuls ceux du 2 juillet (T2 et T3, Matador®) ont été fait pendant la période sensible du canola.

Pourcentage de plants de canola infestés par la cécidomyie du chou-fleur

L'effet du type de traitement sur le pourcentage de plants infestés différait entre les dates d'application (interaction traitement x date; $\chi^2_{(9)} = 26,6$, $p = 0,002$; **Figure 16**). Juste avant le premier traitement T2 (Coragen®) au stade trois feuilles (BBCH 13, 17 juin), aucun plant infesté n'a été observé dans les parcelles. Après le premier traitement, les pourcentages de plants infestés ont augmenté, mais ils ne différaient pas significativement entre les types de traitements (75 à 92 %). Le pourcentage de plants infestés était toutefois un peu plus faible dans les parcelles traitées à chaque semaine (T1) et un peu plus élevé pour le traitement

T2. La même tendance a été observée après les traitements T2 et T3 (Matador®) au stade six feuilles (BBCH 16, 25 juin, 87 à 100 %).

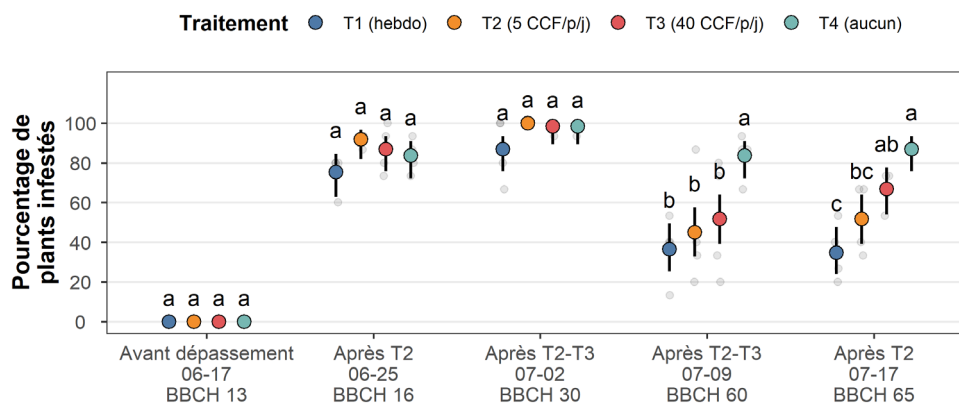


Figure 16. Pourcentage de plants de canola infestés par la cécidomyie du chou-fleur (CCF) avant et après chacun des traitements aux dépassements de seuils à la ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) à Normandin en 2024. Les dates et les stades correspondent au moment du prélèvement des plants. La récolte « Avant dépassement » a été faite juste avant le premier traitement T2 et chaque récolte « Après » traitements servait aussi de récolte « Avant » du traitement suivant. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95 %. Les traitements avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement les uns des autres au sein d'une même date de récolte.

Cependant, après les traitements T2 et T3 (Matador®) au stade élongation (BBCH 30, 2 juillet), le pourcentage de plants infestés était nettement plus élevé dans les parcelles non traitées (T4 : 84 %) que dans les parcelles traitées (36 à 52 %), qui elles ne différaient pas les unes des autres. Pour ces dernières, le pourcentage de plants infestés avait cependant tendance à diminuer avec l'augmentation du nombre d'applications.

Finalement, une tendance similaire a été observée après l'application du dernier traitement T2 (Matador®), réalisée au début de la floraison (BBCH 61-62, 10 juillet). Le pourcentage de plants infestés demeurait plus élevé dans les parcelles non traitées (T4 : 87 %) que dans les autres traitements, mais la différence entre ceux-ci était plus contrastée (35 à 67 %). Même si le traitement T2 a été appliqué à la toute fin du stade sensible, il semble avoir permis de limiter les infestations comparativement à T3 qui n'a pas reçu de traitement bien que la différence n'ait été significative. Il est par ailleurs intéressant de noter que, de façon générale, les niveaux d'infestation étaient relativement élevés, et ce, même avec des traitements à toutes les semaines.

Émergences de CCF des plants infestés

Les émergences de CCF des plants infestés ne différaient pas significativement entre les types de traitements ($\chi_{(3)} = 0,404$, $p = 0,939$), et ce, quelle que soit la date d'application (interaction traitement x date; $\chi_{(9)} = 4,47$, $p = 0,878$; **Figure 17**). Il est toutefois intéressant de constater que les émergences de CCF

étaient plus élevées pour les plants prélevés au stade BBCH 30 (2 juill.), correspondant à des infestations survenant au tout début de l'élongation, un stade particulièrement sensible du canola.

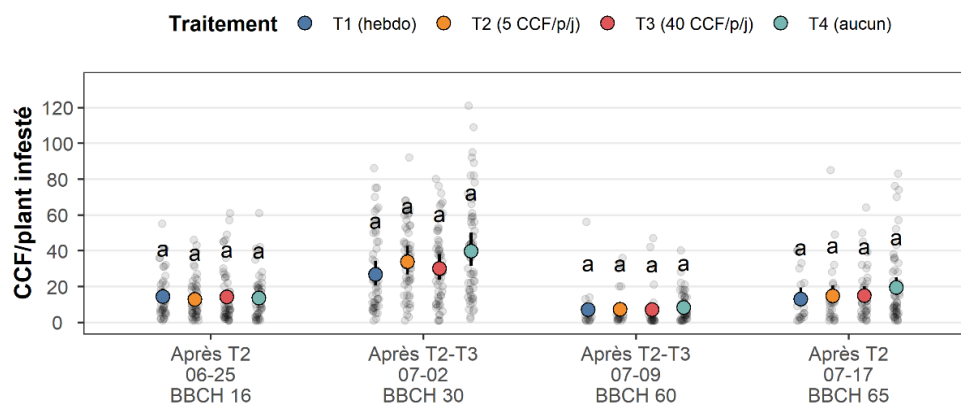


Figure 17. Émergence de CCF des plants infestés (nb/plant) avant et après chacun des traitements aux dépassements de seuils à la ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) à Normandin en 2024. Les dates et les stades correspondent au moment du prélèvement des plants. La récolte « Avant dépassement » a été faite juste avant le premier traitement T2 et chaque récolte « Après » traitements servait aussi de récolte « Avant » du traitement suivant. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95 %. Les traitements avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement les uns des autres au sein d'une même date de récolte.

Domages de cécidomyie du chou-fleur

L'effet du traitement sur le pourcentage de plants avec racème primaire endommagé différait entre la floraison et la maturation du canola (interaction traitement x stade; $\chi_{(3)} = 16,9$, $p < 0,001$; **Figure 18a**). À la floraison, il était significativement plus élevé dans les parcelles non traitées (T4 : 50 %) que dans celles ayant reçu des traitements (17 à 21 %), celles-ci ne différant pas les unes des autres. Cependant, une fois le canola arrivé à maturité, les traitements ne différaient plus significativement entre eux. Le traitement T3 avait cependant un peu plus de plants avec un racème primaire endommagé que les autres traitements (40 % vs 25 à 30 %).

Le pourcentage de racèmes secondaires endommagés différait entre les types de traitements ($\chi_{(3)} = 122$, $p < 0,001$; **Figure 18b**), et ce, de manière similaire lors des deux évaluations (interaction traitement x stade; $\chi_{(3)} = 1,81$, $p = 0,613$). Les plus forts pourcentages de racèmes secondaires affectés ont été observés dans les parcelles non traitées (T4), tant au début de la floraison (41 % contre 15 à 17 % pour les traitements T1 à T3) qu'à la maturation (25 % contre 10 à 12 %). Les traitements T1 à T3 ne différaient pas significativement les uns des autres. La diminution du pourcentage de racèmes endommagés entre la floraison et la maturité suggère la production de nouveaux racèmes secondaires, indiquant un certain niveau de compensation par les plants. Cette dynamique est cohérente avec la présence de fortes populations de CCF aux stades élongation et boutons.

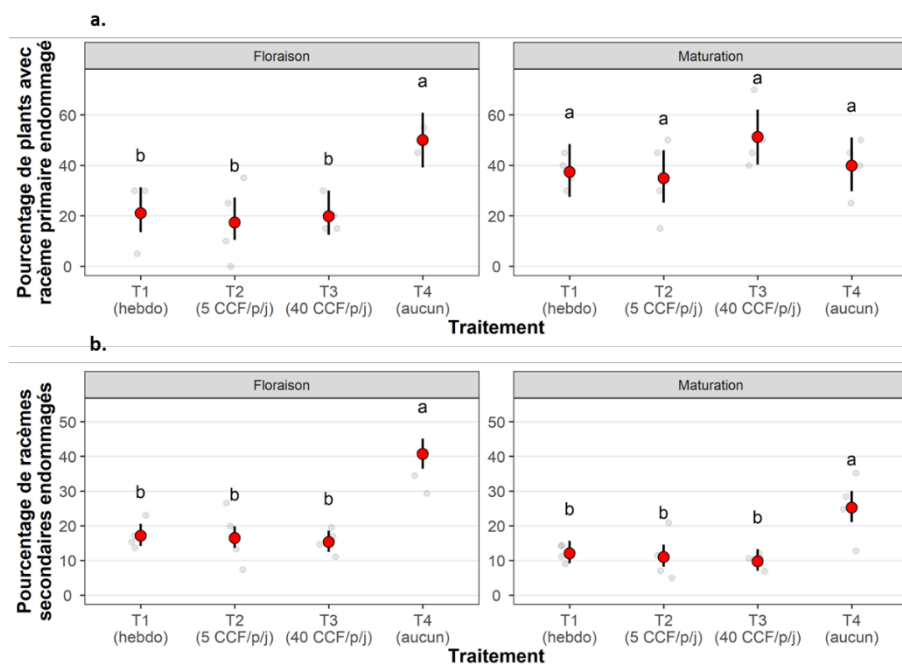


Figure 18. Pourcentage a) de plants de canola avec racème primaire endommagé et b) de racèmes secondaires endommagés aux stades floraison et maturation pour différents types de traitements insecticides à la ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) à Normandin en 2024. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95 %. Les traitements avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement les uns des autres.

Nombre de racèmes secondaires par plant

Le nombre de racèmes secondaires par plant ne différait pas entre les types de traitements ($\chi_{(3)} = 4,80$, $p = 0,187$; **Figure 19**), mais il était tout de même légèrement plus élevé pour les parcelles non traitées (T4 : 6,1) comparativement aux autres traitements (5,3 à 5,5). Cette observation corrobore l'hypothèse comme quoi les plants de canola attaqués par la CCF compensent les dommages par la formation de nouveaux racèmes secondaires.

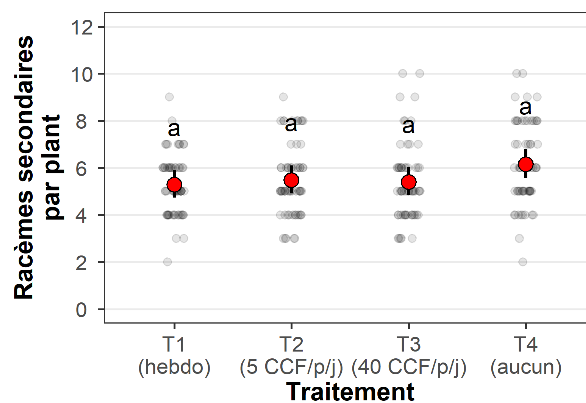


Figure 19. Nombre de racèmes secondaires par plant pour les différents types de traitements insecticide à la ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) à Normandin en 2024. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95 %. Les traitements avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement les uns des autres.

Floraison du canola

L'effet du traitement sur le pourcentage de plants avec fleurs différait entre les dates d'évaluation (interaction traitement x évaluation; $\chi_{(9)} = 19,8$, $p = 0,019$; **Figure 20**). Cependant, le test *post-hoc* de Tukey n'a pu détecter où se trouvaient les différences. Comme en 2023, la floraison semblait plus tardive pour les parcelles les moins traitées. Ainsi, lors de la première évaluation (10 juillet), la floraison était plus avancée dans les parcelles traitées à chaque semaine (T1 : 82 %) que dans les parcelles non traitées (T4 : 68 %), alors que les parcelles traitées aux seuils de 5 et de 40 CCF/piège/jour présentaient des valeurs intermédiaires (T2 : 75 % et T3 : 70 %). Les parcelles T1 à T3 ont ensuite été les premières à atteindre la « pleine floraison² » le 18 juillet, suivi des parcelles non traitées (T4) la semaine suivante (24 juillet). Finalement, lors de la dernière évaluation, ce sont les parcelles non traitées (T4) qui avaient plus de plants en fleurs que les autres traitements (38 % vs 22 à 25 %).

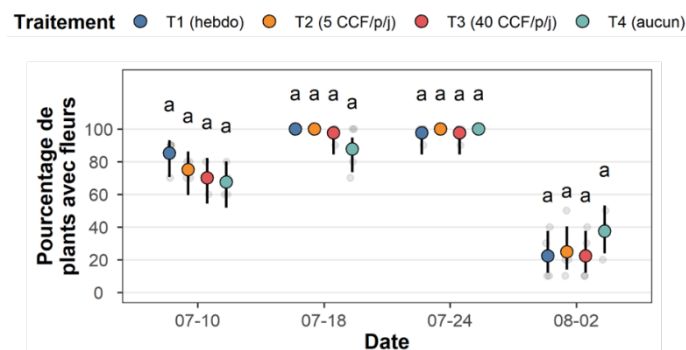


Figure 20. Pourcentage de plants avec fleurs à différentes dates pendant la floraison du canola et pour différents types de traitements insecticide à la ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) à Normandin en 2024. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95 %. Les traitements avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement les uns des autres au sein d'une même date d'évaluation.

Maturité des grains

Le pourcentage de grains verts dans les siliques ne différait pas entre les types de traitements (environ 16 à 20 % de grains verts par silique; $\chi_{(3)} = 0,906$, $p = 0,824$; **Figure 21**).

² Le terme « pleine floraison » est utilisé ici pour désigner le moment où tous les plants portaient au moins une fleur.

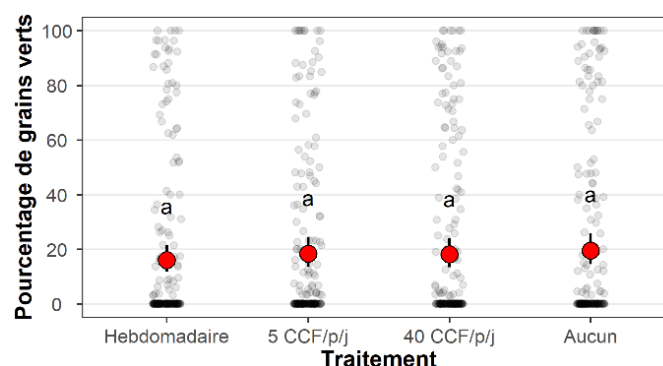


Figure 21. Pourcentage de grains verts dans les siliques de canola pour les différents types de traitements insecticide à la ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) à Normandin en 2024. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95 %. Les traitements avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement les uns des autres au sein d'une même date d'évaluation.

Peuplement et rendement du canola

Le peuplement du canola à la récolte ne différait pas entre les types de traitements (121,8 à 124,5 plants/m²; $\chi_{(3)} = 0,276$, $p = 0,965$; **Figure 22a**). En revanche, le rendement du canola différait de manière importante entre les types de traitements ($\chi_{(3)} = 153$; $p < 0,001$; **Figure 22b**) et diminuait lorsque le nombre d'applications était moindre. Il était environ deux fois plus élevé pour les parcelles traitées à chaque semaine (T1 : 2 892 kg/ha) que pour les parcelles non traitées (T4 : 1 265 kg/ha). Les traitements T2 et T3 avaient, quant à eux, des valeurs intermédiaires, mais ne différaient pas significativement l'un de l'autre. Le traitement T2 avait toutefois un rendement un peu plus élevé que le traitement T3 (2 318 vs 1 979 kg/ha, respectivement). Le poids de 1 000 grains suivait une tendance inverse à celle du rendement, avec une valeur plus élevée pour les parcelles non traitées (T4 : 3,66 g) et une diminution avec l'augmentation du nombre d'applications (T1 : 2,72 g; T2 : 2,90 g; T3 : 3,19 g; $\chi_{(3)} = 62,4$; $p < 0,001$; **Figure 22c**).

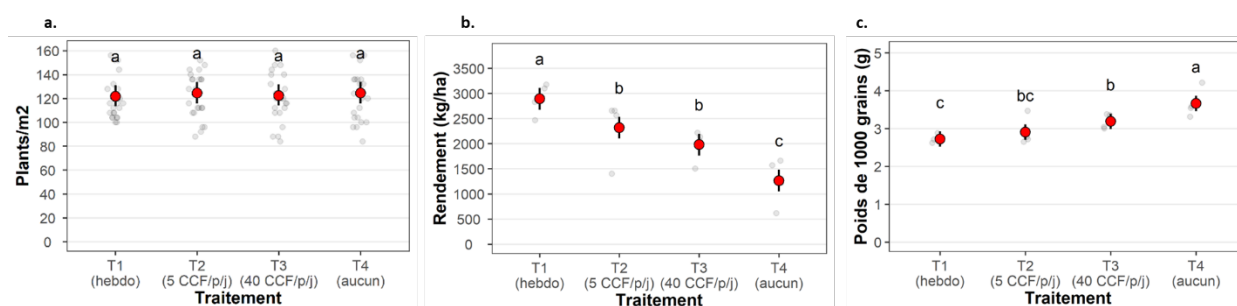


Figure 22. a) Peuplement (plants/m²), b) rendement (kg/ha) et c) poids de 1 000 grains (g) du canola pour différents types de traitements insecticide à la ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) à Normandin en 2024. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95 %. Les traitements avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement les uns des autres.

Discussion

À Normandin en 2024, les traitements aux seuils de 5 CCF/piège/jour (T2) et 40 CCF/piège/jour (T3) ont nettement mieux fait que les parcelles non traitées (T4) sur plusieurs points, dont le pourcentage de plants infestés, le nombre de CCF par plant infesté, les dommages de CCF aux racèmes primaires et secondaires et le rendement. Dans plusieurs des cas, ces traitements avaient des valeurs qui ne différaient pas significativement des parcelles traitées à chaque semaine (T1). Les deux traitements avaient généralement une efficacité similaire, mais le traitement T2 avait tout de même tendance à faire un peu mieux que le traitement T3.

En ce qui concerne les pourcentages de plants infestés, l'effet des traitements devenaient particulièrement évident lorsque les traitements étaient effectués durant les stades sensibles du canola. Après les deux premiers traitements au stade végétatif (BBCH 13 et 16, 17 et 25 juin), les pourcentages de plants infestés étaient similaires aux parcelles non traitées (T4). Après le troisième traitement, au stade élongation, les parcelles T2 et T3 avaient une valeur nettement plus faible que les parcelles T4 non traitées, mais similaire aux parcelles T1 traitées à chaque semaine. Après le dernier traitement, les parcelles T4 avaient toujours beaucoup de plants infestés alors que les parcelles T1 étaient significativement plus faibles. Les traitements T2 et T3 présentaient des valeurs intermédiaires, mais T2 ne différait pas de T1, et T3 ne différait pas de T4. Les émergences de CCF des plants infestés étaient cependant similaires aux parcelles non traitées (T4) après chacun des traitements.

Les traitements T2 et T3 avaient un rendement supérieur aux parcelles non traitées (T4), mais inférieur à celui des parcelles traitées à chaque semaine (T1). Les traitements T2 et T3 ne différaient pas significativement l'un de l'autre, mais le traitement T2 avait quand même un rendement plus élevé que le traitement T3 (différence de 339 kg/ha).

Au moment de la maturation, le pourcentage de plants avec dommage au racème primaire était légèrement plus élevé pour T3 que pour les autres traitements, mais pas de manière significative.

Les différences plus marquées observées en 2024 sont vraisemblablement liées aux populations de CCF particulièrement élevées (> 50 CCF/piège/jour) et persistantes ($\pm$ 15 jours) durant les stades sensibles du canola. Le fait que la rentabilité ait été similaire pour les traitements T1 (hebdomadaire) et T2 (au seuil de 5 CCF/piège/jour), et un peu plus faible pour T3 (au seuil de 40 CCF/piège/jour), montre que l'utilisation d'insecticides demeure un outil de gestion pertinent à condition que leur utilisation soit synchronisée avec les stades sensibles du canola.

Essai réalisé à Normandin en 2025

Populations de cécidomyie du chou-fleur

Les populations de CCF ont augmenté très rapidement en début de saison et sont restées au-dessus du seuil de 5 CCF/piège/jour jusqu'au début de la floraison (BBCH 60-63, 1^{er} août; **Figure 23**). Pendant cette

période, les populations ont dépassé le seuil de 40 CCF/piège/jour à trois reprises, dont deux fois pendant le stade végétatif – à deux feuilles (BBCH 12, 20 juin) et cinq feuilles (BBCH 15, 27 juin) – et une fois durant le stade élongation (BBCH 19 à 32, du 9 au 14 juillet).

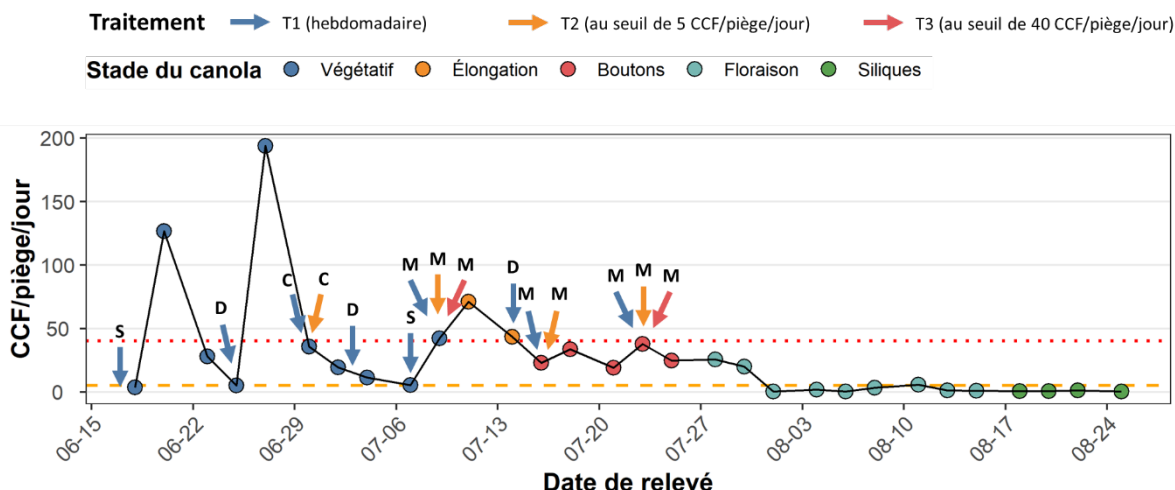


Figure 23. Dynamique de population de la cécidomyie du chou-fleur dans les essais menés à la ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) à Normandin en 2025. Les lignes pointillées jaune et rouge représentent, les seuils de 5 et 40 CCF/piège/jour, respectivement, et les flèches indiquent les dates d'application des insecticides (S : Success™ 480 SC; M : Matador® 120 EC, D : Decis® 5 CE, C : Coragen®).

Les traitements hebdomadaires (T1) ont été faits à neuf reprises entre le stade deux feuilles (BBCH 12, 17 juin) et le stade boutons (BBCH 55-57, 23 juillet; **Annexe 2**). Le traitement T2 (au seuil de 5 CCF/piège/jour) a été effectué quatre fois, dont deux fois pendant la période végétative – une fois au stade cinq-six feuilles (BBCH 15-16, 30 juin, Coragen®) et une fois au stade neuf feuilles (BBCH 19-30, 9 juillet, Matador®) – et deux fois au stade boutons (BBCH 52 et 55-57, 16 et 23 juillet, Matador®). Le traitement T3 (au seuil de 40 CCF/piège/jour) a été fait deux fois, soit une fois au stade neuf feuilles (BBCH 19, 9 juillet, Matador®) et une fois au stade boutons (BBCH 51-57, 23 juillet, Matador®). De tous les traitements aux dépassements de seuils, seuls ceux du 16 juillet (T2, Matador®) et du 23 juillet (T2 et T3, Matador®) ont été effectués pendant la période sensible du canola.

Pourcentage de plants de canola infestés par la cécidomyie du chou-fleur

L'effet du traitement sur le pourcentage de plants infestés différait entre les dates d'application (interaction traitement x date; $\chi_{(12)} = 30,6$, $p = 0,002$; **Figure 24**). Juste avant le premier traitement T2 au stade cinq-six feuilles (BBCH 15-16, 30 juin), le pourcentage de plants infestés ne différait pas significativement entre les types de traitements (17 à 30 %). Après le traitement, le pourcentage de plants infestés ne différait pas significativement entre les types de traitements, mais il était tout de même plus faible pour T1 (28 %) et plus élevé pour T3 (42 %). Après les traitements T2 et T3 au stade neuf feuilles (BBCH 19-30, 9 juillet,

Matador®), le pourcentage de plants infestés ne différait pas non plus significativement entre les types de traitements, mais il était tout de même plus faible pour T2 (33 %) que pour les autres traitements (47 à 53 %).

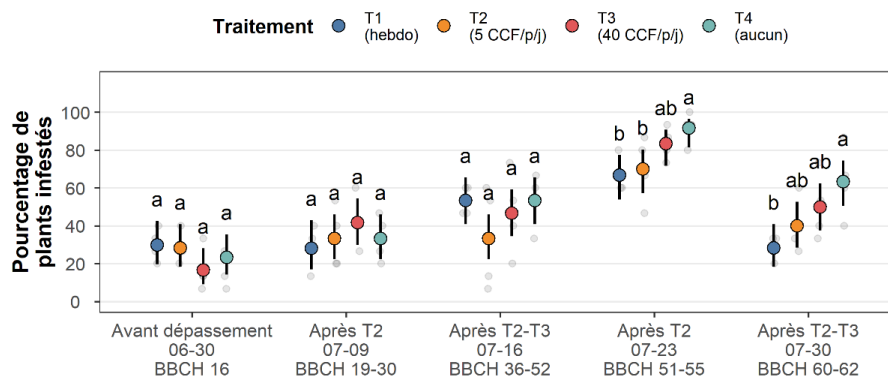


Figure 24. Pourcentage de plants infestés par la cécidomyie du chou-fleur (CCF) avant et après chacun des traitements aux dépassements de seuils à la ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) à Normandin en 2025. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95 %. Les dates et les stades correspondent au moment du prélèvement des plants. La récolte « Avant dépassement » a été faite juste avant le premier traitement T2 et chaque récolte « Après » traitements servait aussi de récolte « Avant » du traitement suivant. Les traitements avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement les uns des autres au sein d'une même date de récolte.

Après le traitement T2 au stade boutons (BBCH 52, 16 juillet, Matador®), le pourcentage de plants infestés diminuait avec l'augmentation du nombre d'applications et était significativement plus élevé pour les parcelles non traitées (T4 : 92 %) que pour celles traitées à chaque semaine (T1 : 67 %) et celles traitées au seuil de 5 CCF/piège/jour (T2 : 70 %). Le traitement au seuil de 40 CCF/piège/jour (T3) présentait une valeur intermédiaire (83 %) mais non significativement différente des autres traitements. Cette valeur plus élevée pourrait s'expliquer par le fait qu'il n'a pas reçu de traitement.

Finalement, la même tendance a été observée après les derniers traitements T2 et T3 au stade boutons (BBCH 51-57, 23 juillet, Matador®). Le pourcentage de plants infestés était toujours plus élevé dans les parcelles non traitées (T4 : 63 %) et plus faible dans les parcelles traitées à chaque semaine (T1 : 28 %), alors que les traitements T2 et T3 présentaient des valeurs intermédiaires (40 et 50 %).

Émergences de CCF des plants infestés

L'effet du type de traitement sur les émergences de CCF des plants infestés différait entre les dates d'application (interaction traitement x date; $\chi_{(12)} = 45,7$, $p < 0,001$; **Figure 25**).

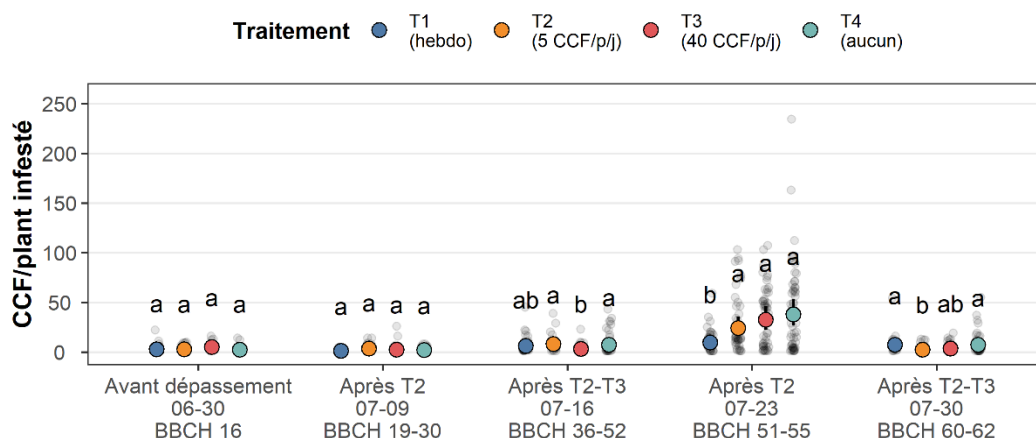


Figure 25. Émergence de CCF des plants infestés (nb/plant) avant et après chacun des traitements aux dépassements de seuils à la ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) à Normandin en 2025. Les dates et les stades correspondent au moment du prélèvement des plants. La récolte « Avant dépassement » a été faite juste avant le premier traitement T2 et chaque récolte « Après » traitements servait aussi de récolte « Avant » du traitement suivant. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95 %. Les traitements avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement les uns des autres au sein d'une même date de récolte.

Juste avant le premier traitement T2 au stade cinq-six feuilles (BBCH 15-16, 30 juin, Coragen®), les émergences étaient très faibles (2,4 à 5,0 CCF/plant) et ne différaient pas significativement entre les types de traitements. Après le traitement T2, les émergences étaient encore très faibles et ne différaient toujours pas entre les types de traitements (1,2 à 3,4 CCF/plant). Après les traitements T2 et T3 au stade neuf feuilles (BBCH 19, 9 juillet, Matador®), les émergences étaient significativement plus faibles pour T3 (2,9 CCF/plant) que pour T2 (8,0 CCF/plant) et T4 (7,4 CCF/plant), T1 ayant une valeur intermédiaire (5,9 CCF/plant). Après le traitement T2 au stade boutons (BBCH 52, 16 juillet, Matador®), les émergences étaient significativement plus faibles dans les parcelles traitées à chaque semaine (T1 : 9,6 CCF/plant) que pour les autres traitements (24,1 à 37,7 CCF/plant). Ceux-ci ne différaient pas significativement les uns des autres, mais les émergences diminuaient avec l'augmentation du nombre d'applications. Finalement, après les derniers traitements T2 et T3 au stade boutons (BBCH 51-57, 23 juillet, Matador®), les émergences différaient significativement entre les types de traitements et étaient plus faibles pour le traitement T2 (2,4 CCF/plant) que pour les traitements T4 (7,1 CCF/plant) et T1 (7,3 CCF/plant), T3 présentant une valeur intermédiaire (3,2 CCF/plant).

Domages de cécidomyie du chou-fleur

Le pourcentage de plants avec racème primaire endommagé ne différait pas entre les types de traitements ($\chi_{(3)} = 1,90$, $p = 0,594$) et aucune interaction significative n'a été détectée entre le type de traitement et le stade de développement (interaction traitement x stade; $\chi_{(3)} = 0,234$, $p = 0,972$; **Figure 26a**).

Le pourcentage de racèmes secondaires endommagés ne différait pas non plus entre les types de traitements ($\chi_{(3)} = 2,62$, $p = 0,454$) et aucune interaction significative n'a été détectée entre le type de traitement et le stade de développement (interaction traitement x stade; $\chi_{(3)} = 2,69$, $p = 0,441$; **Figure 26b**). Il est cependant à noter que le pourcentage de racèmes primaires et secondaires endommagés avait tendance à être légèrement plus faible pour les traitements T2 et T3 lors des deux évaluations.

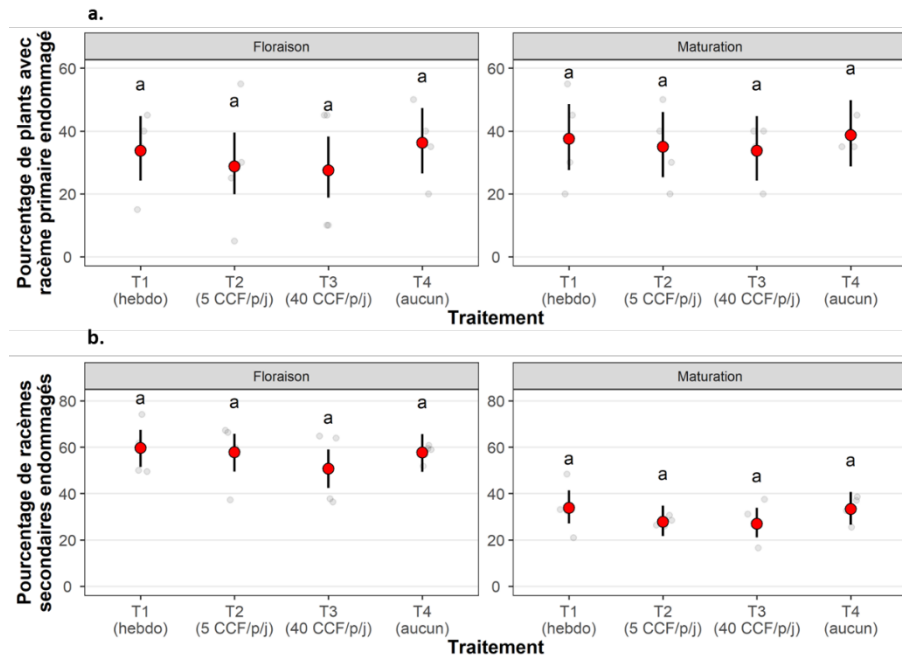


Figure 26. Pourcentage a) de plants de canola avec racème primaire endommagé et b) de racèmes secondaires endommagés aux stades floraison et maturation pour différents types de traitements insecticides à la ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) à Normandin en 2025. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95 %. Les traitements avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement les uns des autres.

Nombre de racèmes secondaires par plant

Le nombre de racèmes secondaires par plant ne différait pas entre les types de traitements ($\chi_{(3)} = 2,30$, $p = 0,513$; **Figure 27**). Il était cependant légèrement plus faible pour les parcelles non traitées (T4 : 5,5 racèmes/plant) que pour les autres traitements (5,8 à 6,2 racèmes/plant).

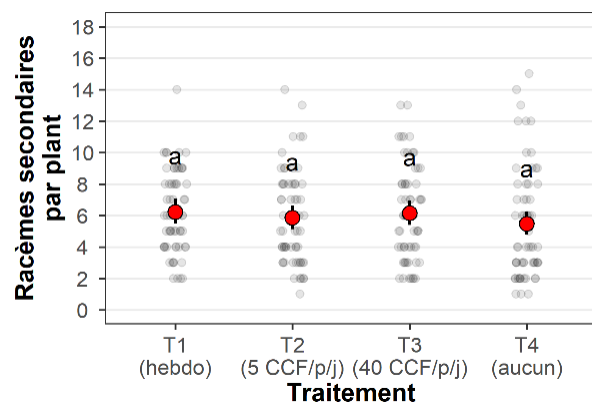


Figure 27. Nombre de racèmes secondaires par plant pour les différents types de traitements insecticide à la ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) à Normandin en 2025. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95 %. Les traitements avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement les uns des autres.

Floraison du canola

L'effet du traitement sur le pourcentage de plants avec fleurs différait entre les dates d'évaluation (interaction traitement x évaluation; $\chi_{(15)} = 94,0$, $p < 0,001$; **Figure 28**).

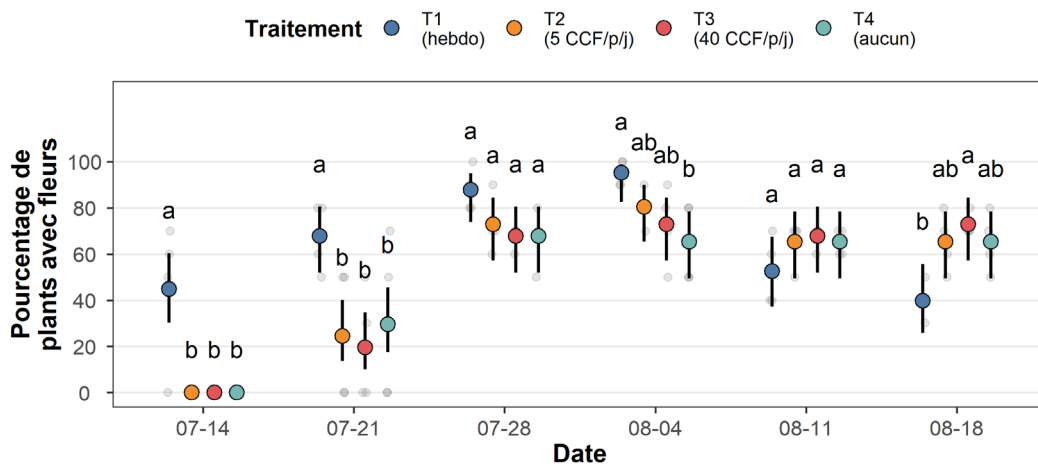


Figure 28. Pourcentage de plants avec fleurs à différentes dates pendant la floraison du canola et pour différents types de traitements insecticide à la ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) à Normandin en 2025. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95 %. Les traitements avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement les uns des autres au sein d'une même date d'évaluation.

Encore une fois, la floraison était plus tardive pour les parcelles traitées aux seuils et non traitées. Ainsi, lors de la première évaluation (14 juillet), les parcelles traitées à chaque semaine (T1) avaient déjà 45 % de plants en fleurs, alors que les autres traitements n'avaient pas encore commencé à fleurir. Les parcelles traitées à chaque semaine (T1) ont ensuite maintenu leur avance de floraison et ont été les premières à

atteindre la « pleine floraison³ » le 4 août, puis ont commencé à décliner la semaine suivante (11 août), passant sous les autres traitements. Les traitements T2, T3 et T4 étaient très similaires tout au long de l'évaluation de la floraison.

Peuplement et rendement du canola

Le peuplement du canola à la récolte différait significativement entre les types de traitements ($\chi_{(3)} = 12,9$, $p = 0,005$; **Figure 29a**). Il était plus faible pour le traitement T3 (67 plants/m²) que pour les parcelles traitées à chaque semaine (T1 : 82 plants/m²) et le traitement T2 (81 plants/m²), alors que les parcelles non traitées avaient un peuplement intermédiaire (T4 : 76 plants/m²).

Le rendement du canola différait significativement entre les types de traitements ($\chi_{(3)} = 151$; $p < 0,001$; **Figure 29b**) et diminuait avec la baisse du nombre d'applications. Il était environ deux fois plus élevé pour les parcelles traitées à chaque semaine (T1 : 2 699 kg/ha) que pour les parcelles non traitées (T4 : 1 410 kg/ha), alors que les traitements T2 et T3 avaient une valeur intermédiaire (1 875 kg/ha et 1 860 kg/ha, respectivement) et ne différaient pas significativement l'un de l'autre.

Le poids de 1 000 grains différait significativement entre les types de traitements ($\chi_{(3)} = 15,9$; $p = 0,001$; **Figure 29c**). Ainsi, les parcelles non traitées (T4) avaient une valeur légèrement supérieure à celle du traitement T2 (3,23 vs 2,96 g), alors que les parcelles traitées à chaque semaine (T1) et le traitement T3 avaient des valeurs intermédiaires (3,1 et 3,0 g, respectivement).

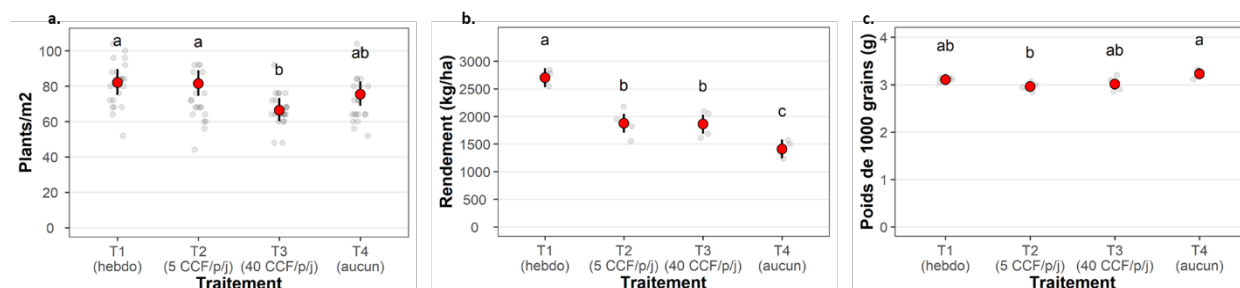


Figure 29. a) Peuplement (plants/m²), b) rendement (kg/ha) et c) poids de 1 000 grains (g) du canola pour différents types de traitements insecticide à la ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) à Normandin en 2025. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95 %. Les traitements avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement les uns des autres.

Discussion

À Normandin en 2025, les traitements aux seuils de 5 CCF/piège/jour (T2) et 40 CCF/piège/jour (T3) ont généralement fait mieux que les parcelles non traitées (T4) sur plusieurs points. La différence était particulièrement évidente pour le rendement, mais aussi pour le pourcentage de plants infestés, le nombre

³ Le terme « pleine floraison » est utilisé ici pour désigner le moment où pratiquement tous les plants portaient au moins une fleur.

de CCF par plant infesté et le poids de 1 000 grains. Le traitement T1 a rempli son rôle de « témoin sans CCF » et les deux traitements T2 et T3 avaient généralement une efficacité similaire.

L'effet des traitements sur le pourcentage de plants infestés et le nombre de CCF par plant infesté était particulièrement évident après les applications effectuées durant les stades sensibles du canola. Les traitements T2 et T3 avaient aussi un rendement supérieur aux parcelles non traitées (T4), mais inférieur à celui des parcelles traitées à chaque semaine (T1), et ne différaient pas entre eux (15 kg/ha de différence). Toutefois, le traitement T3 avait un peuplement plus faible que le T2, ce qui pourrait en partie expliquer l'absence de différence entre ces deux traitements. Si les rendements étaient standardisés à une même valeur de peuplement, le traitement T3 présenterait en réalité un rendement supérieur, ce qui lui conférerait un certain avantage et aurait mieux performé que T2. Cet effet correspond vraisemblablement à un effet champ car les répétitions localisées au milieu de l'essai présentaient des valeurs de peuplement et de rendement généralement plus faibles qu'aux deux extrémités de l'essai. Les résultats doivent donc être interprétés avec prudence.

Comme en 2024, les différences observées en 2025 sont probablement en lien avec les populations de CCF élevées durant les stades sensibles. Cependant, contrairement à 2024, le pic de population le plus important est survenu durant le stade végétatif et le pic de population durant les stades sensibles était moins important ce qui pourrait expliquer les moins grandes différences observées entre T2 et T3.

Essai réalisé à Sainte-Anne-de-la-Pocatière en 2025

Populations de cécidomyie du chou-fleur

Les populations de CCF sont restées faibles (0 à 2,3 CCF/piège/jour) jusqu'au stade élongation (BBCH 30, 2 juillet; **Figure 30**). Les populations ont ensuite dépassé le seuil de 5 CCF/piège/jour à trois reprises, dont une fois au stade boutons (BBCH 50-59, 4 juillet) et deux fois au stade floraison (BBCH 60-65 et BBCH 65-69, 14 au 16 juillet et 25 juillet, respectivement). Les populations n'ont cependant jamais atteint le seuil de 40 CCF/piège/jour lors des stades sensibles, ni même de 20 CCF/piège/jour comme testé à Normandin en 2023.

Les traitements hebdomadaires (T1) ont été faits à quatre reprises entre le stade boutons (BBCH 30-50, 3 juillet) et la mi-floraison (BBCH 60-65, 15 juillet; **Annexe 2**). Un seul traitement T2 (au seuil de 5 CCF/piège/jour) a été fait, au début de la floraison (BBCH 60-65, 9 juillet), mais aucun traitement T3 (au seuil de 40 CCF/piège/jour) n'a été effectué. Les parcelles T3 ont donc été considérées comme des témoins non traités (T4) pour les analyses.

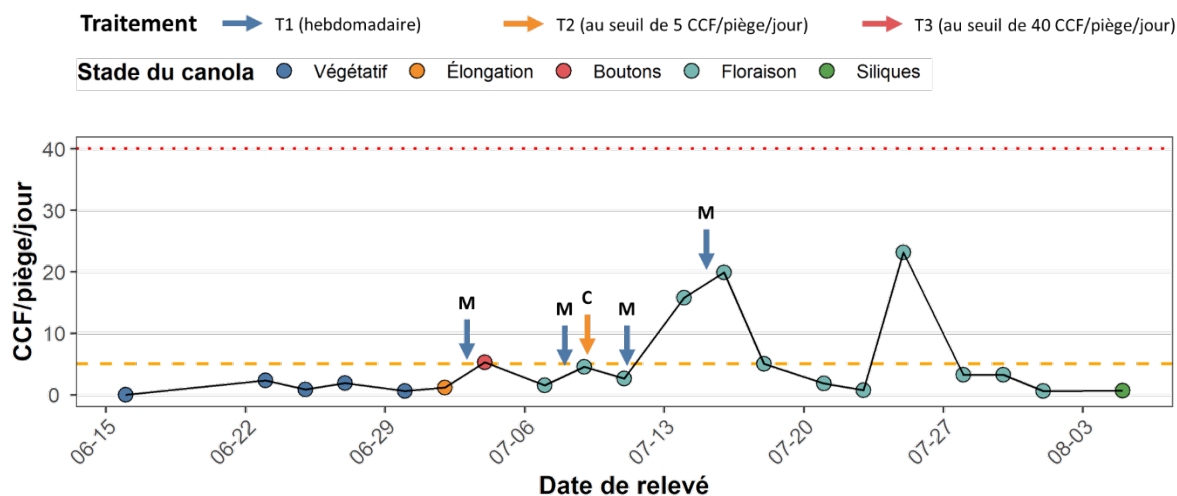


Figure 30. Dynamique des populations de cécidomyie du chou-fleur (CCF/piège/jour) au Centre de Développement Bioalimentaire du Québec à Sainte-Anne-de-la-Pocatière en 2025. Les lignes pointillées jaune et rouge représentent les seuils d'intervention de 5 et 40 CCF/piège/jour, respectivement, et les flèches indiquent les dates d'application des insecticides (M : Matador® 120 EC, C : Coragen®).

Pourcentage de plants de canola infestés par la cécidomyie du chou-fleur

L'effet du traitement sur le pourcentage de plants infestés différait entre les dates d'application (interaction traitement x date; $\chi_{(2)}^2 = 11,9$, $p = 0,003$; **Figure 31**). Juste avant le traitement T2 au stade neuf feuilles (BBCH 19, 9 juillet, Coragen®), le pourcentage de plants infestés ne différait pas significativement entre les types de traitements. Il était toutefois plus faible pour les parcelles traitées à chaque semaine (T1 : 16 %) que pour les parcelles non traitées (T4 : 27 %) et celles traitées au seuil de 5 CCF/piège/jour (T2 : 32 %).

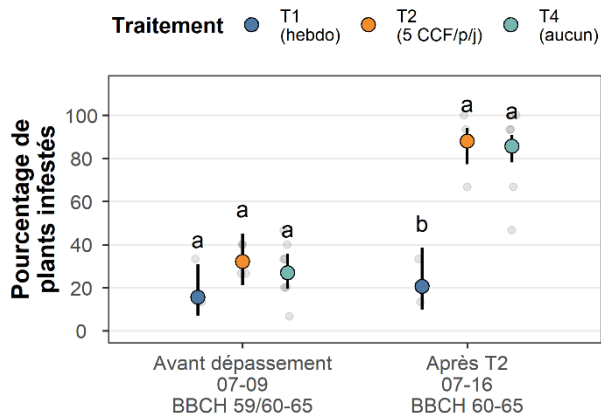


Figure 31. Pourcentage de plants infestés par la cécidomyie du chou-fleur (CCF) avant et après le traitement au dépassement de seuil au Centre de Développement Bioalimentaire du Québec (CDBQ) à Sainte-Anne-de-la-Pocatière en 2025. Les dates et les stades correspondant au moment du prélèvement des plants. La récolte « Avant dépassement » a été faite juste avant le premier traitement T2. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95 %. Les traitements avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement les uns des autres au sein d'une même date de récolte.

Après le traitement, le pourcentage de plants infestés était beaucoup plus faible dans les parcelles traitées à chaque semaine (T1 : 21 %) que dans les parcelles non traitées (T4 : 86 %) et celles traitées au seuil de 5 CCF/piège/jour (T2 : 88 %), ces dernières ne différant pas l'une de l'autre.

Émergences de CCF des plants infestés

Les émergences de CCF des plants infestés différaient significativement entre les types de traitements ($\chi_{(2)}^2 = 9,42$, $p = 0,009$), et ce, de la même manière avant et après le traitement (interaction traitement x date; $\chi_{(2)}^2 = 0,368$, $p = 0,832$; **Figure 32**). Juste avant le traitement T2 au stade neuf feuilles (BBCH 19, 9 juillet, Coragen®), les émergences étaient plus faibles dans les parcelles traitées à chaque semaine (T1 : 2,0 CCF/plant) que pour les traitements T2 (9,9 CCF/plant) et T3 (8,5 CCF/plant). La même tendance a été observée après le traitement (T1 : 4,9 CCF/plant, T2 : 16,3 CCF/plant, T3 : 13,3 CCF/plant).

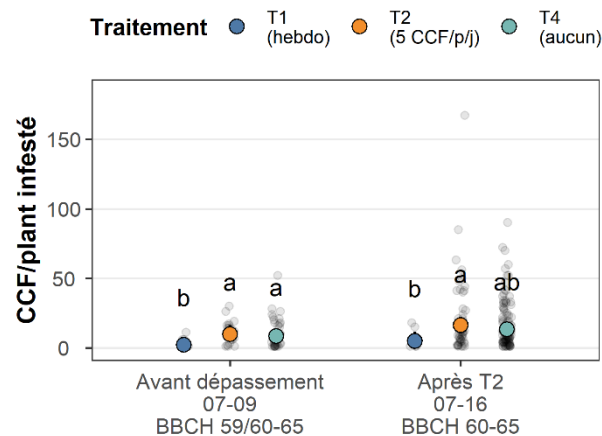


Figure 32. Émergence de CCF des plants infestés (nb/plant) avant et après le traitement au dépassement de seuil au Centre de Développement Bioalimentaire du Québec (CDBQ) à Sainte-Anne-de-la-Pocatière en 2025. Les dates et les stades correspondent au moment du prélèvement des plants. La récolte « Avant dépassement » a été faite juste avant le premier traitement T2. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95 %. Les traitements avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement les uns des autres au sein d'une même date de récolte.

Dommages de cécidomyie du chou-fleur

Le pourcentage de plants avec racème primaire endommagé ne différait pas entre les types de traitements ($\chi_{(2)}^2 = 1,34$, $p = 0,513$) et aucune interaction significative n'a été détectée entre le type de traitement et le stade de développement (interaction traitement x stade; $\chi_{(2)}^2 = 1,35$, $p = 0,509$; **Figure 33a**).

L'effet du traitement sur le pourcentage de racèmes secondaires endommagés différait entre les stades de développement (interaction traitement x stade; $\chi_{(2)}^2 = 9,88$, $p = 0,007$; **Figure 33b**). Lors de l'évaluation à la floraison, les parcelles traitées à chaque semaine (T1 : 5 %) avaient un pourcentage plus faible que les parcelles non traitées (T4 : 24 %) et le traitement T2 (28 %). À la maturation, le pourcentage de racèmes secondaires endommagés était aussi plus faible pour les parcelles traitées à chaque semaine (T1 : 5 %)

que pour les autres traitements, mais la différence était beaucoup moins marquée qu'à la floraison (T4 : 16 %, T2 : 10 %).

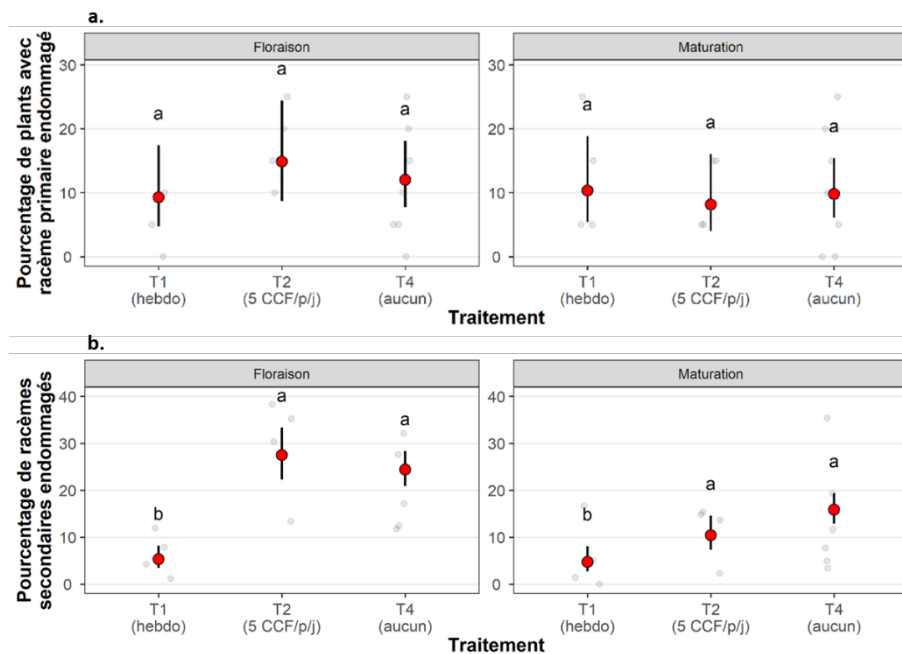


Figure 33. Pourcentage a) de plants de canola avec racème primaire endommagé et b) de racèmes secondaires endommagés aux stades floraison et maturation pour différents types de traitements insecticides au Centre de Développement Bioalimentaire du Québec (CDBQ) à Sainte-Anne-de-la-Pocatière en 2025. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95 %. Les traitements avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement les uns des autres.

Nombre de racèmes secondaires par plant

Le nombre de racèmes secondaires par plant différait légèrement entre les types de traitements, mais cette différence n'était que marginalement significative ($\chi^2_{(2)} = 5,86$, $p = 0,054$; **Figure 34**). Le nombre de racèmes secondaires par plant était un peu plus faible pour les parcelles traitées à chaque semaine (T1 : 4,2) que pour les parcelles non traitées (T4 : 4,9) et celles traitées au seuil de 5 CCF/piège/jour (T2 : 5,0), suggérant un phénomène de compensation.

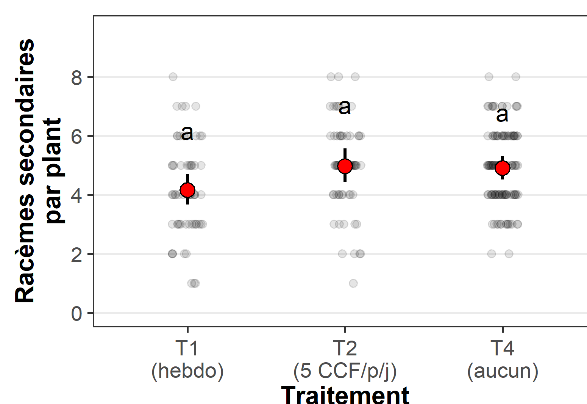


Figure 34. Nombre de racèmes secondaires par plant pour les différents types de traitements insecticide au Centre de Développement Bioalimentaire du Québec (CDBQ) à Sainte-Anne-de-la-Pocatière en 2025. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95 %. Les traitements avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement les uns des autres.

Floraison du canola

L'effet du traitement sur le pourcentage de plants avec fleurs différait entre les dates d'évaluation (interaction traitement x évaluation; $\chi_{(6)} = 14,7$, $p = 0,023$; **Figure 35**). Lors des trois premières évaluations, (14, 23 et 28 juillet), aucune différence n'a été observée entre les traitements. Contrairement à ce qui a été observé au site de Normandin, la floraison ne semblait pas plus tardive dans les parcelles traitées au seuil de 5 CCF/piège/jour (T2) ou non traitées (T4) que dans celles traitées à chaque semaine (T1). À noter que l'évaluation a été faite trop tard puisque tous les traitements avaient atteint la « pleine floraison⁴ » lors de la première évaluation.

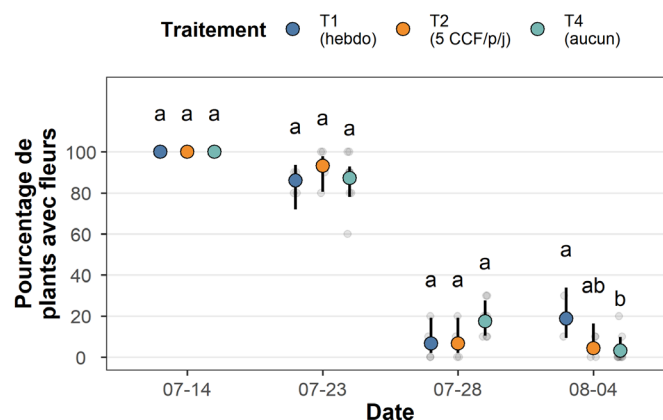


Figure 35. Pourcentage de plants avec fleurs à différentes dates pendant la floraison du canola et pour différents types de traitements insecticide au Centre de Développement Bioalimentaire du Québec (CDBQ) à Sainte-Anne-de-la-Pocatière en 2025. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95 %. Les traitements avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement les uns des autres au sein d'une même date d'évaluation.

⁴ Le terme « pleine floraison » est utilisé ici pour désigner le moment où tous les plants portaient au moins une fleur.

Maturité des grains

La maturité des grains n'a pu être analysée car le pourcentage de grains matures était déjà trop élevé au moment du prélèvement des siliques (96 à 98 %; **Figure 36**). Les prélèvements ont été réalisés trop tard en saison.

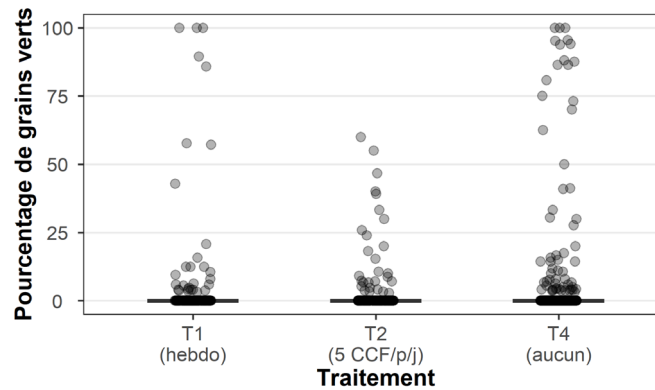


Figure 36. Pourcentage de grains verts dans les siliques de canola pour les différents types de traitements insecticide au Centre de Développement Bioalimentaire du Québec (CDBQ) à Sainte-Anne-de-la-Pocatière en 2025.

Peuplement et rendement du canola

Le rendement ne différait pas significativement entre les types de traitements ($\chi_{(2)} = 2,30$; $p = 0,317$; **Figure 37a**). Celui-ci était toutefois légèrement plus élevé pour les parcelles traitées à chaque semaine (T1 : 2 759 kg/ha) que pour les parcelles non traitées (T4 : 2 364 kg/ha) et le traitement T2 (2 418 kg/ha).

À l'inverse, le poids de 1 000 grains était très légèrement plus faible pour les parcelles traitées à chaque semaine (T1 : 3,04 g) que pour les parcelles non traitées (T4 : 3,27 g) et le traitement T2 (3,25 g), mais la différence n'était que marginalement significative ($\chi_{(2)} = 5,16$; $p = 0,076$; **Figure 37b**).

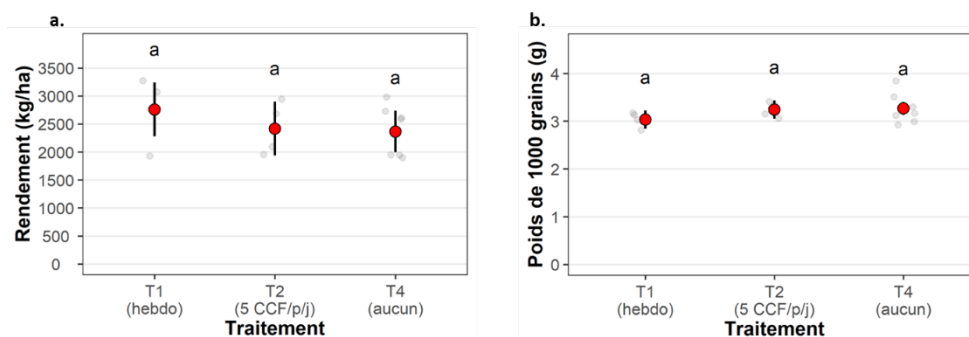


Figure 37. a) Rendement (kg/ha) et b) poids de 1 000 grains (g) du canola pour différents types de traitements insecticide au Centre de Développement Bioalimentaire du Québec (CDBQ) à Sainte-Anne-de-la-Pocatière en 2025. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95 %. Les traitements avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement les uns des autres.

Discussion

À Sainte-Anne-de-la-Pocatière en 2025, aucune différence n'a été observée entre les parcelles traitées au seuil de 5 CCF/piège/jour (T2) et les parcelles non traitées (T4). Ceci pourrait s'expliquer de différentes manières. Tout d'abord, les populations de CCF sont restées faibles pendant une bonne partie de la saison et n'ont dépassé le seuil de 5 CCF/piège/jour qu'à la floraison, soit après la période sensible du canola. De plus, le traitement T2 a été fait avec du Coragen®, un produit qui semble offrir une efficacité moindre que le Matador® pour le contrôle des CCF, comme cela avait été observé en 2023 à Normandin. En comparaison, les traitements hebdomadaires (T1) réalisés avec du Matador® ont permis de réduire le pourcentage de plants infestés, le nombre de CCF par plant infesté et le pourcentage de racèmes secondaires endommagés, remplissant ainsi efficacement son rôle de « témoin sans CCF ». Les plants des traitements T2 et T4 avaient aussi un peu plus de racèmes secondaires que ceux du traitement T1, ce qui pourrait être un signe de compensation. Finalement, même si le rendement ne différait pas de manière significative entre les traitements, le rendement des parcelles traitées à chaque semaine était tout de même plus élevé d'environ 350 à 400 kg/ha par rapport aux autres traitements. La différence entre le traitement T2 et T4 n'était que de 54 kg et suggère que l'intervention n'a pas été rentable.

Volet 4. Déterminer la rentabilité à la ferme des traitements insecticides foliaires contre la CCF sur les rendements en canola

L'analyse économique a montré que la rentabilité des interventions phytosanitaires contre la CCF dépendait fortement de l'abondance des captures et de la dynamique des populations au cours des stades sensibles du canola. Lorsque les populations de CCF étaient faibles en début de saison (c.à.d. en-dessous de 5 CCF/piège/jour au stade végétatif) et que les pics de captures demeuraient modestes pendant la période de sensibilité du canola, comme ce fut le cas à Normandin en 2023 et à Sainte-Anne-de-la-Pocatière en 2025, le traitement T2 appliqué au seuil de l'Ontario (5 CCF/piège/jour) ne s'est pas révélé rentable (**Tableau 5**). À Normandin en 2023 et à Sainte-Anne-de-la-Pocatière en 2025, la marge de profit des traitements T2 (317,45 \$/ha et 244,43 \$/ha, respectivement) était inférieure à celle du témoin non traité (T4 : 355,42 \$ et 363,13 \$/ha, respectivement). À Normandin en 2023, seul le traitement au seuil de 20 CCF/piège/jour (T3) a permis d'obtenir un revenu plus élevé (470,87 \$/ha). Il est à noter que le traitement T3 n'a pas été testé à Sainte-Anne-de-la-Pocatière en 2025, car le dépassement du seuil est survenu trop tardivement (stade floraison).

À l'inverse, lorsque les populations de CCF étaient élevées dès le début de la saison (plus de 5 CCF/piège/jour au stade végétatif) et que les pics de captures coïncidaient avec la période sensible du canola, comme à Normandin en 2024 et 2025, le traitement T2 appliqué au seuil de l'Ontario (5 CCF/piège/jour) et le traitement T3 au seuil testé pour le Québec (40 CCF/piège/jour) se sont avérés avantageux par rapport à l'absence de traitement (T4). À Normandin en 2024, le témoin non traité (T4) était déficitaire de 369,47 \$/ha, alors que les traitements T2 et T3 ont menés à un gain net de 160,24 \$/ha et

27,19 \$/ha, respectivement. De même, en 2025, bien que les trois traitements demeuraient déficitaires, T2 et T3 entraînaient un déficit moins important (-99,32 \$/ha et -44,41 \$/ha) que T4 (-282,27 \$/ha), ce qui indique que les interventions aux seuils ont permis de réduire l'ampleur des dommages économiques dans un contexte de forte infestation.

Tableau 5. Marges de profit (\$/ha) obtenues pour les différents traitements testés aux sites d'essai à la ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) à Normandin (2023 à 2025) et au Centre de Développement Bioalimentaire du Québec (CDBQ) à Sainte-Anne-de-la-Pocatière (2025).

Municipalité	Année	Marge (\$/ha)			
		T1 (hebdo)	T2 (5 CCF/p/j)	T3 (40 CCF/p/j)	T4 (NT)
Normandin	2023	188,63	317,45	470,87	355,43
	2024	166,15	160,24	27,19	-369,47
	2025	191,04	-99,32	-44,41	-282,27
Sainte-Anne-de-la-Pocatière	2025	467,11	244,43	n/a	363,13

La rentabilité du traitement basé sur le seuil de 40 CCF/piège/jour testé pour le Québec (T3) était plus variable et dépendait fortement de l'amplitude des pics de population. En 2024, alors que les populations ont atteint près de 100 CCF/piège/jour, le traitement T3 est demeuré rentable, bien que moins rentable que T2 (27,19 \$ contre 160,24 \$/ha). En 2025, le pic était plus faible (environ 70 CCF/piège/jour) et ni T2 ni T3 n'ont permis d'obtenir un revenu positif, mais T3 s'est tout de même avéré moins déficitaire que T2 (-44,41 \$/ha contre -99,32 \$/ha). L'absence de rentabilité observée à Normandin en 2025 peut s'expliquer en partie par le fait que les rendements étaient globalement inférieurs à ceux de 2024. À titre d'exemple, le témoin sans CCF (T1 traité à toute les semaines) a produit un rendement moyen de 2 699 kg/ha en 2025, comparativement à 2 892 kg/ha en 2024. Si les rendements avaient été similaires à 2024, les marges de profit des traitements T2 et T3 auraient été positives en 2025. En outre, un important effet de champ a aussi été observé en 2025 qui a résulté en des peuplements et des rendements plus faibles dans les parcelles situées au centre de l'essai, particulièrement pour le traitement T3. Si les rendements étaient standardisés à un même niveau de peuplement, le traitement T3 afficherait un rendement supérieur à T2 et lui aurait conféré un avantage économique encore plus marqué.

Dans l'ensemble, les résultats indiquent que les traitements appliqués sur la base du seuil de 5 CCF/piège/jour ne sont pas rentables lorsque les populations sont faibles à moyenne, alors qu'ils peuvent devenir avantageux lorsque les infestations sont très fortes et synchronisées avec les stades sensibles du canola. Le seuil de 40 CCF/piège/jour a montré une certaine rentabilité et s'est avéré bénéfique lorsque les pics de population étaient modérés. Ces résultats soulignent l'importance de considérer non seulement le niveau de capture, mais aussi la dynamique temporelle des populations pour optimiser la prise de décision en matière de lutte insecticide contre la CCF. Il faut toutefois rappeler qu'un suivi serré des populations de CCF (deux à trois fois par semaine) est nécessaire afin d'intervenir au moment opportun et assurer la rentabilité du traitement.

DIFFUSION DES RÉSULTATS

BOQUEL S. (2025). Mise à jour des résultats de recherche dans le canola. Réunion annuelle du groupe de travail sur les ravageurs du canola, RAP Grandes cultures. 3 décembre. Réunion virtuelle.

BOQUEL S. (2025). La recherche dans le canola : résultats 2024. Réunion annuelle du groupe de travail sur les ravageurs du canola, RAP Grandes cultures. 28 janvier. Réunion virtuelle.

BOQUEL S. (2024). La recherche dans le canola : résultats 2023. Réunion annuelle du groupe de travail sur les ravageurs du canola, RAP Grandes cultures. 29 janvier. Réunion virtuelle.

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

Les résultats de ce projet ont permis d'apporter de nouvelles connaissances sur l'impact de la CCF sur les rendements en canola et la rentabilité des traitements insecticides. Les captures de cécidomyies du chou-fleur (CCF) ont dépassé le seuil de l'Ontario (5 CCF/piège/jour) dans pratiquement tous les champs commerciaux suivis. Toutefois, beaucoup moins de sites (un peu plus du tiers) ont atteint le nouveau seuil de 40 CCF/piège/jour testé pour le Québec. Malgré un pic saisonnier commun observé début juillet, la pression de CCF demeurait très variable d'un secteur à l'autre, les fortes densités étant rares et localisées. Dans la plupart des cas, les pics survenaient durant la période sensible du canola (élongation-boutons), mais c'est le stade boutons qui semblait le plus susceptible d'être attaqué par la CCF puisque c'est à ce stade que les populations les plus importantes étaient observées, alors qu'elles étaient généralement plus faibles pendant l'élongation. Aucun effet de la CCF n'a été observé sur la floraison et l'apparition de nouveaux racèmes. Les densités de CCF, même lorsqu'elles étaient élevées, ne semblaient pas suffisantes pour causer un retard de maturité observable à la floraison, et cette mesure ne s'est pas avérée un indicateur fiable d'un éventuel retard à la récolte dans nos conditions. Une baisse de rendement a été notée pour les plants exposés à la CCF, mais aucune relation avec les densités de CCF n'a pu être mise en évidence. Cette différence semble davantage attribuable à un effet cage qu'à un impact réel des populations de CCF. Le dispositif expérimental ne permettait toutefois pas de distinguer ces deux effets.

Les essais réalisés en parcelles expérimentales ont montré que la rentabilité des interventions contre la CCF dépendait surtout de la pression du ravageur lors des stades sensibles du canola, soit les stades élongation-boutons. Lorsque les populations étaient faibles au début de la saison et que les pics de captures demeuraient modestes ou se produisaient après la période sensible, les traitements appliqués au seuil de 5 CCF/piège/jour n'offraient aucun avantage économique. De fait, la marge de profit de ce traitement était même inférieure à celle des parcelles non traitées. Une rentabilité supérieure a été obtenue pour le traitement au seuil plus élevé de 20 CCF/piège/jour réalisé à la fin du stade sensible. Cette meilleure rentabilité était principalement due au choix de la matière active utilisée (voir ci-dessous). Toutefois ceci n'a pu être validé qu'en 2023 à Normandin. À l'inverse, lorsque les infestations étaient importantes dès le stade végétatif et qu'elles se maintenaient relativement élevées durant toute la période sensible, les traitements

appliqués aux seuils de 5 et de 40 CCF/piège/jour se sont révélés avantageux par rapport au témoin sans traitement. En 2024, ils ont permis de préserver une marge de profit alors que les parcelles non traitées enregistraient un déficit important. En 2025, malgré des rendements globalement plus faibles, ces traitements aux seuils ont tout de même réduit les pertes économiques, démontrant leur pertinence lorsque la pression du ravageur est élevée. Dans ces situations, le seuil de 40 CCF/piège/jour offrait une performance relativement équivalente à celle du seuil de 5 CCF/piège/jour, tout en nécessitant moins d'applications. Cette observation suggère que le nouveau seuil plus élevé testé pour le Québec pourrait être suffisant pour limiter les pertes, mais il doit être bien synchronisé avec la présence de l'insecte lors des stades sensibles du canola.

Les résultats ont aussi confirmé l'importance du choix du produit. Dans nos conditions d'expériences, le Matador® s'est montré plus efficace que le Coragen® pour réduire les infestations. Le traitement au Coragen® durant le stade sensible n'a pas permis de réduire les niveaux d'infestation, ni de protéger le rendement (Normandin en 2023 et Saint-Anne-de-la Pocatière en 2025). Il faut toutefois mentionner l'importance de faire une rotation des matières actives utilisées afin d'éviter le développement de résistance.

L'ensemble des résultats soulignent la difficulté de prendre une décision en se basant uniquement sur un seuil d'intervention, puisque la rentabilité dépend non seulement du niveau de captures, mais aussi de la dynamique temporelle des populations et des conditions propres à chaque site. Un suivi régulier des populations de CCF et une intervention bien synchronisée avec les stades sensibles peuvent s'avérer rentables lors de fortes infestations. Par ailleurs, il est aussi possible de mettre en place des stratégies de lutte préventive, telles que l'ajustement des dates de semis, l'allongement des rotations ou d'autres pratiques culturales visant à réduire la probabilité d'avoir de fortes populations de CCF lors de la période sensible du canola. Les résultats de ce projet apportent donc de nouvelles connaissances qui favoriseront la gestion intégrée de la CCF en offrant de nouveaux outils aux conseillers et aux intervenants du secteur qui leurs permettront de déterminer les situations où une intervention phytosanitaire est réellement justifiée.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Sébastien Boquel, Ph.D.,

Centre de recherche sur les grains (CÉROM) inc.

740 chemin Trudeau

Saint Mathieu de Beloeil, J3G 0E2

Tel : +1 (450) 464 - 2715 poste 261

Courriel : sebastien.boquel@cerom.qc.ca

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES

Les auteurs tiennent à remercier chaleureusement les agronomes du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ Abitibi-Témiscamingue et MAPAQ Chaudière-Appalaches) et des clubs-conseils en agroenvironnement participants (Club Action-Sol de la Matapédia, GCA Abitibi-Témiscamingue, GCA de la Côte-du-Sud, Groupe-conseil Agri-Vert, GMA Saguenay-Lac-Saint-Jean, Groupe Pousse-Vert). Le personnel de la ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à Normandin (Geneviève Tellmosse et Isabelle Morasse), ainsi que Martin Malenfant et Ayitre Akpakouma, agronomes au MAPAQ (Direction régionale du Bas-Saint-Laurent) sont également remerciés. Finalement, les membres de l'équipe du CÉROM et du CDBQ ayant participé au projet sont aussi grandement remerciés, particulièrement Émilie Croteau et Fannie Perrault-Picard pour la réalisation du projet au CDBQ.

Ce projet a été financé par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, dans le cadre du programme Innovation bioalimentaire (2023-2028).



Partenariat canadien pour
une agriculture durable

Québec



Canada



CÉROM
Centre de recherche sur les grains

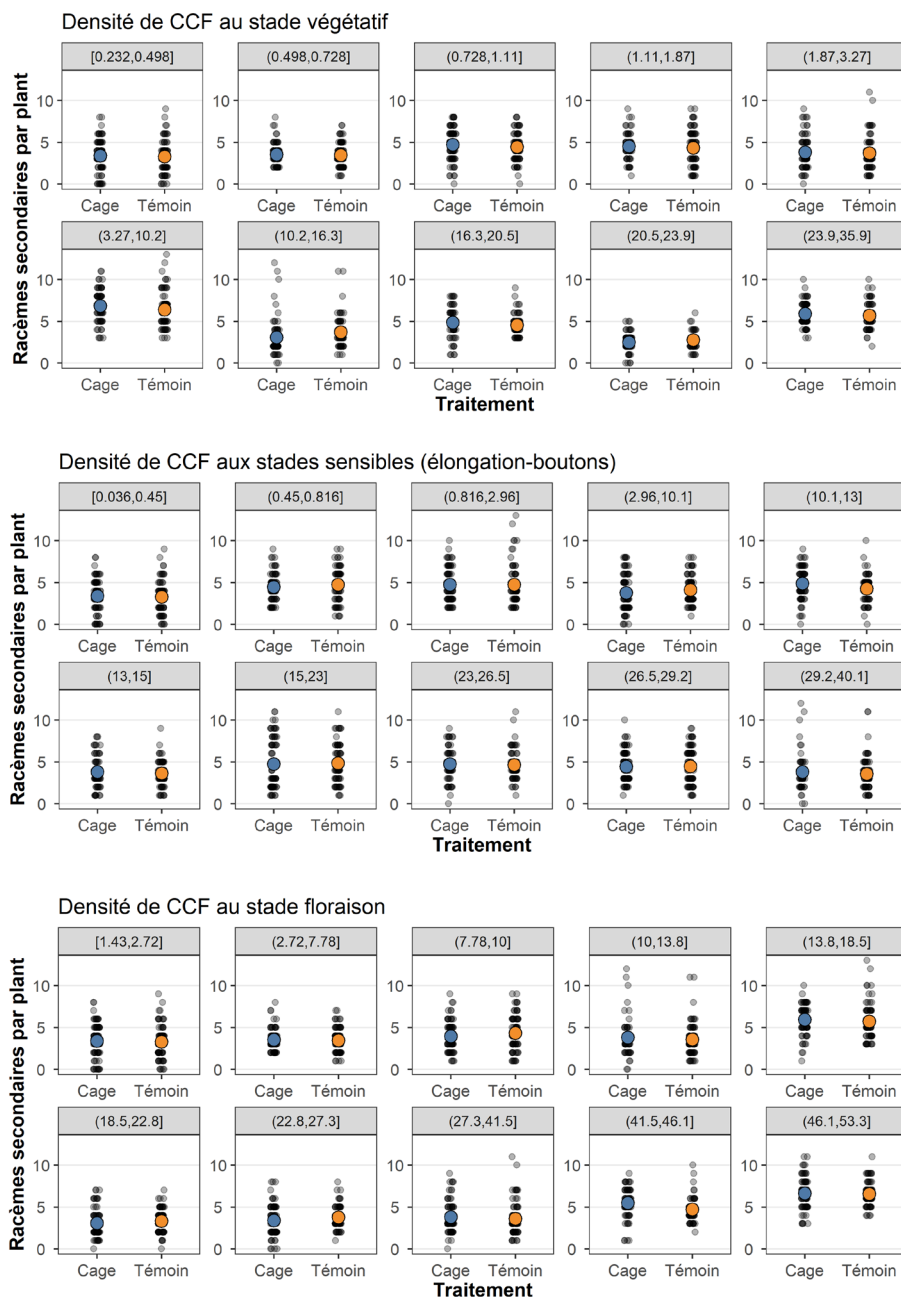
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Angadi S, Cutforth HW, McConkey BG, Gan Y. (2003). Yield adjustment by canola grown at different plant populations under semiarid conditions. *Crop Science*, 43: 1358-1366.
- Bates D, Mächler M, Bolker BM, Walker S. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1): 1–48.
- Bolker BM, Brooks ME, Clark CJ, Geange SW, Poulsen JR, Stevens MHH, White J-SS. (2009). Generalized linear mixed models: a practical guide for ecology and evolution. *Trends in Ecology and Evolution*, 24(3): 127–135.
- Boquel S, Latraverse A, De Almeida J. (2018). Méthodes de lutte intégrée contre la cécidomyie du chou-fleur dans le canola au Québec. Rapport final du projet Prime-Vert no. CERO-1-15-1727. CÉROM : Saint-Mathieu-de-Beloeil (QC), 20 p.
- Boquel S, Corriveau-Tousignant S, Latraverse A. (2023). Impact des traitements insecticides contre la cécidomyie du chou-fleur sur les rendements du canola. Rapport final du projet Prime-Vert no. 18-066-CEROM. CÉROM : Saint-Mathieu-de-Beloeil (QC), 26 p.
- Bouchard A, Tremblay J, Martinez S, Myrand V, Lafontaine P. (2012). Évaluation de l'efficacité de nouveaux insecticides et mise en place d'une stratégie d'intervention dans un programme de lutte contre la cécidomyie du chou-fleur. Rapport final du projet Programme de soutien à l'innovation horticole no. PSIH 11-2-536. Carrefour industriel et expérimental de Lanaudière-CIEL: L'Assomption (QC), 3 p.
- Chen M, Shelton AM, Wang P, Hoepting CA, Kain WC, Brainard DC. (2009). Occurrence of the New Invasive Insect *Contarinia nasturtii* (Diptera: Cecidomyiidae) on Cruciferous Weeds. *Journal of Economic Entomology*, 102(1): 115–120.
- Chen, M., A. M. Shelton, R. H. Hallett, C. A. Hoepting, J. R. Kikkert, and P. Wang. 2011. Swede Midge (Diptera: Cecidomyiidae), Ten Years of Invasion of Crucifer Crops in North America. *Journal of Economic Entomology* 104(3): 709–716.
- Darvas B, Skuhrava M, Andersen A. (2000). Agricultural and dipteran pests of the Palaearctic region, vol.1. In: Papp L, Darvas B (eds.), *Contributions to a manual of Palaearctic Diptera*. Science Herald, Budapest, Hungary.
- Hallett, RH. (2007). Host Plant Susceptibility to the Swede Midge (Diptera: Cecidomyiidae). *Journal of Economic Entomology*, 100(4): 1335–1343
- Hallett RH. (2017). The Challenge of Swede Midge Management in Canola. In *Integrated Management of Insect Pests on Canola and Other Brassica Oilseed Crops*, edited by Reddy GVP., 44–67. Croydon (UK): CAB International.
- Hallett RH, Heal JD. (2001). First Nearctic Record of the Swede Midge (Diptera: Cecidomyiidae), a Pest of Cruciferous Crops from Europe. *The Canadian Entomologist*, 133(5): 713–715.

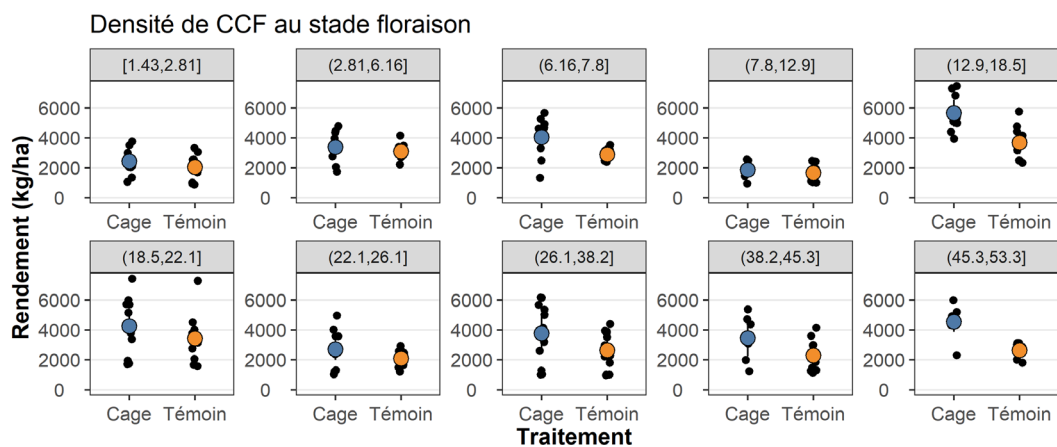
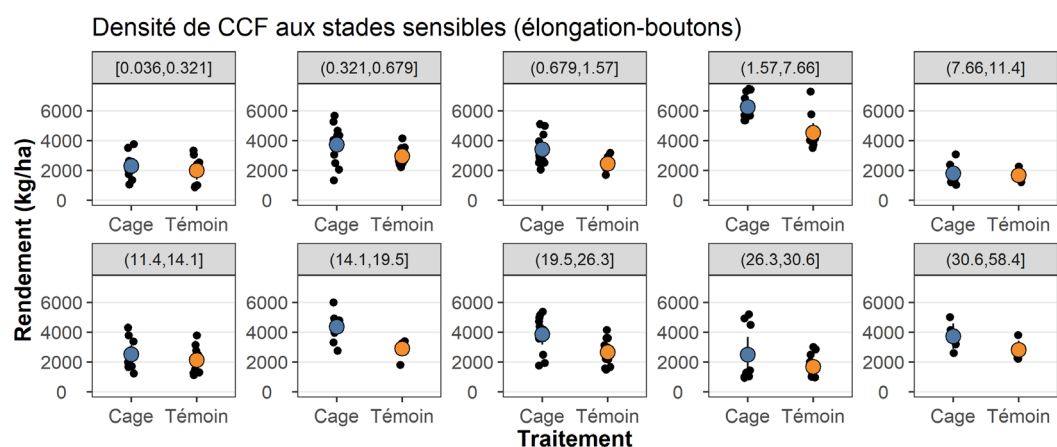
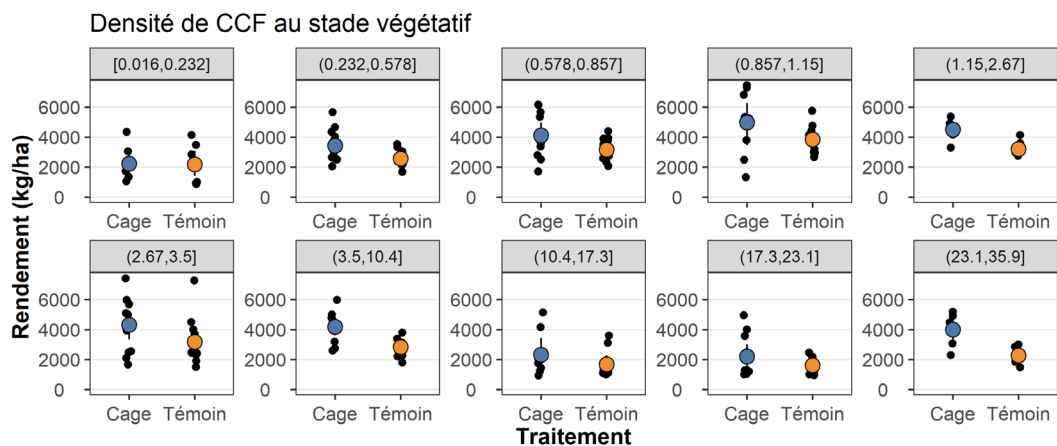
- Hallett RH, Goodfellow SA, Heal JD. (2007). Monitoring and detection of the swede midge (Diptera: Cecidomyiidae). *The Canadian Entomologist*, 139(1): 700-712.
- Hallett RH, Chen M, Sears MK, Shelton AM. (2009). Insecticide Management Strategies for Control of Swede Midge (Diptera: Cecidomyiidae) on Cole Crops. *Journal of Economic Entomology*, 102(6): 2241–2254.
- King C. (2021). Tackling a tiny but tough canola pest: Highlights from some recent swede midge research. *Top Crop Manager*. Publié le 14 octobre 2021. [En ligne](#).
- Martinez S. (2017). Bilan des résultats de recherche sur la cécidomyie du chou-fleur de 2005 à 2017. Présentation orale. Carrefour industriel et expérimental de Lanaudière (CIEL). [En ligne](#).
- Martinez S, Tremblay J, Lafontaine P. (2015). Évaluation du choix d'insecticides à utiliser en fonction de l'intensité des captures pour lutter de façon optimale contre la cécidomyie du chou-fleur (*Contarinia nasturtii* Kieffer). Rapport final du projet Innov'Action no. IA213050. Carrefour industriel et expérimental de Lanaudière-CIEL: L'Assomption (QC), 3 p.
- Muzzatti MJ. (2019). The development of a pheromone-based action threshold for management of swede midge (*Contarinia nasturtii* (Kieffer)) in canola (*Brassica napus* L.). Mémoire de maîtrise en sciences. Université de Guelph (ON). 127 p.
- Phillips T. (2015). President's message. In: Ontario Canola Growers Association January 2015 Newsletter. Ontario Canola Growers Association, Markdale (ON), 1 p.
- Pinheiro JC, Bates DM. (2000). Linear Mixed-Effects Models: Basic Concepts and Examples. In: *Mixed-Effects Models in S and S-PLUS*. Statistics and Computing. Springer, New York, NY, pp. 3-56.
- R Core Team. (2025). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <https://www.r-project.org/>
- SAGe Pesticide. (2026). Rechercher des traitements phytosanitaires : recherche Entonnoir : Traitements phytosanitaires et risques associés. Recherche effectuée le 25 février 2026.
- South A, Hastings IM. (2018). Insecticide resistance evolution with mixtures and sequences: a model-based explanation. *Malaria Journal*, 17: 80.
- Tremblay J, Martinez S, Lafontaine P. (2009). Utilisation raisonnée des insecticides contre la cécidomyie du chou-fleur dans la culture du chou et du brocoli par l'utilisation de seuils d'intervention. Rapport final du projet Prime-Vert no. CPVL-1-SPP-07-045. Carrefour industriel et expérimental de Lanaudière-CIEL: L'Assomption (QC), 8 p.
- Zuur AF, Ieno EN, Elphick CS. (2010). A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. *Methods in Ecology and Evolution*; 1(1): 3–14.

ANNEXE 1 : EFFET DES DENSITÉS DE CCF À DIFFÉRENTS STADES DE CROISSANCE DU CANOLA SUR DIVERS PARAMÈTRES

Effet des densités de cécidomyies du chou-fleur aux stades végétatif, sensibles et floraison sur le nombre de racèmes secondaires des plants de canola. Chacune des cases des figures correspond à une catégorie de taux de capture (en CCF/piège/jour).



Effet des densités de cécidomyies du chou-fleur aux stades végétatif, sensibles et floraison sur le rendement du canola.
Chacune des cases des figures correspond à une catégorie de taux de capture (en CCF/piège/jour).



ANNEXE 2 : INFORMATIONS SYNTHÈSES SUR LES TRAITEMENTS ET LES CAPTURES DE CCF DES SITES EXPÉRIMENTAUX

Date, stade et taux de capture au moment des traitements insecticides appliqués dans le cadre des essais en champs à la ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) à Normandin (2023 à 2025) et au Centre de Développement Bioalimentaire du Québec (CDBQ) à Sainte-Anne-de-la-Pocatière (2025). La marge de profit est aussi présentée pour chacun des traitements à l'étude.

Normandin 2023	Date	Stade BBCH	Taux de capture (CCF/piège/jour)	T1 (hebdo)	T2 (5 CCF/piège/jour)	T3 (20 CCF/piège/jour)	T4 (NT)
	19 juin	13	2,2	Success™ 480 SC	-	-	-
	23 juin	14	0,8	Matador® 120 EC	-	-	-
	30 juin	16	3,8	Decis® 5 CE	-	-	-
	04 juill.	16-17	1,8	Matador® 120 EC	-	-	-
	07 juill.	30-31	2,3	Decis® 5 CE	-	-	-
	14 juill.	51-53	10,6	Coragen®	Coragen®	-	-
	18 juill.	61-63	23,9	-	-	Matador® 120 EC	-
	Marge (\$/ha)			188,63	317,45	470,87	355,43

Normandin 2024	Date	Stade	Taux de capture (CCF/piège/jour)	T1 (hebdo)	T2 (5 CCF/piège/jour)	T3 (40 CCF/piège/jour)	T4 (NT)
	12 juin	11	32,4	Success™ 480 SC	-	-	-
	17 juin	13	6,4	Coragen®	Coragen®	-	-
	21 juin	15	33,8	Decis® 5 CE	-	-	-
	25 juin	16	49,8	Matador® 120 EC	Matador® 120 EC	Matador® 120 EC	-
	28 juin	17	8,6	Success™ 480 SC	-	-	-
	02 juill.	30	70,1	Matador® 120 EC	Matador® 120 EC	Matador® 120 EC	-
	05 juill.	50-51	72,7	Decis® 5 CE	-	-	-
	10 juill.	61-62	47,3	Matador® 120 EC	Matador® 120 EC	-	-
	19 juill.	65	3,1	Matador® 120 EC	-	-	-
	Marge (\$/ha)			166,15	160,24	27,19	-369,47

Normandin 2025	Date	Stade	Taux de capture (CCF/piège/jour)	T1 (hebdo)	T2 (5CCF/piège/jour)	T3 (40 CCF/piège/jour)	T4 (NT)
	17 juin	12	3,5	Success™ 480 SC	-	-	-
	25 juin	14	5,1	Decis® 5 CE	-	-	-
	30 juin	15-16	35,8	Coragen®	Coragen®	-	-
	03 juill.	16	19,4	Decis® 5 CE	-	-	-
	07 juill.	18	5,3	Success™ 480 SC	-	-	-
	09 juill.	19	42,1	Matador® 120 EC	Matador® 120 EC	Matador® 120 EC	-
	14 juill.	30-32	43,3	Decis® 5 CE	-	-	-
	16 juill.	52	22,8	Matador® 120 EC	Matador® 120 EC	-	-
	23 juill.	51-57	37,8	Matador® 120 EC	Matador® 120 EC	Matador® 120 EC	-
	Marge (\$/ha)			191,04	-99,32	-44,41	-282,27

Saint-Anne-de-la-Pocatière 2025	Date	Stade	Taux de capture (CCF/piège/jour)	T1 (hebdo)	T2 (5CCF/piège/jour)	T3 (40 CCF/piège/jour)	T4 (NT)
	3 juill.	30-50	3,2*	Matador® 120 EC	-	-	-
	8 juill.	60-65	3,0*	Matador® 120 EC	-	-	-
	9 juill.	60-65	4,5	-	Coragen®	-	-
	11 juill.	60-65	2,7	Matador® 120 EC	-	-	-
	15 juill.	60-65	17,9*	Matador® 120 EC	-	-	-
	Marge (\$/ha)			467,11	244,43	-	363,13

* Comme ces applications n'ont pas été faites le même jour qu'un relevé de pièges, les valeurs affichées ont été calculées comme la moyenne des taux de capture avant et après la date d'application.