

**ESSAI EXPLORATOIRE SUR LE CANOLA D'AUTOMNE AU  
SAGUENAY-LAC-SAINT-JEAN**

**Numéro de dossier : 6687395**

DURÉE DU PROJET : JUIN 2020 / FÉVRIER 2022

**RAPPORT FINAL**

Réalisé par :

Sébastien Boquel, CÉROM  
Alexis Latraverse, CÉROM  
Sandra Flores-Mejia, CÉROM

Collaborateurs :

Hélène Brassard, MAPAQ  
Martine Bergeron, GMA SLSJ  
Olivier Milot, Ferme Taillon et fils

NOVEMBRE 2021

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.

## ESSAI EXPLORATOIRE SUR LE CANOLA D'AUTOMNE AU SAGUENAY-LAC-SAINT-JEAN

NUMÉRO DU PROJET : 6687395

### RÉSUMÉ DU PROJET

Le canola d'automne est une culture relativement bien implantée aux États-Unis, ainsi que dans l'Ouest canadien et en Ontario. Il reste cependant peu connu au Québec en raison du manque de connaissances quant à sa survie hivernale et son potentiel de rendement dans nos conditions. La culture de cette Brassicacée comporte pourtant un certain nombre d'avantages. Son cycle de production similaire à celui des céréales d'automne (semis à partir d'août, vernalisation par le froid et récolte l'été suivant) offre une couverture au sol qui permet de limiter l'érosion à l'automne et au printemps. Le canola d'automne aurait aussi la capacité de mieux résister aux dommages causés par certains insectes ravageurs qui sévissent en début de saison (principalement les altises et la cécidomyie du chou-fleur; CCF) grâce à la désynchronisation de leur pic d'activité avec les stades de croissance les plus vulnérables, en plus de compétitionner avec les mauvaises herbes au printemps.

Le présent projet avait pour objectif d'évaluer l'intérêt d'inclure le canola d'automne dans une rotation de cultures au Québec en étudiant 1) l'effet de la pression de mauvaises herbes (MH) sur la levée, 2) la gravité des dommages causés par les insectes ravageurs en début de saison, et 3) la survie hivernale et le potentiel de rendement de deux variétés de canola d'automne. Ceci permettrait aux producteurs de diversifier leur choix de cultures tout en favorisant la santé des sols.

Les dépistages effectués à l'automne ont démontré que la pression d'altises et de CCF était très faible lors des stades sensibles du canola. La défoliation par les altises est restée bien en-deçà du seuil d'intervention de 25 % (1,4 % pour la première date de semis). Les populations de CCF, quant à elles, ont à peine dépassées 2 CCF/piège/jour lors des stades sensibles du canola, soit moins de la moitié du seuil en vigueur (5 CCF/piège/jour). Aucun autre problème de ravageurs n'a été noté.

La compétition exercée par les MH à l'automne semble avoir eu un effet négatif sur la levée du canola, avec pour résultat des densités de peuplement plus faibles que prévues, particulièrement pour la première date de semis. Au printemps suivant, l'inverse a été observé; le canola déjà bien implanté (BBCH 30) semble avoir fait compétition aux MH.

Les taux de survie hivernale étaient bons (environ 80 %), mais les rendements commerciaux obtenus ont été relativement faibles, probablement en raison des problèmes de levée. Il est cependant à noter que là où les densités de population étaient plus faibles, les plants de canola ont compensé par une augmentation du rendement par plant. Ce phénomène de compensation se manifeste généralement par une augmentation du nombre de racèmes secondaires et tertiaires.

Le canola d'automne présente donc un potentiel de rentabilité intéressant, mais des essais supplémentaires sont nécessaires afin de déterminer la date et le taux de semis optimal permettant de maximiser le peuplement et favoriser la survie hivernale. La gestion des MH au moment de la levée serait aussi important à considérer. Par ailleurs, il serait aussi intéressant de déterminer si l'inclusion du canola d'automne dans une rotation a un effet sur les cultures subséquentes (notamment le blé d'automne). Finalement, des essais pourraient être faits dans d'autres régions afin d'étudier son potentiel de survie et de rentabilité en vue d'élargir l'utilisation de cette culture encore marginale.

## OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

L'objectif principal du projet était d'évaluer l'intérêt d'inclure le canola d'automne dans une rotation de cultures au Québec. Les objectifs spécifiques étaient d'évaluer 1) l'effet de la pression de mauvaises herbes (MH) sur la levée, 2) la gravité des dommages causés par les insectes ravageurs en début de saison et 3) la survie hivernale et le potentiel de rendement de deux variétés de canola d'automne. Ceci permettrait de diversifier le choix des cultures pour les producteurs et potentiellement de diminuer l'utilisation des pesticides.

### Site et dispositif expérimental

L'essai a été réalisé à Saint-Prime (Ferme Taillon et fils) au Saguenay-Lac-Saint-Jean dans un champ (1,35 ha) en régie biologique, bien drainé et présentant un historique de faible prévalence en MH. Les essais ont été fait avec deux cultivars de canola d'automne : *MERCEDES*, reconnu comme très résistant au froid, et *PLURAX CL*, présentant une robuste tolérance au froid extrême (compagnie [Caldbeck Consulting](#), Philpot, Kentucky, USA). Les semences utilisées n'étaient ni génétiquement modifiées, ni enrobées de traitements insecticides ou fongicides.

Le dispositif expérimental était constitué de deux blocs, chacun divisé en quatre bandes semées en alternance avec chacune des variétés (deux répétitions de chaque variété dans chaque bloc; **Figure 1**). Chaque bloc a été semé à une date différente, soit le 11 août 2020 (bloc A) et le 21 août 2020 (bloc B). Les deux cultivars (4,5 g pour 1000 grains) ont été semés à un taux cible de 5 kg/ha, soit 111 plants/m<sup>2</sup>. Six passages de cultivateur ont été effectués avant le premier semis (19 juin, 3 juillet, 12 juillet, 25 juillet, 30 juillet, et 11 août) à une profondeur de trois pouces, afin de réduire la densité de MH annuelles (faux-semis) et préparer le lit de semence. De la chaux calcaire (2 t/ha) et du fumier de poulet (4 t/ha) ont été appliqués juste avant le premier semis.



**Figure 1.** Dispositif expérimental utilisé pour l'évaluation de la survie hivernale du canola d'automne au site de Saint-Prime en 2020-21.

### Évaluation de la densité de peuplement du canola et du taux de survie hivernale

La densité de peuplement du canola a été évaluée deux fois à l'automne 2020 et une fois au printemps 2021. L'évaluation du peuplement a été effectuée en dénombrant tous les plants de canola dans trois quadrats fixes de 0,6 m<sup>2</sup> placés lors de la première évaluation dans chacune des bandes (24 quadrats au total; **Figure 1**). La première évaluation a été réalisée environ quatre semaines après chacune des dates de semis (3 et 17 septembre 2020; stade quatre feuilles ou BBCH 14) pour déterminer le pourcentage de levée de la culture. La deuxième évaluation a été faite avant le premier gel (15 octobre 2020; stade sept à neuf feuilles ou BBCH 17-19) afin de déterminer les densités de population avant l'hiver. La troisième et dernière évaluation a été faite à la reprise de croissance du canola (4 mai 2021; stade élongation ou BBCH 30) pour déterminer le taux de survie hivernale de la culture. Le taux de survie hivernale a été calculé comme étant le rapport entre la densité de peuplement à la reprise de croissance du canola au printemps (4 mai 2021) et celle avant le premier gel (15 octobre 2020).

### Évaluation de la densité de peuplement de mauvaises herbes

Puisque la compétition exercée par les MH peut influencer négativement la levée du canola, les densités de population de MH ont été évaluées à trois reprises à l'automne 2020, et une fois au printemps 2021. Le premier dépistage a été effectué à l'échelle du champ 10 jours avant le premier semis afin de recenser les espèces pouvant être problématiques. Les trois autres dépistages ont été réalisés en même temps et dans les mêmes quadrats que pour les évaluations du peuplement du canola (soit quatre semaines après le semis, avant la gelée et à la reprise de croissance), et en suivant la même méthodologie.

### Dommmages d'altises

Les dommages d'altises (Coleoptera: Chrysomelidae) ont été évalués une fois environ quatre semaines après chacune des dates de semis (les 3 et 17 septembre 2020; stade quatre feuilles ou BBCH 14) suivant la méthode utilisée par le Réseau d'avertissements phytosanitaires (RAP) Grandes cultures. Dans chacune des bandes, 10 stations étaient choisies au hasard, et pour chacune, le pourcentage de défoliation par les altises était évalué sur trois plants (30 plants par bande; **Figure 2**).



Dommmages < 10 %  
Source : J-M Delage



Dommmages ± 15 %  
Source : J-M Delage



Dommmages > 25 %  
Source : D. Pageau



Dommmages > 40 %  
Source : D. Pageau

**Figure 2.** Échelle de dommages utilisée pour évaluer le pourcentage de défoliation des cotylédons et des feuilles de canola (image tirée de la fiche technique grandes cultures : [Altise du navet et altise des crucifères](#)).

### *Suivi des populations et évaluation des dommages causés par la cécidomyie du chou-fleur (CCF)*

Les populations de CCF (Diptera : Cecidomyiidae) adultes ont été suivies à l'aide de deux pièges à phéromone (un par bloc; **Figure 1**). Les pièges ont été installés le 20 août 2020 (**Figure 3**) et relevés une fois par semaine jusqu'au 18 septembre 2020 (quatre relevés). En 2021, deux nouveaux pièges ont été installés le 12 mai 2021 et relevés une fois par semaine jusqu'au 11 juin 2021. L'identification et le dénombrement des CCF ont été effectués au CÉROM.



**Figure 3.** Installation des pièges à phéromone pour la CCF (à gauche) et prélèvement de plants pour la recherche d'infestation par la CCF (à droite) (Crédits photographiques : Hélène Brassard, MAPAQ).

La pression de CCF à l'automne 2020 a aussi été évaluée en prélevant aléatoirement cinq plants de chaque variété et ce, pour chacune des dates de semis au moment du retrait des pièges à phéromone (18 septembre 2020; stade quatre à sept feuilles ou BBCH 14 à 17). Les plants étaient déterrés et tous les racèmes d'un même plant étaient coupés et placés dans un pot de plastique fermé contenant un fond de terre noire (**Figure 3**). Les pots étaient ensuite envoyés au CÉROM où ils ont été placés en conditions contrôlées et suivis quotidiennement afin d'aspirer et dénombrer les CCF émergeant des plants.

Une évaluation des dommages de CCF a finalement été réalisée au printemps (27 mai et 5 juin 2021). Dans chacun des quadrats fixes, cinq plants ont été choisis au hasard et une cote de dommage a été attribuée au racème primaire/principal de chaque plant selon l'échelle suivante :

- 0 **Aucun dommage** (aucun dommage; aucune perte)  
**Dommages autres que sur le méristème apical** (avec dommages; aucune perte).
- 1 Toute déformation des feuilles ou de la tige sans dommage au méristème/boutons floraux/ fleurs/siliques  
**Dommages partiels au méristème apical** (avec dommages; perte partielle).
- 2 Le méristème est affecté, mais pas complètement mort. Pour les boutons, fleurs et siliques : avortement < 90 %  
**Mort du méristème apical** (avec dommages; perte complète).
- 3 Le méristème est mort, compensation possible. Pour les boutons, fleurs et siliques : avortement  $\geq 90$

### *Évaluation du rendement*

Le rendement a été évalué en récoltant manuellement tous les plants de canola dans chacun des quadrats juste avant l'andainage. Les plants étaient dénombrés et coupés, puis mis dans une boîte de carton avant d'être envoyés au CÉROM où ils ont été mis à sécher à l'extérieur pour simuler l'andainage. Les échantillons ont ensuite été battus à l'aide d'une batteuse stationnaire. Les rendements commerciaux et les taux d'humidité à la récolte ont aussi été mesurés pour chaque cultivar et chaque date de semis à l'aide du capteur de rendement du producteur. Des sous-échantillons de récolte commerciale (~ 2 kg) ont aussi été envoyés au CÉROM. Les données agronomiques ont ensuite été prises à partir des échantillons de récolte manuelle (poids total de l'échantillon, poids de 200 grains, taux d'humidité) et des sous-échantillons de récolte commerciale (poids de 200 grains, taux d'humidité). Le taux d'humidité des échantillons a été obtenu à l'aide d'un analyseur proche infrarouge (Perten) et le rendement a été corrigé à 15 % d'humidité.

### *Analyses statistiques*

Toutes les analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel R v.3.6.3 (R Core Team, 2020). Les densités de peuplement (nombre de tiges par m<sup>2</sup>) de canola et de mauvaises herbes, ainsi que les rendements (kg/ha) ont été analysées à l'aide de modèles linéaires généralisés (*Generalized Linear Models* ou *GLM*) avec distribution normale (fonction `glm`). Les pourcentages de défoliation par les altises ont été analysés à l'aide d'un modèle de régression beta (fonction `betareg`). Ce type de modèle est recommandé pour l'analyse des proportions n'étant pas issues de données discrètes (c.à.d. pas du type « nombre de succès sur nombre total »). Pour éviter des problèmes liés à la présence de 0 et de 1, les données de proportion ( $p$ ) ont été préalablement transformées à l'aide de la formule  $(p * (n - 1) + 0,5) / n$  (où  $n$  est le nombre d'observations).

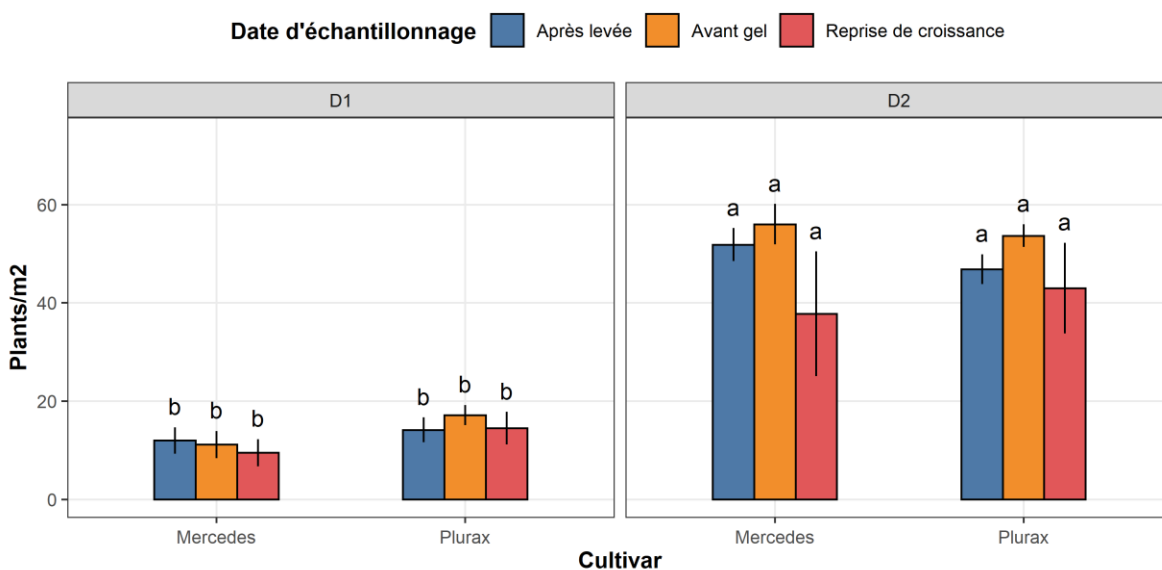
Pour l'analyse du peuplement, les effets principaux du modèle étaient le cultivar, la date de semis, la date d'observation, et leur interaction triple. Pour l'analyse de la défoliation et du rendement, les effets principaux des modèles étaient le cultivar, la date de semis et leur interaction. Pour chaque modèle, les conditions de normalité et d'homoscédasticité ont été vérifiées visuellement à l'aide de graphiques des résidus, ainsi que par des tests de Shapiro-Wilks (fonction `shapiro.test`) et de Levene (fonction `leveneTest`), respectivement, effectués sur les résidus du modèle. Les effets principaux

des modèles ont été testés à l'aide de tests du maximum de vraisemblance (*Likelihood Ratio Test* ou *LRT*; fonction `drop1`). Si une interaction n'était pas significative, elle était retirée du modèle et les effets principaux étaient testés de nouveau. En cas de résultats significatifs, les moyennes étaient comparées à l'aide de la procédure des « moyennes marginales estimées » (*Estimated Marginal Means*; fonction `emmeans`) avec correction de Tukey pour tests multiples.

## RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

### Densité de peuplement du canola

La densité de peuplement du canola était environ quatre fois plus faible pour la première date de semis (D1, 11 août 2020) que pour la deuxième (D2, 21 août 2020) ( $\chi^2_{(1)} = 68,60$ ;  $p < 0,001$ ; **Figure 4**). Aucune différence n'a cependant été observée entre les cultivars ( $\chi^2_{(1)} = 3,30$ ;  $p = 0,069$ ).



**Figure 4.** Densité de population moyenne (plants/m<sup>2</sup>) à l'automne (stades 4 feuilles et 7-8 feuilles) et au printemps (stade elongation) pour deux variétés de canola d'automne (MERCEDES et PLURAX CL) semés à deux dates différentes (11 et 21 août 2020). Les barres avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement les unes des autres.

Les densités de peuplement de chacun des cultivars ne différaient pas significativement entre les trois évaluations ( $\chi^2_{(1)} = 3,02$ ;  $p = 0,221$ ; **Figure 4**). Ceci montre qu'il n'y a pas eu de forte mortalité du canola entre les différentes évaluations. Une très légère tendance à la hausse a été observée pour l'évaluation avant la première gelée. Ceci peut signifier qu'une évaluation quatre semaines après le semis sous-estime légèrement le peuplement avant l'hiver. Il est possible que des grains de canola aient germé en retard. Par ailleurs, une légère baisse de densités de peuplement a également été observée au moment de la reprise de croissance. Les taux de survie hivernale variaient de 67,3 % (MERCEDES, deuxième date de semis) à 84,8 % (MERCEDES, première date de semis), pour une moyenne de 79 % (Erreur ! Source du renvoi introuvable.). Pour maximiser la survie hivernale du canola, le stade rosette était visé avant l'hiver. Ce stade a été atteint avant les premiers gels ce qui explique les bons taux de survie (**Figure 5**).

**Tableau 1.** Densité de population moyenne (plants/m<sup>2</sup>) à l'automne (stades quatre feuilles et sept-huit feuilles) et au printemps (stade élongation), taux de germination (%) et de survie hivernale (%) de deux variétés de canola d'automne (MERCEDES et PLURAX CL) semés à deux dates différentes (11 et 21 août 2020). Le pourcentage de levée a été calculé par rapport au taux de semis réel de 102 plants/m<sup>2</sup> et le taux de survie hivernale a été calculé comme le rapport entre la densité de peuplement au printemps (mai) et avant le premier gel (octobre).

Cultivar	Date (stade)	Semis 1 (11 août)		Semis 2 (21 août)	
		Densité (plants/m <sup>2</sup> )	Levée (%)	Densité (plants/m <sup>2</sup> )	Levée (%)
MERCEDES	Août (4 feuilles)	12,0	12	51,8	51
	Octobre (7-9 feuilles)	11,2	11	56,0	55
	Mai (élongation)	9,5	-	37,7	-
	Taux de survie (%)	84,8	-	67,3	-
PLURAX CL	Août (4 feuilles)	14,2	14	46,8	46
	Octobre (7-9 feuilles)	17,2	17	53,7	53
	Mai (élongation)	14,5	-	43,0	-
	Taux de survie (%)	84,3	-	80,1	-



**Figure 5.** Canola au stade sept à neuf feuilles lors de la dernière évaluation avant l'hiver (Crédits photographiques : Anne-Catherine Guay, GMA).

L'essai a été semé à un taux réel de 4,63 kg/ha équivalent à un peuplement de 102 plants/m<sup>2</sup>. Les pourcentages de levée observés au champ pour les cultivars *MERCEDES* et *PLURAX CL* sont cependant restés bien en-dessous des attentes, particulièrement pour la première date de semis (12 et 14 %, respectivement, contre 51 et 46 % à la deuxième date) (**Tableau 1**).

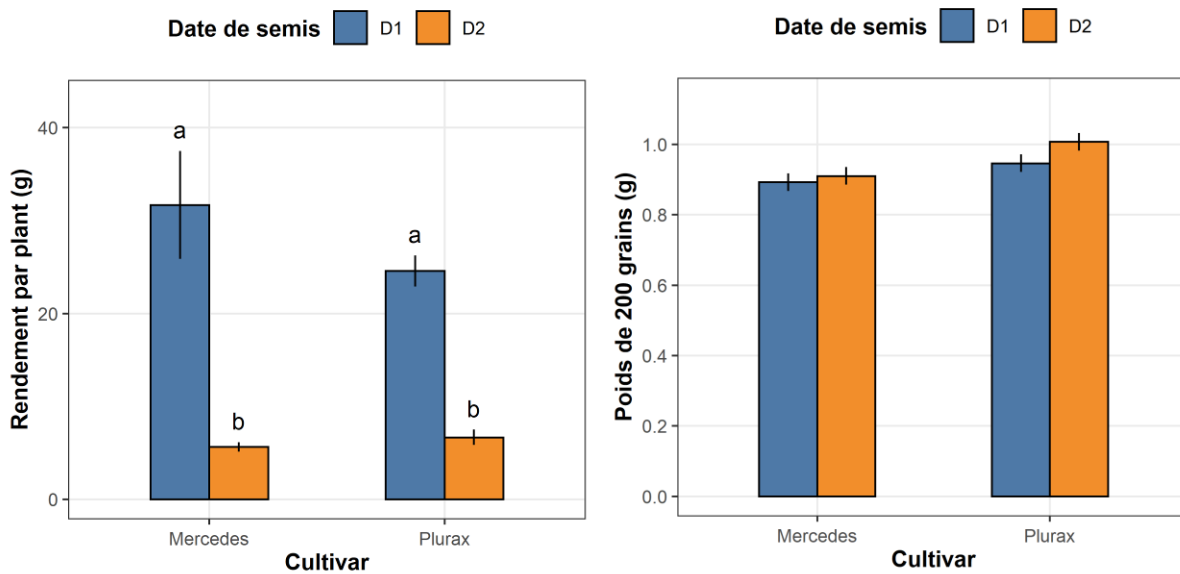
Il semble peu probable que le manque à la levée soit dû à un problème de germination. D'une part, le taux de germination des cultivars *MERCEDES* et *PLURAX CL* est certifié à 93 et 98 %, respectivement. D'autre part, des tests de germination effectués en serre sur une quarantaine de graines de chaque cultivar ont montrés des taux de germination de 100 % pour *MERCEDES* et de 73 % pour *PLURAX CL*. À noter que le faible taux de germination de *PLURAX CL* en serre s'explique par un oubli du dernier arrosage lors de la levée des graines. Les pourcentages de levée observés au champ suggèrent cependant que les deux cultivars ont des taux de germination similaire. Bien que la levée au champ ait été plus faible que prévu, 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.



## Rendement en canola

Comme la densité de plants dans les quadrats variait beaucoup entre les dates de semis et entre les quadrats d'une même date, les rendements de la récolte manuelle ont été ramenés par plant afin d'être comparables. Le rendement par plant était quatre fois plus élevé pour la première date de semis (24,6 g/plant) que pour la deuxième (6 g/plant;  $\chi^2_{(1)} = 39,30$ ;  $p < 0,001$ ; **Figure 6**), et aucune différence n'a été observée entre les cultivars ( $\chi^2_{(1)} = 1,11$ ;  $p = 0,292$ ). Il est à noter que la tendance était exactement inverse pour la densité de population qui était environ quatre fois plus faible pour la première date de semis. Le poids de 200 grains ne différait pas significativement entre les dates de semis ( $\chi^2_{(1)} = 3,62$ ;  $p = 0,093$ ), mais il avait tendance à être plus faible, d'une part pour la première date de semis, et d'autre part pour le cultivar *MERCEDES* (**Figure 6**).

Les résultats semblent donc montrer que le canola compenserait une plus faible densité de population par une augmentation de la production de racèmes secondaires et tertiaires, et donc du nombre de grains produits. Ceci aurait pour effet d'augmenter le rendement par plant mais diminuerait le poids des grains. Par ailleurs, l'ensemble des données suggère que même avec une dose de semis plus faible ou un taux de survie hivernale bas, le canola d'automne présente un bon potentiel de rendement de par sa capacité à se ramifier (compensation).



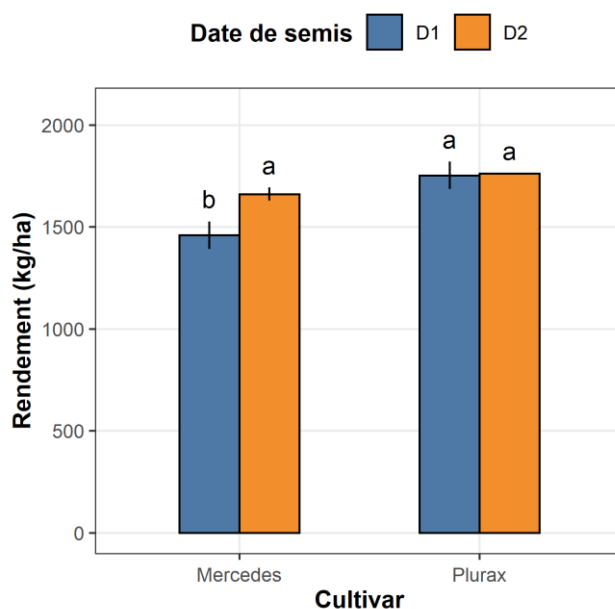
**Figure 6.** Rendement moyen par plant (à gauche) et poids de 200 grains (à droite) des deux variétés de canola d'automne (*MERCEDES* et *PLURAX CL*) semés à deux dates différentes (11 et 21 août 2020). Les barres avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement les unes des autres.

La récolte commerciale par le producteur a donné un rendement moyen de 1,66 t/ha. À titre de comparaison, le rendement moyen dans des essais de canola d'automne en Ontario était d'environ 3,03 t/ha, avec des valeurs variant de 2,47 t/ha à 3,92 t/ha<sup>1</sup>. Dans une autre étude, le rendement moyen était de 2,38 t/ha et la survie moyenne était de 70 % pour les sites où la destruction des plants

<sup>1</sup> Pearce R. 2020. Winter canola could be your next 'third crop'. [En ligne](#).

par l'hiver n'était pas complète<sup>2</sup>. Le rendement moyen en canola de printemps entre 2012 et 2020 était de 2,37 t/ha en Ontario<sup>3</sup> et de 2,24 t/ha au Québec<sup>4</sup>.

Le rendement était aussi légèrement plus faible pour la première date de semis (1,61 t/ha) que pour la deuxième (1,71 t/ha; **Figure 7**). Bien que non significative, cette baisse s'explique principalement par un rendement significativement plus faible du cultivar *MERCEDES* à la première date de semis en comparaison des autres traitements ( $\chi^2_{(1)} = 10,80$ ;  $p = 0,001$ ). La faible différence observée entre les deux dates de semis suggère que malgré l'augmentation du rendement par plant, le canola de la première date de semis n'est pas parvenu à compenser entièrement son déficit au niveau de la densité de population.



**Figure 7.** Rendement moyen (kg/ha) à la batteuse des deux variétés de canola d'automne (*MERCEDES* et *PLURAX CL*) semés à deux dates différentes (11 et 21 août 2020). Les barres avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement les unes des autres.

Bien que dans le présent essai les rendements étaient plus faibles que ceux obtenus en Ontario, ils soulignent néanmoins le potentiel de rendement de la culture et justifient la nécessité de poursuivre les études sur le canola d'automne. Ainsi, il serait important de déterminer la dose de semis optimale pour obtenir une levée permettant de maximiser les rendements. De plus, il serait également à propos de déterminer les dates de semis les plus optimales qui favoriseraient les meilleurs taux de survie à l'hiver. Il serait également intéressant de regarder si l'intégration de cette culture dans une rotation favorise la culture suivante dans la rotation. En effet, certaines études rapportent une augmentation des rendements en blé d'automne lorsqu'il suivait le canola dans les rotations de cultures<sup>5, 6</sup>.

<sup>2</sup> 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). [En ligne](#).

<sup>3</sup> OMAFRA 2021 Provincial Field Crop Production and Prices. [En ligne](#).

<sup>4</sup> 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. [En ligne](#).

<sup>5</sup> Bushong JA, Griffith AP, Peeper TF, Epplin FM (2012). Continuous winter wheat versus a winter canola–winter wheat rotation. *Agronomy Journal*, 104:324–330. [En ligne](#).

<sup>6</sup> Rose M (2021). Winter canola offers benefits in wheat rotation. *Ag | Update*, 4 août 2021. [En ligne](#).

### Densité de peuplement de mauvaises herbes

Au moment du premier dépistage des MH effectué 10 jours avant le semis (1<sup>er</sup> août 2020), sept espèces ont été recensées dans ou à proximité du site d'essai; les plus abondantes étant le chiendent (*Elymus repens*) et le laiteron des champs (*Sonchus arvensis*; **Tableau 2**). Le laiteron était réparti uniformément dans le champ avec une couverture de 8 à 10 %, alors que le chiendent était surtout retrouvé en bordure du chemin de ferme et comptait pour 2 % du recouvrement (**Tableau 2**; **Figure 8**). Les autres espèces étaient présentes en quantité négligeable, comptant pour moins de 1 % du recouvrement total de MH.

**Tableau 2.** Pourcentage de recouvrement et localisation des espèces de mauvaises herbes répertoriées dans ou à proximité du site de l'essai de canola d'automne lors du premier dépistage (1<sup>er</sup> août 2020). L'évaluation a été faite de manière qualitative.

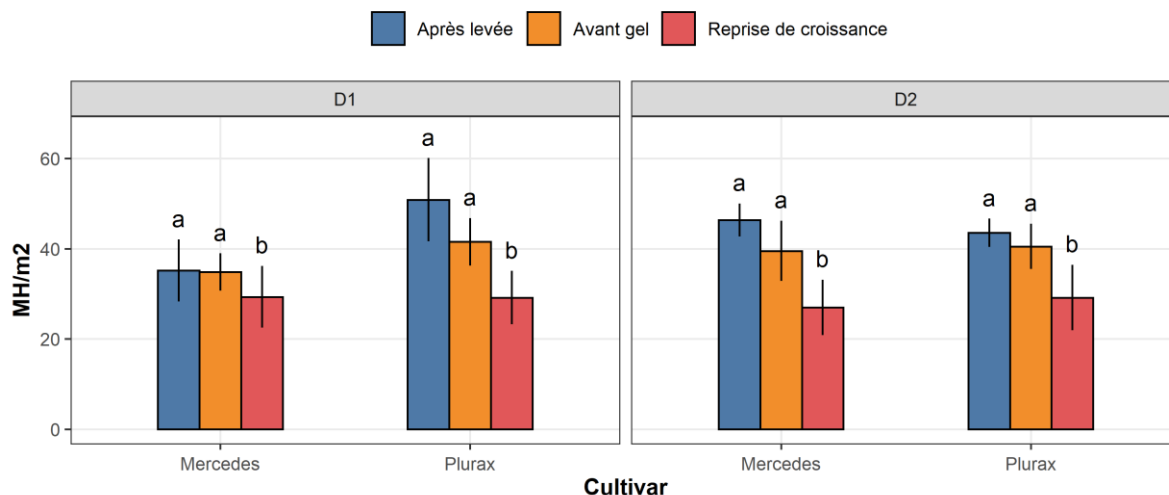
Espèce	Stade	Recouvrement	Localisation
<b>Laiteron</b> ( <i>Sonchus arvensis</i> )	Cotylédons à talles 5 feuilles	8 à 10 %	Réparti dans le champ
<b>Chiendent</b> ( <i>Elymus repens</i> )	3-4 feuilles	2 %	Principalement en bordure du chemin de ferme
<b>Moutarde</b> ( <i>Sinapis arvensis</i> )	Cotylédons	Négligeable (< 1 %)	-
<b>Chardon</b> ( <i>Cirsium</i> sp.)	Rosette	Négligeable (< 1 %)	-
<b>Spargoute des champs</b> ( <i>Spergula arvensis</i> )	Phase végétative; 2 à 3" de haut	Négligeable (< 1 %)	-
<b>Radis sauvage</b> ( <i>Raphanus raphanistrum</i> )	En fleur, feuilles piquées	Négligeable (< 1 %)	-
<b>Vesce jargeau</b> ( <i>Vicia cracca</i> )	Phase végétative; 3" de haut	Négligeable (< 1 %)	-



**Figure 8.** Présence de chiendent 3-4 feuilles près du chemin de ferme (à gauche) et de laiteron au stade rosette sur l'ensemble de la parcelle (à droite) à l'automne 2020 (Crédits photographiques : Martine Bergeron, GMA).

Lors des deuxième et troisième dépistages effectués quatre semaines après le semis (3 et 17 septembre 2020) et avant le premier gel (15 octobre 2020), de fortes populations de MH ont été observées dans les parcelles (**Figure 9**Erreur ! Source du renvoi introuvable.). La densité de

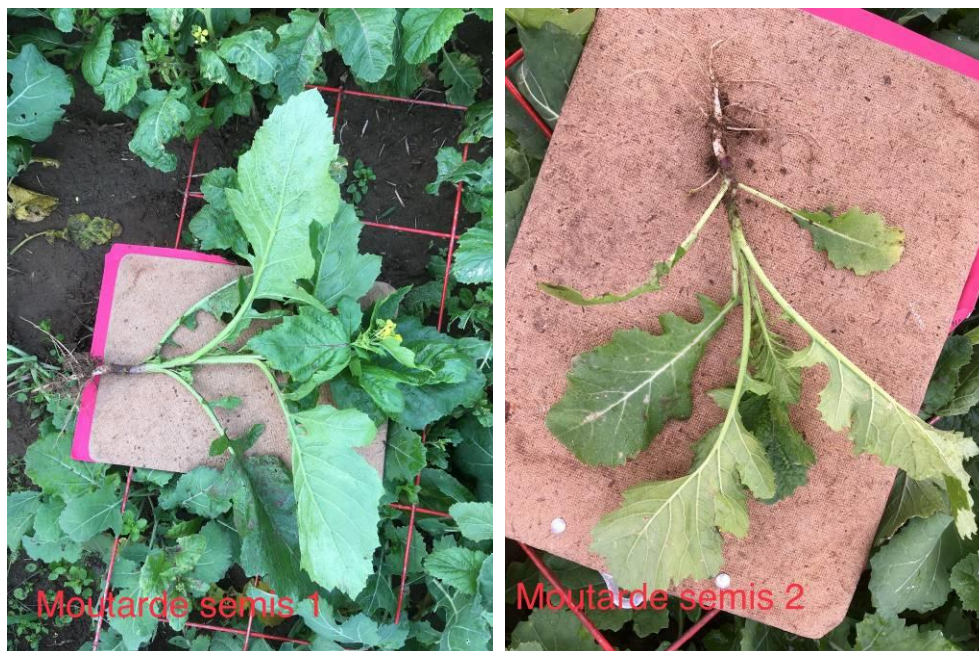
population de MH ne différait cependant pas entre les cultivars ( $\chi^2_{(1)} = 1,30; p = 0,254$ ) et les dates de semis ( $\chi^2_{(1)} = 0,07; p = 0,792$ ). Les principales espèces étaient la moutarde des champs (*Sinapis arvensis*), le chénopode glauque (*Chenopodium glaucum*) et dans une moindre mesure le chiendent (*E. repens*). Bien que les semences de canola utilisées étaient certifiées pures à 99,8 %, il a été suspecté qu'elles pouvaient avoir été contaminées par de la moutarde. Aucune MH n'a cependant été remarquée lors des tests de germinations réalisés en conditions contrôlées.



**Figure 9.** Densité de population moyenne de mauvaises herbes (plants/m<sup>2</sup>) à l'automne (quatre semaines après semis et avant la gelée) et au printemps (reprise de croissance du canola) dans les parcelles de canola d'automne (cultivars MERCEDES et PLURAX CL) semées à deux dates différentes (11 et 21 août 2020). Les barres avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement les unes des autres.

Les densités de peuplement de MH étaient plus faibles au printemps 2021 que lors des deux dépistages réalisés à l'automne 2020 ( $\chi^2_{(1)} = 13,80 p < 0,001$ ; **Figure 9**). De plus, la très grande majorité des MH étaient au stade cotylédons lors du dépistage réalisé au printemps 2021. Ces observations suggèrent donc une forte mortalité hivernale des MH. Une évaluation supplémentaire des MH effectuée plus tard pendant la saison 2021, aurait pu permettre de déterminer si le canola, en étant à un stade plus avancé, peut réellement compétitionner les MH à la sortie de l'hiver.

Lors du deuxième dépistage, de la moutarde des champs (*Sinapis arvensis*) a été observée en grande quantité dans un champ de céréales en régie biologique situé à proximité; une banque de semence de MH (principalement de la moutarde) était possiblement présente dans le champ (**Figure 10**). Même si un faux semis a été réalisé dans le champ avant l'implantation de canola, il est possible que le travail de sol ait fait remonter les semences à la surface ou ait favorisé leur germination. Afin de minimiser le risque de contamination par la moutarde des champs provenant de champs voisins, il demeure important de suivre les règles de biosécurité telles que le nettoyage de la machinerie agricole avant d'entrer dans le champ.



**Figure 10.** Stade de la moutarde lors de la dernière évaluation avant l'hiver en 2020  
(Crédits : Anne-Catherine Guay, GMA).

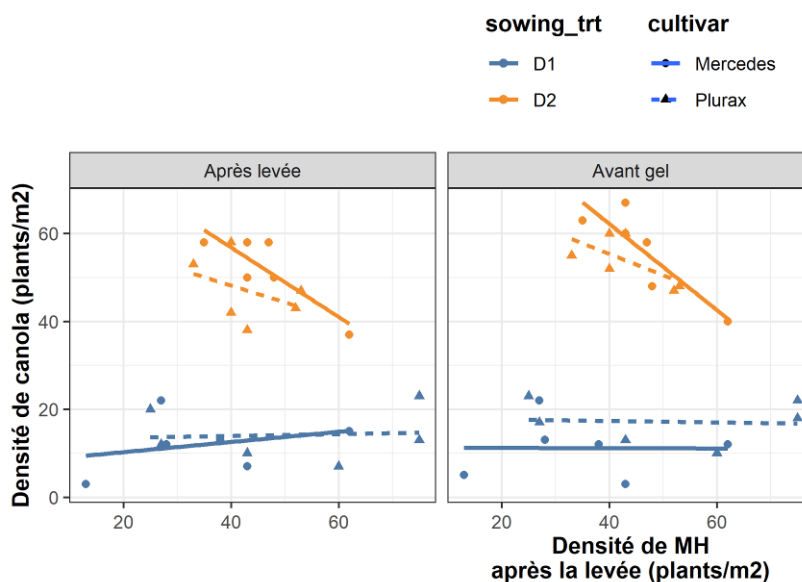
Certaines des espèces de MH présentes pourraient devenir problématiques pour l'implantation du canola. Le chiendent (*Elymus repens*) est une graminée vivace de climat frais, capable d'établir des colonies et causer des pertes de rendement importantes dans les grandes cultures. Pour son contrôle, il est important d'éviter la dispersion des fragments de rhizomes lors du travail du sol. L'établissement de la moutarde des champs (*Sinapsis arvensis*) ou de la moutarde des oiseaux (*Brassica rapa*), même si cette dernière n'a pas été observée dans le champ à l'essai, peut aussi être problématique. En effet, tout comme le canola, les moutardes appartiennent à la famille des Brassicaceae; leurs biologies sont donc très similaires et les méthodes de lutte s'avèrent plus complexes à mettre en place sans affecter aussi le canola.

Au Québec, des cas de transfert horizontal de gènes de résistance via le croisement entre une plante de canola génétiquement modifiée et une plante sauvage de moutarde des oiseaux ont été confirmés. Ce transfert de gènes a résulté en une moutarde des oiseaux résistante au glyphosate. Ces populations résistantes (hybrides) sont aussi connues dans les régions du Bas-Saint-Laurent et de la Chaudière-Appalaches<sup>7</sup>. Pour le moment, aucun cas de moutarde des oiseaux résistantes au glyphosate n'est connu dans la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean, mais il serait à propos de réaliser dans le futur une enquête pour déterminer si de telles populations existent. Cette enquête serait d'autant plus importante que la présence des gènes de résistance au glyphosate pourrait nuire à la commercialisation du canola certifié biologique. Ceci renforce donc l'intérêt d'étudier le potentiel d'utilisation du canola d'automne dans la région et d'évaluer la faisabilité et l'efficacité de désynchroniser sa floraison avec celle du canola conventionnel génétiquement modifiée.

<sup>7</sup> Marcoux, A.; et al. 2017. Confirmation de la résistance de la moutarde des oiseaux (*Brassica rapa* L.) au glyphosate. Réseau d'avertissement phytosanitaire. Bulletin d'information général No. 10, 3 octobre 2017. <https://www.agrireseau.net/rap/documents/96227/>

### Effet des mauvaises herbes sur la population de canola

La densité de population de MH semble avoir eu un effet négatif sur la densité de population du canola peu après la levée. En effet, lors de l'évaluation faite quatre semaines après la levée (3 et 17 septembre 2020; stade quatre feuilles ou BBCH 14), la densité de population de canola diminuait avec la densité croissante de MH pour la deuxième date de semis (D2), alors qu'elle n'a pas été affectée pour la première date de semis (**Figure 11**). Les mêmes résultats ont été observés pour l'évaluation faite juste avant le gel (15 octobre 2020; stade sept à neuf feuilles ou BBCH 17-19). Ceci peut s'expliquer par le fait que le dernier passage de cultivateur (faux-semis) a été réalisé juste avant la première date de semis. Les graines de MH qui auraient alors été remontées à la surface dans les parcelles de la deuxième date de semis auraient eu une dizaine de jours supplémentaires pour se développer avant que le canola ne soit semé. Les MH présentes au moment de la levée du canola d'automne semés à la deuxième date (D2) ont donc compétitionné de façon plus importante la culture et ce, même si la densité de peuplement du canola y a été plus élevée. Quant aux MH présentes dans le canola de la première date de semis, étant à un stade moins avancé, elles semblent donc avoir eu un impact négatif moindre.



**Figure 11.** Corrélation entre la densité de MH après la levée (plants/m<sup>2</sup>) et la densité de canola (plants/m<sup>2</sup>) après la levée (3 et 17 septembre 2020) et avant le gel (15 octobre 2020) pour deux variétés de canola d'automne (MERCEDES et PLURAX CL) semés à deux dates différentes (11 et 21 août 2020).

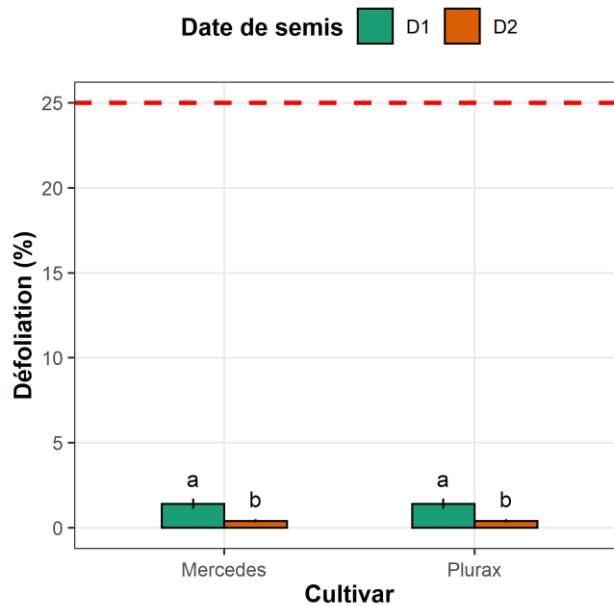
La période critique sans MH (*critical weed-free period*) pour le canola se retrouve entre la date de semis et le stade six feuilles. La forte présence de MH dans le champ pendant cette période critique, ainsi que la possibilité d'avoir une banque de semences de moutarde, laisse penser que la technique du faux-semis n'était pas la méthode de contrôle la plus adéquate.

Une analyse de la proportion du canola (par m<sup>2</sup>) en fonction de la date de semis, de la date d'observation, du cultivar et du nombre de MH (par m<sup>2</sup>) a également été réalisée. Cette analyse a montré que les variables significatives étaient la date de semis ( $\chi^2_{(1)} = -3,5$ ;  $p = 0,001$ ) et le nombre de MH ( $\chi^2_{(1)} = -7,3$ ;  $p < 0,001$ ). L'interaction entre la date de semis, la date d'observation et le nombre de MH a été marginalement non-significative ( $\chi^2_{(1)} = 2,0$ ;  $p = 0,053$ ). Ceci indique que le canola est

susceptible à la présence de MH et souligne l'importance de trouver une méthode efficace pour le contrôle des MH, particulièrement pendant la période critique (zéro à six feuilles). Dans les futures expériences, il serait à propos d'étudier l'influence des différentes espèces de MH sur l'établissement et l'émergence du canola d'automne.

#### *Dommages d'altises*

Le pourcentage de défoliation du canola dû aux altises quatre semaines après le semis (stade 4 feuilles) était très faible pour les deux cultivars et les deux dates de semis, soit bien en dessous du seuil d'intervention de 25 % (**Figure 12**). Le pourcentage de défoliation était tout de même significativement plus élevé pour la première date de semis (1,4 % contre 0,4 %;  $\chi^2_{(1)} = 29,17$ ;  $p < 0,001$ ).

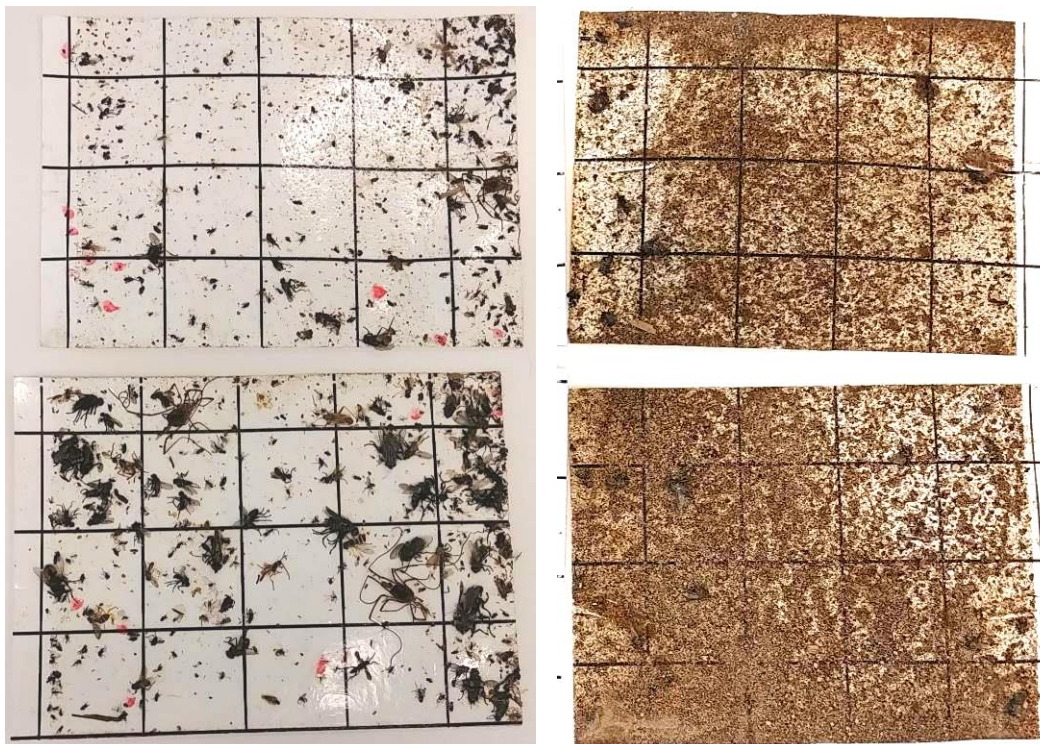


**Figure 12.** Pourcentage de défoliation moyen au stades 4 feuilles (quatre semaines après le semis) pour deux variétés de canola d'automne (MERCEDES et PLURAX CL) semés à deux dates différentes (11 et 21 août 2020). La ligne pointillée rouge représente le seuil d'intervention. Les barres avec des lettres en commun ne diffèrent pas significativement les unes des autres.

#### *Suivi des populations de cécidomyie du chou-fleur et des dommages*

Les populations de CCF adultes ont été suivies à l'aide de pièges à phéromone installés à l'automne 2020 à partir du stade cotylédons jusqu'au stade 6-7 feuilles (environ 30 jours), soit la période pendant laquelle le canola est le plus vulnérable aux dommages de CCF. Des CCF ont été piégées en faible quantité (2,1 CCF/piège/jour) lors de la première semaine, mais aucune n'a été capturée par la suite. La grande majorité des plaquettes collantes (5 sur 6) lors des dépistages suivants (3 au 18 septembre) présentaient une quantité importante de terre (**Figure 13**). Ceci a pu possiblement réduire leur efficacité, en plus de rendre difficile l'identification des insectes. La présence de terre sur les pièges s'explique par le fait qu'ils étaient placés près du sol pour être au niveau du haut des plants, ainsi que par les pluies abondantes du mois de septembre 2020.

À noter qu'aucune émergence de CCF n'a été observée sur les plants récoltés (BBCH 14 à 17), ce qui confirme que la pression de CCF était très faible dans le champ. Même si le canola était trop petit pour les CCF, l'absence d'émergence démontre que l'utilisation de canola d'automne permet de déjouer les dommages liés à la CCF.



**Figure 13.** Plaquettes collantes avec identification de CCF (à gauche) et celles avec présence de terre empêchant le décompte et l'identification de CCF (à droite) (Crédits photographiques : Sandrine Corriveau, CÉROM).

À la reprise de croissance au printemps 2021, les populations de CCF adultes ont été de nouveau suivies à l'aide de pièges à phéromone. Bien que les populations aient augmenté graduellement jusqu'à atteindre 44,6 CCF/piège/jour le 11 juin 2021, aucune CCF n'a été capturée au stade critique de l'élongation (**Tableau 3**). Les évaluations de dommages aux plants réalisés le 27 mai et le 5 juin n'ont d'ailleurs révélé aucun problème relié à la CCF.

**Tableau 3.** Nombre de cécidomyie du chou-fleur (CCF) capturées et stade de croissance du canola à chacun des relevés de pièges phéromone au printemps 2021.

Période de piégeage	Stade de culture	CCF/piège/jour
12 – 20 mai	Élongation, développement de l'inflorescence	0,0
20 – 27 mai	Floraison	2,1
27 mai – 04 juin	Siliques	10,7
04 – 11 juin	Siliques	44,6



### Autres ravageurs

Lors de la dernière évaluation du peuplement à l'automne 2020, des chenilles de piéride du chou (Lepidoptera : Pieridae) ont été observées dans les parcelles (**Figure 14**), bien qu'aucun dépistage systématique n'ait été fait. Il est probable que ces chenilles soient issues de papillons ayant migré dans l'essai de canola d'automne en fin de saison à partir de champs de Brassicaceae avoisinant (canola de printemps et/ou plantes maraîchères). Ces chenilles n'ont pas été problématiques à l'automne pour notre essai puisqu'elles étaient matures et sur le point de se transformer en chrysalide en vue de passer l'hiver.



**Figure 14.** Chenilles de piéride du chou observées dans l'essai de canola d'automne à Saint-Prime en 2020 (Crédits photographiques : Anne-Catherine Guay, GMA).

Aucune problématique n'a été relevée au printemps 2021 bien que quelques fleurs étaient avortées (**Figure 15**). Deux séries de 10 coups de filet-fauchoir ont été effectuées dans le champ pour vérifier la présence de punaises ternes (Hemiptera : Miridae), mais très peu ont été capturées (0,15 punaise/coup de filet-fauchoir). Il semblerait donc que la pression était trop faible pour causer des dommages aux plants de canola.



**Figure 15.** Fleurs avortées et punaise terne observées dans l'essai de canola d'automne à Saint-Prime en 2021 (Crédits photographiques : Gauche - Hélène Brassard, MAPAQ; Droite - Sébastien Boquel, CÉROM).

## **APPLICATIONS POSSIBLE POUR L'INDUSTRIE**

Les résultats de ce projet démontrent que le canola d'automne est capable d'éviter les dommages causés par les altises et la cécidomyie du chou-fleur au début de sa croissance. Les dommages d'altises étaient très faibles, et très peu de CCF ont été capturées lors des stades sensibles du canola.

Par ailleurs, le canola d'automne pourrait être une culture permettant le contrôle des MH en début de saison. En effet, une très forte mortalité hivernale des MH a été observée et les plants plus développés à la sortie de l'hiver pourraient faire compétition aux graines de MH en germination. Cependant, les MH présentes à la levée auraient un effet sur le peuplement de canola. Ceci souligne l'importance de bien les contrôler lors de l'implantation de la culture en vue de maximiser le potentiel de rendement de la culture.

Les résultats démontrent également que le canola d'automne a un bon potentiel de rentabilité et qu'il représente une culture intéressante à inclure dans une rotation. En effet, le taux de survie hivernale avoisinait en moyenne les 80 %. Bien que les rendements étaient plus faibles que ceux d'autres études, probablement à cause des faibles peuplements, ils soulignent néanmoins le potentiel de rendement de la culture.

Un important phénomène de compensation a été observée lorsque le canola d'automne a plus d'espace. Celui-ci compenserait une plus faible densité de population par une augmentation de la production de racèmes et de grains produits, mais le poids des grains en serait plus faible. Ceci laisse croire qu'une certaine mortalité hivernale pourrait être compensée par une production de racèmes. L'optimisation des dates et des doses semis est nécessaire en vue de maximiser le peuplement et favoriser la survie hivernale. Les faibles peuplements de canola d'automne obtenus aux deux dates de semis pourraient expliquer les plus faibles rendements observés.

En outre, il serait également intéressant de regarder si l'intégration de cette culture dans une rotation favorise la culture suivante, tel que rapporté par certaines études dans lesquelles une augmentation des rendements en blé d'automne a été observés lorsqu'il suivait le canola d'automne.

Finalement, des études supplémentaires dans un plus grand nombre de champs seraient nécessaires afin de confirmer l'ensemble des résultats. Le canola d'automne mériterait d'être aussi testé dans d'autres régions affectées par des problématiques de ravageurs ou de MH afin d'étudier son potentiel de survie et de rentabilité en vue d'élargir l'utilisation de cette culture encore marginale au Québec.

## **DIFFUSION DES RÉSULTATS**

Boquel S. (2021). Résultats de recherche et perspectives sur la cécidomyie du chou-fleur dans le canola. Présentation donnée lors de la réunion annuelle du groupe de travail sur les ravageurs du canola, Réunion virtuelle, 19 janvier 2021.

Boquel S. (2021). La recherche dans le canola n'est pas en reste. Rapport annuel 2020 du CÉROM. p.7.

## **POINT DE CONTACT POUR INFORMATION**

### **Sébastien Boquel, PhD.**

Centre de recherche sur les grains inc. (CÉROM)

740 chemin Trudeau

Saint-Mathieu-de-Beloeil, J3G 0E2

Tel : +1 (450) 464 - 2715 poste 249,

Courriel : Sebastien.Boquel@cerom.qc.ca

## **REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS**

Les auteurs remercient la ferme Taillon et fils et le Groupe multiconseil agricole du Saguenay-Lac-Saint-Jean pour leur participation et leur contribution à ce projet exploratoire.

Ce projet a été financé par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, dans le cadre du programme Prime-Vert.

