

6. Canola de printemps et d'automne

Le canola est un oléagineux cultivé en saison fraîche qui est bien adapté aux régions tempérées de l'Ontario. Les semis et la gestion du canola d'automne sont semblables à ceux du canola de printemps; les différences relatives à la gestion de ces céréales sont présentées ci-dessous.

Le canola fait partie de la famille des *Brassicaceae*, qui englobe le radis sauvage (cultivé en tant que culture couvre-sol), le rutabaga, la moutarde, le chou-fleur, le chou et le brocoli. Les cultivars de canola contiennent moins de 30 $\mu\text{mol/g}$ de glucosinolate et moins de 2 % d'acide érucique, et ont une teneur en huile moyenne de 40 à 45 %. En Ontario, on trouve les *Brassicaceae napus* (originaires d'Argentine), qui se distinguent des autres espèces par la forme de leurs feuilles supérieures. Le canola a des feuilles cireuses de couleur bleu-vert foncé aux lobes peu profonds, alors que les plants de moutarde ont des feuilles velues vert pâle aux lobes profonds.

Méthodes de travail du sol

Méthode traditionnelle

Bon nombre d'exploitations agricoles délaissent la méthode traditionnelle de travail du sol (c.-à-d. la charrue à socs et le chisel) au profit d'autres méthodes qui perturbent moins le sol et laissent beaucoup de résidus dans les champs. Certains producteurs préfèrent travailler le sol en majeure partie à l'automne dans des sols argileux ou des loams argileux, afin de pouvoir créer un bon lit de semence au printemps. Cependant, au printemps, il faut limiter le travail superficiel du sol au strict minimum afin de préserver l'humidité du sol, d'éviter l'encroûtement et de réduire les risques d'érosion importante à la suite de fortes averses printanières. Un lit de semence à texture granulaire qui a de bons agrégats et fournit un bon contact entre la semence et le sol est préférable à un lit de semence à texture fine.

Travail réduit du sol et semis direct

Quand on utilise la méthode de travail réduit du sol et le semis direct, le canola peut donner de très bons résultats, à condition que le semoir puisse placer les

graines sous les résidus et bien en contact avec le sol. L'efficacité du semis direct repose sur la bonne gestion des résidus présents à la récolte dans l'année précédant la culture du canola. Si les résidus de culture (paille et paillette) ne sont pas étalés uniformément, le semoir pourrait mal placer les graines, et les plantules auront alors du mal à pousser à travers la couche de résidus. Soulignons aussi que les résidus mal étalés constituent un habitat idéal pour les limaces. Il n'est donc pas recommandé de semer le canola par semis direct dans des résidus de céréales à cause des risques de destruction du peuplement par les limaces. Certains outils de travail du sol déplacent les résidus, perturbent l'habitat des limaces et répartissent uniformément la paille et la paillette, ce qui facilite la mise en place des semences. Les roues tasseuses du semoir pour semis direct doivent placer fermement la semence au fond d'une raie peu profonde, assurant ainsi un bon contact entre la semence et le sol. Il est possible de semer par semis direct dans la plupart des types de résidus, y compris les tiges de maïs, si le matériel utilisé s'y prête bien et est correctement ajusté.

Sélection du site et rotation des cultures

Le canola pousse de façon optimale dans les sols bien drainés qui ont un pH d'au moins 5,5. Les champs dont le drainage et le pH varient donnent des densités de peuplement et des rendements inégaux. Dans les sols qui retiennent peu l'humidité, les céréales de printemps résistent mieux à la sécheresse que le canola de printemps.

Le canola d'automne a besoin d'un meilleur drainage que le blé d'automne et doit par conséquent être cultivé dans des sols bien drainés. Il tolère généralement bien le gel, mais quand il est cultivé dans des sols lourds ou mal drainés, il peut avoir de la difficulté à survivre à l'hiver, notamment en raison d'un déchaussement des racines, de problèmes de pourriture des racines et de dommages liés à l'accumulation de glace.

La rotation des cultures est un excellent moyen de réduire la progression des maladies et infestations d'insectes. On recommande de laisser trois ou quatre ans entre chaque culture de canola. Les longues rotations comprenant des cultures ne servant pas

d'hôtes à la *Sclerotinia* (pourriture à sclérotés), à la jambe noire et à la cécidomyie du chou-fleur contribueront à diminuer la présence de ces ravageurs dans les champs de canola. Pour limiter la propagation de la cécidomyie du chou-fleur, il faut aussi exclure de la rotation tous les crucifères adventices, notamment la moutarde, la bourse-à-pasteur, la lépidie des champs, le tabouret des champs, la barbarée vulgaire et le radis. Toutefois, tout champ de canola à proximité peut favoriser la prolifération de cet insecte.

La rotation joue également un rôle important dans la protection contre l'effet rémanent des herbicides, le canola étant particulièrement sensible à plusieurs produits du groupe 2. La rémanence des herbicides est plus élevée dans les sols pauvres en matière organique, très secs et ayant un pH élevé ou faible, car les herbicides s'y décomposent moins bien. Pour connaître les précautions à prendre relativement à la rémanence de chaque herbicide, consulter le tableau 4-4, *Restrictions (rotation des cultures et pH du sol) – Grandes cultures*, de la publication 75F du MAAARO.

Il ne faut pas cultiver le canola d'automne à moins de cinq kilomètres d'une plantation de rutabagas, car ces deux cultures servent d'hôtes au virus de la mosaïque du navet. Cette maladie occasionne des pertes importantes dans les cultures de rutabagas.

Dans la rotation, on ne doit pas cultiver de maïs après le canola en raison du risque de carence en phosphore. Les racines du maïs s'associent étroitement aux mycorhizes à vésicules et arbuscules, des champignons dans le sol qui facilitent l'absorption du phosphore. Après une culture de canola, la colonisation des racines des plantules de maïs par ces organismes est réduite, ce qui fait augmenter les risques de carence en phosphore.

Le canola peut être utilisé de différentes façons dans une rotation des cultures. On le récolte suffisamment tôt pour pouvoir planter à temps le blé d'automne. Beaucoup de producteurs signalent d'ailleurs que le blé d'automne donne un rendement optimal quand il suit le canola dans la rotation. Mentionnons qu'après une récolte de canola, il y aura probablement beaucoup de repousses. Même si la plupart d'entre elles ne survivront pas à l'hiver, il faut éliminer ces pousses au début du printemps, avant qu'elles se développent et deviennent difficiles à gérer.

Choix des cultivars

Le rendement et les caractéristiques des cultivars mis à l'essai par l'Ontario Soybean and Canola Committee sont présentés au www.gosoy.ca. Il est important de choisir des cultivars de qualité supérieure qui ont donné des rendements stables à divers endroits et pendant plusieurs années.

En plus du rendement, il faut prendre en compte les caractéristiques suivantes :

- Résistance à la verse;
- Herbicides employés (p. ex. LibertyLink, Roundup Ready, Pursuit);
- Résistance aux maladies (p. ex. jambe noire, pourriture à sclérotés);
- Faible pourcentage de graines vertes et brunes;
- Tolérance à l'égrenage.

Tous les cultivars de canola actuellement utilisés en Ontario sont des *Brassicae napus* et ont une bonne résistance à la jambe noire, bien que ce caractère soit variable selon les cultivars. Quand la semence a été importée, un certificat phytosanitaire établit qu'elle est exempte de jambe noire, une maladie grave qui peut être transmise par les semences ou le sol. Certaines entreprises ont également réussi à créer des cultivars plus résistants à la *Sclerotinia*.

La majorité des cultivars de canola en Ontario sont tolérants au glufosinate (Liberty) ou au glyphosate et sont génétiquement modifiés. Certains tolèrent en outre les imidazolinones, l'ingrédient actif d'herbicides comme Pursuit; ils ont été créés par la sélection de mutations naturelles de cultivars traditionnels.

Il faut choisir des cultivars dont les gènes assurent un faible pourcentage de graines vertes et brunes. C'est la durée de la saison de croissance et les stress d'origine météorologique pendant le remplissage des gousses qui ont le plus d'influence sur la couleur de la graine, mais celle-ci est également déterminée génétiquement. Si l'intérieur des graines écrasées est vert ou brun (au lieu de jaune pâle, la couleur normale), la qualité de l'huile et ultimement la valeur marchande du canola s'en trouveront réduites; la présence de graines vertes et brunes peut donc entraîner le déclassement ou le refus d'un chargement de canola.

Semis

L'établissement du peuplement est l'une des principales difficultés avec la culture du canola. Un mauvais établissement découle souvent d'une mauvaise préparation des lits de semence, de la sécheresse du sol ou de son encroûtement. Lorsqu'on sème du canola, il faut surtout s'efforcer de réduire le stress au début de la saison de croissance : le potentiel de rendement de cette culture dépend en effet des conditions présentes dans les 24 jours suivant les semis. Comme le canola a des semences plus petites que la plupart des autres cultures et que les réserves alimentaires des graines sont limitées, les plants doivent passer rapidement de la germination à la levée pour que le peuplement soit adéquat. Les conditions qui ralentissent la levée du canola influent grandement sur la densité des peuplements et, au bout du compte, sur le rendement de la culture.

Qualité des semences

Il faut vérifier si les semences sont de bonne qualité. Le pouvoir germinatif est le principal critère de qualité utilisé pour l'évaluation des lots de semences, et les semences certifiées doivent respecter des normes de pureté et de germination. Les normes de germination visent la capacité de production de plantules normales dans des conditions favorables (humidité de 95 à 100 % et température de 25 °C). Les sources de stress présentes dans les champs après les semis ont souvent pour effet de faire diminuer le taux de levée des plantules comparativement à ce que l'on obtient en laboratoire. Certains fournisseurs de semences évaluent la vigueur des semences, soit le potentiel de levée et de croissance rapides et uniformes des plantules dans des conditions sous-optimales. On doit choisir des semences ayant subi un test de pouvoir germinatif ou de vigueur dans les trois ou quatre mois précédant les semis. Il est recommandé de conserver les étiquettes et un échantillon des semences après la plantation au cas où des problèmes se présenteraient. Une semence de canola certifiée n° 1 a un pouvoir germinatif de 90 % ou plus, et une semence certifiée n° 2, de 80 à 90 %.

Traitement des semences

Les semences certifiées sont traitées avec un fongicide et un insecticide. Le fongicide prévient les maladies transmises par les semences et celles qui sont transmises par le sol en début de saison, notamment la jambe noire, la pourriture des semences, la fonte des semis et la brûlure des plantules. Il faut traiter les semences avec un insecticide pour lutter contre les populations

faibles à modérées d'altises, qui se nourrissent des plantules. Les mesures de lutte peuvent être inefficaces quand la population de ce ravageur est élevée, ou si le canola tarde à croître; il est donc essentiel de faire du dépistage pour surveiller l'efficacité des mesures de lutte et toujours avoir une longueur d'avance sur ce ravageur. Voir le chapitre 15, *Insectes et animaux nuisibles aux grandes cultures*, pour en savoir plus sur l'altise. Il est recommandé de traiter les semences avec un insecticide qui tue le ver-gris dans les régions culturales où ce ravageur est courant.

Plantation de canola d'automne

Il faut semer le canola d'automne de manière à ce que les plants puissent former de quatre à six feuilles et un système racinaire adéquat (1,25 cm ou 0,5 po de diamètre) avant l'hiver. Une bonne croissance à l'automne réduira les risques de déchaussement par le gel et de dessèchement au printemps. On doit semer le canola d'automne entre le 15 et le 30 août, ou entre le 20 août et le 10 septembre dans le Sud-Ouest de l'Ontario. Après ces dates, les risques de destruction hivernale sont beaucoup plus élevés. Si le canola est planté trop tôt et produit des graines à l'automne, il ne survivra pas à l'hiver. À l'automne, il peut arriver que la forte concurrence exercée par les mauvaises herbes et les repousses de céréales stimule la croissance du canola et augmente ainsi les risques de destruction hivernale.

Lorsque du temps sec suit les semis faits en août, la levée peut être retardée. On doit préparer le lit de semence en travaillant le sol le moins possible pour préserver l'humidité, et tasser le sol après les semis pour assurer un bon contact entre la semence et le sol.

Quand le canola d'automne succède à une culture de céréales, on conseille de travailler un peu les résidus avant les semis pour réduire les risques inhérents aux limaces, qui peuvent poser problème certaines années. Il faut récolter les céréales avec soin pour diminuer la formation de grandes mottes de paille, et il est important d'étaler la paillette et la paille uniformément pour que les semis soient efficaces. Les coutres et les ouvre-sillons à disque doivent bien couper les résidus pour assurer une bonne mise en place des semences et un bon contact entre la semence et le sol.

Plantation de canola de printemps

Il faut semer aussitôt que l'état du sol le permet. Le canola peut germer et croître dans des sols à 2 °C, mais la température idéale pour une levée rapide est

de 10 °C. La basse température du sol sur une longue période nuit à l'embryon des graines. Au bout du compte, pour les semis, on doit se fonder sur l'état du sol et les prévisions météorologiques, mais il est raisonnable de viser une température de 5 °C ou plus. À 6 °C, tous les plants lèvent en huit jours ou moins. Lorsque les plantules sortent de terre, le point végétatif est exposé entre les cotylédons (feuilles séminales). Les plantules de canola sont considérablement résistantes au gel (-5 à -8 °C) quand elles ont eu le temps de s'acclimater après plusieurs jours de froid. Par contre, les plantules de canola qui poussent par temps chaud, et qui sont donc plus molles, peuvent être tuées par des températures de quelques degrés à peine sous le point de congélation. Lorsque les semis sont effectués très tôt, le fait d'accroître les taux de semis de 5 à 10 % contribuera à compenser la lenteur de la levée et la hausse de la mortalité des plantules.

Quand le canola est planté au début du mois d'avril, il risque davantage d'être tué par des maladies des plantules, l'encroûtement du sol et l'altise. Le canola semé à une date précoce risque aussi davantage d'être envahi par le charançon de la graine du chou aux stades de la floraison et du début de la formation des gousses. Il faut être prêt à éliminer les populations d'altises si le canola tarde à passer le stade où il cesse d'être vulnérable à ce ravageur (c.-à-d. stade de 4 feuilles vraies). On doit semer le canola avant le début du mois de mai pour réduire le risque de dommages causés par la cécidomyie du chou-fleur. Consulter le chapitre 15, *Insectes et animaux nuisibles aux grandes cultures*, pour obtenir de plus amples renseignements sur ce ravageur. La photo 6-1 montre un plant de canola rabougri et déformé à cause d'une infestation de cécidomyie du chou-fleur.

Si les semis sont retardés, il est essentiel de préserver l'humidité du sol et de semer dans la terre humide pour assurer une levée rapide et uniforme. Les petites plantules de canola semées à une faible profondeur meurent facilement quand elles manquent d'humidité. Lorsque le canola est planté tard, il risque considérablement d'être endommagé par la cécidomyie du chou-fleur dans les zones où ce ravageur sévit.

On ne doit semer le canola à la volée que s'il est impossible d'utiliser un semoir à céréales. Cette pratique peut être efficace quand les semis sont faits tôt et qu'une teneur en eau adéquate se maintient tout au long des stades de germination et de levée. Quelques producteurs sèment le canola à la volée avec un engrais sur un lit de semence préparé. Cette

méthode a l'avantage de permettre des semis précoces, une économie de temps et une réduction des coûts, d'où un potentiel de rendement supérieur. Son principal inconvénient est le manque d'uniformité de la profondeur et de l'étalement des semis. Il faut souvent utiliser un taux de semis plus élevé (de 10 à 15 %) quand on applique les semences à la volée au lieu de les enfouir. Les dommages causés par le gel constituent aussi un risque lié aux semis précoces. Une bonne préparation du lit de semence avant le semis à la volée, suivie d'un hersage ou d'un tassage, contribue à assurer la régularité de la profondeur de semis et un bon contact entre la semence et le sol. Les semis effectués à la volée peuvent donner des peuplements inégaux durant les années sèches.

Conditions de semis

Le lit de semence doit être de niveau, ferme, friable, et humide jusqu'à 2,5 cm (1 po) de profondeur dans le sol. Un lit de semence ferme contribue à préserver l'humidité près de la surface et favorise l'uniformité de la profondeur et de la levée du semis. Un sol à la surface friable couvert à au moins 30 % de résidus n'est pas sujet à l'encroûtement après des épisodes de pluie battante et permet donc la levée des petites graines de canola. Ce point est essentiel parce qu'il n'est pas possible de remédier à l'encroûtement après son apparition. La croûte peut casser l'hypocotyle (tige de la plantule) qui soutient les cotylédons au-dessus de la surface du sol.



Photo 6-1 – Une infestation de cécidomyie du chou-fleur à la montaison rend les plants de canola rabougris et déformés

Taux de semis

Il faut ajuster le taux de semis en fonction du taux de levée prévu dans un champ donné en se fondant sur divers facteurs comme le type de sol, les conditions météorologiques, le semoir et la date de semis. Un peuplement optimal correspond à 75 à 130 plants sains par mètre carré (7 à 13 par pied carré), et il faut une densité d'au moins 54 plants par mètre carré (5 par pied carré) pour maintenir le potentiel de rendement. Dans des rangs écartés de 19 cm (7,5 po), cela équivaut à 14 à 25 plants par mètre (4,5 à 6 par pied) de rang. Le taux de semis moyen pour le canola est de 5 à 6,2 kg/ha (4,5 à 5,5 lb/ac). Pour déterminer le taux de semis qui donnera un peuplement optimal, il faut tenir compte de la taille des semences, du pouvoir germinatif ou de la vigueur indiqués sur l'étiquette des semences, et du pourcentage de levée prévu dans le champ concerné.

La taille des semences de canola varie considérablement d'un cultivar à l'autre, mais elle n'a pas d'incidence sur le pourcentage de levée ou les rendements. On doit calculer le taux de semis cible en kg/ha (ou en lb/ac) en se fondant sur le poids en grammes de 1 000 graines et le pourcentage de germination, tous deux indiqués sur l'étiquette des semences, ainsi que sur le pourcentage de levée prévu dans le champ en question. Voir le calcul dans l'encadré *Exemple de taux de semis*.

Le tableau 6-1, *Taux de semis du canola*, présente le taux de semis cible pour deux pourcentages de levée prévus (75 % et 60 %). Si on s'attend à une levée de seulement 60 %, il faudra utiliser une plus grande quantité de semences pour obtenir un peuplement adéquat. Au tableau 6-1, le peuplement visé est de 75 plants par mètre carré (7 par pied carré), et le taux de survie des plantules correspond au taux de germination (90 %) multiplié par le pourcentage de levée prévu (75 % ou 60 %). On doit employer un taux de semis supérieur à celui indiqué si on souhaite obtenir un peuplement de plus de 75 plants par mètre carré.

Le tableau 6-1 montre en outre la quantité de graines (en grammes) qui doivent être semées par ouvre-sillon pour chacun des taux de semis (pourcentage de levée prévue de 75 % ou 60 %). Il faudra davantage de semences pour obtenir le peuplement approprié si le pourcentage de levée est de seulement 60 %.

Exemple de taux de semis

On peut calculer le taux de semis à partir du poids en grammes de 1 000 graines, qui est indiqué sur l'étiquette des semences, avec la formule suivante :

Système métrique

Taux de semis (kg/ha)
 = (densité de peuplement désirée par m² x poids en grammes de 1 000 graines ÷ taux de survie des plantules) ÷ 100

Système impérial

Taux de semis (lb/ac)
 = (densité de peuplement désirée par pi² x poids en grammes de 1 000 graines ÷ taux de survie des plantules) ÷ 10,4

Taux de survie des plantules (peuplement final)
 = % de germination (sur l'étiquette des semences) x % de levée prévu

Exemple de calcul

Poids de 5 g pour 1 000 graines, semences n° 1 ayant un taux de germination garanti de 90 % et pourcentage de levée prévu de 75 %

Taux de survie des plantules
 = 0,9 x 0,75
 = 0,675

Taux de semis (kg/ha)
 = 75 plants/m² x 5 g ÷ 0,675 ÷ 100
 = 5,6 kg/ha

Taux de semis (lb/ac)
 = 7 plants/pi² x 5 g ÷ 0,675 ÷ 10,4
 = 5,0 lb/ac

Tableau 6-1 – Taux de semis du canola

Poids de 1 000 graines	Taux de semis cible		Quantité de graines semées par l'ouvre-sillon pour chaque tranche de 30,5 m (100 pi) sur un rang de 19,5 cm (7,5 po)	
	Pourcentage de levée de 75 % 22 plants/m de rang (6,7 graines/pi de rang)	Pourcentage de levée de 60 % 27 plants/m de rang (8,2 graines/pi de rang)	Pourcentage de levée de 75 %	Pourcentage de levée de 60 %
2,5 g	2,8 kg/ha (2,5 lb/ac)	3,5 kg/ha (3,2 lb/ac)	1,7 g	2,0 g
3 g	3,3 kg/ha (3,0 lb/ac)	4,2 kg/ha (3,8 lb/ac)	2,0 g	2,5 g
3,5 g	3,9 kg/ha (3,5 lb/ac)	4,9 kg/ha (4,4 lb/ac)	2,3 g	2,9 g
4 g	4,4 kg/ha (4,0 lb/ac)	5,6 kg/ha (5,0 lb/ac)	2,7 g	3,3 g
4,5 g	5,0 kg/ha (4,5 lb/ac)	6,2 kg/ha (5,6 lb/ac)	3,0 g	3,7 g
5 g	5,6 kg/ha (5,0 lb/ac)	6,9 kg/ha (6,2 lb/ac)	3,3 g	4,1 g
5,5 g	6,1 kg/ha (5,5 lb/ac)	7,6 kg/ha (6,8 lb/ac)	3,7 g	4,5 g
6 g	6,7 kg/ha (6,0 lb/ac)	8,3 kg/ha (7,5 lb/ac)	4,0 g	4,9 g
6,5 g	7,2 kg/ha (6,5 lb/ac)	9,0 kg/ha (8,1 lb/ac)	4,4 g	5,3 g

100 kg/ha = 90 lb/ac

Vérification du calibrage d'un semoir traditionnel

Une fois le bon taux de semis établi, on doit vérifier le calibrage du matériel comme suit :

- Mesurer une distance de 30,5 m (100 pi). On peut aussi monter l'extrémité de la roue du semoir côté conducteur et tourner la roue jusqu'à ce que l'on obtienne l'équivalent d'une distance de 30,5 m.
- Recueillir les semences de différents ouvre-sillons sur cette distance. Il faut vérifier plusieurs ouvre-sillons du semoir pour s'assurer que chaque buse fonctionne comme il se doit. Quand on ne sait pas comment calibrer au départ les ouvertures des logettes à semences, on peut commencer par une largeur de trois pièces de dix cents. On pèse ensuite les semences recueillies.
- Voir le tableau 6-1, *Taux de semis du canola*, pour connaître le bon poids en grammes des graines associé à un pourcentage de levée de 60 % ou 75 % dans des rangs écartés de 19,5 cm (7,5 po).

- Pour d'autres distances d'écartement des rangs, employer la formule suivante :

Taux de semis (kg/ha) =

$$\frac{\text{Superficie (100 m}^2\text{/ha)} \times \text{poids des semences recueillies (kg)}}{\text{Largeur couverte par les buses du semoir (m)} \times \text{longueur de la bande mesurée (m)}}$$

Taux de semis (lb/ac) =

$$\frac{\text{Superficie (43 560 pi}^2\text{/ac)} \times \text{poids des semences recueillies (lb)}}{\text{Largeur couverte par les buses du semoir (pi)} \times \text{longueur de la bande mesurée (pi)}}$$

- Prendre en note le taux de semis et les réglages du semoir en prévision de l'année suivante.

Le taux de levée et de survie des plantules variera en fonction de la date et de la profondeur des semis, du type de sol et des maladies des plantules. Selon une étude menée dans les champs de canola de l'Ouest du Canada, à peine 40 à 60 % des graines plantées produisent habituellement des plantules viables. De même, en Ontario, on estime qu'un pourcentage de levée de 75 % est raisonnable dans de bonnes conditions, mais que si les conditions sont plus mauvaises que la moyenne, un taux de 60 % constitue une base de référence raisonnable pour le calcul du taux de semis. Il faut utiliser le taux de semis se situant dans la fourchette supérieure recommandée dans les champs sujets à l'encroûtement, ou quand les semis se font par temps frais ou très tardivement.

Une hausse du taux de semis peut faire augmenter la levée et la densité du peuplement, mais n'améliorera pas forcément le rendement final. Le canola est considéré comme une plante « plastique », dans le sens qu'elle s'adapte à son environnement et arrive à compenser de fortes variations de son peuplement sans que le rendement final en souffre grandement. Dans des peuplements denses, les plants de canola produiront moins de branches. Un peuplement dense peut être plus uniforme en ce qui a trait à la formation et à la maturation des gousses, alors que des peuplements clairsemés, comportant plus de branches, auront une période de floraison plus longue et prendront plus de temps pour parvenir à maturité. Parfois les peuplements denses ont des tiges plus minces et versent davantage, mais ils concurrencent mieux les mauvaises herbes et peuvent être préférables quand on prévoit de grands dommages causés par l'altise. Les peuplements clairsemés pourraient ne pas donner des rendements adéquats si le taux d'humidité est faible.

Étoffement des semences

Avec certains vieux semoirs traditionnels, il peut être difficile de respecter les taux de semis visés pour le canola. On doit calibrer l'appareil avant de se rendre au champ et vérifier que les ouvertures des logettes à semences ont toutes le même réglage. On peut utiliser des roues dentées fonctionnant à basse vitesse ou des agents d'étoffement des semences avec des semoirs traditionnels

pour ajuster le taux de semis. Il est possible d'améliorer la précision du taux de semis en étoffant les semences avec du soufre élémentaire en granules, du phosphate monoammonique, de l'engrais MicroEssentials SZ (soufre et zinc) ou des épis de maïs moulus. On ne doit pas employer d'autres engrais avec les semences de canola parce que la toxicité du sel risquerait de faire diminuer le taux de germination et de levée.

Profondeur de semis

Quand on plante une culture, on souhaite une levée rapide et uniforme. La profondeur de semis a une grande incidence sur la vigueur des plantules. Il faut semer à une profondeur de 1,25 à 2,5 cm (0,5 à 1 po) si le taux d'humidité est adéquat, ou plus profondément au besoin, pour que les graines se trouvent sous 0,6 cm (0,25 po) de terre humide. On ne doit pas dépasser une profondeur de 4 cm (1,5 po), sans quoi la levée peut baisser de 50 à 60 % par rapport à la profondeur optimale. Des semis faits dans de la terre humide favorisent une levée et une croissance uniformes, ce qui facilitera la détermination du calendrier des mesures de lutte contre les mauvaises herbes, d'épandage de pesticides et de récolte. Si le sol est sec au moment des semis ou dans la semaine suivante, il est possible que la mortalité des plantules augmente beaucoup.

Il faut vérifier comment les ouvre-sillons placent les semences à différentes profondeurs. Sur certains semoirs, si les disques sont réglés à une profondeur de 2,5 cm (1 po), les graines seront seulement déposées à la surface. Pour surmonter ce problème, on doit régler le sabot à son plus bas sur le disque, et ajuster la profondeur des ouvre-sillons. Des roues plumbeuses installées sur le semoir permettent de placer les semences uniformément au fond de la raie. Le rebond du semoir peut poser davantage de difficultés à des vitesses supérieures à 8 km/h. Si le canola est semé à l'aide d'une trémie de semoir à graminées, il faut orienter les tubes à semences derrière les ouvre-sillons et devant les roues plumbeuses. La photo 6-2 montre la levée d'une plantule de canola qui a été semé à une profondeur de 2,5 cm (1 po).



Photo 6-2 – Levée d'une plantule de canola qui a été semé à une profondeur de 2,5 cm (1 po)

Tassage

C'est en fonction de l'état du sol qu'on détermine s'il faut tasser ou non le lit de semence avant ou après les semis. Le tassage avant les semis peut avoir pour effet de niveler et de raffermir le lit de semence, ce qui permet de mieux contrôler la profondeur de semis et de réduire les pertes d'humidité du sol. Le tassage après les semis, quant à lui, peut améliorer la levée et le rendement si le sol a tendance à s'assécher avant que les plants sortent de terre. Cependant, si le matériel de semis a rendu le rang inégal, cette opération peut avoir pour effet d'enfouir les graines plus profondément et augmenter les risques d'encroûtement à la suite d'épisodes de pluie battante.

Évaluation des peuplements de canola et décisions concernant la reprise des semis

Un peuplement optimal est de 75 à 130 plants par mètre carré (7 à 13 par pied carré). Pour évaluer l'efficacité des semis, on doit vérifier le peuplement du champ environ trois semaines après la plantation, ce qui peut se faire au moyen d'un cerceau. Voir l'annexe K, *Détermination de la densité de peuplement de la culture et des populations d'ennemis à l'aide d'un cadre*. Il faut vérifier les peuplements dans plusieurs sections du champ.

De façon générale, dans les champs clairsemés, les plants de canola se ramifient beaucoup pour compenser la faible densité de peuplement, de sorte que celle-ci a peu de répercussions sur les rendements. Un peuplement de 20 à 40 plants sains par mètre carré (2 à 4 par pied carré) peut produire un rendement viable correspondant à environ 90 % d'un peuplement optimal. Des peuplements clairsemés mais uniformes donneront un meilleur rendement que ceux non uniformes; néanmoins, il est possible qu'ils atteignent la maturité un peu tardivement. Un potentiel de rendement de 90 % est souvent plus avantageux qu'une reprise des semis, laquelle se traduit par une hausse des coûts et des semis tardifs.

Avant de prendre une décision, il faut évaluer la santé et la densité du peuplement restant. Il est facile de surestimer la portée des dégâts et de sous-estimer la capacité de rétablissement des plantules. Si les peuplements ont une densité inférieure à 40 plants sains par mètre carré (4 par pied carré) avant le stade 4 feuilles, on doit tenir compte de la proportion du champ touchée, de l'uniformité du peuplement, de l'humidité du sol, de la pression exercée par les mauvaises herbes et l'altise, et des coûts et de la date de reprise des semis. Il faut évaluer la santé des racines en gardant à l'esprit que les traitements fongicides permettent de lutter contre la brûlure des plantules pendant deux à trois semaines. Une mauvaise condition des racines se manifeste notamment par une décoloration brune de la racine pivotante et un pincement de la tige près de la surface du sol.

Croissance de la culture

La croissance du canola dépend du nombre de degrés-jours de croissance (DJ) et de l'ensoleillement. Il pousse mieux à des températures situées entre 10 et 30 °C, particulièrement de 18 à 25 °C. La culture fleurit en moyenne 45 à 50 jours (582 à 666 DJ) après la levée et parvient à maturité en 90 à 96 jours. Les régions du Nord, comme New Liskeard, reçoivent moins de degrés-jours de croissance, mais ce désavantage est partiellement compensé par le plus grand nombre d'heures d'ensoleillement. L'atteinte de la maturité dans les régions du Nord prend en moyenne de 10 à 14 jours de plus que dans l'Ouest de l'Ontario. Voir à ce sujet le tableau 6-2, *Nombre approximatif de degrés-jours de croissance requis pour que le canola de printemps atteigne divers stades de développement*.

Les écarts de maturité entre les cultivars sont généralement de moins de sept jours. Quand on retarde les semis de canola, les plants s'adaptent en passant plus rapidement par les différents stades végétatifs grâce aux températures plus élevées habituellement présentes à cette période. Règle générale, le report des semis d'une semaine retarde la maturation de trois jours. Une température élevée (c.-à-d. de plus de 28 °C) au moment de la floraison peut faire avorter les fleurs et les gousses et nuire considérablement au rendement. Le stress causé par la sécheresse et la chaleur a pour effet d'accélérer la maturation.

Système racinaire

Le canola a une grande racine pivotante qui peut s'enfoncer jusqu'à 1,5 m (4,9 pi) dans le sol dans des conditions de croissance favorables, mais il est incapable de pénétrer une croûte et est vulnérable au compactage du sol. Environ 70 % de son système racinaire se trouve dans les premiers 15 cm (6 po) sous la surface du sol. Une croissance racinaire précoce améliore grandement les rendements finaux. Si, pendant les premiers stades végétatifs, la couche arable est humide mais que le sous-sol est sec, le système racinaire sera peu profond. Les racines du canola ne poussent pas en vue de chercher de l'eau ou des éléments nutritifs; elles se contentent d'intercepter ce qui est à leur portée. La compaction du sol, la concurrence exercée par les mauvaises

herbes et la sécheresse peuvent limiter la croissance racinaire; ainsi, le rendement potentiel du canola dépendra d'averses opportunes pendant la floraison et le remplissage des gousses. La croissance racinaire atteint son apogée à la floraison.

Croissance des plants

La germination du canola est semblable à celle des autres dicotylédones : les plants lèvent généralement de 4 à 15 jours après les semis, selon l'état du sol et les conditions météorologiques. La petite graine du canola n'alimente la croissance que pendant environ sept jours avant que les plants utilisent des éléments nutritifs provenant du sol ou de la photosynthèse. La mortalité des plantules peut être élevée si la levée n'est pas rapide et uniforme. À leur sortie du sol, les plantules ont des racines de 3 à 5 cm (1,2 à 2 po) de long. La première feuille vraie apparaît 4 à 8 jours après la levée. La photo 6-3 montre une plantule de canola au premier stade foliaire : elle arbore ses premières feuilles vraies et deux cotylédons. Le point végétatif du canola se trouve entre les cotylédons (feuilles séminales) et est vulnérable aux dommages causés par le gel, l'altise et la grêle. Le développement foliaire influe directement sur la vitesse de croissance et le rendement final. Le canola est généralement plutôt lent à atteindre le stade 4 feuilles, et c'est pourquoi il combat mal les mauvaises herbes.

Tableau 6-2 – Nombre approximatif de degrés-jours de croissance requis pour que le canola de printemps atteigne divers stades de développement

Légende : Les chiffres décimaux indiquent le nombre de feuilles.		
Stade de croissance (code décimal)	Description	Degrés-jours de croissance¹ (base de référence : 0 °C)
0 à 1,0	Levée	152 à 186
1,0	Ouverture des cotylédons	
1,1 à 1,2	Stade de 1 à 2 feuilles	282 à 324
1,4 à 1,6	Stade de 4 à 6 feuilles	
2,0 à 2,2	Montaison – Allongement de l'entre-nœud	411 à 463
3,0 à 3,9	Formation des bourgeons	
4,0 à 4,9	Floraison – 20 % des bourgeons du racème principal sont en fleur ou ont déjà fleuri	582 à 666
5,1 à 5,9	Formation des gousses	
6,0 à 7,9	Formation des graines	759 à 852
8,1 à 8,4	Mûrissement et maturité ² Andainage	
		855 à 1 400
		1 432 à 1 557

¹ Adaptation de résultats de recherches d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, de Scott et de Swift Current.

² Au début de la maturation des graines, lorsque 10 % d'entre elles changent de couleur.



Photo 6-3 – Plantule de canola au premier stade foliaire

Le canola peut former six feuilles cireuses sans poils sous forme de rosette avant le début de l'élongation de la tige. Les jeunes feuilles poussent au centre de la rosette. Quand le plant forme et maintient une surface foliaire en hauteur, il donne de meilleurs rendements. Le canola d'automne, dans son cas, doit atteindre le stade de la rosette avant l'hiver. Les feuilles à l'extrémité de la rosette pourraient ne pas survivre à l'hiver, mais les plants, eux, demeureront viables si leur collet n'est pas endommagé et s'ils ne sont pas soulevés hors du sol.

Pour le canola de printemps et d'automne, l'allongement des jours et l'augmentation des températures au printemps déclenchent la formation de bourgeons au centre de la rosette et la « montée » rapide de la tige. Trois à cinq branches secondaires pousseront à partir de l'aisselle des feuilles le long de la tige principale, laquelle atteindra sa longueur maximale sensiblement en même temps que le pic de la floraison. Lorsque la densité du peuplement est faible, le canola développe une tige principale plus épaisse et se ramifie davantage. En raison de cette ramification accrue, les plants fleurissent durant une plus longue période et prennent davantage de temps à parvenir à maturité. La tige est une source importante de photosynthétats au cours du remplissage des gousses et des graines.

Floraison

La floraison commence au bourgeon situé le plus bas sur la tige principale et s'étend vers le haut sur les branches principale et secondaires. Les fleurs demeurent réceptives à la pollinisation trois jours après leur ouverture, et la floraison dure de 14 à 21 jours. Le plant ne peut pas former autant de gousses qu'il a de bourgeons : il est donc normal que des fleurs et des gousses avortent. Le canola est une plante à autofécondation ou à fécondation croisée, selon divers

facteurs environnementaux. La fécondation se produit dans les 24 heures qui suivent la pollinisation. Pendant cette période, le stress dû à la chaleur (plus de 28 °C) provoque l'avortement des fleurs et nuit au rendement.

Mûrissement

Le remplissage des gousses se termine 30 à 40 jours après la floraison. Le mûrissement des gousses débute au pied du plant; des gousses peuvent se développer à cette hauteur alors que les bourgeons floraux se forment près du sommet du plant. La sénescence des feuilles débute une fois que les graines sont vertes, et les plants prélèvent alors une bonne part des photosynthétats dans l'enveloppe des gousses, bien que la tige joue aussi un rôle important à cet égard. Pendant leur formation, les gousses peuvent avorter si elles subissent du stress découlant de la température ou d'une sécheresse.

Les semences de cultivars argentins matures (*Brassica napus*) sont brun-noir, et pendant la maturation des graines et le changement de coloration du tégument, l'intérieur de la semence (embryon) commence lui aussi à perdre sa couleur verte. Le changement de couleur des graines débute dans le bas du plant et progresse le long de la tige principale à mesure que leur teneur en eau baisse. Quand le tégument de 30 à 40 % des graines sur la tige principale a commencé à changer de couleur, la teneur en eau globale des graines est de 30 à 35 %, et les graines des dernières gousses formées finissent de se remplir. Le changement de coloration des graines progresse d'environ 10 % tous les deux ou trois jours; le phénomène s'accélère par temps chaud, et peut ralentir par temps frais. À la maturité des graines, la couleur de la gousse variera en fonction du cultivar et de l'environnement; la coloration de la gousse ou du plant dans le champ n'est donc pas une bonne indication de la maturité des graines ou de leur teneur en eau. Les gousses matures s'égrènent facilement.

Gestion de la fertilisation

Épandage et calendrier

La plupart des engrais destinés au canola sont épandus à la volée. Vu l'importance des besoins en azote et les méthodes de semis employées, il est difficile et risqué d'épandre des engrais en bandes. Cette méthode peut toutefois convenir dans certains cas, surtout quand le sol contient peu de phosphore et qu'il serait avantageux d'épandre 20 kg/ha (18 lb/ac) de phosphore avec les semences.

Azote

Canola de printemps

Le canola a besoin de grandes quantités d'azote. Les directives relatives aux engrais azotés pour cette culture sont présentées au tableau 6-3, *Doses d'azote recommandées pour le canola de printemps*; elles se fondent sur le rapport entre le prix de l'engrais azoté et celui du canola. Il ne faut pas épandre d'azote avec les semences. Les engrais azotés sont habituellement appliqués à la volée dans les champs de canola au printemps, mais lorsque le matériel le permet, on peut les épandre en bandes, 5 à 7,5 cm (2 à 3 po) à côté de la ligne de semences.

On doit ajuster les doses à la baisse après un épandage de fumier ou si la culture précédente contenait des légumineuses, comme la luzerne. Voir les tableaux 9-9, *Réduction des besoins en azote à la suite de l'enfouissement d'un engrais vert de légumineuses*, et 9-10, *Quantités habituelles d'azote, de phosphate et de potasse biodisponibles selon la source d'éléments nutritifs organiques*. Un épandage excessif d'azote sur des cultures de canola augmente la quantité de graines vertes et peut aussi allonger le processus de maturation.

Épandage à l'automne sur des cultures de canola d'automne

On peut épandre au maximum 40 kg/ha (36 lb/ac) d'azote à l'automne. Il ne faut pas appliquer d'engrais azotés si la terre a été laissée en jachère pendant un ou plusieurs mois avant le semis, si des légumineuses fourragères ont été enfouies ou à la suite d'un épandage de fumier avant les semis.

Épandage au printemps sur des cultures de canola d'automne

La dose d'azote recommandée pour l'épandage au printemps est fondée d'une part sur le rendement prévu, et d'autre part sur le rapport entre le prix de l'engrais azoté et celui du canola. Voir le tableau 6-4, *Directives relatives à l'épandage d'azote au printemps pour le canola d'automne*.

Tableau 6-3 – Doses d'azote recommandées pour le canola de printemps

Rapport de prix ¹ (\$/kg de N ÷ \$/kg de canola)	Dose d'azote recommandée (kg/ha)
2	119 kg/ha
2,5	108 kg/ha
3	96 kg/ha
3,3	90 kg/ha
3,5	85 kg/ha
4	74 kg/ha
100 kg/ha = 90 lb/ac	

¹ Le rapport de prix est le coût de l'azote (N) contenu dans l'engrais (\$/kg d'azote) divisé par le prix de vente du canola (\$/kg de canola).

Exemple de rapport de prix :

Le prix du nitrate d'ammonium et d'urée (NAU) est de 350 \$/t. Un kg d'azote coûte $350 \$ \div 280 = 1,25 \$/\text{kg}$. La valeur du canola est de 420 \$/t, ou 0,42 \$/kg. Le rapport de prix est de $1,25 \$ \div 0,42 \$ = 3$. Il faut 3 kg de canola pour payer 1 kg d'azote.

Tableau 6-4 – Directives relatives à l'épandage d'azote au printemps pour le canola d'automne (doses les plus profitables)

Rapport de prix ¹ (\$/kg de N ÷ \$/kg de canola)	Rendement prévu		
	2 tonnes/ha (0,81 t/ac)	3 tonnes/ha (1,21 t/ac)	4 tonnes/ha (1,62 t/ac)
3,3	125 kg/ha d'azote	170 kg/ha d'azote	195 kg/ha d'azote
2,5	160 kg/ha d'azote	195 kg/ha d'azote	210 kg/ha d'azote
2,0	180 kg/ha d'azote	210 kg/ha d'azote	220 kg/ha d'azote

100 kg/ha = 90 lb/ac
1 t/ha = 893 lb/ac ou 44,1 bo/ac

¹ Le rapport de prix est le coût de l'azote (N) contenu dans l'engrais (\$/kg d'azote) divisé par le prix de vente du canola (\$/kg de canola).

Exemple de rapport de prix :

Le prix du nitrate d'ammonium et d'urée (NAU) est de 350 \$/t. Un kg d'azote coûte $350 \$ \div 280 = 1,25 \$/\text{kg}$. La valeur du canola est de 420 \$/t, ou 0,42 \$/kg. Le rapport de prix est de $1,25 \$ \div 0,42 \$ = 3$. Il faut 3 kg de canola pour payer 1 kg d'azote.

Phosphate et potasse

Les recommandations relatives à ces deux éléments pour les cultures de canola sont présentées aux tableaux 6-5, *Directives relatives au phosphate pour le canola*, et 6-6, *Directives relatives à la potasse pour le canola*, d'après les analyses de sol reconnues par le MAAARO. Pour plus d'information sur l'utilisation de ces tableaux, ou en l'absence d'une analyse de sol reconnue par le MAAARO, voir la section *Directives relatives aux engrais* du chapitre 9, *Fertilité et éléments nutritifs*.

Tableau 6-5 – Directives relatives au phosphate (P_2O_5) pour le canola

D'après les analyses de sol reconnues par le MAAARO.

L'épandage d'éléments nutritifs est rentable lorsque l'accroissement de la valeur de la récolte créé par le gain de rendement ou de qualité dépasse le coût d'application de l'élément nutritif en question.

Si on utilise du fumier, il faut réduire les épandages d'engrais en fonction de la quantité et de la qualité du fumier (voir la section sur le fumier du chapitre 9).

Légende : RÉ = réaction élevée RM = réaction moyenne RF = réaction faible RTF = réaction très faible RN = réaction nulle

Teneur en phosphore évaluée au bicarbonate de sodium	Quantité de phosphate à appliquer
0 à 3 ppm	70 kg/ha (RÉ)
4 à 5 ppm	60 kg/ha (RÉ)
6 à 7 ppm	50 kg/ha (RÉ)
8 à 9 ppm	30 kg/ha (RÉ)
10 à 12 ppm	20 kg/ha (RM)
13 à 15 ppm	20 kg/ha (RM)
16 à 30 ppm	0 (RF)
31 à 60 ppm	0 (RTF)
61 ppm et plus	0 (RN) ¹

100 kg/ha = 90 lb/ac

¹ Quand la cote est « RN », l'application du phosphore sous forme d'engrais ou de fumier risque de réduire le rendement ou la qualité des cultures. Ainsi, des apports en phosphore peuvent entraîner des carences en zinc dans les sols pauvres en zinc et augmenter les risques de pollution de l'eau.

Tableau 6-6 – Directives relatives à la potasse (K_2O) pour le canola

D'après les analyses de sol reconnues par le MAAARO.

L'épandage d'éléments nutritifs est rentable lorsque l'accroissement de la valeur de la récolte créé par le gain de rendement ou de qualité dépasse le coût d'application de l'élément nutritif en question.

Si on utilise du fumier, il faut réduire les épandages d'engrais en fonction de la quantité et de la qualité du fumier (voir la section sur le fumier du chapitre 9).

Légende : RÉ = réaction élevée RM = réaction moyenne RF = réaction faible RTF = réaction très faible RN = réaction nulle

Teneur en potassium évaluée à l'acétate d'ammonium	Quantité de potasse à appliquer
0 à 15 ppm	70 kg/ha (RÉ)
16 à 30 ppm	50 kg/ha (RÉ)
31 à 45 ppm	40 kg/ha (RÉ)
46 à 60 ppm	30 kg/ha (RÉ)
61 à 80 ppm	20 kg/ha (RM)
81 à 100 ppm	20 kg/ha (RM)
101 à 120 ppm	0 (RF)
121 à 250 ppm	0 (RTF)
251 ppm et plus	0 (RN) ¹

100 kg/ha = 90 lb/ac

¹ Quand la cote est « RN », l'application de potasse sous forme d'engrais ou de fumier risque de réduire le rendement ou la qualité des cultures. Par exemple, l'épandage de potasse dans des sols pauvres en magnésium peut provoquer une carence en magnésium.

Besoins en phosphore (P)

Le canola a besoin de davantage de phosphore que les céréales vu que la teneur des graines en protéines est plus élevée. Une culture de canola de 2,5 t/ha (1 t. c./ac) prélève en moyenne 53 kg/ha (48 lb/ac) d'engrais phosphaté (P_2O_5) jusqu'à sa récolte. Les plants absorbent aussi 22 kg/ha (20 lb/ac) de phosphore qui sera recyclé dans les résidus de culture. Le canola prélève rapidement le phosphore du sol au début de sa croissance et continue d'en absorber pendant environ huit semaines au maximum. Même s'il a besoin d'une grande quantité de cet élément nutritif, on obtient généralement un rendement maximal en épandant des doses inférieures à celles requises pour la plupart des céréales de printemps. Les racines du canola prolifèrent abondamment lorsque des engrais phosphatés sont appliqués en bandes. De plus, même si les plants réagissent bien aux engrais phosphatés de démarrage, ils sont aussi sensibles aux dommages causés par le sel. Consulter à ce sujet le tableau 9-22, *Doses maximales sûres des éléments nutritifs dans les engrais*, au chapitre 9.

Lorsqu'on épand du phosphore, il est important de fournir un apport adéquat près de la ligne de semences pour que les plants y aient facilement accès. Pour obtenir un rendement donné, il faut appliquer à la volée de deux à quatre fois plus de phosphore que pour un épandage en bandes, et le risque de ruissellement est alors plus élevé. Selon des études réalisées au Canada, le rendement du canola est optimal quand on épand au départ de 17 à 22 kg/ha (15 à 20 lb/ac) d'engrais phosphaté de démarrage, même quand le sol est très fertile. L'engrais phosphaté de démarrage est plus susceptible d'être efficace dans les sols froids et peu fertiles lorsque les semis sont précoces. Des études sur le canola ont confirmé que le phosphate monoammonique (11-52-0) est aussi efficace que d'autres engrais de démarrage secs et des engrais phosphatés liquides. On voit à la photo 6-4 l'effet de l'engrais de démarrage au début de la croissance dans un sol moyennement fertile : à gauche, la culture n'a reçu aucun engrais de démarrage, alors qu'à droite, elle a reçu 55 kg/ha (50 lb/ac) de phosphate monoammonique en tant qu'engrais de démarrage au moment des semis.



Photo 6-4 – L'effet sur les jeunes plants de canola est manifeste dans ce champ moyennement fertile : à gauche, la culture n'a reçu aucun engrais de démarrage, alors qu'à droite, elle a reçu 55 kg/ha (50 lb/ac) de phosphate monoammonique au moment des semis

Doses maximales sûres pour l'épandage d'éléments nutritifs au moment du semis du canola

On peut appliquer au moment du semis un maximum de 28 kg/ha (25 lb/ac) de phosphate (P_2O_5) sous forme de phosphate ammoniacal, de superphosphate ou de phosphate monoammonique. Il faut s'assurer que la dose d'azote épandue avec les semences n'excède pas 11 kg/ha (10 lb/ac).

La dose d'azote, de potasse (K_2O) et de soufre appliquée avec les semences ne doit pas dépasser 11 à 33 kg/ha (10 à 30 lb/ac) selon le type de sol. On réserve la dose la plus faible aux loams sableux.

Le sulfate d'ammonium a un indice de sel élevé : une dose supérieure à 22 kg/ha (20 lb/ac) peut réduire la levée, surtout par temps sec.

Soufre

Le soufre s'associe à la matière organique du sol et est mobile, comme l'azote. C'est pourquoi les carences sont plus susceptibles de se présenter dans un sous-sol sableux ou meuble qui est pauvre en matière organique. Le canola a des besoins en soufre largement supérieurs à ceux des autres grandes cultures, et les carences en cet élément sont de plus en plus courantes dans les champs de canola en raison des rendements élevés de la culture et des apports moindres en soufre provenant des dépôts laissés par les pluies acides. Une carence peut se produire à n'importe quel stade de la culture et ainsi réduire les rendements; à la photo 6-5, on montre une carence au stade de la rosette.

La directive actuelle consiste à appliquer un maximum de 20 lb/ac de soufre comme « protection » contre la carence en cet élément dans les champs de canola. Un épandage de 45 kg/ha (100 lb/ac) de sulfate d'ammonium (21-0-0-24) comblera les besoins en soufre de la culture et remplacera 23 kg/ha (50 lb/ac) d'urée.



Photo 6-5 – Quand le canola a une carence en soufre, comme pour le plant de gauche, le feuillage est marbré en surface et mauve au revers, et les fleurs sont jaune pâle et plus petites que d'habitude

Il est possible d'épandre du soufre à la volée pour pallier une carence observée. Idéalement, la dose requise doit être appliquée au complet avant le stade de 6 feuilles de la culture, où les besoins commencent à monter en flèche, mais un épandage fait avant le début de la floraison peut améliorer les rendements en cas de carence. Les plants absorbent efficacement le soufre venant des traitements foliaires effectués le soir ou tôt le matin, moments où la température est modérée et le taux d'humidité, élevé.

Bore

Les carences en bore sont rares dans les cultures de canola. Selon des essais menés dans des champs en Ontario où l'on pulvérisait sur le feuillage 0,34 kg/ha (0,3 lb/ac) de bore au début de la floraison, cette pratique n'améliore pas le rendement sur le plan économique de manière uniforme. Bien que rare, la carence en cet élément peut diminuer considérablement les rendements. Voici quelques signes de carence en bore :

- Aspect rabougri des plants;
- Présence de zones brunes sur la moelle de la tige, ou de tiges fendues;
- Brunissement ou rougissement des nouvelles feuilles, et présence de taches jaunes ou brunes entre les nervures des feuilles;
- Déformation des feuilles en cuillère;
- Période de floraison prolongée et mauvaise pollinisation;

Cette carence peut être palliée par des applications sur le feuillage ou au sol d'engrais solubles à base de bore.

Analyse des tissus végétaux

Les analyses des tissus végétaux visant à diagnostiquer les carences ne sont pas au point. Il est difficile d'évaluer la concentration en éléments nutritifs des plants de canola en fonction de leur âge, de la partie analysée et du degré de stress qu'ils subissent. Quand le canola est soumis à un stress, il est possible qu'il pousse à une vitesse moindre, mais il continuera malgré tout d'absorber des éléments nutritifs. L'analyse des tissus végétaux doit être conjuguée à une analyse de sol de façon à faciliter l'interprétation des résultats. Pour faire analyser les tissus d'un plant de canola, il faut prélever la feuille mature la plus récemment formée. Le tableau 6-7, *Interprétation des résultats d'analyse des tissus végétaux pour le canola*, indique les plages de valeurs normales pour cette culture.

Tableau 6-7 – Interprétation des résultats d'analyse des tissus végétaux pour le canola

Les valeurs s'appliquent à la plus haute feuille pleinement formée avant la floraison. Il faut noter que plus les plants sont vieux, plus la concentration en éléments nutritifs a tendance à baisser. C'est pourquoi la valeur la plus basse de la plage de suffisance s'applique davantage aux jeunes plants.

Les valeurs de référence se fondent sur des données de C.O. Plank et M.R. Tucker, 2000.

Élément nutritif	Concentration critique ¹	Plage de suffisance ²
Azote (N)	3,6 %	4,0 à 6,4 %
Phosphore (P)	0,37 %	0,42 à 0,69 %
Potassium (K)	2,15 %	3,5 à 5,10 %
Soufre (S)	0,47 %	0,65 à 0,90 %
Calcium (Ca)	1,60 %	2,1 à 3,0 %
Magnésium (Mg)	0,10 %	0,15 à 0,62 %
Bore (B)	20,0 ppm	25 à 54 ppm
Cuivre (Cu)	4,0 ppm	5 à 25 ppm
Manganèse (Mn)	20 ppm	30 à 250 ppm

¹ Prévoir une baisse de rendement due à une carence en un élément nutritif donné lorsque la concentration de ce dernier tombe au niveau critique ou sous celui-ci.

² La fourchette inférieure de la plage de suffisance présuppose un rendement relatif de 100 %.

Récolte et entreposage

Le plus souvent, en Ontario, le canola est récolté par moissonnage-battage, bien que l'andainage soit employé dans certaines régions. Le moissonnage-battage donne habituellement une meilleure qualité de graines que l'andainage, vu qu'il y a moins de particules fines et de graines vertes. L'andainage peut toutefois réduire les pertes par égrenage et être préférable dans les champs où la maturité est inégale. Pour en savoir plus sur l'évaluation de la maturité et le calibrage du matériel de moissonnage-battage et d'andainage, voir la section *Managing Harvest* de la publication *Canola Encyclopedia* du Conseil canadien du canola (www.canolacouncil.org).

Récolte par coupe directe

Le moissonnage-battage donne de meilleurs résultats lorsque la maturité de la récolte est uniforme et que celle-ci est relativement exempte d'alternariose, partiellement versée, abondante et bien fournie. Ces conditions réduisent le risque d'égrenage et de chute des gousses due au vent ou à une pluie battante. La culture est prête à être récoltée par coupe directe quand les gousses sont sèches et cliquent si on les secoue. Il doit y avoir peu de graines vertes, et la teneur en eau des graines doit être de 10 % ou moins. Il faut récolter

la culture dès que ces conditions sont réunies, car plus les plants matures restent longtemps dans le champ, plus les pertes par égrenage augmentent. Si le degré de maturité est inégal, il faut évaluer le besoin et le coût d'emploi d'un dessiccant et faire la comparaison avec l'andainage. La teneur en huile de la graine est généralement plus élevée lorsque la culture est récoltée par coupe directe. Quand la culture de canola risque de verser ou de retomber, on diminuera considérablement les pertes par égrenage si on fait la récolte dans le sens de la verse.

Andainage

Le meilleur moment pour andainer le canola est lorsque 50 à 60 % des graines des gousses de la tige principale ont changé de couleur. Dans les exploitations cultivant le canola sur une grande superficie, on doit commencer l'andainage lorsque 30 % des graines ont changé de couleur pour pouvoir récolter la plus grande partie de la superficie près de l'état de maturité optimal et éviter un état de maturité trop avancé, qui entraîne l'égrenage des gousses.

Pour évaluer le stade de maturité, on ne doit tenir compte que des gousses qui se trouvent sur la tige principale. Comme ce sont les gousses du bas du plant qui mûrissent en premier, celles du haut peuvent être encore verdâtres lorsque le champ est prêt pour l'andainage. Il ne faut pas laisser le mûrissement précoce dû à la pourriture à sclérotose ou à l'alternariose fausser l'évaluation du stade optimal pour l'andainage, puisque la majeure partie du rendement viendra des plants sains. On doit choisir un moment où la majeure partie du champ se trouve au stade voulu tout en vérifiant que dans les parties moins matures, les graines sont vertes et fermes, et ne sont plus translucides. Les graines encore vertes qui ne s'écrasent pas lorsqu'on les fait rouler entre ses doigts sont suffisamment mûres pour l'andainage.

Il est parfois avantageux d'andainer la culture lorsqu'elle est humectée par la rosée ou par une fine bruine. Il faut laisser un chaume assez haut – 25 à 30 cm (10 à 12 po) – pour qu'il supporte l'andain étalé et le maintienne au sol, et pour limiter l'usure de la moissonneuse-batteuse. Le canola mûrit et s'assèche rapidement dans l'andain étalé. Habituellement, après 5 à 10 jours de temps sec, sa teneur en eau a assez diminué pour que les graines des gousses de la partie supérieure du plant soient fermes. Dans des conditions de séchage idéales, les

graines de canola peuvent perdre rapidement leur humidité; il est donc important d'en vérifier la teneur en eau pour assurer un andainage idéal.

Herbicides pré-récolte pour faciliter la récolte du canola

Un traitement à l'herbicide effectué avant la récolte peut faciliter la coupe directe en accélérant l'assèchement des plants de canola. L'emploi d'un herbicide n'accélère toutefois pas la maturation. Cette méthode peut être utile si la récolte est inégale puisqu'elle réduit les risques d'égrenage des plants matures pendant l'assèchement des parties moins matures. Il faut récolter aussitôt que la culture est prête parce qu'un assèchement plus poussé accroît les risques de pertes par égrenage.

On peut en outre appliquer des herbicides avant la récolte pour éliminer les mauvaises herbes, ce qui peut faciliter la récolte et réduire les impuretés. L'application de glyphosate sur le canola Roundup Ready facilite la destruction chimique des mauvaises herbes, mais elle n'assèche pas la culture. Si l'on prévoit de semer du blé d'automne et que les mauvaises herbes vivaces exercent une forte pression, la meilleure option pourrait être une destruction chimique effectuée avant la récolte; en effet, après la récolte du canola, il ne reste pas assez de parties aériennes des mauvaises herbes pour permettre une lutte efficace.

Moissonnage-battage du canola

Le meilleur moment pour récolter le canola, par coupe directe ou par andainage, est lorsqu'il y a quelques graines vertes et que la teneur en eau des graines est inférieure à 10 %. Selon les conditions météorologiques, les graines perdent rapidement leur humidité à raison de 1 à 3 % par jour ou plus. Il ne faut pas tarder à récolter la culture, parce que les pertes par égrenage augmentent énormément environ 10 jours après la date de récolte optimale. Pour réduire ces pertes, on peut effectuer le moissonnage-battage lorsque les graines ont une teneur en eau plus élevée et faire sécher la récolte, ou bien récolter la culture de nuit ou en présence de rosée. Beaucoup d'opérateurs commencent le moissonnage-battage quand les graines ont une teneur en eau d'un peu plus de 10 %.

On se retrouve avec des problèmes de graines vertes quand la chlorophylle n'est pas décomposée ou éliminée dans la graine. Il faut vérifier les échantillons

de récolte en écrasant les graines sur un bout de papier et en déterminant le pourcentage de graines qui sont clairement vertes. Le canola de catégorie Canada nos 1 et 2 peut en contenir respectivement 2,0 % et 6,0 % au maximum. Par temps chaud ou venteux, les graines peuvent présenter une teneur en eau propice à la récolte sans toutefois avoir eu le temps de perdre leur chlorophylle. Des épisodes de rosée ou de pluie légère favorisent la disparition de la couleur verte des graines.

Lorsqu'on récolte les andains étalés de canola, il faut ajuster la vitesse et la hauteur de ramassage pour passer tout juste sous l'andain étalé et le soulever doucement. De plus, en ralentissant la vitesse d'avancement de la moissonneuse-batteuse, on peut réduire considérablement les pertes à la récolte. Au cours de la journée, il faut poursuivre la surveillance et ajuster la moissonneuse-batteuse pour réduire autant que possible les pertes à la récolte. Si 54 graines/m² (5 graines/pi²) restent au sol, cela équivaut à des pertes de 1 kg/ha (0,9 lb/ac). En moyenne, celles-ci se situent entre 10 et 50 kg/ha (9 à 45 lb/ac).

Entreposage du canola

Le canola est considéré comme sec à une teneur en eau de 10 %, mais s'il doit être entreposé à long terme, ce taux doit être de 8 à 9 %. Vu la petite taille des graines et leur teneur en huile élevée, un échauffement se produit rapidement pendant l'entreposage. Cet échauffement endommage les graines, qui présentent alors une teneur plus élevée en acides gras libres et des problèmes de rancissement. Une forte teneur en acides gras libres cause des problèmes dans les broyeurs, et le chargement peut être refusé s'il comporte des graines échauffées.

Avant d'entreposer le canola, il faut vérifier si les cellules de stockage ont des trous pour prévenir les fuites, car les graines se déverseront librement. On doit aérer le canola immédiatement après la récolte pour réduire les risques d'échauffement et de pourriture. Le canola fraîchement récolté maintient une forte respiration pendant un maximum de six semaines avant d'entrer en dormance et de pouvoir être entreposé sans risque. Les ventilateurs d'aération conçus pour conditionner les céréales et d'autres grains ne conviennent pas toujours au canola, vu la petite taille de ses graines. Le front de refroidissement prend plus du double du temps à traverser l'ensemble des graines de canola que pour le blé. Les graines vertes de canola (impuretés) ont habituellement une teneur en eau plus élevée de 3 à 4 % et peuvent créer des

poches d'échauffement dans les cellules de stockage. Il faut faire sécher les graines ayant une teneur en eau supérieure à 10 % au cours des deux semaines suivant la récolte pour éviter leur détérioration. La vitesse de dégradation du canola entreposé dépend de la température d'entreposage, de l'humidité relative, de la teneur en eau des graines, de la durée de l'entreposage et de la qualité initiale de la récolte (graines vertes, impuretés, etc.). Il faut vérifier l'état du canola entreposé toutes les semaines.

Pour en savoir plus sur le séchage, la manutention et l'entreposage du canola, voir la feuille d'information *Storage of Canola* se trouvant sur le site Web du ministère de l'Agriculture de l'Alberta (www.agric.gov.ab.ca).

Autres problèmes liés aux cultures

Insectes et maladies

La figure 6-1, *Calendrier de dépistage des ennemis du canola*, indique les causes possibles des signes observés dans le champ. Les descriptions des insectes et maladies et des stratégies de dépistage et de lutte se trouvent au chapitre 15, *Insectes et animaux nuisibles aux grandes cultures*, et au chapitre 16, *Maladies des grandes cultures*.

Les traitements recommandés pour la lutte contre les insectes et animaux nuisibles et les maladies sont présentés dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*.

Gel

Les plantules de canola peuvent se remettre d'une gelée printanière légère si leur point végétatif n'est pas endommagé. Avant d'entreprendre quoi que ce soit, il faut attendre quatre à cinq jours pour pouvoir évaluer les dommages. On doit examiner le point végétatif et vérifier s'il y a du vert au centre des rosettes. Même si les cotylédons et les autres feuilles sont noirs, il peut y avoir une repousse au bout de 4 à 10 jours, selon les conditions météorologiques, si le point végétatif est encore en vie. La photo 6-6 montre de nouvelles pousses sur une plantule de canola touchée par le gel mais dont le point végétatif est indemne.

	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
Maladies	Maladies des plantules (p. 461)		Jambe noire (p. 461)			
			Pourriture à sclérotés (p. 460)			
Insectes et animaux nuisibles	Altise (p. 404)			Altise		
	Charançon de la graine du chou (p. 407)		Cécidomyie du chou-fleur (p. 405)			
		Fausse-teigne des crucifères				
			Punaise terne (p. 402, 409)			
		Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre

Figure 6-1 – Calendrier de dépistage des ennemis du canola



Photo 6-6 – Nouvelles pousses sur une plantule de canola qui se remet d'un épisode de gel; si le point végétatif n'est pas endommagé, il demeurera vert

Les plantules tolèrent mieux le gel au stade de 3 ou 4 feuilles qu'au stade des cotylédons. Des cristaux de glace peuvent se former à la surface des plants sans nécessairement causer de dommages graves, car l'eau à l'intérieur des cellules végétales contient des composés dissous qui abaissent son point de congélation de plusieurs degrés sous celui de l'eau externe. La durée

d'exposition du plant au gel n'est pas sans importance; en effet, une forte gelée de courte durée peut causer moins de dégâts qu'une gelée moins accentuée qui dure toute la nuit. Les plants en croissance rapide tolèrent moins bien le gel que ceux qui ont déjà été exposés au froid pendant plusieurs jours (endurcissement).

Le gel endommage parfois davantage le canola au stade de la floraison. Il arrive alors que les fleurs ouvertes avortent, et la maturation peut être retardée. Même si le gel ne devrait pas affecter les graines matures ayant une teneur en eau de moins de 20 %, les graines en développement qui subissent une forte gelée risquent de ne pas se former complètement et de se ratatiner. Il faut examiner les gousses pour voir si elles contiennent des graines endommagées qui ont perdu leur couleur verte et leur turgescence.

Domages causés par la grêle

Si la grêle enlève les deux cotylédons ou brise la tige sous ceux-ci, les plants ne survivent généralement pas. Néanmoins, comme les plants de canola se ramifient

beaucoup quand le peuplement est clairsemé, il est possible que la perte de plants n'ait pas une énorme incidence sur le rendement. Si l'épisode de grêle survient durant la croissance végétative et cause une perte de surface foliaire, le rendement sera alors moins élevé. Les meurtrissures et le bris des tiges entraîneront des pertes plus importantes.

Si la grêle survient pendant la floraison, les plants peuvent compenser en formant des grappes secondaires et de nouvelles ramifications. Voir à ce sujet le tableau 6-8, *Pourcentage de perte de rendement due à la destruction des ramifications pendant la floraison du canola*. Les pertes de rendement sont plus importantes quand la grêle tombe à la fin de la floraison et au stade du remplissage des gousses. Le canola se remet mal de la grêle quand il a commencé à remplir ses gousses. Si la grêle tombe entre la floraison et le remplissage des gousses, elle provoquera une poussée de croissance et la pousse de fleurs, ce qui engendrera une maturité inégale.

Tableau 6-8 – Pourcentage de perte de rendement due à la destruction des ramifications pendant la floraison du canola

% de ramifications perdues	Jours à partir de la première fleur				
	-7	0	7	14	21
10 %	0 %	0 %	10 %	10 %	10 %
20 %	0 %	0 %	13 %	20 %	20 %
30 %	0 %	0 %	12 %	29 %	30 %
40 %	0 %	0 %	12 %	32 %	40 %
50 %	0 %	0 %	14 %	36 %	50 %
60 %	0 %	0 %	18 %	42 %	60 %
70 %	0 %	0 %	24 %	50 %	70 %
80 %	0 %	5 %	31 %	60 %	80 %
90 %	0 %	12 %	40 %	71 %	90 %
100 %	0 %	20 %	51 %	84 %	100 %

Recherche effectuée dans l'Ouest canadien. Conseil canadien du canola.

Graines brunes (endommagées par la chaleur)

La présence de graines brunes est un problème qui se présente à l'occasion. En pareil cas, l'intérieur de la graine prend une couleur brune, comme à la photo 6-7, qui se révèle lorsqu'on écrase la graine et qui est produite par l'avortement des cotylédons en cours de formation. Ce phénomène se produit lorsque le canola subit de longues périodes de chaleur et de

stress provoqué par la sécheresse pendant le remplissage des gousses. On voit à la photo 6-8 un plant de canola touché par l'échaudage. Les récoltes ayant de fortes proportions de graines brunes peuvent ne pas convenir au marché de l'alimentation humaine parce qu'elles ont une teneur beaucoup plus élevée en acides gras libres et en phosphore, ce qui écourte la durée de conservation de l'huile. Quelques recherches indiquent que la quantité de graines brunes s'accroît lorsque des insectes se nourrissent des graines en développement (p. ex. punaise terne, punaise et charançon de la graine du chou). L'homologation d'un nouveau cultivar n'est possible que si sa teneur en acides gras libres est inférieure à celle des cultivars existants.



Photo 6-7 – Graines de canola endommagées par la chaleur dont l'intérieur est brun lorsqu'on les écrase; ce phénomène est causé par de longues périodes de chaleur et de stress provoqué par la sécheresse pendant le remplissage des gousses

Stress dû à la chaleur (échaudage)

Quand le plant souffre de la chaleur (> 28 °C) pendant la floraison et la formation des gousses, il arrive souvent que des fleurs ou des gousses avortent. Ce phénomène, appelé « échaudage », peut nuire au rendement (voir photo 6-8). Le canola de printemps est plus souvent touché par ce problème en raison du moment de sa floraison.



Photo 6-8 – Échaudage : des températures élevées durant la floraison peuvent provoquer l'échaudage (surtout chez le canola de printemps) et réduire le rendement en graines

Graines vertes

La quantité de graines vertes (immatures) constitue un important critère de classification; le canola de catégorie Canada n° 1 peut en contenir seulement 2 % au maximum. On évalue ce critère en déterminant le pourcentage de graines qui sont clairement vertes lorsqu'on les écrase. La graine prend cette teinte quand la chlorophylle s'y incruste à la récolte. On en voit un exemple à la photo 6-7, où quelques graines vertes sont visibles. Les causes peuvent être les suivantes :

- Gelée précoce;
- Récolte par andainage ou par coupe directe effectuée trop tôt;
- Maturité inégale de la récolte;
- Cultivar;
- Chaleur et très faible taux d'humidité pendant le mûrissement.

Les enzymes naturelles de la plante décomposent la chlorophylle pendant la maturation des graines. La température de l'air et la teneur en eau des graines jouent un rôle important dans ce processus. Lorsque la teneur en eau de la graine tombe sous le seuil de 20 %, son activité enzymatique et sa respiration ralentissent, ce qui a pour effet de retarder la disparition de la couleur verte. Une gelée sublétales (d'environ 0 à -10 °C) peut ralentir, voire inverser la décomposition de la chlorophylle par les enzymes. La gelée provoque principalement un assèchement rapide des gousses et des graines avant que la chlorophylle puisse disparaître. Dans les peuplements clairsemés, les plants produisent davantage de ramifications et la maturation des graines

est moins uniforme. La quantité de graines vertes ne diminuera pas si la récolte est entreposée à un taux d'humidité correct et sans risque (< 10 %).

Destruction par l'hiver

En Ontario, le canola d'automne est moins résistant à l'hiver que le blé d'automne. La destruction par l'hiver se produit surtout en mars et en avril quand des froids extrêmes sévissent à nouveau après que le canola d'automne a perdu de sa résistance et repris sa croissance. Ce phénomène peut aussi être dû au manque de neige, à des longues périodes durant lesquelles la culture est recouverte de glace, et au dessèchement causé par les vents hivernaux; ces conditions météorologiques ont pour effet d'affaiblir les peuplements.

Un déchaussement peut se produire lorsqu'il n'y a pas assez de neige jusqu'à la fin mars ou jusqu'en avril. Ce problème, causé par les cycles de gel-dégel, se produit le plus souvent dans des sols mal drainés. Les petits plants mal établis n'ont pas les racines latérales qui leur permettraient de ne pas être déchaussées. Dans les sols saturés, les cycles de gel-dégel peuvent endommager la partie supérieure de la racine pivotante et ouvrir la voie à la pourriture des racines. Les plants soulevés de plus de 4 cm (1,5 po) ne survivent généralement pas.

Si les dommages sont assez graves (75 % de plants morts), il peut être impossible de sauver la culture. Cependant, si 30 % du peuplement reste intact et que les plants sains sont répartis uniformément dans le champ, la culture arrivera à compenser les pertes.

Pollinisation croisée

Si l'on permet la pollinisation croisée de cultivars résistants à des herbicides différents, les repousses de canola dans les cultures subséquentes pourraient présenter une résistance multiple. Il faut séparer d'au moins 175 m (575 pi) les champs ensemencés de cultivars résistants à des herbicides différents; cet isolement permet de réduire le nombre de cas de pollinisation croisée d'un champ à l'autre. Des recherches effectuées par Agriculture et Agroalimentaire Canada à Swift Current montrent que la contamination par pollinisation est de 2,1 % à 46 m (150 pi), 1,1 % à 137 m (450 pi) et 0,6 % à 366 m (1 200 pi). Dans le cadre d'une étude plus récente, on a découvert qu'environ 99 % du pollen indésirable se trouvait dans les 100 premiers mètres (330 pi) d'un champ adjacent.