

LE CANOLA D'AUTOMNE DANS LES ROTATIONS DE CULTURES COMME MOYEN DE LUTTE AUX RAVAGEURS ET AUX MAUVAISES HERBES EN RÉGIE CONVENTIONNELLE ET BIOLOGIQUE

Programmation de Recherche en Phytoprotection en Grandes Cultures

Avril 2023 / Mars 2025

RAPPORT FINAL

Réalisé par :

Sébastien Boquel, Alexis Latraverse, Sandrine Corriveau-Tousignant, Michel McElroy, Sandra Flores-Mejia (CÉROM)

Mars 2025

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

L'inclusion de canola d'automne (CA) dans la rotation des cultures est une pratique relativement bien implantée aux États-Unis, ainsi qu'en Ontario, mais qui est encore peu utilisée au Québec en raison notamment du manque de connaissances sur sa survie hivernale et son potentiel de rendement. Cette culture comporte pourtant un certain nombre d'avantages. Son cycle de production similaire à celui des céréales d'automne offre une couverture au sol qui permet de limiter l'érosion à l'automne et au printemps. Le CA aurait aussi la capacité d'éviter les dommages causés par certains insectes ravageurs en raison de la désynchronisation de leurs pics d'activité et des stades de croissance vulnérables de la plante. Il faciliterait aussi le contrôle des mauvaises herbes (MH) au printemps en leur faisant compétition. Finalement, il augmenterait les rendements du blé d'automne (BA) semé l'année suivante. Ainsi, le projet visait à évaluer (1) l'effet d'une couverture de CA sur les MH présentes, (2) la capacité du CA à éviter les dommages causés par les ravageurs, (3) la survie hivernale du CA, et (4) le potentiel de rendement d'une rotation CA – BA.

Les résultats ont montré que les taux de survie à l'hiver du CA étaient bons en Montérégie et en Chaudière-Appalaches, mais plus faibles et variables au Saguenay-Lac-Saint-Jean et au Bas-Saint-Laurent. Une date de semis plus tardive semblait améliorer la survie. Toutefois, ces résultats sont basés sur un nombre limité de sites. Par ailleurs, bien que des peuplements relativement faibles après l'hiver furent observés, les rendements en CA étaient bons, démontrant sa capacité à compenser par une production accrue par plant.

La défoliation par les altises et les infestations de cécidomyies du chou-fleur, deux importants ravageurs du canola, étaient beaucoup plus faibles dans le CA que dans le CP, entraînant des dommages négligeables. Les autres ravageurs du canola étaient aussi moins présents dans le CA, à l'exception de la punaise terne.

Il a été constaté que le profil de MH différait en fonction du site, ce qui complique la mise en œuvre d'une stratégie uniforme pour le contrôle des MH dans le CA. Cette situation nécessite plutôt l'élaboration de méthodes de lutte adaptées à chaque site, notamment lors du semis du CA.

Aucun chevauchement de floraison entre le CA et le CP n'a été observé, réduisant ainsi le risque de pollinisation croisée et de transfert de gènes de résistance aux herbicides.

Finalement, la survie hivernale du blé d'automne était excellente et son rendement souvent supérieur lorsqu'il était semé après le CA, bien que cette tendance doive être confirmée.

D'autres études seront nécessaires pour optimiser les pratiques culturales, maximiser son potentiel de rendement et faciliter son intégration dans la rotation des cultures.

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

L'objectif principal du projet était d'évaluer l'intérêt d'inclure le canola d'automne (CA) dans une rotation de cultures au Québec. Les objectifs spécifiques étaient d'évaluer (1) l'effet d'une couverture de CA sur les mauvaises herbes (MH) présentes, (2) la capacité du CA à éviter les dommages causés par ses principaux ravageurs (altises, cécidomyie du chou-fleur, charançon de la silique, punaise terne et fausse-teigne des crucifères), (3) la survie hivernale du CA, et (4) le potentiel de rendement d'une rotation CA – BA.

Pour répondre aux objectifs proposés, des essais en champs ont été menés en suivant un plan d'expérience dit « mère – fille » combinant des essais complexes en centres de recherche (essais mères) et des essais simplifiés chez des producteurs (essais filles).

Volet 1. Essais mères en centres de recherche

Trois essais mères ont été implantés dans le cadre du présent projet (**Tableau 1**). À l'automne 2022, deux essais mères (un en régie conventionnelle et un en régie biologique) ont été implantés au CÉROM à Saint-Mathieu-de-Beloeil (SMB). Pour l'essai en régie biologique, le champ n'était pas certifié biologique mais l'essai a été conduit comme en production biologique, à savoir sans utilisation d'intrants de synthèse (fertilisants, herbicides, etc.). À l'automne 2023, un essai mère en régie conventionnelle a aussi été implanté à la Ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) à Normandin (NOR).

Tableau 1. Type de régie et dates de semis, de premier gel et de récolte aux sites des essais mères de canola d'automne à Saint-Mathieu-de-Beloeil (2022 à 2024) et Normandin (2023).

Région ¹	Municipalité ²	Régie	Dates de semis ³				Date de premier gel	Degrés-jours cumulés avant le premier gel ³		Dates de récolte ⁴	
			CA (S1)	CA (S2)	CP	BA		S1	S2	CA	BA
ME	SMB	Conventionnelle et biologique	25 août 2022	09 sept. 2022	15 mai 2023	15 sept. 2023	28 oct. 2022	882	643	M : 14-19 juil. 2024 B : 25 juill. 2024	B : 9 juill. 2024
SLSJ	NOR	Conventionnelle	17 août 2023	28 août 2023	n/a	n/a	2 oct. 2023	642	453	n/a	n/a

¹ ME = Montérégie-Est, SLSJ = Saguenay-Lac-Saint-Jean

² SMB = Saint-Mathieu-de-Beloeil, NOR = Normandin

³ CA = canola d'automne, CP = canola de printemps, BA = blé d'automne, S1 = semis 1, S2 = semis 2

⁴ M = récolte manuelle, B = récolte batteuse

Essais à Saint-Mathieu-de-Beloeil

Les essais à SMB comportaient six traitements, soit deux cultivars de CA (Mercedes et Plurax CL; *Caldbeck Consulting*, Philpot, Kentucky, États-Unis) semés à deux dates de semis chacun, plus un témoin de canola de printemps (CP) et un témoin d'avoine. Les traitements étaient répartis suivant un dispositif en blocs

aléatoires complets à quatre répétitions, pour un total de 24 parcelles de 6 m par 20 m par essai (**Figure 1**). Le témoin CP servait de comparatif pour les niveaux de pression de ravageurs et de MH par rapport au CA, alors que le témoin avoine servait à vérifier si un précédent de CA améliore le rendement du BA comparativement à un précédent d'une culture semée au printemps.

Semis

À l'été 2022, de l'avoine a été semée comme culture de couverture sur toute la superficie des essais mères à SMB. Deux semaines avant le premier semis de CA, l'avoine a été détruite au glyphosate (régie conventionnelle) ou fauchée (régie biologique), puis enfouie à l'aide de deux passages de vibroculteur. Les deux cultivars de CA ont ensuite été semés chacun à deux dates différentes (**Tableau 1; Figure 1, A-2022**) pour augmenter la probabilité qu'au moins une des dates de semis survive bien à l'hiver. Les dates de semis ont été planifiées de manière que le CA bénéficie d'au moins 600 degrés-jours de croissance (base 0 °C) avant le premier gel mortel (-2 °C) et atteigne un stade de croissance optimal pour maximiser sa survie à l'hiver (Page et al. 2021). Les semences de CA n'étaient pas enrobées de traitements insecticides ou fongicides, ni génétiquement modifiées, et ont été semées avec un espacement de cinq pouces entre les rangs et à un taux de 5 kg/ha, ce qui équivaut à un peuplement de 100 plants/m² pour le Plurax CL (PMG = 5,0 g) et 105 plants/m² pour le Mercedes (PMG = 4,8 g).

Au printemps 2023, les parcelles témoins de CP et d'avoine ont été semées (**Tableau 1; Figure 1, P-2023**) à des taux de 5 kg/ha et 350 grains/m², respectivement, et avec un espacement de cinq pouces entre les rangs. À la mi-fin juillet, les parcelles de CA ont été récoltées et les parcelles de CP et d'avoine ont été fauchées. Les résidus ont ensuite été enfouis à l'aide de deux passages de herse rotative, puis du BA (var. UGRC Ring) a été semé dans les parcelles précédemment en CA et en avoine (**Tableau 1; Figure 1, A-2023**) à un taux de 400 grains/m² (145 kg/ha) et avec un espacement de cinq pouces entre les rangs. Aucun herbicide n'a été utilisé au cours de la saison.

Fertilisation

La fertilisation des différentes cultures a été faite suivant les recommandations du CRAAQ pour chaque type de régie (conventionnelle et biologique). Dans l'essai en régie conventionnelle, le CA et la CP ont reçu 80 kg N/ha (46-0-0) et 40 kg P/ha (0-46-0). L'azote du CA a été fractionné (40 kg N/ha au semis et 40 kg N/ha au printemps suivant), alors que le CP a reçu tout son azote au semis. L'avoine a quant à elle reçu 40 kg N/ha et 30 kg P/ha au semis. Le BA n'a pas été fertilisé au semis, mais a reçu 90 kg N/ha (27-0-0) au printemps suivant (2024).

Dans l'essai en régie biologique, le CA, le CP et l'avoine ont été fertilisés au semis avec du fumier de poulet appliqué à un taux de 7 t/ha (CA et CP; équivalent à 67 kg N/ha et 75 kg P/ha) ou 3,5 t/ha (avoine; équivalent à 26,5 kg N/ha et 37,5 kg P/ha). Le BA a été fertilisé au semis avec du fumier de bovin à un taux de 9,6 t/ha (équivalent à 72 kg N/ha et 55 kg P/ha) et au printemps suivant avec de l'Acti-Sol (5-3-2) appliqué à un taux de 833 kg/ha (équivalent à 41,7 kg N/ha, 25 kg P/ha et 16,7 kg K/ha). Dans tous les cas, le fumier (poulet et bovin) a été enfoui juste avant le semis à l'aide d'un passage de vibroculteur.

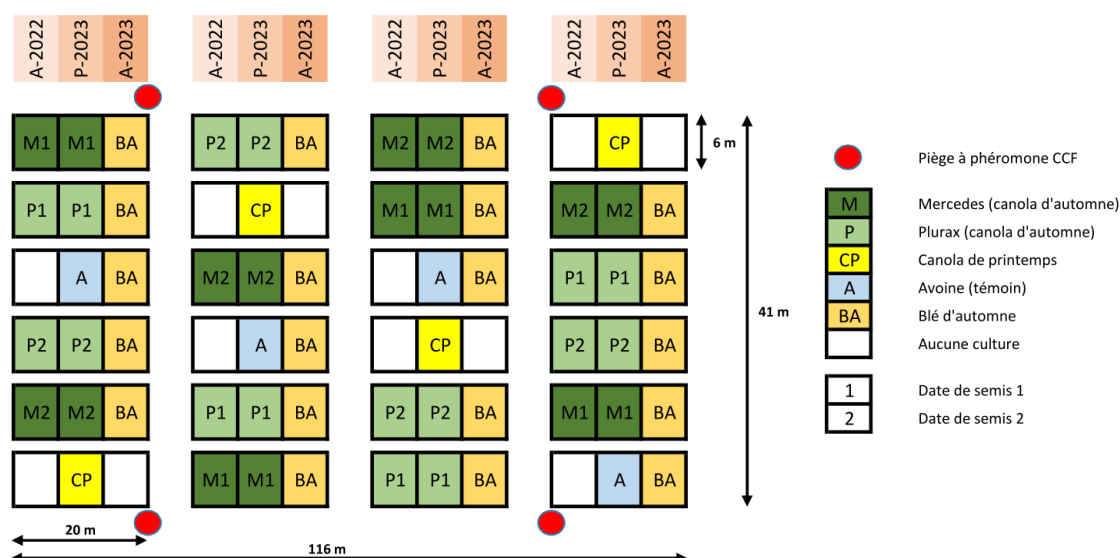


Figure 1. Dispositif expérimental et séquence de cultures dans les parcelles des essais mères à Saint-Mathieu-de-Beloeil de 2022 à 2024. Chaque parcelle a été subdivisée en trois pour illustrer la succession des cultures au fil des saisons (A-2022 = automne 2022, P-2023 = printemps 2023, A-2023 = automne 2023).

Essai à Normandin

L'essai en régie conventionnelle à NOR comportait cinq traitements, soit les deux mêmes cultivars de CA qu'à SMB (Mercedes et Plurax CL) semés à deux dates de semis chacun et un témoin de CP. Les traitements étaient répartis suivant un dispositif en blocs aléatoires complets à quatre répétitions, pour un total de 20 parcelles de 6 m par 10 m (**Figure 2**). Le témoin de CP servait à comparer les niveaux de pression de ravageurs et de MH par rapport au CA. À noter que le témoin avoine n'a pas été inclus dans le dispositif puisqu'il n'était pas prévu de semer du BA l'année suivante et que l'avoine servait à vérifier si un précédent de CA améliore le rendement du BA comparativement à un précédent d'une culture semée au printemps.

Semis

En mai 2023, une céréale d'automne a été semée comme culture de couverture sur toute la superficie de l'essai. Deux semaines avant le premier semis de CA (2 août), la céréale a été détruite au glyphosate, puis enfouie 10 jours plus tard (12 août) à l'aide d'un passage de chisel. Les deux cultivars de CA ont ensuite été semés chacun à deux dates différentes (**Tableau 1**) pour augmenter la probabilité qu'au moins une des dates de semis survive bien à l'hiver. Avant chacun des semis, les parcelles étaient travaillées à l'aide d'un passage de vibroculteur. Les semences de CA n'étaient pas enrobées de traitements insecticides ou fongicides, ni génétiquement modifiées, et ont été semées avec un espacement d'environ six pouces entre les rangs et à un taux de 5 kg/ha, ce qui équivaut à un peuplement de 100 plants/m² pour le Plurax CL.

(PMG = 5,0 g) et 105 plants/m² pour le Mercedes (PMG = 4,8 g). Aucun herbicide n'a été utilisé au cours de la saison.

Fertilisation

Juste avant le semis, les parcelles de CA ont reçu 40 kg N/ha, 20 kg P/ha, 12 kg K/ha, 8 kg S/ha, 0,8 kg B/ha, et 0,58 kg MN/ha puis enfoui à l'aide d'un passage de vibroculteur. Comme aucune survie n'a été observée au printemps 2024, l'essai a été annulé.

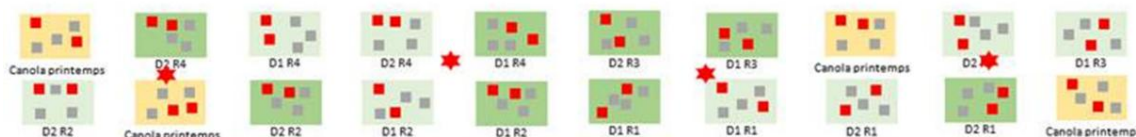


Figure 2. Dispositif expérimental de l'essai de canola d'automne à NOR en 2023.

Défoliation par les altises

Les dommages d'altises (grignotements ressemblant à des trous d'épingles sur les cotylédons et les premières feuilles; **Figure 3**) ont été évalués à deux ou trois reprises dans le CA à l'automne, entre l'émergence et le stade quatre feuilles (SMB : BBCH 12 et 14; NOR : BBCH 10, 12 et 14). Une évaluation a ensuite été faite dans le CP au printemps suivant (SMB : BBCH 10, 12 et 14). Dans tous les cas, le pourcentage de surface foliaire affectée était estimé sur trois plants à trois stations d'échantillonnage aléatoires dans chaque parcelle, soit neuf plants par parcelle.



Figure 3. Exemples de dommages causés par les altises : < 10 %; ± 15 %; > 25 %; > 40 %.
Crédits : J-M. Delage et D. Pageau.

Populations de cécidomyie du chou-fleur

Les populations de CCF ont été suivies à l'aide de pièges à phéromone installés autour (SMB; **Figure 1**) ou à l'intérieur (NOR) de l'essai (**Figure 2**) et espacés d'au-moins 50 m les uns des autres. Les pièges ont été installés à l'automne lorsque le CA était au stade cotylédons à quatre feuilles (BBCH 10-14) et relevés deux fois par semaine pendant sept semaines. Au printemps suivant, des pièges ont été installés à SMB à la reprise de croissance du CA (début mai), alors que celui-ci était au stade élongation-bouton (BBCH 39-59), et relevés deux fois par semaine pendant deux mois de manière à couvrir la période critique du CA et

du CP (élongation et boutons). 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.

Taux d'infestation des plants par la cécidomyie du chou-fleur

Le taux d'infestation des plants de CA par la CCF a été évalué une ou deux fois à l'automne (SMB : BBCH 16-18 et 17-19; NOR : BBCH 16) et une fois au printemps suivant (SMB : BBCH 30-59). Le taux d'infestation du CP a été évalué deux fois au début de l'été (SMB : BBCH 16-19 et 30-59). Les évaluations étaient faites en récoltant 5 (CA) à 10 (CP) plants au hasard dans chacune des parcelles. Les feuilles étaient coupées et tous les racèmes d'un même plant étaient placés dans un pot de plastique fermé contenant 1-2 cm de terre humide (**Figure 4**). Les pots étaient ensuite gardés à température ambiante pour que les larves de CCF puissent terminer leur développement (pupaison), et inspectés trois fois par semaine, afin de collecter et dénombrer les CCF émergentes.

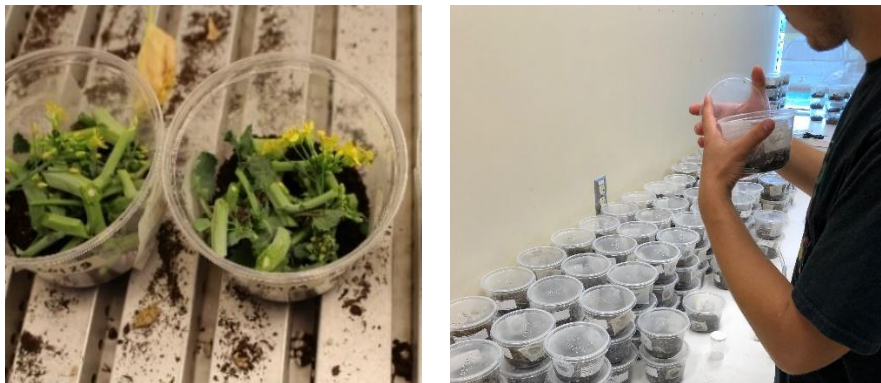


Figure 4. Dispositif utilisé pour évaluer le taux d'infestation des plants de canola par la cécidomyie du chou-fleur. Des plants récoltés au champ étaient découpés et placés dans des pots fermés contenant 1-2 cm de terre humide (à gauche). Ceux-ci étaient inspectés régulièrement (à droite) et les cécidomyies du chou-fleur émergentes étaient collectées et dénombrées.

Crédits : CÉROM.

Domages aux plants causés par la cécidomyie du chou-fleur

À SMB, les dommages de CCF ont été évalués deux fois dans le CA (BBCH 50-60 et 80) et une fois dans le CP (BBCH 50-65). Pour ce faire, 5 (CA) à 10 (CP) plants représentatifs étaient choisis au hasard dans chaque parcelle, et pour chacun, l'état de santé du racème primaire était noté (sain ou endommagé) et le nombre de racèmes secondaires sains et endommagés était compté (**Figure 5**).



Figure 5. Dommages de cécidomyie du chou-fleur dans le canola.
Crédits : Réseau d'Alertes Phytosanitaires Grandes cultures.

Autres insectes ravageurs du canola

À SMB, les populations des autres principaux insectes ravageurs du canola ont été évaluées par filet-fauchaie à deux reprises dans chaque culture (CA : BBCH 50-60 et 65; CP : BBCH 63-65 et 65-67). Dix coups de filet étaient donnés dans chaque parcelle et le contenu des filets était placé dans des sacs de plastique, puis mis au congélateur. Les insectes suivants étaient ensuite dénombrés : charançon de la silique (adultes), méligèthe des crucifères (larves et adultes), punaise terne (nymphe et adultes), fausse-teigne des crucifères (larves et adultes), et piéride du chou (larves et adultes).

Peuplement et survie hivernale du canola d'automne

À SMB, cinq quadrats permanents de 0,25 m² ont été installés dans chacune des parcelles de CA à l'automne 2022, environ un mois après la dernière date de semis. Deux des cinq quadrats de chaque parcelle étaient désherbés à la main au moment de la pose, puis au besoin au cours de la saison. Ceux-ci servaient de témoins pour évaluer l'effet de la pression de MH sur l'implantation du CA.

Le peuplement de CA a été évalué une première fois avant l'hiver, environ huit semaines après le dernier semis (8 SAS), en comptant le nombre de tiges et en estimant le pourcentage de fermeture des rangs à l'intérieur de chacun des quadrats. Une seconde évaluation a ensuite été faite à la reprise de croissance au printemps suivant (2023), afin d'estimer la survie hivernale.

Au printemps 2023, cinq quadrats ont aussi été installés et désherbés de la même manière dans chacune des parcelles de CP et le peuplement du CP a été évalué comme précédemment six semaines après le semis (6 SAS).

Peuplement de mauvaises herbes dans le canola

Une évaluation générale des populations de MH a été faite deux semaines après la dernière date de semis du CA (2 SAS). Dans chacune des parcelles de CA, le pourcentage de germination et le stade de croissance

du canola était évalué et les données suivantes étaient récoltées séparément pour les graminées, les feuilles larges et les vivaces : pourcentage de recouvrement total du groupe, espèce dominante, pourcentage de recouvrement de l'espèce dominante, et stade de développement moyen de l'espèce dominante. La présence de brassicacées apparentées au canola (moutarde des oiseaux, moutarde des champs et canola volontaire) était aussi notée (espèces présentes et stade de développement).

Des évaluations ciblées ont ensuite été effectuées dans les quadrats permanents des parcelles de CA à quatre et huit semaines après la dernière date de semis (4 SAS et 8 SAS). Les données suivantes étaient récoltées séparément pour chacun des trois groupes de MH mentionnés précédemment : pourcentage de recouvrement total du groupe, nombre de tiges (pour le groupe des vivaces; les tiges de graminées pérennes et de feuilles larges pérennes ont été dénombrées séparément), espèce dominante, pourcentage de recouvrement de l'espèce dominante, et stade de développement moyen de l'espèce dominante. La présence de brassicacées apparentées au canola était aussi évaluée dans les quadrats de la même manière que précédemment décrit.

Une dernière évaluation ciblée a finalement été faite à la reprise de croissance du CA au printemps suivant. Le pourcentage de recouvrement total et le nombre de tiges de MH (toutes espèces confondues), ainsi que le nom de l'espèce dominante, ont été notés pour chaque quadrat. L'évaluation pour chacun des trois groupes de MH mentionnés précédemment et pour les brassicacées apparentées au canola a été faite de la même manière qu'à l'automne précédent (évaluations à 4 SAS et 8 SAS).

Une évaluation ciblée des populations de MH a ensuite été faite dans les quadrats des parcelles de CP environ six et dix semaines après le semis (6 SAS et 10 SAS), et ce, de la même manière que pour les évaluations à 4 SAS et 8 SAS dans le CA.

Suivi des stades de floraison du canola

L'évolution de la floraison du CA et du CP a été suivie en notant pour chacune des parcelles les dates de début, mi et fin floraison (stades BBCH 60, 65 et 69).

Récolte du canola d'automne

Une fois le CA arrivé à maturité (BBCH 85), les plants de chaque quadrat ont été comptés et récoltés manuellement, puis battus individuellement. Une récolte mécanisée a ensuite été effectuée (25 juill.) en faisant un passage de batteuse au centre de chaque parcelle (3 m de large sur 20 m de long).

Le poids total et le poids de 200 grains des échantillons de récolte manuelle et mécanisée ont ensuite été mesurés. Le taux d'humidité des échantillons a été obtenu à l'aide d'un analyseur proche infra-rouge (Perten DA 7250) et les rendements ont été ajustés à 8,5 % d'humidité.

Peuplement de mauvaises herbes dans le blé d'automne

À l'automne 2023, trois quadrats (non désherbés) ont été installés dans chacune des parcelles de BA (19 oct.) et des évaluations ciblées des populations de MH ont été faites avant et après l'hiver, ainsi que juste avant la récolte. Pour chaque quadrat, le pourcentage de recouvrement du BA, le pourcentage de recouvrement et le nombre de tiges de MH (toutes espèces confondues), ainsi que le nom de l'espèce dominante, étaient notés. L'évaluation pour chacun des trois groupes de MH mentionnés précédemment, ainsi que pour les brassicacées apparentées au canola, a été faite de la même manière que dans le CA à 4 SAS et 8 SAS.

Peuplement et survie hivernale du blé d'automne

Le peuplement du BA a été évalué avant et après l'hiver afin d'estimer la survie hivernale. Pour ce faire, le pourcentage de levée du BA a été évalué visuellement dans chaque parcelle à l'automne 2023 (20 oct.) et le pourcentage de recouvrement a ensuite été évalué au printemps suivant (26 avr.). Le taux de survie a été calculé comme le rapport du peuplement après l'hiver sur le peuplement avant l'hiver, multiplié par 100. L'évaluation du peuplement dans les parcelles avec précédent d'avoine n'a pas pu être faite à l'automne en raison de la repousse de l'avoine qui était trop importante.

Récolte du blé d'automne

Une fois le BA à maturité complète (Zadoks 92), une récolte mécanisée a été effectuée en faisant un passage de batteuse au centre de chaque parcelle (3 m de large sur 20 m de long). Le poids total et le poids spécifique ont été mesurés pour chaque parcelle, puis le taux d'humidité des échantillons a été obtenu à l'aide d'un analyseur proche infra-rouge (Pertin DA 7250). Les rendements ont été ajustés à 13,5 % d'humidité.

Analyses statistiques

Toutes les analyses et les figures ont été effectuées à l'aide du logiciel R v.4.4.2 (R Core Team, 2024).

Le rendement (kg/ha) du CA par récolte manuelle a été analysé à l'aide de modèles linéaires généralisés mixtes (*Generalized Linear Mixed Models* ou GLMM; fonction *lme4::lmer*) avec distribution normale de l'erreur. La parcelle a été définie comme ordonnée à l'origine aléatoire pour tenir compte de la non-indépendance des données. Le rendement à la batteuse (kg/ha) et le poids de 200 grains (g) du CA, ainsi que le rendement à la batteuse (kg/ha) et le poids spécifique (kg) du BA ont été analysés à l'aide de modèles linéaires généralisés (*Generalized Linear Models* ou GLM; fonction *stats::glm*) avec distribution normale de l'erreur. Des analyses séparées ont été faites pour chaque type de régie (conventionnelle et biologique). Pour le CA, les modèles avaient tous comme effets principaux le cultivar de CA, la date de

semis, le bloc, ainsi que l'interaction cultivar x date de semis. Pour le BA, les effets principaux étaient le cultivar du précédent de CA et le bloc.

La proportion de plants de CA ou de BA par rapport au total des plants (CA + MH ou BA + MH) a été analysée à l'aide de modèles linéaires généralisés (*Generalized Linear Models* ou GLM; fonction `stats::glm`) avec distribution binomiale de l'erreur et une fonction de lien logit. Les données dans le CA ont été analysées séparément pour chaque type de régie (conventionnelle et biologique) et pour chaque moment d'observation (avant ou après l'hiver) en utilisant comme effets principaux le cultivar, la date de semis, ainsi que leur interaction. Pour l'analyse des données après l'hiver, le nombre de MH a aussi été utilisé comme covariable. Les données dans le BA ont été analysées séparément pour chaque type de régie (conventionnelle et biologique) en utilisant le traitement (précédent cultural + date de semis) comme effet principal et le nombre de MH comme covariable.

Le pourcentage de couverture des MH a été analysé séparément à l'aide de modèles linéaires généralisés mixtes (*Generalized Linear Mixed Models* ou GLMM; fonction `glmmTMB::glmmTMB`) avec distribution beta de l'erreur et une fonction de lien logit. Des analyses séparées ont été faites pour chacun des groupes dépistés (graminée, feuille large ou vivace) et pour chaque type de régie (conventionnelle et biologique). L'effet principal des modèles était le moment de l'observation (ex. 4 semaines après le semis). La parcelle a été définie comme ordonnée à l'origine aléatoire pour tenir compte de la non-indépendance des données.

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-Wilks (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 Holm pour tests multiples. Les résultats des comparaisons ont été représentés par des lettres au-dessus des barres dans les figures; les traitements avec des lettres en commun ne différaient pas significativement les uns des autres. Toutes les analyses ont été faites avec un seuil $\alpha = 0,05$.

Toutes les autres variables récoltées dans le cadre du projet ont été analysées visuellement à l'aide de figures et de moyennes.

Volet 2. Essais filles chez des producteurs

Sites et dispositif expérimental

Cinq essais filles ont été implantés à l'automne 2022 dans des entreprises agricoles au Bas-Saint-Laurent (1), en Chaudière-Appalaches (1) et au Saguenay-Lac-Saint-Jean (3) (**Tableau 2**). Trois des essais étaient en régie conventionnelle et deux en régie biologique.

Tableau 2. Type de régie et dates de semis, de premier gel et de récolte aux sites des essais filles de canola d'automne de 2022 à 2024.

Région ¹	Municipalité	Régie ²	Dates de semis ³				Date de premier gel	Degrés-jours cumulés avant premier gel		Dates de récolte ⁴	
			CA (S1)	CA (S2)	CP	BA		S1	S2	CA	BA
	Saint-Prime	Bio.	10 août 2022	26 août 2022	n/a	n/a	2 oct. 2022	771	478	n/a	n/a
SLSJ	Hébertville	Bio.	10 août 2022	23 août 2022	18 mai 2023	1 ^{er} sept. 2023	2 oct. 2022	802	560	M : 24 juill. 2023 B : 2 août 2023	B : 19 juill. 2024
	Saint-Félicien	Conv.	16 août 2022	23 août 2022	28 avr. 2023	n/a	2 oct. 2022	667	527	M : 24 juill. 2023 B : n.d.	n/a
BSL	Kamouraska	Conv.	16 août 2022	28 août 2022	18 mai 2023	n/a	9 nov. 2022	1063	849	M : 26 juill. 2023 B : 23 août 2023	n/a
CA	Sainte-Marguerite	Conv.	17 août 2022	29 août 2022	11 mai 2023	18 sept. 2023	3 oct. 2022	745	518	M : 25 juill. 2023 B : 24 août 2023	M : 13 août 2024

¹ SLSJ = Saguenay-Lac-Saint-Jean, BSL = Bas-Saint-Laurent, CA = Chaudière-Appalaches

² Bio. = biologique, Conv. = conventionnelle

³ CA = canola d'automne, CP = canola de printemps, BA = blé d'automne, S1 = semis 1, S2 = semis 2

⁴ M = récolte manuelle, B = récolte à la batteuse, n.d. = non déterminé

Les essais filles étaient constitués de quatre parcelles d'environ un quart d'hectare semées avec les deux mêmes cultivars de CA que pour les essais mères (Mercedes et Plurax CL) et à deux dates différentes chacun (**Tableau 2**). Le CA a été semé à un taux de 5 kg/ha, ce qui équivaut à un peuplement de 100 plants/m² pour le Plurax CL (PMG = 5,0 g) et 105 plants/m² pour le Mercedes (PMG = 4,8 g). La régie de culture était laissée à la discrétion du producteur.

Au printemps suivant (2023), un champ de CP situé à proximité de chacun des sites d'essais filles a été sélectionné pour faire le suivi des ravageurs et des stades de floraison. Les sites de CP sélectionnés étaient des champs suivis par le Réseau d'avertissements phytosanitaires (RAP) Grandes cultures dans le cadre du dépistage des ravageurs du canola.

Après la récolte du CA, du BA a été semé uniquement aux sites de Sainte-Marguerite (var. UGRC Ring) et Hébertville (var. Champlain), les trois autres ayant été abandonnés. En effet, un des sites n'avait pas eu de survie hivernale de CA, un autre a été récolté trop tard et dans de mauvaises conditions (sol non ressuyé), ce qui a endommagé le champ qui n'a pas pu être adéquatement préparé pour accueillir le BA, et le dernier

n'a pas pu être semé à la date recommandée. Tout comme pour le CA, la régie de culture dans le BA était laissée à la discrétion du producteur.

Défoliation par les altises

Les dommages d'altises (grignotements ressemblant à des trous d'épingles sur les cotylédons et les premières feuilles; **Figure 3**) ont été évalués deux fois dans le CA (entre les stades deux et quatre feuilles; BBCH 12 et 14) et quatre à six fois dans le CP (entre les stades cotylédons et cinq feuilles; BBCH 10 et 15). Pour le CA, le pourcentage de surface foliaire affectée était estimé sur trois plants à trois stations d'échantillonnage aléatoires dans chacune des quatre parcelles (neuf plants par parcelle). Pour le CP, l'évaluation était faite sur trois plants à dix stations d'échantillonnage aléatoires dans le champ (30 plants au total).

Populations de cécidomyie du chou-fleur

Les populations de CCF ont été suivies à l'aide de pièges à phéromone installés dans chaque parcelle (quatre pièges par champ) et espacés d'au-moins 50 m les uns des autres. Les pièges ont été installés à l'automne 2022 lorsque le CA était au stade deux feuilles (BBCH 12) et relevés une fois par semaine pendant quatre semaines. Au printemps suivant, des pièges ont été installés à la reprise de croissance du CA et ont été relevés une fois par semaine pendant un mois. Des pièges étaient aussi installés dans les champs de CP (quatre pièges par champ) au stade cotylédons et relevés deux fois par semaine pendant les cinq premières semaines puis une fois par semaine pendant les trois dernières semaines. À chaque relevé, le stade de croissance du canola était noté et les plaquettes collantes des pièges étaient placées au congélateur jusqu'à leur envoi. Les phéromones étaient changées après quatre semaines d'utilisation. Les plaquettes collantes du CA et du CP ont été envoyées au CÉROM et au LEDP respectivement où les CCF ont été identifiées et comptées.

Dommages aux plants causés par la cécidomyie du chou-fleur

Les dommages de CCF ont été évalués une fois dans le CA (stade boutons; BBCH 50) et le CP (stades boutons à floraison; BBCH 50-65). Des plants représentatifs étaient choisis au hasard dans chaque parcelle le long d'un parcours en « W » (CA : 25 plants par parcelle; CP : 50 plants dans le champ), et pour chacun, l'état de santé du racème primaire était noté (sain ou endommagé) et le nombre de racèmes secondaires sains et endommagés était compté (**Figure 5**).

Autres insectes ravageurs du canola

Les populations des autres insectes ravageurs du canola ont été évaluées par filet-fauchoir à deux reprises dans chaque culture, soit au stade boutons (BBCH 50-59) et au stade floraison (BBCH 60-69), sauf dans le CP à Hébertville et Saint-Félicien où un seul dépistage a été fait lors de la floraison. Dans le CA, le dépistage se faisait en effectuant 10 coups de filet dans chaque parcelle, alors que dans le CP, le dépistage se faisait en effectuant 10 coups de filet à cinq stations au hasard dans le champ.

Le contenu des filets de chaque parcelle (CA) ou station (CP) était placé dans des sacs de plastique, puis mis au congélateur. Les échantillons des essais de CA ont été envoyés au CÉROM, alors que ceux des champs de CP ont été traités par les conseillers des clubs-conseils. Dans tous les cas, les échantillons étaient triés et les insectes suivants étaient dénombrés : charançon de la silique (adultes), méligèthe des crucifères (larves et adultes), punaise terne (nymphe et adultes), fausse-teigne des crucifères (larves et adultes), et piéride du chou (larves et adultes; essais de CA uniquement).

Peuplement de mauvaises herbes dans le canola d'automne

À l'automne 2022, une évaluation générale des populations de MH a été faite dans les parcelles juste avant les travaux de désherbage en pré-semis (24 à 72 h) et quatre semaines après la dernière date de semis du CA (4 SAS). Les parcelles étaient inspectées en suivant un parcours en « W » et les données suivantes étaient récoltées séparément pour les graminées, les feuilles larges et les vivaces : pourcentage de recouvrement total du groupe, espèce dominante, pourcentage de recouvrement de l'espèce dominante, et stade de développement moyen de l'espèce dominante.

Quatre quadrats permanents de 1 m² ont ensuite été installés dans chaque parcelle et une évaluation ciblée des MH a ensuite été faite quatre et huit semaines après la dernière date de semis (4 SAS et 8 SAS), ainsi qu'à la reprise de croissance au printemps suivant. Dans chaque quadrat, les données suivantes étaient récoltées séparément pour chacun des trois groupes de MH mentionnés précédemment : pourcentage de recouvrement total du groupe, nombre de tiges, espèce dominante, pourcentage de recouvrement de l'espèce dominante, et stade de développement moyen de l'espèce dominante.

Lors des deux types d'évaluations (générale et ciblée), la présence de brassicacées apparentées au canola (moutarde des oiseaux, moutarde des champs et canola volontaire) était aussi notée (pourcentage de recouvrement total, espèces présentes, espèce dominante, et stade de développement de l'espèce dominante). Pour les évaluations ciblées, le pourcentage de recouvrement de l'espèce dominante était aussi estimé.

Peuplement et survie hivernale du canola d'automne

Le peuplement de CA a été évalué avant l'hiver, environ huit semaines après le dernier semis (8 SAS), en comptant le nombre de tiges de canola et en estimant le pourcentage de fermeture des rangs à l'intérieur

de chacun des quadrats. Une seconde évaluation a ensuite été faite à la reprise de croissance au printemps suivant (2023), afin d'estimer la survie hivernale. Des quadrats supplémentaires étaient ajoutés dans les parcelles de CA où la survie à l'hiver était mauvaise (< 40 plants/m²), de manière à avoir au moins deux quadrats avec une bonne survie dans chacune des parcelles.

Suivi des stades de floraison du canola

L'évolution de la floraison du canola a été suivie en notant les dates de début, mi et fin floraison (stades BBCH 60, 65 et 69) dans chacune des parcelles de CA et chaque champ de CP.

Récolte du canola d'automne

Une fois le CA arrivé à maturité (BBCH 85), les plants de chaque quadrat ont été comptés et récoltés manuellement. Les plants d'un même quadrat étaient attachés ensemble et placés dans des boîtes. Les échantillons étaient ensuite envoyés au CÉROM où ils ont été mis à sécher sur des palettes de bois à l'extérieur pour simuler l'andain, puis battus individuellement.

Après la récolte manuelle, les parcelles de CA ont été entièrement récoltées par le producteur. Le poids de la récolte de chaque parcelle était fourni par le producteur et un sous-échantillon d'environ 500 g de chaque parcelle était envoyé au CÉROM.

Les échantillons de récolte manuelle ont été pesés, puis le poids de 200 grains des échantillons de récolte manuelle et à la batteuse a été mesuré. Le taux d'humidité des échantillons a été obtenu à l'aide d'un analyseur proche infra-rouge (Perten DA 7250) et les rendements ont été ajustés à 8,5 % d'humidité.

Peuplement de mauvaises herbes dans le blé d'automne

Quatre quadrats ont été installés aléatoirement dans chacune des parcelles de BA à l'automne 2023. Une évaluation ciblée des populations de MH a été faite environ quatre semaines après le semis (4 SAS), ainsi qu'à la reprise de croissance au printemps suivant (2024) et 24 à 48 h avant la récolte du BA.

Dans chaque quadrat, le nombre de talles et le pourcentage de recouvrement du BA étaient notés. Les données suivantes étaient aussi récoltées séparément pour chacun des trois groupes de MH mentionnés précédemment : nombre d'individus, pourcentage de recouvrement, nom de l'espèce dominante, stade de développement de l'espèce dominante, et pourcentage de recouvrement de l'espèce dominante.

Peuplement et survie hivernale du blé d'automne

Le peuplement du BA a été évalué avant et après l'hiver afin d'estimer la survie hivernale. Pour ce faire, le pourcentage de levée du BA était évalué visuellement de manière générale pour l'ensemble de la parcelle,

ainsi que de manière ciblée dans un rayon d'environ 3 m autour de chacun des quadrats. Le taux de survie a été calculé pour chaque méthode comme le rapport du peuplement après l'hiver sur le peuplement avant l'hiver, multiplié par 100.

Récolte du blé d'automne

Une fois le BA arrivé à maturité complète (Zadocks 92), une récolte a été réalisée. Au site d'Hébertville, une récolte mécanisée a été effectuée en faisant un passage de batteuse au centre de chaque parcelle (8,8 m de large par 51 à 86 m de long). Le poids de la récolte de chaque parcelle a ensuite été fourni par le producteur, ainsi qu'un sous-échantillon d'environ 500 g de grains de chaque parcelle.

À Sainte-Marguerite, le producteur n'avait cependant pas le matériel nécessaire pour réaliser la pesée et une récolte manuelle des quadrats a été effectuée en remplacement. Les épis de chaque quadrat ont donc été coupés et mis dans des sacs de coton, puis envoyés au CÉROM. Les quadrats ont ensuite été battus séparément et le poids total a été mesurés.

Dans tous les cas, le taux d'humidité des échantillons a été obtenu à l'aide d'un analyseur proche infra-rouge (Pertin DA 7250) et les rendements ont été ajustés à 13,5 % d'humidité. Le poids spécifique a quant à lui été mesuré uniquement sur les sous-échantillons de 500 g.

Analyses statistiques

Toutes les analyses et les figures ont été effectuées à l'aide du logiciel R v.4.4.2 (R Core Team, 2024).

Le rendement (kg/ha) du CA par récolte manuelle, ainsi que le poids de 200 grains (g), ont été analysés à l'aide de modèles linéaires généralisés (*Generalized Linear Models* ou GLM) avec distribution normale de l'erreur. Les modèles avaient tous comme effets principaux le site, le cultivar de CA, la date de semis, ainsi que leur interaction. Pour les analyses des MH, seuls la moyenne et l'écart type ont pu être obtenus pour chacun des groupes des MH (graminées, feuilles larges, vivaces, et Brassicacées) avant et après l'hiver. Aussi, pour chaque site, les espèces de MH dominantes ont été notées pour chaque site.

La vérification des conditions, les tests des effets principaux et les comparaisons de moyennes ont été effectués de la même manière que décrite au volet 1.

Toutes les autres variables récoltées dans le cadre du projet ont été analysées visuellement à l'aide de figures et de moyennes.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

Volet 1. Essais mères en centres de recherche

Le CA au site de NOR n'a pas survécu à l'hiver 2023-24 (**Figure 6**) probablement à cause de la glace et des séquence gel-dégel en surface. Pour cette raison, seules les données récoltées à l'automne 2023, soit la défoliation par les altises, les captures de CCF par piège à phéromone, le taux d'infestation des plants par la CCF et le peuplement du CA avant l'hiver, sont présentées pour ce site.



Figure 6. Mortalité hivernale du canola d'automne au site de Normandin.
Crédits : Agriculture et Agroalimentaire Canada.

Défoliation par les altises

À SMB (régie conventionnelle et biologique), la défoliation par les altises au début de la période végétative du canola (cotylédons à quatre feuilles; BBCH 10-14) était beaucoup plus faible dans le CA que dans le CP (**Figure 7**). Dans le CA, la défoliation est restée inférieure à 1 % pendant tout l'automne 2022 (stades BBCH 12 à 14), alors que dans le CP (printemps 2023), elle a presque atteint le seuil d'intervention de 25 % au stade BBCH 12 (conventionnelle : 24 %, biologique : 20 %) avant de diminuer légèrement au stade BBCH 14 (conventionnelle : 21 %, biologique : 15 %).

À NOR, la défoliation par les altises était aussi très faible (0 à 2 %) au début de la période végétative (cotylédons à quatre feuilles; BBCH 10-14) du CA à l'automne 2023.

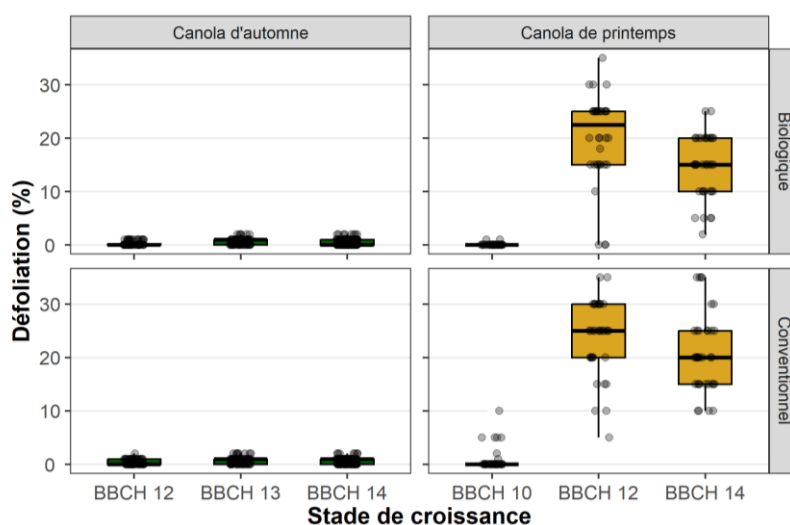


Figure 7. Défoliation par les altises (%) au début de la période végétative (zéro à quatre feuilles; BBCH 10-14) du canola d'automne (automne 2022) et de printemps (printemps 2023) dans les essais en régie conventionnelle et biologique à SMB.

Populations de cécidomyie du chou-fleur

À SMB, la pression de CCF pendant la période vulnérable du canola (végétatif à boutons; BBCH10-59) était nettement plus faible pour le CA que pour le CP (**Figure 8**). En effet, seules deux CCF ont été capturées à l'automne 2022 (14 et 17 oct.), alors que le CA était au stade trois à six feuilles (BBCH 13-16). Au printemps suivant (2023), le CA était déjà rendu au stade floraison (BBCH 67-69) au moment des premières captures de CCF (9 juin), alors que le CP était au stade cotylédons à deux feuilles (BBCH 10-12). Les populations ont par la suite dépassé le seuil d'intervention préconisé en Ontario (5 CCF/piège/jour) avec des pics à 13,5 et 8,8 CCF/piège/jour pour les essais en régie conventionnelle et biologique, respectivement. Au moment des pics de populations, le CA était déjà au stade maturation (BBCH 80), alors que le CP était au stade boutons-floraison (BBCH 50-60), soit la période pendant laquelle le canola est plus vulnérable aux attaques de CCF.

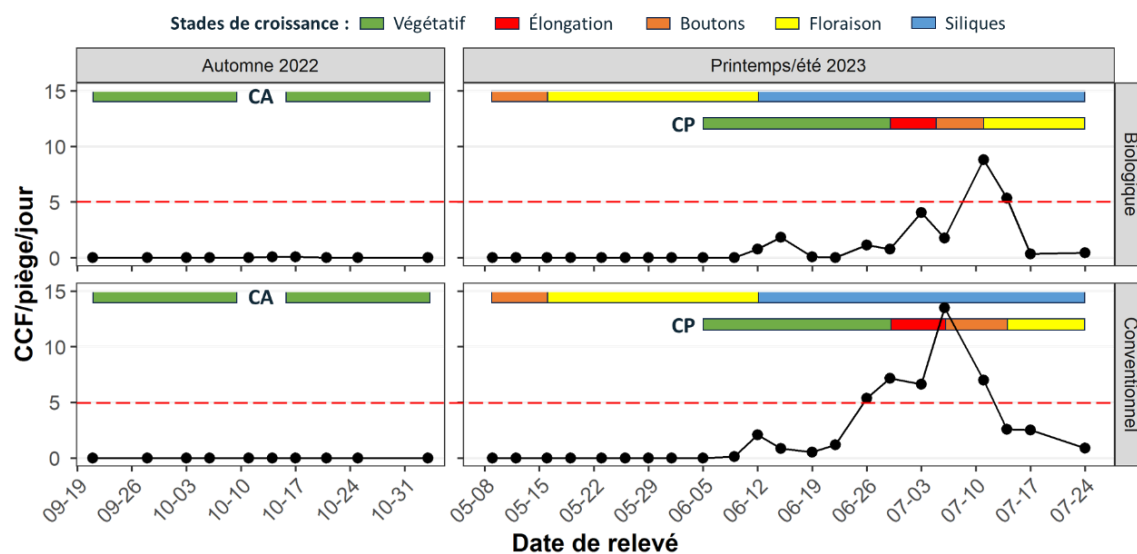


Figure 8. Dynamique des populations de cécidomyies du chou-fleur à l'automne 2022 et au printemps/été 2023 dans les essais en régie biologique et conventionnelle à Saint-Mathieu-de-Beloeil. Les bandes de couleur représentent l'évolution des stades de croissance du canola d'automne (CA) et de printemps (CP). La ligne pointillée rouge indique la valeur du seuil d'intervention de 5 CCF/piège/jour préconisé en Ontario.

À NOR, les captures de CCF dans le CA à l'automne 2023 sont restées faibles et en dessous du seuil d'intervention de l'Ontario (**Figure 9**). Les premières captures ont été faites le 26 sept., alors que le CA était au stade quatre à six feuilles (BBCH 14-16) et ont atteint un maximum (3,6 CCF/piège/jour) le 3 oct. au stade six à sept feuilles (BBCH 16-17).

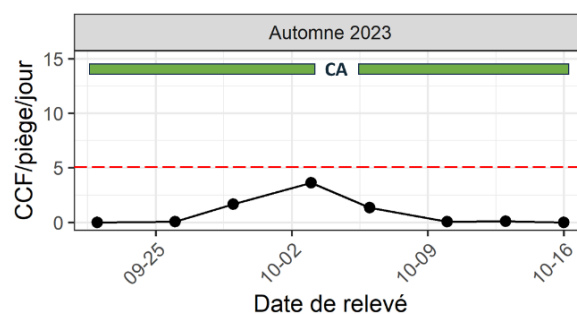


Figure 9. Dynamique de population de la cécidomyie du chou-fleur à l'automne 2023 dans l'essai mère à Normandin. La bande de couleur représente l'évolution des stades de croissance du canola d'automne (CA). La ligne rouge indique la valeur du seuil d'intervention de 5 CCF/piège/jour préconisé en Ontario.

Taux d'infestation des plants par la cécidomyie du chou-fleur

À SMB, aucun plant infesté par la CCF n'a été observé dans le CA, autant à l'automne 2022 (stades BBCH 16-19) qu'au printemps 2023 (stades BBCH 30-50 et 55-59) (**Figure 10**). En revanche, les taux d'infestation

dans le CP étaient de 28 % (conventionnelle) et 40 % (biologique) au stade élongation-boutons (BBCH 30-59; 28 juin) et ont atteint 65 % au stade boutons-floraison (BBCH 55-65; 5 juill.).

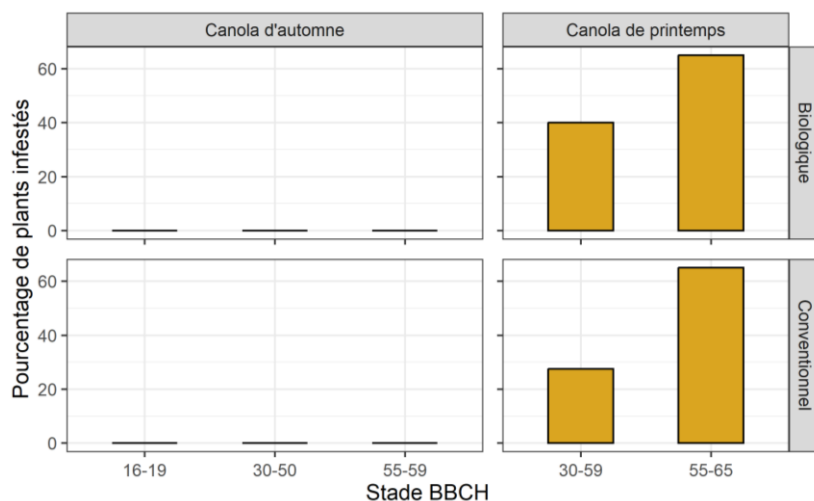


Figure 10. Pourcentage de plants infestés par la cécidomyie du chou-fleur à différents stades de croissance du canola d'automne (automne 2022 et printemps 2023) et de printemps (été 2023) dans les essais mères en régie conventionnelle et biologique à Saint-Mathieu-de-Beloeil.

Dans le CP, le taux d'émergence de CCF des plants infestés ont atteint 11,6 et 17,9 CCF/plant aux stades BBCH 55-65 (5 juill.) pour les essais en régie conventionnelle et biologique, respectivement (**Figure 11**).

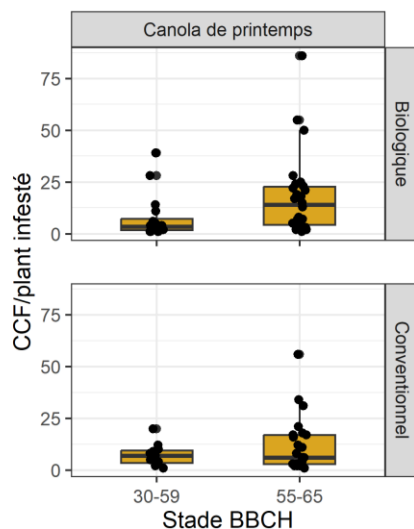


Figure 11. Taux d'émergence de cécidomyies du chou-fleur (nb/plant) pour les plants de canola de printemps infestés (été 2023) dans les essais mères en régie conventionnelle et biologique à Saint-Mathieu-de-Beloeil.

À NOR, un seul plant infesté a été observé dans le CA (sur 160 plants) à l'automne 2023 (stade six feuilles; BBCH 16; 4 oct.), duquel a émergé une seule CCF.

Domages aux plants causés par la cécidomyie du chou-fleur

À SMB, les dommages de CCF étaient beaucoup moins fréquents dans le CA que dans le CP. Dans le CA, aucun plant endommagé n'a été observé au stade boutons (BBCH 50-59) et un seul plant (sur 80) présentait un dommage au racème primaire au stade maturation des siliques (BBCH 80). Aucun dommage aux racèmes secondaires n'a été observé. En comparaison, 62,5 % des plants de CP inspectés au stade boutons-floraison (BBCH 50-65) présentaient des dommages de CCF, dont 45 % au racème primaire et 51,3 % aux racèmes secondaires.

En régie conventionnelle, 70 % des plants présentaient des dommages, dont 50 % au racème primaire et 65 % aux racèmes secondaires. Le pourcentage de racèmes secondaires endommagés était de 29 % (Figure 12). En régie biologique, 55 % des plants présentaient des dommages, dont 40 % au racème primaire et 37,5 % aux racèmes secondaires. Le pourcentage de racèmes secondaires endommagés était de 14 % (Figure 12). Ces différences peuvent s'expliquer par le fait que les populations de CCF étaient plus élevées dans l'essai en régie conventionnelle lors des stades vulnérables du canola (élongation et boutons).

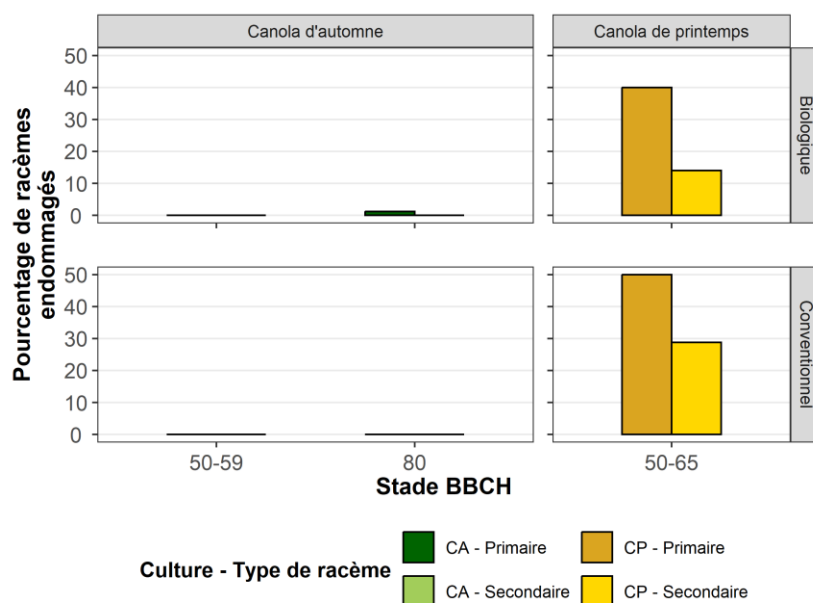


Figure 12. Pourcentage de racèmes primaires et secondaires endommagés par la cécidomyie du chou-fleur à différents stades de croissance du canola d'automne (CA) et de printemps (CP) dans les essais en régie conventionnelle et biologique à Saint-Mathieu-de-Beloil.

Autres insectes ravageurs du canola

À SMB, les populations des autres insectes ravageurs du canola étaient beaucoup plus faibles dans le CA que dans le CP pendant les stades boutons-floraison (BBCH 50-69) et ce, quel que soit le type de régie (**Figure 13**). Dans le CP, les ravageurs les plus abondants étaient la punaise terne (adultes et nymphes), le charançon de la silique et les larves de fausse-teigne des crucifères. Toutefois, seule la punaise terne dépassait le seuil d'intervention (deux à trois punaises par coup de filet). Dans le CA, la punaise terne et les larves de fausse-teigne des crucifères étaient aussi les ravageurs les plus abondants, mais à des densités beaucoup plus faibles que dans le CP.

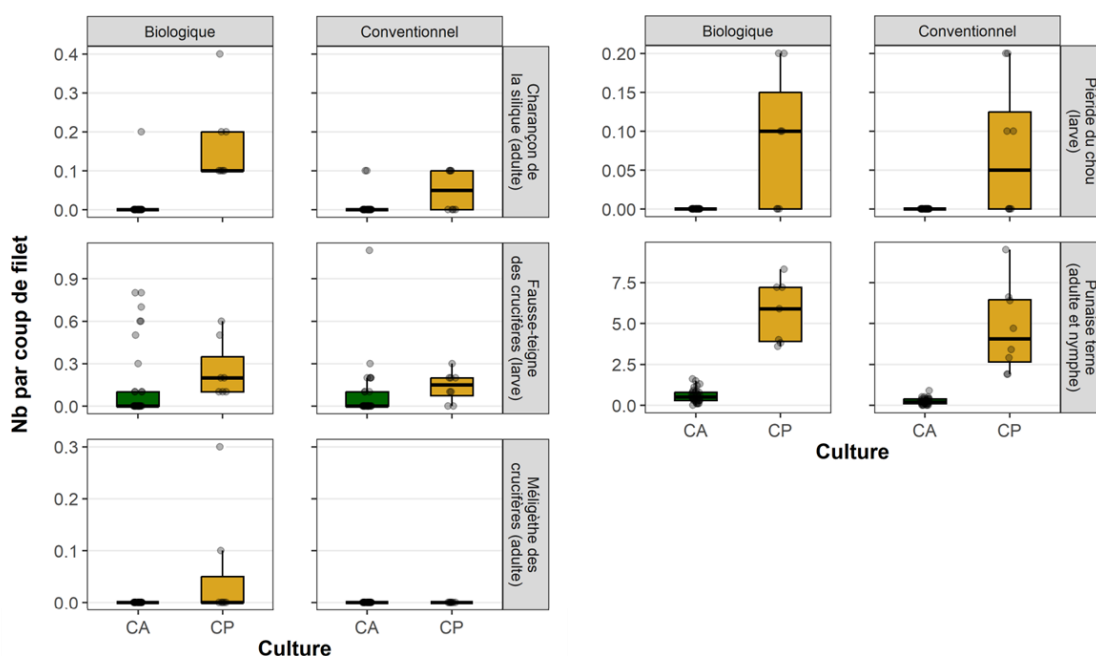


Figure 13. Taux de capture (nb/coup de filet) des autres insectes ravageurs du canola dans le canola d'automne (CA) et de printemps (CP) des essais en régie conventionnelle et biologique à Saint-Mathieu-de-Beloil.

Peuplement et survie hivernale du canola d'automne

À SMB, le CA semé à la deuxième date de semis (9 sept.) avait un peuplement avant l'hiver plus élevé (69,6 à 81,0 plants/m²) que celui semé à la première date (25 août; 55,0 à 63,4 plants/m²; **Figure 14**). Bien que ces valeurs soient plus faibles que les taux de semis visés (Plurax CL : 100 plants/m²; Mercedes : 105 plants/m²), cela n'a pas compromis l'objectif principal qui était de déterminer la survie hivernale. Il serait cependant important de tester différents taux de semis, afin d'optimiser le pourcentage de levée de la culture.

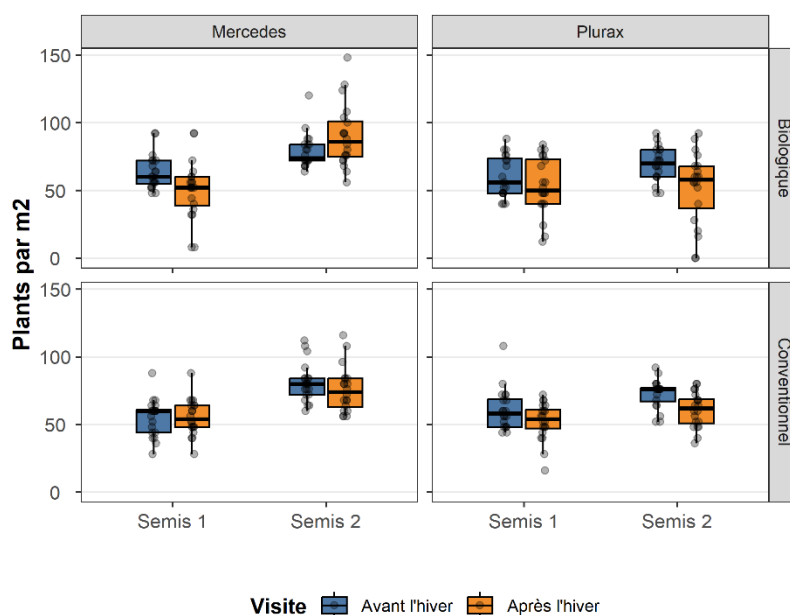


Figure 14. Densité de peuplement (plants/m²) avant et après l'hiver pour deux cultivars de canola d'automne (Mercedes et Plurax CL) semés chacun à deux dates différentes dans les essais en régie conventionnelle et biologique à Saint-Mathieu-de-Beloil.

La survie hivernale du CA allait de 75,8 à 100 % selon les cultivars et les dates de semis (**Figure 15**), pour une moyenne globale de 85,9 %.

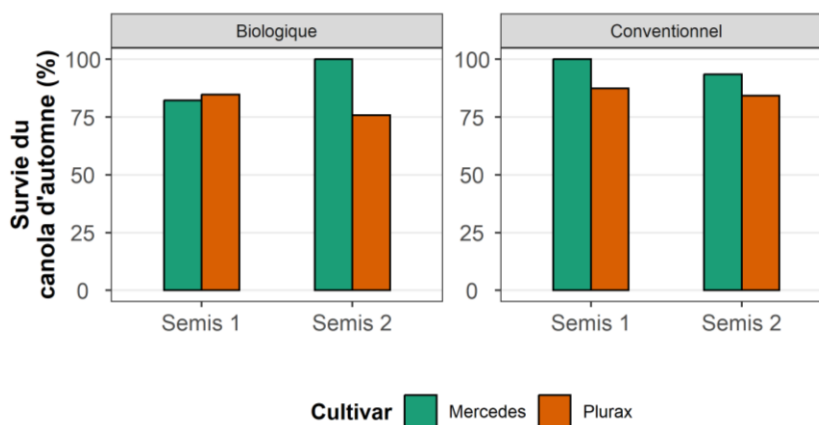


Figure 15. Survie hivernale (%) de deux cultivars de canola d'automne (Mercedes et Plurax CL) semés chacun à deux dates différentes dans les essais en régie conventionnelle et biologique à Saint-Mathieu-de-Beloil.

En comparaison, la levée du CP au printemps 2023 a été très mauvaise, avec des densités de peuplement de 48,2 et 49,6 plants/m² et des recouvrements de 12,1 % et 29,6 % pour les essais en régie conventionnelle et biologique, respectivement. Ceci pourrait s'expliquer par les conditions météorologiques

difficiles. En effet, le temps était très sec au moment du semis et un semis creux a dû être fait. D'importantes précipitations ont suivi quelques semaines plus tard.

À NOR, le CA semé à la deuxième date de semis (28 août) avait un peuplement moyen avant l'hiver nettement plus élevé (103 plants/m²) que celui semé à la première date (17 août; 76 plants/m²). Les peuplements observés pour la deuxième date de semis correspondaient au taux visé (Plurax CL : 100 plants/m²; Mercedes : 105 plants/m²), alors que ceux de la première date de semis étaient plus faibles que prévu. Le nombre de plants acceptable pour conserver un bon potentiel de rendement est de 30 à 40 plants/m². Des populations plus élevées sont généralement recherchées pour le CP afin de compenser les pertes de peuplement causées par les ravageurs et maladies au cours des stades végétatifs, contrairement au CA qui est à des stades de croissance plus avancés lorsque ces problèmes surviennent (Moran 2021; Canola Council of Canada).

Peuplement de mauvaises herbes (MH) dans le canola

L'analyse a révélé que la proportion de plants de canola d'automne sur le total des plantes (canola + MH) était influencée par plusieurs facteurs, notamment le nombre de MH/m², le cultivar et la date de semis du CA. Ces résultats sont cohérents dans les deux régions, conventionnelle et biologique (**Figure 16**). En outre, il a été constaté que la proportion de plants de CA était plus faible lors du dépistage avant l'hiver (entre 23 et 25 % en région biologique et 41,8 et 50,5 % en région conventionnelle (**Figure 16 A et C**). Cette différence est attribuable à la présence accrue de MH, notamment les graminées, tant pour la région biologique que conventionnelle, avec des taux de recouvrement des quadrats variant entre 84,1 et 99,9 % (**Figure 17A et Figure 18A**).

L'avoine était la graminée dominante à l'automne (**Figure 19A**), aussi bien dans la région biologique que conventionnelle. Elle représentait la culture précédente dans le cadre de l'expérience, et ses repousses ont dominé les parcelles à l'automne. Cette observation met en lumière la nécessité d'une destruction méthodique du précédent cultural afin d'éviter toute interférence potentielle avec la culture suivante, notamment durant la période critique sans MH (critical weed-free period), qui s'étend de la date de semis jusqu'au stade six feuilles pour le canola (CA et CP).

Bien que les graminées aient été les MH prédominantes, la présence de certaines feuilles larges, telles que la bourse-à-pasteur et le chénopode blanc, a également été observée (3,6 à 13,9 %; **Figure 18B et Figure 19B**). En outre, contrairement à l'hypothèse initiale, les vivaces n'étaient pas particulièrement présentes à l'automne (moins de 1 % des quadrats).

Cependant, il est à noter qu'après l'hiver, une augmentation significative de la proportion de plantes appartenant au CA a été observée, avec des pourcentages variants entre 64,5 et 82,8 % en région biologique, et entre 82,7 et 88,8 % en région conventionnelle (**Figure 16 A et C**).

Cette augmentation est attribuable à une baisse notable de la quantité de MH, notamment les graminées (**Figure 17D à F** et **Figure 18D à F**) et à une augmentation manifeste de la biomasse du CA, qui présente une compétition significative contre les MH, en particulier au début de la saison. En effet, malgré un taux d'infestation initial élevé, le CA a démontré une capacité compétitive significative face aux MH, permettant ainsi d'atteindre un rendement optimal, notamment dans le cadre de la régie biologique (voir la section consacrée au rendement pour plus de détails).

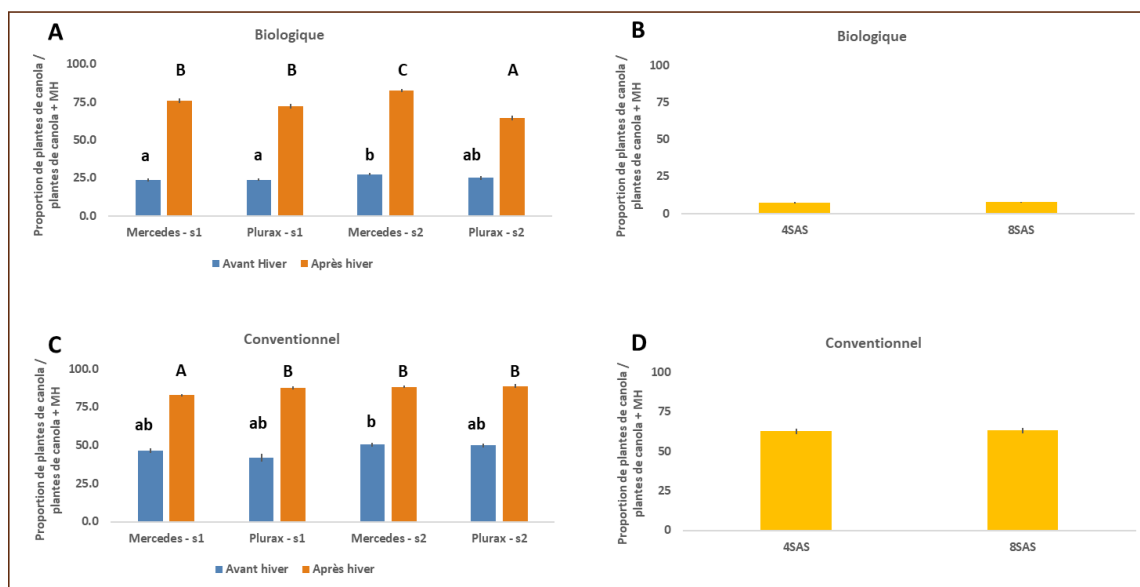


Figure 16. Proportion des plantes de canola d'automne (figures A et C) et de canola de printemps (figures B et D) par rapport au nombre total de plantes (canola et mauvaises herbes) en régie biologique et conventionnelle. La date de semis et le cultivar du CA étaient statistiquement significatifs à $p < 0,001$ pour le canola d'automne. La date du dépistage n'était pas statistiquement significative pour le canola de printemps (figures B et D).

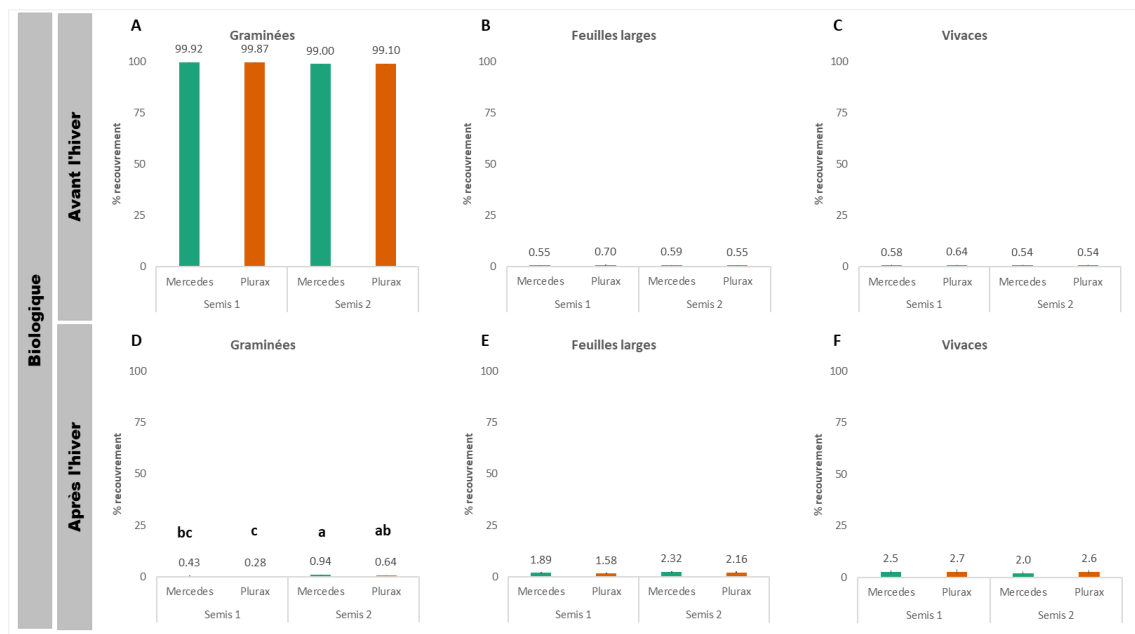


Figure 17. Pourcentage de recouvrement moyen des mauvaises herbes graminées, feuilles larges et vivaces dans le canola d'automne en régie biologique avant et après l'hiver. La date de semis et le cultivar étaient statistiquement significatifs seulement pour les graminées après l'hiver (D).

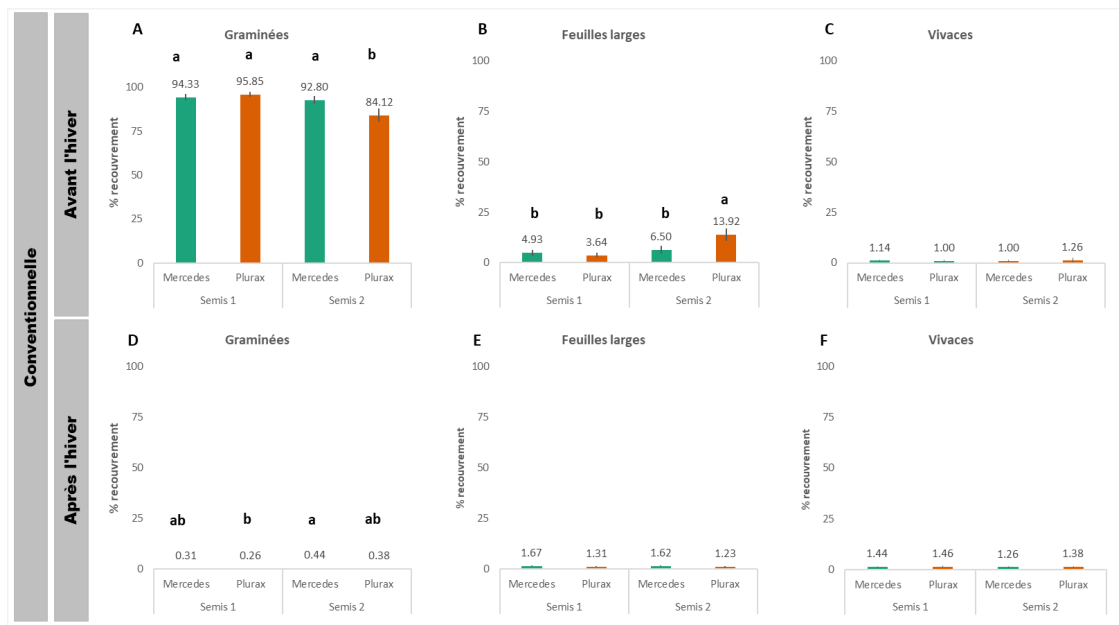


Figure 18. Pourcentage de recouvrement moyen des mauvaises herbes graminées, feuilles larges et vivaces dans le canola d'automne en régie conventionnelle avant et après l'hiver. La date de semis et le cultivar étaient statistiquement significatifs seulement pour les graminées (avant et après l'hiver (A et D) et les feuilles larges avant l'hiver (B)).

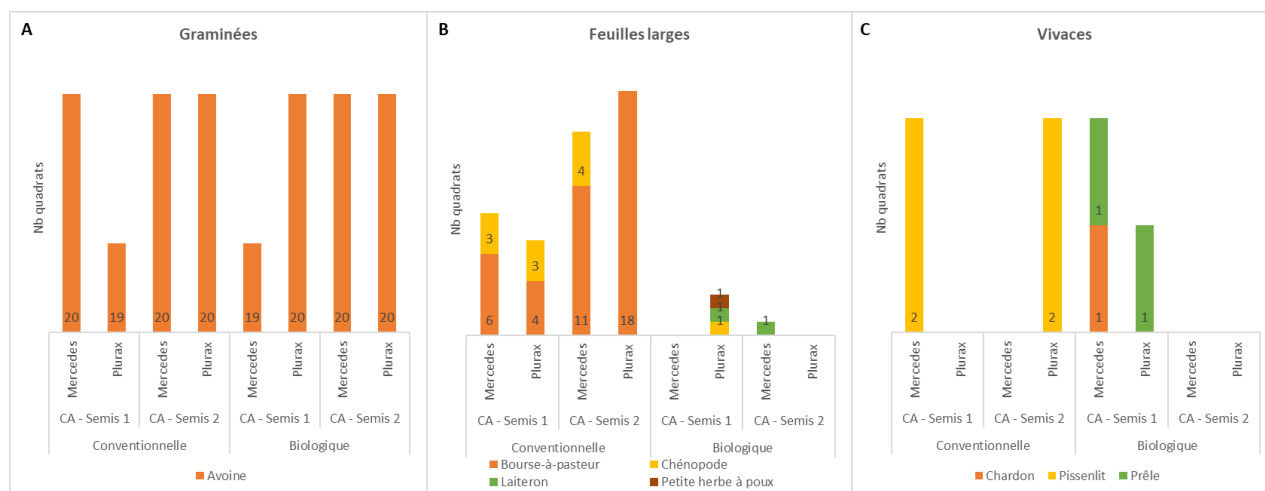


Figure 19. Communautés des espèces de mauvaises herbes dominantes (graminées, feuilles larges et vivaces) dans les quadrats de canola d'automne avant l'hiver en régie conventionnelle et biologique, selon le cultivar et la date de semis.

En comparaison, le CP s'est avéré moins compétitif face aux MH, notamment dans la régie biologique, où la proportion de CP par rapport au nombre total de plantes (CP + MH) n'a atteint que 7,2 % (**Figure 16B**). Cette proportion était plus élevée dans la régie conventionnelle (~62,6 %, **Figure 16D**), mais ces valeurs demeurent inférieures à celles observées pour le CA après l'hiver. L'analyse statistique, réalisée sur les données recueillies, n'a révélé aucune différence significative ($p > 0,05$) entre la proportion de CP à 4 et 8 SAS. Cette observation suggère que le CP ne parvient pas à concurrencer les MH présentes dès le début de la saison. Cette observation s'est avérée particulièrement marquée dans les parcelles en régie biologique, caractérisées par une forte infestation de MH, notamment de graminées (sétaires) (**Figure 20A à C**). En outre, l'analyse des différentes espèces dominantes dans le CP, telle que présentée dans la **Figure 21**, met en évidence une distinction entre les espèces présentes entre les régies biologique et conventionnelle, notamment pour les feuilles larges et vivaces.

Au vu des résultats obtenus, il apparaît impératif de procéder à un examen approfondi des techniques de désherbage, notamment celles ciblant les graminées, particulièrement lors de l'implantation. Cette démarche vise à promouvoir une implantation optimale du CA, autant pour la régie biologique que conventionnelle.

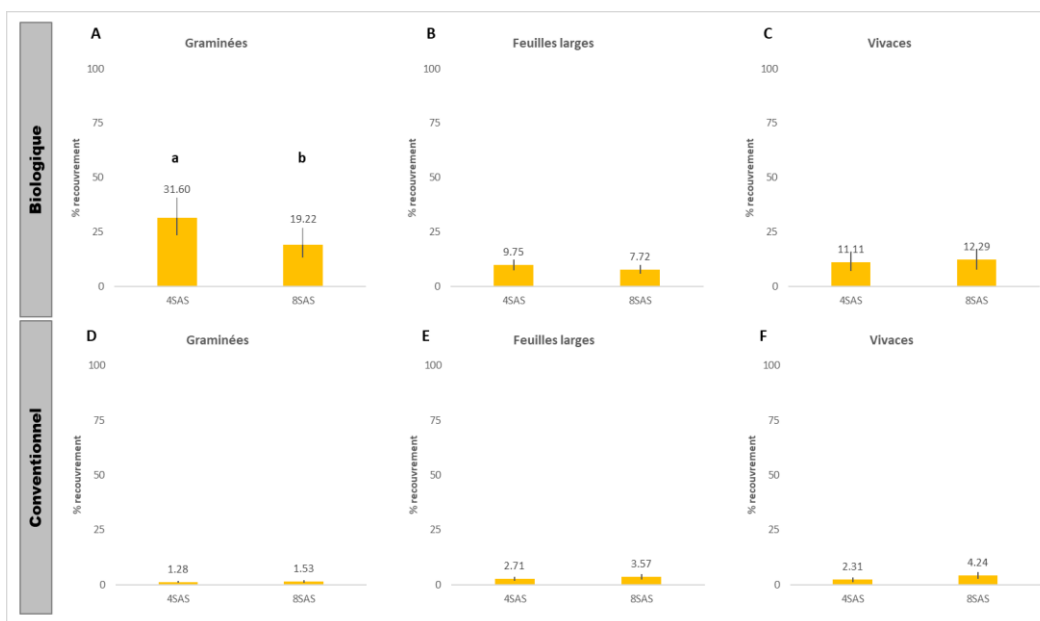


Figure 20. Pourcentage de recouvrement moyen des mauvaises herbes graminées, feuilles larges et vivaces dans le canola de printemps en régie conventionnelle et biologique à quatre et huit semaines après le semis (4 et 8 SAS). La date du dépistage était statistiquement significative seulement pour les graminées en régie biologique (A).

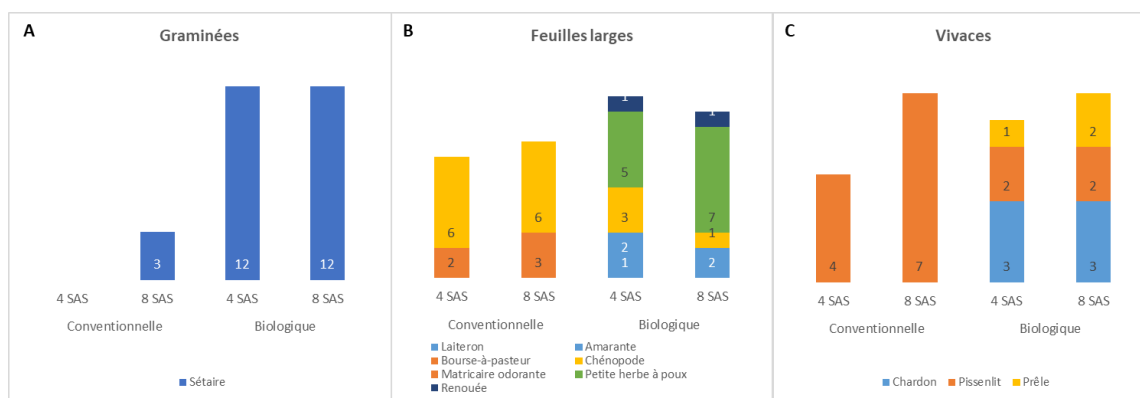


Figure 21. Communautés des espèces de MH dominantes (graminées, feuilles larges et vivaces) dans les quadrats de canola de printemps à quatre et huit semaines après le semis (SAS) en régie biologique et conventionnelle.

Suivi des stades de floraison du canola

À SMB, aucun chevauchement n'a été observé au niveau des périodes de floraison du CA (5 mai au 12 juin) et du CP (3 au 31 juill.) (**Figure 22**). Aucune Brassicacées n'a été observée dans les quadrats au moment de la floraison du CA. Les risques de pollinisation croisée sont donc peu probables entre ces deux cultures et le transfert de gènes de résistance est donc limité.

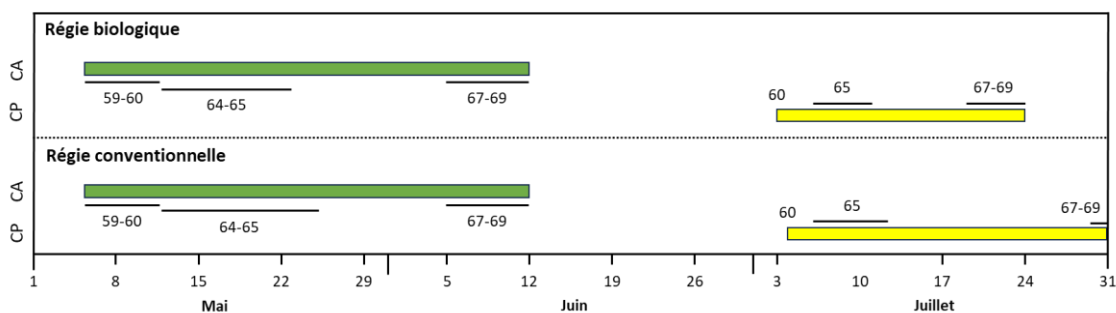


Figure 22. Dates et stades de floraison (BBCH 59 à 69) du canola d'automne (CA) et de printemps (CP) dans les essais en régie conventionnelle et biologique à Saint-Mathieu-de-Beloil.

Rendements du canola d'automne

Récolte manuelle

À SMB, le rendement moyen du CA basé sur la récolte manuelle des quadrats était de 2,49 t/ha dans l'essai en régie biologique et 2,92 t/ha dans l'essai en régie conventionnelle.

Dans l'essai en régie biologique, les rendements ne différaient pas significativement entre les cultivars (Mercedes : 2,53 t/ha; Plurax CL : 2,44 t/ha; $X_{(1)} = 0,012$; $p = 0,912$) ni les dates de semis (date de semis 1 : 2,55 t/ha; date de semis 2 : 2,41 t/ha; $X_{(1)} = 0,006$; $p = 0,940$; **Figure 23**).

Dans l'essai en régie conventionnelle, le rendement était significativement plus élevé pour la date de semis 2 que pour la date de semis 1 (3,15 vs 2,69 t/ha; $X_{(1)} = 4,30$; $p = 0,038$). Aussi, le rendement du Mercedes (3,12 t/ha) était légèrement plus élevé que celui du Plurax CL (2,73 t/ha), mais la différence n'était que marginalement significative ($X_{(1)} = 2,83$; $p = 0,093$). À noter que les rendements de la date de semis 1 de l'essai en régie conventionnelle étaient similaires à ceux de l'essai en régie biologique, bien que légèrement plus élevés (2,69 t/ha en moyenne).

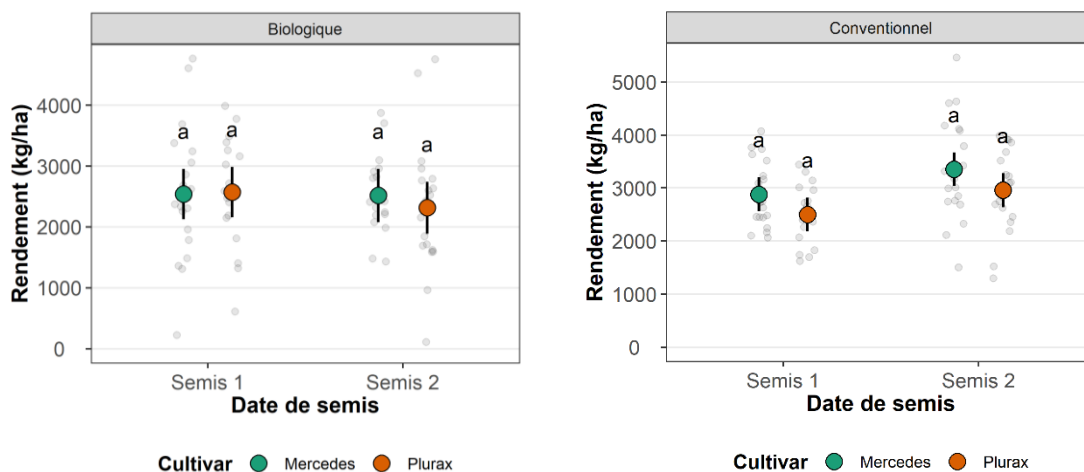


Figure 23. Rendements (kg/ha) de la récolte manuelle pour deux cultivars de canola d'automne (Mercedes et Plurax CL) semés chacun à deux dates différentes dans les essais en régie biologique et conventionnelle à Saint-Mathieu-de-Beloil.

Récolte à la batteuse

À SMB, la récolte à la batteuse a donné un rendement moyen de 1,41 t/ha dans l'essai en régie biologique et 1,73 t/ha dans l'essai en régie conventionnelle.

Dans l'essai en régie biologique, les rendements à la batteuse ne différaient pas significativement entre les dates de semis (date de semis 1 : 1,50 t/ha; date de semis 2 : 1,32 t/ha; $X_{(1)} = 0,643$; $p = 0,423$; **Figure 24**). Cependant, le rendement du Mercedes (1,62 t/ha) avait tendance à être plus élevé que celui du Plurax (1,20 t/ha), mais la différence n'était que marginalement significative ($X_{(1)} = 3,33$; $p = 0,068$).

Dans l'essai en régie conventionnelle, une interaction significative a été observée entre le cultivar et la date de semis ($X_{(1)} = 6,38$; $p = 0,012$). Le rendement du Mercedes était plus élevé que celui du Plurax CL pour la date de semis 1 (1,91 vs 1,54 t/ha), mais pas pour la date de semis 2 (1,78 vs 1,67 t/ha).

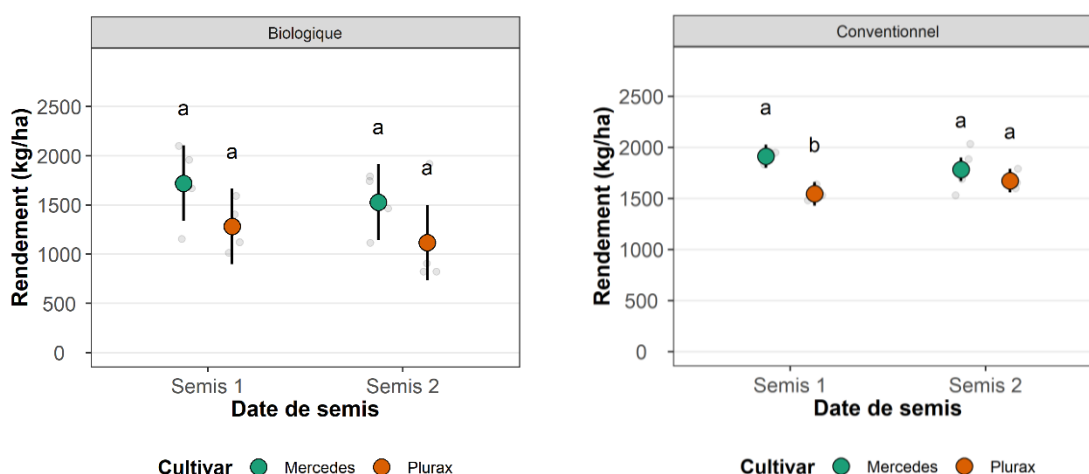


Figure 24. Rendement (kg/ha) de la récolte à la batteuse pour deux cultivars de canola d'automne (Mercedes et Plurax CL) semés chacun à deux dates différentes dans les essais en régie biologique et conventionnelle à Saint-Mathieu-de-Beloeil.

La récolte à la batteuse a donné un rendement moyen plus faible que pour la récolte manuelle des quadrats. Comme le canola était très sec au moment de la récolte et qu'il a été récolté debout, il est possible que la différence soit due à la perte de grains causée par l'éclatement des gousses. Bien que les pertes à la récolte n'aient pas été évaluées, cette hypothèse est supportée par l'importante repousse de CA observée à l'automne suivant dans les parcelles de BA.

Des essais de canola d'automne menés en Ontario ont obtenu des rendements moyens d'environ 3,03 t/ha, avec des valeurs variant de 2,47 t/ha à 3,92 t/ha (Pearce 2020). Dans une autre étude, Page et al. (2021) ont obtenu un rendement moyen de 2,38 t/ha et la survie moyenne était de 70 % pour les sites où la destruction des plants par l'hiver n'était pas complète. Le rendement moyen en canola de printemps entre 2012 et 2020 était de 2,37 t/ha en Ontario (OMAFRA 2021) et de 2,24 t/ha au Québec (Institut de la statistique du Québec 2020). Nos résultats, tout particulièrement ceux dans les quadrats, sont comparables

à ce qui se retrouvent en Ontario et montrent le bon potentiel de rendement du canola d'automne. Des études d'optimisation des dates et des taux de semis permettraient de maximiser les rendements de cette culture.

Poids de 200 grains du canola d'automne

À SMB, le poids de 200 grains moyen était de 0,86 g dans l'essai en régie biologique et 0,84 g dans l'essai en régie conventionnelle.

Dans l'essai en régie biologique, le poids de 200 grains était plus élevé pour le Mercedes (0,91 g) que pour le Plurax CL (0,81 g), mais l'écart entre les deux cultivars différait entre les dates de semis (interaction cultivar x date; $X_{(1)} = 6,72$; $p = 0,010$; **Figure 25**). Ainsi, l'écart était plus important pour la date de semis 2 (0,14 g) que pour la date de semis 1 (0,07 g).

Dans l'essai en régie conventionnelle, le poids de 200 grains était légèrement plus élevé pour la date de semis 1 que pour la date de semis 2 (0,85 vs 0,82 g; $X_{(1)} = 4,01$; $p = 0,045$). Le poids de 200 grains était aussi plus élevé pour le Mercedes que pour le Plurax CL (0,91 vs 0,77 g; $X_{(1)} = 75,0$; $p < 0,001$).

Les poids de 200 grains obtenus pour le Mercedes étaient assez similaires à celui déclaré par le semencier (0,96 g), mais ceux du Plurax CL étaient nettement plus bas que la valeur attendue (1,00 g).

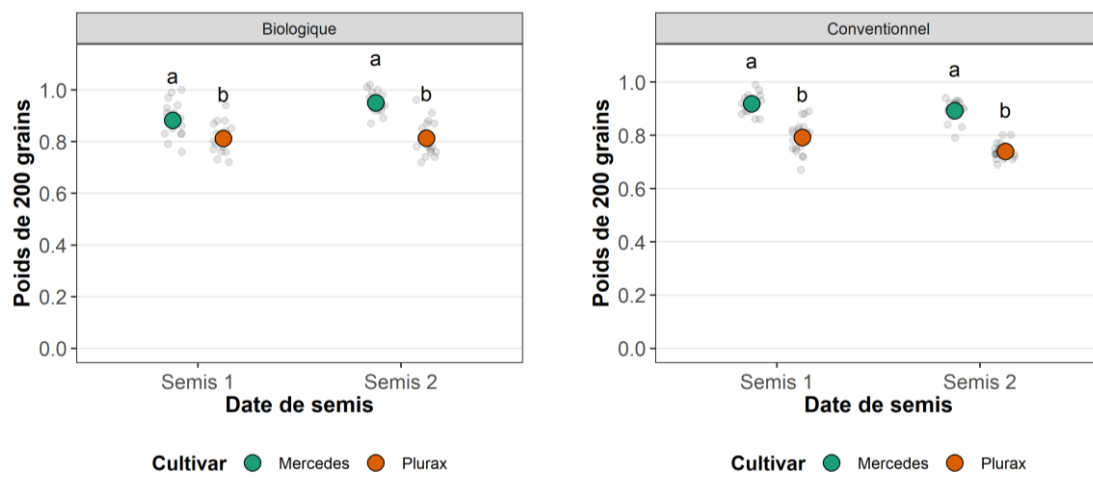


Figure 25. Poids de 200 grains (g) de deux cultivars de canola d'automne (Mercedes et Plurax CL) semés chacun à deux dates différentes dans les essais en régie biologique et conventionnelle à Saint-Mathieu-de-Beloeil.

Peuplement et survie hivernale du blé d'automne

À SMB, la survie hivernale du BA a été généralement bonne, avec des valeurs allant de 98,1 à 100 % quel que soit le précédent cultural de CA (**Figure 26**). Les mesures de levée à l'automne n'ont pas été effectuées dans les parcelles avec un précédent d'avoine, car ses repousses étaient trop importantes ce qui rendait

l'évaluation du recouvrement du BA difficile à évaluer (**Figure 27**). Toutefois, le recouvrement après l'hiver dans ces parcelles était bon dans l'essai en régie biologique (95 %), mais inférieur dans l'essai en régie conventionnelle (86 %).

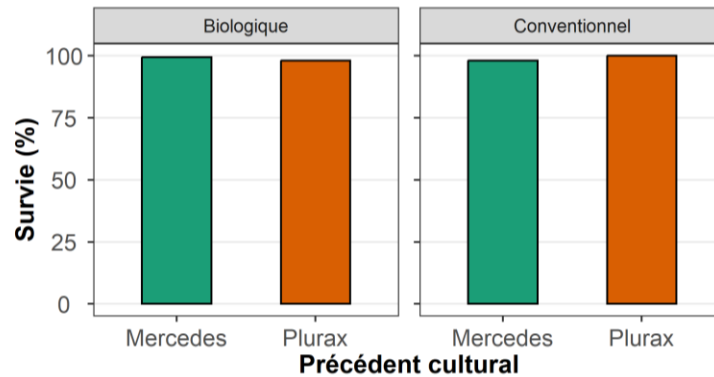


Figure 26. Survie hivernale (%) du blé d'automne semé après un précédent de canola d'automne (Mercedes et Plurax CL) dans les essais en régie biologique et conventionnelle à Saint-Mathieu-de-Beloeil.

En 2023-24, la survie des céréales d'automne au Québec était généralement très élevée (90,4 %; Statistique Canada 2024), ce qui suggère qu'il n'y a pas eu de stress hivernal important. Il est donc difficile d'évaluer si un précédent cultural de CA pourrait contribuer à améliorer la survie hivernale du BA, comme cela a été suggéré dans l'Ouest canadien (Loeppky et al. 1989; Malhi et al. 1992).



Figure 27. Importantes repousses d'avoine dans les parcelles d'essai en régie biologique (à gauche) et conventionnelle (à droite). Crédits : Sébastien Boquel, CÉROM.

Peuplement de mauvaises herbes dans le blé d'automne

Le précédent culturel s'est avéré significatif ($p < 0,001$) en ce qui concerne la proportion de plantes de BA par rapport au nombre total de plantes (blé + MH), aussi bien dans la régie biologique que conventionnelle (**Figure 28**). Il est à noter que la proportion de BA la plus élevée a été observée sur le précédent d'avoine, ce qui peut être attribué à l'efficacité reconnue de l'inclusion des céréales dans la rotation des cultures pour réduire la pression des MH (Lanoie et Vanasse 2017).

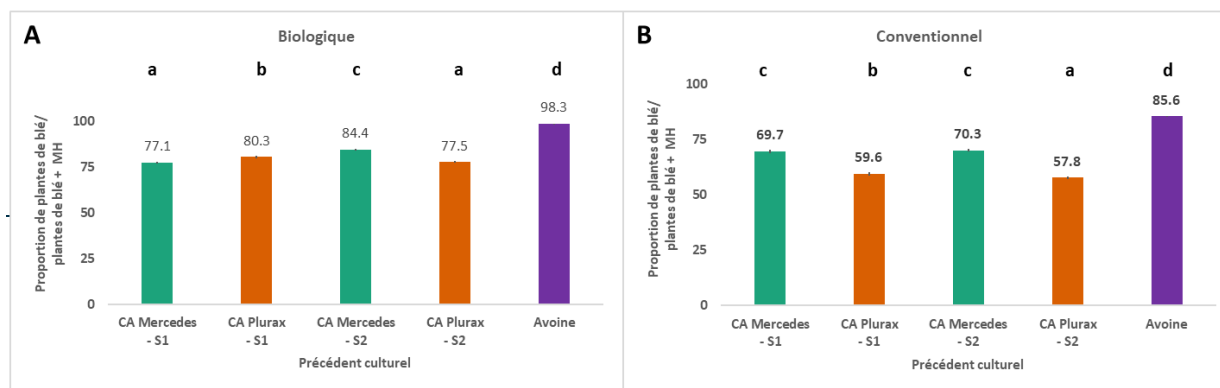


Figure 28. Proportion des plantes de blé d'automne par rapport au nombre total de plantes (blé et mauvaises herbes) en régie biologique (A) et conventionnelle (B). Le précédent culturel (combinaison de culture, variété et date de semis) était statistiquement significatif à $p < 0,001$.

Dans le cadre de l'étude, il a été observé que la proportion de plantes de BA était inférieure dans la régie conventionnelle. Cette différence peut être attribuée à une plus faible survie hivernale des plantes, plutôt qu'à la présence des MH. En effet, le pourcentage de recouvrement des MH était relativement faible, notamment avant et après l'hiver, en particulier pour les graminées et les feuilles larges (**Figure 29**). Cependant, la présence des MH s'est avérée plus significative juste avant la récolte, notamment pour les espèces vivaces telles que le pissenlit.

À la différence du canola, la communauté des espèces de MH dominantes s'est avérée plus diversifiée dans le BA, notamment pour les feuilles larges, dont la composition différait en fonction du type de régie (**Figure 30 B et D**).

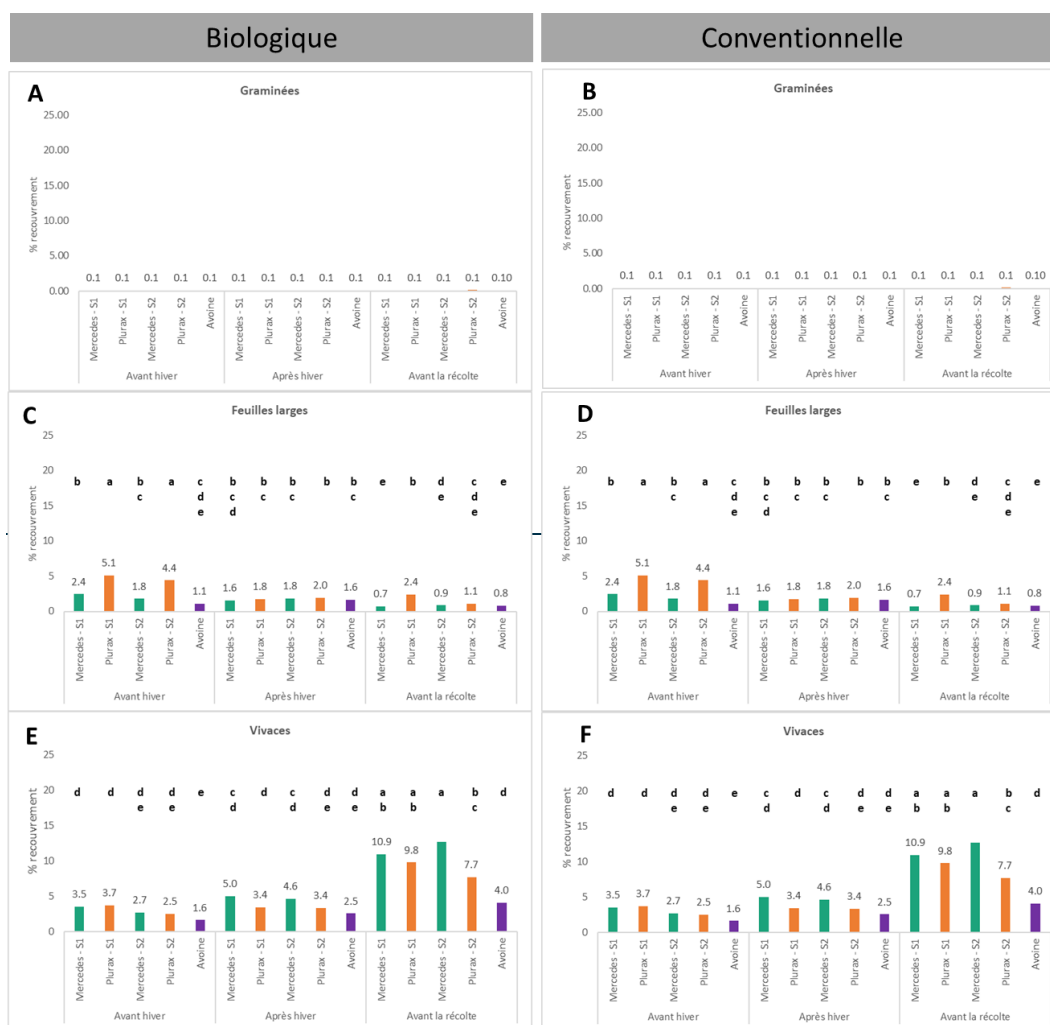


Figure 29. Pourcentage de recouvrement moyen des mauvaises herbes graminées, feuilles larges et vivaces dans le blé d'automne en régie conventionnelle et biologique lors des dépistages réalisés avant l'hiver, après l'hiver ou avant la récolte. Le pourcentage était statistiquement significatif pour les feuilles larges et vivaces (A).

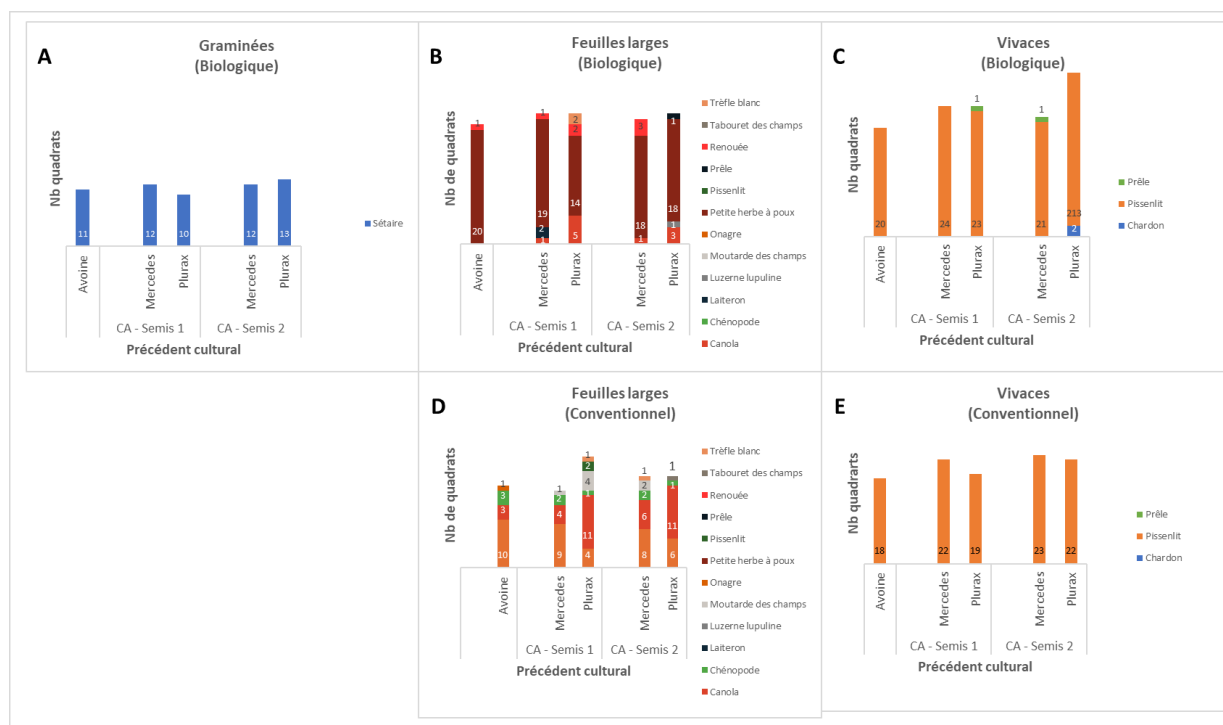


Figure 30. Communautés des espèces de mauvaises herbes dominantes (graminées, feuilles larges et vivaces) dans les quadrats de blé d'automne selon le précédent cultural en régie biologique et conventionnelle. À noter que pour la régie conventionnelle, il n'a pas eu des graminées dominantes.

Rendement du blé d'automne

À SMB, la récolte à la batteuse a donné un rendement moyen de 4,05 t/ha dans l'essai en régie biologique et 4,91 t/ha dans l'essai en régie conventionnelle. Ces valeurs restent proches des rendements moyens observés en Montérégie en 2024 (4,91 t/ha; Institut de la statistique du Québec 2025).

Dans l'essai en régie biologique, le rendement différait entre les précédents culturaux ($X_{(2)} = 6,65$; $p = 0,036$), mais le test de Tukey n'a pas permis de détecter où se trouvait la différence. Le rendement avait cependant tendance à être plus élevé pour le précédent de Mercedes (4,38 t/ha) que pour les précédents de Plurax CL (3,86 t/ha) et d'avoine (3,72 t/ha). La présence plus élevée des MH était observée juste avant la récolte du BA, au-delà de la période critique sans MH. Aucun patron distinctif qui puisse aider à expliquer les résultats sur le rendement n'a été observé sur le pourcentage de recouvrement des MH.

Dans l'essai en régie conventionnelle, le rendement du BA ne différait pas entre les précédents culturaux ($X_{(2)} = 2,66$; $p = 0,264$), mais avait tout de même tendance à être plus élevé dans les parcelles avec précédent de CA (5,01 t/ha) que sur un retour d'avoine (4,56 t/ha) (**Figure 31**).

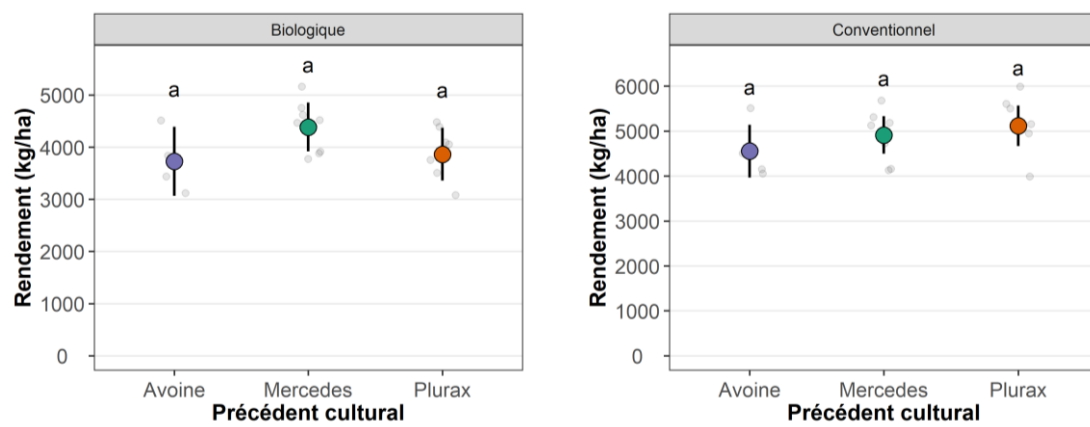


Figure 31. Rendement (kg/ha) du blé d'automne semé sur un précédent d'avoine ou de canola d'automne (Mercedes et Plurax CL) dans les essais en régie biologique et conventionnelle à Saint-Mathieu-de-Beloeil.

Les résultats montrent une tendance à des rendements plus faibles du BA sur un précédent d'avoine. Toutefois, les différences étaient faibles, ce qui suggère qu'il n'y aurait aucun avantage réel d'un précédent culturel par rapport à un autre, et que les différences dépendraient plutôt du contexte environnement/régie. D'autres recherches axées sur la régie seraient toutefois nécessaires afin de valider ce postulat.

Poids spécifique du blé d'automne

À SMB, le poids spécifique moyen était de 76,7 kg/hl dans l'essai en régie biologique et 78,0 kg/hl dans l'essai en régie conventionnelle.

Dans l'essai en régie biologique, le poids spécifique du BA ne différait pas entre les précédents culturels (76,6 à 77,3 kg/hl; $X_{(2)} = 3,15$; $p = 0,207$).

Dans l'essai en régie conventionnelle, le poids spécifique du BA était significativement plus élevé dans les parcelles avec précédent d'avoine (78,8 kg/hl) que dans celles en retour de CA (77,8 kg/hl en moyenne; $X_{(2)} = 23,2$; $p < 0,001$; **Figure 32**).

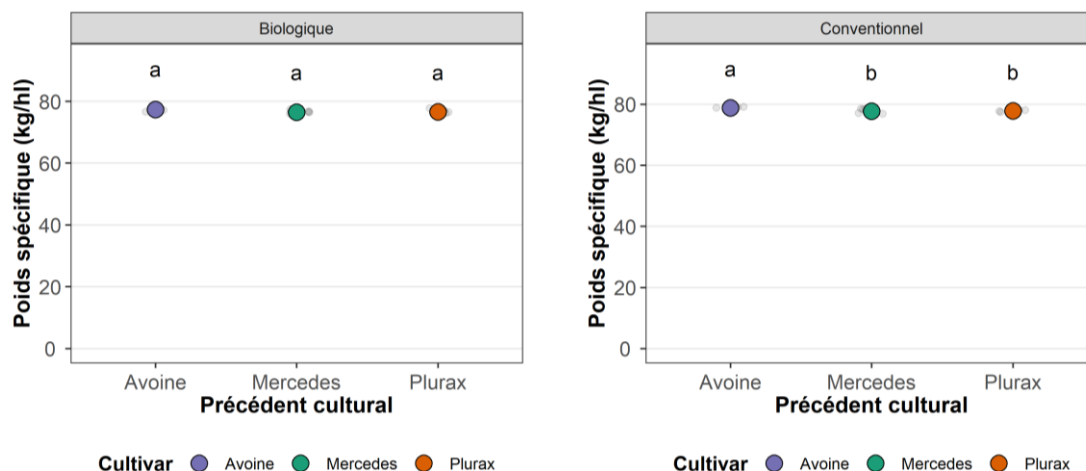


Figure 32. Poids spécifique (kg/hl) du blé d'automne semé sur un précédent d'avoine ou de canola d'automne (Mercedes et Plurax CL) dans les essais en régie biologique et conventionnelle à Saint-Mathieu-de-Beloeil.

Les valeurs de poids spécifique observées sont dans la fourchette attendue pour un BA tendre rouge (77,0-78,6 kg/hl; Guide RGCQ 2024). Les poids spécifiques étaient environ 1,3 kg/hl plus élevés dans l'essai en régie conventionnelle que dans celui en régie biologique. Toutefois, ceci était attendu car il a été démontré que le blé cultivé dans des conditions de faible niveau d'intrants a souvent une densité de grain plus faible (Kamran et al. 2014).

Quelle que soit la régie, le poids spécifique du BA était un peu plus élevé lorsqu'il était semé sur un précédent d'avoine que sur un précédent de CA. Cette tendance est à l'inverse de ce qui a été observé pour le rendement qui était plus faible lorsque le BA était semé sur un précédent d'avoine. Les raisons de cette tendance ne sont pas claires, car le précédent cultural n'est généralement pas connu comme un facteur influençant fortement le poids spécifique. Le canola absorbe beaucoup de certains nutriments, notamment le soufre et le phosphore, et il est donc possible que cela ait eu des différences perceptibles sur le remplissage des grains de BA. Le soufre, par exemple, est lié à l'absorption de l'azote dans le blé (Salvagiotti et al. 2009), tandis que le phosphore joue un rôle essentiel dans l'établissement de la plante et la fertilité des fleurons (Römer et Schilling 1986), qui pourraient tous deux avoir un impact sur le poids spécifique. Toutefois, cela n'a pas été largement observé dans la recherche agronomique et d'autres études seraient nécessaires pour confirmer cette tendance.

Volet 2. Essais filles chez des producteurs

Le CA au site de Saint-Prime n'a pas survécu à l'hiver 2022-23. L'automne cette année-là était beau et les premiers gels sont arrivés assez tardivement, ce qui a favorisé un développement trop important du CA pour assurer sa survie (**Figure 33**). Ainsi, seuls les résultats des dépistages d'altises et de CCF à l'automne sont présentés pour ce site. Par ailleurs, comme du BA a été semé uniquement aux sites de Sainte-Marguerite et Hébertville, seuls les résultats pour ces deux sites sont présentés.



Figure 33. Implantation du canola d'automne à l'automne (à gauche et au milieu) et survie hivernale au printemps (à droite) au site de Saint-Prime (Saguenay-Lac-Saint-Jean). Crédits : Hélène Brassard, MAPAQ.

Défoliation par les altises

La défoliation par les altises au début du stade végétatif du canola (cotylédons à cinq feuilles; BBCH 10-15) était généralement plus faible dans le CA que dans le CP, sauf à Sainte-Marguerite où elle était similaire entre les deux cultures (**Figure 34**). Dans tous les cas, la défoliation est restée en-dessous du seuil d'intervention de 25 %, la majorité des dépistages ne dépassant pas 5 % de défoliation, sauf dans le CP à Saint-Félicien (7,5 % de défoliation au stade BBCH 13-15) et à Sainte-Marguerite (8,3 % au stade BBCH 11-12).

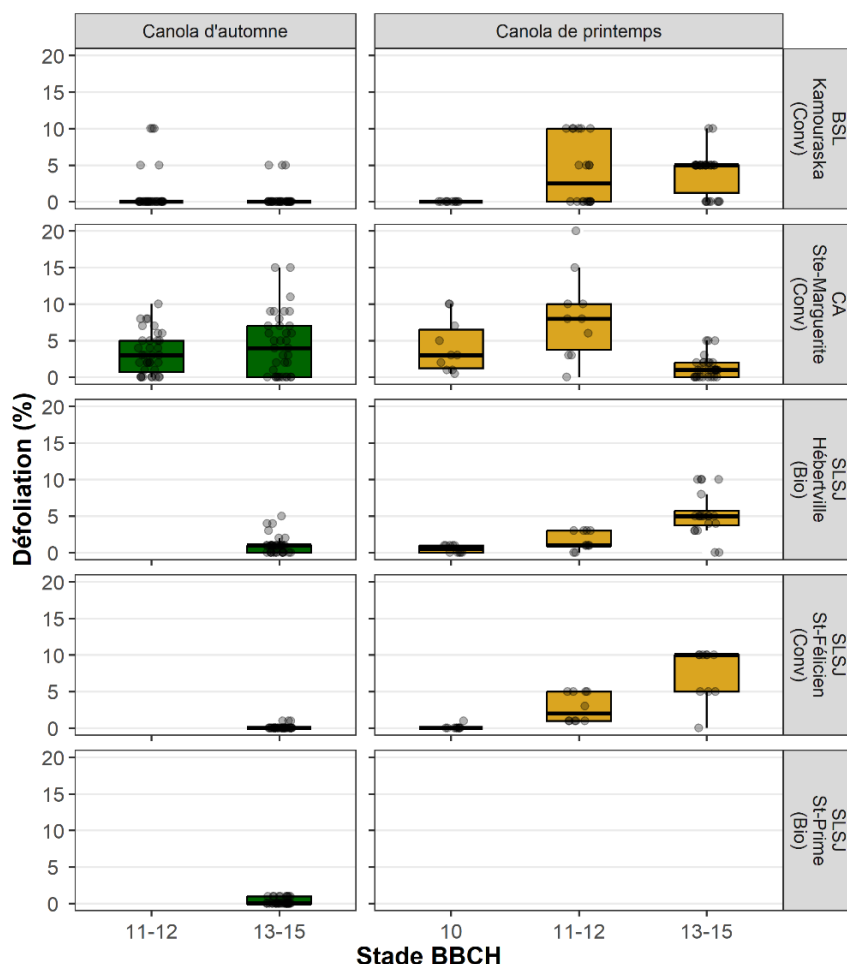


Figure 34. Défoliation par les altises (%) au début de la période végétative (zéro à quatre feuilles; BBCH 10-14) du canola d'automne des essais filles (automne 2022) et du canola de printemps dans les champs voisins (printemps 2023). Conv = régie conventionnelle, Bio = régie biologique.

Populations de cécidomyie du chou-fleur

De manière générale, les populations de CCF étaient beaucoup plus faibles dans les essais de CA (automne 2022) que dans les champs de CP (printemps 2023) (**Figure 35**). À l'automne 2022, les populations de CCF étaient très faibles aux sites de Kamouraska et de Sainte-Marguerite, avec des pics de population de 0,14 et 0,11 CCF/piège/jour, respectivement. Des populations plus importantes ont été observées aux deux sites du SLSJ (Hébertville et Saint-Félicien), avec des pics d'environ 8,5 CCF/piège/jour, soit un peu plus que le seuil d'intervention de 5 CCF/piège/jour préconisé en Ontario. Au printemps 2023, aucune CCF n'a été capturée au site de Sainte-Marguerite et les populations étaient très faibles aux sites de Kamouraska, Hébertville et Saint-Félicien, où les pics de population n'ont atteint que 0,18, 0,14 et 0,03 CCF/piège/jour, respectivement, alors que le CA était déjà au stade floraison.

En comparaison, les populations de CCF ont dépassé le seuil d'intervention dans tous les sites de CP au cours de l'été 2023. Les populations sont restées au-dessus du seuil pendant près d'un mois et demi (42 jours) aux deux sites du SLSJ et pendant plus de deux semaines aux sites de Saint-Félicien (25 jours) et Kamouraska (16 jours). Les pics de population (37 à 110 CCF/piège/jour) ont été atteints durant la floraison du CP, mais des dépassements de seuil ont aussi été observés à tous les sites pendant la période sensible (élongation-boutons) avec des maximums allant de 7,3 à 59,3 CCF/piège/jour.



Figure 35. Dynamique des populations de cécidomyie du chou-fleur (CCF) aux sites des essais filles de canola d'automne (automne 2022 et printemps/été 2023) et dans des champs de canola de printemps voisins (printemps/été 2023). La ligne pointillée rouge correspond au seuil d'intervention de l'Ontario de 5 CCF/piège/jour. Conv = régie conventionnelle, Bio = régie biologique.

Dommages aux plants causés par la cécidomyie du chou-fleur

Les dommages de CCF étaient moins élevés dans le CA que dans le CP (**Figure 36**). Dans le CA, le pourcentage de racèmes primaires endommagés était nul (Sainte-Marguerite et Saint-Félicien) ou très faible (Kamouraska, $\leq 2\%$), sauf au site d'Hébertville où elle a atteint 14 % au stade boutons. Le

pourcentage de racèmes secondaires endommagés était aussi nul (Kamouraska et Saint-Félicien) ou faible (Sainte-Marguerite : 8 %; Hébertville : 2 %).

En comparaison, les dommages étaient plus élevés dans le CP (racèmes primaires : 10 à 38 %, racèmes secondaires : 5 à 74 %). À noter que l'évaluation dans le CP au site d'Hébertville n'a pas été réalisée et il est impossible de valider si les dommages étaient plus élevés que dans le CA.

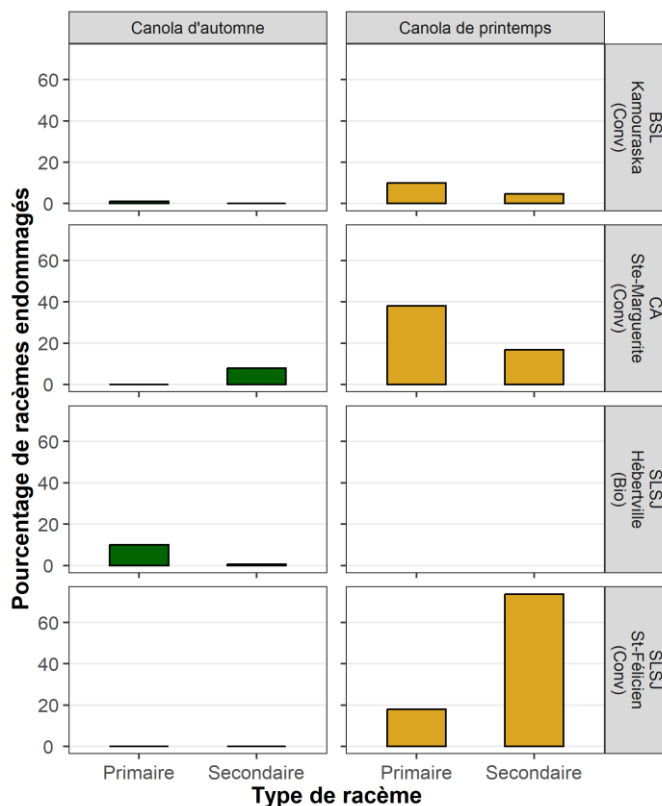


Figure 36. Pourcentage de racèmes primaires et secondaires endommagés par la cécidomyie du chou-fleur dans le canola d'automne aux sites des essais filles et dans des champs de canola de printemps voisins. Conv = régie conventionnelle, Bio = régie biologique.

Autres insectes ravageurs du canola

À Hébertville et Saint-Félicien, les populations de charançon de la silique étaient plus importantes dans le CA que dans le CP (**Figure 37**) et atteignaient le seuil de deux à quatre charançons par coup de filet à Saint-Félicien (2,3 par coup de filet). À l'inverse, les populations de charançon de la silique étaient plus élevées dans le CP que dans le CA à Kamouraska et Sainte-Marguerite. À Kamouraska, les populations étaient quand même relativement faibles (1,6 par coup de filet) alors qu'elles dépassaient largement le seuil à Sainte-Marguerite (7,8 par coup de filet).

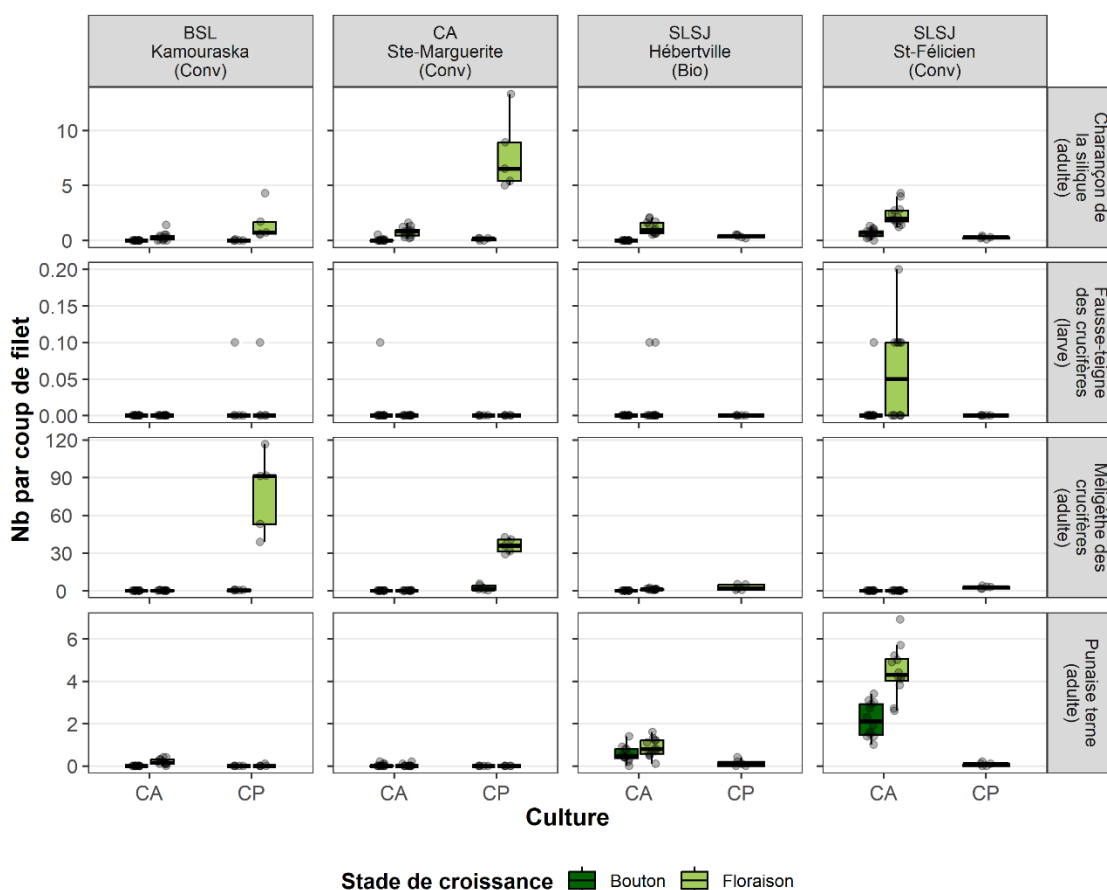


Figure 37. Taux de capture (nb/coup de filet) de différents ravageurs à différents stades de croissance du canola d'automne (CA) aux sites des essais filles et dans des champs de canola de printemps (CP) voisins. Conv = régie conventionnelle, Bio = régie biologique.

Les populations de fausse-teigne des crucifères étaient très faibles à tous les sites et sont restées bien en-dessous du seuil d'une à deux larves par plant aux stades elongation à fin floraison (BBCH 30 à 69; **Figure 37**).

Les méligèthes des crucifères étaient plus abondantes dans le CP que dans le CA à tous les sites, particulièrement dans les sites les plus au sud (Kamouraska : 78 par coup de filet, Sainte-Marguerite : 36 par coup de filet; **Figure 37**), sans toutefois dépasser le seuil d'intervention de 600 par coup de filet.

Les populations de punaises ternes étaient plus élevées dans le CA que dans le CP à tous les sites (**Figure 37**). Elles étaient particulièrement abondantes à Saint-Félicien où elles ont atteint 4,5 par coup de filet à la floraison, soit environ le double du seuil d'intervention de deux à trois par coup de filet utilisé dans l'Ouest canadien. Ceci pourrait être dû à la présence abondante de matricaire inodore (*Tripleurospermum inodorum*) à ce site. En effet, plusieurs plantes de la même famille (Asteraceae) sont utilisées comme hôtes par la punaise terne. À noter que c'est pendant la période de formation et de maturation des siliques (BBCH

70 à 80) que le canola est le plus sensible aux attaques de la punaise terne. Or, les dépistages réalisés dans le cadre de ce projet se sont arrêtés à la fin de la floraison (BBCH 69). Il est donc difficile de savoir si les populations se sont maintenues au-dessus du seuil d'intervention lors de la période sensible.

Peuplement de mauvaises herbes dans le canola d'automne

Les résultats ont révélé des variations significatives entre les différents sites, avec une présence notable des MH dans les sites de Kamouraska et de Sainte-Marguerite, notamment pour les feuilles larges et les graminées lors du dépistage avant l'hiver (**Figure 38A et C**). De façon similaire qu'au site mère à SMB, dont le précédent cultural (avoine) est devenu un problème, le site à Sainte-Marguerite a eu une forte présence d'orge volontaire à cause du précédent cultural (**Figure 39**).

Ces observations confirment la nécessité d'améliorer les méthodes de contrôle du précédent cultural avant l'implantation du CA. Il est à noter que chaque site présentait une composition de MH significativement différente (**Figure 39 et Figure 40**), comme illustré par l'essai à Saint-Félicien, où la matricaire prédominait. Ces observations soulignent l'importance de mettre en place des programmes de gestion adaptés à chaque ferme (*site-specific weed management*). Bien que ce type de programme très spécifique a démontré une bonne efficacité pour la gestion des MH résistantes aux herbicides (Beckie 2006), il pourrait présenter une difficulté pour l'adoption à large échelle du CA au Québec. La présence d'espèces comme la folle avoine et la moutarde des oiseaux, ayant potentiellement de la résistance aux herbicides, pourrait compliquer leur gestion. Toutefois, l'adoption du CA offre la possibilité de briser le cycle de production de céréales en continu, identifié comme l'un des facteurs de risque pour l'apparition des populations de folle avoine résistante aux herbicides dans les régions du Saguenay-Lac-Saguenay et du Bas-Saint-Laurent (Cuerrier et al. 2018; Flores-Mejia et al. 2024).

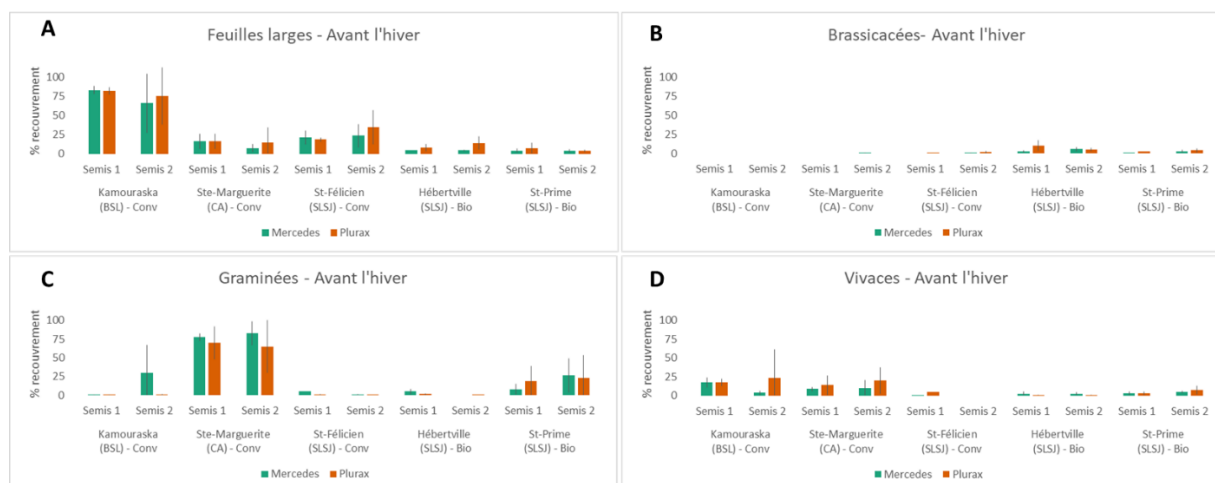


Figure 38. Pourcentage de recouvrement moyen des MH graminées, feuilles larges, brassicacées et vivaces dans le canola d'automne dans les différents sites filles avant l'hiver.

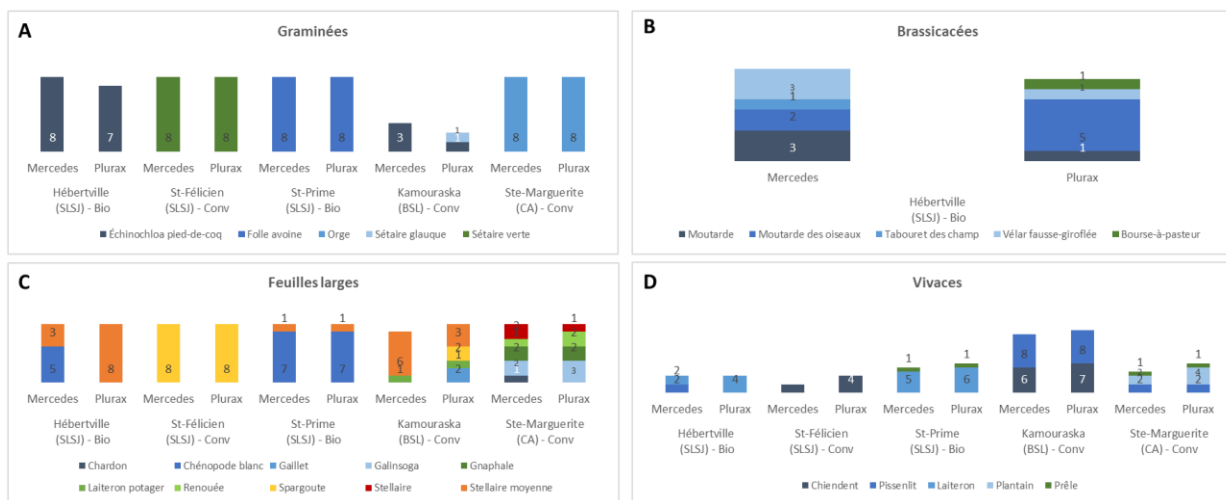


Figure 39. Communautés des espèces de MH dominantes (graminées, feuilles larges, brassicacées et vivaces) dans les quadrats de canola d'automne dans les sites filles, lors du dépistage réalisé avant l'hiver.

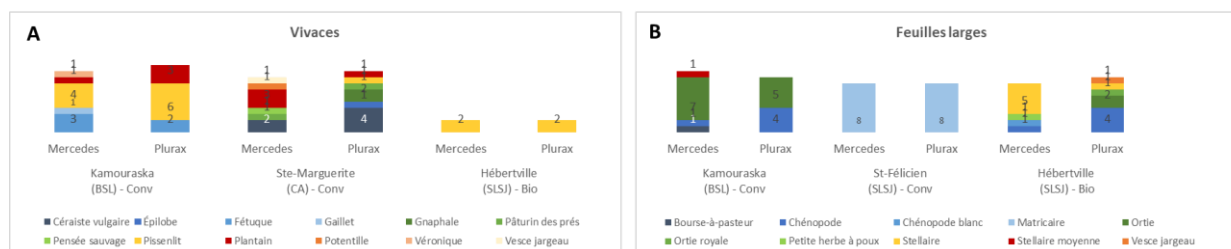


Figure 40. Communautés des espèces de MH dominantes (graminées, feuilles larges, brassicacées et vivaces) dans les quadrats de canola d'automne dans les sites filles, lors du dépistage réalisé après l'hiver.

Peuplement et survie hivernale du canola d'automne

Dans la plupart des sites d'essais, le peuplement moyen du CA avant l'hiver était inférieur au taux de semis visé (80-100 plants/m²; **Figure 41**). À Kamouraska et Hébertville, le peuplement était de 50-60 plants/m², alors qu'il n'était que de 23 plants/m² à Sainte-Marguerite. Seul le site de Saint-Félicien avait un peuplement similaire au taux de semis visé (80-85 plants/m²). Pour le site de Sainte-Marguerite, les faibles peuplements pourraient s'expliquer par l'importante repousse du précédent cultural d'orge observée dans les parcelles qui a pu entrer en compétition avec le CA au moment de la levée. Ceci est appuyé par les données de mauvaises herbes de l'automne dont la graminée dominante était l'orge. Bien qu'un traitement au glyphosate (Roundup®) ait été fait avant le semis, l'orge n'était pas encore levée à ce moment et n'a donc pas été affecté par l'herbicide.

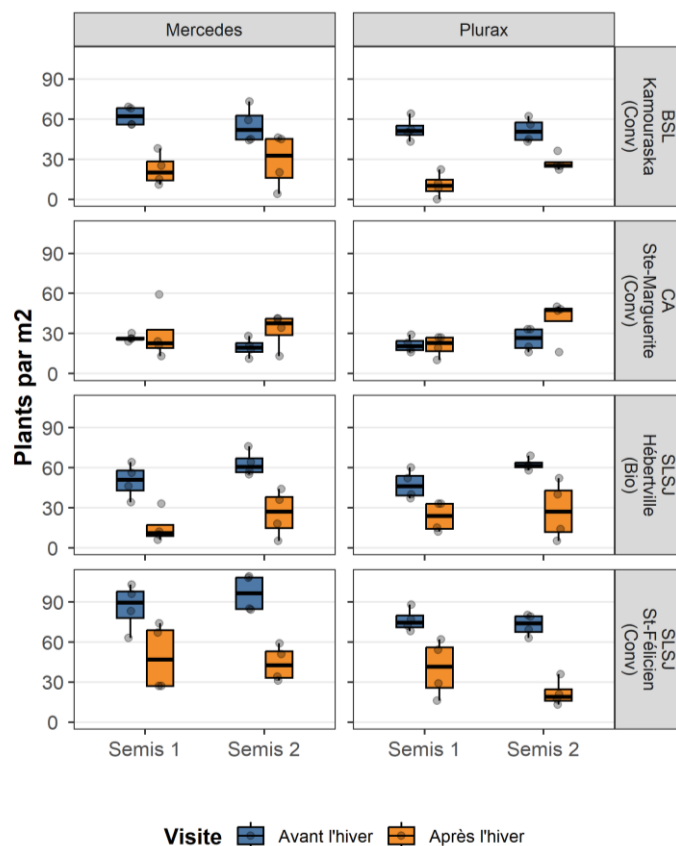


Figure 41. Densité de peuplement (plants/m²) avant et après l'hiver pour deux cultivars de canola d'automne (Mercedes et Plurax CL) semés chacun à deux dates différentes aux sites des essais filles. Conv = régie conventionnelle, Bio = régie biologique.

La survie à l'hiver du CA a été mauvaise à tous les sites (environ 30-55%), sauf à Sainte-Marguerite (semis 1 : 106 %, semis 2 : 160 %; **Figure 42**). Toutefois, pour ce dernier site, le peuplement avant l'hiver était très bas et il est possible qu'une partie des graines n'avaient pas encore germé au moment du décompte des plants à l'automne 2022. Aux sites de Kamouraska et de Sainte-Marguerite, la survie du canola était meilleure pour la deuxième date de semis alors qu'elle était similaire entre les deux dates pour les deux sites du SLSJ.

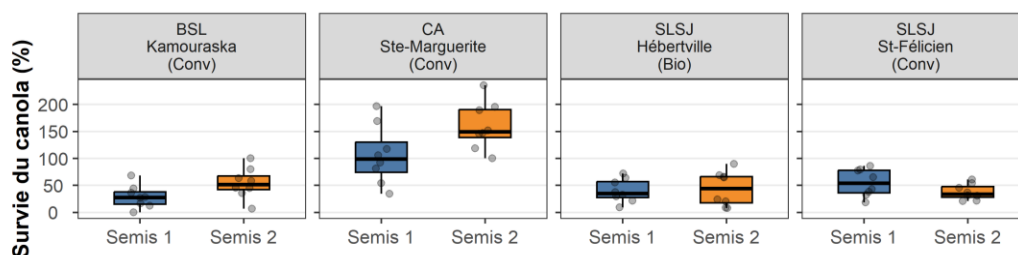


Figure 42. Survie hivernale (%) du canola d'automne semé à deux dates différentes aux sites des essais filles. Conv = régie conventionnelle, Bio = régie biologique.

Suivi des stades de floraison du canola

Aucun chevauchement des périodes de floraison du CA et du CP n'a été observé aux différents sites (**Figure 43**). Donc, tel que souligné dans le Volet 1, les risques de pollinisation croisée entre le CA et le CP sont peu probables entre ces deux cultures et le transfert de gènes de résistance est donc limité.

Des Brassicacées, telles que le canola volontaire et la moutarde des oiseaux, ont été recensées dans les sites filles. Néanmoins, à ce stade, le CA était en phase d'élongation, tandis que les Brassicacées observées étaient aux stade cotylédons à quatre feuilles.

Il convient de rester vigilant, car des études ont confirmé la présence de gènes de résistance aux herbicides chez des Brassicacées au Québec, notamment le canola spontané (résistant aux groupes 2, 9, 2+9 et 2+9+10), la moutarde des champs (groupe 5) et la moutarde des oiseaux (groupes 5 et 9) (Marcoux et al. 2017 ; Simard et al. 2021 ; LEDP et al. 2025). Des recherches antérieures ont révélé que le transfert horizontal de la résistance au glyphosate entre des Brassicacées a été observé au Québec (Marcoux et al. 2017 ; Simard et al. 2021). Il est donc préconisé d'éviter ce phénomène pour les populations de CA, et ce, en mettant en œuvre des stratégies de désynchronisation de la floraison du CA avec d'autres Brassicacées, incluant le CP.

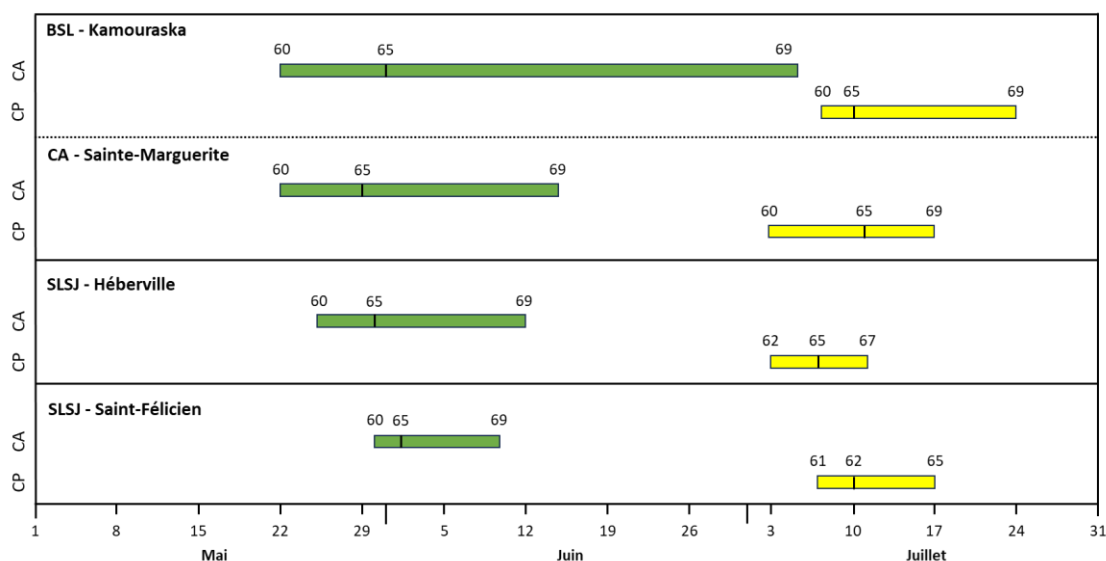


Figure 43. Dates et stades de floraison (BBCH 60 à 69) du canola d'automne (CA) aux sites des essais filles et dans des champs de canola de printemps (CP) voisins.

Rendements du canola d'automne

Récolte manuelle

Le rendement moyen du CA basé sur la récolte manuelle des quadrats variait significativement entre les sites ($X_{(3)} = 18,7$, $p < 0,01$; **Figure 44**). Le rendement était plus faible aux deux sites du SLSJ (Saint-Félicien : 0,61 t/ha; Hébertville : 1,66 t/ha) qu'aux sites de Kamouraska (3,43 t/ha) et de Sainte-Marguerite (2,72 t/ha). La présence importante de matricaire inodore (*Tripleurospermum inodorum*) au site de Saint-Félicien pourrait aussi avoir affecté négativement le rendement, ce qui expliquerait sa valeur particulièrement basse. À titre de comparaison, un rendement commercial moyen de 1,66 t/ha avait été observé dans une étude préliminaire menée en régie biologique à Saint-Prime (SLSJ), ce qui est comparable à ceux observés dans nos parcelles d'essai dans cette même région (Boquel et al. 2021). À tous les sites, aucune différence de rendement n'a été observée entre les dates de semis (interaction site x date; $X_{(3)} = 5,73$, $p = 0,125$) ou les cultivars (interaction site x cultivar; $X_{(3)} = 4,81$, $p = 0,187$).

Il est intéressant de noter que malgré les peuplements relativement faibles observés à la sortie de l'hiver aux quatre sites filles, le rendement moyen de Kamouraska et de Sainte-Marguerite étaient similaires à celui observé en Ontario (3,03 t/ha; Pearce, 2020). Ceci souligne l'importante capacité du CA à compenser les faibles peuplements par une augmentation du rendement par plant ainsi que le potentiel de rendement du CA (Boquel et al., 2021).

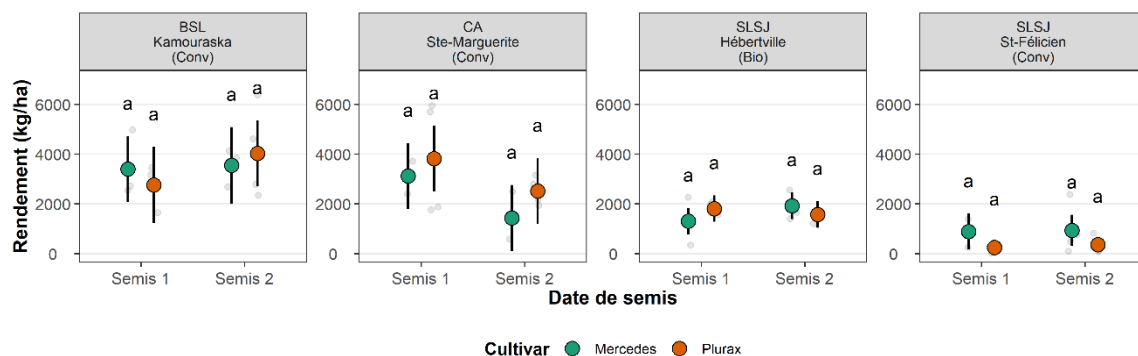


Figure 44. Rendement (kg/ha) pour la récolte manuelle de deux cultivars de canola d'automne (Mercedes et Plurax CL) semés chacun à deux dates différentes aux sites des essais filles. Conv = régie conventionnelle, Bio = régie biologique.

Récolte à la batteuse

Le rendement moyen du CA au site de Kamouraska était de 4,60 t/ha (2,78 à 6,15 t/ha), ce qui est supérieur à la récolte manuelle faite dans les quadrats (3,43 t/ha) et à la moyenne observée en Ontario (3,03 t/ha; Pearce, 2020). Toutefois, le producteur et la conseillère en charge du suivi de l'essai ont rapporté que la récolte avait été désastreuse, et qu'en raison des précipitations importantes, certains secteurs de l'essai n'ont pu être récoltés et beaucoup de grains avaient germés et/ou moisissés à l'intérieur des siliques. Il est

d'ailleurs possible que les rendements élevés des parcelles d'essais soient en partie causés par un poids des grains plus important dû à la germination sur pied.

Au site de Sainte-Marguerite, les données de pesée par parcelle n'étaient pas fiables mais une pesée de l'ensemble de la récolte de l'essai (les deux cultivars et les deux dates de semis) a donné une estimation de rendement moyen de 1,30 t/ha. Finalement, au site d'Hébertville, les données obtenues donneraient un rendement moyen de 1,04 t/ha. Pour le site à Saint-Félicien, les données n'étaient pas fiables étant donné que les parcelles d'essai étaient très infestées par la matricaire inodore et aucune donnée n'a été récupérée.

Poids de 200 grains

Le poids de 200 grains variait significativement entre les sites ($X_{(3)} = 21,1$, $p < 0,001$), mais était généralement similaire entre les cultivars (interaction site x cultivar; $X_{(3)} = 0,306$, $p = 0,959$; **Figure 45**) et les dates de semis (interaction site x date; $X_{(3)} = 5,86$, $p = 0,119$). Le poids de 200 grains était ainsi plus élevé aux deux sites du SLSJ (Hébertville : 0,85 g; Saint-Félicien : 0,83 g) et plus faible à Kamouraska (0,70 g), alors que le site de Sainte-Marguerite avait une valeur intermédiaire (0,76 g). Ces poids sont comparables à ceux obtenus dans les essais mères (0,77 à 0,91 g).

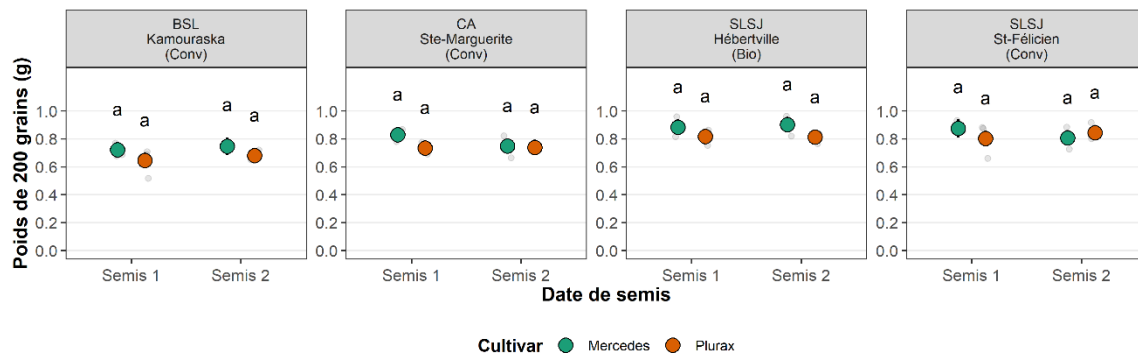


Figure 45. Poids de 200 grains (g) de deux cultivars de canola d'automne (Mercedes et Plurax CL) semés chacun à deux dates différentes aux sites des essais filles. Conv = régie conventionnelle, Bio = régie biologique.

Peuplement de mauvaises herbes dans le blé d'automne

Comme pour le CA, chaque site (ferme) a présenté un profil différent de MH. Le site d'Hébertville avait une plus faible présence des MH (2,7 à 9,3 %) que le site de Sainte-Marguerite (3,5 à 21,3 %). En outre, la communauté de MH problématiques a été différente selon le moment du dépistage. À 4 SAS, des feuilles larges et vivaces ont été observées, tandis qu'avant la récolte du BA, la présence de feuilles vivaces était principalement enregistrée (Hébertville).

Peuplement et survie hivernale du blé d'automne

Seuls deux sites ont été semés avec du BA. Les observations générales à chacun des sites indiquent que la survie du BA était bonne. En effet, les mesures du couvert végétal au printemps 2024 indiquent qu'il n'y avait pas de tendance entre les cultivars et les taux de survie qui variaient de 90 à 100 % pour les deux sites.

Rendements du blé d'automne

Bien que la survie hivernale du BA au site d'Hébertville ait été bonne, les rendements étaient assez faibles (1,6 t/ha en moyenne). Les parcelles avec un précédent de Mercedes ont donné plus du double de celles avec un précédent de Plurax CL (2,2 vs 1,0 t/ha). Au site de Sainte-Marguerite, des problèmes avec les appareils de pesée et le capteur de rendement ont fait en sorte qu'il n'a pas été possible d'obtenir des mesures de rendements fiables. Toutefois, une récolte manuelle a été faite dans les quadrats et a donné un rendement moyen de 5,41 t/ha. Le BA sur un précédent de Mercedes (5,93 t/ha) avait un rendement plus élevé qu'avec un précédent de Plurax CL (4,90 t/ha). Cette même tendance avait été observée au site d'Hébertville et dans l'essai mère en régie biologique au CÉROM avec des rendements supérieurs de 1,2 t/ha et 520 kg, respectivement.

À noter que les données des deux sites ne sont pas comparables entre elles puisque les rendements ont été pris de manières complètement différentes. Toutefois, les données de récolte manuelle issues de quadrats au site de Sainte-Marguerite donnent une bonne idée du potentiel de rendement du BA dont le rendement était supérieur à la moyenne de la Chaudière-Appalaches (4,91 t/ha; Institut de la statistique du Québec 2025).

Poids spécifique du blé d'automne

Le poids spécifique du BA était excellent au site d'Hébertville (moyenne globale de 80,5 kg/hl), dépassant largement les exigences de la classe numéro 1 du blé CESRW (Blé tendre rouge d'hiver, Est canadien) de la Commission canadienne des grains (Gouvernement du Canada 2023). Des valeurs plus élevées ont été observées dans les parcelles de BA avec un précédent de Mercedes (81,3 kg/hl) que dans celles avec un précédent de Plurax CL (79,7 kg/hl). Cette tendance est la même que celle observée pour le rendement et suggère que ces parcelles ont pu bénéficier d'un certain avantage, bien que la raison précise ne soit pas évidente d'après les données collectées et qu'il ne soit pas certain qu'elle soit liée à cette variété en particulier.

Au site de Sainte-Marguerite, le poids spécifique était bon (moyenne globale de 75,4 kg/hl) et aucune différence majeure n'a été observée entre les précédents culturels de CA.

DIFFUSION DES RÉSULTATS

- BOQUEL S (2025). Les ravageurs du canola et résultats de recherche. Présentation donnée à la cohorte Canola lors de la journée de rencontre organisée par Agri Conseils Maska, 27 mars. Saint-Hyacinthe (QC). 25 participants.
- BOQUEL S, CORRIVEAU-TOUSIGNANT S, LATRAVERSE A, MCELROY M, FLORES-MEJIA S. (2025). Les cultures d'automne (canola et blé) : une alternative intéressante. Journée Grandes cultures organisée par les Producteurs de grains du Saguenay-Lac-Saint-Jean, 12 mars. Saint-Bruno (QC). 45 participants.
- BOQUEL S, CORRIVEAU-TOUSIGNANT S, LATRAVERSE A, MCELROY M, FLORES-MEJIA S. (2025). Les cultures d'automne (canola et blé) : une alternative intéressante. Présentation à l'Assemblée générale annuelle du Groupe Conseils Agro Bois-Francs, 11 mars. Victoriaville (QC). 20 participants.
- BOQUEL S, CORRIVEAU-TOUSIGNANT S, LATRAVERSE A, MCELROY M, FLORES-MEJIA S. (2025). Les cultures d'automne (canola et blé) : une alternative intéressante pour les rotations de cultures et la lutte aux insectes ravageurs. Présentation donnée à la cohorte canola lors de la journée de rencontre organisée par l'Organisme des Bassins Versants (OBV) de la Côte-du-Sud, 24 février. Réunion virtuelle. 15 participants.
- BOQUEL S, CORRIVEAU-TOUSIGNANT S, LATRAVERSE A, MCELROY M, FLORES-MEJIA S. (2025). Résultats du projet de recherche sur le canola d'automne. Présentation faite aux agronomes et producteurs participant au projet, 10 février. Rencontre virtuelle. 19 participants.
- BOQUEL S, CORRIVEAU-TOUSIGNANT S, LATRAVERSE A. (2024). Winter canola: A new strategy against insect pests in canola. Réunion annuelle conjointe 2024 des sociétés d'entomologie du Canada et du Québec, 20-23 octobre. Québec (QC). 320 participants.
- BOQUEL S. (2024). Une année favorable pour le canola d'automne. Rapport annuel du CÉROM sur les activités de 2023, p. 6-7.
- BOQUEL S. (2024). Pourquoi le canola d'automne a-t-il le vent en poupe ? Les midis-science du CÉROM, 27 mars. Saint-Mathieu-de-Beloeil (QC). 48 participants.
- BOQUEL S, MCELROY M, FLORES-MEJIA S. (2024). Le canola d'automne : une culture aux multiples bénéfices. Revue Grains, 34(1) : 18-19.
- CORRIVEAU-TOUSIGNANT S, LATRAVERSE A, BOQUEL S. (2023). Le canola d'automne : une culture à l'abri des ravageurs ? 150^e réunion annuelle de la Société d'entomologie du Québec 2023, 19-20 octobre. Montréal (QC). 140 participants.
- NORMANDIN C. (2023). Des essais plus qu'encourageants pour le canola d'automne. Article de presse publié dans le Bulletin des agriculteurs, 17 novembre.

BOQUEL S. (2023). Le canola d'automne dans les rotations de grandes cultures : une avenue intéressante. Conférences à la ferme sur la production de grandes cultures en régie conventionnelle et biologique, 29 septembre. Sainte-Élisabeth (QC). 25 participants.

BOQUEL S. (2023). Essai de canola d'automne. Conférences à la ferme pour la journée Engrais verts, travail réduit et biodiversité : rendez-vous au Saguenay-Lac-Saint-Jean, 18 et 19 juillet. Saint-Prime (QC). 30 participants.

FLORES-MEJIA S, BOQUEL S, MCELROY M. (2023). Cinq raisons pour semer du canola d'automne. Affiche présentée à la journée « Engrais verts, travail réduit et biodiversité : rendez-vous au Saguenay-Lac-Saint-Jean », 18 et 19 juillet. Saint-Prime (QC). 30 participants.

BOQUEL S. (2023). La recherche dans le canola : résultats 2022. Réunion annuelle du groupe de travail sur les ravageurs du canola, RAP Grandes cultures, 13 janvier. Rencontre virtuelle. 8 participants.

BRASSARD H, BOQUEL S. (2022). Le canola d'automne, une culture à explorer. Rencontre organisée avec les producteurs du Saguenay-Lac-Saint-Jean. 6 avril. Rencontre virtuelle. 20-30 participants.

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

Les résultats de ce projet ont permis d'apporter de nouvelles connaissances sur la survie hivernale et le potentiel de rendement du canola d'automne (CA) au Québec, ainsi que sur sa capacité à éviter les dommages de ravageurs et à faire compétition aux mauvaises herbes (MH).

De bons taux de survie (75 à 100 %) ont été observés en Montérégie et en Chaudière-Appalaches alors qu'ils étaient plus faibles et variables au Saguenay-Lac-Saint-Jean (30 à 57 %) et au Bas-Saint-Laurent (20 à 52 %). Deux sites au Saguenay-Lac-Saint-Jean n'ont eu aucune survie à cause de la séquence de gel-dégel ou d'un développement trop avancé de la culture avant l'hiver. En revanche, la date de semis plus tardive avait tendance à améliorer la survie à l'hiver. Il faut toutefois rappeler que ces résultats sont basés sur un nombre limité de sites.

La défoliation causée par les altises aux jeunes plantules était très faible dans le CA des sites d'essai (< 1 à 4,4 %) comparativement à des champs de canola de printemps (CP) situés à proximité (4 à 24 %), dont certains avaient des valeurs qui s'approchaient du seuil d'intervention (25 %). Les populations de cécidomyie du chou-fleur (CCF) pendant les stades sensibles de la culture (élongation-boutons) étaient elles aussi plus faibles dans le CA (0 à 0,2 CCF/piège/jour) que dans le CP (7,3 à 59,3 CCF/piège/jour). En conséquence, les infestations et les dommages aux plants en lien avec cet insecte étaient pratiquement nuls dans le CA (0 à < 1 % et 0 à 14 %, respectivement) contrairement à ce qui était observé dans le CP (28 à 65 % et 10 à 50 %, respectivement). D'autres ravageurs, comme le charançon de la silique, le méligèthe des crucifères et la fausse-teigne des crucifères, étaient également généralement moins abondants dans le CA, à l'exception du charançon de la silique à deux sites. La punaise terne resterait

toutefois à surveiller car elle était plus abondante dans le CA mais ne dépassant le seuil d'intervention qu'à un seul site.

Le projet a permis d'identifier les éléments qui devront être mis au point afin de faciliter l'adoption à large échelle du CA. Ces éléments comprennent notamment le contrôle des MH lors de l'établissement à l'automne et une meilleure destruction du précédent cultural. Il a été constaté que les MH présentaient des caractéristiques distinctes en fonction du site, ce qui pourrait compliquer la mise en œuvre d'une stratégie unique pour leur contrôle dans le CA. En effet, il sera nécessaire de développer des méthodes de lutte spécifique adaptées à chaque site. En revanche, le CA offre l'opportunité de briser le cycle de rotation céréale-céréale, identifié comme problématique pour la gestion de la folle avoine dans les régions du Saguenay-Lac-Saint-Jean et du Bas-Saint-Laurent. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour évaluer l'utilité du CA dans la gestion de la folle avoine dans ces régions.

Aucun chevauchement des périodes de floraison du CA et du CP n'a été observé au cours de l'étude. Les risques de pollinisation croisée entre ces deux cultures sont donc très faibles et un transfert de gènes de résistance aux herbicides semble peu probable. La vigilance reste toutefois de mise car si des moutardes possédant des gènes de résistance fleurissent en même temps que le CA, il est possible que des hybridations ou le transfert horizontal de gènes de résistance se produisent.

Malgré des peuplements après l'hiver relativement faibles dans la plupart des sites filles, les rendements évalués dans les quadrats étaient bons. Ceci souligne l'importante capacité du CA à compenser les faibles peuplements par une augmentation du rendement par plant, ainsi que le potentiel de rendement du CA. D'ailleurs, les rendements de deux sites filles et ceux du site mère étaient comparables à ceux rapportés en Ontario.

La survie hivernale du blé d'automne (BA) a été excellente à tous les sites d'essai (90 à 100 %). Les rendements obtenus en Montérégie et Chaudière-Appalaches étaient similaires ou supérieurs à ce qui est généralement observé au Québec, mais ils étaient plus faibles au Saguenay-Lac-Saint-Jean. Le rendement du BA avait tendance à être plus élevé lorsque celui-ci était semé sur un précédent de CA que lorsqu'il était semé sur un précédent d'avoine. Toutefois, il n'a pas été possible de déterminer avec certitude si un précédent de CA améliore systématiquement les rendements du BA.

Globalement, les producteurs ont apprécié leur expérience avec le CA et certains d'entre eux continuent même de l'expérimenter sur leur exploitation. L'utilisation de CA semble donc être une excellente option pour diversifier les rotations de cultures, mais aussi pour lutter contre les MH et les insectes ravageurs, particulièrement en régie biologique où la lutte chimique n'est pas possible. De plus, cette culture permet de limiter l'érosion en offrant une couverture au sol à l'automne et au printemps. D'autres recherches seront toutefois nécessaires pour confirmer sa bonne survie à l'hiver et son potentiel de rendement. Les prochaines études devraient se concentrer sur la régie générale de la culture et plus particulièrement sur les dates et les doses de semis afin d'optimiser le pourcentage de levée de la culture et maximiser les rendements. Ceci permettra de faciliter son intégration dans les rotations de cultures au Québec.

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 249

Courriel : sebastien.boquel@cerom.qc.ca

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES

Les auteurs remercient chaleureusement les producteurs partenaires au projet : Ferme Taillon et fils, Ferme Gaston Roy Inc., Ferme Olofee Inc., Ferme Régika Inc., Ferme Tournevent Inc.

Les auteurs remercient aussi les clubs-conseils en agroenvironnement qui ont participé à la mise en place, aux suivis et à la gestion des essais chez les producteurs soient Groupe multiconseil agricole (GMA) Saguenay-Lac-Saint-Jean, Groupe conseil agricole (GCA) de la Côte-du-Sud, OptiConseils Chaudière-Appalaches ainsi que les conseillers agronomes du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (H. Brassard, A. Akpakouma et V. Samson). Geneviève Telmosse, Isabelle Morasse et toute leur équipe de la Ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à Normandin sont également remerciées pour leur participation au projet. Les auteurs sont également profondément reconnaissants envers Brian Caldbeck de Caldbeck Consulting LLC pour avoir fourni les semences de canola d'automne. Pour terminer, les membres de l'équipe du CÉROM ayant participé aux essais (mise en place des essais, collecte des échantillons, récoltes, etc.) sont chaleureusement remerciés.

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

- Beckie HJ. (2006). Herbicide-resistant weeds: Management tactics and practices. *Weed Technology*, 3: 793-814.
- Boquel S, Latraverse A, Flores-Mejia S, Brassard H. (2021). Essai exploratoire sur le canola d'automne au Saguenay-Lac-Saint-Jean. Rapport final du projet Prime-Vert – approche régionale no.6687395. 19 pp.
- Canola Council of Canada. Plant populations. Consulté le 24 janvier 2025. [En ligne](#).
- Cuerrier M-É, Marsan-Pelletier F, Vanasse, A, Simard, M-J, Flores-Mejia, S. (2018). Détection et répartition de la folle avoine et de la petite herbe à poux résistantes à des herbicides dans les régions du Saguenay–Lac-Saint-Jean et de la Montérégie. Rapport final. Programme Innov'Action. Projet IA113086. Saint-Mathieu-de-Beloeil, QC.
- Flores-Mejia S, Akpakouma A, Navarro J, Miville D, Marcoux A, Gosselin Y, Tétrault M, Handfield M, Comtois S, Zoghliami S, Dupuis M, Pack D. (2024). La folle avoine résistante aux herbicides dans la région du Bas-Saint-Laurent (BSL) : détection et lutte collaborative. Rapport final. Programme InnovAction volet 1. Projet IA120598. Saint-Mathieu-de-Beloeil, QC.
- Gouvernement du Canada. (2023). Blé : Facteurs déterminants des grades primaires Blé tendre rouge d'hiver, Est canadien (CESRW). Consulté le 13 janvier 2025. [En ligne](#).
- Guide RGCQ. (2024). Céréales à pailles 2024. Consulté le 13 janvier 2025. [En ligne](#).
- Institut de la statistique du Québec. (2020). Superficie des grandes cultures, rendement à l'hectare et production, par regroupement de régions administratives, Québec, 2007-2020. Consulté le 8 septembre 2024. [En ligne](#).
- Institut de la statistique du Québec. (2025). Superficie ensemencée, superficie récoltée, rendement et production des grandes cultures par région administrative¹, Québec, 2007-2024. Consulté le 13 janvier 2025. [En ligne](#).
- Kamran A, Kubota H, Yang RC, Randhawa HS, Spaner D. (2014). Relative performance of Canadian spring wheat cultivars under organic and conventional field conditions. *Euphytica*, 196: 13-24.
- Lanoie N, Vanasse A. (2017). Revue de littérature : Effets des rotations et autres pratiques culturales sur les mauvaises herbes dans les grandes cultures. CRAAQ. Québec, QC, Canada. 44p. [En ligne](#).
- Loeppky H, Lafond GP, Fowler DB. (1989). Seeding depth in relation to plant development, winter survival and Yield of No-till winter wheat. *Agronomy Journal* 81(1): 125-129.
- Malhi SS, Bhalla MK, Piening LJ, Caldwell CD. (1992). Effect of stubble height and tillage on winter soil temperature in central Alberta. *Soil Tillage Research*, 22(3-4): 243-251.

- Marcoux A, Brunelle F, Cuerrier M-É, Dostie M, Duval B, Laforest M, Néron R, Picard A, Simard M-J. (2017). Confirmation de la résistance de la moutarde des oiseaux (*Brassica rapa* L.) au glyphosate. Réseau d'avertissements phytosanitaires, Bulletin No 10, 3 octobre 2017. Consulté le 19 février 2025. [En ligne](#).
- Moran M. (2021). Winter Canola: Plant Survival Assessments and Spring Fertilizer. Consulté le 24 janvier 2025. Field crop news, Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (OMAFRA). [En ligne](#).
- OMAFRA. (2021). Provincial Field Crop Production and Prices. Consulté le 13 janvier 2025. [En ligne](#).
- Page ER, Meloche S, Moran M, Caldbeck B, Barthet V. (2021). Effect of seeding date on winter canola (*Brassica napus* L.) yield and oil quality in southern Ontario. Canadian Journal of Plant Science, 101(4): 490-499.
- Pearce R. (2020). Winter canola could be your next 'third crop'. Consulté le 13 janvier 2025. [En ligne](#).
- R Core Team. (2024). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <https://www.r-project.org/>.
- Römer W, Schilling G. (1986). Phosphorus requirements of the wheat plant in various stages of its life cycle. Plant and Soil, 91: 221-229.
- Salvagiotti F, Castellarín JM, Miralles DJ, Pedrol HM. (2009). Sulfur fertilization improves nitrogen use efficiency in wheat by increasing nitrogen uptake. Field Crops Research, 113(2): 170-177.
- Simard M-J, Laforest M, Martin S, Cuerrier M-É, Miville D, Marcoux A, Flores-Mejia S. (2021). Distribution de la moutarde des oiseaux résistante au glyphosate au Québec. Réseau d'avertissements phytosanitaires, Bulletin d'information No 5, 2 juillet 2021. Consulté le 20 février 2025. [En ligne](#).
- Statistique Canada. (2024). Tableau 32-10-0359-01 : Estimation de la superficie, du rendement, de la production, du prix moyen à la ferme et de la valeur totale à la ferme des principales grandes cultures, en unités métriques et impériales. Consulté le 14 janvier 2025. [En ligne](#).