Publication 839F



Guide de production des cultures légumières en Ontario

Ministère de l'Agriculture,
de l'Alimentation et des Affaires rurales

Ontario

Le présent guide est publié à titre informatif seulement. La province de l'Ontario, représentée par le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales (MAAARO), ne fait aucune garantie expresse ou tacite en lien avec l'utilisation de ce guide, à savoir son contenu ainsi que tout lien menant à des sources ou des sites de tiers et tout contenu de ces sources et sites, ce qui comprend, sans limitation, les garanties d'absence de contrefaçon ou d'adaptation à un usage particulier.

En aucun cas la province de l'Ontario ou ses directions, ses cadres, son personnel, ses fonctionnaires ou ses mandataires ne sauraient assumer la responsabilité, contractuelle, délictuelle ou autre, d'un contenu désuet, d'oublis ou d'erreurs dans le présent guide ou dans les sources ou sur les sites de tiers auxquels le guide renvoie, ni des dommages (ce qui comprend, sans limitation, les pertes agricoles, animales et/ou financières, les préjudices pour la santé et la sécurité, les conséquences environnementales, les interruptions d'activité, la perte d'information et les dommages directs, indirects, consécutifs, particuliers ou punitifs) liés, directement ou indirectement, à l'utilisation ou à l'inutilisabilité du présent guide (soit l'ensemble de son contenu), de tout lien ou des sites et travaux de tiers.

Les mentions du nom d'une marque de pesticides ou d'autres produits dans la présente publication ne signifient pas que la province de l'Ontario approuve celle-ci ni ne sous-entend que d'autres produits similaires ne sont pas efficaces. Le statut des pesticides, fertilisants et autres produits peut changer. Les mentions d'un produit – nom commercial de fertilisants, pesticides ou ingrédients actifs – dans cette publication ne constituent pas une garantie que l'utilisation dudit produit dans des cultures maraîchères est légale en Ontario au moment de la lecture de la publication. Il incombe au cultivateur ou à l'utilisateur de s'assurer que l'utilisation du produit est légale et de choisir la meilleure façon de procéder dans les circonstances qui lui sont propres.

Le contenu du présent guide (y compris, sans limitation, les images, les icônes et son apparence globale) est la propriété de la province de l'Ontario. La Province ne cède aucun des droits patrimoniaux qu'il a sur le présent guide, ce qui comprend, sans limitation, les droits d'auteur, les marques de commerce et les autres droits de propriété intellectuelle. En aucun cas l'utilisateur ne peut, de quelque façon que ce soit, vendre, publier à nouveau, imprimer, télécharger, copier, reproduire, modifier, téléverser, publier sur un média social, transmettre ou distribuer le présent guide, en tout ou en partie, sans avoir obtenu au préalable le consentement écrit de la Province, sauf lorsqu'il l'imprimera, le téléchargera ou le copiera dans une mesure raisonnable pour son usage strictement personnel. La mise à disposition de toute partie du présent guide ne constitue en aucun cas une aliénation des droits d'auteur, marques de commerce et autres droits de propriété intellectuelle de la Province au profit d'un utilisateur ou d'un tiers.

Pour obtenir un exemplaire numérique du guide, visiter ontario.ca et rechercher le numéro et le titre de la publication.

Pour commander un exemplaire papier ou une copie PDF du guide ou de toute autre publication du MAAARO, visiter ontario.ca/publications.

Publié par le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales
© Imprimeur du Roi pour l'Ontario, 2024
Toronto (Ontario)

ISBN 978-1-4868-7308-1 (copie papier)
ISBN 978-1-4868-7310-4 (copie PDF)

This publication is also available in English.

Sources des photographies
Couverture : Assortiment de légumes frais. Shutterstock.
Quatrième de couverture : Assortiment de légumes frais. Shutterstock.

Publication 839F



Guide de production des cultures légumières en Ontario

Ministère de l'Agriculture,
de l'Alimentation et des Affaires rurales

Ontario

Publication 839F : Guide de production des cultures légumières en Ontario

Destiné aux producteurs maraîchers de l'Ontario, le présent guide recense les exigences de production propres à diverses cultures légumières et les principaux ravageurs et agents pathogènes présents dans la province. Ce document et le *Guide de protection des cultures légumières* (publication 838F) viennent remplacer les *Recommandations pour les cultures légumières* (publication 363F). Aucun renseignement n'est fourni sur les produits antiparasitaires homologués en Ontario pour les cultures légumières. Pour une liste à jour de ces produits, voir la publication 838F ou le site Web du Portail ontarien pour la protection des cultures à l'adresse ontario.ca/protectiondescultures.

Auteurs en chef
Travis Cranmer et Elaine Roddy, ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO)

Rédacteurs techniques
Denise Beaton, Travis Cranmer, Evan Elford, Melanie Filotas, Hannah Fraser, Katie Goldenhar, Elaine Roddy, Amanda Tracey, Dennis Van Dyk et Sean Westerveld, Direction du développement de l'agriculture (MAAARO)

Direction artistique et gestion de projet
Andrea Vieira (MAAARO) et Madé Quay (MAAARO)

Réviseure technique
Louise Moritsugu

Illustrations
Michael Custode

Vérificateurs
Les auteurs souhaitent remercier les personnes suivantes pour la vérification de cette publication : Cathy Bakker, Université de Guelph; Eugenia Banks, Ontario Potato Board; Danielle Bublitz, Michigan State University; Elizabeth Buck, Cornell University; Tejendra Chapagain, MAAARO; Brian Collins, Collins Farm Produce; Jennifer DeEll, MAAARO; Jim Jasinski, The Ohio State University; Dan Oliver, Nortera Foods; Mary Ruth McDonald, Université de Guelph; Steve Reiners, Cornell University; Cassandra Russell, MAAARO; Marrisa Schuh, University of Minnesota; Nathan Teetzel, Great Lakes Family Farms; Jennifer Thompson, Nortera Foods; Cheryl Trueman, Université de Guelph; Mark VanOostrum, WD Potato Limited; Laura Van Eerd, Université de Guelph; Anne Verhallen, MAAARO; John Warbick, MAAARO.

Collaborateurs
Les données compilées dans le présent guide sont tirées de l'expérience du secteur, de la recherche scientifique et de ressources supplémentaires, provenant notamment de l'Université de Guelph, de la Louisiana State University, de la Mississippi State University, du National Sweetpotato Collaborators Group et de la North Carolina State University.

Besoin d'information technique ou commerciale?
Centre d'information agricole : 1 877 424-1300 (1 855 696-2811 [ATS])
ou **ag.info.maaaro@ontario.ca**

Pour en savoir plus sur les cultures légumières en Ontario, visitez le site Web du MAAARO : ontario.ca/cultures.

Pour suivre régulièrement les conditions de production maraîchère et connaître les activités organisées en Ontario, visitez le blogue ONvegetables au www.onvegetables.com.

Table des matières

1. Fertilité et fertilisation des cultures maraîchères

Évaluation des besoins nutritionnels d'une culture maraîchère 3
- Symptômes visuels de carence 3
- Analyse de sol 3
- Analyse de tissus végétaux 6

Acidité du sol et chaulage 7

Macronutriments 8

Oligo-éléments 13

Réduction des quantités d'engrais recommandées 17
- Recommandations de fertilisation dans la production des plants 18
- Phytotoxicités et carences dans la production des plants 19
- Engrais de démarrage dans les cultures maraîchères 20

Épandage au sol ou pulvérisation foliaire? 21

Fertirrigation 21
- Azote et potassium 21
- Phosphore 22
- Oligo-éléments 22

2. Gestion du sol

Santé du sol 25

Travail du sol 27
- Méthodes traditionnelles de travail du sol 27
- Travail réduit du sol ou pratiques de conservation 28
- Travail du sol en bandes 28
- Semis direct 28

Cultures couvre-sol 29
- Graminées 32
- Légumineuses 33
- Dicotylédones non légumineuses 33
- Mélanges de cultures couvre-sol 33
- Travail du sol après une culture couvre-sol 34

Affaissement des sols tourbeux et des terres noires 34

3. Refroidissement et entreposage

Conditions d'entreposage des légumes 37

Gestion des basses températures 39

Entreposage en atmosphère contrôlée 40

Dommages causés par le froid 40

Éthylène 41

Salubrité des aliments 42

4. Dépistage et surveillance

Dépistage 45
- Seuils d'intervention 45
- Moment opportun 45
- Outils et techniques de dépistage 45
- Nombre de sites d'échantillonnage 46
- Schémas de dépistage 46
- Piégeage 47
- Consignation des observations 47
- Manipulation et soumission des échantillons . . . 47

Degrés-jours de croissance 48

Modèles de prédiction des maladies 49

5. Introduction à l'entomologie

Aleurodes 53

Cercopes 53

Cicadelle de l'aster 54

Collemboles 55

Hanneton européen 55

Légionnaire uniponctuée 55

Limaces 56

Millipèdes 56

Mineuse des feuilles 57

Pucerons 58

Punaise marbrée 60

Punaise terne 60

Pyrale du maïs 61

Tétranyque à deux points 63

Ver blanc/hanneton européen 63

Ver fil-de-fer 64

Vers-gris (en début de saison) 65

6. Introduction à la pathologie

Introduction 69
Fonte des semis 70
Maladies bactériennes 71
Maladies causées par *Rhizoctonia solani* 71
Nématodes 72
Nématodes à kyste 73
Nématode cécidogène du nord 73
Nématode des lésions racinaires 73
Pourriture à sclérotes 74
Virus 75

7. Cultures

Ail 79
Asperges 94
Aubergines 106
Betteraves à sucre 118
Betteraves potagères 129
Brassicacées
(Brocoli, chou de Bruxelles, chou pommé, chou-fleur et brassicacées de spécialité, comme le raifort, le chou frisé, le chou-rave, les feuilles de moutarde et le chou nappa) 140
Carottes 166
Céleris 182
Cucurbitacées
(Margose, concombre, coloquinte, melon brodé [dont le cantaloup], citrouille, courges d'hiver, melon d'eau et courgette) 193
Épinards et bettes à cardes 211
Fines herbes 219
Haricots
(Haricots mange-tout [haricot vert et haricot beurre], haricot de Lima, edamame et haricot kilomètre) 239
Laitues 250
Légumes de spécialité 263
Maïs sucré 292
Oignons, poireaux et échalotes 305
Panais 324
Patates douces 329
Pois 353
Poivrons et piments 360
Pommes de terre 380
Radis 407
Rutabagas et navets 416
Tomates 428

Annexes

Annexe A. Coordonnées du personnel consultant en culture maraîchère, ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (au 1er janvier 2023) 457
Annexe B. Coordonnées des bureaux régionaux du ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs de l'Ontario (au mois d'août 2022) 458
Annexe C. Laboratoires de l'Ontario agréés pour effectuer des analyses de sol 459
Annexe D. Assurance-production 460
Annexe E . Autres ressources 461
Annexe F. Service de diagnostic 462
Annexe G. Système international d'unités et abréviations 464

Tableaux

1. Fertilité et fertilisation des cultures maraîchères

Tableau 1–1. Cotes d'efficacité des fertilisants en fonction des résultats des analyses de sol 3
Tableau 1–2. Macronutriments du sol et des plantes 9
Tableau 1–3. Besoins en phosphore des légumes cultivés en sols minéraux. 10
Tableau 1–4. Besoins en phosphore des légumes cultivés en sols organiques 11
Tableau 1–5. Besoins en potassium des légumes cultivés en sols organiques 11
Tableau 1–6. Besoins en potassium des légumes cultivés en sols minéraux. 12
Tableau 1–7. Cotes d'efficacité du magnésium en fonction des résultats de l'analyse de sol et interprétation de ces résultats pour toutes les cultures. 13
Tableau 1–8. Efficacité des oligo-éléments selon la culture. 14
Tableau 1–9. Oligo-éléments du sol et des plantes 15
Tableau 1–10. Besoins en manganèse 16
Tableau 1–11. Besoins en zinc appliqué au sol . . 16
Tableau 1–12. Quantités moyennes de nutriments biodisponibles, selon le type de fumier 17
Tableau 1–13. Réduction des besoins en azote à la suite de l'enfouissement d'un engrais vert de légumineuses 18
Tableau 1–14. Composition de différents engrais solubles 18
Tableau 1–15. Lignes directrices pour la fertilisation des plants à repiquer . 19
Tableau 1–16. Fourchettes acceptables de qualité de l'eau et correctifs à apporter 20

2. Gestion du sol

Tableau 2–1. Teneur en matière organique selon le type de sol 25
Tableau 2–2. Maintien ou amélioration de la santé du sol 26
Tableau 2–3. Choix d'une culture couvre-sol . . . 29
Tableau 2–4. Caractéristiques des plantes couvre-sol cultivées en Ontario après la récolte. 30

3. Refroidissement et entreposage

Tableau 3–1. Durée de conservation des légumes frais dans les entrepôts commerciaux 37
Tableau 3–2. Méthode de refroidissement des légumes 39
Tableau 3–3. Avantages potentiels d'un entreposage en atmosphère contrôlée. 40
Tableau 3–4. Légumes sensibles au froid 41

4. Dépistage et surveillance

Tableau 4–1. Températures de base utilisées dans la méthode des degrés-jours (DJC) pour prévoir l'émergence d'insectes 48
Tableau 4–2. Températures de base utilisées dans la méthode des degrés-jours (DJC) pour évaluer la croissance des légumes 48

5. Introduction à l'entomologie

Tableau 5–1. Indice de jaunisse de l'aster 54
Tableau 5–2. Seuils de degrés-jours de croissance pour la pyrale du maïs . 62

6. Introduction à la pathologie

Tableau 6–1. Cultures maraîchères attaquées par *Rhizoctonia solani* 72

7. Cultures

Ail

Tableau 7–1. Distances de plantation de l'ail . . . 81
Tableau 7–2. Besoins en azote de l'ail. 82
Tableau 7–3. Exigences d'entreposage de l'ail . . 84

Asperges

Tableau 7–4. Conditions de germination et de croissance des plants d'asperges. 97
Tableau 7–5. Distances de plantation des asperges 98
Tableau 7–6. Besoins en azote de l'asperge 98
Tableau 7–7. Besoins en phosphore de l'asperge. 99
Tableau 7–8. Besoins en potassium de l'asperge 99

Aubergines

Tableau 7–9. Conditions de germination et de croissance des plants d'aubergine. 107
Tableau 7–10. Distance de plantation des aubergines 107
Tableau 7–11. Besoins en phosphore des aubergines 108
Tableau 7–12. Besoins en potassium des aubergines 108
Tableau 7–13. Solution de démarrage pour plants d'aubergines 109
Tableau 7–14. Teneurs en éléments nutritifs des aubergines 109
Tableau 7–15. Apports d'azote et de potasse par fertirrigation aux aubergines 110

Betteraves à sucre

Tableau 7–16. Espacement des betteraves à sucre sur le rang 120
Tableau 7–17. Besoins en phosphore de la betterave à sucre 120
Tableau 7–18. Besoins en potassium de la betterave à sucre 120
Tableau 7–19. Teneurs en éléments nutritifs des betteraves à sucre 121

Betteraves potagères

Tableau 7–20. Distance de plantation des betteraves potagères 130
Tableau 7–21. Besoins en azote de la betterave potagère 131
Tableau 7–22. Besoins en phosphore de la betterave potagère 131
Tableau 7–23. Besoins en potassium de la betterave potagère 131
Tableau 7–24. Teneurs en éléments nutritifs de la betterave potagère 132
Tableau 7–25. Rendements moyens des betteraves potagères en Ontario 133

Brassicacées

Tableau 7–26. Conditions de germination et de croissance des plants de brassicacées 142
Tableau 7–27. Espacement des plants de brassicacées 143
Tableau 7–28. Besoins en azote des brassicacées 143
Tableau 7–29. Besoins en phosphore des brassicacées 144
Tableau 7–30. Besoins en potassium des brassicacées 144
Tableau 7–31. Teneur en éléments nutritifs des brassicacées. 145
Tableau 7–32. Récolte et entreposage des brassicacées 146
Tableau 7–33. Rendement moyen des cultures de brassicacées 147
Tableau 7–34. Seuils d'intervention pour la cécidomyie du chou-fleur dans les cultures de brassicacées 157
Tableau 7–35. Seuils d'intervention pour les lépidoptères ciblant les brassicacées 159

Carottes

Tableau 7–36. Taux de semis des carottes 168
Tableau 7–37. Besoins en azote des carottes . . . 169
Tableau 7–38. Besoins en phosphore des carottes 169
Tableau 7–39. Besoins en potassium des carottes 170
Tableau 7–40. Teneurs en éléments nutritifs des carottes 170
Tableau 7–41. Exigences d'entreposage des carottes 171

Céleris

Tableau 7–42. Conditions de germination et de croissance des plants de céleri . . . 183
Tableau 7–43. Espacement des plants de céleri 183
Tableau 7–44. Besoins en azote des céleris 183
Tableau 7–45. Besoins en phosphore des céleris 184
Tableau 7–46. Besoins en potassium des céleris . 184
Tableau 7–47. Teneurs en éléments nutritifs des céleris 185
Tableau 7–48. Rendement moyen des cultures de céleri 185

Cucurbitacées

Tableau 7–49. Méthodes de semis selon le type de cucurbitacées 195
Tableau 7–50. Distances de plantation des cucurbitacées 196
Tableau 7–51. Besoins en phosphore des cucurbitacées 198
Tableau 7–52. Besoins en potassium des cucurbitacées 198
Tableau 7–53. Apports d'azote et de potasse par fertirrigation aux cucurbitacées 198
Tableau 7–54. Teneurs en éléments nutritifs des cucurbitacées 199
Tableau 7–55. Signes que les cucurbitacées sont matures et prêtes pour la récolte 200
Tableau 7–56. Rendement moyen des cultures de cucurbitacées 201

Épinards et bettes à cardes

Tableau 7–57. Distance de plantation des épinards et des bettes à cardes . 211
Tableau 7–58. Recommandations pour la fertilisation azotée des épinards et des bettes à cardes 212
Tableau 7–59. Besoins en phosphore des épinards et des bettes à cardes . 212
Tableau 7–60. Besoins en potassium des épinards et des bettes à cardes . 212
Tableau 7–61. Teneurs en éléments nutritifs des épinards et des bettes à cardes 213

Fines herbes

Tableau 7–62. Lignes directrices pour l'établissement de fines herbes . 221
Tableau 7–63. Lignes directrices de fertilisation des fines herbes 223
Tableau 7–64. Cultures de référence pour les fines herbes : besoins en phosphore 224
Tableau 7–65. Cultures de référence pour les fines herbes : besoins en potassium 225
Tableau 7–66. Récolte des fines herbes 226
Tableau 7–67. Rendements moyens des fines herbes 227
Tableau 7–68. Conditions d'entreposage des fines herbes 227
Tableau 7–69. Principaux insectes, maladies et troubles physiologiques touchant les fines herbes en Ontario 230

Haricots

Tableau 7–70. Distances de plantation des haricots 241
Tableau 7–71. Besoins en phosphore des haricots 242
Tableau 7–72. Besoins en potassium des haricots 242
Tableau 7–73. Teneurs en éléments nutritifs des haricots mange-tout 243
Tableau 7–74. Conditions d'entreposage des haricots 244
Tableau 7–75. Seuils de population de cicadelles de la pomme de terre pour les haricots mange-tout . . . 248

Laitues

Tableau 7–76. Conditions de germination et de croissance des plants de laitue . . . 251
Tableau 7–77. Taux de semis et distances de plantation des laitues et des endives 251
Tableau 7–78. Besoins en azote des laitues 251
Tableau 7–79. Besoins en phosphore des laitues 252
Tableau 7–80. Besoins en potassium des laitues 252
Tableau 7–81. Teneurs en éléments nutritifs des laitues et des endives 253
Tableau 7–82. Rendements moyens des laitues 254
Tableau 7–83. Exigences d'entreposage des laitues et des endives 254

Légumes de spécialité

Tableau 7–84. Recommandations pour l'établissement de cultures de spécialité (saison fraîche) 264
Tableau 7–85. Recommandations pour l'établissement de cultures de spécialité (saison chaude) 268
Tableau 7–86. Recommandations de fertilisation pour les légumes de spécialité. 272
Tableau 7–87. Recommandations pour la récolte des légumes de spécialité de saison froide. 276
Tableau 7–88. Recommandations pour la récolte des légumes de spécialité de saison chaude. 278
Tableau 7–89. Recommandations d'entreposage pour les légumes de spécialité de saison froide . . .280
Tableau 7–90. Recommandations d'entreposage pour les légumes de spécialité de saison chaude . .281
Tableau 7–91. Maladies, insectes et troubles physiologiques principaux des légumes de spécialité en Ontario en date de 2022 283

Maïs sucré

Tableau 7–92. Compatibilité des maïs sucrés. . .294
Tableau 7–93. Espacement des plants de maïs sucré 294
Tableau 7–94. Doses maximales des apports en bandes latérales pour le maïs sucré. 294
Tableau 7–95. Besoins en phosphore du maïs sucré 295
Tableau 7–96. Besoins en potassium du maïs sucré 295
Tableau 7–97. Teneur en éléments nutritifs du maïs sucré. 296
Tableau 7–98. Rendements moyens du maïs sucré 296
Tableau 7–99. Intervalles de pulvérisation d'insecticide contre le ver de l'épi (pièges à *Heliothis*). 302
Tableau 7–100. Intervalles de pulvérisation d'insecticide contre le ver de l'épi (pièges Hartstack) 302

Oignons, poireaux et échalotes

Tableau 7–101. Conditions de germination et de croissance des plants d'oignons, de poireaux et d'échalotes françaises 307
Tableau 7–102. Taux de semis et distances de plantation des oignons, des poireaux et des échalotes françaises 307
Tableau 7–103. Besoins en azote des oignons et des poireaux. 308
Tableau 7–104. Besoins en phosphore des oignons 308
Tableau 7–105. Besoins en potassium des oignons 309
Tableau 7–106. Teneurs en éléments nutritifs des oignons. 310
Tableau 7–107. Rendements moyens des cultures d'oignons 311
Tableau 7–108. Conditions d'entreposage des oignons 311

Panais

Tableau 7–109. Distance de plantation des panais 324
Tableau 7–110. Besoins en azote du panais 325
Tableau 7–111. Besoins en phosphore du panais 325
Tableau 7–112. Besoins en potassium du panais 325

Patates douces

Tableau 7–113. Distance de plantation des patates douces 332
Tableau 7–114. Teneur en éléments nutritifs de la patate douce. 334

Pois

Tableau 7–115. Distance de plantation des pois .354
Tableau 7–116. Besoins en phosphore des pois. .355
Tableau 7–117. Besoins en potassium des pois . .355
Tableau 7–118. Rendement moyen des petits pois 356

Poivrons et piments

Tableau 7–119. Conditions de germination et de croissance des plants de poivrons et de piments 362
Tableau 7–120. Distance de plantation des poivrons et des piments 362
Tableau 7–121. Calendrier de la fertilisation azotée des poivrons et des piments 363
Tableau 7–122. Besoins en phosphore des poivrons et des piments 363
Tableau 7–123. Besoins en potassium des poivrons et des piments 363
Tableau 7–124. Solution de démarrage pour plants de poivrons et de piments à repiquer. 364
Tableau 7–125. Teneurs en éléments nutritifs des poivrons et des piments 364
Tableau 7–126. Rendements moyens pour les cultures de poivrons et de piments (Ontario). 365
Tableau 7–127. Conditions d'entreposage des poivrons et des piments 366
Tableau 7–128. Prévisions en fonction des degrés-jour selon une température de base de 10 °C – Pyrale du maïs 375

Pommes de terre

Tableau 7–129. Classes des pommes de terre de semence au Canada 382
Tableau 7–130. Espacement des pommes de terre 382
Tableau 7–131. Besoins en azote de la pomme de terre 386
Tableau 7–132. Besoins en phosphore de la pomme de terre 387
Tableau 7–133. Besoins en potassium de la pomme de terre 387
Tableau 7–134. Pomme de terre : interprétation des résultats d'analyse des tissus végétaux 388
Tableau 7–135. Pommes de terre : quantité d'eau nécessaire pour un rendement optimal 389
Tableau 7–136. Seuils d'intervention pour les doryphores de la pomme de terre à différents stades du développement des cultures. . . . 403

Radis

Tableau 7–137. Distance de plantation des radis . 408
Tableau 7–138. Besoins en phosphore du radis . . 409
Tableau 7–139. Besoins en potassium du radis. . . 409
Tableau 7–140. Teneur en éléments nutritifs du radis. 410

Rutabagas et navets

Tableau 7–141. Distance de plantation des rutabagas et des navets. 418
Tableau 7–142. Besoins en phosphore du rutabaga et du navet 418
Tableau 7–143. Besoins en potassium du rutabaga et du navet 418

Tomates

Tableau 7–144. Espacement des plants de tomates. 431
Tableau 7–145. Recommandations pour la fertilisation azotée des tomates. . 431
Tableau 7–146. Besoins en phosphore des tomates (à pâte, à conserves entières; marché du frais) 432
Tableau 7–147. Besoins en potassium des tomates. 432
Tableau 7–148. Recommandations pour la fertilisation potassique des tomates soumises à la fertirrigation 433
Tableau 7–149. Recommandations concernant la fertilisation de démarrage des plants de tomates 433
Tableau 7–150. Teneurs en éléments nutritifs des tomates 433
Tableau 7–151. Rendements moyens des tomates des champs (Ontario) . . 435
Tableau 7–152. Souches et hôtes du mildiou. . . . 440
Tableau 7–153. Virus courant chez la tomate . . . 445

Chapitre 1

Fertilité et fertilisation des cultures maraîchères



L'état de fertilité du sol est un facteur important pour des récoltes de légumes abondantes et de bonne qualité. Un bon programme de fertilité du sol concilie :

- les besoins nutritionnels de la culture;
- les nutriments disponibles dans le sol;
- la quantité, le moment, la source et la zone d'application des apports en nutriments.

L'entretien de la fertilité du sol n'est qu'une des composantes du programme de gestion des cultures maraîchères. L'efficacité d'un programme de fertilisation repose sur une bonne gestion des sols et de l'eau et sur la protection des cultures.

Pour des renseignements complets sur la fertilité du sol, voir la publication 611F du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales (MAAARO), *Manuel sur la fertilité du sol*.

Évaluation des besoins nutritionnels d'une culture maraîchère

Il y a trois méthodes pour évaluer l'état de fertilité du sol et des cultures :

- symptômes visuels de carence;
- analyse de sol;
- analyse de tissus végétaux.

Symptômes visuels de carence

Les symptômes qui se manifestent sur les feuilles aident à détecter certaines carences nutritives. Malheureusement, à partir du moment où ces signes de carences sont visibles, il est parfois trop tard pour éviter les pertes de rendement. En outre, les symptômes externes de carences peuvent être facilement confondus avec d'autres problèmes de production, tels que les dégâts causés par des herbicides, des maladies foliaires et racinaires, des nématodes, des insectes, le compactage du sol ou la pollution de l'air. On peut souvent confirmer les carences suspectées par une analyse de tissus végétaux et une analyse de sol. Il est important de noter que la principale cause de carence nutritionnelle n'est pas forcément un manque de nutriments dans le sol, mais plutôt des facteurs biotiques, comme des dommages racinaires, la compaction excessive du sol ou des maladies vasculaires.

Analyse de sol

L'analyse de sol constitue la méthode la plus précise pour déterminer les besoins nutritionnels d'une culture (Figure 1–1). Elle se divise en trois étapes :

1. Collecte d'un échantillon représentatif du champ ou de zones précises du champ.
2. Analyse de l'échantillon de sol à l'aide des méthodes reconnues par le MAAARO.
3. Association des résultats aux besoins nutritionnels de la culture.

Interprétation des rapports d'analyse de sol

Dans un rapport d'analyse de sol, chaque élément nutritif se fait attribuer une valeur numérique, une cote d'efficacité représentée par des lettres et une dose recommandée, habituellement exprimée en kg/ha ou en lb/acre. On détermine l'efficacité d'un fertilisant en fonction de la probabilité qu'il engendre un gain de rendement durant l'année d'application. Ces gains devraient dépasser la valeur de l'engrais et les coûts d'application.

Le système de cotes d'efficacité est expliqué au Tableau 1–1.

Tableau 1–1. Cotes d'efficacité des fertilisants en fonction des résultats des analyses de sol

Efficacité (selon le rapport d'analyse de sol)	Niveau de fertilité du sol	Probabilité que la fertilisation soit rentable
Efficacité élevée (EE)	Faible	Élevée (dans la plupart des cas)
Efficacité moyenne (EM)	Moyen	Moyenne (dans à peu près la moitié des cas)
Efficacité faible (EF)	Élevé	Faible (dans peu de cas)
Efficacité très faible (ETF)	Très élevé	Très faible (dans très peu de cas)
Efficacité nulle ou négative (EN)	Excessif	Nulle (jamais)

Analyses du sol



Tous les **3** ans

15 cm de profondeur

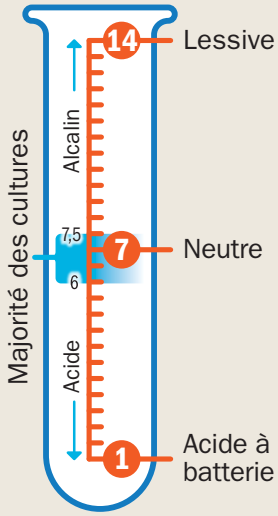
Prendre **25** carottes par zone de **5 ha** (12,5 acres).

Prendre **plusieurs** échantillons pour les champs de plus de **10 ha** (25 acres).

Prendre des échantillons **différents** selon les **types** de culture, les **antécédents** de la culture et la **topographie**.

ÉVITER LES ERREURS D'ÉCHANTILLONNAGE • Ne pas prendre d'échantillons de bandes latérales fertilisées. • Éviter les endroits où il y a eu des piles de fumier ou de chaux. • Utiliser un seau en plastique propre. • Ne pas utiliser de seaux ou d'outils en métal galvanisé.

Échelle du pH



Analyses reconnues par le MAAARO

- pH du sol
- pH tampon
- Phosphore
- Potassium
- Magnésium
- Indice de biodisponibilité du manganèse
- Indice biodisponibilité du zinc
- Nitrate d'azote

Méthodes d'analyse

On analyse la teneur en phosphore par extraction au bicarbonate de sodium.

Pour le potassium et le magnésium, on utilise l'acétate d'ammonium.

Indices

Les indices de manganèse et de zinc évaluent la biodisponibilité de ces éléments selon l'analyse de sol et le pH du sol.

Rapports

Les résultats pour le phosphore, le potassium et le magnésium sont exprimés en mg/l, soit en ppm.

Plus la teneur en nutriments du sol **AUGMENTE** plus la rentabilité de la fertilisation **DIMINUE**

Les analyses de la teneur en bore, en fer, en cuivre et en molybdène ne sont pas reconnues par le MAAARO

L'analyse des feuilles est un meilleur indicateur de la réaction des cultures.

Les besoins en fertilisants pour chaque culture se trouvent dans la section sur la **culture en question** au chapitre 7.

Azote – Échantillonnage

Azote
7
N
14,007

- Prélever à 30 cm (12 po) de profondeur.
- Prélever juste avant le stade de croissance rapide de la culture.
- L'analyse de sol peut aider à ajuster la dose d'engrais à épandre en bandes latérales.
- L'analyse de la teneur en azote n'est pas calibrée pour les cultures maraîchères.



Dans les sols très sableux, la teneur en potassium peut diminuer rapidement. Échantillonner plus souvent pour la **tomate** ou la **pomme de terre**.



Figure 1–1. Analyse de sol : information sur l'échantillonnage et analyses de sol reconnues en Ontario

Quatre systèmes permettent de déterminer les taux de fertilisation en fonction des analyses de sol :

- Méthode axée sur les concentrations convenables (reconnues par le MAAARO);
- Méthode visant à rehausser et à maintenir l'état de fertilité;
- Méthode reposant sur le taux de saturation en bases;
- Méthode fondée sur les prélèvements par la culture.

Méthode axée sur les concentrations convenables

La méthode axée sur les concentrations convenables vise à minimiser les risques de perte de profit découlant d'une fertilisation excessive. En d'autres mots, elle vise à maximiser les retours nets de la fertilisation dès la première année. Les recommandations préconisent de fertiliser seulement lorsqu'il y a une probabilité élevée d'efficacité profitable sur le rendement. Cette méthode fait en sorte que les teneurs du sol restent basses, dans les limites des besoins nutritionnels. Cette méthode est habituellement préconisée par le cultivateur qui loue ses terres pour de courtes périodes ou lorsque les liquidités sont faibles.

Les recommandations du MAAARO se basent sur la suffisance. Le programme des analyses reconnues par le MAAARO se base sur les résultats d'essais en plein champ pour déterminer les doses optimales d'application d'azote, de phosphore et de potassium. Ces doses doivent en principe maximiser le rendement économique dans l'année en cours. Elles doivent aussi maintenir ou augmenter progressivement l'état de fertilité du sol (Figure 1–2).

Les doses recommandées par le MAAARO pour l'azote, le phosphore et le potassium pour chaque culture se trouvent au chapitre 7.

Méthode visant à rehausser et à maintenir l'état de fertilité

La méthode visant à rehausser et à maintenir l'état de fertilité a pour objectif de minimiser le risque de perte de rendement à cause de carences. Ne considérant pas les nutriments comme une variable pouvant affecter le rendement, elle met l'accent sur les taux de fertilité du sol plutôt que sur la réaction des cultures. En d'autres mots, les engrais sont appliqués en plus grandes doses que celles déterminées par la réaction des cultures pour une teneur élevée en nutriments dans le sol, habituellement au-delà des besoins nutritionnels. Cette méthode est normalement préconisée par le cultivateur propriétaire de ses terres ou locataire à long terme. Les recommandations établies selon cette méthode sont toujours supérieures à celles établies par la méthode axée sur les concentrations convenables.

Il n'y a pas d'avantages économiques à garder la teneur en nutriments du sol dans les intervalles d'efficacité très faible (ETF) ou nulle (EN). Des teneurs élevées en certains nutriments peuvent gêner l'assimilation d'autres nutriments et faire baisser le rendement. Par exemple, une teneur élevée en phosphore pourrait limiter l'absorption de zinc. Une teneur élevée en potassium pourrait réduire celle de magnésium.

Ce concept ne s'applique pas aux nutriments qui sont facilement lessivés du sol, comme l'azote et le soufre.

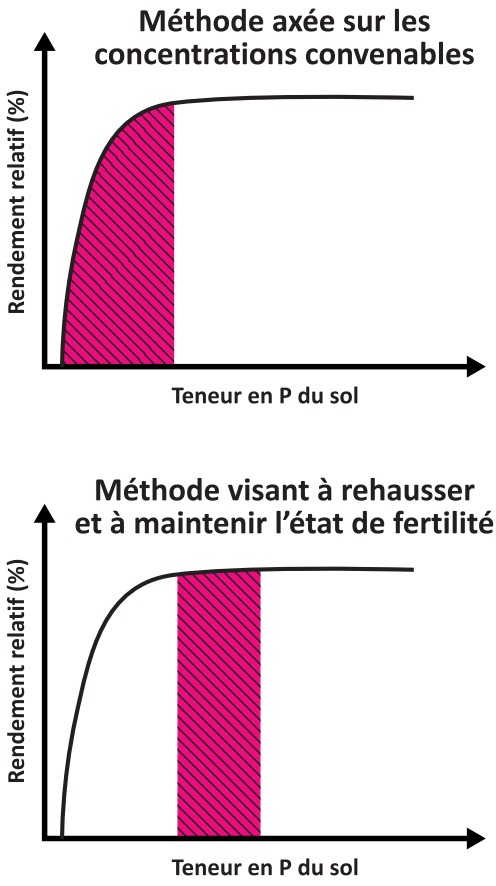


Figure 1–2. Teneur en phosphore (P) selon deux méthodes : celle axée sur les concentrations convenables (haut) et celle visant à rehausser et à maintenir l'état de fertilité (bas)

Méthode reposant sur le taux de saturation en bases

S'intéressant aux interactions des cations, cette méthode vise à atteindre les proportions « idéales » de cations de potassium, de calcium et de magnésium. Ce système postule que le calcium devrait occuper 65 % des sites d'échange cationique, le magnésium, 10 %, et le potassium, 5 %. Toutefois, des études ont montré qu'il y a une bonne marge de manœuvre, pour autant qu'aucun de ces éléments ne soit en carence évidente.

Cette méthode ne comprend pas d'analyse économique des doses de fertilisation. En Ontario, beaucoup de sols sont très riches en calcium ou en magnésium, ce qui conduit à un grand déséquilibre entre ces nutriments et le potassium. L'apport en potassium nécessaire pour rééquilibrer le tout coûte souvent plus cher qu'il ne rapporte. Des recherches menées dans la province n'ont pas montré d'effet significatif de la capacité d'échange cationique sur les besoins en potassium pour une croissance optimale. Cette méthode ne permet pas d'obtenir des recommandations pour l'azote et le phosphore.

Méthode fondée sur les prélèvements par la culture

Les recommandations de quantité d'engrais fondées sur les prélèvements par la culture sont calculées à partir de la teneur moyenne de chaque nutriment prélevé dans le sol dans le secteur de la culture qui a déjà été récolté. Ce système ne tient pas compte des nutriments naturellement fournis par le sol. Par conséquent, il arrive souvent que l'épandage des quantités de phosphore et de potassium recommandées coûte plus cher qu'il ne rapporte. Dans les sols où les fertilisants ont une cote d'efficacité faible (EF), très faible (ETF) ou nulle (EN), il arrive que les gains de rendement ne suffisent même pas à compenser le coût de l'engrais.

En outre, bon nombre de cultures maraîchères prélèvent relativement peu d'éléments nutritifs. Les quantités d'engrais déterminées de cette manière risquent alors d'être insuffisantes pour soutenir adéquatement la croissance et assurer la qualité des cultures. C'est aussi le cas pour les sols où les fertilisants ont une cote d'efficacité élevée (EE).

Analyse de tissus végétaux

L'analyse de tissus végétaux mesure les teneurs en nutriments des tissus de la plante. En comparant les résultats de l'analyse de tissus végétaux aux valeurs jugées normales pour la culture en question, on peut déterminer si la teneur en un nutriment en particulier est trop élevée, adéquate ou insuffisante. Les intervalles de suffisance pour de nombreuses cultures maraîchères sont listés au chapitre 7.

Pour la gestion de la fertilité culturale, cette méthode a ses avantages et ses inconvénients.

Avantages :

- Aucune analyse de sol n'est reconnue pour doser le bore, le cuivre, le fer ou le molybdène. Les analyses de tissus végétaux peuvent donc en orienter la gestion.
- L'analyse de tissus végétaux permet aux cultivateurs d'évaluer les programmes de fertilisation en phosphore, en potassium, en magnésium et en manganèse pendant la saison de végétation.
- L'analyse de tissus végétaux est utile pour diagnostiquer les problèmes nutritionnels dans un champ en vue d'apporter des correctifs.
- Lorsqu'il a été établi que les teneurs en nutriments du sol sont adéquates, l'analyse de tissus végétaux peut aider à comprendre pourquoi ces éléments sont mal absorbés par la plante.

Inconvénients :

- L'analyse de tissus végétaux n'est pas fiable pour le dosage de l'azote et du zinc.
- Les résultats n'indiquent ni la cause de la carence ni la quantité d'engrais nécessaire pour la suppléer.
- Pour bien des cultures maraîchères, il est difficile de déterminer le moment d'échantillonnage optimal. Comme les légumes se développent très rapidement et que leur cycle de production est relativement court, les résultats d'analyse arrivent parfois quand la perte de rendement est irréversible.
- Une croissance rapide peut occasionner des carences temporaires qui ne sont pas liées à la teneur réelle de nutriments dans le sol ou même au potentiel de rendement.

Pour maximiser l'utilité de l'analyse de tissus végétaux, il faut la combiner à :

- une analyse de sol récente fournissant des données sur la teneur en nutriments et le pH du sol;
- une inspection visuelle des cultures et des conditions du sol;
- une connaissance des pratiques culturales antérieures du champ.

Il n'existe aucun processus d'agrément du MAAARO pour les laboratoires d'analyse de tissus végétaux. Cependant, les laboratoires agréés par le MAAARO en analyse de sol, qui exécutent des analyses de tissus, sont surveillés, et chacun d'eux est en mesure d'effectuer une analyse valable des tissus végétaux.

Échantillonnage de tissus végétaux

Le moment de l'échantillonnage et le type de tissus prélevés ont tous deux une incidence majeure sur l'analyse. La teneur en nutriments d'une plante varie considérablement selon l'âge et le stade de développement physiologique. Des recommandations quant aux moments d'échantillonnage ont été établies pour la plupart des cultures maraîchères. Elles se retrouvent dans les tableaux des intervalles de suffisance dans la section consacrée à la culture en particulier au chapitre 7. Les résultats seront difficiles à interpréter si les échantillons sont prélevés à d'autres moments.

Pour la plupart des cultures, prélever la dernière feuille à s'être entièrement déployée sur chaque plant. Les résultats obtenus avec les très vieilles et très jeunes feuilles peuvent induire en erreur.

Pour diagnostiquer un problème particulier :

- Prélever des échantillons dans le secteur à problèmes et d'autres dans les secteurs avoisinants, où tout semble normal, pour avoir une base de comparaison.
- Prélever des feuilles d'au moins 20 plants ou des pétioles d'au moins 50 plants (échantillons d'environ 250 g [poids frais]), répartis dans le secteur d'échantillonnage.
- Placer les échantillons dans des sacs en papier. Un sac en plastique les ferait pourrir rapidement.
- Retirer toutes les particules de sol des feuilles avant de les expédier au laboratoire.
- Envoyer les échantillons végétaux frais directement au laboratoire ou les faire sécher à l'air à basse température (65 °C [149 °F] maximum) pour éviter qu'ils ne pourrissent.
- Envoyer avec les échantillons de tissus végétaux des échantillons de sol prélevés dans les zones à problèmes et dans les zones normales.

Pour en savoir plus sur les méthodes d'échantillonnage de tissus végétaux (feuilles, pétioles) pour diverses cultures, voir la publication 611F du MAAARO, *Manuel sur la fertilité des sols*. En Ontario, plusieurs laboratoires effectuent des analyses de tissus végétaux. Voir l'*Annexe C. Laboratoires de l'Ontario agréés pour effectuer des analyses de sol*.

Acidité du sol et chaulage

L'échelle de pH sert à définir le degré d'acidité ou d'alcalinité du sol. Un pH de 7,0 indique la neutralité, un pH entre 7 et 1, l'acidité, et un pH entre 7 et 14, l'alcalinité.

La plupart des légumes s'accommodent bien d'un pH situé entre 6,0 et 7,5 en sol minéral et d'un pH compris entre 5,0 et 6,0 en sol organique (terre noire). Pour connaître le pH adapté pour une culture précise, voir la section qui y est consacrée au chapitre 7.

Il est important de maintenir le pH du sol à l'intérieur de la fourchette appropriée. La biodisponibilité de certains nutriments diminue ou augmente quand le pH s'écarte de sa fourchette idéale spécifique. Il y a alors un risque de carences ou d'excès toxiques.

Si une des cultures de la rotation exige un pH plus élevé que les autres, il est recommandé de chauler le sol afin d'atteindre le pH le plus élevé. Des cultures ayant besoin d'un pH très différent (ex. : brassicacée et pomme de terre) ne devraient probablement pas être cultivées en rotation.

Pour corriger l'acidité du sol, épandre en pleine surface de la chaux broyée et l'incorporer au sol, aux doses suggérées dans les résultats d'analyse de sol. Il faut utiliser la chaux dolomitique sur les sols dont la teneur en magnésium est de 100 ppm ou moins.

Macronutriments

Les macronutriments sont nécessaires en grandes quantités pour assurer une croissance et un développement de base. Les macronutriments principaux comprennent l'azote, le phosphore et le potassium, et les macronutriments secondaires, le calcium, le magnésium et le soufre.

Pour en savoir plus sur les signes et causes de carence en macronutriments, ainsi que sur les effets d'un apport excessif dans le sol, voir la Figure 1–3 et le Tableau 1–2.

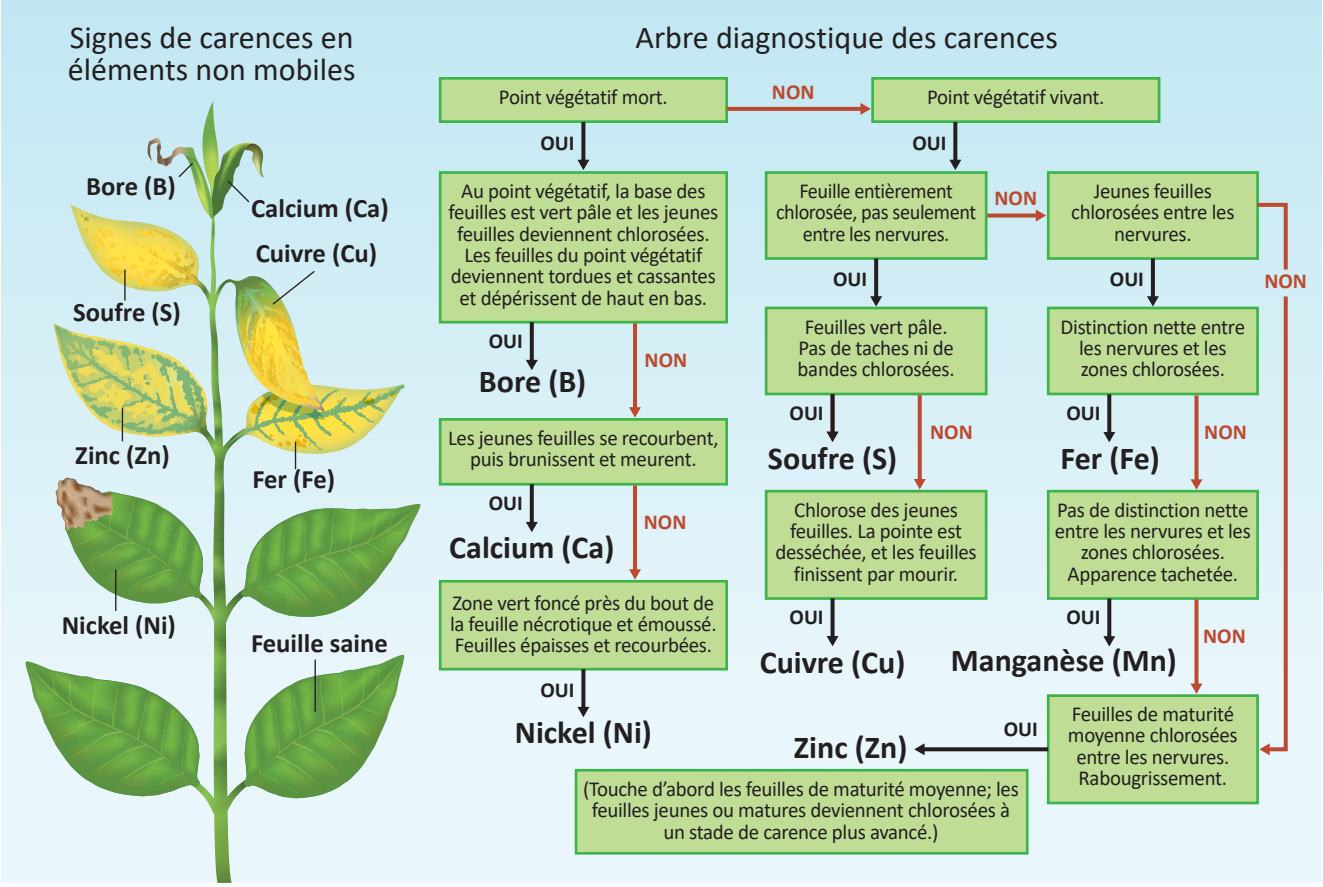


Figure 1–3. Signes de carences nutritionnelles

Tableau 1–2. Macronutriments du sol et des plantes

Nutriment	Forme absorbée par la plante	Signes de carence	Conditions du sol ou de l'environnement le plus souvent à l'origine de carences	Effets d'un apport excessif
Azote	Nitrate (NO_3^-) Ammonium (NH_4^+)	◦ Croissance, rendement ou qualité moindres ◦ Jaunissement général, d'abord sur les feuilles les plus matures	◦ Sols sous-fertilisés ◦ Sols gorgés d'eau ◦ Temps frais durant la croissance ◦ Croissance racinaire entravée	◦ Croissance végétative excessive ◦ Floraison moindre ◦ Pression accrue des insectes ou des maladies
Phosphore	Phosphate ($H_2PO_4^-$) (HPO_4^{2-})	◦ Croissance, rendement ou qualité moindres ◦ Feuilles violet rouge ◦ Premiers signes sur les feuilles les plus matures ◦ Souvent sur la face inférieure des feuilles	◦ Sols sous-fertilisés ◦ Marne ◦ Sols au pH faible ◦ Temps frais durant la croissance	◦ Absorption du zinc moindre
Potassium	Potassium (K+)	◦ Croissance, rendement ou qualité moindres ◦ Jaunissement des feuilles, d'abord sur le pourtour ◦ Défauts de coloration (tomate) ◦ Chute ou malformation du fruit	◦ Sables et loams	◦ Absorption du magnésium moindre
Calcium	Calcium (Ca_2+)	◦ Mauvais développement des boutons floraux ◦ Jeunes feuilles tordues et jaunies ◦ Cœur noir (céleri et pomme de terre) ◦ Brûlure apicale (laitue et chou pommé) ◦ Cavité pythienne (carotte) ◦ Nécrose apicale (tomate et melon d'eau)	◦ Sols sableux acides ◦ Sols sous-irrigués ◦ Peu courant en Ontario	S. O.
Magnésium	Magnésium (Mg_2+)	◦ Jaunissement entre les nervures ◦ Premiers signes sur les feuilles les plus matures ◦ Espèces sensibles : maïs, tomate, pomme de terre, carotte, céleri, épinard	◦ Sols acides ◦ Sols sableux ◦ Après des teneurs élevées en potassium	S. O.
Soufre	Sulfate (SO_4^{2-})	◦ Croissance, rendement ou qualité moindres ◦ Jaunissement général des feuilles	◦ Voir *Soufre*	S. O.

Adaptation de *Gestion des éléments nutritifs destinés aux cultures*, nº BMP20F, 2008.

Pour connaître les recommandations d'apport en azote, en phosphore et en potassium pour des cultures données, voir le chapitre 7. Pour connaître les recommandations en phosphore et en potassium pour les sols minéraux ou organiques (terre noire), voir : Tableau 1–3, Tableau 1–4, Tableau 1–5 et Tableau 1–6.

Les recommandations en phosphore et en potassium du présent document se fondent sur les résultats d'analyses de sol. S'il est impossible de faire analyser le sol, voici comment estimer sommairement les besoins en engrais :

- Si le champ a été fertilisé régulièrement pendant plusieurs années ou fortement fertilisé au cours des dernières années ou s'il a été engraissé au fumier régulièrement, utiliser l'une des doses recommandées pour les sols dans lesquels les fertilisants ont une cote d'efficacité moyenne (EM).
- Si le champ a été très peu fertilisé ou engraissé au fumier par le passé, utiliser l'une des doses recommandées pour les sols dans lesquels les fertilisants ont une cote d'efficacité élevée (EE).

Là où les résultats d'analyse de sol dénotent un besoin supplémentaire en magnésium, voir le Tableau 1–7.

Tableau 1–3. Besoins en phosphore des légumes cultivés en sols minéraux

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

Teneur en phosphore évaluée par extraction au bicarbonate de sodium (ppm)	Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)								
	Haricot (de Lima, mange-tout) Pois	Radis	Maïs sucré Asperge (en production)	Betterave à sucre	Betterave Carotte Laitue Oignon Panais Rutabaga Épinard Raifort	Pomme de terre	Concombre Melon brodé Citrouille Courge Tomate[1] Melon d'eau	Céleri Rhubarbe	Brocoli[2] Chou de Bruxelles[2] Chou pommé[2] Chou-fleur[2] Aubergine[1] Poivron et piment[1] Asperge (pépinière et jeune plantation)
0-3	80 (71) EE	80 (71) EE	110 (98) EE	150 (134) EE	180 (161) EE	200 (178) EE	230 (205) EE	230 (205) EE	270 (241) EE
4-5	60 (54) EE	70 (63) EE	100 (89) EE	140 (125) EE	170 (152) EE	200 (178) EE	230 (205) EE	230 (205) EE	260 (232) EE
6-7	50 (45) EE	60 (54) EE	90 (80) EE	140 (125) EE	170 (152) EE	190 (170) EE	220 (196) EE	220 (196) EE	250 (223) EE
8-9	40 (36) EE	60 (54) EE	70 (63) EE	130 (116) EE	160 (143) EE	190 (170) EE	220 (196) EE	220 (196) EE	240 (214) EE
10-12	30 (27) EM	50 (45) EM	50 (45) EE	130 (116) EM	160 (143) EE	180 (161) EE	210 (187) EE	220 (196) EE	230 (205) EE
13-15	20 (18) EM	50 (45) EM	20 (18) EM	120 (107) EM	150 (134) EE	170 (152) EE	190 (170) EE	210 (187) EE	220 (196) EE
16-20	0 EF	40 (36) EF	20 (18) EM	100 (89) EF	140 (125) EE	160 (143) EE	170 (152) EE	190 (170) EE	200 (178) EE
21-25	0 EF	40 (36) EF	20 (18) EF	90 (80) EF	120 (107) EM	140 (125) EM	140 (125) EM	160 (143) EM	170 (152) EE
26-30	0 ETF	30 (27) EF	20 (18) EF	70 (63) ETF	100 (89) EM	120 (107) EM	110 (98) EM	140 (125) EM	140 (125) EM
31-40	0 ETF	30 (27) EF	0 ETF	50 (45) ETF	80 (71) EM	90 (80) EM	80 (71) EM	110 (98) EM	110 (98) EM
41-50	0 ETF	20 (18) EF	0 ETF	30 (27) ETF	50 (45) EF	50 (45) EM	50 (45) EM	80 (71) EM	80 (71) EM
51-60	0 ETF	0 EF	0 ETF	0 ETF	30 (27) ETF	30 (27) EF	30 (27) EF	50 (45) EF	50 (45) EF
61-80	0 EN	0 ETF	0 EN	0 ETF	0 ETF	30 (27) EF	0 ETF	0 ETF	0 ETF
80 ou plus	0 EN	0 EN	0 EN	0 EN	0 EN	30 (27) EF	0 EN	0 EN	0 EN

[1] Plants de tomate, de poivron, de piment et d'aubergine : au repiquage, appliquer une solution d'engrais de démarrage telle que 1 l de 10-34-0 par 100 l d'eau, ou 1 l de 6-24-6 par 75 l.

[2] Plants de brocoli, de chou de Bruxelles, de chou pommé et de chou-fleur : si l'eau de repiquage ne contient pas d'insecticide, on peut y ajouter un engrais de démarrage riche en azote, tel que le 20-20-20, à raison de 1 kg/200 l. Par temps très chaud et en sol sablonneux sec, réduire de moitié la concentration.

Tableau 1–4. Besoins en phosphore des légumes cultivés en sols organiques

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

Teneur en phosphore évaluée par extraction au bicarbonate de sodium (ppm)	Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	
	Betterave Brocoli[1] Chou de Bruxelles[1] Chou pommé[1] Carotte Chou-fleur[1] Laitue Oignon[2] Panais Pomme de terre Radis Épinard	Céleri
0-3	100 (89) EE	120 (107) EE
4-5	100 (89) EE	120 (107) EE
6-7	100 (89) EE	120 (107) EE
8-9	100 (89) EE	120 (107) EE
10-12	90 (80) EM	120 (107) EE
13-15	90 (80) EM	110 (98) EM
16-20	80 (71) EM	100 (89) EM
21-25	70 (63) EM	90 (80) EM
26-30	60 (54) EM	80 (71) EM
31-40	50 (45) EF	70 (63) EF
41-50	30 (27) EF	50 (45) EF
51-60	20 (18) EF	40 (36) EF
61-80	0 ETF	0 ETF
80 ou plus	0 EN	0 EN

[1] Plants de brocoli, de chou de Bruxelles, de chou pommé et de chou-fleur : si l'eau de repiquage ne contient pas d'insecticide, on peut y ajouter un engrais de démarrage riche en azote, tel que le 20-20-20, à raison de 1 kg/200 l. Par temps très chaud et en sol sablonneux sec, réduire de moitié la concentration.

[2] Si les oignons viennent difficilement à maturité dans les sols organiques d'une profondeur inférieure à 40 cm (16 po), il peut être nécessaire d'augmenter l'apport de phosphate.

Tableau 1–5. Besoins en potassium des légumes cultivés en sols organiques

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

Teneur en potassium évaluée par extraction à l'acétate d'ammonium (ppm)	Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)		
	Brocoli Chou de Bruxelles Chou pommé Chou-fleur	Carotte Céleri Oignon Panais Pomme de terre	Betterave Laitue Radis Épinard
0-15	200 (178) EE	230 (205) EE	100 (89) EE
16-30	190 (170) EE	220 (196) EE	100 (89) EE
31-45	170 (152) EE	210 (187) EE	90 (80) EE
46-60	150 (134) EE	200 (178) EE	80 (71) EE
61-80	120 (107) EM	170 (152) EM	60 (54) EM
81-100	90 (80) EM	150 (134) EM	40 (36) EM
101-120	70 (63) EM	120 (107) EM	30 (27) EM
121-150	50 (45) EM	80 (71) EM	20 (18) EM
151-180	40 (36) EM	40 (36) EM	20 (18) EM
181-210	0 EF	0 EF	0 EF
211-250	0 ETF	0 ETF	0 ETF
250 ou plus	0 EN	0 EN	0 EN

Tableau 1–6. Besoins en potassium des légumes cultivés en sols minéraux

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

Teneur en potassium évaluée par extraction à l'acétate d'ammonium (ppm)	Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)									
	Radis	Haricot (mange-tout, de Lima) Pois	Maïs sucré	Betterave à sucre[1]	Tomate (à pâte, marché du frais) Concombre Melon brodé Citrouille Courge Melon d'eau	Betterave Carotte Laitue Oignon Panais Pomme de terre Épinard Raifort	Brocoli Chou de Bruxelles Chou pommé Chou-fleur Aubergine Poivron et piment	Céleri Rhubarbe Rutabaga[2]	Asperge	Tomate[2] (de transf., entière)
0-15	60 (54) EE	120 (107) EE	170 (152) EE	180 (161) EE	230 (205) EE	230 (205) EE	270 (241) EE	340 (303) EE	420 (375) EE	660 (589) EE
16-30	60 (54) EE	110 (98) EE	160 (143) EE	170 (152) EE	220 (196) EE	220 (196) EE	250 (223) EE	330 (294) EE	400 (257) EE	640 (571) EE
31-45	50 (45) EE	90 (80) EE	140 (125) EE	160 (143) EE	200 (178) EE	210 (187) EE	230 (205) EE	310 (277) EE	360 (321) EE	600 (535) EE
46-60	50 (45) EE	80 (71) EE	110 (98) EE	140 (125) EE	180 (161) EE	190 (170) EE	200 (178) EE	280 (250) EE	320 (286) EE	560 (500) EE
61-80	40 (36) EM	60 (54) EM	80 (71) EE	120 (107) EE	140 (125) EE	160 (143) EE	170 (152) EE	250 (223) EE	280 (250) EE	480 (428) EE
81-100	30 (27) EM	40 (36) EM	50 (45) EM	90 (80) EM	100 (89) EE	130 (116) EE	130 (116) EE	200 (178) EE	250 (223) EE	400 (357) EE
101-120	30 (27) EM	30 (27) EM	30 (27) EM	70 (63) EM	70 (63) EM	100 (89) EM	100 (89) EM	150 (134) EM	220 (196) EE	340 (303) EM
121-150	20 (18) EM	0 EF	0 EF	20 (18) EM	50 (45) EM	80 (71) EM	80 (71) EM	90 (80) EM	190 (170) EM	300 (268) EM
151-180	20 (18) EM	0 ETF	0 ETF	0 EF	40 (36) EM	50 (45) EM	50 (45) EM	50 (45) EM	160 (143) EM	280 (250) EM
181-210	0 EF	0 ETF	0 ETF	0 EF	0 EF	0 EF	0 EF	0 EF	130 (116) EM	140 (125) EM
211-250	0 ETF	0 ETF	0 ETF	0 ETF	0 ETF	0 ETF	0 ETF	0 ETF	80 (71) EM	70 (63) EM
250 ou plus	0	0	0	0	0	0	0	0	0 EF	0 EF

[1] Des apports excessifs de potassium entraînent un prélèvement excessif de cet élément nutritif par la culture, ce qui empêche d'obtenir un jus clair.

[2] Pour le rutabaga et la tomate, si la teneur du sol en magnésium est inférieure à 100, il faut diminuer proportionnellement les quantités de potasse ci-dessus, sans descendre sous 50 % à 50 ppm de Mg.

Tableau 1–7. Cotes d'efficacité du magnésium en fonction des résultats de l'analyse de sol et interprétation de ces résultats pour toutes les cultures

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible

Teneur du sol en magnésium[1], mg/l de sol (ppm de Mg)	Cote	Tous les légumes
20 ou moins[2]	EE	Faire un apport de magnésium, quelle que soit la culture. Si le pH est inférieur à 6,5, épandre de la chaux dolomitique. Autrement, épandre 30 kg de magnésium soluble (Mg) par hectare (27 lb Mg/acre). Un apport en potassium supérieur aux doses recommandées d'après l'analyse de sol augmente la probabilité d'une carence en magnésium.
21-39[2]	EM	S'il faut de la chaux, utiliser de la chaux dolomitique. Des apports de magnésium sont recommandés si la teneur du sol en potassium est supérieure à 250. Un apport en potassium supérieur aux doses recommandées d'après l'analyse de sol augmente la probabilité d'une carence en magnésium.
41-100[2]	EM	S'il faut de la chaux, utiliser de la chaux dolomitique.
100 ou plus[2]	EF	S'il faut de la chaux, on peut utiliser indifféremment de la chaux dolomitique ou de la chaux calcique.

[1] Extrait à l'aide d'une solution d'acétate d'ammonium 1M.

[2] Pour la tomate et le rutabaga, si la teneur du sol en magnésium est inférieure à 100 ppm, diminuer les quantités de potassium recommandées, sans descendre sous 50 % à 50 ppm de Mg. Par exemple, un sol dont la teneur en Mg est de 75 ppm recevra seulement 75 % de la quantité de potassium habituellement recommandée. Pour un sol dont la teneur en Mg est de 50 ppm ou moins, appliquer 50 % de la recommandation totale.

Soufre

Il n'existe pas d'analyse reconnue par le MAAARO pour le dosage du soufre. Les concentrations fluctuent tout au long de la saison de végétation selon la température, l'humidité et la matière organique du sol. Le soufre faisait traditionnellement partie de la plupart des engrais synthétiques. Avec l'avènement des méthodes de culture modernes, les fabricants d'engrais en ont éliminé une bonne partie. Néanmoins, dans le Sud-Ouest de l'Ontario, bon nombre de terres continuent de recevoir des quantités considérables de soufre par le biais des pluies acides. Chaque année, cela représente de 8 à 13 kg/ha (7 à 12 lb/acre). Un apport supplémentaire pourrait être nécessaire pour les cultures qui ont particulièrement besoin de ce nutriment, par exemple les brassicacées et les oignons.

Oligo-éléments

Les oligo-éléments comprennent le bore, le cuivre, le fer, le manganèse, le molybdène et le zinc. Bien que les besoins en oligo-éléments soient moindres que ceux en macronutriments, leur rôle dans la nutrition globale de la plante n'en est pas moins important.

Toutes les cultures ne répondent pas de la même façon aux apports d'oligo-éléments. Certaines répondent presque toujours à un apport au sol ou sur la plante si le sol est pauvre en oligo-éléments. D'autres répondent à l'occasion et d'autres, rarement, même lorsque le sol est pauvre. Voir le Tableau 1–8.

Pour en savoir plus sur les signes et causes de carence en oligo-éléments, ainsi que sur les effets d'un apport excessif, voir le Tableau 1–9.

Tableau 1–8. Efficacité des oligo-éléments selon la culture[1]

LÉGENDE : **Élevée** = culture susceptible de répondre à la fertilisation si les teneurs du sol ou de la plante sont faibles
Moyenne = culture peu susceptible de répondre à la fertilisation
Faible = culture très peu susceptible de répondre à la fertilisation
– = information non disponible

Culture	Mn	B	Cu	Zn	Mo	Fe
Asperge	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Moyenne
Betterave à sucre	Élevée	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Élevée
Betterave potagère	Élevée	Élevée	Élevée	Moyenne	Élevée	Élevée
Brocoli	Moyenne	Élevée	Moyenne	–	Élevée	Élevée
Carotte	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Faible	Faible	–
Céleri	Moyenne	Élevée	Moyenne	–	Faible	–
Chou pommé	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Faible	Moyenne	Moyenne
Chou-fleur	Moyenne	Élevée	Moyenne	–	Élevée	Élevée
Concombre	Élevée	Faible	Moyenne	–	-	–
Épinard	Élevée	Moyenne	Élevée	Élevée	Élevée	Élevée
Haricot (mange-tout)	Élevée	Faible	Faible	Élevée	Moyenne	Élevée
Laitue	Élevée	Moyenne	Élevée	Moyenne	Élevée	–
Maïs sucré	Élevée	Moyenne	Moyenne	Élevée	Faible	Moyenne
Navet	Moyenne	Élevée	Moyenne	–	Moyenne	–
Oignon	Élevée	Faible	Élevée	Élevée	Élevée	–
Panais	Moyenne	Moyenne	Moyenne	–	Faible	–
Pois	Élevée	Faible	Faible	Faible	Moyenne	–
Poivron et piment	Moyenne	Faible	Faible	–	Moyenne	–
Pomme de terre	Élevée	Faible	Faible	Moyenne	Faible	–
Radis	Élevée	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	–
Tomate	Moyenne	Moyenne	Élevée	Moyenne	Moyenne	Élevée

[1] Tableau reproduit avec l'autorisation des auteurs de la publication *Secondary and Micronutrients for Vegetables and Field Crops* (Table 3, Relative response of selected crops to micronutrient fertilizers), Michigan State University, Cooperative Extension, nº E486.

Tableau 1–9. Oligo-éléments du sol et des plantes

Nutriment	Source	Signes de carence	Conditions du sol le plus souvent à l'origine de carences	Effets d'un apport excessif
Zinc (Zn)	Sulfate de zinc	◦ Stries ou taches blanches près de la base des jeunes feuilles ◦ Plant rabougri ou tordu ◦ Espèces sensibles : maïs, légumineuses et oignons	◦ Sols sableux ou érodés ◦ Sols au pH élevé ◦ Sols à teneur élevée en phosphore	◦ Peut interférer avec l'absorption d'autres oligo-éléments
Manganèse (Mn)	Sulfate de manganèse, manganèse chélaté	◦ Jaunissement entre les nervures sur les jeunes feuilles ◦ Nervures restent d'une couleur vert foncé ◦ Espèces sensibles : haricot, betterave, cucurbitacées, laitue, oignon, pois, pomme de terre, épinard, maïs, tomate, cultures en terre noire	◦ Sols précédemment mal drainés : terre noire, marne ◦ Sols érodés et sableux au pH élevé	◦ Dans des sols acides, un excès de manganèse peut nuire à la croissance des racines ◦ Taches sur les feuilles matures
Bore (B)	Borate	◦ Nouvelles pousses rabougries et décolorées ◦ Possible chute des boutons floraux ◦ Tiges creuses ou fissurées ◦ Espèces sensibles : brassicacées, céleri, betterave, épinard	◦ Sols sableux ◦ Sols secs	◦ Nécrose du pourtour des feuilles ◦ Nouvelles pousses pâles ou blanchâtres et ponctuées de plaques
Cuivre (Cu)	Sulfate de cuivre	◦ Feuilles flasques ou décolorées ◦ Pointes des feuilles tordues ◦ Chez l'oignon, tuniques pâles ◦ Chez la carotte, couleurs ternes	◦ Terres noires ◦ Sols grossiers et sableux	◦ Les pulvérisations trop concentrées endommageront les tissus foliaires
Molybdène (Mo)	Molybdate de sodium	◦ Feuilles tordues et semblables à un fouet ◦ Brûlure du pourtour des feuilles ◦ Espèce sensible : chou-fleur	◦ Terres noires ◦ Sols sableux acides	◦ Un excès de molybdène peut causer des symptômes apparentés à une carence en fer
Fer (Fe)	Fer chélaté	◦ Jaunissement des feuilles entre les nervures	◦ Rare en Ontario	◦ Peu courant

Adaptation de *Gestion des éléments nutritifs destinés aux cultures*, n° BMP20F, 2008.
[1] Voir *Affaissement des sols tourbeux et des terres noires*.

Il faut être prudent avec la pulvérisation foliaire de mélanges d'oligo-éléments, sous peine de blesser les cultures. Suivre à la lettre le mode d'emploi. Ne pas mélanger d'oligo-éléments avec des solutions insecticides, fongicides ou herbicides, sauf si la compatibilité des produits est expressément mentionnée sur l'étiquette des différents produits. De nombreux oligo-éléments chélatés s'agglutinent dans le pulvérisateur quand ils sont mélangés à des pesticides. Les engrais boratés réagissent avec les sachets solubles.

La prudence est également de mise avec la distribution d'oligo-éléments dans le réseau de fertirrigation. Certains mélanges peuvent obstruer les diffuseurs.

L'emploi d'oligo-éléments dans la solution de démarrage est généralement déconseillé, car ils augmentent souvent les risques de phytotoxicité, surtout si les conditions météorologiques sont défavorables.

Pour en savoir plus sur les besoins en manganèse et en zinc, voir le Tableau 1–10 et le Tableau 1–11.

Tableau 1–10. Besoins en manganèse

Indice de biodisponibilité du manganèse[2]	Besoins en manganèse (Mn)[1]	
	Oignon, laitue, betterave	Autres cultures
0-7	2 kg/ha (1,8 lb/acre)	Même si la teneur du sol en manganèse est faible, une carence est peu probable, sauf pour l'oignon, la laitue et la betterave. Si des symptômes de carence apparaissent, faire une application foliaire de 2 kg Mn/ha dans 200 l d'eau (1,8 lb Mn/acre dans 18 gal d'eau).
8-15	2 kg/ha (1,8 lb/acre)	0
16-50	0	0
Plus de 50 au-dessus de la normale	0	0

[1] Faire une pulvérisation foliaire de sulfate de manganèse, car les épandages au sol sont inefficaces.
[2] Indice de biodisponibilité du manganèse = 498 + 0,248 (mg de Mn extrait à l'aide de l'acide phosphorique/l de sol) – 137 (pH du sol) + 9,64 (pH du sol)^2.

Tableau 1–11. Besoins en zinc appliqué au sol

Indice de biodisponibilité du zinc[1]	Besoins en zinc (Zn)	
	Maïs, oignon	Autres cultures
0-7	4-14 kg/ha[2] (3,6-12,5 lb/acre)	Même si la teneur du sol en zinc est faible, une carence est peu probable, sauf pour l'oignon et le maïs sucré. Si des symptômes de carence apparaissent, faire une application foliaire.
8-14	4-14 kg/ha[2] (3,6-12,5 lb/acre)	0
15-100	0	0
Plus de 100 au-dessus de la normale	0	0

[1] Indice de biodisponibilité du zinc = 203 + 4,5 (mg de zinc extrait à l'aide de DTPA/l de sol) – 50,7 (pH du sol) + 3,3 (pH du sol)^2.
[2] La dose de 14 kg de Zn/ha devrait être suffisante pour une période allant jusqu'à trois ans. Ne pas appliquer plus de 4 kg de Zn/ha si l'application se fait en bandes.

Affaissement des sols tourbeux et des terres noires

Quand ils sont cultivés, les terres noires et les sols tourbeux sont le siège d'une décomposition (oxydation) qui entraîne un affaissement progressif pouvant aller de 1 à 3 cm/an. Cet affaissement peut être réduit à moins de 0,05 cm/an si on relève la nappe phréatique et si on maintient un pH entre 5,1 et 5,5.

Par contre, un sol très humide (ou très acide) ne donne pas des rendements maximaux et risque d'être inondé après une forte averse. Les mouillères (zones humides) peuvent également être difficiles à travailler, ce qui se traduira par une levée et une croissance inégales de la culture. Pour assurer aux légumes des conditions de croissance optimale, les champs doivent être bien drainés durant la saison de végétation. En outre, le relèvement de la nappe phréatique durant l'automne et l'hiver contribuera à réduire le taux d'affaissement du sol.

L'épandage d'un engrais contenant du cuivre (Cu) a pour effet indirect de freiner la décomposition, diminuant de moitié le taux d'affaissement. Pendant les trois premières années de mise en culture d'un sol tourbeux ou d'une terre noire, épandre du cuivre à raison de 14 kg/ha (12,5 lb/acre) chaque année; par la suite, et surtout si l'on cultive des oignons, des carottes ou de la laitue, en épandre une année sur deux à raison d'au maximum 5 kg/ha (4,5 lb/acre).

Réduction des quantités d'engrais recommandées

Les recommandations générales quant aux quantités d'engrais présentées dans ce manuel s'appliquent dans les cas où aucune source organique de nutriments n'a été épandue sur le champ. Si du fumier a été épandu, ou si un engrais vert de légumineuses a été enfoui, il faut réduire la fertilisation afin de compenser l'apport en éléments nutritifs sous forme organique.

Voir le Tableau 1–12 et le Tableau 1–13. On peut estimer plus précisément les nutriments biodisponibles en tenant compte du moment et des conditions de l'épandage, ainsi que du délai avant l'incorporation. Le logiciel de gestion des éléments nutritifs du MAAARO (NMAN) peut aussi être utile.

Nota : Pour des raisons de sécurité, ne pas épandre de fumier sur des cultures de légumes destinés au marché du frais dans les quatre mois précédant la récolte.

Tableau 1–12. Quantités moyennes de nutriments biodisponibles, selon le type de fumier

Données fondées sur les moyennes des résultats d'analyses de plus de 12 000 échantillons[1]. Étant donné la grande variabilité des fumiers, l'analyse est le meilleur outil pour évaluer la biodisponibilité des nutriments.

Fumier	Pourcentage moyen de matière sèche	Azote assimilable[2] Épandage à l'automne	Azote assimilable[2] Épandage au printemps	P_2O_5 assimilable[3]	K_2O assimilable[4]
Fumier liquide					
Fumier liquide – bovins	8,1 %	1,0 kg/1 000 l (10 lb/1 000 gal)	1,6 kg/1 000 l (16 lb/1 000 gal)	1,5 kg/1 000 l (15 lb/1 000 gal)	2,6 kg/1 000 l (26 lb/1 000 gal)
Fumier liquide – porcs	3,2 %	1,4 kg/1 000 l (14 lb/1 000 gal)	2,5 kg/1 000 l (25 lb/1 000 gal)	2,0 kg/1 000 l (20 lb/1 000 gal)	2,0 kg/1 000 l (20 lb/1 000 gal)
Digestat[5]	4,2 %	1,7 kg/1 000 l (17 lb/1 000 gal)	3,0 kg/1 000 l (30 lb/1 000 gal)	1,4 kg/1 000 l (14 lb/1 000 gal)	1,7 kg/1 000 l (17 lb/1 000 gal)
Fumier solide					
Fumier solide – volailles (poulets)	58,6 %	13,9 kg/tonne (27,9 lb/tonne)	15,4 kg/tonne (30,8 lb/tonne)	22,3 kg/tonne (44,6 lb/tonne)	15,3 kg/tonne (30,6 lb/tonne)
Fumier solide – bovins laitiers	27,3 %	2,2 kg/tonne (4,4 lb/tonne)	2,3 kg/tonne (4,7 lb/tonne)	3,6 kg/tonne (7,1 lb/tonne)	6,5 kg/tonne (13,0 lb/tonne)
Fumier composté	46,2 %	3,3 kg/tonne (6,4 lb/tonne)	1,0 kg/tonne (2,0 lb/tonne)	4,9 kg/tonne (9,7 lb/tonne)	4,7 kg/tonne (10,0 lb/tonne)
Fumier solide – bovins de boucherie	30,9 %	2,7 kg/tonne (5,5 lb/tonne)	3,4 kg/tonne (6,8 lb/tonne)	5,6 kg/tonne (11,2 lb/tonne)	6,8 kg/tonne (13,7 lb/tonne)
Ovins	32,8 %	2,7 kg/tonne (5,5 lb/tonne)	2,9 kg/tonne (5,8 lb/tonne)	5,8 kg/tonne (11,6 lb/tonne)	9,2 kg/tonne (18,4 lb/tonne)
Chevaux	38,1 %	1,6 kg/tonne (3,2 lb/tonne)	0,5 kg/tonne (1,0 lb/tonne)	2,8 kg/tonne (5,4 lb/tonne)	4,9 kg/tonne (9,8 lb/tonne)

kg/1 000 l = kg/m^3

[1] Données tirées d'analyses de fumier réalisées par des laboratoires ontariens entre 2000 et 2021.
[2] Étant supposé un épandage au printemps avec incorporation dans les 24 heures ou un épandage à l'automne à la mi-octobre avec incorporation dans les 24 heures.
[3] Étant supposé que la biodisponibilité du phosphate du fumier est égale à 80 % de celle du phosphate (40 % durant l'année de l'épandage, l'autre tranche de 40 % étant assimilable l'année suivante).
[4] Étant supposé que, durant l'année de l'épandage, la biodisponibilité du potassium du fumier est égale à 90 % de celle du potassium des engrais commerciaux.
[5] Le digestat présente souvent un pH élevé, ce qui fait augmenter les pertes en azote. L'injection ou l'incorporation immédiate peuvent aider à sa rétention.

Tableau 1–13. Réduction des besoins en azote à la suite de l'enfouissement d'un engrais vert de légumineuses

Type de culture	Réduction de l'apport en azote pour toutes les cultures
Moins du tiers en légumineuses	0
Moins du tiers à la moitié en légumineuses	55 kg/ha (49 lb/acre)
La moitié ou plus en légumineuses	100 kg/ha (90 lb/acre)
Trèfle en culture couvre-sol (peuplement dense et plants de plus de 40 cm [16 po] de hauteur)	45 kg/ha (40 lb/acre)
Résidus de soya et de haricots de grande culture	0

Recommandations de fertilisation dans la production des plants

Les plants de légumes sont habituellement fertilisés avec un engrais soluble, mélangé à l'eau d'arrosage. Pour consulter la liste des engrais couramment utilisés en production de plants, voir le Tableau 1–14. Utiliser de préférence des engrais fournissant la majeure partie de l'azote sous forme de nitrates. Éviter les engrais à concentration élevée en urée, qui peuvent brûler les racines et endommager les cultures.

Tableau 1–14. Composition de différents engrais solubles

Analyse de l'engrais	Quantité d'engrais pour obtenir une solution azotée à 100 ppm	Parties par million			CE[1]
		N	P	K	
20-20-20	50 g/100 l d'eau	100	43	83	0,40 mmho/cm
20-10-20	50 g/100 l d'eau	100	21	83	0,60 mmho/cm
20-8-20	50 g/100 l d'eau	100	17	83	0,75 mmho/cm
17-5-19	59 g/100 l d'eau	100	12	92	1,00 mmho/cm
15-5-15	67 g/100 l d'eau	100	14	83	0,70 mmho/cm
14-0-14	71 g/100 l d'eau	100	0	83	0,85 mmho/cm

[1] Conductivité électrique (CE) d'une solution à 100 ppm, exprimée en micromhos. Les valeurs de CE ont été mesurées avec un conductimètre et de l'eau distillée. Les valeurs varient selon la CE de fond de l'eau employée.

Un engrais riche en phosphate (P_2O_5) peut stimuler un allongement excessif des tiges. Opter pour un engrais dont la teneur en phosphate est faible ou moyenne, ou utiliser un engrais sans phosphate dans la plupart des arrosages et appliquer un engrais riche en phosphate tous les quatre ou cinq arrosages afin de soutenir la croissance de plants. Ne pas supprimer totalement le phosphate, sous peine de retarder la reprise au champ.

Chaque culture maraîchère répond différemment à la fertilisation. Le programme de fertilisation doit donc être adapté à chacune. Adapter le programme en fonction de la charge nutritive du substrat de croissance, des résultats de l'analyse de l'eau et de la taille de l'alvéole (des cellules plus grosses exigent moins d'engrais). Voir le Tableau 1–15.

Tableau 1–15. Lignes directrices pour la fertilisation des plants à repiquer

Culture	Lignes directrices
Tomate	◦ Fortement stimulée par l'engrais. ◦ La surfertilisation nuit à la qualité des plants. ◦ Si on donne de l'engrais à chaque arrosage, on doit utiliser une concentration de 50-100 ppm d'azote, selon le stade de croissance. ◦ Il peut y avoir certains avantages à réduire la fréquence des fertilisations, mais il faut alors utiliser une concentration plus élevée.
Poivron et piment	◦ Besoins d'engrais plus élevés que la tomate. ◦ Si on donne de l'engrais à chaque arrosage, utiliser environ 100 ppm d'azote; augmenter la concentration si la fréquence des fertilisations est moins élevée.
Oignon	◦ Besoins d'engrais modérés. ◦ Appliquer 100 à 200 ppm d'azote par semaine; diminuer l'apport par temps frais et nuageux.
Brassicacées	◦ Besoins d'engrais faibles, moins élevés que les autres cultures. Un apport de 100-150 ppm d'azote par semaine devrait suffire dans la plupart des situations.
Cucurbitacées	◦ Besoins d'engrais faibles. Administrer 100-150 ppm d'azote, une fois par semaine, de deux à quatre fois au total.

Phytotoxicités et carences dans la production des plants

Les cas de carences nutritives sont plus fréquents que les cas de phytotoxicité. Nombreux sont les producteurs qui font très attention de ne pas surdoser l'engrais afin de ne pas « brûler » les racines ou les tiges.

Les plants qui manquent de phosphore présentent une coloration violacée très nette le long de la tige et au revers des feuilles. Ceux qui manquent d'azote ont un feuillage vert pâle. Un excès d'azote donne des plants aux tiges très blanches et au feuillage vert foncé. Voir le Tableau 1–2 et le Tableau 1–15.

Les sels solubles présents dans l'eau additionnée d'engrais peuvent empêcher la germination ou être néfastes aux jeunes plantules. Chez les plantules développées, la salinité peut souvent provoquer un retard de croissance et leur donner une couleur vert foncé. S'ajoutent à ces dommages la brûlure du pourtour des feuilles et la couleur chamois des racines. Pour mesurer la salinité de l'eau, on en mesure la conductivité électrique (CE). Voir le Tableau 1–16.

Tableau 1–16. Fourchettes acceptables de qualité de l'eau et correctifs à apporter

Facteur	Fourchette	Correctif
pH	5,5-6,5	Utiliser de l'acide pour abaisser le pH.
Teneur en bicarbonates	60-100 ppm	Utiliser de l'acide pour abaisser la teneur en bicarbonates. Pour chaque tranche de 60 ppm au-delà de la fourchette cible, ajouter 7 l d'acide phosphorique (85 %)[1] ou d'acide nitrique (67 %)[2] par 100 000 l d'eau. Exemple : une concentration de 200 ppm de bicarbonate exigerait 14 l d'acide pour corriger le problème.
CE (conductivité électrique)	< 0,6 mmho/cm dans l'eau brute 1,0-2,0 mmho/cm dans l'eau additionnée d'engrais	On peut rajuster le programme de fertilisation pour maintenir la CE à un niveau sécuritaire.
Teneur en nitrates	Normalement inférieure à 20 ppm	Corriger le programme de fertilisation en conséquence.
Sulfates	Normalement de 150-250 ppm	Au-delà de la fourchette haute, ne pas ajouter de sulfates à la solution fertilisante.
Chlorures	Normalement de 20-400 ppm	Au-delà de la fourchette haute, ne pas ajouter de chlorures à la solution fertilisante.
Bore	0,5 ppm	Au-delà de la fourchette haute, ne pas ajouter de bore à la solution fertilisante.

[1] Ne pas dépasser 7 l d'acide phosphorique/100 000 l d'eau afin d'éviter l'allongement excessif des plants. Utiliser de l'acide nitrique pour neutraliser la solution si elle titre plus de 60 ppm de bicarbonates.
[2] Chaque apport de 7 l d'acide nitrique fournit 14 ppm d'azote sous forme de nitrates. Rajuster la dose d'engrais azoté en conséquence.

Engrais de démarrage dans les cultures maraîchères

La biodisponibilité du phosphore et la croissance des racines étant réduites en sol frais, bon nombre de cultures maraîchères hâtives pourraient bénéficier de l'apport de petites quantités de phosphore épandues dans la zone racinaire au moment du semis ou du repiquage. Dans le cas des cultures mises en terre plus tard en saison, lorsque les conditions du sol sont meilleures, il y a peu d'avantages à ajouter du phosphore au moment de la plantation.

Bien qu'au démarrage, le phosphore est l'engrais le plus important, on ajoute souvent de petites quantités d'azote pour améliorer la vigueur et la croissance des jeunes pousses, car l'azote ammoniacal accroît l'assimilation du phosphore dans le plant. Dans les sols pauvres en potassium, il se peut que la culture réponde à la présence de potassium dans l'engrais de démarrage, mais dans la plupart des cas, l'apport de cet élément à ce stade ne comporte pas d'avantages.

Les engrais de démarrage sont le plus souvent appliqués aux plants de légumes sous forme d'engrais liquides dans l'eau d'arrosage utilisée au moment du repiquage. Dans le cas de certains légumes semés en pleine terre, l'engrais de démarrage peut être appliqué en bande à 5 cm (2 po) au-dessous et à côté des semences. L'application d'engrais au moment du semis (engrais « Pop-up ») n'est habituellement pas recommandée dans le cas des cultures maraîchères. Pour obtenir des renseignements généraux sur l'utilisation sécuritaire des nutriments dans les engrais de démarrage, voir la section *Éviter de brûler les cultures*. Voir les doses d'engrais de démarrage recommandées pour les différentes cultures, au chapitre 7.

Éviter de brûler les cultures

Tous les engrais sont constitués de sels. Un éventuel contact entre les plantules en germination ou les jeunes plants repiqués et un engrais concentré appliqué en bande risque d'entraver la germination des semences ou d'endommager gravement les racines. Il est donc important, à chaque application, de choisir le bon engrais, d'utiliser la bonne dose et de l'appliquer correctement.

L'urée ne doit pas être utilisée comme engrais de démarrage ni pour les applications en bande en raison de la toxicité de l'ammonium.

Veiller à ce que les engrais utilisés au départ ou au repiquage d'une culture renferment tout juste la quantité d'azote nécessaire pour assurer le démarrage de la culture. Les engrais qui ont une teneur en azote correspondant à plus de la moitié de leur teneur en phosphate renferment souvent de l'urée et risquent davantage d'endommager la culture. Si le sol est sec, réduire la quantité d'azote dans l'engrais de démarrage ou ne pas en utiliser du tout.

De façon générale :

- les engrais ayant une formule identique peuvent avoir des teneurs en sels différentes en fonction de leur matière d'origine;
- les sels d'azote et de potassium sont plus dommageables que les sels de phosphore;
- les engrais contenant des oligo-éléments (bore, cuivre, fer, manganèse, zinc) sont plus toxiques pour les plantes que leurs équivalents exempts d'oligo-éléments. Il n'est habituellement pas recommandé d'utiliser des oligo-éléments dans les engrais de démarrage.

Épandage au sol ou pulvérisation foliaire?

La plante absorbe les engrais foliaires à travers la cuticule et les stomates de ses feuilles. La quantité de nutriments qui parviennent à pénétrer dans la plante par cette voie est plutôt limitée et l'emploi de fortes doses est susceptible de léser la culture. La croissance d'une culture exige des quantités relativement élevées de macronutriments (azote, phosphore, potassium, calcium et magnésium). Par conséquent, l'application au sol est presque toujours la méthode la plus efficace et la plus économique, quand il s'agit de fournir les nutriments majeurs à la plante.

Les oligo-éléments, qui sont nécessaires à la plante en quantités beaucoup plus petites, peuvent être fournis efficacement par des pulvérisations foliaires, en particulier quand des conditions de sol défavorables en diminuent la biodisponibilité. Selon l'oligo-élément en question et le moment où sa carence est décelée, les recommandations viseront tantôt des applications au sol, tantôt des applications foliaires. Des recommandations spécifiques sur les méthodes d'application sont fournies dans les sections consacrées aux différentes cultures, au chapitre 7.

Il est possible d'améliorer l'absorption des engrais foliaires en programmant les pulvérisations au bon moment et en ajoutant des surfactants. Les feuilles jeunes, qui ont en général une cuticule moins développée, peuvent absorber une plus grande quantité d'éléments nutritifs que les feuilles matures. Les pulvérisations effectuées tôt le matin peuvent favoriser une meilleure absorption par les feuilles. Éviter d'appliquer des engrais foliaires pendant les heures chaudes de la journée; leur efficacité sera faible comme le produit pulvérisé séchera rapidement. Faire en sorte que toutes les feuilles reçoivent la solution pulvérisée, en particulier leur face inférieure.

Fertirrigation

On appelle fertirrigation la méthode qui consiste à utiliser le réseau d'irrigation goutte à goutte pour apporter aux plantes les nutriments dont elles ont besoin. L'avantage de la fertirrigation est de combler les besoins nutritifs de la culture en fournissant les apports qui correspondent exactement à ses besoins aux différents stades de sa croissance. Fertiliser les cultures régulièrement en augmentant les doses à mesure qu'elles se développent. Une fois la récolte commencée, on peut cesser d'augmenter les doses et même les diminuer.

Ne pas distribuer d'engrais à base de calcium, de phosphate ou de sulfate dans le réseau d'irrigation, car ces éléments peuvent obstruer les goutteurs.

Azote et potassium

Pour les cultures alimentées par un système de fertirrigation, fournir environ la moitié des besoins en azote et en potassium avant le semis ou la plantation. Le reste est injecté progressivement dans l'eau du réseau d'irrigation. Les recommandations hebdomadaires concernant la fertirrigation des tomates, des piments, des poivrons et des cucurbitacées figurent dans les sections du chapitre 7 consacrées à ces cultures.

Phosphore

Sous les formes où elles se présentent habituellement, les sources de phosphore conviennent rarement à la fertirrigation. Au contact des autres éléments nutritifs, la plupart produisent des sels qui obstruent les goutteurs des réseaux d'irrigation et les empêchent de remplir leur rôle. Des formes hydrosolubles de phosphore ont été mises au point pour le secteur de la serriculture. Cependant, en plein champ, l'application de phosphore dans le réseau d'irrigation goutte à goutte n'engendra pas de gains de rendement. La présence de phosphore peut en outre stimuler la croissance d'algues dans la gaine perforée du réseau d'irrigation et obstruer ainsi les goutteurs. Les épandages sur le sol demeurent le moyen le plus économique de fournir du phosphore à la culture.

Oligo-éléments

La prudence est également de mise avec la distribution d'oligo-éléments dans le réseau de fertirrigation, certains pouvant obstruer les goutteurs.

Chapitre 2

Gestion du sol



La culture des légumes est un processus de production intensif qui implique habituellement beaucoup de travail du sol et de nombreuses façons culturales. Comme la plupart des terres légumières de premier choix ont une texture légère, les producteurs doivent se soucier constamment d'en maintenir la teneur en matière organique et la santé.

Santé du sol

S'entend normalement par « santé du sol » la capacité du sol à résister à l'érosion, au compactage et à d'autres stress, tout en maintenant sa productivité économique. Un sol sain :

- produit une culture dont la qualité et la croissance sont uniformes;
- affiche un pH et des teneurs en éléments nutritifs et en matière organique optimaux;
- résiste à l'érosion due au vent, à l'eau ou aux travaux aratoires;
- a une bonne capacité de rétention d'eau, de drainage et d'infiltration;
- facilite la levée des plantules et la croissance des racines.

Contribuant à maintenir la structure et la capacité de drainage du sol, la matière organique augmente la capacité de rétention de l'humidité et des nutriments. Des études récentes ont mis en lumière le rôle des racines vivantes et des microbes dans l'accumulation de matière organique dans le sol. Une teneur suffisante en matière organique favorise le rendement des cultures, surtout quand les conditions sont défavorables (ex. : sécheresse ou humidité excessive).

Le suivi de la teneur en matière organique fait partie des pratiques de gestion pérenne de la santé du sol. Et plus il y en a, mieux il se porte. La teneur cible varie selon le type de sol. Voir le Tableau 2–1.

Tableau 2–1. Teneur en matière organique selon le type de sol

Type de sol	Teneur en matière organique cible
Sableux	2,5-4 %
Loam sableux	3-4,5 %
Loam	4-6 %
Loam argileux	4-6,5 %
Argileux	4,5-6,5 %

L'évaluation de la santé de chaque champ peut être aussi simple que de faire le suivi de sa teneur en matière organique et de sa fertilité de base, ou peut impliquer une série d'autres analyses. Selon l'analyse, les coûts varieront grandement. S'il en existe toutes sortes sur le marché, il faut savoir qu'on travaille encore à les préciser. Pour l'instant, il est recommandé de choisir une analyse ou une série d'analyses d'un laboratoire qui aideront à orienter la gestion des sols, et de définir une saison ou une période d'échantillonnage. Veiller à l'uniformité de l'échantillonnage et de l'analyse, et suivre l'évolution des pratiques de gestion dans le temps. Pour l'analyse de la santé des sols, toujours prélever des échantillons à la même profondeur que les échantillons de fertilité (15 cm [6 po]). Comme elles peuvent impliquer une évaluation des processus biologiques, il est important de garder les échantillons au frais.

La préservation de la santé du sol est un processus continu. Si certaines pratiques sont faciles et relativement peu coûteuses, d'autres exigent plus d'efforts et de détermination. Le Tableau 2–2 résume les diverses mesures permettant de maintenir ou d'améliorer différents aspects de la santé du sol.

Tableau 2–2. Maintien ou amélioration de la santé du sol

Mesure	Description
Facile et abordable	
Semer des cultures couvre-sol.	Semer des cultures couvre-sol à système racinaire fasciculé (graminées) pour améliorer la structure du sol, surtout dans le lit de semence. Semer des cultures couvre-sol (dicotylédones) dont la racine pivotante descend dans les couches de sol compactées.
Faire une analyse de sol et épandre les justes quantités d'engrais et de chaux.	Un pH adéquat et une bonne fertilisation améliorent la croissance des cultures. Surveiller l'évolution de la teneur en matière organique dans le temps.
Réduire le travail du sol et gérer les résidus des cultures.	Avantages d'un travail réduit du sol durant la préparation des lits de semence : ◦ Quantité accrue de résidus en surface, ce qui protégera le sol contre l'érosion par l'eau et par le vent; ◦ Perte de matière organique moindre, comme les agrégats ne sont pas défaits; ◦ Croutage et compactage moindres.
Épandre du fumier ou du compost pour augmenter la matière organique (à un moment indiqué dans la rotation).	Cette pratique aidera à augmenter la teneur en matière organique du sol, à améliorer sa structure et sa capacité de rétention d'eau, et à le protéger contre l'érosion. En outre, les amendements organiques sont une bonne source d'azote, de phosphore, de potassium et de nombreux oligo-éléments. Des apports excessifs pourraient à long terme mener à une augmentation de la teneur en métaux lourds du sol. Posent aussi souvent problèmes les agents pathogènes connus chez l'humain, comme *E. coli*. Pour les cultures maraîchères, ne pas épandre de fumier pendant la saison de production.
Lutter contre l'érosion.	Réduisent grandement l'érosion du sol des mesures simples comme l'engazonnement de berges, l'aménagement de bandes tampons et de dispositifs anti-érosion (descentes enrochées, tubes de descente), la protection des sorties de conduits de drainage et la culture en bandes alternantes. Des ouvrages comme des bassins de sédimentation et de contrôle du débit ainsi que des terrasses contribuent à ralentir le mouvement de l'eau dans les champs et à éviter les pertes de sol massives. Les mesures de lutte contre l'érosion sont le plus efficaces lorsqu'elles sont combinées avec des pratiques de conservation de base, comme la réduction du travail du sol, la gestion des résidus, la rotation des cultures et la plantation de cultures couvre-sol.
Modifications des systèmes de gestion ou investissements majeurs	
Passer à un système de travail minimal du sol.	Un système de travail minimal du sol ou de semis direct laisse plus de résidus à la surface du sol, ce qui contribue à prévenir l'érosion et à améliorer a structure du sol. Mais cela demande des investissements, du matériel et une modification des méthodes de gestion.
Passer à un système de travail du sol par bandes.	Le travail du sol par bandes consiste à ne labourer que les zones où seront plantées les cultures en touchant le moins possible au reste de la surface du sol. Cette pratique demande des investissements importants en équipement et l'ajustement des traitements herbicides. Les bandes se réchauffent plus rapidement au printemps, et les portions de champ intouchées régulent l'humidité et la température tout au long de l'été. Cette pratique peut être combinée avec la plantation de cultures couvre-sol.
Limiter les passages de la machinerie ou adopter d'autres pratiques visant à réduire le compactage.	Réduire la pression exercée sur le sol par les pneus et les chargements de la machinerie agricole et ajuster l'espacement de l'équipement dans le but de réduire la circulation au minimum, ce qui réduira le compactage.
Pratiquer la rotation culturale avec des céréales, des légumineuses vivaces ou des cultures fourragères.	Une rotation sur deux à quatre ans intégrant des céréales, des légumineuses vivaces ou des cultures fourragères peut améliorer la structure du sol, augmenter sa capacité de rétention d'eau et le protéger contre l'érosion. Choisir des cultures qui laisseront de grandes quantités de résidus riches en carbone, comme les céréales, le maïs sucré et les petites céréales.

Tableau 2–2. Maintien ou amélioration de la santé du sol

Mesure	Description
Planter des rangées d'arbres brise-vent.	Les rideaux d'arbres protègent le sol, et protègent les cultures contre la dessiccation et l'abrasion du sable. Ils peuvent aussi créer un microclimat plus favorable à la culture des légumes. Ces avantages, qui s'obtiennent quelques années après la plantation des arbres, peuvent durer toute une vie.
Semer des cultures intercalaires brise-vent.	Ce type de brise-vent est à refaire chaque année, mais peut être adapté à bien des cultures différentes. À l'instar des rangées d'arbres brise-vent, les bandes intercalaires protègent le sol, protègent les cultures contre la dessiccation et l'abrasion du sable, et peuvent aussi procurer les avantages d'un microclimat.
Améliorer le drainage.	Les drains souterrains éliminent l'excès d'eau, ce qui permet d'exploiter le champ plus rapidement. Ils réduisent le risque de compactage et améliorent la croissance des cultures. Si le sol se draine mal parce qu'il est compacté, un scarifiage en profondeur peut ameublir les couches de sol durcies. S'assurer que le sol n'est pas trop humide à la profondeur atteinte. Cette pratique peut atténuer le compactage, mais si on ne traite pas les causes du problème, il reviendra et pourrait s'aggraver.

Travail du sol

Les méthodes traditionnelles de travail du sol étaient utilisées pour :

- maîtriser les mauvaises herbes;
- enterrer les résidus de cultures pour limiter l'incidence des insectes et des maladies;
- préparer un lit de semence destinée à assurer une bonne levée de la culture et un bon rendement.

Les objectifs traditionnels demeurent, mais il s'y ajoute désormais celui de lutter contre l'érosion du sol en diminuant le travail du sol ou en l'éliminant complètement. Les résidus de culture à la surface, particulièrement dans les champs en pente, ralentissent les mouvements de l'eau et aident à réduire ceux du sol. Grâce aux herbicides modernes plus efficaces, il n'est plus nécessaire d'adopter des programmes intensifs de désherbage mécanique. Autres avantages d'une réduction du travail du sol : les économies de carburant et de main-d'œuvre.

Avant d'adopter un nouveau système de travail du sol, il faut vérifier s'il est compatible avec les types de sols que l'on exploite, ses pentes, leur capacité de drainage, leur température au printemps, la rotation des cultures adoptée et l'équipement de récolte utilisé. Outre l'érosion le travail du sol a une incidence sur le calendrier d'exploitation et la lutte contre les mauvaises herbes, les insectes et les maladies. Pour certains légumes récoltés à la machine, l'efficacité de ce système dépendra de la quantité de résidus laissés après la récolte précédente. Par exemple, dans le cas des haricots mange-tout, il faut que la surface soit plane et sans trop de résidus pour que la récolteuse n'emporte pas de matière étrangère sur son passage.

Aucun système ne convient parfaitement à toutes les régions de l'Ontario. À cause de la variabilité des sols, du climat, des cultures et des modes d'exploitation, chaque producteur doit mettre au point ses propres systèmes de travail du sol. D'ailleurs, ces systèmes devraient faire l'objet d'une rotation, calquée sur celles des cultures, pour qu'à chaque culture corresponde le système le plus adapté.

Méthodes traditionnelles de travail du sol

On appelle « travail traditionnel du sol » l'ensemble des façons culturales qui visent à enfouir dans le sol le maximum de résidus de la culture précédente de telle sorte qu'au moment de la culture suivante, moins de 30 % de la surface du sol soit couverte de résidus. En général, cela consiste à faire un labour avec une charrue à versoirs, puis divers autres instruments aratoires.

Le principal avantage de cette méthode est l'utilisation de machines que tout le monde connaît et dont l'emploi est très répandu. C'est un système souple qui s'adapte à bien des conditions de sols. La charrue à versoirs augmente temporairement la porosité du sol, améliore la circulation d'air, favorise la prolifération des racines et l'infiltration de l'eau, surtout en cas de pluies abondantes. Le gain obtenu au niveau de la porosité peut cependant être annulé si les façons culturales suivantes sont excessives, s'il y a compactage, ou si la structure du sol manque de stabilité.

Le labour à la charrue a aussi ses inconvénients, dont les principaux sont les coûts élevés en matériel, en carburant et en main-d'œuvre associés à la préparation du lit de semence. De plus, la charrue

laisse souvent les champs accidentés, et une reprise du labour sera nécessaire pour aménager correctement le lit de semence. Sans résidus à la surface (ou presque), le sol est très exposé à l'érosion hydrique et éolienne. Il est cependant possible d'atténuer ces inconvénients en réglant les versoirs de manière à ce qu'ils ne retournent pas complètement le sol et qu'une partie des résidus restent en surface.

Travail réduit du sol ou pratiques de conservation

Les systèmes de travail réduit du sol visent à laisser en surface les résidus de la culture précédente, ce qui procure une meilleure protection contre l'érosion que le travail traditionnel. Ils se font avec toutes sortes de machines, mais, en Ontario, la plus utilisée est le chisel. Le pulvériseur tandem et le pulvériseur déporté sont également très utilisés dans certaines régions de la province.

Un champ travaillé à l'automne avec un chisel équipé de socs vrillés présente souvent au printemps suivant une surface bosselée. Il peut s'ensuivre plusieurs inconvénients : l'obligation de reprendre le labour (frais supplémentaires), l'inégalité de la surface du lit de semence et, à l'occasion, un sol trop séchant. On peut parer à ces inconvénients :

- en montant des socs bineurs sur toute la largeur du chisel ou une partie seulement;
- en traînant une lame niveleuse ou des herses derrière le chisel;
- en exécutant une reprise de labour au bon moment au printemps.

Travail du sol en bandes

Le travail du sol en bandes marie les avantages du semis direct et du travail du sol traditionnel. On utilise un appareil équipé de dents et de coutres pour créer un lit de semence conventionnel en bandes étroites (15-20 cm [6-8 po]), chaque bande correspondant à la largeur des organes semeurs ou planteurs. L'intervalle entre les bandes travaillées reste intact. Cette méthode accroît considérablement la quantité de résidus de culture laissés en surface sur le champ, tout en créant le lit de semence auquel tiennent la plupart des producteurs de cultures légumières.

Le travail du sol en bandes peut avoir lieu à l'automne, de sorte que le terrain sera prêt plus tôt au printemps, ou encore au printemps immédiatement avant la mise en culture, selon le type de sol. Cette méthode convient bien aux cultures comme le maïs sucré et les citrouilles.

Semis direct

Les systèmes de semis direct (sans labour ni préparation du sol) sont ceux qui laissent le plus de résidus protecteurs à la surface du sol et offrent les meilleures perspectives de réduction des coûts en carburant et en main-d'œuvre.

Plusieurs possibilités existent, tant au stade de leur conception originale qu'à celui des modifications, pour adapter au semis direct les semoirs de précision ou les semoirs en ligne. Plusieurs entreprises de l'Ontario sont passées maîtres dans la fabrication de planteuses de légumes en semis direct.

Le semis direct est une technique qui peut s'appliquer assez facilement à la culture de certains légumes. Le maintien sur le sol de résidus d'une culture ou d'une plante couvre-sol présente plusieurs avantages, notamment :

- étouffer les mauvaises herbes;
- gêner la circulation de certains ravageurs, comme le doryphore de la pomme de terre;
- protéger les plantes contre l'abrasion du sable et la dessiccation causée par le vent;
- ralentir l'évaporation de l'eau contenue dans le sol.

Les systèmes de semis directs présentent cependant certains inconvénients, notamment :

- l'obligation presque à tout coup de brûler chimiquement les mauvaises herbes avant le semis;
- l'accumulation de résidus de culture potentiellement infestés ou infectés;
- les possibles entraves aux opérations de repiquage, de semis ou de récolte mécanique causées par les résidus de culture.

En production maraîchère biologique, l'objectif du travail du sol est légèrement différent, puisque les producteurs doivent faire plusieurs façons (sarclage, hersage, travail des entre-rangs, désherbage à la herse) à point nommé pour lutter contre les mauvaises herbes. Dans le cas de certaines cultures biologiques, les producteurs parviennent à tenir les mauvaises herbes en échec en associant les cultures couvre-sol, comme le seigle, et les méthodes de semis direct et d'aplatissement au rouleau.

Les légumes suivants sont bien adaptés au semis direct, au travail du sol en bandes et au travail réduit du sol :

- Tomate
- Maïs sucré
- Citrouille
- Courge
- Brassicacées
- Poivron et piment
- Betterave à sucre
- Haricot mange-tout

Cultures couvre-sol

Les cultures couvre-sol dans les cultures maraîchères ont de nombreuses utilités, de leur fonction brise-vent à la lutte contre les ravageurs, en passant par la gestion de base des sols. En voici quelques exemples :

- On plante les citrouilles et les courges dans des résidus de culture de seigle pour maîtriser les mauvaises herbes et éviter que les fruits ne touchent le sol, ce qui réduit le travail de nettoyage en aval.
- On sème souvent les carottes et les oignons avec une culture couvre-sol éphémère (ex. : orge) pour protéger les plantules du vent lors de la levée.
- On plante souvent les poivrons et les piments, les melons et les tomates destinées au marché du frais entre des cultures intercalaires brise-vent de seigle ou d'orge. Ces couloirs protègent les plants du vent et maintiennent un microclimat favorable. Plus tard dans la saison, les rangs de cultures brise-vent peuvent servir à guider les pulvérisateurs et les récolteuses.
- Certains cultivateurs de pommes de terre pratiquent la biofumigation, en plantant certains types de moutarde ou d'autres plantes couvre-sol, pour réduire l'incidence du nématode parasite ou les maladies véhiculées par le sol.

Avec minutie et planification, les cultures couvre-sol peuvent s'intégrer aux systèmes de production de la plupart des cultures maraîchères. Si l'on plante un couvre-sol après une culture commerciale, on gagne à le semer immédiatement après la récolte pour en rentabiliser au maximum les frais. Bien que le semis à la volée et l'incorporation des semences dans le sol soient souvent de bonnes méthodes pour établir une culture couvre-sol, le semis direct ou le semis de précision permettra d'obtenir plus rapidement un peuplement plus régulier.

Chaque type de culture couvre-sol présente des avantages et des inconvénients. Voir le Tableau 2–3 et le Tableau 2–4.

Tableau 2–3. Choix d'une culture couvre-sol

Fonction	Possibilités de cultures couvre-sol
Culture brise-vent	Semis d'orge à la volée ou de précision (carottes, oignons). Pour les tomates, semer avant le repiquage.
Production d'azote	Trèfle rouge ou vesce.
Piégeage de l'azote	**Prélèvement à l'automne :** Radis et autres brassicacées, avoine, phacélie. **Prélèvements durant l'hiver ou le printemps :** Blé d'automne, seigle.
Maîtrise partielle des mauvaises herbes	Radis et autres brassicacées, seigle d'automne, sarrasin.
Lutte contre les nématodes	La maîtrise partielle des nématodes se fait par l'action spécifique d'un cultivar contre l'espèce de nématode à combattre. Certains cultivars ont des propriétés contribuant à réduire les populations de nématodes : ◦ moutardes à feuilles et moutardes pommées; ◦ millet perle; ◦ sorgho-Soudan; ◦ souci; ◦ radis.
Consolidation de la structure du sol	Céréales (ex. : avoine, seigle, sarrasin, phacélie).
Ameublissement du sol	Luzerne, mélilot, radis (limité).
Retour de la biomasse au sol	**Automne :** Avoine, radis oléagineux **Été :** Millet, sorgho-Soudan.
Protection contre les érosions éolienne et hydrique	Seigle d'automne, blé d'automne, ray-grass bien établi.

Tableau 2–4. Caractéristiques des plantes couvre-sol cultivées en Ontario après la récolte

LÉGENDE : Affinité à l'égard des nématodes : – = faible ou non hôte + = affinité
D = certains cultivars peuvent contribuer à diminuer les populations de nématodes dans le sol
Azote : F = fixation P = prélèvement

Espèce	Taux de semis (kg/ha)	Époque habituelle des semis	Azote[1]	Survie hivernale	Contribution à la structure du sol	Maîtrise partielle des mauvaises herbes	Affinité à l'égard des nématodes		Rapidité de croissance	Racines
							Nématode des racines	Nématode cécidogène		
Graminées										
Céréales de printemps : avoine, orge	100-125	Début du printemps, mi-août-sept.	P	Généralement détruit par le gel	Bonne	Bonne	+	–	Très rapide	Fasciculées
Céréales d'automne : orge, blé	60-130	Sept.-oct.	P	Survit très bien	Bonne	Bonne	+	–	Rapide	Fasciculées
Seigle d'automne	30-130	Sept.-oct.	P	Survit très bien	Très bonne	Très bonne	+[2]	D	Très rapide	Fasciculées
Sorgho-Soudan	25-40	Juin-août	P	Détruit par le gel	Bonne	Bonne/ moyenne	+	D	Très rapide	Robustes fasciculées
Millet perle	10-15	Juin-août	P	Détruit par le gel	Bonne	Bonne/ moyenne	D	–	Rapide	Robustes fasciculées
Dicotylédones légumineuses[3]										
Vesce velue	15-25	Août	F/P	Survit	Bonne	Moyenne/ faible	++	+	Lent à s'établir	Pivotantes, racines secondaires fasciculées
Trèfle rouge	8-10	Mars-avril	F/P	Survit	Bonne	Moyenne	++	+++	Lent à s'établir	Pivotantes faibles / fasciculées
Mélilot	8-10	Mars-avril	F/P	Survit	Bonne	Moyenne	–	–	Lent à s'établir	Pivotantes robustes
Pois, petit poids, fourrage, pois velu	40-100	Août	F/P	Détruit par le gel intense	Faible	Bonne/ moyenne	–	–	Rapide	Pivotantes faibles / fasciculées

100 kg/ha = 90 lb/acre

[1] Le potentiel d'absorption de l'azote varie selon la date de semis, la densité du peuplement et les conditions de croissance. Les légumineuses qui ont la propriété de fixer l'azote de l'air sont moins susceptibles d'assimiler l'azote résiduel.

[2] S'il est cultivé en pleine saison, le seigle a une plus grande affinité avec les nématodes (+++).

[3] Certaines maladies causées par *Pythium* et *Phytophthora* peuvent être plus graves après la culture de légumineuses.

[4] Les déchets de radis peuvent s'avérer toxiques ou allélopathiques pour les cultures qui suivent de trop près l'enfouissement de l'engrais vert. Laisser celui-ci se décomposer ou se dessécher avant de semer la culture suivante.

Tableau 2–4. Caractéristiques des plantes couvre-sol cultivées en Ontario après la récolte

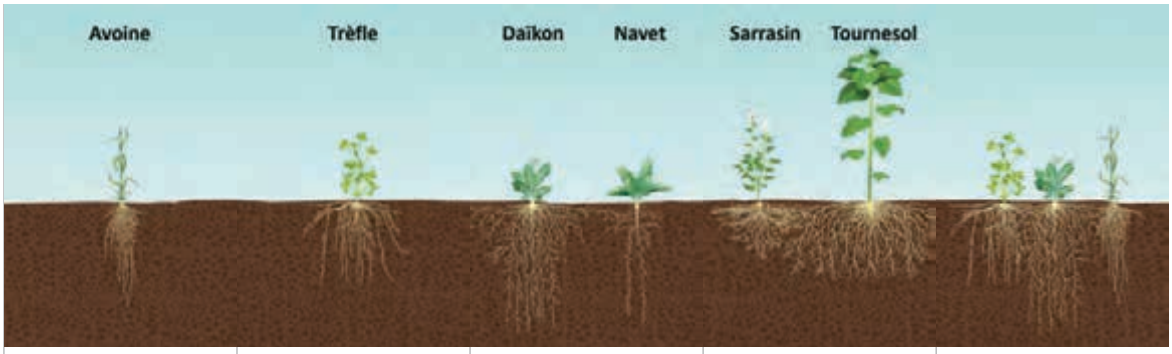
LÉGENDE : Affinité à l'égard des nématodes : – = faible ou non hôte + = affinité
D = certains cultivars peuvent contribuer à diminuer les populations de nématodes dans le sol
Azote : F = fixation P = prélèvement

Espèce	Taux de semis (kg/ha)	Époque habituelle des semis	Azote[1]	Survie hivernale	Contribution à la structure du sol	Maîtrise partielle des mauvaises herbes	Affinité à l'égard des nématodes		Rapidité de croissance	Racines
							Nématode des racines	Nématode cécidogène		
Dicotylédones non légumineuses										
Sarrasin	20-40	Juin-août	P	Détruit par le premier gel	Très bonne	Très bonne	+++	–	Rapide	Pivotantes faibles / fasciculées
Radis[4] (fourrager, oléagineux)	4-10	Début du printemps, mi-août à début sept.	P	Généralement détruit par le gel	Moyenne	Très bonne	D	D	Rapide	Pivotantes moyennes
Autres brassicacées, comme le radis fourrager	Selon les espèces	Début du printemps, mi-août à début sept.	P	Selon les espèces	Moyenne	Très bonne	D	D	Rapide	Pivotantes moyennes
Phacélie	8-10	Mi-août à début sept.	P	Généralement détruit par le gel	Bonne	Faible	D	++	Lent à s'établir	Fasciculées

100 kg/ha = 90 lb/acre

[1] Le potentiel d'absorption de l'azote varie selon la date de semis, la densité du peuplement et les conditions de croissance. Les légumineuses qui ont la propriété de fixer l'azote de l'air sont moins susceptibles d'assimiler l'azote résiduel.
[2] S'il est cultivé en pleine saison, le seigle a une plus grande affinité avec les nématodes (+++).
[3] Certaines maladies causées par *Pythium* et *Phytophthora* peuvent être plus graves après la culture de légumineuses.
[4] Les déchets de radis peuvent s'avérer toxiques ou allélopathiques pour les cultures qui suivent de trop près l'enfouissement de l'engrais vert. Laisser celui-ci se décomposer ou se dessécher avant de semer la culture suivante.

On peut diviser les cultures couvre-sol en cinq groupes : les graminées, les légumineuses, les brassicacées, les dicotylédones autres que des légumineuses et les mélanges (Figure 2–1). Il faut considérer l'ensemble des cultures en rotation pour bien diversifier son système de production et minimiser l'incidence des insectes et des maladies.



	Graminées	Légumineuses	Brassicacées	Autres (dicotylédones non légumineuses)	Mélanges
Cultures	Avoine, seigle, blé, sorgho, millet	Trèfle, pois, haricot, vesce	Radis, colza, canola, chou frisé, chou cavalier, caméline	Tournesol, lin, phacélia, sarrasin	Diverses espèces
Racines	Racines fasciculées	Racines pivotantes faibles ou fasciculées	Racines pivotantes proéminentes	Variable, certaines sont grosses, mais fragiles	Est recommandée une combinaison de racines
Azote	Piègent de l'azote	Fixent l'azote (peuvent nécessiter un inoculant)	Se nourrissent grandement d'azote	Piègent l'azote	Selon la composition du mélange
Mycorhize	Compatibles	Compatibles	Non compatibles	Habituellement compatibles	Choisir des mélanges avec espèces compatibles
Sol	Améliorent la structure du sol	Améliorent la structure du sol; les espèces à racine pivotante peuvent ameublir le sol avec le temps	Ameublissent le sol (en surface); améliorent l'infiltration	Améliorent la structure du sol, particulièrement dans les 10 à 15 premiers centimètres (4 à 6 po)	Améliorent la structure du sol, surtout s'il y a plusieurs types de racines
Érosion/ couverture du sol	Établissement, couverture du sol et protection contre l'érosion rapides	Beaucoup prennent du temps à s'établir et à couvrir le sol en début de saison	La formation de rosettes, la croissance rapide et les grosses feuilles couvrent bien le sol et réduisent l'érosion	Variable selon l'espèce; peuvent attirer les pollinisateurs	Variable selon les espèces dans le mélange et le taux de semis
Mauvaises herbes	Maîtrise partielle des mauvaises herbes	Beaucoup prennent du temps à s'établir; ne font pas concurrence aux mauvaises herbes	La formation de rosettes inhibe les mauvaises herbes	Certaines espèces peuvent maîtriser partiellement les mauvaises herbes	Varie selon les espèces dans le mélange et le taux de semis

Figure 2–1. Zones racinaires et caractéristiques des cultures couvre-sol couramment utilisées

Graminées

Avec leurs systèmes racinaires fins et fasciculés, les graminées sont bien équipées pour retenir le sol en place et améliorer son état structural. Les espèces de graminées qui conviennent comme plantes couvre-sol poussent rapidement et sont relativement faciles à détruire par des moyens chimiques ou mécaniques, ou simplement par le gel. Les graminées ne fixent pas l'azote de l'atmosphère, mais elles peuvent prélever d'importantes quantités de l'azote résiduel laissé par la culture. Les graminées qui survivent à l'hiver créent des rideaux-abris contre le vent.

Céréales de printemps

Les céréales de printemps sont semées en tout début de saison. En culture commerciale, elles arriveront à maturité la même année et n'auront pas besoin de vernalisation pour produire des épis. Utilisées comme couvre-sol, elles sont cultivées avant la plantation des cultures maraîchères tardives; elles feront office de brise-vent et protégeront les plantules le temps que leur feuillage se densifie.

Les céréales de printemps sont un couvre-sol utile pour les cultures maraîchères à récolte précoce. Elles produisent une grande quantité de biomasses et prélèvent de nombreux nutriments. Une fois bien établies, elles sont relativement tolérantes

au gel. Éviter de les semer tard l'automne, car leur croissance sera limitée. Ces cultures meurent souvent pendant l'hiver.

Céréales d'automne

Les céréales d'automne sont des cultures couvre-sol très polyvalentes. On peut les planter au printemps, en été ou en automne lorsqu'on les utilise comme couvre-sol. Survivant habituellement à l'hiver, elles offrent une protection contre l'érosion au printemps suivant. Ces graminées peuvent aussi être utilisées comme brise-vent ou comme paillis, ou être fauchées tôt en vue de réduire au minimum les résidus en place au moment de la plantation. Dans les tournières, opter pour le seigle. Lorsque planté au printemps ou au début de l'été, le seigle restera court et ne produira pas d'épis. Lorsqu'elles sont utilisées pour la maîtrise partielle des mauvaises herbes, les céréales d'automne doivent être semées en grande quantité et idéalement fertilisées, selon la culture précédente et la fertilité du sol.

Graminées de saison chaude

Les graminées de saison chaude comme le sorgho-Soudan et le millet conviennent mieux aux semis en sols chauds, effectués à la fin juin, en juillet et au début d'août. Elles sont très sensibles au gel. Les racines sont très ramifiées, et les parties aériennes, luxuriantes. Il faudra tondre ces graminées afin de garder les tiges souples, de favoriser le tallage et de prévenir l'épiaison. Il faut garder une hauteur d'au moins 15 cm (6 po) afin de permettre la repousse. Pour une croissance optimale, un apport en azote pourrait être nécessaire.

Légumineuses

Les légumineuses ont la propriété de fixer l'azote de l'atmosphère. Elles laissent donc de l'azote dans le sol à la culture suivante, tout en protégeant le sol contre l'érosion et en l'enrichissant de matières organiques. Bien que la quantité d'azote fixé varie selon l'espèce de légumineuse, en règle générale, elle augmente à mesure que le feuillage se développe. Les recherches menées en Ontario semblent indiquer que les légumineuses utilisées comme couvre-sol, par exemple le trèfle rouge, sont également efficaces pour assimiler l'azote résiduel dans le sol.

Les légumineuses libèrent l'azote à un rythme irrégulier. Il faut donc en tenir compte au moment de calculer les besoins en engrais. Voir le Tableau 1–13, au chapitre 1, pour en savoir plus. Une libération excessive d'azote vers la fin de la saison risque de stimuler à l'excès la croissance végétative des légumes-fruits comme la tomate, le poivron, le piment et le melon.

Certaines légumineuses, comme la luzerne et le trèfle rouge, possèdent des racines pivotantes puissantes qui ameublissent le sous-sol compacté, mais il leur faut plus d'une saison pour y parvenir.

Dicotylédones non légumineuses

Les dicotylédones (espèces à feuilles larges) qui ne sont pas des légumineuses n'ont pas la faculté de fixer l'azote de l'air, mais elles peuvent en puiser de grandes quantités dans le sol. Leur croissance sera lente si le sol est pauvre en azote ou fortement compacté. Comme la plupart de ces espèces ne survivent pas à l'hiver, il n'est en général pas nécessaire d'intervenir pour les détruire. Par contre, il ne faut pas les laisser monter à graines, car les repousses peuvent devenir très tenaces et envahissantes.

Nouvelles cultures couvre-sol

De nouvelles cultures couvre-sol sont fréquemment mises à l'essai. Ces espèces proviennent souvent de différentes régions du globe et ne sont pas nécessairement adaptées aux conditions de croissance de l'Ontario. Pour plus d'information sur les nouvelles espèces de couvre-sol ou les espèces déjà connues, voir le site Web du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales (MAAARO) à la section sur la gestion des sols au www.ontario.ca/cultures, ou les pages concernant l'Ontario du site du Midwest Cover Crop Council au www.mccc.msu.edu/.

Mélanges de cultures couvre-sol

Depuis quelques années, on a vu les mélanges de cultures couvre-sol gagner en popularité. Ce type de culture augmente la diversité des espèces dans les champs, ce qui garantit des caractéristiques de croissance et des systèmes racinaires différents. Par exemple, un mélange simple d'avoine et de radis sera caractérisé par la présence de racines fasciculées (horizontales) et pivotantes (verticales).

En réunissant des espèces qui peuvent s'épanouir dans diverses conditions, ces mélanges facilitent l'établissement des peuplements, particulièrement dans des conditions difficiles. Opter pour des mélanges qui combinent des espèces de chaque catégorie : légumineuses, dicotylédones, graminées de printemps et d'automne. Il faut cependant choisir judicieusement la méthode d'élimination. Par exemple, les espèces meurent-elles toutes en hiver? Certaines espèces monteront-elles en graines avant leur élimination?

Travail du sol après une culture couvre-sol

Dans les systèmes de travail réduit du sol et de semis direct, les cultures de couverture peuvent augmenter considérablement la quantité de résidus laissés en surface. Bien que cet aspect puisse être un avantage supplémentaire, il demande toutefois certains ajustements dans la gestion culturale.

Facteurs de gestion à considérer quand on pratique le travail réduit du sol à la suite d'une culture couvre-sol :

- Les plantes couvre-sol, qu'elles soient annuelles d'automne, bisannuelles ou vivaces, repoussent parfois spontanément la saison suivante. Évaluer le programme de traitements herbicides et l'ajuster, au besoin, aux cultures couvre-sol ayant survécu à l'hiver. On peut tirer parti des repousses (par exemple en laissent des bandes faisant office de bandes brise-vent) pour offrir aux plantules une certaine protection contre les vents printaniers.
- Au printemps, sur un sol occupé par une culture couvre-sol, la première façon destinée à tuer la culture et à préparer le sol doit être faite au moins deux semaines avant le semis ou la plantation pour que les résidus puissent commencer à se décomposer, ce qui minimisera le risque d'infestation, par exemple par la mouche des légumineuses.
- On risque d'avoir plus de difficulté à préparer le lit de semence si on attend au printemps pour enfouir une culture couvre-sol persistante ou si on l'a laissé trop pousser.
- Dans certains cas, il est préférable de semer une culture couvre-sol qui ne survit pas à l'hiver, en particulier dans les parcelles qui se drainent moins bien ou dans celles que l'on veut mettre en culture dès la sortie de l'hiver. Adapter les dates et taux de semis en fonction des résidus de cultures couvre-sol potentiels (des semis précoces et nombreux faciliteront la croissance). Il faut aussi savoir que lors d'hivers doux, certaines cultures, comme le radis, l'avoine ou l'orge, pourraient survivre partiellement, ce qui demanderait de les éliminer le printemps venu.
- Si on opte pour une culture couvre-sol qui résiste à l'hiver, comme le seigle, il est conseillé de la détruire avec un herbicide de contact avant de l'enfouir par travail réduit du sol. Une pulvérisation exécutée soigneusement au bon moment et à la bonne dose permet de conserver à la surface du sol suffisamment de résidus pour qu'au printemps, les plantules de légumes fragiles soient protégées du vent.

Affaissement des sols tourbeux et des terres noires

Les sols organiques ou tourbeux sont très différents des sols minéraux. Plus fragiles, ils sont vulnérables à l'érosion éolienne et à l'affaissement. Quand ils sont cultivés, les terres noires et les sols tourbeux sont le siège d'une décomposition (oxydation) qui entraîne un affaissement progressif pouvant aller de 1 à 3 cm/an. Cet affaissement peut être réduit à moins de 0,05 cm/an si on relève la nappe phréatique et si on maintient un pH entre 5,1 et 5,5. Par contre, un sol très humide (ou très acide) ne donne pas des rendements maximaux et risque d'être inondé après une forte averse. Les mouillères (zones humides) peuvent également être difficiles à travailler, ce qui se traduira par une levée et une croissance inégales de la culture. Pour assurer aux légumes des conditions de croissance optimale, les champs doivent être bien drainés durant la saison de végétation. En outre, le relèvement de la nappe phréatique après la récolte durant l'automne et l'hiver contribuera à réduire le taux d'affaissement du sol.

L'épandage d'un engrais contenant du cuivre (Cu) avait pour effet indirect de freiner la décomposition, diminuant de moitié le taux d'affaissement. Pendant les trois premières années de mise en culture d'un sol tourbeux ou d'une terre noire, épandre du cuivre à raison de 14 kg/ha (12,5 lb/acre) par année; par la suite, et surtout pour les cultures d'oignons, de carottes et de laitues, en épandre une année sur deux à raison d'au maximum 5 kg/ha (4,5 lb/acre).

Chapitre 3

Refroidissement et entreposage



Conditions d'entreposage des légumes

La durée de conservation varie grandement selon le légume. Les cultures hautement périssables, comme le maïs sucré, les légumes-feuilles et le concombre, se conservent parfois moins d'une semaine, tandis que d'autres, comme la carotte, le chou et l'oignon, peuvent se conserver plusieurs mois.

Pour maximiser la durée de conservation, il faut réunir les conditions optimales. Le Tableau 3–1 décrit les intervalles de température et taux d'humidité relative idéaux pour préserver la qualité comestible des produits. Il présente aussi les durées d'entreposage habituelles pour chaque culture.

La durée de conservation, qui est approximative, dépend de nombreux facteurs, notamment la qualité et le degré de maturité du produit au moment de l'entreposage, la présence d'insectes ou de maladies, la vitesse de refroidissement et le type d'entrepôt frigorifique. Pour en savoir plus sur les différents types de chambres froides, voir *Gestion des basses températures*, dans ce chapitre.

Tableau 3–1. Durée de conservation des légumes frais dans les entrepôts commerciaux

Légume	Température	Humidité relative	Durée de conservation approximative
Ail	0-1 °C (32-34 °F)	60-70 %	6-7 mois
Asperge	0-2 °C (32-36 °F)	95-100 %	2-3 semaines
Aubergine	7-12 °C (45-54 °F)	90-95 %	1 semaine
Bette	0 °C (32 °F)	95-100 %	10-14 jours
Betterave décolletée	0 °C (32 °F)	98-100 %	4-6 mois
Brocoli	0 °C (32 °F)	95-100 %	21-24 jours
Carotte mature	0 °C (32 °F)	90-98 %	7-9 mois
Carotte non mature	0 °C (32 °F)	98-100 %	4-6 semaines

[1] Les légumes-feuilles peuvent se conserver deux à trois semaines s'ils sont refroidis par eau glacée immédiatement après la récolte.

Tableau 3–1. Durée de conservation des légumes frais dans les entrepôts commerciaux

Légume	Température	Humidité relative	Durée de conservation approximative
Carottes en botte	0 °C (32 °F)	95-100 %	2 semaines
Céleri	0 °C (32 °F)	95-100 %	2-3 mois
Céleri rave	0-2 °C (32-36 °F)	97-99 %	6-8 mois
Champignons	0 °C (32 °F)	95 %	5-7 jours
Chicorée witloof	0 °C (32 °F)	95-100 %	2-4 semaines
Chou cavalier	0 °C (32 °F)	95-100 %	10-14 jours
Chou chinois	0 °C (32 °F)	95-100 %	3-6 mois
Chou de Bruxelles	0 °C (32 °F)	95-100 %	3-5 semaines
Chou frisé	0 °C (32 °F)	95-100 %	1-2 semaines
Chou pommé hâtif	0 °C (32 °F)	98-100 %	3-4 semaines
Chou pommé tardif	0 °C (32 °F)	98-100 %	3-7 mois
Chou-fleur	0 °C (32 °F)	95-98 %	3 semaines
Chou-rave	0 °C (32 °F)	98-100 %	2-3 mois
Citrouille	10-13 °C (50-55 °F)	50-70 %	2-3 mois
Concombre	10-13 °C (50-55 °F)	95 %	10-14 jours
Courges d'été	5-10 °C (41-50 °F)	95 %	1-2 semaines
Courges d'hiver	10-13 °C (50-55 °F)	50-70 %	1-6 mois
Endive et escarole	0 °C (32 °F)	95-100 %	2-3 semaines
Épinard	0 °C (32 °F)	95-100 %	10-14 jours
Haricot (de Lima)	3-5 °C (37-41 °F)	95 %	5-7 jours
Haricot (vert ou mange-tout)	7-10 °C (45-50 °F)	95-100 %	8-12 jours

[1] Les légumes-feuilles peuvent se conserver deux à trois semaines s'ils sont refroidis par eau glacée immédiatement après la récolte.

Tableau 3–1. Durée de conservation des légumes frais dans les entrepôts commerciaux

Légume	Température	Humidité relative	Durée de conservation approximative
Laitue	0 °C (32 °F)	98-100 %	2-3 semaines
Légumes-feuilles[1]	0 °C (32 °F)	95-100 %	10-14 jours
Maïs sucré	0 °C (32 °F)	95-98 %	5-8 jours
Melon brodé (pédoncule cerné aux trois quarts)	2-5 °C (36-41 °F)	95 %	15 jours
Melon brodé (pleine maturité)	0-2 °C (32-36 °F)	95 %	5-14 jours
Melon d'eau	10-15 °C (50-59 °F)	90 %	2-3 semaines
Melon miel	7-10 °C (45-50 °F)	90-95 %	3 semaines
Navet	0 °C (32 °F)	95 %	4-5 mois
Oignon à repiquer	0 °C (32 °F)	65-70 %	6-8 mois
Oignon de garde	0 °C (32 °F)	65-70 %	6-9 mois
Oignon vert	0 °C (32 °F)	95-100 %	3-4 semaines
Okra	7-10 °C (45-50 °F)	90-95 %	7-14 jours
Panais	0 °C (32 °F)	98-100 %	2-4 mois
Patate douce	13-16 °C (55-61 °F)	85-90 %	4-7 mois
Persil	0 °C (32 °F)	95-100 %	2-3 semaines
Piment (sec)	0-10 °C (32-50 °F)	60-70 %	6 mois
Poireau	0 °C (32 °F)	95-100 %	2-3 mois
Pois vert	0 °C (32 °F)	95-98 %	1-2 semaines
Poivron	7-10 °C (45-50 °F)	85-95 %	2-3 semaines
Pomme de terre (culture hâtive)	4 °C (39 °F)	90-95 %	7 jours

[1] Les légumes-feuilles peuvent se conserver deux à trois semaines s'ils sont refroidis par eau glacée immédiatement après la récolte.

Tableau 3–1. Durée de conservation des légumes frais dans les entrepôts commerciaux

Légume	Température	Humidité relative	Durée de conservation approximative
Pomme de terre (culture tardive)	4 °C (39 °F)	90-95 %	5-10 mois
Pomme de terre (tubercules de semence)	2-4 °C (36-39 °F)	90-95 %	7 mois
Pomme de terre à croustille	10 °C (50 °F)	90-95 %	10 mois
Radis	0 °C (32 °F)	95-100 %	3-4 semaines
Raifort	-1-0 °C (30-32 °F)	98-100 %	10-12 mois
Rhubarbe	0 °C (32 °F)	95-100 %	2-4 semaines
Rutabaga	0 °C (32 °F)	98-100 %	4-6 mois
Salsifis	0 °C (32 °F)	95-98 %	2-4 mois
Tomate ferme et mûre	7-10 °C (45-50 °F)	85-95 %	3-5 jours
Tomate vert-mûr	13-16 °C (55-61 °F)	85-95 %	3-6 semaines

[1] Les légumes-feuilles peuvent se conserver deux à trois semaines s'ils sont refroidis par eau glacée immédiatement après la récolte.

Gestion des basses températures

La gestion des basses températures, c'est-à-dire le maintien des produits à une température adéquate et la réduction du temps qu'ils passent à une température non optimale, est la méthode la plus efficace pour freiner la perte de qualité des légumes frais. Il faut d'abord les refroidir rapidement après la récolte par une des méthodes que voici (voir le Tableau 3–2).

Refroidissement en chambre froide : Les contenants de produits sont placés dans une chambre réfrigérée où l'air froid qui circule sur les serpentins de l'évaporateur fait lentement descendre leur température. Le principal avantage de cette méthode, c'est que le produit peut être refroidi et entreposé dans la même pièce; son plus grand désavantage est que le refroidissement est trop lent pour la plupart des produits.

Refroidissement par air pulsé : Cette méthode est la plus largement adaptable et la plus rapide pour les exploitations de petite envergure. L'air froid est pulsé de sorte à s'infiltrer rapidement dans les contenants (comparativement à autour d'eux, dans la méthode en chambre froide); il entre alors directement en contact avec les produits encore chauds. En refroidissement par évaporation, on abaisse la température de l'air au moyen d'un refroidisseur par évaporation plutôt que par réfrigération mécanique, ce qui fait en sorte que l'air froid a un taux d'humidité élevé.

Refroidissement par eau glacée : L'eau glacée est une méthode efficace pour refroidir rapidement une vaste gamme de légumes en contenants ou en vrac. Les systèmes de refroidissement par eau glacée utilisent un système d'immersion ou de pulvérisation pour mettre les produits en contact avec l'eau. Cette méthode permet d'éviter la déshydratation des produits et peut même réhydrater les légumes légèrement flétris, comme c'est souvent le cas pour les légumes-feuilles.

Refroidissement dans la glace : Pour refroidir certains légumes, on ajoute aux contenants remplis de la glace concassée ou de la glace neige. Au début, le refroidissement est rapide à cause du contact direct entre la glace et le produit. Cependant, à mesure que la glace fond au contact du produit, le refroidissement est considérablement ralenti. Cette méthode est donc moins efficace que les deux précédentes. L'utilisation de glace liquide, un mélange de glace et d'eau, permet de distribuer l'agent refroidissant dans tout le contenant, ce qui assure un meilleur contact avec le produit.

Tableau 3–2. Méthode de refroidissement des légumes

LÉGENDE : CF – Refroidissement en chambre froide
AP – Refroidissement par air pulsé
EG – Refroidissement par eau glacée
RG – Refroidissement dans la glace
SV – Refroidissement sous vide

	CF	AP	EG	RG	SV
Ail	X	X			
Asperge		X	X		
Aubergine	X	X			
Brocoli		X	X	X	
Carotte (avec fanes)		X	X	X	X
Carotte (sans fanes)		X	X	X	
Céleri/rhubarbe		X	X		X
Chou de Bruxelles		X	X	X	
Chou pommé		X			X
Chou-fleur		X			X
Concombre	X	X	X		
Courge d'été	X	X			
Courge d'hiver	X				
Haricot		X	X		
Légumes-feuilles		X	X		X
Maïs sucré		X	X	X	X
Melon brodé	X	X			
Melon d'eau	X	X	X		
Oignon (de garde)	X	X			
Oignon (vert)/poireau			X	X	X
Piment/poivron	X	X			X
Pois		X		X	X
Pomme de terre	X				
Tomate	X	X			

Refroidissement sous vide : Cette méthode repose sur l'évaporation de l'eau à une pression atmosphérique très basse. La réfrigération sous vide convient particulièrement aux légumes qui présentent une grande surface par rapport à leur volume, comme la laitue et les légumes-feuilles. Étant donné que cette méthode fait perdre au produit environ 1 % de son poids (surtout en eau) avec chaque baisse de température de 6 °C (43 °F), certains refroidisseurs sont munis d'un système qui pulvérise de l'eau à la surface du produit pendant le refroidissement.

Tableau 3–3. Avantages potentiels d'un entreposage en atmosphère contrôlée

	O_2 faible	CO_2 élevé	Température	Avantages
Ail	Pas d'avantage	5-10 %	0-1 °C (32-34 °F)	Réduit la germination; freine le développement de la pourriture.
Asperge	Pas d'avantage	10-14 %	0-1 °C (32-34 °F)	Préserve la tendreté et la couleur verte; retarde l'apparition de pourriture molle.
Brocoli	1-2 %	5-10 %	0-1 °C (32-34 °F)	Retarde le jaunissement des fleurons; arrête le développement de la pourriture; réduit les effets négatifs de l'éthylène; peut préserver les teneurs en vitamines C et A.
Chou pommé	3-5 %	3-6 %	0-2 °C (32-36 °F)	Préserve la couleur et la saveur; réduit l'abscission foliaire, la germination et le développement de la pourriture.
Haricot (mange-tout)	2-5 %	3-7 %	5-8 °C (41-46 °F)	Préserve la couleur verte; freine la décoloration résultant de lésions mécaniques.
Tomate vert-mûr	3-5 %	2-3 %	12 °C (55 °F)	Retarde le mûrissement et le développement de moisissures de surface.

Entreposage en atmosphère contrôlée

L'entreposage en atmosphère contrôlée est actuellement utilisé partout dans le monde pour de nombreux fruits et légumes frais. Cette méthode permet d'allonger la durée de conservation en ralentissant les processus métaboliques associés au vieillissement.

On entend par atmosphère contrôlée un espace hermétique où l'on modifie la concentration normale des gaz dans l'air : moins d'oxygène (O_2) ou plus de gaz carbonique (CO_2), ou les deux. Cette atmosphère artificielle est le plus souvent créée par injection des gaz jusqu'aux concentrations voulues, mais peut aussi être influencée par la respiration des produits. Lorsqu'on souhaite atteindre une concentration inférieure à 21 % d'O_2, on injecte habituellement de l'azote. Les niveaux des gaz doivent être précis et rigoureusement maintenus pour ne pas endommager les produits.

Les équipements modernes, comme les housses de palettisation et les analyseurs de gaz portatifs, ont contribué à rendre cette méthode plus accessible. Sont présentés au Tableau 3–3 les légumes qui pourraient profiter d'un entreposage en atmosphère contrôlée, ainsi que les concentrations recommandées.

Dommages causés par le froid

Le froid peut endommager certains légumes lorsque les températures descendent sous 15 °C (59 °F). Ce genre de dommages est particulièrement fréquent après la récolte, pendant la manutention et l'entreposage, l'air froid étant le moyen le plus efficace de prolonger la durée de conservation de nombreux produits.

La gravité des dommages dépend de la température, de la durée d'exposition et de la sensibilité au froid de l'espèce. Plus la température est basse, plus les dommages seront graves. C'est lorsqu'on sort le produit du milieu froid que l'ampleur des dégâts devient visible. De même, plus l'exposition au froid a été longue, plus les dommages seront graves. La sensibilité d'un légume dépend de plusieurs facteurs, les principaux étant l'espèce, le cultivar, la partie de la plante et son état morphologique et physiologique au moment de l'exposition. Le stress et les dommages causés par le froid ne se produisent pas seulement lors de l'entreposage, ils peuvent survenir au champ, pendant la manutention, le transport et la distribution aux détaillants, en magasin, et finalement, chez les particuliers.

Sont présentés au Tableau 3–4 les légumes sensibles au froid, les températures minimales d'entreposage et de manutention acceptables et les symptômes de dommages causés par le froid.

Tableau 3–4. Légumes sensibles au froid

Légume	Température minimale	Dommages causés par le froid
Asperge	0-2 °C (32-36 °F)	Extrémités des turions noircies et aqueuses, où s'installe une pourriture bactérienne molle
Aubergine	7-13 °C (45-55 °F)	Brunissement de la chair, taches déprimées, pourriture du calice ou du fruit
Basilic	7-10 °C (45-50 °F)	Aspect flétri, noirci et aqueux
Cantaloup	2-5 °C (36-41 °F)	Taches déprimées, pourriture superficielle
Citrouille	10 °C (50 °F)	Taches déprimées, pourriture
Concombre	10 °C (50 °F)	Taches déprimées, lésions aqueuses, pourriture superficielle
Courge d'hiver	10 °C (50 °F)	Taches déprimées sur la peau, affadissement de la chair, pourriture accélérée
Courgette (courge d'été)	5-10 °C (41-50 °F)	Taches déprimées sur la peau, pourriture accélérée
Haricot (mange-tout)	7-10 °C (45-50 °F)	Roussissement, taches déprimées, centres liégeux
Melon d'eau	10 °C (50 °F)	Taches déprimées sur la peau, affadissement de la chair, perte d'éclat du rouge
Okra	7-10 °C (45-50 °F)	Taches déprimées, altération de la couleur, pourriture
Patate douce	10-12 °C (50-54 °F)	Décoloration de la chair, tache déprimée sur la peau, altération de la saveur, durcissement du cœur, accélération de la pourriture
Piment/ poivron	7-13 °C (45-55 °F)	Taches déprimées, aspect aqueux, noircissement, pourriture du fruit
Pomme de terre	2-10 °C (36-50 °F)	Brunissement, développement d'une saveur douceâtre
Tomate mûre	7-10 °C (45-50 °F)	Ramollissement, chair aqueuse, brunissement des graines, pourriture
Tomate vert-mûr	13 °C (55 °F)	Mûrissement irrégulier, texture médiocre

Éthylène

L'éthylène est un gaz produit naturellement par de nombreux fruits et légumes. C'est un régulateur de croissance; on l'appelle aussi l'hormone du mûrissement. L'éthéphon, un produit commercial synthétique imitant l'action de l'éthylène, est largement utilisé dans le secteur de la tomate de transformation.

L'éthylène accélère le mûrissement des fruits et des légumes, ce qui abrège leur durée de conservation. Ses effets dépendent du stade de maturité du produit, de la température et de l'humidité relative de l'entrepôt, de la concentration du gaz et du temps d'exposition.

Bien que ce gaz soit invisible et inodore, il n'en est pas moins dommageable. D'ailleurs, on diagnostique souvent mal ses effets sur les produits. En voici quelques-uns :

- Mûrissement accéléré des fruits (ex. : tomates);
- Perte de la couleur verte chez certains fruits immatures (ex. : concombre, courges d'été) et légumes-feuilles;
- Apparition de taches roussâtres sur la laitue;
- Développement d'un goût amer chez les carottes;
- Germination prématurée des pommes de terre;
- Abscission des feuilles (ex. : chou-fleur, chou pommé);
- Durcissement des asperges.

L'éthylène peut être utile lorsqu'on veut contrôler le rythme de maturation des fruits et des légumes. Pour cela, on utilise des générateurs d'éthylène disponibles dans le commerce.

Salubrité des aliments

Pour en savoir plus sur la salubrité des aliments, communiquer par courriel avec le personnel du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales (MAAARO) à foodinspection@ontario.ca.

Lois et règlements :

- *Loi sur les aliments et drogues* et Règlement sur les aliments et drogues (www.law-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/C.R.C._C._870)
- Règlement sur la salubrité des aliments au Canada (www.laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/SOR-2018-108)
- Règlement de l'Ontario 493/17 (Dépôts d'aliments) pris en application de la *Loi sur la protection et la promotion de la santé* (www.ontario.ca/fr/lois/loi/90h07)
- Certification Good Agriculture and Collection Practices (GACP) (www.chsnc.ca/g-a-c-p-s/)

Chapitre 4

Dépistage et surveillance



Dépistage

Le dépistage consiste à parcourir un champ en s'arrêtant de temps en temps pour recueillir des observations. Des opérations de dépistage périodiques aident à déterminer avec exactitude les facteurs qui nuisent au rendement et les foyers d'infestation ou d'infection. Il faudrait, au début de chaque saison, consigner sur un formulaire des renseignements importants relatifs à la fertilité du sol et aux diverses opérations culturales. On trouve des exemples de tels formulaires sur le site du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales (MAAARO), www.ontario.ca/cultures. Cette information, conjuguée à l'observation périodique sur le terrain, à l'identification et au diagnostic des problèmes, ainsi qu'à la conservation d'un registre de ces observations, concourt au succès du programme de surveillance. En plus de servir à corriger des problèmes immédiats, les données de dépistage peuvent par la suite servir à éviter les problèmes dans les années subséquentes.

Seuils d'intervention

Un programme de lutte intégrée comporte des balises ou seuils d'intervention qui indiquent à quel moment il devient justifié de recourir à des mesures de lutte pour prévenir les pertes économiques.

Pour les insectes nuisibles, les recommandations relatives aux pulvérisations se basent sur un certain seuil économique, quand les dommages auxquels on expose la culture en n'intervenant pas coûteraient plus cher que les traitements. En d'autres termes, on tolère certains dommages à la culture tant que ceux-ci n'excèdent pas le coût des interventions. Les seuils pour de nombreux insectes ravageurs sont listés au chapitre 5, et pour les nématodes, au chapitre 6.

Selon la maladie, les mesures de maîtrise sont en très grande partie préventives. Des traitements fongicides peuvent être lancés en fonction du stade de développement de la culture, des conditions météorologiques, des prévisions locales ou des signalements d'éclosion de maladies dans les régions agricoles avoisinantes. Le dépistage des symptômes de maladie fournit les données nécessaires pour déterminer les bonnes mesures à prendre et pour ajuster les périodes de pulvérisations de fongicides et, dans certains cas, le moment de la récolte.

Moment opportun

C'est en détectant et en maîtrisant rapidement les problèmes de ravageurs que l'on réduit au minimum leur incidence économique sur une culture. Sont fournis au chapitre 7 des calendriers d'activité des ravageurs les plus répandus en Ontario selon la culture. L'observation sur le terrain doit se faire fréquemment et de façon suivie, car les dynamiques liées aux ravageurs peuvent changer rapidement pendant la saison.

Évaluer les peuplements de culture d'une à deux semaines après le repiquage ou la levée des semis. Cette étape aide à déterminer les nombreuses causes de pertes en début de saison, au moment où les ravageurs ou les symptômes de leur présence sont encore visibles.

Planifier d'effectuer des dépistages au champ chaque semaine tout au long de la saison de végétation, ou plus régulièrement pendant les pics d'activité des ravageurs ou si une population en particulier se rapproche du seuil d'intervention. Les recommandations relatives au dépistage de divers ravageurs sont décrites aux chapitres 5 et 6. Les calendriers d'activité des ravageurs se trouvent quant à eux dans les sections sur chaque culture au chapitre 7.

Outils et techniques de dépistage

Les outils servant à surveiller les ravageurs et la croissance des cultures varient selon les espèces cultivées et l'ennemi en cause. Voici le matériel de dépistage de base :

- une planchette à pinces et des formulaires de dépistage ou un calepin pour consigner les observations;
- des cartes du terrain;
- une pelle ou un transplantoir;
- un canif;
- des contenants et des sacs pour recueillir les échantillons;
- une loupe grossissant 10 fois.

Les dépisteurs professionnels se munissent souvent d'autres articles, notamment d'un appareil photo, d'étiquettes d'identification, de guides de référence, d'un filet fauchoir, de petits flacons et d'alcool isopropylique, de plaquettes adhésives ou de pièges collants destinés à la détection des insectes nuisibles, d'un GPS pour noter l'emplacement et de matériel de balisage.

Il est par ailleurs sage de porter des vêtements adéquats afin de se protéger du soleil et des éléments nuisibles, comme les plantes vénéneuses et les moustiques. Vérifier s'il y a eu récemment des applications de pesticides sur le terrain et, le cas échéant, se conformer aux délais de sécurité après traitement indiqués sur les étiquettes des produits. Toujours consulter les registres de pulvérisation avant d'entrer dans un champ.

Nombre de sites d'échantillonnage

Le nombre de sites d'échantillonnage est notamment déterminé par la taille du champ, la culture, le type de ravageurs et leur stade de développement, l'importance de l'infection ou de l'infestation et le moment de l'échantillonnage. Pour certains ravageurs des protocoles de dépistage particulier ont été établis (voir les chapitres 5 et 6). Autrement, la recommandation générale est d'inspecter attentivement une dizaine de plants à une dizaine d'endroits dans le champ. Diviser les cultures d'une superficie supérieure à 16 ha (40 acres) en sections de 16 ha (40 acres) ou moins.

Schémas de dépistage

Il est important de dépister l'ensemble de la culture. À chaque dépistage, observer des endroits différents pour bien couvrir tout le champ. Repasser dans les zones à forte infection ou infestation repérées lors de l'inspection de la semaine précédente. Pour établir des schémas de dépistage, il faut tenir compte de certains facteurs, notamment :

- les changements de cultivars ou de date de semis;
- les différences dans l'historique du champ ou les anciennes pratiques culturales;
- les changements dans les doses d'engrais ou de fumier appliquées;
- la biologie et les comportements des ravageurs.

Le dépistage est important même si la culture ne montre aucun signe de problèmes. Pour les ravageurs dont la dispersion dans un champ est normalement uniforme, sélectionner au hasard des sites d'échantillonnage répartis uniformément (Figure 4–1). C'est généralement le cas des maladies aérogènes et des insectes alifères (ou leurs larves). Ce schéma vaut également pour l'échantillonnage du sol.

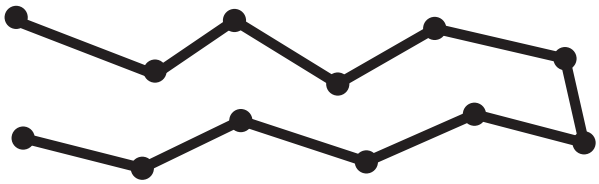


Figure 4–1. Schéma de dépistage aléatoire pour les ravageurs à distribution uniforme

Pour les ravageurs habituels des tournières ou des bordures de champ, sélectionner au hasard des sites d'échantillonnage répartis uniformément sur le pourtour du champ (Figure 4–2). Ce schéma convient notamment au dépistage de la légionnaire et du tétranyque et dans des zones où le sol a été compacté. Certains insectes, comme la chrysomèle du concombre et le doryphore de la pomme de terre, apparaissent d'abord aux abords des champs.

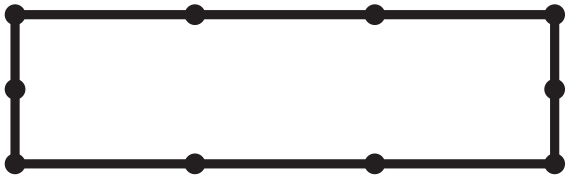


Figure 4–2. Schéma de dépistage en bordure de champ

Pour les ravageurs qui se développent dans des secteurs précis des champs, concentrer les sites d'échantillonnage dans les zones les plus susceptibles d'être affectées (Figure 4–3). C'est notamment le cas des maladies transmises par les semences, des nématodes, des vers-gris et de certains organismes pathogènes d'origine telluriques, comme *Phytophthora*.

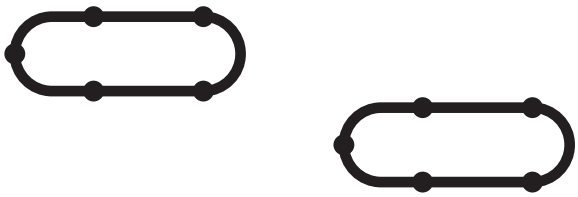


Figure 4–3. Schéma de dépistage ciblé

De nombreuses cultures maraîchères sont hôtes d'une diversité d'insectes et de maladies. De ce fait, la méthode de dépistage la plus efficace pour repérer tous les ravageurs potentiels est souvent une combinaison des stratégies évoquées ci-dessus.

Piégeage

On utilise des pièges pour détecter la présence de certains insectes. Toutefois, comme ils n'interceptent souvent que les insectes adultes, ils n'apportent que peu ou pas d'information sur les stades immatures nuisibles des ravageurs. Les pièges ne servent pas tous à évaluer les populations potentielles d'un champ. Beaucoup sont utilisés uniquement pour suivre le développement d'une population donnée et pour déterminer son pic d'activité.

Le suivi des températures et l'utilisation des degrés-jours de croissance peuvent améliorer l'efficacité du piégeage en permettant de mieux prévoir l'émergence d'insectes et leurs stades de croissance. Voir *Degrés-jours de croissance*, dans ce chapitre.

On installe habituellement les pièges une ou deux semaines avant l'émergence prévue de l'insecte. Les pièges à phéromones et les pièges visuels sont couramment utilisés dans les cultures maraîchères. Les premiers utilisent une hormone sexuelle femelle pour attirer les insectes adultes mâles, et pour certains insectes (ex. : pentatomes), une phéromone d'agrégation. Les différents appâts phéromonaux sont spécifiques aux espèces à piéger, ce qui facilite l'identification. Les pièges visuels reposent sur un appât visuel, comme une plaquette adhésive jaune vif, pour attirer les insectes.

Pour que le programme de piégeage fonctionne, il faut impérativement utiliser le piège adapté à l'espèce visée. Le nombre de sites et leur répartition dans le champ varient aussi selon la culture et l'espèce surveillée. Les recommandations concernant la surveillance sont présentées au chapitre 7, dans les sections respectives de chaque légume. Pour en savoir plus sur le dépistage et le piégeage, visiter le www.ontario.ca/LIcultures.

Garder à l'esprit que les appâts phéromonaux sont propres aux espèces à piéger. Ces produits peuvent être très facilement contaminés au contact d'autres types de phéromones. Si les opérations de piégeage impliquent la manipulation de différents types de phéromones, porter des gants en latex ou en nitrile jetables pour prévenir toute contamination croisée.

Consignation des observations

Les registres d'observations sont indispensables à la prise de décisions concernant les méthodes de lutte à employer maintenant et plus tard. Avec un formulaire de dépistage sur le terrain, il devient facile de noter et d'uniformiser les observations. Il existe également des logiciels servant à consigner et à synthétiser les données recueillies sur le terrain.

Voici un aperçu des renseignements à consigner lors du dépistage :

- Nom ou code du champ, emplacement et date du dépistage
- État de la culture
- Hybride ou cultivar
- Stade de croissance de la culture
- Conditions météorologiques
- État du sol
- Espèces de mauvaises herbes
- Maladies
- Insectes
- Type de dommages
- Carte du terrain
- Résultat du dépistage effectué
- Mesures à prendre

Manipulation et soumission des échantillons

Il est souvent difficile d'identifier les ravageurs ou la cause des problèmes observés dans le champ. Les symptômes de maladies, de problèmes nutritionnels et de troubles physiologiques peuvent se ressembler à s'y méprendre. Les spécialistes des cultures, les professionnels du secteur de l'agroentreprise et les laboratoires de diagnostic peuvent contribuer à cerner et à identifier certains problèmes. Cependant, la qualité des échantillons soumis joue un rôle déterminant dans la facilité et l'exactitude du diagnostic.

Pour en savoir plus sur les méthodes d'échantillonnage et pour savoir où se procurer un formulaire de soumission, voir l'*Annexe F. Service de diagnostic*.

Degrés-jours de croissance

La méthode de degrés-jours de croissance (DJC) sert à évaluer la croissance et le développement des végétaux et des insectes durant la saison de production. Elle est généralement plus précise que la méthode de précocité de maturation.

Le développement de la plupart des cultures et des insectes est étroitement conditionné par les gains journaliers de chaleur. Pour passer d'un stade à l'autre de leur cycle vital, ces organismes doivent trouver l'énergie nécessaire dans la chaleur de leur environnement. Par exemple, la pyrale du maïs émerge dans le Sud-Ouest de l'Ontario au bout de 300 DJC. La quantité de chaleur nécessaire (les DJC) reste constante année après année, mais selon les conditions atmosphériques, le temps (nombre de jours) nécessaire peut varier considérablement d'une année à l'autre.

Il existe pour chaque espèce de plante et d'insecte une température de base minimale ou un seuil sous lequel elle ne se développe pas. Cette température varie d'un organisme à l'autre.

Pour calculer les DJC, on détermine d'abord la température moyenne journalière en additionnant le minimum et le maximum de la journée, puis en divisant cette somme par deux. On en soustrait ensuite la température de base pour obtenir la valeur de DJC de la journée. Si le résultat obtenu est inférieur à zéro, on retient la valeur zéro. Ces valeurs journalières sont additionnées tout au long de la saison de croissance.

$$\frac{\text{Température max. quotidienne} + \text{Température min. quotidienne}}{2} - \text{Température de base} = \text{Degrés-jours de croissance}$$

Des modèles de DJC ont été élaborés pour la plupart des cultures maraîchères et pour plusieurs insectes. Le Tableau 4–1 et le Tableau 4–2 présentent des exemples de températures de base propres à certaines espèces.

Tableau 4–1. Températures de base utilisées dans la méthode des degrés-jours (DJC) pour prévoir l'émergence d'insectes

Insecte	Température de base
Insectes en général	15 °C
Charançon de la carotte	7 °C
Cicadelle de l'aster	9 °C
Mouche de l'oignon	4 °C
Mouche de la carotte	3 °C
Mouche des légumineuses	4 °C
Mouche du chou	6 °C
Punaise terne	9 °C
Pyrale du maïs	10 °C
Vers-gris	7 °C

Tableau 4–2. Températures de base utilisées dans la méthode des degrés-jours (DJC) pour évaluer la croissance des légumes

	Température de base					
	2,2 °C	4,4 °C	7 °C	10 °C	13 °C	15,5 °C
Culture	Oignon Épinard	Asperge Betterave Brocoli Carotte Laitue Pois Pomme de terre	Courges	Haricot (mange-tout) Cantaloup Piment, poivron Maïs sucré Tomate	Concombre Melon d'eau	Aubergine Patate douce

Il faut tenir compte de quatre facteurs pour comparer les cumuls de DJC provenant de sources ou de régions différentes.

- **Les températures de base utilisées dans les équations sont-elles les mêmes?** Les températures de base utilisées pour calculer les DJC varient selon les organismes. Ainsi, il y a une différence entre 150 DJC pour une température de base de 10 °C et de 0 °C.
- **Les DJC commencent-ils à s'accumuler à la même date?** De façon générale, les DJC commencent à s'accumuler au 1er avril de chaque année. Toutefois, pour certains insectes, le cumul commence plutôt à partir d'un repère biologique (biofix) précis qui correspond à l'émergence d'un stade biologique particulier.
- **Les équations servant au calcul du DJC quotidien sont-elles les mêmes?** Avec les années, le calcul simple des DJC a donné lieu à de nombreuses modifications et variantes aussi appelées degrés-jours.
- **Les températures sont-elles en degrés Celsius ou Fahrenheit?** Les cumuls de DJC sont très différents selon qu'il s'agit de degrés Celsius ou de degrés Fahrenheit. Des modèles ont été conçus spécifiquement pour chacun de ces deux systèmes et le passage d'un système à l'autre oblige à faire des conversions.

Une certaine confusion s'est installée avec les années autour des termes utilisés pour désigner la somme des températures. En Ontario, on utilise « degrés-jours de croissance » (DJC) et « unités thermiques de croissance » (UTC), qui désignent en fait deux modèles de développement très différents. Le calcul des unités thermiques en usage en Ontario est identique au calcul traditionnel des unités thermiques du maïs. Son nom a été changé uniquement parce que son application s'est étendue à d'autres cultures.

La méthode consistant à additionner jour après jour les gains de température est appelée tantôt « degrés-jours », tantôt « degrés-jours de croissance » ou encore « somme des températures ». Dans certaines régions, on utilise de façon interchangeable « unités thermiques de croissance » et « degrés-jours ».

Modèles de prédiction des maladies

Les modèles de prédiction des maladies utilisent les données environnementales recueillies par le réseau de stations météorologiques d'une région donnée. Selon la maladie, les variables météorologiques peuvent comprendre des facteurs comme la température moyenne quotidienne, l'humidité des feuilles et l'humidité relative. On se sert des données de ces stations pour calculer un indice de gravité de la maladie (IGM) pendant toute la saison de végétation. Les producteurs reçoivent la recommandation de traiter les cultures lorsque les IGM cumulés depuis la mise en place des plants ou le dernier traitement fongicide atteignent un niveau critique. Le nombre d'IGM cumulés et les seuils de pulvérisation varient en fonction de la culture et du modèle choisi.

En Ontario, il existe de nombreux modèles de prédiction des maladies pour les cultures maraîchères. En voici quelques-uns :

- Modèle BEETcast pour la cercosporiose de la betterave à sucre
- Modèle BOTCAST pour la brûlure des feuilles de l'oignon (*Botrytis*)
- Modèle BREMCAST pour le mildiou de la laitue
- Modèle DOWNCAST pour le mildiou de l'oignon
- Modèle TOMcast pour la brûlure alternarienne, la tache septorienne et l'anthracnose de la tomate

En Amérique du Nord, on utilise également un modèle de prédiction pour le mildiou des cucurbitacées. Selon ce modèle, on suit le développement de la maladie dans les diverses régions où elles sont cultivées. On utilise ensuite les prévisions météorologiques pour prévoir la transmission de la maladie à partir de secteurs qu'on sait infectés vers d'autres régions de production. Pour en savoir plus, visiter le site Web d'ipmPIPE : http://cdm.ipmpipe.org.

Dans le Sud-Ouest de l'Ontario, Weather INnovations Consulting LP (WIN) propose les modèles TOMcast et BEETcast aux cultivateurs de tomates et de betteraves à sucre. Pour en savoir plus, communiquer avec l'entreprise au 519 352-5334, ou visiter son site Web : www.weatherinnovations.com.

La station de recherche Muck Crops de l'Université de Guelph propose aussi aux cultivateurs de nombreux modèles de prédiction des maladies dans la région du marais Holland. Pour en savoir plus, visiter son site Web : www.uoguelph.ca/muckcrop/ipm.html.

Les cultivateurs peuvent aussi choisir d'établir et d'exploiter leur propre station météorologique à même leur exploitation agricole. Les fabricants ou les distributeurs d'équipement de surveillance météorologique proposent souvent des logiciels de nombreux modèles de prédiction.

Chapitre 5

Introduction à l'entomologie



Aleurodes

Bemisia tabaci (complexe d'espèces) (aleurode du tabac), *Trialeurodes vaporariorum* (aleurode des serres)

Cultures attaquées : Légumes produits en serres, plants de repiquage ou boutures, fines herbes, laitue (production en champ), patate douce et de nombreuses autres cultures maraîchères et horticoles

Identification : Petit et blanc, l'aleurode adulte est un insecte ailé mesurant environ 1,5 à 2 mm (~1⁄16 po) de long. Il pond des œufs microscopiques au revers des jeunes feuilles. Les nymphes, qui sont aplaties et ovales, ont des filaments cireux sur le pourtour de leur corps (aleurode des serres) ou non (aleurodes du tabac et *Bemesia* spp.). Il y a trois stades larvaires, et seulement au cours du premier les larves sont-elles mobiles. Une fois établies, les larves de premier stade muent et développent une couche dure et protectrice, qui deviendra son puparium. Les grandes différences entre l'aleurode des serres et du tabac se voient pendant la pupaison. La pupe de l'aleurode des serres est de couleur blanche ou crème, s'élève au-dessus de la surface de la feuille et est entourée d'une frange de filaments; celle de l'aleurode du tabac est plutôt jaune, repose directement sur la feuille et est exempte de filament. Ces caractéristiques se voient bien au microscope, mais avec un peu d'expérience, on peut les apercevoir au moyen d'une loupe grossissant 10 fois.

Dommages : Les pièces buccales de type perceur-suceur de l'aleurode lui permettent d'aspirer la sève des plants, leur ôtant toute vigueur. L'insecte excrète de grandes quantités d'une substance sucrée appelée « miellat », qui favorise la croissance de fumagine, un champignon noir nuisant à la photosynthèse et à la croissance. Les aleurodes sont aussi vecteurs de virus.

Biologie : Les aleurodes survivent dans les climats nordiques, comme ceux du Sud de l'Ontario, seulement dans des endroits abrités (ex. : serres). Les plants de repiquage contaminés ou autre matériel végétal hôte provenant de secteurs infestés peuvent servir de voie d'introduction dans un champ.

Dépistage et seuils : Nymphes et adultes sont visibles à l'examen des feuilles. Les plaquettes adhésives sont normalement utilisées en serres pour détecter les insectes adultes. Aucun seuil n'a été établi.

Moyens de lutte : En Ontario, les aleurodes sont principalement des ravageurs en serres. Les populations dans les champs ne sont que la conséquence des migrations d'insectes venant des serres à proximité ou de boutures infestées, mais elles persistent rarement. Leur présence n'est habituellement pas suffisamment dommageable pour justifier des traitements.

Cercopes

Philaenus spumarius

Cultures attaquées : Ail, fines herbes (particulièrement les membres de la famille *Lamiaceae* [menthe], par exemple le basilic, la mélisse officinale, l'herbe à chat, la lavande, la marjolaine, la menthe, l'origan, le perilla, le romarin, la sauge, la sarriette et le thym)

Identification : Les nymphes des cercopes se trouvent sur les plants, dans des masses d'écume blanche semblable à du crachat. Leur corps jaune à vert mesurant 0,3 à 0,6 cm (⅛ à ¼ po) de long est mou et allongé et ne comporte pas d'ailes. Les cercopes adultes, de couleur chamois, noire ou grise, mesurent environ 0,6 cm (¼ po) de long, et leur tête ressemble à celle d'une grenouille.

Dommages : Bien que les cercopes se nourrissent de la sève des plants, leurs dommages sont habituellement peu importants. Toutefois, de fortes populations peuvent causer le rabougrissement et l'affaiblissement des plants, la déformation des feuilles ou la réduction du rendement. L'écume mousseuse qu'ils sécrètent peut causer des problèmes dans les exploitations qui proposent l'autocueillette.

Biologie : Les cercopes passent l'hiver sous la forme d'œufs insérés, à la base des feuilles ou dans le collet de la plante. L'éclosion des œufs et l'apparition des nymphes se produisent fin avril ou début mai. Les nymphes atteignent la maturité en cinq à huit semaines. Les insectes adultes migrent au mois de juin et reviennent en septembre et en octobre pour pondre.

Dépistage et seuils : Comme les activités de dépistage d'autres ravageurs permettront de repérer facilement les cercopes, une surveillance spécifique n'est normalement pas nécessaire. Rechercher des nymphes à la base des plants et des feuilles et au revers des jeunes feuilles. Pour les fines herbes, aucun seuil n'a été établi, mais pour les fraises, on considère qu'il y a un risque pour le rendement à partir de 10 grappes de cercopes par 0,2 m^2 et à partir de 2 cercopes par 1 m^2 dans les exploitations d'autocueillette.

Moyens de lutte : Une bonne gestion des mauvaises herbes aidera à maîtriser les cercopes, car les adultes sont moins susceptibles de revenir à l'automne dans les cultures qui n'en contiennent pas. Éliminer les résidus de récolte à l'automne. Certaines exploitations d'autocueillette ont découvert que le fait de pulvériser de l'eau sur les plants quotidiennement contribuait à réduire les populations; cependant, cette méthode a pour effet d'augmenter l'humidité des feuilles, ce qui peut contribuer au développement de maladies foliaires.

Cicadelle de l'aster

Macrosteles quadrilineatus

Cultures attaquées : Carotte, céleri, légumes-feuilles, fines herbes

Identification : La cicadelle de l'aster est un petit insecte gris-vert comportant six points disposés en paires sur le sommet de la tête. Ses ailes transparentes ont un grand nombre de nervures.

Dommages : L'insecte transmet la jaunisse de l'aster à la carotte, au céleri et aux légumes-feuilles en se nourrissant de ces cultures. Voir *Jaunisse de l'aster*, dans *Carottes*, au chapitre 7.

Biologie : La cicadelle de l'aster hiverne sous forme d'œuf dans le tissu foliaire de céréales d'automne comme le blé et le seigle. Il faut compter environ 130 degrés-jours de croissance (température de base : 9 °C) pour que les œufs arrivent à maturité, et ensuite 270 pour que l'insecte atteigne le stade adulte. Voir *Degrés-jours de croissance*, au chapitre 4.

Pendant la maturation des céréales d'automne, de la fin mai au début juin, la première génération d'origine locale se disperse dans les cultures maraîchères. Des insectes provenant des États-Unis s'amènent aussi en Ontario avec des systèmes météorologiques. Les mouvements migratoires de courte et longue distance influent sur l'incidence et la gravité de la jaunisse de l'aster et des attaques de la cicadelle de l'aster.

Dépistage et seuils : C'est l'indice de jaunisse de l'aster (IJA) qui permet de déterminer s'il y a lieu de traiter une culture. Pour l'utiliser, dénombrer les cicadelles de l'aster capturées à l'aide d'un filet fauchoir. Multiplier le nombre de cicadelles attrapées avec 100 coups de filet par le pourcentage de cicadelles porteuses de la jaunisse de l'aster (taux d'infectivité) dans la région (en Ontario, on recommande actuellement d'utiliser un taux de 4 à 5 %), selon la formule suivante :

> Taux d'infectivité (4-5 %) x nb de cicadelles/ 100 coups de filet
> = IJA

Les seuils d'intervention (IJA) pour chaque culture sont donnés dans le tableau ci-dessous. Pour les carottes, le seuil varie en fonction de la tolérance de la variété. S'il s'agit d'un cultivar dont la tolérance à la jaunisse de l'aster n'a pas été évaluée, utiliser un IJA de 70. Voir le Tableau 5–1.

Tableau 5–1. Indice de jaunisse de l'aster

Culture	Indice de jaunisse de l'aster
Carottes – Cultivars résistants	100
Carottes – Cultivars semi-résistants	70
Carottes – Cultivars vulnérables	50
Céleri	30-35
Laitue – Pommée	20-25
Laitue – Romaine (cultivars nord-américains et européens)	30-35

Moyens de lutte : Utiliser des cultivars résistants et éliminer les mauvaises herbes vivaces dans les champs pouvant servir d'habitat à la cicadelle de l'aster.

Collemboles

Collembola (Bourletiella hortensis)

Cultures attaquées : En Ontario, les collemboles causent des dommages à la betterave à sucre. Ils sont généralement considérés comme des insectes bénéfiques, mais il arrive qu'ils se nourrissent dans les cultures. Lorsque les conditions favorables sont réunies, les plantules peuvent être gravement touchées. Les collemboles souterrains s'en prennent parfois à l'oignon, et leur présence a été détectée en concomitance avec des agents pathogènes fongiques.

Identification : Au premier coup d'œil, les collemboles globuleux peuvent être confondus avec les altises. De couleur foncée, ils mesurent entre 0,8 et 3,0 mm (⅛ po). Ils vivent hors terre et ont tendance à sauter lorsqu'on les dérange. Les espèces souterraines de collemboles sont blanchâtres et allongées et mesurent de 0,8 à 2,4 mm (~1/16 po) de long. Elles vivent sous terre et n'ont pas la capacité de sauter comme les autres collemboles.

Dommages : Ce ravageur ne constitue généralement pas un problème, sauf en cas de périodes prolongées de temps froid et humide juste après le repiquage. Les collemboles globuleux se nourrissent des cotylédons, des tiges et des racines de la betterave à sucre. Les espèces souterraines s'en prennent uniquement aux racines. Les dommages apparaissent sous forme de petits trous ronds dans les cotylédons ou les feuilles, ou de creux et d'éraflures sur les tissus végétaux, au-dessus du sol comme sous la terre. Les peuplements peuvent être réduits lorsque les ravageurs sont présents en grand nombre et que les plantules de betterave à sucre sont petites et poussent lentement.

Biologie : Les collemboles se nourrissent habituellement de matières organiques présentes dans la terre, ce qui contribue à dégrader les résidus de culture et à améliorer la structure du sol. Dans des conditions d'humidité prolongée, les populations d'insectes peuvent grossir considérablement : c'est alors qu'on commence à constater des dommages sur les plantules.

Dépistage et seuils : Les cultures ne sont vulnérables que lorsque les plantules sont jeunes. Aucun seuil ou traitement n'a été établi, mais lorsque des dommages sont détectés, on pense que les populations du ravageur se chiffrent dans les milliers par pied carré.

Moyens de lutte : Les cultures se remettent généralement bien des dommages causés par les collemboles, et les effets sur le rendement n'ont pas été mesurés. Ces insectes sont peu susceptibles de causer des dommages significatifs dans les cas où un traitement insecticide ciblant d'autres ravageurs a été appliqué au sol ou aux semences.

Hanneton européen

Voir *Ver blanc/hanneton européen*, dans le présent chapitre.

Légionnaire uniponctuée

Mythimna unipuncta

Cultures attaquées : Maïs sucré, céréales couvre-sol, foin, cultures céréalières et autres cultures maraîchères (occasionnellement)

Identification : Au stade larvaire, la légionnaire uniponctuée a un corps vert à brun mat flanqué de lignes blanches latérales et est orné de bandes diagonales sombres au haut de chaque patte ventouse abdominale. À maturité, les larves peuvent atteindre 5 cm (2 po) de longueur.

Dommages : La légionnaire uniponctuée s'attaque aux jeunes plants de maïs, ne laissant souvent que la tige et la nervure centrale des feuilles. Les plants peuvent tolérer des dommages foliaires modérés, tant que le point végétatif n'est pas endommagé. Les premiers dommages se manifestent habituellement lorsque les cultures céréalières avoisinantes commencent à se dessécher et que les larves recherchent une nouvelle source de nourriture.

Biologie : La légionnaire uniponctuée ne survit pas à l'hiver au Canada ni dans les États américains limitrophes. En Ontario, les populations sont amenées par les vents orageux du printemps, qui portent les papillons depuis le Sud des États-Unis où ils passent l'hiver. Ils s'installent généralement dans la province au début du printemps. À leur arrivée, les femelles se mettent à pondre dans les champs de céréales ou d'herbages. En Ontario, deux générations voient le jour.

Dépistage et seuils : Examiner minutieusement les abords de cultures situées en bordure de champs de céréales. Si possible, le faire tôt le matin ou tard le soir, comme les larves sont actives la nuit. Pendant la journée, celles-ci se cachent dans le verticille et les résidus de culture ou sous des mottes de terre. Pendant

tout le mois de juin et le début de juillet, rechercher sur les jeunes plantules des signes de dommages causés par la légionnaire, des excréments et des larves.

Pour les plantules de maïs, un traitement insecticide pourrait être justifié si plus de 10 % des plants présentent des dommages. À partir du moment où le verticille est à moitié sorti, les plants deviennent plus tolérants aux dommages causés par l'alimentation de l'insecte; le seuil augmente alors à 50 %. Les larves ayant atteint 3,5 cm (1¼ po) de longueur sont prêtes pour la pupaison et ne se nourriront plus dans la culture.

Moyens de lutte : Des organismes et des parasites bénéfiques naturellement présents dans l'environnement contribuent souvent à empêcher les populations de légionnaires uniponctuées d'atteindre des niveaux qui pourraient affecter le rendement. Des pulvérisations en bordure de champ pourraient suffire pour maîtriser les ravageurs venus des champs de céréales avoisinants. Maîtriser les mauvaises herbes graminées tant dans le champ qu'aux alentours.

Limaces

Arion sp., *Deroceras* sp., *Helix sp.*, *Limax* sp.

Cultures attaquées : Haricot, céleri, brassicacées, aubergine, légumes-feuilles (laitue, chicorée, endive), piment et poivron, pomme de terre, rhubarbe, maïs sucré et tomate

Identification : Les limaces sont des mollusques gris au corps mou et sans pattes. Leur couleur peut varier, allant du brun foncé et noir au gris pâle. Mesurant de 0,5 à 10 cm (¼ à 4 po) de longueur selon l'espèce, elles sont enduites d'une substance visqueuse qui les empêche de sécher.

Dommages : Avec leurs pièces buccales râpeuses, elles rongent les feuilles inférieures des plants, y découpant des trous à contour très irrégulier. Ces trous ressemblent parfois à des fenêtres lorsque les limaces y ont laissé la couche de cuticule cireuse. En cas d'attaques graves, les limaces dévorent toute la plante, ne laissant que les nervures des feuilles. Lorsqu'elles pullulent, elles s'en prennent aussi aux semences et aux plantules qui lèvent. On peut souvent voir une traînée visqueuse près des plantes attaquées. Les dommages causés par les limaces sont plus particulièrement à redouter les années où le temps reste frais et humide tout au long des mois de mai et de juin. Ce ravageur s'attaque aux végétaux au-dessus ou au-dessous du niveau du sol selon la teneur en humidité du sol.

Biologie : Il y a une génération par année, mais on compte deux populations qui arrivent à maturité au printemps et à l'automne, respectivement. Les deux peuvent endommager les cultures. Par temps sec, les œufs peuvent demeurer en dormance pendant de longues périodes. Les limaces se déplacent en glissant sur un filet de mucus qu'elles sécrètent.

Dépistage et seuils : Faire le dépistage la nuit ou tôt le matin, quand les limaces sont actives. Regarder sous des débris se trouvant près de plants endommagés, et chercher des traces de mucus. On peut déterminer les populations d'un champ donné au moyen de pièges (panneaux sous lesquels elles iront se réfugier). Si ces derniers révèlent couramment la présence de limaces, on peut raisonnablement considérer le champ susceptible d'infestation et de dommages. Aucun seuil n'a été établi.

Moyens de lutte : Le développement de la plupart des plantes n'est pas compromis par de légères attaques de limaces. Dans les champs infestés, le travail du sol est efficace contre les limaces, car il les ramène à la surface du sol, où elles sont exposées à la déshydratation et à la prédation des oiseaux et des mammifères.

On peut également limiter les dommages en éliminant les mauvaises herbes et les résidus de récolte aux abords immédiats des jeunes plantules. Un travail du sol par bandes peut contribuer à éliminer l'habitat des limaces tout en conservant les avantages d'un travail réduit du sol.

Millipèdes

Cylindroiulus caeruleocinctus, *Blaniulus guttulatus*, *Pseudopolydesmus* spp.

Cultures attaquées : Un grand nombre de cultures maraîchères semées directement en terre, carottes, radis et patates douces

Identification : Les millipèdes appartiennent à une classe d'arthropodes et ne sont pas des insectes. Dotés d'une carapace dure et cylindrique, ils mesurent environ 2,5 à 10 cm (1 à 4 po) de longueur. Ils tiennent leur nom de leurs très nombreuses pattes (milli : mille et pèdes : pattes) : deux courtes paires par segment corporel au stade adulte. Les millipèdes adultes sont de couleur brun rougeâtre foncé à gris-noir et possèdent une carapace dure, tandis que les millipèdes juvéniles sont blancs, possèdent moins de pattes et ont le corps mou. Plus ils se développent, plus ils acquièrent de pattes et

plus ils foncent. Autre caractéristique notable : ils se recroquevillent lorsqu'ils sont dérangés. Ils sont souvent confondus avec les vers fil-de-fer. Voir *Ver fil-de-fer*, dans le présent chapitre.

Seules trois espèces de millipèdes ont été associées à des dommages dans des cultures racines en Ontario : *Cylindroiulus caeruleocinctus, Blaniulus guttulatus* et *Pseudopolydesmus* spp. Les deux premières appartiennent à la famille Julida. Elles ont l'apparence caractéristique des millipèdes – corps cylindrique et tête ronde servant à s'enfoncer dans le sol. La troisième espèce, *Pseudopolydesmus*, a un corps aplati aux segments bien distincts.

Dommages : Les millipèdes sont habituellement considérés comme utiles aux cultures maraîchères, car ils s'alimentent de tissus végétaux en décomposition et facilitent ainsi l'incorporation de la matière organique dans le sol. Dans certaines conditions, toutefois, leurs populations peuvent pulluler au point d'endommager les racines et les plantules de diverses cultures. Au cours des printemps frais et humides, il arrive que les millipèdes se nourrissent de semences qui n'ont pas encore germé ainsi que de plantules. Ils ne s'attaquent généralement pas beaucoup aux cultures semées directement en terre. On constate toutefois que lorsque les cultures sont soumises à d'autres stress (ex. : sols froids, présence de champignons pathogènes ou d'autres insectes nuisibles), ils peuvent avoir un effet négatif sur la densité des cultures et la vigueur des plantules. Plus tard en saison, ils peuvent s'attaquer aux cultures racines comme les carottes, les radis et les patates douces. Ils causent des dommages superficiels sur la peau des légumes ou creusent de fins tunnels dans la chair ou des cavités peu profondes aux rebords accidentés. Ces dommages ont des répercussions sur la qualité marchande des légumes.

Biologie : Les millipèdes adultes et juvéniles hivernent dans le sol sous des débris, des pierres, etc. Ils peuvent y demeurer plusieurs années et mettre cinq ans à parvenir à maturité. La popularité du semis direct et du travail réduit, qui entraînent l'accumulation de résidus en surface, a favorisé la diffusion de l'espèce. Des études récentes menées en Ontario semblent indiquer que les millipèdes sont plus actifs au début du printemps et à la fin de l'été. Les dommages aux cultures peuvent être plus graves en sols secs lorsque les ravageurs se nourrissent des racines pour obtenir de l'eau.

Dépistage et seuils : Inspecter les racines, les semences en germination et le sol aux alentours des trous dans le peuplement. Si l'on observe des dommages en début de saison, mais qu'aucun ravageur n'est présent, installer des pièges-appâts. Des études menées en Ontario indiquent que les pièges à fosse sont efficaces pour attraper les millipèdes tôt dans la saison; à mesure que cette dernière avance et que le feuillage se densifie, utiliser des pièges-appâts à base de maïs. Installer des pièges dans 10 à 20 endroits identifiés disposés en forme de « Z » ou de « W » au milieu du champ; les pièges doivent se trouver à au moins 10 m (33 pi) de sa bordure. Surveiller les populations pendant deux semaines consécutives ou plus. Aucun seuil n'a été établi pour les millipèdes en horticulture ou dans les grandes cultures.

Moyens de lutte : Là où un dépistage présaisonnier indique de fortes populations de millipèdes, un travail du sol avant la plantation peut aider à les faire remonter à la surface, où ils sont sujets au dessèchement et à la prédation. Récolter le plus tôt possible, car ces ravageurs continueront de se nourrir des cultures tant et aussi longtemps qu'elles seront dans le sol. Éliminer les résidus de culture pour réduire les sources de nourriture et les sites possibles d'hivernation. Normalement, on pense que les populations de millipèdes survivent mieux dans des conditions fraîches et humides. Éviter les pratiques qui font augmenter l'humidité du sol au-delà des besoins de la culture.

Mineuse des feuilles

Liriomyza spp.

Cultures attaquées : Betterave potagère, brassicacées, céleri, légumes-feuilles, betterave à sucre

Identification : En Amérique du Nord, quatre espèces principales de mineuses s'en prennent aux légumes. Généralement de petite taille, de 2 à 3 mm (~⅛ po), ces mouches noires et jaunes aux reflets métalliques pondent leurs œufs dans le feuillage. Les larves sont de petits asticots jaune pâle.

Dommages : Les femelles pondent leurs œufs sur les feuilles, laissant ainsi de petits trous « bronzés ». Elles percent aussi les feuilles pour en sucer la sève. La larve se nourrit des tissus se trouvant entre les faces inférieure et supérieure de la feuille. Selon l'espèce, les galeries creusées

par ce ravageur peuvent être droites (mouche mineuse sud-américaine) ou sinueuses (autres mouches mineuses). Les dommages que la larve cause en se nourrissant diminuent la capacité de la plante à faire de la photosynthèse. Les galeries creusées dévalorisent également les légumes sur le marché et créent des portes d'entrée pour les organismes pathogènes.

Les dommages causés aux betteraves à botteler ou aux feuilles de betterave sont les plus préoccupants, car ils réduisent leur attrait commercial. Le ravageur n'affecte généralement pas le rendement ou la qualité des racines.

Les mineuses ont une prédilection pour la laitue pommée et la laitue à couper. L'adulte de la mineuse sud-américaine cause de graves dommages aux épinards et aux bettes à cardes, dont les feuilles se couvrent d'une multitude de petits points (bronzage). On constate plus rarement les dégâts (galeries) de sa larve à l'intérieur des feuilles. D'autres espèces de mineuses creusent des galeries très sinueuses sous la surface des feuilles.

Pour les betteraves à sucre, la mineuse cause des dommages en Ontario, mais ne semble pas occasionner de pertes économiques. Les insectes adultes qui émergent au début du printemps causent plus de dommages que les générations suivantes, les betteraves étant encore petites et à un stade de croissance vulnérable.

Biologie : L'insecte se développe surtout à des températures de 21 à 32 °C (70 à 90 °F). La ponte est moindre quand la température tombe sous 10 °C (50 °F). Ce ravageur peut poser problème toute la saison. Habituellement, il cause des dommages en fin de saison, et les populations atteignent un pic de la fin août à la mi-septembre.

Dépistage et seuils : Aucun seuil n'a été établi, sauf pour la betterave à sucre. Chez cette dernière, si 50 % des plants comportent des œufs ou des larves, il faudra traiter. La lutte contre la mouche de la betterave n'est d'ordinaire nécessaire que dans les betteraves à botteler, qui doivent être vendues avec un feuillage intact.

Regarder au revers des feuilles à la recherche de galeries, de larves ou d'œufs. Des pièges collants jaunes peuvent être disposés dans les cultures pour surveiller les populations de mouches adultes.

Moyens de lutte : Les chénopodes sont un autre hôte des mouches mineuses. Un bon désherbage peut contribuer à réduire les infestations. La rotation des cultures est aussi utile pour lutter contre ce ravageur, si l'on alterne entre des cultures vulnérables et des cultures résistantes.

Le fait de récolter les cultures sensibles avant le début de septembre, quand les populations ont tendance à augmenter, peut empêcher la mouche mineuse sud-américaine de pulluler et de ce fait prévenir les plus importants dégâts. Appliquer des insecticides dès l'apparition des premiers insectes adultes.

Pucerons

Famille des *Aphididae*

Identification : En Ontario, plusieurs espèces de pucerons s'attaquent aux cultures maraîchères. Les pucerons sont de petits insectes piriformes à corps mou, dont l'extrémité postérieure est prolongée par une paire de cornicules ressemblant à des tuyères. Ils ont des pattes relativement longues et des antennes proéminentes. Leur couleur varie d'une espèce à l'autre et selon la plante hôte. Quelques espèces qui s'attaquent aux cultures maraîchères ont une texture cireuse ou laineuse.

Les pucerons sans ailes créent des colonies dans le champ, sur le revers des feuilles ou le long des tiges ou des pétioles. Certaines espèces, dont le puceron de la betterave à sucre, s'en prennent spécifiquement aux racines.

Les pucerons ailés s'établissent quand les plants sont trop collés, ce qui leur permet de migrer vers de nouvelles sources de nourriture.

Dommages : Les pucerons se rassemblent souvent sur les nouvelles pousses. Ils percent les feuilles et sucent la sève du plant, ce qui provoque des déformations des feuilles, un rabougrissement, un retard dans la maturation et du flétrissement. Ces dommages nuisent à l'absorption de l'eau et des nutriments, et ouvrent la voie à d'autres insectes et maladies.

Lorsqu'ils se nourrissent, ils exsudent une substance collante appelée « miellat » qui, conjugée aux moisissures qui l'accompagnent, peut réduire la qualité marchande du produit récolté. Le puceron de la betterave à sucre sécrète des filaments cireux blanchâtres, plus faciles à détecter que l'insecte lui-même.

Ces ravageurs sont aussi les principaux vecteurs de plusieurs virus, persistants ou non, susceptibles de causer de lourdes pertes économiques (voir chapitre 6). Le puceron du soya ne forme pas de colonies sur les cultures maraîchères. Toutefois, il les traverse souvent à la recherche de plants de soya, disséminant les virus non persistants sur son passage. La pulvérisation d'insecticides conventionnels pour maîtriser les pucerons est peu efficace pour prévenir la propagation des virus non persistants.

Biologie : La plupart des pucerons hivernent sous forme d'œufs sur des hôtes vivaces, comme des mauvaises herbes, pour ensuite migrer sur les cultures maraîchères l'été. Certaines espèces, comme le puceron du maïs, migrent vers le nord avec les systèmes météorologiques depuis des régions méridionales. Le puceron de la betterave à sucre survit tout l'hiver dans le sol.

Les pucerons sont présents pratiquement d'un bout à l'autre de la saison de végétation. Les populations augmentent rapidement lorsque les conditions sont propices, notamment par temps chaud et sec. Les prédateurs naturels (coccinelles, chrysopes, anthocorides, etc.) ou les parasitoïdes (espèces d'*Aphelinus* et d'*Aphidius*) contribuent souvent à maintenir les populations de pucerons sous les seuils d'intervention.

Dépistage et seuils : Les pucerons sont parfois répartis par îlots dans le champ. Ils sont souvent plus nombreux en bordure de champ. Inspecter le revers des feuilles en allant du haut vers le bas des plants. Vérifier s'il y a du miellat sur le feuillage et les fruits. Rechercher aussi la présence d'insectes bénéfiques (prédateurs ou parasites du puceron). Regarder attentivement pour faire la distinction entre les pucerons vivants et les corps morts et la mue. Pour détecter le puceron de la betterave à sucre, creuser et inspecter le sol à la base de plants flétris. On peut aussi trouver des pucerons sur les racines de mauvaises herbes hôtes, comme les chénopodes et l'amarante.

Betterave à sucre (racines) :	Aucun seuil n'a été établi; cependant, moins de 10 % d'infestation peuvent occasionner une perte de rendement.
Laitue :	1 % d'infestation 7 à 10 jours avant la récolte.
Maïs sucré :	10 % des épis infestés (on considère qu'un épi est infesté quand on y trouve plus de 20 pucerons).
Poivron et piment :	Aucun seuil n'a été établi; cependant, au-delà de 10 pucerons par feuille, des dommages sont probables.
Pomme de terre :	4 pucerons par feuille (inspecter 1 feuille inférieure sur 50 plants). Aucun puceron n'est toléré dans les champs de pommes de terre de semence.
Tomate :	5 pucerons par 10 folioles sur un plant.

Moyens de lutte : Pour maîtriser d'autres insectes nuisibles, sélectionner des produits qui ne décimeront pas les insectes utiles, les insecticides à large spectre pouvant tuer des prédateurs naturels et ainsi faire croître les populations de pucerons. À noter que, dans certaines régions, le puceron du tournesol et le puceron vert du pêcher semblent être devenus résistants aux insecticides.

Les chénopodes et l'amarante sont aussi hôtes de certains pucerons s'attaquant aux racines; la rotation des cultures et la lutte contre les mauvaises herbes peuvent contribuer à réduire leur nombre. La destruction des cultures infestées après la récolte peut prévenir une dispersion excessive. Certains cultivars de betterave à sucre sont résistants aux pucerons des racines.

Punaise marbrée

Halyomorpha halys

Cultures attaquées : Plusieurs cultures maraîchères, notamment l'asperge, le haricot, le maïs sucré, le concombre, l'aubergine, l'okra, les pois, le piment et le poivron, la tomate et la courge d'été

Identification : La punaise marbrée peut facilement être confondue avec d'autres types de pentatomes. Brun gris et couvert de mouchetures, l'insecte adulte, dont le corps est en forme de bouclier, mesure de 12 à 17 mm (½ à ⅔ po) de long. Plusieurs autres caractéristiques spécifiques permettent de le reconnaître facilement :

- Deux bandes blanches sur chacune de ses antennes;
- Une bande claire sur chacune de ses pattes (très évidente sur la nymphe);
- Pronotum (« épaules ») lisse et arrondi, sans protubérance;
- Triangles blancs orientés vers l'intérieur tout le tour de l'abdomen.

Dommages : Tant la nymphe que l'insecte adulte se nourrissent en insérant leurs pièces buccales de type perceur-suceur dans diverses zones de la plante, ce qui provoque de petites lésions nécrotiques. Les symptômes de l'activité alimentaire de ce ravageur comprennent la décoloration et la déformation des fruits, qui peuvent aussi prendre une texture liégeuse; l'avortement des boutons floraux; l'apparition de petits points sur les feuilles; la perforation des grains et le retard dans la maturation.

Biologie : Les insectes adultes vivent longtemps; les femelles pondent de multiples grappes d'œufs sur une longue période, de fin mai à début août. Des individus à tous les stades de développement (œufs, nymphes, adultes) peuvent être présents dans le champ en même temps. Dans les climats nordiques, une seule génération par an voit le jour.

Dépistage et seuils : La présence de la punaise marbrée est récente en Ontario. Pour un dépistage précoce, les pièges à phéromones peuvent être utiles. Les attaques sont les plus élevées aux abords des champs. Les seuils sont toujours en cours de développement pour la plupart des cultures maraîchères. Pour le maïs sucré, commencer idéalement les pulvérisations d'insecticide à la floraison mâle lorsque ce ravageur est détecté; répéter jusqu'à la récolte au besoin. Pour en savoir plus sur la surveillance, voir *Piégeage*, au chapitre 4.

Moyens de luttes : Effectuer une surveillance de la mi-juin jusqu'à la récolte, particulièrement aux abords de champs situés près de secteurs boisés. Rechercher sur les plants des insectes adultes, des nymphes et des signes de dommages. Pour certaines cultures, des pulvérisations aux pourtours des champs pourraient suffire. Des traitements d'insecticide répétés pourraient être nécessaires en cas de nouvelle infestation.

Punaise terne

Lygus lineolaris

Cultures attaquées : La punaise terne s'attaque à plus de 300 espèces de fruits, de légumes et de grandes cultures, ainsi qu'à de nombreuses mauvaises herbes. La plupart des cultures dont il est question dans la présente publication sont susceptibles d'être attaquées par ce ravageur, qui cause entre autres des problèmes chez le haricot, le céleri, les brassicacées (y compris les brassicacées de spécialité) les cucurbitacées, l'aubergine, la laitue, le piment et le poivron, la pomme de terre et la tomate.

Identification : Les nymphes sont verdâtres et possèdent des pattes bien développées ainsi que des antennes de longueur moyenne. Aux stades larvaires plus avancés, elles ont des bourgeons alaires et quatre taches noires sur le thorax, derrière la tête, et une sur l'abdomen. Les adultes sont vert pâle ou jaunes à brun foncé et ornés de taches foncées, et ont un petit triangle sur le dos.

Dommages : La punaise terne est dotée de pièces buccales de type suceur qui lui permettent de percer l'épiderme des plantes et d'y injecter une substance salivaire qui détruit le tissu végétal. Dans beaucoup de cas, les dommages de la punaise terne sont découverts bien avant l'insecte lui-même; il est donc très important de savoir reconnaître les symptômes d'une infestation. Lorsque la punaise s'en prend aux fleurs, cela peut les faire tomber (avortement). On reconnaît sa présence entre autres aux symptômes suivants :

- Piqûres et lésions sur les branches du céleri;
- Nouaison moindre chez le haricot, le piment, le poivron et l'aubergine;
- Piqûres et taches sur les fruits de la tomate, du piment et du poivron;
- Ponctuations nécrosées sur les fleurons et les inflorescences du brocoli et du chou-fleur;
- Petits trous à bordure brune sur les feuilles de laitue;

- Indentations ou trous sur les fruits;
- Texture liégeuse de la chair des fruits;
- Malformation des fruits;
- Nécrose des feuilles de la pomme de terre et des cucurbitacées.

Le céleri et les légumes-feuilles sont susceptibles d'être attaqués pendant toute la saison de végétation.

Biologie : La punaise terne adulte hiverne dans les résidus de culture et les litières de feuilles mortes de zones protégées, comme les aires boisées, les bordures de champs et les fossés. À leur émergence au printemps, les adultes se nourrissent et pondent leurs œufs sur des mauvaises herbes à feuilles larges, avant de se déplacer vers les cultures. La punaise terne est présente de manière sporadique en Ontario, durant toute la saison de végétation. Deux générations voient le jour par année, et les premiers stades d'une troisième sont visibles dans certaines régions du Sud de l'Ontario. Les adultes de première génération émergent en juillet, et ceux de la deuxième, en août et septembre.

Dépistage et seuils : Pour le céleri et la laitue, inspecter les feuilles du cœur de 50 à 100 plants par champ au moins deux fois par semaine. Des seuils ne sont établis que pour certaines cultures, et dans de nombreux cas, la décision d'appliquer ou non un traitement dépend uniquement de la présence du ravageur.

Céleri :	0,1 (dans les trois semaines précédant la récolte) à 0,2 insecte par plant (du repiquage à trois semaines avant la récolte)
Autres légumes-feuilles :	0,1 insecte par plant
Tomate :	1 nymphe ou adulte par 30 plants (après la formation des fruits)

Moyens de lutte : La punaise terne se reproduit sur de nombreuses espèces d'adventices communes, dont l'amarante, la stellaire moyenne, le pissenlit, les chénopodes, l'herbe à poux et la vergerette. La lutte contre les mauvaises herbes à l'intérieur et autour des cultures aide à réduire les éventuelles infestations. La luzerne est une plante hôte très attirante pour la punaise terne. Après la fauche, les adultes se dispersent, envahissant parfois les cultures maraîchères avoisinantes.

Pyrale du maïs

Ostrinia nubilalis

Cultures attaquées : Maïs sucré, haricot (mange-tout et de Lima), piment et poivron et pomme de terre

Identification : Les larves de la pyrale mesurent 2,5 cm (1 po) de long en fin de développement. Elles ont un corps blanc huileux, une tête sombre et des taches sur chaque segment. Les œufs, blancs et irisés, pondus par groupes de 30, font penser à des écailles de poisson. L'insecte adulte est un papillon nocturne brunâtre pâle, dont les ailes sont ornées de lignes ondulées.

Dommages : Chez le maïs sucré, les larves récemment écloses percent de petits trous de la grosseur d'une tête d'épingle ou laissent des « fenêtres » dans les feuilles. Elles creusent souvent les jeunes verticilles, laissant une rangée de petits trous sur toute la largeur de la feuille lorsqu'elle se déroule. À mesure que les larves grandissent, elles pénètrent la nervure centrale, puis la tige, où elles se nourrissent des tissus internes, provoquant souvent la rupture des panicules et le versement de la tige. Quand le maïs mûrit, elles quittent la tige pour s'installer dans les épis. On peut souvent observer un point d'entrée à la base des rafles. Les épis endommagés attireront les oiseaux et les nitidules.

Les pyrales du maïs de deuxième génération pondent fréquemment des œufs sur la feuille opposée à l'épi. Les larves pénètrent immédiatement dans l'épi par les canaux des soies, laissant peu d'indices d'activité alimentaire sur les feuilles ou les spathes.

Chez les piments, les poivrons et les haricots mange-tout, les larves pénètrent le fruit ou la gousse juste sous le calice (réceptacle de la tige). C'est là qu'elles se développent, se nourrissant des graines. Dans le cas du haricot mange-tout, souvent, aucun signe externe ne laisse deviner l'infestation des gousses.

Les piments et les poivrons sont susceptibles lorsqu'ils atteignent un diamètre de 1,5 à 3 cm (½ à 1 ¼ po). Les fruits infestés sont plus sensibles aux maladies fongiques et à la pourriture bactérienne molle. Avant la nouaison, les larves peuvent creuser des tunnels dans les tiges, mais cela n'a généralement pas de conséquences économiques.

Chez les pommes de terre, les larves se nourrissent des feuilles pendant quelques jours, puis pénètrent la tige, détruisant la moelle et le tissu vasculaire.

Les tiges endommagées rabougrissent et se cassent facilement.

Les larves de la pyrale du maïs produisent des déjections, ou « excréments », de couleur jaunâtre à brune ayant l'aspect de la sciure de bois. Dans les cultures de maïs sucré, il est souvent possible d'en voir au point d'entrée, près de la nervure centrale ou des nœuds foliaires. Bien que moins fréquents sur les plants de piments, de poivrons et de haricots mange-tout, ces excréments se trouveront près de l'extrémité pédonculaire.

Biologie : L'insecte passe l'hiver au dernier stade larvaire dans les chaumes de maïs. Dans le Sud-Ouest de l'Ontario, la race bivoltine produit deux générations par année. D'ordinaire, les adultes de la première génération émergent vers la mi-juin et l'infestation atteint son sommet vers la mi-juillet. L'infestation par la deuxième génération est à son plus fort en août.

Dans le reste de la province, la race univoltine (qui ne produit qu'une génération par année) émerge habituellement à la fin juin ou au début juillet. La population est à son plus fort de fin juillet à début août.

Dans de nombreux secteurs du Sud-Ouest de l'Ontario (Lambton, Middlesex, Oxford, Brant, Norfolk et Niagara), les populations des deux races se chevauchent (bivoltine et univoltine). On y signale donc des vols continus de pyrales pendant la majeure partie de juillet et d'août.

Il est aussi possible de prédire le développement de la pyrale du maïs en fonction des degrés-jours de croissance, en utilisant une température de base de 10 °C (50 °F). Pour en savoir plus sur les prévisions de stades de développement, voir le Tableau 5–2.

Tableau 5–2. Seuils de degrés-jours de croissance pour la pyrale du maïs

	Voltinisme		
Moment	**Univoltin**	**Bivoltin – Première génération**	**Bivoltin – Deuxième génération**
Première capture	300	150	700
Pic des captures	650-700	300-350	1 050-1 100

Dépistage et seuils : Pour le maïs sucré, commencer la surveillance de tous les champs à partir du moment où le verticille est à moitié sorti. Si les dépistages en font ressortir la nécessité, effectuer la première pulvérisation quand les panicules mâles apparaissent. Le seuil est fixé à 5 % de dommages causés par l'alimentation ou dès la présence de grappes d'œufs.

Pour les piments et poivrons et les haricots mange-tout, il est très difficile de repérer visuellement les signes de la pyrale du maïs. La seule manière fiable de détecter l'activité du ravageur chez les piments et poivrons est l'utilisation de pièges.

Surveiller les populations adultes à l'aide d'un piège à lumière ultraviolette ou d'un piège à phéromones. Les installer dans les zones d'herbe non tondues, aux abords des champs. Utiliser des pièges à Heliothis ou des pièges collants (on utilise souvent les modèles à ailettes ou « carton de lait »). Il existe deux races de pyrales du maïs : Iowa (E) et New York (Z). Selon le cas, différents appâts (phéromones) seront efficaces. En raison des changements de dynamiques populationnelles en Ontario, il est recommandé de surveiller les deux races. Relever les pièges deux fois par semaine et remplacer les appâts chaque semaine, conformément aux recommandations du fabricant.

Moyens de lutte : Pour le maïs sucré, diriger les pulvérisations vers le verticille, en s'assurant de bien recouvrir les feuilles, les panicules et les épis. Viser les petites larves avant qu'elles trouvent refuge dans la tige ou les épis. Les papillons de deuxième génération pourront être maîtrisés avec les pulvérisations contre le ver de l'épi du maïs.

Pour les piments, les poivrons et les haricots mange-tout, il n'y a aucune tolérance à l'égard de ce ravageur. Surveiller les populations au moyen de pièges à phéromones et effectuer un traitement insecticide peu après la floraison, lorsque les jeunes fruits ou gousses commencent à se développer. Les cultures de piments et de poivrons doivent être protégées contre la pyrale du maïs dès qu'on détecte des papillons après l'apparition des fruits. C'est la deuxième génération, et parfois les premiers stades d'une troisième génération (dans les secteurs plus au sud), qui s'attaque aux poivrons et aux piments.

Tétranyque à deux points

Tetranychus urticae

Cultures attaquées : Haricot (mange-tout et de Lima), cucurbitacées (particulièrement le melon d'eau), aubergine, fines herbes, légumes-feuilles, tomate

Identification : Le tétranyque adulte est un acarien d'environ 0,5 à 1 mm (< 1/16 po) de long, à peine visible à l'œil nu. Il est de couleur jaunâtre translucide, avec une tache noire de chaque côté de l'abdomen.

Dommages : Ce ravageur s'attaque aux feuilles avec ses pièces buccales suceuses, laissant d'abord une multitude de petits points cuivrés sur son passage. En cas d'attaques graves, les feuilles s'enroulent et se dessèchent, symptômes souvent confondus avec ceux d'un stress hydrique.

Biologie : La femelle adulte passe l'hiver dans des résidus de culture ou des endroits abrités. Au début du printemps, elle pond des œufs dans des mauvaises herbes graminées, les bordures de champs et les champs de blé. Lorsque le blé ou les autres graminées commencent à sécher, cet acarien se déplace souvent dans les cultures maraîchères. Par temps chaud et sec, le tétranyque peut mettre au monde une génération en aussi peu que six jours, en engendrant ainsi une multitude chaque année.

Dépistage et seuils : Aucun seuil n'a été établi. Rechercher des marques bronzées sur les feuilles et des toiles, des œufs ou des acariens sur la face inférieure des feuilles. En cas de détection, inspecter de nouveau le champ trois à cinq jours plus tard pour déterminer si la population augmente.

Moyens de lutte : Des pluies ou des irrigations par aspersion abondantes réduisent souvent les populations de tétranyques à des niveaux tolérables. C'est pendant la période où les légumes grossissent, juste avant la récolte, qu'ils sont le plus vulnérables.

Ver blanc/hanneton européen

Amphimallon majale

Cultures attaquées : Betterave potagère, brassicacées, pomme de terre, patate douce, betterave à sucre et maïs sucré

Identification : Les vers blancs sont les larves du hanneton commun, du hanneton européen et (dans certaines zones) du scarabée japonais. Ils ont un corps blanc arqué en forme de « C », six pattes bien développées et une tête sombre. La partie postérieure de leur abdomen peut également être sombre en raison de la terre qu'ils ingèrent. Dans une optique de maîtrise, il peut être important d'identifier l'espèce précise de ver blanc. Pour ce faire, il faut examiner la disposition des poils sur l'écusson anal de l'insecte :

- Hanneton européen : Écusson en forme de « Y »
- Hanneton commun : Écusson ovale en deux rangées parallèles
- Scarabée japonais : Écusson en forme de « V »

Dommages : La gravité des dommages dépend de l'espèce et de l'année du cycle de vie de la majorité des vers actifs. S'ils se produisent en début de saison et qu'ils sont importants, les dommages peuvent provoquer l'arrêt de la croissance du plant, son flétrissement et sa mort. Les cultures racines qui ont été attaquées à l'automne par les vers blancs sont invendables. Les dommages ouvrent aussi la porte aux infections.

Biologie : Les insectes adultes se nourrissent de la partie aérienne de la plante (feuillage, fleurs, fruits), tandis que les larves s'attaquent aux racines. Les hannetons communs adultes se nourrissent à même les arbres et les plantes ornementales, mais ne s'attaquent pas aux cultures. Les hannetons européens adultes causent peu de dommages, sinon aucun. Les scarabées japonais adultes, grands polyphages, se nourrissent du feuillage de nombreuses cultures et plantes ornementales.

Le hanneton européen (une espèce annuelle) hiverne à l'état de larve de premier stade. La larve commet l'essentiel de ses ravages d'avril à la mi-mai. Ensuite, à la fin du printemps, elle entre en pupaison et ne pose en général plus de problème dans les cultures maraîchères.

Le scarabée japonais (une espèce annuelle) hiverne à l'état de larve du troisième stade. Il recommence à s'alimenter à la fin du printemps pour terminer son développement. Même si elles préfèrent les racines des graminées, les larves se nourriront aussi des racines des légumes et d'autres cultures. Les adultes émergent à la fin juin et sont actifs jusqu'à la fin août, se nourrissant du feuillage de diverses cultures et cultures ornementales. Les cultures maraîchères

n'étant pas un lieu de ponte privilégié, lorsqu'il s'y produit des dommages, c'est habituellement parce que le champ contenait précédemment des variétés de graminées et que des larves sont encore présentes dans le sol.

La larve du hanneton commun demeure dans le sol pendant trois ans. Les dommages sont les plus apparents à la fin du printemps. Toutefois, les légumes-racines peuvent être ravagés tout au long de la saison de végétation.

Dépistage et seuils : Aucun seuil n'a été établi. Fouiller dans le sol à la recherche de larves, à approximativement 5 cm (2 po) de profondeur. Les larves matures du hanneton commun peuvent s'en prendre aux racines à une profondeur pouvant atteindre 25 cm (10 po).

Moyens de lutte : Pour éviter les infestations de vers blancs, attendre au moins deux ans avant de cultiver des légumes sur des terres ayant servi à la culture de gazon. Dans les champs où l'on a trouvé des vers blancs avant le semis (ou le repiquage) des légumes, semer si possible une culture qui n'est pas hôte de ce ravageur, par exemple des haricots. Si des larves du hanneton européen ou du scarabée japonais sont présentes, le fait d'attendre à la fin du printemps pour semer ou repiquer peut éliminer la menace.

Ver fil-de-fer

Limonius spp.

Cultures attaquées : Betterave potagère, carotte, oignon, maïs sucré, pomme de terre, cucurbitacées, aubergine, tomate, piment et poivron, patate douce et betterave à sucre

Identification : Les vers fil-de-fer sont des larves de taupins. De couleur cuivre, ces insectes ont un corps cylindrique dur et sont dotés de trois paires de petites pattes. On les confond souvent avec les millipèdes et les symphyles. Ils peuvent atteindre 2,5 cm (1 po) de longueur.

Dommages : On peut trouver des vers fil-de-fer en train de s'insinuer dans des semences non germées ou dans les racines et les parties souterraines des tiges des plantes. Les plantes infestées s'étiolent et les plantules sont malingres ou ne lèvent pas. Les dégâts sont souvent parsemés dans le champ. Les dommages causés à l'automne par les vers fil-de-fer peuvent empêcher la commercialisation des carottes, patates douces et pommes de terre.

Les vers fil-de-fer sont présents dans le sol tout au long de la saison. Les jeunes plantes étant le plus à risque, il est essentiel d'agir de bonne heure. Ce ravageur est plus susceptible d'être présent dans les champs ayant récemment servi à la culture de gazon en plaques ou été envahi par des graminées adventices.

Biologie : Le ver fil-de-fer prend parfois cinq ans pour passer de l'œuf au stade adulte. Il passe la majeure partie de ce temps dans le sol, sous forme de larve. Les coléoptères adultes sont actifs au printemps et pondent dans le sol ou à proximité de racines de graminées. L'éclosion a lieu de deux à quatre semaines plus tard, et les larves se déplacent en quête de nourriture. Les mouvements verticaux dans le sol se font en fonction de la température, de l'humidité et de la présence de nourriture ou de dioxyde de carbone. Après trois à cinq ans, les larves entrent en pupaison juste sous la surface. Les nouveaux adultes hivernent dans le sol pour émerger au printemps suivant, pondre et poursuivre le cycle.

Dépistage et seuils : Il est possible de surveiller les populations de vers fil-de-fer avant le semis en installant des pièges-appâts à l'automne (ou au début du printemps en cas de semis tardif). Enfoncer des carottes entières dans le sol à une profondeur de 7,5 cm (3 po) à 10 endroits différents identifiés. Les inspecter deux ou trois jours plus tard. La présence de 0,5 à 1 ver fil-de-fer par piège, en moyenne, peut être un signe d'infestation. En fonction du nombre de vers dénombrés, décider s'il convient de traiter les semences ou au semis. Si les semences n'ont pas levé dans certains secteurs du champ, vérifier si elles n'ont pas été ravagées.

Moyens de lutte : Semer dans un sol chaud bien ameubli et éviter de placer les semences plus profondément que nécessaire, de manière à hâter la germination et la levée, ce qui réduira l'incidence des vers fil-de-fer. Il existe plusieurs espèces de vers fil-de-fer en Ontario, qui sont sensibles à différents degrés aux insecticides homologués pour le traitement des semences. Des études sont actuellement menées en vue de réduire les populations par le recours à une rotation des cultures défavorable à la ponte, et à des pièges-appâts qui font sortir l'insecte des rangs pour le diriger vers des zones où il est possible de le maîtriser avec des insecticides ou d'autres amendements.

Vers-gris (en début de saison)

Agrotis ipsilon (ver-gris noir) *Euxoa messoria* (ver-gris moissonneur), *Crymodes devastator* (ver-gris vitreux), *Euxoa detersa* (ver-gris arénicole)

Cultures attaquées : De nombreuses cultures maraîchères, notamment l'asperge, le haricot, la carotte, les cucurbitacées, l'aubergine, le ginseng, la laitue, le maïs, le panais, les pois, le piment et le poivron, la pomme de terre, la tomate et le maïs sucré

Identification : En Ontario, les espèces qu'on retrouve couramment dans les cultures maraîchères sont le ver-gris noir, le ver-gris moissonneur et le ver-gris arénicole. Les dommages aux plantules de maïs sucré, de piments, de poivrons, de tomates, de cucurbitacées et de brassicacées sont le plus souvent le fait du ver-gris noir. Les larves ont un corps mou et plat et se recroquevillent sur elles-mêmes quand on les dérange. À maturité, les vers peuvent atteindre une longueur de 3 à 5 cm (1 ¼ à 2 po). Les vers-gris noirs ont une couleur allant du gris au noir, sans rayures, contrairement aux autres vers-gris, qui ont des rayures dorsales ou latérales. Pour en savoir plus sur les dommages aux feuilles et aux fruits que cause le ver-gris plus tard dans la saison, voir *Ver-gris panaché*, dans *Tomates*, au chapitre 7.

Dommages : Les dommages se produisent le plus souvent à la fin avril et au début mai, en même temps que les semis hâtifs et la levée des semences. Les larves coupent les pétioles ou tiges des plantules sous la surface ou au niveau du sol. La majeure partie des dommages se font en bordure de champ ou dans des champs envahis par les mauvaises herbes. Un ver peut tuer plusieurs plants avant d'atteindre sa taille maximale et d'entamer sa pupaison. Une majorité d'espèces de vers-gris s'alimentent la nuit et se cachent le jour dans le sol, au pied des plants. Le ver-gris noir peut gravement endommager les pommes de terre en y creusant des galeries vers la fin de la saison.

Biologie : La plupart des espèces de vers-gris n'hivernent pas en Ontario. Au début du printemps, des insectes adultes (des papillons nocturnes) sont transportés par des alizés venant de régions du sud. Les femelles sont attirées par les couverts denses bien verts, où elles pondent leurs œufs. Souvent, à leur arrivée en Ontario au début du printemps, le principal habitat des femelles est les mauvaises herbes annuelles ou vivaces hivernantes. Les vers-gris sont donc plus fréquents dans les champs ayant un couvert vert au début du printemps, avant le travail du sol. L'éclosion des œufs et la période d'alimentation des larves coïncident souvent avec le semis et la levée des cultures.

Dépistage et seuils : La plupart des espèces de vers-gris s'alimentent la nuit et se cachent le jour sous des pierres éparses ou dans le sol au pied des plants. Il est préférable de faire le dépistage au milieu de la journée, quand les plants ont grandement besoin d'eau. Vérifier s'il y a des dommages en marchant dans le champ à la recherche de plants flétris ou tombés. S'il y en a, creuser le sol autour de la base; les vers-gris, s'ils sont présents, seront à 2-3 cm (environ 1 po) de profondeur dans un rayon de 10 cm (4 po) du plant endommagé. Sélectionner les méthodes de maîtrise en fonction du nombre de larves trouvées et de leur taille.

Pour la plupart des cultures maraîchères, une intervention s'impose lorsque 5 % des plants sont endommagés.

Pour les pommes de terre, le ver-gris est un ravageur sporadique. Surveiller le niveau de la population avec des pièges à phéromones.

Pour le maïs sucré, le seuil est établi à 10 % de dommages, si les plants ont moins de quatre à six feuilles et si les larves mesurent moins de 4 cm (1 ½ po).

Moyens de lutte : Pour maîtriser efficacement le ver-gris, il faut s'attaquer aux petites larves (mois de 2,5 cm [1 po]), les plus grosses étant plus difficiles à tuer avec des insecticides. La lutte devient inutile lorsque les larves sont parvenues en fin de développement (plus de 2,5 cm [1 po] de longueur), car elles se préparent à la pupaison et cessent de s'alimenter. Pulvériser les insecticides en début de soirée, lorsque les vers-gris remontent à la surface du sol pour s'alimenter durant la nuit. Les insecticides agissent plus efficacement dans un sol humide.

Chapitre 6

Introduction à la pathologie



Le présent chapitre se veut un survol des maladies courantes chez de multiples cultures maraîchères. Pour en savoir plus sur les maladies propres à chaque culture, voir le chapitre 7.

Introduction

Les pathologies végétales se produisent lorsqu'un organisme pathogène entre en interaction avec un hôte sensible dans des conditions environnementales propices à son développement. C'est ce qu'on appelle le « triangle de la maladie » (Figure 6–1). S'il manque un facteur, la maladie ne se développe pas. Pour chaque pathologie, il est important d'en savoir le plus possible sur chacun des trois facteurs pour bien déterminer la stratégie de maîtrise.

Peuvent s'en prendre aux végétaux :

- Champignons
- Oomycète
- Bactéries
- Nématodes
- Phytoplasmes
- Myxomycètes
- Parasites végétaux
- Virus et viroïdes

Pour identifier correctement les pathologies végétales, il est important d'en connaître les symptômes (les manifestations de l'infection chez la plante) et les signes (les organismes pathogènes vivants eux-mêmes ou leurs sécrétions).

Voici certains des symptômes les plus courants :

- Taches et lésions foliaires
- Rabougrissement des plants
- Jaunissement ou chlorose
- Galles
- Chancres
- Brûlures ou nécroses
- Pourriture

D'autres ravageurs, comme les insectes, et des facteurs de stress abiotiques, comme les carences nutritionnelles, peuvent être à l'origine de symptômes semblables.

Voici certains signes de pathologies végétales :

- Spores
- Sporophores
- Mycélium
- Sécrétions d'organismes pathogènes (ex. : bouillon bactérien)

Les signes de pathologies sont souvent présents et actifs sur des tissus végétaux nécrosés. Une loupe ou un petit microscope peuvent être utiles pour les déceler.

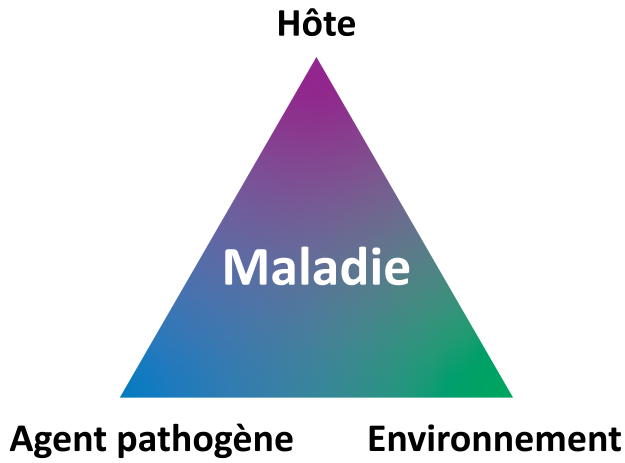


Figure 6–1. On appelle « triangle de la maladie » les trois facteurs essentiels au développement d'une maladie.

Le bon diagnostic d'une maladie est une étape cruciale de la gestion des pathologies. Voir l'*Annexe F. Service de diagnostic*.

Il y a trois grandes méthodes de gestion des maladies végétales :

- **Prévention** (ou évitement) : C'est le premier moyen de défense contre les maladies, qui passe notamment par la quarantaine et les inspections, l'utilisation de semences ou de boutures exemptes d'agents pathogènes, le traitement des semences (notamment à l'eau chaude) et l'utilisation de sols vierges.
- **Éradication :** Procédé qui consiste à éliminer les tissus végétaux infectés, notamment en réduisant les sources d'inoculum. Les méthodes comprennent la rotation des cultures, la désinfection, l'établissement de conditions défavorables, la fumigation, l'utilisation de cultivars résistants et la solarisation du sol.
- **Protection :** Procédé qui consiste à appliquer un traitement contre l'agent pathogène directement sur la plante. Cela peut inclure la lutte biologique, la stimulation des défenses naturelles de la plante et l'utilisation de pesticides (pesticides conventionnels et biopesticides).

Beaucoup d'agents pathogènes qui s'en prennent aux végétaux ne s'attaquent qu'à une culture en

particulier, mais certains symptômes et effets peuvent se recouper. D'autres organismes nuisibles, comme celui qui cause la pourriture à sclérotes, peuvent s'en prendre à une grande diversité de cultures.

Fonte des semis

Pythium spp., *Phytophthora* spp., *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp.

Identification : En général, les semences infectées avant de sortir de terre pourrissent et ne produisent pas de plantule. Si elles lèvent, la plante est généralement faible et manque de vigueur. En cas d'infection après la levée, les plantules pourrissent au niveau du sol, normalement dans les deux à quatre semaines suivant la sortie de terre (ou le repiquage). Les plants infectés ont tendance à se replier vers le bas ou à fondre. Cette maladie se manifeste aussi par de la moisissure sur les semences, et des lésions ou des chancres sur la racine, l'hypocotyle ou le bas des tiges (Figure 6–2).



Figure 6–2. Plantules de radis juste après la levée, infectées par des agents pathogènes telluriques et présentant les symptômes de la fonte des semis

Biologie : Les espèces de *Pythium* et de *Phytophthora* sont des oomycètes qu'on appelle aussi champignons aquatiques. Leurs dommages sont particulièrement importants en sols mouilleux. L'infection se produit habituellement dans des sols lourds, ou dans des champs mal drainés. Ils peuvent aussi causer des dommages en fin de saison, voir le chapitre 7.

Les espèces de *Fusarium* sont inhérentes à la plupart des types de sols, et beaucoup ne présentent aucun danger pour les cultures. Les spores hivernantes peuvent rester dans le sol pendant de longues périodes. L'infection peut se produire dans toutes sortes de sols et à toutes sortes de températures selon l'espèce et la culture. Beaucoup d'espèces de *Fusarium* infectent également le feuillage ou les fruits en fin de saison.

Rhizoctonia solani reste dans le sol sous forme de structures dures (sclérotes) et se développe sous forme de fils microscopiques (hyphes). Comparativement aux espèces de *Pythium* et de *Phytophthora*, cet agent pathogène causant la fonte des semis préfère généralement des sols légèrement plus chauds et secs. Souvent, *R. solani* ceinture les tiges de cultures vulnérables un peu au-dessus et au-dessous du niveau du sol, phénomène qu'on appelle aussi « tige noire ». Voir *Maladies causées par Rhizoctonia solani*, dans le présent chapitre.

Moyens de lutte : Faire pousser les plants de légumes en serre dans des terrines stérilisées et des substrats sans sol stériles. Éviter de trop arroser les plantules et les plants repiqués. Avant le repiquage au champ, vérifier si tous les plants sont en santé, exempts de maladies et vigoureux.

Pour le semis direct, utiliser des semences traitées avec un fongicide homologué qui maîtrise les agents pathogènes causant la fonte des semis. Éviter de semer trop profond. Semer uniquement quand le sol et les conditions météorologiques sont favorables à une germination, à une levée et à une croissance vigoureuse rapides.

Faire du dépistage dans les champs tôt au printemps après le semis pour évaluer le peuplement et son établissement. Vérifier s'il y a des zones où le peuplement est clairsemé ou la levée, faible. Déterrer les plantules ou plants qui ne sortent pas de terre et vérifier s'il y a des signes de pourriture ou de ceinturage des tiges.

Maladies bactériennes

Entre autres *Xanthomonas* spp., *Pseudomonas* spp., *Pectobacterium* spp., *Clavibacter* spp.

Identification : Les bactéries pathogènes peuvent s'en prendre au feuillage, aux tiges et aux fruits des plants tout au long de la saison. Certaines attaquent les plantes de façon systémique (ex. : *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) et se déplacent dans son système vasculaire. La plupart des infections bactériennes se manifestent d'abord par des taches aqueuses et pénètrent les plantes par les hydathodes sur le bord des feuilles. Les taches s'auréolent souvent de halos chlorotiques (jaunes) au centre nécrosé (brun). Quand les conditions sont favorables, un bouillon bactérien peut se développer.

Biologie : On connaît plus d'une centaine d'espèces de bactéries pouvant s'attaquer aux végétaux, la plupart s'en prenant à des hôtes précis (une bactérie infectant la tomate ne touchera pas les brassicacées, et inversement). Beaucoup sont véhiculées par des semences infectées, mais d'autres peuvent survivre pendant une courte période sur des résidus de récolte. Pour infecter une plante, les bactéries doivent pénétrer celle-ci par un orifice naturel ou une blessure, comme les hydathodes, les stomates, les hypanthiums, des microdéchirures, ou des lésions chimiques ou mécaniques. Elles sont principalement transmises par voie mécanique ou humaine, mais il arrive que des insectes, comme la chrysomèle du concombre, en soient les vecteurs. Les bactéries se multiplient rapidement à mesure que la température augmente; le temps chaud et humide contribue à leur croissance et à leur transmission. Certaines bactéries épiphytes peuvent survivre sur les tissus végétaux sans causer de symptômes.

Moyens de lutte : La prévention et l'éradication sont très importantes dans la lutte aux maladies bactériennes, les moyens de protection étant peu efficaces contre ce type d'organisme pathogène. Utiliser des semences traitées et certifiées exemptes de maladies. Un traitement des semences à l'eau chaude peut être très efficace contre les agents pathogènes véhiculés par les semences, mais il faut faire preuve de vigilance et le faire avant tout traitement chimique des semences. Avant le repiquage, inspecter les boutures à la recherche de symptômes. Pratiquer une rotation de trois ans avec des cultures non hôtes. Les bactéries se transmettent facilement par les éclaboussures de pluie ou d'irrigation et par la machinerie; il est donc important d'éviter de travailler dans le champ lorsque le feuillage est mouillé.

Maladies causées par *Rhizoctonia solani*

Le champignon *R. solani* peut s'attaquer à une grande diversité de cultures maraîchères. Connu sous plusieurs noms, cet agent pathogène peut causer toutes sortes de symptômes. Voir le Tableau 6–1.

Biologie : Cette espèce de *Rhizoctonia* est un champignon ubiquiste tellurique, qui peut survivre dans le sol pendant de nombreuses années. Des infections peuvent survenir durant toute la saison par temps chaud et humide ou très humide.

Chez la pomme de terre, *Rhizoctonia solani* survit également sur les semenceaux. Cela peut conduire à une hausse de l'incidence de la gale noire chez les tubercules filles et multiplier l'inoculum (sclérotes) dans le sol.

En plus de ces maladies, *Rhizoctonia solani* est l'une des espèces fongiques qui cause la fonte des semis. Voir *Fonte des semis*, dans le présent chapitre.

Moyens de lutte : Éviter de planter des cultures sensibles dans des zones où la maladie s'est déclarée précédemment. Faire des rotations de plusieurs années avec des cultures non hôtes, comme du maïs ou des petites céréales. Appliquer des procédures rigoureuses d'assainissement pour éviter d'amener de la terre infectée dans d'autres champs.

En cultivant sur billon, on améliore la circulation de l'air autour du pied des laitues, endroit où l'infection débute la plupart du temps. Pendant les sarclages, éviter de projeter de la terre sur les collets des betteraves. Il existe des cultivars de betterave à sucre résistants à *Rhizoctonia*. Ne pas rejeter de tare terre de betteraves à sucre ou de rebuts de pommes de terre sur les champs censés accueillir l'une de ces deux cultures l'année suivante.

N'utiliser que des semences certifiées exemptes de maladies. Pour les pommes de terre, récolter dès que la peau du tubercule a durci. Plus la récolte se fait tardivement à l'automne, plus il y aura de sclérotes sur les tubercules.

Tableau 6–1. Cultures maraîchères attaquées par *Rhizoctonia solani*

Culture	Nom de la maladie	Symptômes
Betterave à sucre	Rhizoctone commun (racine et collet)	Ce champignon cause le flétrissement à la base du plant et ultimement la mort du feuillage. Les infections se produisent sur le collet, les côtés ou l'extrémité apicale. Dans certains cas, il arrive que l'extrémité apicale soit infectée avant l'apparition de symptômes foliaires. Les racines peuvent développer de grosses craquelures. L'infection se répand généralement vers le bas.
Betterave potagère	Rhizoctone commun	Les racines infectées présentent des plaies béantes là où la pourriture a sévi. Les tissus affectés sont secs et noirs.
Carottes	Pourriture du collet	La pourriture du collet se manifeste en îlots dans le champ. On observe d'abord un retard de croissance et un jaunissement des plants, puis le flétrissement et la mort du feuillage. De larges lésions gris-brun se forment près du sommet de la racine.
Concombre	Rhizoctone commun	Des lésions brun rougeâtre irrégulières et déprimées se forment sur les fruits, là où ils touchent la surface du sol.
Laitue	Pourriture basale causée par *Rhizoctonia*	Des lésions déprimées de couleur rouille apparaissent sur la nervure médiane des feuilles inférieures du plant. Les feuilles touchées pourrissent dans des conditions environnementales favorables.
Pomme de terre	Rhizoctone (chancre de la tige)	Des lésions brunes pincent les germinations avant qu'elles émergent, ce qui endommage gravement les récoltes. Des pousses secondaires se développent à partir des pousses affectées. Elles sont moins vigoureuses et émergent beaucoup plus tard, ce qui provoque des peuplements irréguliers et inégaux. Les chancres sur les jeunes tiges provoquent la levée de plantes faibles, d'apparence chétive. Au milieu et à la fin de la saison, les infections se traduisent par des chancres longs, profonds et enfoncés sur les tiges. Un tapis de mycélium fongique blanc à gris peut se développer à la base des tiges. Les feuilles infectées s'enroulent vers le haut et peuvent devenir rougeâtres. Des tubercules aériens se forment à l'aisselle des feuilles ou près du sol.
	Gale noire	Des sclérotes (structures noires et dures de différentes tailles et formes) s'attachent fermement à la peau des tubercules filles, lui donnant une apparence disgracieuse.

Nématodes

Les nématodes se retrouvent en grandes quantités dans la plupart des types de sols. Les nématodes phytoparasites possèdent un stylet qui leur permet de se nourrir de végétaux. En Ontario, plusieurs espèces peuvent s'en prendre à une grande diversité de cultures maraîchères. Les symptômes et les seuils varient, selon l'espèce en cause et la culture hôte. De façon générale, les seuils sont inférieurs pour les légumes-racines, dont la partie commercialisable est sous terre.

Dans certains cas, plusieurs types de nématodes différents peuvent être présents et causer des dommages dans une culture. Leur présence peut aussi exacerber l'incidence de maladies fongiques telluriques, comme le flétrissement verticillien.

Avant de choisir une méthode de lutte contre les nématodes, faire un test de sol pour déterminer leur nombre. En Ontario, les pics de population dans le sol et les racines sont généralement observés en mai et juin, puis en septembre et octobre. Les mois d'automne sont une bonne période pour échantillonner les sols et évaluer le nombre de nématodes, car ils sont alors nombreux, et il est possible d'intervenir bien avant le semis de la culture suivante.

Pour en savoir plus sur les méthodes d'échantillonnage, voir la fiche du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales (MAAARO) *Échantillonnage du sol et des racines visant le dénombrement des nématodes phytoparasites*.

Nématodes à kyste
Heterodera spp.

Cultures hôtes : De nombreuses cultures maraîchères. Sont particulièrement sensibles la carotte, la betterave à sucre, la betterave potagère, les brassicacées et les légumineuses.

Identification : Apparaissent dans les champs des îlots ovales ou oblongs de plants rabougris, souffreteux, jaunâtres ou vert pâle, qui arrivent à maturité ou fleurissent tardivement. De petits kystes en forme de citron se forment sur les racines. D'abord de couleur blanche, crème ou jaune, ils virent au brun à maturité.

Biologie : Les kystes contiennent des œufs qui éclosent au printemps, les ravageurs entamant alors leur premier stade. Au second stade, les jeunes nématodes se déplaceront vers les racines de plantes hôtes. Ils pénètrent la racine pour la dévorer et y restent jusqu'au stade adulte. Les femelles se transforment en kystes en forme de citron pouvant contenir plus de 100 œufs.

Moyens de lutte : Pour les cultures sensibles, le seuil établi est, par kilo de terre, de 2 000 nématodes ou œufs, ou 250 kystes ou plus.

Les nématodes à kystes peuvent survivre dans le sol pendant plus de 10 ans, il est donc important de les empêcher de s'installer le plus longtemps possible. Éviter de contaminer des sols non infectés; ôter toute la terre de l'équipement qui aura été utilisé dans un champ infecté. La rotation des cultures avec des espèces non hôtes peut contribuer à réduire leur nombre.

Nématode cécidogène du nord
Meloidogyne hapla

Cultures hôtes : La plupart de cultures maraîchères. Sont particulièrement sensibles la carotte, le panais, la pomme de terre, d'autres plantes tubéreuses et de nombreuses mauvaises herbes.

Identification : Apparaissent dans les champs des îlots de plants rabougris, souffreteux, jaunâtres ou vert pâle. Le long des racines se forment des galles blanches (ou orange chez la carotte), de forme irrégulière et de différentes tailles. Un peu en dessous de ces galles, des racines secondaires et tertiaires poussent en abondance, donnant à la racine une apparence chevelue.

Biologie : Les nématodes hivernent dans le sol, les racines et les débris des cultures. Lorsque les conditions du sol deviennent favorables, les jeunes nématodes migrent dans les racines de plantes hôtes. La plupart d'entre eux restent dans les 60 cm supérieurs du sol, mais ils sont capables de s'enfoncer à plus d'un mètre de profondeur à la recherche de racines hôtes. Dès qu'ils en ont trouvé, ils commencent à s'en nourrir et détruisent les tissus vasculaires nécessaires à la circulation de l'eau et des nutriments, ce qui affecte la croissance et le rendement de la plante. Ce faisant, ils stimulent les cellules racinaires qui en grossissant se transforment en galles.

Moyens de lutte : Voici les seuils établis :

Carotte :	0/kg de terre
Autres légumes-racines (ex. : panais, pomme de terre, oignon et autres plantes tubéreuses) :	500/kg de terre

Lorsque c'est possible, toujours acheter des plants cultivés selon les lignes directrices d'un programme reconnu de multiplication de plants. Inspecter les racines des boutures à la recherche de renflements et de petits nœuds; ne jamais repiquer des pousses dont les racines semblent présenter des symptômes caractéristiques des dommages causés par les nématodes cécidogènes.

Pour réduire les populations de ces parasites, envisager la biofumigation, l'utilisation de fumigants ou la plantation de cultures couvre-sol avant le repiquage. On a démontré que de longues périodes de jachère sont aussi efficaces, mais cette solution n'est pas toujours économiquement viable.

On peut aussi réduire les populations parasitaires en cultivant des graminées, des céréales ou du maïs, non sensibles aux nématodes cécidogènes du nord.

Nématode des lésions racinaires
Pratylenchus penetrans

Cultures hôtes : La plupart des cultures maraîchères.

Identification : Les plants gravement atteints sont rabougris; leur feuillage est jauni, ils manquent de vigueur et peuvent facilement être arrachés. Les nématodes des lésions racinaires provoquent l'apparition sur les racines de lésions étroites brun rougeâtre à noires, semblables à des égratignures. Une atteinte grave provoquera une pourriture

importante des racines et une pourriture brune sur les racines latérales et secondaires. Ces ravageurs infligent des blessures microscopiques aux racines, qui ouvrent la porte à des agents pathogènes telluriques comme les espèces de *Verticillium* pouvant causer un flétrissement important des plants.

Biologie : Les nématodes des lésions racinaires hivernent dans le sol. Lorsque les conditions y deviennent favorables, les jeunes nématodes migrent dans les racines de plantes hôtes. La plupart d'entre eux restent dans les 60 premiers centimètres (2 pi), mais ils sont capables de s'enfoncer à plus d'un mètre de profondeur (3 pi) à la recherche de racines hôtes. Dès qu'ils en ont trouvées, ils commencent à s'en nourrir et détruisent les tissus vasculaires nécessaires à la circulation de l'eau et des nutriments, ce qui affecte la croissance et le rendement de la plante. Les nématodes des lésions racinaires entrent et sortent des racines, selon les conditions du sol, contrairement aux nématodes cécidogènes du nord.

Moyens de lutte : Pour les nématodes des lésions racinaires, le seuil est établi à 1 000 individus par kilo de terre avant le repiquage ou à 50 individus par gramme de racines sèches pour la plupart des légumes, dont les tomates destinées au marché du frais et certains cultivars de tomates établis.

Il faut maîtriser les nématodes avant le repiquage. Toujours acheter des plants cultivés selon les lignes directrices d'un programme reconnu de multiplication de plants. Inspecter les racines des boutures à la recherche de renflements et de petits nœuds; ne jamais repiquer de pousses dont les racines présentent des dommages.

Pour réduire les populations de nématodes, envisager la biofumigation ou la plantation de cultures couvre-sol avant le repiquage. On a démontré que de longues périodes de jachère sont aussi efficaces, mais cette solution n'est pas toujours économiquement viable.

Pourriture à sclérotes

Sclerotinia sclerotiorum, S. minor

Cultures hôtes : Une grande variété d'espèces maraîchères, notamment les haricots, les brassicacées, la carotte, le céleri, les cucurbitacées, les légumes-feuilles, les fines herbes, les pois, la patate douce, la pomme de terre et les légumes-fruits. Les cultures non maraîchères, dont le soya, d'autres légumineuses, le tournesol, le canola et le tabac.

Identification : Chez les haricots et les pois, la pourriture à sclérotes se manifeste par des taches aqueuses vert foncé sur les gousses, les branches et les tiges. Ces taches grossissent rapidement et finissent par gagner les branches et les tiges, entraînant le jaunissement et la mort des feuilles. À l'approche de la récolte, une moisissure blanche cotonneuse apparaît sur les gousses et les tiges. On y trouve généralement des sclérotes noirs durs de la grosseur d'un pois.

Chez les brassicacées, de la pourriture blanche se forme (taches humides) sur les feuilles inférieures ou sur la pomme. Souvent, le tissu infecté vire au gris, et une moisissure blanche duveteuse se forme par temps humide. Des sclérotes noirs durs finissent par apparaître sur la tache fongique blanche.

Chez la pomme de terre, le premier symptôme est souvent le flétrissement des rameaux, accompagné de lésions aqueuses et d'un mycélium blanc cotonneux.

Chez les cucurbitacées, la pourriture à sclérotes est moins courante, mais il arrive qu'un mycélium blanc et cotonneux se forme sur les tiges ou sur le pédoncule de certains cultivars de citrouille et de coloquinte.

Biologie : Le champignon responsable de cette maladie hiverne dans le sol sous forme de petits sclérotes noirs de la grosseur d'un pois. Les sporophores (apothécies) émergent des sclérotes au printemps et relâchent des ascospores, qui sont disséminées par le vent. C'est lors de la floraison que les cultures sont les plus vulnérables à l'infection par ces ascospores. Les pétales infectés tombent dans le feuillage, provoquant des lésions sur les tiges et les feuilles. La maladie se développe surtout entre 20 et 25 °C (68 et 77 °F) et lorsque les feuilles demeurent humides longtemps (humidité élevée ou forte rosée). Les cultures peuvent aussi être directement infectées, là où elles touchent le sol, par les hyphes des sclérotes, qui peuvent persister plusieurs années dans la terre (Figure 6–3).

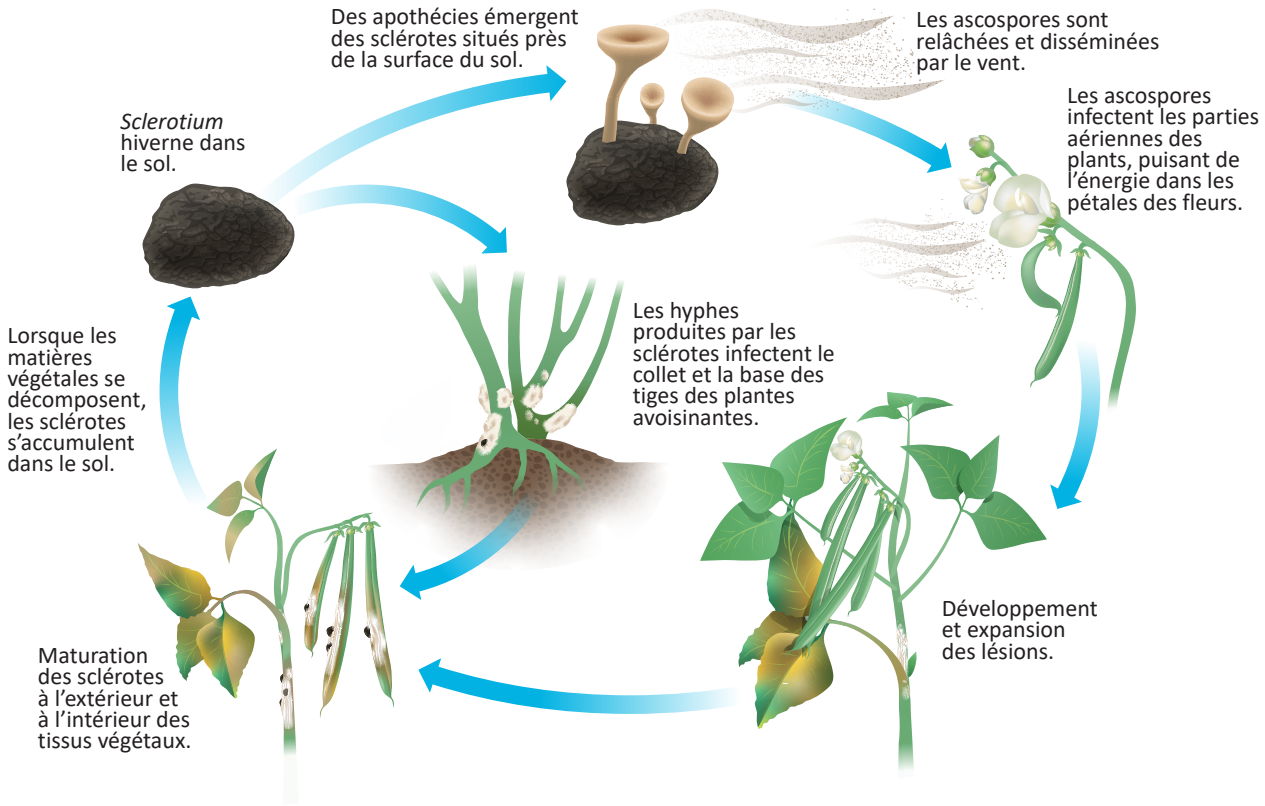


Figure 6–3. Cycle biologique de la pourriture à sclérotes causée par les espèces de *Sclerotinia*. Adaptation de Heffer Link, V. et K. B. Johnson. « White Mold », *The Plant Health Instructor*, DOI : 10.1094/PHI-I-2007-0809-01, 2007, mise à jour en 2012.

Moyens de lutte : Là où c'est possible, pratiquer une rotation des cultures de trois ou quatre ans avec des espèces non sensibles pour réduire l'inoculum dans le sol. Éviter d'appliquer des doses élevées d'azote, car en trop grande quantité, l'excès de cet élément favorise un développement exagéré du feuillage, ce qui réduit la circulation de l'air au sein des plants et crée des conditions favorables pour le champignon. Adopter des stratégies d'irrigation qui réduisent le temps d'humidité des feuilles. Certains cultivars de pomme de terre sont plutôt tolérants à la pourriture à sclérotes.

Virus

Identification : Les pathologies virales se caractérisent par une diversité de symptômes, notamment la déformation des feuilles, l'apparition de marbrures vertes ou jaunes, le rabougrissement, des entre-nœuds ou des pétioles de petite taille et la malformation des fruits. Sur le terrain, l'identification des maladies virales est souvent ardue, leurs signes et symptômes pouvant être facilement confondus avec ceux d'autres problèmes (dommages causés par les herbicides, la pollution de l'air ou les insectes ou d'autres maladies foliaires). Un diagnostic en laboratoire demeure la manière la plus fiable de confirmer l'origine virale d'une pathologie. Il existe certains tests à réaliser au champ (ex. : immunodosage), mais il faut user de réserve dans l'interprétation des résultats, comme beaucoup de ces tests réagissent à tous les virus d'un même groupe.

Biologie : Selon la culture, les virus peuvent être transmis par des pucerons ou d'autres insectes qui s'attaquent aux feuilles. Les particules virales proviennent habituellement de plants infectés. Les insectes peuvent porter et transmettre un virus toute leur vie (transmission persistante), ou temporairement (transmission non persistante). Selon le type de transmission, les pratiques culturales et les méthodes de lutte varieront grandement.

Dans le cas de la transmission persistante, un insecte peut devenir porteur après s'être nourri d'une plante infectée pendant un certain temps (de plusieurs minutes au moins à une heure). Après une période d'incubation (allant de plusieurs jours à plusieurs semaines), l'insecte peut transmettre le

virus aux plantes qu'il visite pour le reste de sa vie. Les foyers de viroses se rencontrent donc souvent aux endroits où l'insecte nuisible s'est installé en colonie importante sur un plant. Face à un problème de virus persistants, un bon programme de maîtrise des insectes faisant appel à des pesticides peut être utile.

Les pucerons migrateurs, dont fait partie le puceron du soya, sont des vecteurs courants de bon nombre de virus non persistants. Souvent, ces pucerons s'attaquent aux légumes pendant de courtes périodes seulement avant de se déplacer. Ils ne forment pas nécessairement de colonies dans le champ.

Lorsqu'un puceron se pose sur un plant infecté, il peut acquérir le virus non persistant par ses pièces buccales, en moins d'une minute. En se nourrissant ensuite d'un plant sain, il lui injecte le virus et s'en débarrasse. Alors, la transmission du virus s'arrête. Une fois que le problème est détecté, les pucerons sont déjà partis, ce qui rend les traitements insecticides inefficaces.

Les virus non transmis par des insectes peuvent l'être par la sève, qui est transportée par l'équipement ou les travailleurs. Les cultures peuvent être blessées par une manipulation régulièrement, ce qui peut favoriser la transmission d'agents pathogènes de plants infectés à des plants sains. Par exemple, pour favoriser la croissance des bulbes d'ail, il convient d'en retirer la hampe florale; il faut alors faire preuve de délicatesse pour ne pas léser le tissu vasculaire. On préconise donc de la casser à la main plutôt que mécaniquement ou au moyen d'outils, ce qui réduira considérablement le risque de toucher à la sève des plants, et par ricochet, le risque de transmission virale.

Pour en savoir plus sur les différents types de virus, d'hôtes et de modes de transmission pour chaque culture, voir le chapitre 7.

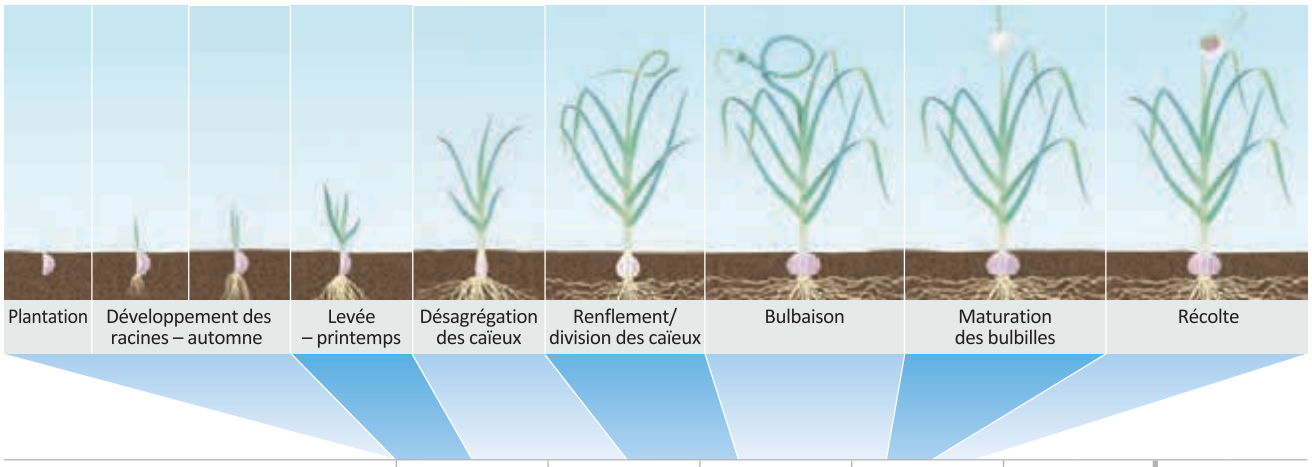
Moyens de lutte : Une fois qu'ils ont infiltré une culture, les virus sont très difficiles à maîtriser. Planter des semences certifiées exemptes de virus. S'assurer que les boutures ne sont pas porteuses avant de les repiquer au champ. Maîtriser les mauvaises herbes dans le champ et à ses alentours; beaucoup d'entre elles étant porteuses de virus. Inspecter régulièrement les champs et détruire les plants symptomatiques. Lorsqu'ils sont disponibles, planter des cultivars résistants.

Chapitre 7

Cultures



Ail



	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Entreposage
LÉGENDE : Jamais observé … Souvent observé … Peu commun						
Maladies						
Anguillule des céréales et des bulbes						
Brûlure des feuilles (*Botrytis*)						
Brûlure stemphylienne						
Fusariose du plateau						
Jaunisse de l'aster						
Moisissure bleue						
Pourriture blanche*						
Pourriture du col						
Pourriture fusarienne						
Rouille de l'ail						
Tache pourpre						
Virus des taches jaunes de l'iris*						
Insectes						
Chenille zébrée*						
Ciron des bulbes et phytopte de la tulipe						
Mouche de l'oignon						
Mouche des légumineuses						
Mouche mineuse du poireau*						
Teigne du poireau						
Thrips						
Ver fil-de-fer						
Troubles physiologiques						
Dommages causés par le vent						
Dommages dus à la foudre						

* Ravageur peu commun en Ontario, mais pouvant être problématique sur d'autres territoires.

Figure 7–1. Stades de développement de l'ail et calendrier d'activité des ravageurs. La période réelle d'activité des ravageurs varie considérablement d'une année à l'autre selon des facteurs environnementaux.

Exigences de production

Types de sol :	Sols minéraux – loam sableux ou argileux
pH du sol :	5,5 à 8,0
Cultures recommandées dans la rotation :	Avoine, brassicacées, carottes, légumes-feuilles, maïs, panais
Cultures déconseillées dans la rotation :	Alliacées
Température optimale de l'air :	13 à 24 °C (55 à 75 °F)
Date de semis la plus précoce :	Septembre à fin octobre

Cultivars et matériel de reproduction

Les plants d'ail cultivés ne produisent pas de semences véritables de manière fiable. Dans les cultures commerciales, la multiplication se fait par voie végétative, à partir de caïeux ou de bulbilles.

On cultive en Ontario tant des cultivars à col rigide qu'à col souple, mais les premiers composent la majeure partie de la production. L'ail à col rigide forme une hampe florale (aussi appelé « bâton ») dans la tige, contrairement aux variétés à col souple (Figure 7–2). On peut le multiplier en plantant les bulbilles qui se forment dans la hampe florale. On compte sept principaux cultivars, lesquels sont répartis dans différents groupes, soit les variétés qui produisent des fleurs (Porcelaine, Rocambole et strié pourpre [*Purple Stripe*]), celles qui en produisent parfois (Turban, Créole, Asiatique) et celles à col souple qui n'en produisent pas (artichaut [*Artichoke*] et Silverskin).

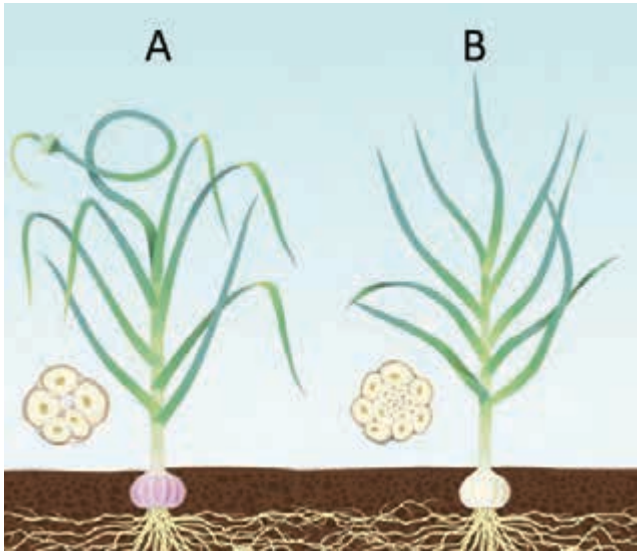


Figure 7–2. Chez l'ail à col rigide (A), une couronne de caïeux entoure la tige centrale, alors que chez l'ail à col souple (B), on compte plusieurs rangées de caïeux et il n'y a pas de tige centrale.

Les producteurs doivent faire leurs propres essais pour évaluer le comportement des cultivars dans les conditions de culture locales. Il faut faire tester le matériel de reproduction avant la plantation pour s'assurer qu'il ne contient pas d'anguillule des céréales et des bulbes. Toujours planter des semences exemptes d'anguillules. Consulter la Garlic Growers Association of Ontario au www.garlicgrowersofontario.com pour savoir où s'approvisionner en matériel de reproduction, notamment en semences certifiées saines.

La multiplication des semences d'ail certifiées saines se fait dans le cadre d'une culture exempte de virus. Les ronds ainsi produits sont des semences certifiées saines et exemptes de virus et d'agents pathogènes. Les membres de la Garlic Growers Association of Ontario peuvent en commander auprès de l'Unité de production et d'amélioration des pommes de terre de semence du Centre ontarien de recherche sur les cultures, à New Liskeard, qui s'appelait auparavant la Station de recherche de New Liskeard. Comme le matériel de reproduction est exempt de tout virus et agent pathogène détectables, on peut s'attendre à une augmentation de 25 à 50 % du poids des bulbes comparativement à une culture du même cultivar dans un système conventionnel.

L'utilisation de ce matériel permettra de réduire considérablement l'incidence des prochaines générations de nombreux agents pathogènes ciblant l'ail (décrits dans la section sur les pathologies). Il faut lutter contre les pucerons, les thrips et le phytopte de la tulipe pour limiter la transmission de virus au matériel.

Tableau 7–1. Distances de plantation de l'ail

Culture	Distance entre les rangs	Espacement sur le rang[1]	Profondeur[2]	Taux de semis[3]
Ail (rendement élevé)	20 cm (8 po)	10 cm (4 po)	2,5-5 cm (1-2 po)	1 800 kg/ha (1 600 lb/acre)
Ail (bulbe de gros calibre)	45 cm (18 po)	15 cm (6 po)	2,5-5 cm (1-2 po)	1 345 kg/ha (1 200 lb/acre)

[1] Espacer davantage dans les sols légers et sujets à la sécheresse.
[2] Entre la pointe du caïeu et la surface du sol.
[3] Taux de semis fondé sur un poids moyen de 9 g par caïeu.

Semis et espacements

Les producteurs doivent prévoir de planter grosso modo un peu avant la date moyenne de la première gelée d'automne dans la région. La culture donne souvent un meilleur rendement quand le système racinaire se développe avant l'hiver. Beaucoup de cultivars nécessitent une période de vernalisation, où ils sont exposés à des températures sous 2 °C (46 °F) et à une longue photopériode, pour pouvoir assurer la bulbaison et la division des caïeux. Les caïeux plantés au printemps non exposés à une période de vernalisation ou à une longue photopériode pourraient produire de gros bulbes ronds à caïeu unique. Pour bon nombre de cultivars à col rigide, on observe un lien direct entre la taille du caïeu planté à l'automne et le calibre du bulbe produit l'année suivante. Planter les caïeux dans la semaine suivant leur séparation pour éviter que des agents pathogènes colonisent les endroits meurtris lors de ce processus.

Il est possible de planter les bulbilles produites par la hampe florale la saison suivante pour multiplier le matériel de reproduction. Le nombre et la taille des bulbilles produits par la hampe florale varient d'un cultivar à l'autre. Il faut généralement deux ou trois ans pour que celles-ci produisent un bulbe de pleine grosseur dans des conditions de culture idéales.

On peut cultiver les ronds comme les bulbilles; dans des conditions de culture idéales, ils atteignent leur pleine grosseur après trois générations.

L'espacement varie en fonction des méthodes de désherbage et de récolte. Lorsque la densité est faible, la taille moyenne des bulbes est supérieure, mais le rendement moyen par acre est meilleur en cas de forte densité. Voir le Tableau 7–1.

Il a été établi qu'un espacement sur le rang de 10 cm (4 po) donne un rendement modéré à élevé, sans grandement compromettre la taille des bulbes, si la distance entre les rangs est de 65 cm (25,6 po). En utilisant cet espacement, il n'y a pas de différence importante dans le calibre du bulbe lorsqu'on fait passer la distance entre les rangs de 45 à 25 cm (18 à 10 po) (Figure 7–3).

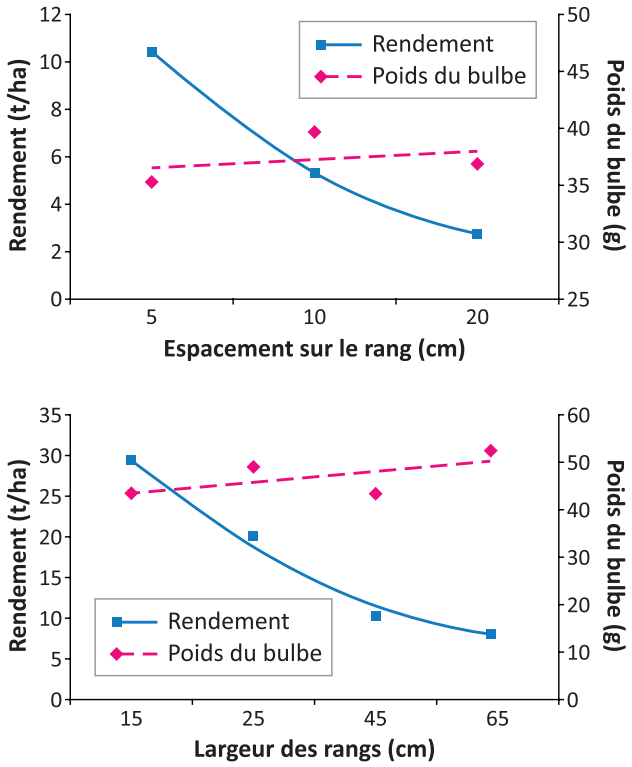


Figure 7–3. Influence de la largeur du rang et de la distance entre les rangs sur le rendement et le poids des bulbes du cultivar Music cultivés dans un loam argileux (10 % de matière organique, pH de 7,8) à Ridgetown, en Ontario (Zandstra, 2000)

La profondeur de plantation varie en fonction du type de sol. Il faut recouvrir le caïeu d'au moins 2,5 cm (1 po) de terre dans les sols lourds et 5 cm (2 po) dans les sols légers. Une plantation plus en profondeur protège le caïeu du froid hivernal en prévenant le déchaussage. En revanche, habituellement plus le caïeu est planté profond, moins le rendement est élevé. Les caïeux plantés à l'envers peuvent donner des plants au col tordu, ce qui risque de réduire le rendement. En pareil cas, il faudra également tailler manuellement les plants.

Fertilisation

Macronutriments

Azote

Voir le Tableau 7–2.

Réduire la fertilisation azotée (N) après un apport de fumier ou d'engrais vert de légumineuses. Voir le Tableau 1–12 et le Tableau 1–13 au chapitre 1 pour en savoir plus. Dans les sols minéraux, faire le dernier épandage en bandes latérales avant que la plante atteigne le stade 5 feuilles pour éviter que les bulbes forment de minis caïeux sur le pourtour externe et germent prématurément durant l'entreposage. Un excès d'azote peut stimuler la croissance de la partie aérienne, mais freiner et retarder la formation du bulbe.

Tableau 7–2. Besoins en azote de l'ail

Type de sol	Azote actif
Sols minéraux	
Au début du printemps	56 kg/ha (50 lb/acre)
Épandage en bandes latérales (avant le stade 4 feuilles)	56 kg/ha (50 lb/acre)
Total	**112 kg/ha (100 lb/acre)**
Terres noires	
Au début du printemps	90 kg/ha (80 lb/acre)
Épandage en bandes latérales (avant le stade 5 feuilles)	30 kg/ha (27 lb/acre)
Total	**120 kg/ha (107 lb/acre)**

Phosphore et potassium

Les résultats d'analyse de sol du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales (MAAARO) ne donnent pas d'indications pour les cultures d'ail. Par contre, les besoins en phosphore et en potassium de cette plante sont semblables à ceux de l'oignon. Voir le Tableau 7–104 et le Tableau 7–105 dans *Oignons* pour en savoir plus.

Oligo-éléments

L'efficacité des apports d'engrais contenant des oligo-éléments varie beaucoup selon les cultures. Voir *Oligo-éléments*, au chapitre 1, pour en savoir plus.

Analyse de tissus végétaux

Utilisée en association avec une analyse de sol, l'analyse de tissus végétaux apporte des indications utiles pour diagnostiquer des troubles de croissance ou évaluer un programme de fertilisation. L'analyse des tissus végétaux ne peut remplacer ni l'analyse de sol ni un bon programme de fertilisation du sol.

À l'heure actuelle, on ne dispose pas des plages de teneur en éléments nutritifs des tissus végétaux de l'ail. Cependant, celles visées pour les cultures d'oignons sont indiquées au Tableau 7–106. Pour en savoir plus, voir *Analyse de tissus végétaux*, au chapitre 1.

Irrigation

Les plants d'ail réagissent très bien à l'irrigation. Les années où il y a peu de précipitations, on observe couramment une perte de rendement de 30 %. Cette perte est plutôt de 15 % durant une année moyenne, et de 5 à 10 % durant une année de fortes précipitations. Irriguer tôt le matin pour permettre aux cultures de sécher avant la tombée de la nuit. L'idéal est de donner chaque semaine 2,5 cm (1 po) d'eau dans les sols lourds argileux, et 5 cm (2 po) dans les sols sableux bien drainés.

Effets du stress hydrique : Qualité moindre et caïeux sous-développés

Période critique d'irrigation : Croissance végétative et bulbaison (de la mi-mai à la mi-juillet)

Profondeur d'enracinement : 30 à 60 cm (12 à 24 po)

Si le taux d'humidité disponible dans la zone racinaire atteint 60 % pendant la période critique d'irrigation, un arrosage peut contribuer à préserver le rendement et la qualité des cultures. Avec un

système d'irrigation goutte à goutte, envisager d'irriguer quand la quantité d'eau du sol disponible pour les plantes tombe en deçà de 85 %. Arrêter d'arroser quand deux ou trois feuilles entament leur sénescence; ainsi, le sol pourra s'assécher avant la récolte, le nettoyage prendra moins de temps et il y aura moins de taches sur l'enveloppe extérieure des bulbes. En cas de recours à du paillis plastique, couper ou retirer le plastique noir pour permettre au sol de sécher avant la récolte.

Pour en savoir plus sur la programmation de l'irrigation, voir *Les pratiques de gestion optimales : Gestion de l'irrigation* (publication nº BMP08F) et la fiche technique du MAAARO *Surveiller l'humidité du sol pour améliorer les décisions d'irrigation*.

Coupe de la hampe florale

Le despoulinage – la coupe de la hampe florale des cultivars à col rigide – peut faire augmenter le rendement de 20 à 30 % quand il est effectué manuellement. Les gains sont encore plus grands quand le plant subit un stress hydrique ou manque de nutriments.

Le moment où la hampe florale est retirée a une incidence directe sur le rendement de la culture et le calibre moyen des bulbes. En Ontario, les cultivars à col rigide produisent généralement une hampe florale dans les deux premières semaines de juin.

Le fait de casser la hampe florale à la main au-dessus de la feuille la plus haute, au lieu de la tirer, réduit le risque que les feuilles supérieures du plant s'affaissent et que des bactéries et d'autres agents pathogènes pénètrent dans le col. Éviter d'utiliser de la machinerie munie de couteaux (ex. : tondeuse à barre de coupe), car les lames peuvent propager des agents pathogènes et endommager les feuilles. Lorsque des feuilles supérieures sont coupées par inadvertance, le calibre moyen des bulbes s'en trouve réduit d'environ 13 % (une feuille) ou 25 % (deux feuilles), ce qui vient considérablement amoindrir le gain de rendement découlant de la coupe de la hampe florale (Zandstra, 2000). Si le processus est effectué manuellement, on peut ainsi obtenir 340 à 500 kg par hectare (300 à 450 lb par acre).

Récolte

La récolte commence quand 40 % des feuilles ont entamé leur sénescence et commencé à se dessécher, à se décolorer et à se courber vers le sol. Pour les cultivars à col rigide, il faut récolter la culture assez tôt, quand le bulbe compte encore plus de trois couches de pelures. De plus, on sait que le bulbe est parvenu à maturité quand les pelures qui l'entourent s'amincissent.

Les cultivars hâtifs ont tendance à se conserver moins longtemps. La plupart des cultivars parviennent à maturité de la mi à la fin juillet. Si l'ail est récolté tardivement, les pelures du bulbe peuvent se fendre ou se détériorer. Placer les bulbes récoltés à l'abri des rayons directs du soleil dès que possible et les manipuler avec soin pour éviter de les endommager. Meurtris, ils se dégradent plus rapidement et risquent davantage de se faire infecter par des agents pathogènes pendant l'entreposage.

Il est courant d'enlever des pelures du bulbe pour le nettoyage, mais si on en retire trop, les caïeux se retrouvent exposés à l'air libre et seront déclassés. La catégorie nº 1 de l'Ontario correspond à un bulbe de plus de 8 cm (1 ½ po) de diamètre, parvenu à maturité, propre, ferme et de couleur claire, doté de caïeux bien formés et d'une enveloppe exempte de taches. Les bulbes doivent être bien conditionnés et secs, comporter moins de 2 % de caïeux endommagés et ne pas comporter de pourriture.

Rendements moyens : 2 200 à 4 500 kg/ha (2 000 à 4 000 lb/acre)

Conditionnement

Quand l'excès d'humidité est éliminé, le bulbe se conserve plus longtemps et risque moins de pourrir durant l'entreposage. Il est essentiel de ventiler l'entrepôt et de maintenir un faible taux d'humidité relative. Le conditionnement ne dépend pas de la température. S'il est bien effectué, il rend les pelures extérieures sèches et cassantes, fait durcir le bâton entre les caïeux, et amincit le collet du bulbe. Plus le conditionnement se fait lentement, plus les ravageurs et les agents pathogènes sévissant en entrepôt risquent de survivre au processus, de tomber en dormance et de causer des problèmes durant l'entreposage.

Entreposage

L'ail se conserve bien dans des chambres froides où l'on assure 25 renouvellements de l'air à l'heure. Les conditions d'entreposage varient en fonction de l'utilisation prévue. Un taux d'humidité élevé favorise le développement de *Penicillium*, du ciron des bulbes et du phytopte de la tulipe, la germination et le développement de racines. À un taux d'humidité faible et à une température élevée, le bulbe perd davantage de poids. La germination se produit surtout quand le taux d'humidité relative dépasse 70 % et que la température oscille entre 4 et 10 °C (39 et 50 °F). Voir le Tableau 7–3.

Tableau 7–3. Exigences d'entreposage de l'ail

Type	Température	Humidité relative	Durée d'entreposage[1]
Ail de consommation	-2-1 °C (28-34 °F) ou 14-16 °C (57-61 °F)	55-65 %	6-7 mois
Matériel de reproduction	14-18 °C (57-61 °F)	55-65 %	3-4 mois

[1] Le nombre potentiel de mois d'entreposage varie en fonction du cultivar et de la qualité de la culture entreposée.

Lutte contre les ravageurs et les troubles physiologiques

Voir la Figure 7–1 *Stades de développement de l'ail et calendrier des activités des ravageurs.*

Maladies

Anguillule des céréales et des bulbes *Ditylenchus dipsaci*

Identification : Ce nématode phytoparasite microscopique entre dans le bulbe et, en se nourrissant, y injecte un enzyme qui fait pourrir les tissus entourant le plateau. Il n'est pas rare que l'infestation passe inaperçue pendant deux ou trois ans, et ne soit découverte que lorsque le nombre de nématodes est suffisamment élevé pour engendrer de la pourriture. Quand les plants sont gravement atteints, leurs feuilles inférieures jaunissent prématurément, du bas vers le haut. Ils sont en outre rabougris et entament leur sénescence prématurément. Souvent, on trouve sur le plateau des plants infestés une pourriture sèche qui se détache facilement des racines lorsqu'on tire dessus (Figure 7–4).



Figure 7–4. Plateau absent et pourriture du bas du bulbe d'un plant infesté par l'anguillule des céréales et des bulbes

Biologie : En présence de beaucoup d'eau, le nématode peut nager jusqu'aux plants d'ail avoisinants et pénétrer dans le bulbe près du niveau du sol. À un stade de son développement, il peut survivre au dessèchement et au gel et demeurer présent pendant de nombreuses années dans un milieu sec ou froid. Une femelle peut pondre au plus 500 œufs durant sa vie, plusieurs générations pouvant naître pendant une même saison de croissance. Le nématode ne prend que 19 jours pour parvenir au stade adulte quand la température avoisine 15 °C (59 °F).

Moyens de lutte : La prévention est la clé de la lutte contre ce ravageur. Elle implique par exemple de planter des caïeux exempts de nématodes dans des sols sains. Tester le matériel de reproduction et faire un test de dépistage de l'anguillule des céréales et des bulbes dans le sol avant la plantation. Isoler les nouvelles plantations pendant trois ans pour confirmer l'absence du ravageur avant de cultiver plus d'ail à proximité. Le nématode vit 5 à 7,5 cm (2 à 3 po) sous la surface. Si la superficie à cultiver est de moins de 500 m^2 ou 0,05 hectare (⅛ acre), prendre au moins 8 à 10 échantillons de sol; entre 500 m^2 et 0,5 ha (1 ¼ acre), 25 à 35 échantillons de sol, et entre 0,5 et 2,5 hectares (6 ¼ acres), 50 à 60 échantillons. Mélanger tous les échantillons dans une chaudière. L'ensemble ne doit pas correspondre à une superficie de plus de 2,5 hectares. Garder l'échantillon de sol dans un endroit frais et le soumettre à un laboratoire de diagnostic en phytoprotection compétent pouvant extraire, identifier et dénombrer les nématodes dès que possible, au plus tard un ou deux jours après l'échantillonnage. Ne pas laisser l'échantillon se réchauffer ou s'assécher avant de l'envoyer au laboratoire.

Une fois le ravageur présent dans le sol, on peut en réduire les populations en faisant une rotation de quatre ans sans cultures vulnérables (ex. : céréales), en fumigeant le sol ou en plantant une culture couvre-sol diminuant le nombre de nématodes (ex. : moutarde d'Inde) avant de planter de l'ail. Le nématode peut être dispersé par l'eau d'irrigation, le matériel de reproduction, de la terre, la machinerie et le ruissellement.

Brûlure des feuilles (*Botrytis*)

Voir *Oignons, poireaux et échalotes*, dans ce chapitre.

Brûlure stemphylienne

Voir *Oignons, poireaux et échalotes*, dans ce chapitre.

Fusariose du plateau et pourriture fusarienne
Fusarium oxysporum f. sp. *cepae*,
Fusarium culmorum

Identification : Les premiers symptômes sont le jaunissement des feuilles, qui finissent par dépérir de l'apex vers le bas. Au fil de la progression de la maladie, toute la plante peut s'affaisser au sol. En cas de fusariose du plateau, le plateau du bulbe pourrit et de la moisissure blanche peut s'y former. Les racines se détachent facilement du bulbe infecté, mais habituellement pas toutes (Figure 7–5), contrairement à ce qui se produit en cas d'attaque de l'anguillule des céréales et des bulbes. En cas de pourriture fusarienne, *F. culmorum* provoque l'apparition d'une lésion chamois déprimée et d'un peu de mycélium blanc, tandis que le champignon *F. proliferatum* se présente d'abord sous la forme d'une tache chamois et de mycélium blanc qui ne touche pas le plateau. D'autres maladies bactériennes causant la pourriture du plant peuvent aussi se développer. La fusariose du plateau vient parfois avec l'infestation de l'anguillule des céréales et des bulbes. Si de petits sclérotes noirs de la grosseur d'une tête d'épingle se forment sur le mycélium blanc, les dommages ne sont pas causés par *Fusarium*, mais par la maladie de la pourriture blanche. Voir *Pourriture blanche*, aussi dans *Ail*.

Biologie : Les spores restent en dormance dans les résidus de sol ou sur les caïeux durant l'hiver. La fusariose du plateau se déclare lorsque le sol est chaud, la température idéale pour son développement étant 29 °C (84 °F). La pourriture fusarienne, quant à elle, se développe souvent en présence d'humidité durant l'entreposage.



Figure 7–5. Racines chamois d'un plateau infecté à *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* (A) et lésions déprimées chamois causées par *Fusarium culmorum* (B)

Moyens de lutte : Faire une longue rotation culturale et utiliser du matériel de reproduction exempt de maladies. Éviter d'endommager les bulbes à la récolte, et planter les caïeux à l'automne, dès que possible après leur séparation.

Jaunisse de l'aster
Candidatus phytoplasma asteris

Identification : Les feuilles au sommet et au centre du couvert végétal prennent une teinte jaune vif et entament leur sénescence en partant du haut du plant. Les enveloppes des bulbes peuvent être rouges ou brun foncé et comporter des stries. Les plants sont rabougris, et le bulbe se développe peu. Les symptômes ressemblent aux dommages provoqués par la rémanence d'herbicides, mais sont souvent dispersés dans le champ (Figure 7–6).

Biologie : Le phytoplasme, qui hiverne dans les mauvaises herbes vivaces, est véhiculé par la cicadelle de l'aster.



Figure 7–6. Plant d'ail rabougri touché par la jaunisse de l'aster

Moyens de lutte : Retirer les plants infectés tout au long de la saison. Surveiller les populations de cicadelles avec des plaquettes adhésives et cibler cet insecte si une éclosion se déclare. Utiliser du paillis plastique de couleur pâle ou réfléchissant pour désorienter les cicadelles et réduire les dommages qu'elles causent en se nourrissant. Il est possible de protéger la culture en utilisant des couvertures flottantes. Voir le chapitre 5 pour en savoir plus.

Moisissure bleue
Penicillium spp.

Identification : Cette maladie est aussi appelée moisissure verte. Souvent, les caïeux infectés ne donnent pas de plantule au printemps, ou parfois produisent des plants affaiblis et rabougris qui meurent en peu de temps. Le champignon sporule à la surface des caïeux en décomposition, produisant des masses de spores bleu vert.

Biologie : Le champignon attaque les caïeux à la fin de l'automne et au début du printemps, avant la levée, tuant les semences et nuisant à l'établissement du peuplement au printemps. Parfois, les plants infectés sont rabougris et leurs feuilles jaunissent. La maladie se développe surtout à une température de 25 °C (77 °F). Le champignon survit principalement sur les bulbes, et non dans le sol.

Moyens de lutte : Semer des clones de cultivars dont la vigueur a été démontrée dans les conditions de croissance existant en Ontario. Éviter d'endommager les semences lors de la séparation des caïeux : de nombreux appareils utilisés à cette fin causent trop de dommages. Planter les caïeux dès que possible après leur séparation. L'infection se produit aussi quand l'agent pathogène pénètre dans des blessures occasionnées durant la récolte, le classement et les manipulations en entrepôt. De plus, un bon conditionnement permet de réduire la quantité de spores viables qui se forment durant l'entreposage.

Pourriture blanche
Sclerotium cepivorum

Identification : Les symptômes foliaires comprennent le jaunissement prématuré, la nécrose des feuilles de l'apex vers le bas, le flétrissement et le rabougrissement des plants. Il arrive que de la moisissure blanche et de petits sclérotes noirs de la taille d'une tête d'épingle soient visibles à la base du plant. Le champignon provoque une pourriture aqueuse qui désintègre le bulbe. Les symptômes ne sont pas toujours présents au moment de la récolte, mais peuvent apparaître durant l'entreposage (Figure 7–7).



Figure 7–7. Moisissure blanche (A) et sclérotes noirs (B) sur des bulbes d'ail
Source : Mary Ruth McDonald, Ph. D.

Biologie : Les sclérotes et le mycélium hivernent dans le sol et les débris de plants, les premiers pouvant rester en dormance pendant 40 ans et germer quand une culture vulnérable est plantée. Les particules de sol contaminé par ce champignon sont dispersées par la machinerie, les animaux, les caisses-palettes, le vent et l'eau. Les caïeux infectés peuvent aussi propager la maladie, qui se développe de manière localisée – sur le plateau – et surtout quand le sol est frais et humide. La maladie se développe moins lorsque le sol a une température supérieure à 24 °C (75 °F).

Dépistage et seuils : Placer les plants suspects dans un sac refermable et les laisser à température ambiante, à l'abri des rayons directs du soleil, pendant 48 heures. S'il s'agit de pourriture blanche, de petits sclérotes noirs de la grosseur d'une tête d'épingle se formeront sur la moisissure blanche. Ces sclérotes n'apparaîtront pas si on est en présence du champignon *Fusarium*. Envoyer des échantillons des plants suspects à un laboratoire pour vérifier.

Moyens de lutte : Éviter de planter de l'ail dans des champs où la maladie s'est déjà déclarée. Éliminer les plants infectés. Laver tous les instruments aratoires utilisés dans les champs infectés. Éviter de cultiver des alliacées dans des zones où le champignon a été présent au cours des 40 dernières années.

Pourriture du col
Botrytis aclada, *Botrytis allii*

Identification : Les tissus du col du bulbe infectés par *Botrytis* se ramollissent et prennent une teinte grisâtre. De la moisissure blanche ou grise peut aussi se former. Des sclérotes noirs finissent par apparaître sur les tissus touchés.

Biologie : La pourriture du col apparaît surtout après la récolte, mais elle peut aussi s'attaquer aux bulbes en développement dans le champ. Le champignon peut demeurer dans le sol pendant plusieurs années. L'infection à *Botrytis* se produit par temps frais et humide.

Moyens de lutte : Pratiquer une rotation culturale de deux ou trois ans et retirer tous les rebuts d'oignons du champ. Un conditionnement et un séchage bien effectués diminuent le développement de maladies durant l'entreposage. L'ajout de chaleur artificielle peut réduire les problèmes dans les régions humides de la province.

Rouille de l'ail
Puccinia allii

Identification : Des spores de couleur rouille apparaissent sur les deux faces des feuilles. Les feuilles gravement atteintes jaunissent et entament leur sénescence prématurément (Figure 7–8).



Figure 7–8. Lésions bombées orange et noires provoquées par la rouille de l'ail

Biologie : La maladie se déclare en présence de grande humidité, de temps frais et de périodes prolongées de faible luminosité ou de couverture nuageuse, souvent à proximité de brise-vent ou dans des zones ombragées.

Moyens de lutte : Faire une rotation culturale d'au moins quatre ans sans plantes de la famille des alliacées. Ne pas planter dans des tournières ou des zones ombragées. Opter pour un peuplement de densité moindre pour améliorer la circulation de l'air.

Tache pourpre
Alternaria porri

Identification : De petites taches brunes ou noires de 1 à 3 mm (~1/16 po) se forment sur l'extrémité de feuilles sénescentes.

Biologie : L'infection se produit sur le bout de feuilles qui se nécrosent prématurément, de l'apex vers le bas, en raison d'un stress environnemental ou de dommages causés par les herbicides.

Moyens de lutte : Faire une rotation de deux ou trois ans avec des cultures ne servant pas d'hôtes. Limiter les dommages foliaires en assurant une humidité adéquate et en évitant que les herbicides endommagent le bout des feuilles.



Figure 7–9. Stries symptomatiques du virus de la mosaïque de l'ail (A et B)

Virus de la mosaïque de l'ail (GCLV, OYDV, LYSV)

Identification : Les symptômes du virus de la mosaïque de l'ail peuvent être causés par le virus latent commun de l'ail (GCLV), le virus de la bigarrure de l'oignon (OYDV) ou le virus de la striure du poireau (LYSV). Souvent, les feuilles jaunissent vers le bas à partir de leur extrémité, et des stries ou des barres apparaissent le long des différents niveaux de feuilles. Les plants infectés sont rabougris et, dans certains cas, ne produisent pas de bulbe (Figure 7–9).

Biologie : Les pucerons sont le principal vecteur; viennent ensuite le ciron des bulbes, le phytopte de la tulipe, les thrips de l'oignon ou la machinerie, qui endommage les tissus vivants (couteaux servant à retirer la hampe florale). Les symptômes de la maladie se manifestent généralement en juillet ou en août.

Mesures de lutte : Lutter contre les populations de thrips de l'oignon tout au long de la saison pour limiter la propagation de la maladie. Il est aussi important d'adopter de bonnes pratiques de désinfection et de retirer les rebuts et repousses d'oignons et les mauvaises herbes pour réduire l'incidence de ces virus. Voir *Nématode cécidogène du nord*, au chapitre 6, ou *Pucerons*, au chapitre 5, pour en savoir plus.

Virus des taches jaunes de l'iris (IYSV)

Identification : Des lésions couleur paille en forme de diamant et de fuseau apparaissent sur la hampe florale et les feuilles, selon le cultivar. Lorsqu'elles sont actives, on peut parfois voir un îlot de tissus vert entouré d'un halo jaune (Figure 7–10).



Figure 7–10. Feuille (A) et hampe florale (B) infectées par l'IYSV, où l'on voit un îlot vert entouré d'un halo jaune

Biologie : Les thrips de l'oignon attrapent le virus sur des plants infectés d'oignon, d'ail, de poireau, de stramoine commune, de tabac et d'amarante à racine rouge et peuvent ensuite le transmettre pendant le reste de leur vie. Le virus affaiblit les plants et les rend plus vulnérables à d'autres agents pathogènes.

Mesures de lutte : Lutter contre les thrips de l'oignon toute la saison pour limiter la propagation de l'IYSV. Acheter des semences certifiées saines si possible. Voir *Cultivars et matériel de reproduction*, aussi dans *Ail*.

En cas d'achat de matériel de reproduction conventionnel, discuter de la maladie avec le distributeur et envisager de faire tester les semences pour l'IYSV avant le semis. Éliminer les plants présentant des symptômes.

Insectes

Cercopes

Voir chapitre 5.

Ciron des bulbes et phytopte de la tulipe

Eriophyes tulipae, *Rhizoglyphus* spp.

Identification : Au stade adulte, les insectes mesurent 0,1 à 1 mm (moins de 1/32 po) de long et sont très difficiles à repérer sans loupe simple.

Dommages : Ces ravageurs peuvent causer l'enroulement des feuilles et le rabougrissement des jeunes plants. En cas d'infestation tardive, ils peuvent diminuer la qualité durant l'entreposage, la durée de conservation, la germination et le rendement et augmenter le stress (Figure 7–11).



Figure 7–11. Phytopte (A) et cicatrices sur un caïeu (B) après plusieurs mois d'entreposage.

Biologie : Ces deux insectes hivernent sur les plants d'ail et peuvent survivre sur les débris de récolte dans le sol. Ils aiment les conditions très humides et peuvent réaliser un cycle de vie complet en à peine 10 jours.

Moyens de lutte : Éviter de faire se succéder des cultures d'oignons et d'ail et adopter une rotation des cultures de quatre ans. Le ravageur peut survivre sur les résidus de plusieurs cultures. Planter dans des champs où les résidus de récolte sont complètement décomposés. Si le conditionnement est de courte durée et se fait en contrôlant le taux d'humidité, les ravageurs peuvent plus difficilement s'établir avant l'entreposage de la culture. Conditionner la culture rapidement (dans un délai de 48 à 72 heures).



Figure 7–12. Le phytopte de la tulipe, blanc et en forme de canoë (A), s'attaque à la plupart des parties du plant, causant une déformation des feuilles, semblable à celle que provoquent les virus, qui peut ressembler à un hyphe fongique (B).

Collemboles

Voir chapitre 5.

Mouche de l'oignon et mouche des légumineuses

Delia antiqua, *Delia platura*

Identification : La mouche de l'oignon adulte est gris-noir et mesure 5 mm (moins de ¼ po), tandis que la mouche des légumineuses est noire et légèrement plus petite. La femelle pond ses œufs autour de la base du plant, lesquels éclosent quelques jours plus tard. Les larves – souvent

appelées asticots – commencent aussitôt à se nourrir des racines du plant hôte. Les dommages ainsi causés au début du développement de la culture peuvent grandement diminuer le rendement.

Dommages : Les larves creusent des galeries dans les racines et le plateau du plant. La nature des dommages varie en fonction du stade de développement de la culture au moment de l'attaque. Les jeunes plants sont surtout vulnérables en mars et en avril : les dommages que le ravageur cause alors en se nourrissant peuvent faire flétrir et mourir la plante et être confondus avec de la mortalité hivernale. Les ravages durant la bulbaison peuvent entraîner la formation de bulbes difformes impropres à la vente.

Biologie : La mouche de l'oignon et la mouche des légumineuses hivernent sous forme de pupe dans les 15 premiers centimètres (6 po) du sol. Les trois générations de ces ravageurs présents en Ontario émergent respectivement au début juin, en juillet et à la fin août (Figure 7–13).



Figure 7–13. Larve (A) et forme adulte (B) de la mouche des légumineuses

Dépistage et seuils : Les seuils d'intervention pour la première génération de mouche de l'oignon et de mouche des légumineuses combinent les résultats du piégeage et du dépistage visuel. Installer quatre pièges (constitués chacun de trois plaquettes adhésives) au centre de chaque bordure du champ. Compter le nombre de mouches capturées chaque semaine. Évaluer le pourcentage de dommages dans quatre parcelles de 100 plants d'ail dans le champ.

Un modèle de degrés-jours, fondé sur une température de base de 4 °C, a été créé pour prévoir l'émergence des formes adultes de la mouche de l'oignon et de la mouche des légumineuses. Les première, deuxième et troisième générations d'insectes adultes émergent respectivement après 210, 1 025 et 1 772 degrés-jours pour la mouche de l'oignon, et après 200, 600 et 1 000 degrés-jours pour la mouche des légumineuses. Pour en savoir plus, voir *Degrés-jours de croissance*, au chapitre 4.

Moyens de lutte : Faire une rotation de trois ans et éviter de planter de l'ail près de l'endroit utilisé pour cette culture l'année précédente. Éviter d'utiliser des champs où les ravageurs ont été très présents l'année précédente. Les couvertures flottantes ou les filets anti-insectes réduisent considérablement les dommages, mais leur utilisation est difficile. Les traitements contre les mouches adultes se sont révélés inefficaces.

La société Phytodata a mis au point une technologie de stérilisation des insectes pour lutter contre la mouche de l'oignon. Des mouches mâles stériles sont relâchées dans le champ chaque semaine, et ainsi les femelles déjà présentes pondent des œufs infertiles, ce qui fait diminuer le nombre d'insectes indigènes fertiles au fil du temps. Au moment d'écrire ces lignes, aucune méthode de lutte du genre n'avait été commercialisée pour la mouche des légumineuses.

Mouche mineuse du poireau
Phytomyza gymnostoma

Identification : Au moment d'écrire ces lignes, la mouche mineuse du poireau n'avait pas encore été repérée en Ontario. Les larves, élancées et de couleur vert jaunâtre, peuvent atteindre 8 mm une fois à maturité. La pupe, brun rougeâtre, mesure quant à elle 3 mm (⅛ po) de long. On peut la trouver dans la tige du plant en recourbant les feuilles vers l'arrière. L'insecte adulte est une petite mouche de 3 mm (⅛ po) au corps noir et au bout des pattes jaune (Figure 7–14).

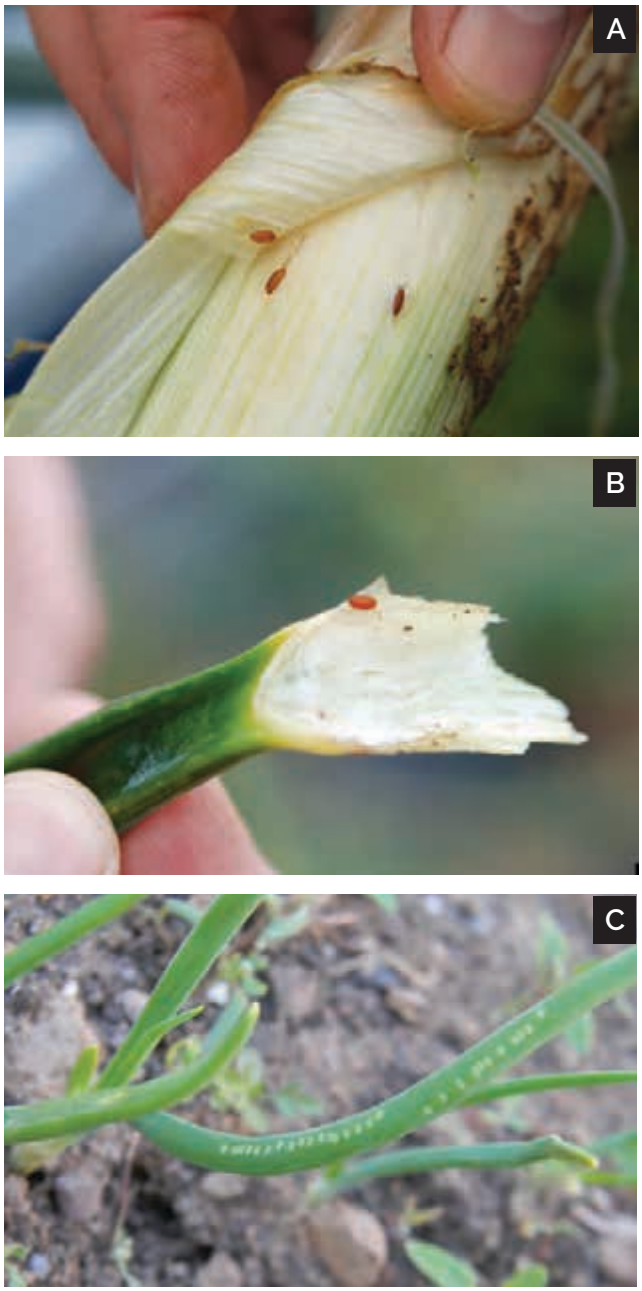


Figure 7–14. Pupe de mouche mineuse du poireau (A et B) et dommages causés par l'insecte adulte (C)
Source : L. Barringer, D. Roberts.

Dommages : Les larves creusent des galeries dans les feuilles et y percent des trous minuscules, ce qui provoque des déformations. À mesure que la culture s'assèche, elles peuvent migrer vers les bulbes. Les bulbes endommagés risquent davantage de développer d'autres maladies bactériennes ou fongiques.

Biologie : L'insecte produit deux générations, la première d'avril à mai, et la deuxième de septembre à novembre. Il hiverne sous forme de pupe dans les débris de récolte.

Moyens de lutte : Si l'insecte est repéré, communiquer avec le Centre d'information agricole au 1 877 424-1300 pour savoir quoi faire. Les mesures de maîtrise comprennent la rotation des cultures et le retrait des feuilles matures infestées. Il est possible de protéger les plants contre ce ravageur avec des couvertures flottantes légères.

Pucerons

Voir chapitre 5.

Teigne du poireau
Acrolepiopsis assectella

Identification : Les larves, élancées et vert jaunâtre, peuvent atteindre une longueur de 14 mm (½ po) à maturité. Elles produisent de grandes quantités d'excréments de couleur pâle en se nourrissant. Brun rougeâtre, la pupe se fabrique un cocon tissé peu serré, habituellement sur les feuilles ou la tige. L'adulte est un petit papillon nocturne d'environ 5 à 7 mm (~¼ po), brun avec une tache blanche en forme de triangle visible quand l'insecte est au repos (Figure 7–15).

Dommages : Les larves creusent des galeries et créent de petits trous dans le tissu foliaire et la hampe florale, ce qui cause parfois des déformations. À mesure que la culture s'assèche, elles peuvent migrer vers les bulbes. Les bulbes endommagés risquent davantage de développer d'autres maladies bactériennes ou fongiques.

Biologie : L'insecte donne naissance à trois générations en Ontario : la première en juin, la deuxième en juillet et la troisième en août. L'adulte hiverne dans des zones abritées et émerge au printemps lorsque la température atteint 9,5 °C (49 °F) pendant deux jours consécutifs, généralement entre la fin avril et la mi-mai.

Dépistage et seuils : Surveiller les populations de teigne du poireau au moyen de pièges à phéromones commerciaux dotés de plaquettes adhésives remplaçables (Figure 7–16). Souvent, le traitement insecticide atteint son efficacité maximale quand il est effectué 7 à 10 jours après un pic de captures d'insectes dans les pièges. Installer les appâts (phéromones) aux alentours de la bordure du champ entre le début et la mi-avril et assurer une surveillance jusqu'à la récolte.

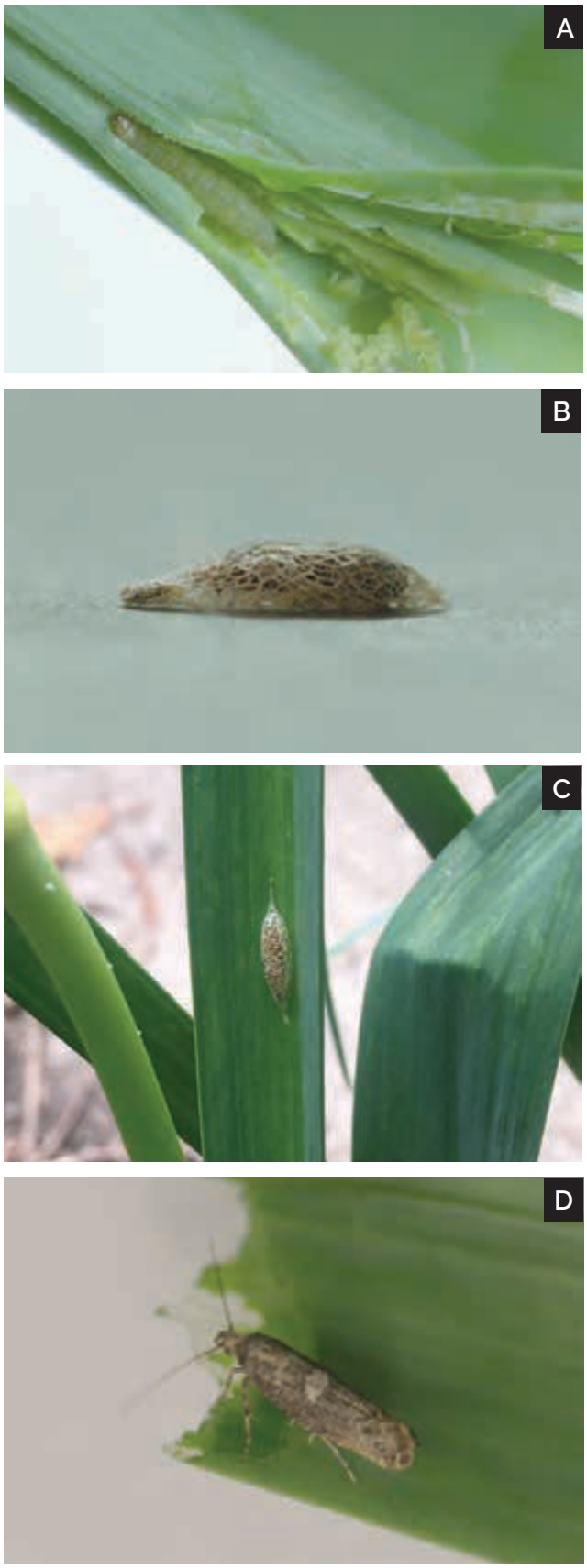


Figure 7–15. Larve (A), cocon (B et C) et forme adulte (D) de la teigne du poireau



Figure 7–16. Piège de type delta pour la teigne du poireau doté d'appâts (phéromones) et de plaquettes adhésives remplaçables, placé juste au-dessus du couvert végétal

Moyens de lutte : Les mesures de maîtrise comprennent la rotation des cultures, une plantation tardive, le retrait des feuilles matures infestées, l'élimination des pupes ou des larves, une récolte hâtive (pour éviter les dommages causés par la dernière génération de larves et l'augmentation des populations), l'éloignement des cultures vulnérables des zones infestées et la destruction des débris de plantes après la récolte. Ces mesures peuvent permettre de réduire les populations suffisamment pour que le ravageur ne cause plus de dommages. Il est possible d'utiliser des couvertures flottantes légères pour protéger les plants contre ce ravageur. Appliquer un insecticide 7 à 10 jours après un pic de captures d'insectes adultes dans un piège à phéromones.

Thrips

Thrips tabaci, Frankliniella occidentalis

Identification : Les thrips sont de petits insectes à corps mou de moins de 3 mm (⅛ po) de longueur. Les adultes, de couleur brun paille, ont quatre ailes bordées de poils. Les nymphes sont plus petites, dépourvues d'ailes et d'une couleur blanc délavé.

Dommages : Les thrips endommagent les feuilles en les suçant et en les râpant avec leurs pièces buccales. Dans les cultures d'ail, le nombre de thrips reste généralement bas pendant tout le développement des plants. Pendant la bulbaison, les populations peuvent augmenter et provoquer une sénescence prématurée.

Biologie : En Ontario, les adultes et les nymphes hivernent sur les céréales d'automne, le trèfle et la luzerne. Ils se tournent vers les champs de

légumes lorsque les bords de route s'assèchent, et quand le blé d'hiver et la luzerne sont récoltés. Les femelles pondent des œufs blancs en forme de haricot dans les tissus foliaires. Il faut de 10 à 30 jours pour que l'insecte passe de l'œuf au stade adulte, selon la température. À maturité, les femelles peuvent commencer à pondre et assurer la reproduction même si elles ne s'accouplent pas. Ainsi, la population de thrips peut augmenter très rapidement, surtout par temps chaud et sec. Il y a plusieurs générations qui se chevauchent chaque année.

Dépistage et seuils : Échantillonner 25 à 50 plants d'ail dans une zone représentative du champ. Le seuil d'intervention pour les légumes à bulbes est de trois thrips par feuille.

Moyens de lutte : Il est primordial de détecter rapidement les thrips pour que les traitements soient efficaces. Les pulvérisations faites en soirée donnent de meilleurs résultats que celles qui sont effectuées de jour. Une forte pluie débarrasse le feuillage des thrips pendant un court laps de temps, mais des moyens de lutte peuvent quand même s'imposer quand les populations de ravageurs sont importantes. Différents prédateurs naturels ciblent les thrips, comme les anthocorides, les chrysopes, les acariens prédateurs, les coccinelles et les araignées. Généralement, dans les cultures commerciales d'ail en Ontario, on ne se sert d'insecticides contre les thrips que si des semences certifiées saines sont employées comme matériel de reproduction et qu'on craint la propagation de virus.

Ver fil-de-fer
Limonius spp.

Identification : Les vers fil-de-fer sont des larves de taupins. De couleur cuivre, ces insectes ont un corps cylindrique dur et sont dotés de trois paires de petites pattes. On les confond souvent avec les millipèdes et les symphyles. Ils peuvent atteindre 2 à 3 cm (¾ à 1 ¼ po) de longueur (Figure 7–17).

Dommages : On peut trouver des vers fil-de-fer en train de s'insinuer dans des semences non germées ou dans les racines et les parties souterraines des tiges des plantes. Les plantes infestées s'étiolent, et les plantules sont malingres ou ne lèvent pas. Les dégâts sont souvent parsemés dans le champ.



Figure 7–17. Ver fil-de-fer de couleur cuivre se nourrissant d'un plant d'ail

Biologie : Le ver fil-de-fer prend parfois cinq ans pour passer de l'œuf au stade adulte. Il passe la majeure partie de ce temps dans le sol, sous forme de larve. Les coléoptères adultes sont actifs au printemps et pondent dans le sol ou à proximité de racines de graminées. L'éclosion a lieu de deux à quatre semaines plus tard, et les larves se déplacent en quête de nourriture. Les mouvements verticaux dans le sol se font en fonction de la température, de l'humidité et de la présence de nourriture ou de dioxyde de carbone. Après trois à cinq ans, les larves entrent en pupaison juste sous la surface. Les nouveaux adultes hivernent dans le sol pour émerger au printemps suivant, pondre et poursuivre le cycle.

Dépistage et seuils : Il est possible de surveiller les populations de vers fil-de-fer avant le semis en installant des pièges-appâts à l'automne (ou au début du printemps en cas de semis tardif). Enfoncer des carottes entières dans le sol à une profondeur de 7,5 cm (3 po) à 10 endroits différents identifiés. Les inspecter deux ou trois jours plus tard. Au printemps, utiliser une bêche pour déterrer les plants rabougris et vérifier si le ver fil-de-fer est présent sur les racines ou les a endommagées.

La présence de 0,5 à 1 ver fil-de-fer par piège, en moyenne, peut être un signe d'infestation. En fonction du nombre de vers dénombrés, décider s'il convient de traiter les semences ou au semis. Si les semences n'ont pas levé dans certains secteurs du champ, vérifier si elles n'ont pas été ravagées.

Moyens de lutte : Éviter d'utiliser les champs où le ver fil-de-fer a fait des dommages la saison précédente.

Asperges

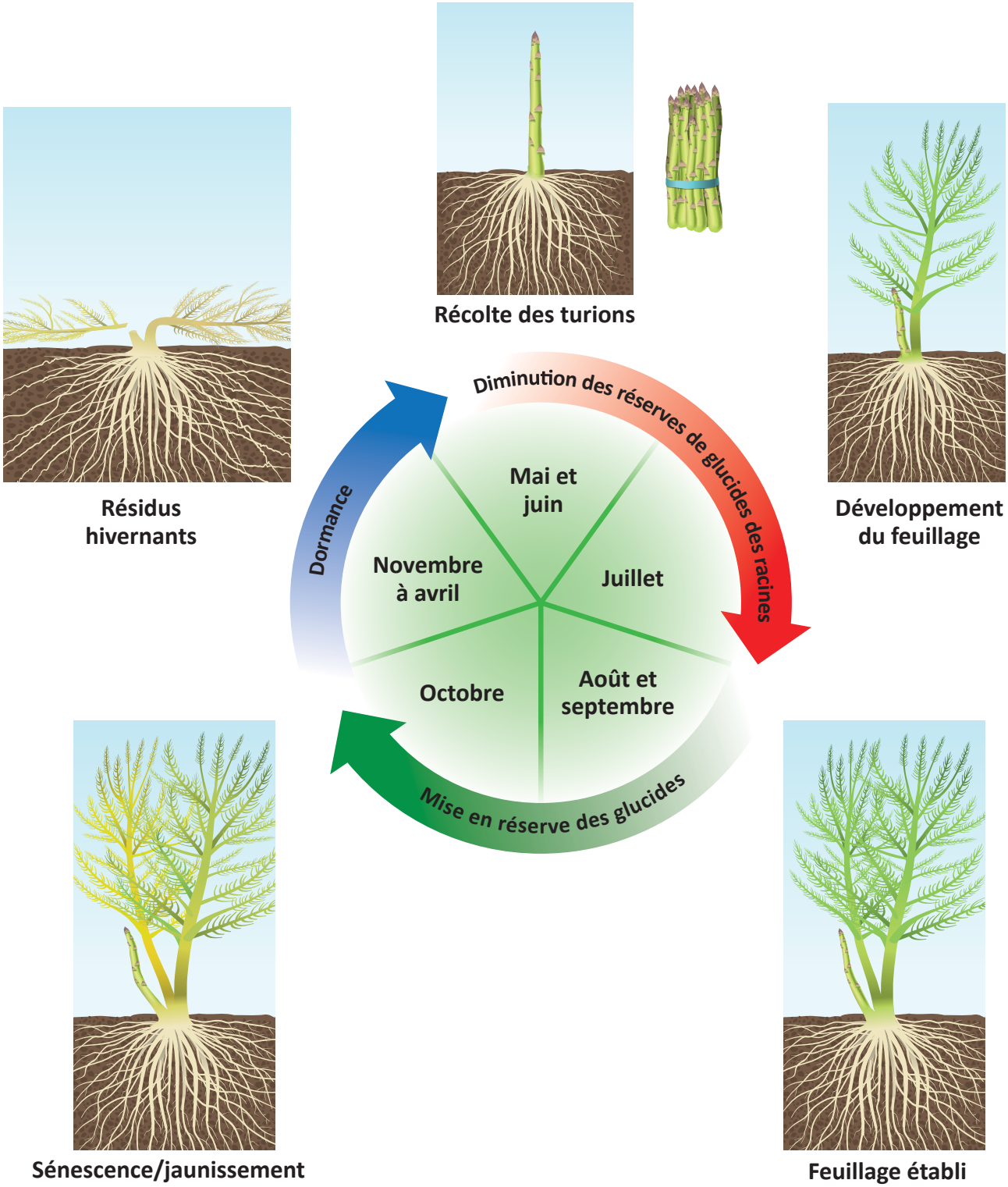


Figure 7–18. Cycle de croissance de l'asperge

Production de griffes
Commencer la production de griffes en pleine terre à la mi-mai pour une récolte au printemps suivant.

Année 1
Établissement.

Année 2
Veiller à la bonne santé du feuillage pour un développement optimal des racines de la griffe.

Année 3
Première récolte, d'une durée de deux semaines. Les années suivantes, prolonger la période de deux semaines par année, jusqu'à un maximum de huit semaines.

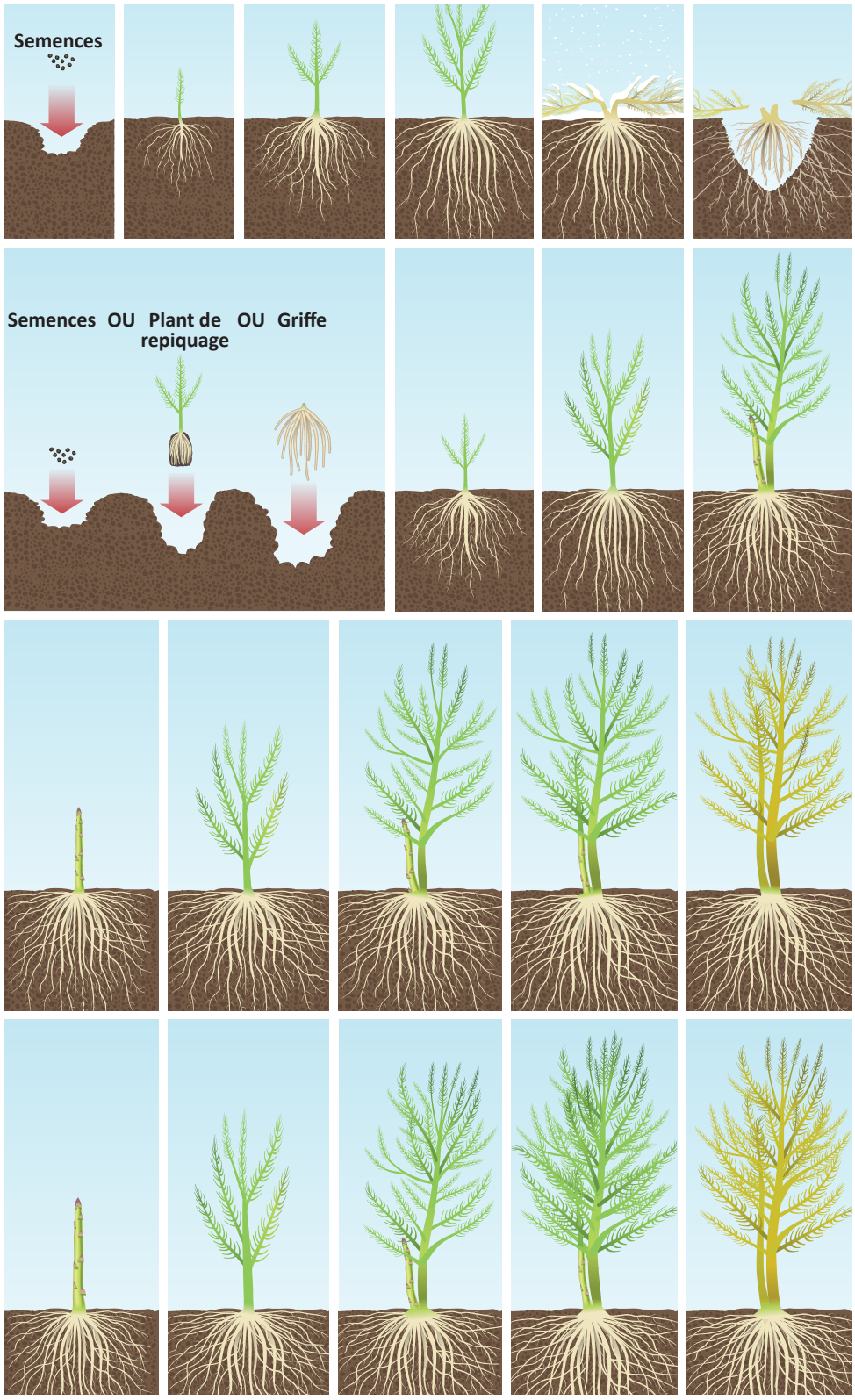


Figure 7–19. Établissement des cultures d'asperge

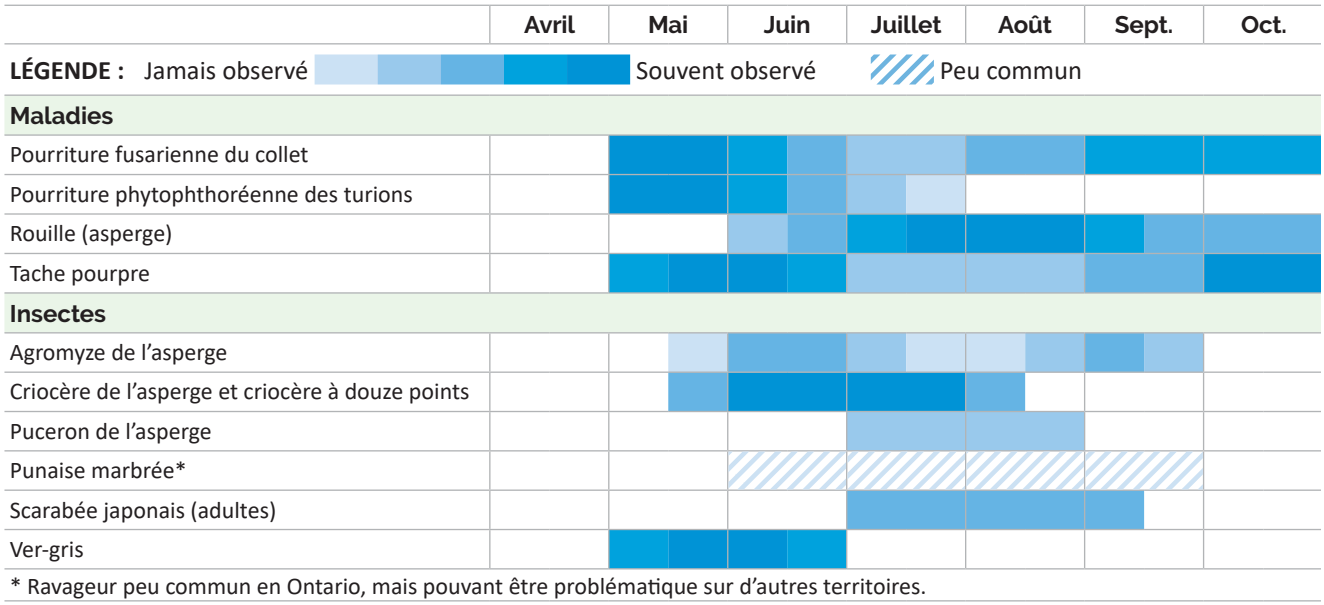


Figure 7–20. Calendrier d'activité des ravageurs de l'asperge. La période réelle d'activité des ravageurs varie considérablement d'une année à l'autre selon des facteurs environnementaux.

Exigences de production

Types de sols :	Sols sableux ou loams sableux
pH du sol :	6,0 à 6,8
Cultures recommandées dans la rotation :	Engrais verts, luzerne, soya
Cultures déconseillées dans la rotation :	Asperge, maïs
Température minimale du sol :	10 °C (50 °F)
Température optimale de l'air :	18 à 25 °C (64 à 77 °F)
Date de semis la plus précoce :	Début à la fin avril

Croissance

L'asperge est une plante vivace aux racines profondes qui se compose de turions (portion récoltée), de tiges, d'une griffe, de racines tubéreuses et de racines nourricières. Le cycle de croissance de l'asperge joue un rôle important dans le développement de la culture, la biodisponibilité des nutriments et la gestion des ravageurs (Figure 7–18).

La griffe est une souche imposante composée de rhizomes, de racines tubéreuses charnues et de racines nourricières, plus fines. Les rhizomes produisent des bourgeons qui se développeront en turions au printemps. Ces bourgeons naissent généralement à la fin de l'été. Les racines tubéreuses fournissent l'énergie nécessaire (glucides) aux turions pour qu'ils émergent au début du printemps. Le système racinaire d'un plant d'asperges mature peut atteindre 20 kg (45 lb). Pour permettre l'établissement d'une griffe vigoureuse et de bonne taille, il faut que l'asperge pousse dans des conditions de croissance exemptes d'éléments stressants pendant les premières années.

En plus des racines tubéreuses, les plants d'asperges produisent de nombreuses racines nourricières, plus fines. Ces dernières pénètrent profondément dans le sol, ce qui rend l'asperge plus résistante à la sécheresse que beaucoup d'autres légumes. Elles permettent aussi au plant un prélèvement nutritionnel efficace. Les racines nourricières sont très sensibles aux dérangements, comme le travail du sol.

En grandissant, chaque pousse (turion) produira une tige centrale de laquelle surgiront des frondes fines comme des aiguilles, les cladodes. Chaque griffe génère de multiples tiges à partir desquelles la plante produira les glucides dont elle aura besoin pour les récoltes suivantes. Lorsque les tiges jaunissent à l'automne, les glucides sont acheminés vers la griffe. Peuvent entraver ce processus une récolte excessive, un problème de santé ou une défoliation précoce à la suite d'une maladie ou d'une infestation. Une fois que

la partie aérienne de la plante est morte et ses résidus se sont décomposés, les nutriments excédentaires retourneront dans le sol où ils seront puisés par la plante au prochain cycle.

Le rendement et la durée de la récolte de l'asperge dépendent de l'âge et de la santé de la culture. Il faut de deux à trois ans après le semis avant la première récolte de turions (Figure 7–19).

La première année de récolte, les turions peuvent être coupés pendant deux semaines (environ huit jours de cueillette). Les années suivantes, la durée de la récolte peut être prolongée de deux semaines par année, jusqu'à un maximum de huit semaines (environ 20 à 24 jours de cueillette). La durée réelle de récolte dépendra de la santé des griffes et de la température. Il faut cesser la récolte en cas de chute soudaine du nombre de turions récoltés par jour, ou si leur diamètre diminue.

Hybrides strictement mâles

Pour la production commerciale d'asperge, on utilise normalement des hybrides strictement mâles. Ces cultivars sont plus vigoureux que les cultivars à pollinisation libre bien établis. De plus, ils n'utilisent pas les précieuses réserves photosynthétiques pour la production de baies et de graines. L'absence de fruits élimine la possibilité de plants spontanés entre les rangs, ce qui réduirait la productivité globale du champ et ralentirait le processus de récolte. L'approvisionnement en semences et en griffes étant souvent limité, il faut se préparer à commander le matériel végétal au moins un an avant le semis ou la mise en terre.

Choix et préparation de l'emplacement

Un champ commercial bien géré produira pendant 10 à 15 ans, voire plus. Les cultures vivaces demandent une planification rigoureuse et un emplacement adéquat. Les asperges ont besoin d'un sol bien drainé. Une humidité excessive, même sous la surface du sol, vulnérabilisera les racines aux maladies, réduisant la durée de productivité de la plantation. Il faut régler les problèmes de fertilité, comme le pH du sol et sa teneur en phosphore, avant la plantation. Notons que pour ajuster le pH, il faut compter de six mois à un an.

Semis et espacements

Il est courant d'établir un champ commercial d'asperges à partir de griffes âgées d'un an. Cependant, l'utilisation de jeunes plants semés dans des plateaux alvéolés ou le semis direct sont de plus en plus fréquents.

Planifier de planter un peu plus de griffes ou de jeunes plants que nécessaire – un kilogramme de bonnes semences par hectare (1 lb/acre) devrait produire suffisamment de plants pour permettre de ne retenir que les plants les plus en santé. Voir le Tableau 7–4.

Pour la production de griffes, faire tremper les semences dans de l'eau à 32 °C (90 °F) pendant trois ou quatre jours. Les sécher et les semer immédiatement dans un sol fertile bien travaillé. Pour connaître les densités de peuplement pour la production de griffes d'asperges, voir le Tableau 7–5. Effectuer les semis vers la mi-mai, ou dès que le sol est travaillé et que sa température est supérieure à 15 °C (59 °F).

L'un des avantages d'utiliser des plants semés dans des plateaux alvéolés, c'est qu'on s'évite l'année nécessaire à la production de griffes, en plus d'aider à prévenir la transmission de champignons *Fusarium* et d'autres maladies d'un champ à l'autre.

Pour connaître les recommandations relatives à la distance entre les rangs, l'espacement sur le rang et les populations adéquates, voir le Tableau 7–5.

Tableau 7–4. Conditions de germination et de croissance des plants d'asperges

Poids de semences pour obtenir 20 000 plants	Profondeur de semis	Température de germination	Délai semis-levée (jours)	Température de croissance optimale		Durée de production (sem.)
				Jour	Nuit	
453 g (1 lb)	1,25 cm (0,5 po)	24-29 °C (75-84 °F)	10-12	21-24 °C (70-75 °F)	16-18 °C (61-64 °F)	10-12

Tableau 7–5. Distances de plantation des asperges

Culture	Distance entre les rangs	Espacement sur le rang	Profondeur	Taux de semis
Production en pépinière (production de griffes)	45-60 cm (18-24 po)	8-10 cm (3-4 po)	2,54 cm (11,5 po)	Environ 11 kg/ha (10 lb/acre)
Production au champ (à partir de griffes ou de plants)	1,2-1,5 m (4-5 pi)	20-30 cm (8-12 po)	15 cm (6 po)	36 000-43 000 plants/ha (15 000-18 000 plants/acre)

Planter les jeunes plants ou les griffes dans une tranchée de 20 à 25 cm (8 à 10 po) de profondeur en même temps qu'un engrais de phosphore, au besoin. Remplir la tranchée avec 7,5 cm (3 po) de terre. Après six semaines, ajouter de nouveau 7,5 cm (3 po) de terre. Enfin, combler la tranchée et l'égaliser au niveau du champ une fois que les plants entrent en dormance à l'automne. Il faut veiller à une bonne irrigation et à une bonne gestion de la culture, notamment la maîtrise des mauvaises herbes, pour que l'établissement au champ fonctionne.

Travail du sol et cultures couvre-sol

On cultive normalement l'asperge dans des sols grossiers et sableux ou des loam sableux. Ces types de sols sont particulièrement sujets à l'érosion pendant l'hiver ou au début du printemps et sont propices à l'abrasion du sable pendant la récolte, qui altère la qualité des turions. Qui plus est, cela vulnérabilise les plants aux maladies, comme la tache pourpre (*Stemphylium*). Des études ont montré que même un travail léger du sol peut sérieusement endommager les délicates racines nourricières, ce qui a des répercussions tant sur la taille que la santé globale de la griffe. Pour ces raisons, il est judicieux d'adopter des pratiques de gestion du sol qui comprennent notamment la plantation de cultures couvre-sol et de cultures brise-vent et les systèmes sans labour et de travail réduit du sol.

Fertilisation

Si l'on a semé un engrais vert l'année précédente, épandre au moment de la plantation, ou avant, 30 à 40 kg d'azote par hectare (27 à 36 lb par acre).

La petite quantité de nutriments prélevée du champ par la récolte des turions combinée à la capacité de la culture de recycler les nutriments provenant des résidus végétaux de l'année précédente font de l'asperge une culture peu exigeante en matière de fertilisation.

Avant la plantation, ajuster la teneur en phosphore en fonction des résultats d'une analyse de sols.

Macronutriments

Azote

Voir le Tableau 7–6. Pour les nouvelles plantations, épandre à la volée, avant de planter, la quantité totale d'azote et de potasse recommandée. Dans les pépinières de production de griffes, on peut épandre de nouveau 50 kg d'azote par hectare (45 lb par acre) en bandes latérales en août ou au début de septembre, s'il a beaucoup plu pendant l'été.

Tableau 7–6. Besoins en azote de l'asperge

Moment	Azote actif
Pépinière	75 kg/ha (67 lb/acre)
Jeune aspergeraie	110 kg/ha (98 lb/acre)
Aspergeraie établie	
Avant la récolte	55 kg/ha (49 lb/acre)
Après la récolte	55 kg/ha (49 lb/acre)
Total	**110 kg/ha (98 lb/acre)**

Tableau 7–7. Besoins en phosphore de l'asperge

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en phosphore évaluée par extraction au bicarbonate de sodium (ppm)													
	0-3	4-5	6-7	8-9	10-12	13-15	16-20	21-25	26-30	31-40	41-50	51-60	61-80	81 ou plus
Aspergeraie établie														
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	110 (98) (EE)	100 (89) (EE)	90 (80) (EE)	70 (62) (EE)	50 (45) (EE)	20 (18) (EM)	20 (18) (EM)	20 (18) (EF)	20 (18) (EF)	0 (ETF)	0 (ETF)	0 (ETF)	0 (EN)	0 (EN)
Pépinière et jeune aspergeraie														
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	270 (241) (EE)	260 (232) (EE)	250 (223) (EE)	240 (214) (EE)	230 (205) (EE)	220 (196) (EE)	200 (178) (EE)	170 (152) (EE)	140 (125) (EM)	110 (98) (EM)	80 (71) (EM)	50 (45) (EF)	0 (ETF)	0 (ETF)

Tableau 7–8. Besoins en potassium de l'asperge

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en potassium évaluée par extraction à l'acétate d'ammonium (ppm)											
	0-15	16-30	31-45	46-60	61-80	81-100	101-120	121-150	151-180	181-210	211-250	251 ou plus
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	420 (375) (EE)	400 (357) (EE)	360 (321) (EE)	320 (286) (EE)	280 (250) (EE)	250 (223) (EE)	220 (196) (EE)	190 (170) (EM)	160 (143) (EM)	130 (116) (EM)	80 (71) (EM)	0 (EF)

Phosphore et potassium

Avant de planter, faire analyser le sol pour déterminer les besoins en phosphore et en potassium. Voir le Tableau 7–7 et le Tableau 7–8.

Appliquer le phosphate en bandes au-dessous des griffes au moment de la mise en terre. Une fois les griffes établies, il est très difficile d'ajuster la teneur en phosphore au niveau des racines.

Irrigation

Les racines d'asperge pénètrent profondément dans le sol. Une fois la culture établie, l'irrigation n'aura que peu d'effet sur elles. Cependant, dans le cas des plants en pépinières de production de griffes et des jeunes cultures en établissement, le système racinaire est peu profond et est de ce fait plus susceptible de bien répondre à l'irrigation. Si le taux d'humidité disponible dans la zone des racines descend en deçà de 60 % pendant la période d'établissement, l'irrigation par aspersion peut contribuer à maintenir le rendement et la qualité des cultures. Avec un système d'irrigation goutte à goutte, envisager d'irriguer quand la quantité d'eau du sol disponible pour les plantes tombe en deçà de 85 %.

Pour en savoir plus sur la programmation de l'irrigation, voir *Les pratiques de gestion optimales : Gestion de l'irrigation* (publication nº BMP08E) et la fiche technique du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales (MAAARO) *Surveiller l'humidité du sol pour améliorer les décisions d'irrigation*.

Récolte

Griffes : Déterrer les griffes au début du printemps, avant que les turions ne commencent à pousser. Faire attention aux racines et sélectionner seulement les griffes en santé, aux bourgeons rebondis et aux racines robustes. Éliminer les griffes trop petites et endommagées – il est possible que 20 à 40 % de la production soit rejetée.

Turions : Pour connaître les durées de récolte habituelles de l'asperge en fonction de l'âge du plant, voir la Figure 7–19. Si, au cours de la saison précédente, les mauvaises herbes, les insectes, les maladies ou les intempéries ont réduit la vigueur des plants, écourter la récolte en conséquence la saison suivante.

Couper les turions légèrement en dessous de la surface du sol une fois qu'ils mesurent entre 20 et 30 cm (8 et 12 po) de longueur, selon les exigences du marché. Cesser la récolte lorsque 75 % des turions mesurent moins d'un centimètre (½ po) de diamètre, ou en cas de chute soudaine du nombre de turions récoltés par jour. La récolte peut se faire de deux à sept fois par semaine, selon la température. La plupart des plants matures peuvent tolérer de 20 à 24 cueillettes par saison.

Rendements moyens : 4,7 tonnes métriques/ha (4 200 tonnes américaines/acre)

Selon l'âge des plants et les méthodes de gestion culturale, le rendement de chaque champ pourra différer grandement de la moyenne provinciale.

Entreposage

Les asperges fraîchement coupées sont très périssables et perdent rapidement de leur qualité. Il faut donc les sortir du champ, les protéger du soleil et les placer dans un entrepôt réfrigéré aussi vite que possible. Conviennent aux asperges les méthodes de refroidissement en chambre froide, par air pulsé et par eau glacée.

Température d'entreposage : 1 à 2 °C (34 à 36 °F)
Humidité relative : 95 % à 100 %
Durée : 2 à 3 semaines
Signes de dommages causés par le froid : Pointes des turions noircies et aqueuses, favorisant la pourriture bactérienne molle

Lutte contre les ravageurs et les troubles physiologiques

Voir la Figure 7–20 *Calendrier d'activité des ravageurs de l'asperge.*

Maladies

Pourriture fusarienne du collet

Fusarium oxysporum f. sp. *asparagi*, *F. redolens*, *F. verticillioides*, *F. proliferatum*

Identification : Les pourritures fusariennes du collet occasionnent une baisse du rendement et peuvent grandement limiter la durée de vie productive des plants d'asperges. Les champs infectés présentent un faible peuplement et de nombreux rangs clairsemés.

Les premiers symptômes d'infection comprennent le rabougrissement et le jaunissement des turions, qui flétriront, jauniront, puis mourront. Des lésions brun rougeâtre sont parfois visibles à la base des tiges, juste en dessous de la surface du sol.

Le tissu vasculaire des griffes et des racines infectées devient aussi brun rougeâtre (Figure 7–21). Les griffes gravement atteintes peuvent se vider complètement, causant la mort du plant.

La maladie provoque également le rabougrissement et le jaunissement marqué des feuilles sur une ou plusieurs tiges de chaque griffe. Une fois infectées, les griffes produisent habituellement moins de tiges que les plants sains voisins. La pourriture fusarienne est la principale cause de perte de rendement au fil du temps chez les asperges.



Figure 7–21. Pourriture fusarienne du collet

Biologie : Le genre *Fusarium* regroupe des espèces de champignons telluriques. L'infection se fait par l'introduction de semences ou de griffes contaminées, ou encore de particules de terre transportées par le vent. Plus il y a de plants infectés, plus la concentration d'inoculum dans le sol augmente.

Dépistage et seuils : Durant le dépistage, vérifier si les plants sont jaunis ou plus petits qu'ils ne devraient l'être. Si on suspecte la présence d'espèces de *Fusarium*, déterrer une section de la griffe pour voir si la couleur des tissus vasculaires a changé. Noter l'emplacement des dommages observés et le pourcentage de plants touchés.

Moyens de lutte : Éviter de cultiver l'asperge sur l'emplacement d'une ancienne aspergeraie. Même si la concentration d'espèces de *Fusarium* présentes dans le sol et les toxines qu'elles sécrètent revient à un taux considéré comme « normal » après 5 à 10 ans, les spores peuvent vivre aussi longtemps que 30 ans. Ne pas planter d'asperges dans un champ qui a porté du maïs dans les quatre dernières années.

Les plants d'asperges vigoureux sont moins sensibles à la pourriture fusarienne. Offrir de bonnes conditions de croissance aux plants et éviter les sources de stress, comme une récolte excessive, les attaques d'insectes et de maladies foliaires, la concurrence des mauvaises herbes, le compactage du sol et une fertilisation insuffisante.

Le travail du sol peut grandement nuire aux racines d'asperge. Même un travail superficiel peut abîmer les racines délicates qui se trouvent en surface, provoquant des lésions qui ouvrent la porte aux infections potentielles par les spores des espèces de *Fusarium*. Travailler minimalement le sol et éviter le labour, lorsque c'est possible.

Les espèces de *Fusarium* peuvent aussi être transmises d'un plant à l'autre par certains insectes, notamment l'agromyze de l'asperge.

Pourriture phytophthoréenne des turions
Phytophthora asparagi

Identification : La pourriture phytophthoréenne des turions (*Phytophthora*) se manifeste sous forme de lésions aqueuses sur les nouvelles pousses au niveau du sol ou juste en dessous. Ces lésions, qui s'allongent et virent au brun pâle, entraînent l'affaissement et le flétrissement de la tige atteinte. Le côté infecté du turion cesse de se développer, puis se recourbe et se roule en crosse.

Les griffes infectées par *Phytophthora* présentent des symptômes très semblables aux infections attribuables à la pourriture du collet par *Fusarium*. La maladie réduit la vigueur des griffes et les réserves en glucides du plant, ce qui nuit à la productivité à long terme des champs infectés.

Biologie : *Phytophthora* est un agent pathogène tellurique. Il peut survivre sous forme d'oospore dans les champs infectés pendant de longues périodes. Les infections surviennent le plus souvent pendant des périodes de fortes pluies ou dans des champs mal drainés. Après avoir infecté une griffe, *Phytophthora* ne la quittera plus.

Des essais en laboratoire ont montré que l'infection par *Phytophthora* se produit uniquement si le plant présente des lésions (causées par l'abrasion du sable ou les éclaboussures de pluie). Le champignon pousse à des températures comprises entre 10 et 25 °C (50 et 77 °F), mais il sévit surtout à 25 °C (77 °F).

Moyens de lutte : Éviter de planter des asperges dans les parties basses du champ, en sol mal drainé ou dans les champs dont le sous-sol est argileux. *Phytophthora* peut se transmettre à partir de ces zones et infecter des plants sains. Le compactage peut freiner le drainage et accroître les risques d'infection, et ce, quel que soit le type de sol.

Adopter des techniques de gestion visant à réduire les sources de stress et à favoriser une croissance vigoureuse des griffes. Éviter de récolter les turions trop tôt ou d'en récolter trop sur les jeunes plants pour ne pas épuiser les réserves en glucides des griffes.

Rouille de l'asperge
Puccinia asparagi

Identification : La première infection, causée par des basidiospores, se manifeste sous la forme de lésions vert pâle légèrement convexes mesurant entre 10 et 20 mm (¼ et ½ po) de longueur. À mesure que les lésions progressent, elles prennent une teinte crème à orange pâle. Ces infections initiales apparaissent généralement à la base des tiges.

Au début de l'été, les éciospores dispersées par le vent ou la pluie produisent des lésions orange vif ponctuées de pustules caractéristiques (Figure 7–22).



Figure 7–22. Éciospores produites par le champignon de la rouille

Les infections survenant à la moitié de l'été se manifestent sous la forme de pustules convexes brun rougeâtre. Ces lésions sécrètent des urédospores qui continuent d'infecter les plants tout le reste de l'été. Les nouvelles générations de champignons voient le jour tous les 10 à 14 jours, ce qui peut entraîner, si les conditions météorologiques sont propices, une propagation rapide de la maladie. Ces cloques rouge brique peuvent surgir sur toutes les parties de la plante (Figure 7–23).



Figure 7–23. Urédospores produites par le champignon de la rouille

Vers la fin de l'été ou le début de l'automne, des spores hivernantes commencent à apparaître dans le feuillage supérieur, sous forme de lésions foncées presque noires. En cas d'infection grave, le plant peut mourir prématurément à l'automne, réduisant la vigueur de la griffe et nuisant à la récolte de l'année suivante.

Biologie : Le champignon de la rouille passe l'hiver dans le champ, sur les résidus de culture. Il peut infecter les jeunes tiges d'avril jusqu'à début septembre. Les journées chaudes avec une forte rosée, du brouillard ou de la bruine offrent des conditions favorables à l'infection. Celle-ci peut se déclarer si les feuilles sont humides pendant aussi peu que trois à neuf heures.

Dépistage et seuils : Chercher des lésions à la base des plants. On repère souvent la rouille d'abord dans des champs d'asperges âgés de deux ans ou des champs immatures lorsque les plants développent leur feuillage. Ces champs constituent alors une première source d'inoculum pour les champs matures plus tard dans la saison.

Moyens de lutte : Certains cultivars d'asperge sont modérément résistants à la rouille. Éviter de trop densifier les cultures, ce qui réduirait la circulation de l'air dans le champ et prolongerait les périodes d'humidité sur les feuilles, et, du même coup, les périodes d'infection active.

Protéger les plants dès que les rameaux mesurent environ 30 cm (12 po) de hauteur, généralement au début juin dans les cultures nouvellement établies ou au début juillet dans les cultures plus matures. Il est important de recouvrir intégralement le feuillage de fongicide.

Tache pourpre
Stemphylium vesicarium

Identification : Des taches elliptiques déprimées, chamois ou brunes, à auréole violacée, apparaissent sur les turions, les tiges et les rameaux des plants infectés. À mesure que la maladie progresse, les lésions grossissent et convergent, tuant les tissus touchés et causant une défoliation massive. De petites spores noires (pseudothèces) sont visibles à la base des plants infectés, particulièrement sur les résidus de culture de l'année précédente (Figure 7–24).



Figure 7–24. Pseudothèces du champignon *Stemphylium*

Cette maladie réduit la qualité marchande des turions. Les infections graves durant l'été font mourir prématurément les parties aériennes, ce qui peut provoquer à la saison suivante une baisse du rendement pouvant atteindre 52 %. Les premières infections surviennent habituellement dans les 30 cm (12 po) inférieurs de la tige et se déplacent vers le feuillage au fil du temps.

Biologie : Le champignon *Stemphylium* hiverne sur les résidus de culture d'asperge. Pendant la récolte, les infections se déclenchent souvent dans les lésions microscopiques causées par l'action abrasive du sable ou de forts vents, qui ouvrent la voie au champignon. Une fois installé, *Stemphylium* libère ses spores pendant tout le reste de la saison de croissance et infecte les pousses à mesure qu'elles sortent. On sait que *Stemphylium vesicarium* est un ravageur de l'asperge, de l'oignon et de la poire, mais les recherches indiquent que les infections entre différentes cultures sont rares.

La tache pourpre est à craindre surtout durant les périodes de temps frais et humide. Elle survient à des températures comprises entre 0 et 30 °C (32 et 86 °F), son pic d'activité se produisant entre 15 et 25 °C (59 et 77 °F). Le champignon est souvent actif au début du printemps, puis de nouveau à la fin de l'été. Le temps chaud et sec en juillet et en août ralentit la progression de la maladie. Cependant, les taux d'infection augmentent souvent en flèche au retour du temps frais au début de l'automne.

Même dans les champs n'ayant pas été touchés par la tache pourpre pendant la saison de végétation, les taux d'inoculum hivernant peuvent continuer de se développer après que le feuillage des plants soit mort à la fin de la saison, particulièrement lorsque les températures sont encore au-dessus du point de congélation et que le temps est humide, comme c'est courant à la fin de l'automne.

Dépistage et seuils : Dès que le feuillage commence à se développer, inspecter les plants à la recherche de signes de lésions à leur base. Continuer la surveillance tout au long de la saison de végétation, particulièrement si des températures nocturnes fraîches provoquent des rosées abondantes et des périodes d'humidité prolongées du feuillage.

Aucun seuil d'intervention n'a été fixé. Les programmes de fongicides efficaces s'appuient sur des applications préventives, avant l'établissement de la maladie.

Moyens de lutte : Planter des cultures couvre-sol et adopter des pratiques de travail réduit du sol ou sans labour pour minimiser l'action abrasive du sable et les dommages causés par le vent. Les champs dans lesquels on ne travaille pas le sol peuvent accueillir un inoculum hivernant plus important. Cependant, le travail du sol endommage les griffes, ce qui augmente le risque d'infection à *Fusarium* et de baisse de productivité du champ à long terme. Les avantages de ne pratiquer aucun travail du sol dépassent donc les risques que pose *Stemphylium*.

Les plants d'asperges de deux et de trois ans sont souvent une source d'inoculum secondaire. Commencer à surveiller ces champs et à y chercher des signes d'infection immédiatement après la récolte et lancer un programme de traitement aux fongicides dès l'apparition de symptômes.

Insectes

Agromyze de l'asperge
Ophiomyia simplex

Identification : L'agromyze de l'asperge adulte est une mouche noire brillante d'environ 3,5 à 5 mm (⅛ à ¼ po) de longueur. Sa larve, asticot tubulaire, est blanc crème. Elle traverse trois stades larvaires et peut atteindre 5 mm (¼ po) de longueur.

Dommages : La larve creuse juste sous l'épiderme des tiges des tunnels sinueux (galeries), normalement près de la base des plants.

Biologie : Les insectes adultes émergent à la fin mai ou au début juin. On compte deux générations par an. Les pics de population se produisent à la mi-juin et à la mi-août.

Dépistage et seuils : Aucun seuil n'a été établi.

Moyens de lutte : En général, l'agromyze de l'asperge n'occasionne pas de dégâts importants aux griffes ni de baisse notable du rendement. Cependant, il transmet *Fusarium* des plants infectés aux plants sains. Voir *Pourriture fusarienne du collet*, aussi dans *Asperges*.

Les insecticides foliaires ne sont généralement pas efficaces pour maîtriser les adultes ou les larves de l'agromyze. Il existe des modèles s'appuyant sur les degrés-jours pour prévoir les deux pics générationnels de ce ravageur. Voir *Degrés-jours de croissance*, au chapitre 4.

Criocère de l'asperge et criocère à douze points

Crioceris asparagi, *Crioceris duodecimpunctata*

Identification : La larve du criocère de l'asperge a un corps mou vert-gris foncé; sa tête et ses pattes sont noires. Le corps de l'insecte adulte est bleu-noir métallique. Les bordures de ses ailes sont rouges, et chacune des couvertures alaires est ornée de trois marques rectangulaires crème caractéristiques. Les œufs en forme de balle de fusil sont jaunes à brun rougeâtre et sont pondus en grappes perpendiculaires aux turions. Le corps du criocère à douze points, plus rare, est orange rougeâtre, et chacune de ses ailes est ornée de six points noirs. La larve de cette espèce, plutôt quelconque, est grise et ressemble à une limace. Sa tête est noire, et elle possède des pattes noires robustes.

Dommages : Pendant la récolte, la présence sur les turions de morsures et d'œufs peut diminuer la proportion d'asperges commercialisables. Après la récolte, les insectes qui dévorent le feuillage affaiblissent les plants, ce qui a pour effet de réduire les quantités de glucides accumulés dans les racines tubéreuses. Le stress causé par les lésions qu'infligent les criocères en se nourrissant peut prédisposer les plants à certaines maladies. Le criocère à douze points cause habituellement moins de dommages que son cousin plus commun.

Biologie : Les criocères passent l'hiver à l'état adulte dans les résidus de culture et les endroits abrités comme les plantes brise-vent au feuillage persistant. L'émergence de l'insecte et la ponte coïncident habituellement avec la période de la récolte. Après la récolte, les larves de première génération se nourrissent du feuillage. Les plants en pépinières et les jeunes cultures sont souvent les plus susceptibles de se faire attaquer par ces larves. Une deuxième génération d'adultes (et de larves) voit le jour à la fin juillet.

Dépistage et seuils : Lorsque c'est possible, inspecter l'aspergeraie durant l'après-midi quand le criocère est le plus actif. Porter une attention particulière aux pourtours des champs, spécialement aux rangées qui les bordent et aux plantes brise-vent au feuillage persistant.

Œufs :	1 à 2 % de tiges touchées
Larves sur le feuillage :	50 % de griffes présentant des larves ou 10 % de défoliation
Adultes sur le feuillage :	5 à 10 % de plants infestés

Comme dans le cas de maladies foliaires, les conséquences de multiples années de dommages au feuillage sur la santé de la griffe sont cumulatives. Dans un champ ayant déjà été infesté, envisager d'abaisser les seuils d'intervention.

Moyens de lutte : Envisager des pulvérisations localisées pour cibler les coléoptères hivernants lorsqu'ils entrent dans le champ. Au moment de sélectionner une mesure de maîtrise chimique à appliquer pendant la saison de la récolte, porter une attention particulière au délai à laisser avant la récolte. Les champs en deuxième année de culture et les champs immatures sont souvent les plus vulnérables aux infestations, comme les plants qui y poussent développent leur feuillage en même temps que le pic d'activité des larves de première génération.

Puceron de l'asperge

Brachycorynella asparagi

Identification : Le puceron de l'asperge est très petit (moins d'un millimètre [1/16 po] de longueur), bien plus petit que les autres types de pucerons qu'on trouve habituellement dans les cultures maraîchères. Son corps vert est couvert d'une cire grise farineuse. Ses cornicules (sorte d'appendices tubulaires à la base de l'abdomen de toutes les espèces de pucerons) sont très courtes et invisibles à l'œil nu.

Dommages : Les pucerons sucent la sève des plants, souvent sous les bractées ou à la base des aiguilles. En perçant les tissus, ils injectent dans la plante une toxine qui cause le développement d'une excroissance sur la tige au site de la lésion pouvant ressembler à un bonsaï ou à une boule de feuilles. Sous l'effet des activités alimentaires des insectes, les cladodes se rabougrissent et les entre-nœuds des tiges raccourcissent. Ce puceron peut aussi transmettre divers virus de l'asperge, mais ce n'est habituellement pas un problème en Ontario.

Biologie : Le puceron de l'asperge se nourrit exclusivement de cette plante. Il passe l'hiver sous la forme d'œuf dans des résidus de culture et les bordures de champs voisins. L'éclosion a lieu au début du printemps lorsque les turions commencent à pousser. Pendant la saison de végétation, les pucerons femelles accouchent d'individus vivants. Une génération de mâles voit le jour au début de l'automne. Les pucerons adultes s'accouplent et pondent des œufs qui passeront l'hiver sous cette forme. Les insectes adultes qu'on trouve dans le feuillage sont habituellement aptères (sans ailes), quoiqu'il arrive qu'il se développe une génération d'insectes dotés d'ailes (alifères).

Dépistage et seuils : Pendant le dépistage, chercher des rameaux et des bouts de tiges tordues. Les pucerons sont souvent durs à repérer sur les plants. Là où on suspecte une infestation, secouer le feuillage au-dessus d'une surface de couleur pâle pour déloger les pucerons et les identifier. Au Michigan, on recommande de pulvériser les cultures une fois atteint le seuil de 5 % de plants endommagés.

Moyens de lutte : En Ontario, on n'observe habituellement pas de pucerons dans les champs d'asperges.

Punaise marbrée

Voir chapitre 5.

Scarabée japonais

Voir *Ver blanc/hanneton européen*, au chapitre 5.

Vers-gris

Voir chapitre 5.

Aubergines



	Repiquage	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.
LÉGENDE : Jamais observé — Souvent observé — Peu commun						
Maladies						
Anthracnose						
Brûlure alternarienne (alternariose)						
Brûlure phomopsienne						
Brûlure phytophtoréenne						
Flétrissement verticillien						
Fonte des semis / pourriture des racines						
Pourritures des fruits d'origine bactérienne						
Insectes						
Altises						
Doryphore de la pomme de terre						
Pucerons						
Punaise marbrée*						
Punaise terne						
Tétranyque à deux points						
Ver fil-de-fer						
Ver-gris						
Troubles physiologiques						
Dommages causés par le vent						
Dommages dus à la foudre						
Flétrissure du noyer						
Nécrose apicale						
Pollution atmosphérique						

* Ravageur peu commun en Ontario, mais pouvant être problématique sur d'autres territoires.

Figure 7–25. Stades de développement de l'aubergine et calendrier d'activité des ravageurs. La période réelle d'activité des ravageurs varie considérablement d'une année à l'autre selon des facteurs environnementaux.

Croissance

En Ontario, l'aubergine est cultivée au champ à partir de plants de repiquage produits en serre pendant 7 à 9 semaines environ. La germination des semences prend entre 7 et 10 jours après le semis; deux feuilles primordiales ovales et allongées poussent, les cotylédons. Les deux feuilles suivantes sont les premières feuilles vraies; elles ont la forme d'une vraie feuille d'aubergine. Les plants pour le marché du frais sont habituellement repiqués lorsqu'ils atteignent environ 10 à 20 cm (4 à 8 po) et ont six feuilles vraies ou plus.

Une fois repiqué, le plant poursuit la croissance de son système racinaire et sa croissance végétative (développement des feuilles). Le stade de la floraison commence dès que les premières fleurs sont visibles. La pollinisation est majoritairement assurée par les insectes, à la suite de quoi de petits fruits commencent à se former : c'est le stade de la nouaison. Débute ensuite l'étape du grossissement des fruits. Les aubergines sont prêtes à être récoltées quand elles atteignent un calibre commercialisable, mais avant que les graines se colorent ou que le fruit ramollisse. Les fruits sont cueillis une à deux fois par semaine jusqu'à ce que la température baisse, marquant la fin de la production.

Exigences de production

Types de sol :	Loams sableux bien drainés
pH du sol :	5,5 à 6,5
Cultures recommandées dans la rotation :	Brassicacées, céréales, haricots, maïs, pois, soya
Cultures déconseillées dans la rotation :	Piments, poivrons, pommes de terre, tabac, tomates
Température minimale du sol :	16 °C (61 °F)
Température optimale de l'air :	22 à 30 °C (71 à 86 °F)
Date de semis la plus précoce :	Tard en mai, quand il n'y a plus de risques de gel

Tableau 7–9. Conditions de germination et de croissance des plants d'aubergine

Poids de semences pour obtenir 10 000 plants	Profondeur de semis	Température de germination			Délai semis-levée (jours)	Température de croissance optimale		Tolérance au pH	Durée de production (sem.)
		Min.	Opt.	Max.		Jour	Nuit		
113 g (4 oz)	0,6 cm (¼ po)	24 °C (75 °F)	29 °C (84 °F)	32 °C (90 °F)	7-10	21-27 °C (70-81 °F)	18-21 °C (64-70 °F)	6,0-6,8	7-9

Semis et espacements

Voir le Tableau 7–9.

Les plants d'aubergine réagissent fortement aux engrais. Pour une fertilisation à chaque arrosage, utiliser environ 100 ppm d'azote. Augmenter la concentration si l'application est plus espacée. Voir le Tableau 1–14, au chapitre 1.

La qualité de l'eau est un aspect important de la production de plants de repiquage. Voir le Tableau 1–16, au chapitre 1.

Voir le Tableau 7–10.

Tableau 7–10. Distance de plantation des aubergines

Distance entre les rangs	Espacement sur le rang	Taux de semis
90-120 cm (36-48 po)	45-60 cm (18-24 po)	Environ 200-300 g de semences donnent suffisamment de plants pour couvrir 1 ha (2 ½ acres).

Tableau 7–11. Besoins en phosphore des aubergines

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en phosphore évaluée par extraction au bicarbonate de sodium (ppm)													
	0-3	4-5	6-7	8-9	10-12	13-15	16-20	21-25	26-30	31-40	41-50	51-60	61-80	81 ou plus
Sols minéraux														
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	270 (241) (EE)	260 (232) (EE)	250 (223) (EE)	240 (214) (EE)	230 (205) (EE)	220 (196) (EE)	200 (178) (EE)	170 (152) (EE)	140 (125) (EM)	110 (98) (EM)	80 (71) (EM)	50 (45) (EF)	0 (ETF)	0 (ETF)

Tableau 7–12. Besoins en potassium des aubergines

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en potassium évaluée par extraction à l'acétate d'ammonium (ppm)											
	0-15	16-30	31-45	46-60	61-80	81-100	101-120	121-150	151-180	181-210	211-250	251 ou plus
Sols minéraux												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	270 (241) (EE)	250 (223) (EE)	230 (205) (EE)	200 (178) (EE)	170 (152) (EE)	130 (116) (EE)	100 (89) (EM)	80 (71) (EM)	50 (45) (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (EN)

Plasticulture et allongement de la saison

Les aubergines réagissent bien à l'emploi de paillis plastique et de couvertures (bâches à plat et minitunnels). Elles sont toutefois très sensibles au froid : les couvertures pourraient ne pas assurer une protection suffisante contre le gel. Surveiller régulièrement la température sous la couverture et ventiler quand elle atteint 35 °C (95 °F) ou plus. Retirer les couvertures une fois que les conditions sont favorables à une bonne croissance et avant la pollinisation. Pour limiter la croissance des mauvaises herbes sous le paillis, en choisir un qui bloque la transmission de la plupart des rayons lumineux; il peut s'agir d'un paillis noir, noir-blanc ou plastique infrarouge.

Fertilisation

Macronutriments

Azote

Épandre au maximum 70 kg par hectare (62 lb par acre). Avant le semis, épandre en surface 35 kg par hectare (31 lb par acre), en même temps que la quantité totale de phosphate et de potasse nécessaire. Le reste de l'azote doit être épandu en bandes latérales trois ou quatre semaines après le repiquage.

Réduire la fertilisation azotée (N) après un apport de fumier ou l'incorporation au sol d'engrais vert de légumineuses. Voir le Tableau 1–12 et le Tableau 1–13, au chapitre 1.

Phosphore et potassium

Faire analyser le sol pour déterminer les besoins en phosphore et en potassium. Voir le Tableau 7–11 et le Tableau 7–12.

Engrais de démarrage

Lors du repiquage des plants, appliquer un engrais de démarrage riche en phosphore. Cet apport est particulièrement important quand le sol est froid. Voir *Engrais de démarrage dans les cultures maraîchères*, au chapitre 1. Ajuster les quantités recommandées selon les températures indiquées dans le Tableau 7–13.

Tableau 7–13. Solution de démarrage pour plants d'aubergines

Température du sol	Concentration de la solution de démarrage[1]
Inférieure à 18 °C (64 °F)	Utiliser la quantité recommandée sur l'étiquette.
18-27 °C (64-81 °F)	Utiliser la moitié de la quantité recommandée sur l'étiquette.
Supérieure à 27 °C (81 °F)	Aucun engrais de démarrage n'est ordinairement requis.

[1] Par temps sec ou dans des sols sableux renfermant moins de 2 % de matière organique, utiliser la moitié de la dose recommandée.

Analyse de tissus végétaux

Utilisée en association avec une analyse de sol, l'analyse de tissus végétaux apporte des indications utiles pour diagnostiquer des troubles de croissance ou évaluer un programme de fertilisation. L'analyse des tissus végétaux ne peut remplacer ni l'analyse de sol ni un bon programme de fertilisation du sol.

Pour en savoir plus, voir le Tableau 7–14 et *Analyse de tissus végétaux*, au chapitre 1.

Irrigation

Nota : Quiconque veut puiser plus de 50 000 l (13 209 gal) d'eau en une même journée, que ce soit d'une eau de surface ou d'une nappe souterraine, doit s'adresser au ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs de l'Ontario pour obtenir un permis de prélèvement d'eau.

La plupart des cultures maraîchères exigent des apports en eau réguliers tout au long de la saison de croissance. En Ontario, il tombe en moyenne 70 mm (2 ¾ po) de pluie par mois pendant la saison de végétation, ce qui ne couvre que 65 % de la quantité d'eau dont la plupart des cultures maraîchères ont besoin pour donner un rendement optimal. Les statistiques montrent que l'humidité du sol est souvent à son plus bas niveau en juillet et en août, les deux mois où les plantes ont le plus besoin d'eau.

Les aubergines sont généralement sensibles à l'irrigation. Le stress hydrique peut causer des problèmes comme la coulure et nuire à la taille des fruits, au rendement et à la qualité. Les périodes critiques d'irrigation pour cette plante sont la floraison, la nouaison et le grossissement. Si le taux d'humidité disponible dans la zone racinaire (30 à 60 cm [12 à 24 po] de profondeur) atteint 50 % durant la période critique d'irrigation, un arrosage peut aider à préserver le rendement et la qualité des cultures. Avec un système d'irrigation goutte à goutte, envisager d'irriguer quand la quantité d'eau du sol disponible pour les plantes tombe en deçà de 85 %.

Tableau 7–14. Teneurs en éléments nutritifs des aubergines

Parties du plant	Moment de l'échantillonnage	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
		Pourcentage (%)						Parties par million (ppm)					
Dernière feuille à s'être entièrement formée	Premiers fruits	4,2-5	0,3-0,6	3,5-5	0,8-1,5	0,25-0,6	0,4-0,6	50-100	50-100	20-40	20-40	5-10	0,5-0,8

Adaptation de HOCHMUTH G., et coll. *Plant Tissue Analysis and Interpretation for Vegetable Crops in Florida,* University of Florida, IFAS Extension, nº HS964, 2018.

Il existe divers types de systèmes d'irrigation adaptés à la production maraîchère : asperseurs déplacés à la main, canons d'arrosage automoteurs, rampes mobiles à pivot central et rampes mobiles en ligne et systèmes d'irrigation goutte à goutte. Quel que soit le type de système, il est important de programmer les irrigations de manière à éviter aux plantes le stress hydrique et de distribuer l'eau aux moments critiques. Des arrosages effectués au bon moment réduisent les risques de pertes d'éléments nutritifs et l'incidence des maladies attribuables à un excès d'eau. Les irrigations peuvent être programmées suivant l'une ou l'autre des deux méthodes fondamentales : le bilan hydrique ou la mesure de l'humidité du sol.

Pour plus d'information sur l'irrigation, consulter les ressources suivantes :

- *Pratiques de gestion optimales – La gestion de l'eau*
- *Pratiques de gestion optimales – Gestion de l'irrigation*
- Fiche technique du MAAARO – *Surveiller l'humidité du sol pour améliorer les décisions d'irrigation*
- Fiche technique du MAAARO – *Comment assurer l'irrigation en cas de pénurie d'eau*

Fertirrigation

On appelle fertirrigation la méthode qui consiste à utiliser le réseau d'irrigation goutte à goutte pour apporter aux plantes à la fois eau et éléments nutritifs. Elle permet d'améliorer le rendement et la qualité de nombreuses cultures maraîchères.

Dissoudre une solution-mère d'engrais soluble dans un réservoir. Au moyen d'une valve, laisser entrer la solution dans le réseau d'irrigation, par aspiration ou par pression. Veiller à ce que la solution fertilisante s'introduise lentement dans l'eau d'irrigation. Une fois que tout l'engrais a été distribué, continuer à irriguer pour bien rincer les canalisations. **Ne pas utiliser les gaines perforées pour appliquer du phosphore**, car certaines formes de cet élément peuvent obstruer les goutteurs. Par ailleurs, les engrais phosphatés stimulent la croissance des algues dans les tuyaux-goutteurs, ce qui risque de les boucher.

L'adjonction d'engrais à l'eau du système de fertirrigation se fait d'ordinaire une fois par semaine. Elle peut cependant être plus ou moins fréquente en fonction des caractéristiques techniques du système, du type de sol et des contraintes de temps. Il est important que le cycle d'irrigation se poursuive un certain temps après chaque injection d'engrais pour que le système soit rincé à fond, mais attention à ne pas trop arroser après la fertirrigation, car un surplus d'eau risque de lessiver l'engrais sous la zone racinaire.

Pour les aubergines cultivées avec fertirrigation, avant le semis, épandre en pleine surface la quantité totale de phosphate nécessaire et environ 50 % de l'azote et de la potasse requis. Incorporer le reste au système d'irrigation goutte à goutte selon les doses indiquées dans le Tableau 7–15.

Aucune recommandation n'a été établie pour la fertirrigation de cultures d'aubergines en Ontario.

Tableau 7–15. Apports d'azote et de potasse par fertirrigation aux aubergines

Stade	Dose par semaine
Du repiquage à la nouaison	3-5 kg/ha (2,7-4,5 lb/acre)
Du grossissement des fruits à la récolte	7-10 kg/ha (6,2-9 lb/acre)
Pendant la récolte	3-5 kg/ha (2,7-4,5 lb/acre)

Adaptation des recommandations pour les cucurbitacées et les piments et poivrons.

Récolte

Habituellement, les aubergines atteignent la maturité entre 50 et 80 jours après le repiquage. La récolte commence au début août et peut se poursuivre jusqu'au premier gel. Les cultivateurs qui utilisent des techniques d'allongement de la saison peuvent prolonger la récolte au-delà de ces dates. La récolte se fait généralement une à deux fois par semaine jusqu'à la chute des températures et la fin de la période de production des plants.

Récolter les aubergines quand elles ont atteint un calibre commercialisable, mais avant que leurs graines commencent à changer de couleur. Les fruits doivent être luisants et fermes, et non mous et spongieux. Récolter les aubergines en coupant le pédoncule. Manipuler les fruits prudemment, car ils se meurtrissent facilement. Voici les rendements moyens :

Rendements moyens* : 1 250 boîtes de fruits calibrés par hectare (50 boîtes de fruits calibrés par acre)

Contenant standard : Boisseau de 36 litres (18 ou 24 fruits par boîte)

* Pour les types standard mauves de gros calibre

Entreposage

Après la récolte, les aubergines destinées au marché du frais sont lavées dans de l'eau chlorée (100-150 ppm de chlore) pour les débarrasser des agents de pourriture. Un refroidissement rapide et efficace est le moyen le plus sûr de maintenir la qualité et la durée de conservation des fruits frais. Il est essentiel que seuls les produits de bonne qualité soient placés en entrepôts frigorifiques. Pour les aubergines, les méthodes les plus courantes sont le refroidissement en chambre froide et par air pulsé.

Refroidissement en chambre froide

Les contenants de produits sont placés dans une chambre réfrigérée où l'air froid qui circule sur les serpentins de l'évaporateur fait lentement descendre leur température. Il est très long d'abaisser la température des fruits et légumes frais à une température d'entreposage convenable. L'air froid ne pénètre pas toujours profondément à l'intérieur des contenants. Les produits hautement périssables sont donc exposés à des pertes importantes de qualité et leur durée de conservation s'en trouve raccourcie.

Refroidissement par air pulsé

Les produits sont placés dans une chambre réfrigérée et l'air froid est aspiré à travers les contenants à l'aide de ventilateurs de forte puissance. Un système bien conçu permet un contact adéquat entre les produits et l'air froid. Le refroidissement ne se fait pas aussi rapidement par air pulsé que par eau glacée. Toutefois, ce procédé convient à une plus grande diversité de fruits et légumes frais et il s'adapte bien aux petites exploitations. Le refroidissement par air pulsé doit se faire rapidement afin que les fruits et légumes frais ne se déshydratent pas trop.

Conditions d'entreposage des aubergines

Température d'entreposage :	7 à 13 °C (45 à 55 °F)
Humidité relative :	90 à 95 %
Durée :	1 semaine (mûres)
Dommages causés par le froid :	Brunissement de la chair, taches déprimées, pourriture du calice ou du fruit

Lutte contre les ravageurs et les troubles physiologiques

Voir la Figure 7–25 *Stades de développement de l'aubergine et calendrier des activités des ravageurs.*

Maladies

Anthracnose

Colletotrichum melongenae

Identification : Les lésions sur les feuilles passent inaperçues. Sur les fruits de l'aubergine, elles prennent la forme de petites taches circulaires, creuses et gorgées d'eau. Ces lésions grossissent progressivement en formant des anneaux concentriques, pour atteindre 20 mm (¾ po) de diamètre. Elles noircissent, et leur centre se couvre de petites structures fongiques noires.

Biologie : L'anthracnose hiverne dans les résidus de plants infectés. Elle peut aussi survivre dans le sol pendant une courte période. De nombreuses mauvaises herbes communes et certaines cultures hôtes ne présentent aucun symptôme. L'anthracnose est également véhiculée par les semences. Une fois les lésions installées sur les feuilles ou les fruits, elles agissent comme inoculum et répandent l'infection.

Les infections peuvent se déclencher n'importe quand, lorsque la température est comprise entre 10 et 30 °C (50 et 86 °F). Les foyers s'étendent rapidement durant les périodes prolongées d'humectation des feuilles.

Moyens de lutte : Pratiquer une rotation d'au moins trois ans sans culture de la famille des solanacées. Maîtriser les mauvaises herbes qui peuvent être les hôtes du champignon de l'anthracnose. Utiliser des semences traitées ou exemptes de maladies.

Il faut appliquer les fongicides avant le déclenchement d'infections – donc bien avant l'apparition des premiers symptômes. Lorsque c'est possible, utiliser le service TOMcast pour planifier les traitements fongicides (voir *Modèles de prédiction des maladies*, au chapitre 4). Une pulvérisation au bon moment est efficace pour réduire l'importance des pertes que cette maladie peut engendrer.

Si TOMcast n'est pas disponible, commencer le programme de pulvérisations préventives quand les premiers fruits ont à peu près la grosseur d'une noix de Grenoble. Pulvériser à intervalles de 5 à 7 jours durant les longues périodes de temps

humide. Par temps chaud et sec, et si la maladie est sous contrôle, pulvériser plutôt à intervalles de 12 à 14 jours. Poursuivre le programme presque jusqu'à la récolte. Des lésions d'anthracnose peuvent apparaître sur des fruits non protégés en moins de 5 à 6 jours si les conditions y sont favorables.

Brûlure alternarienne (alternariose)
Alternaria solani

Identification : Les premiers signes de la maladie apparaissent souvent sur les feuilles les plus matures, qui restent humides à l'intérieur du couvert végétal. Les premiers symptômes sont de petites taches foliaires foncées de 8 à 13 mm de diamètre (¼ à ½ po). Les lésions en anneaux concentriques foncés (en forme de cible) sont circulaires ou anguleuses et grossissent avec le temps. Elles sont habituellement délimitées par les grosses nervures et sont cernées par un halo étroit jaune-vert. En cas d'infection grave, le feuillage sera entièrement recouvert de lésions et se desséchera. Ces dernières peuvent aussi toucher les tiges et les boutons floraux.

Les symptômes sur les fruits apparaissent le plus souvent vers la fin de la saison, particulièrement lorsque de longues périodes d'humidité se produisent pendant la récolte.

De couleur foncée, les lésions sur les fruits prennent la forme de taches enfoncées formées d'anneaux concentriques. Elles peuvent s'étendre et couvrir ainsi de grandes portions du fruit. Les anneaux concentriques, caractéristiques des lésions foliaires chez la tomate et la pomme de terre, ne sont pas toujours visibles sur le feuillage de l'aubergine.

Biologie : Les spores du champignon de la brûlure alternarienne hivernent au champ dans les résidus de récolte, sur les tubercules infectés (pomme de terre), sur des semences infectées (tomate et aubergine) et sur les mauvaises herbes hôtes, telles que la morelle poilue.

L'infection se déclenche à des températures chaudes (20 à 30 °C [68 à 86 °F]) et pendant les périodes d'humidité prolongée des feuilles, provoquées par un temps pluvieux ou de fortes rosées. Les spores sont principalement disséminées par le vent et les éclaboussures. Pour ces raisons, la maladie progresse rapidement pendant les périodes d'alternance entre temps humide et temps sec.

Brûlure phomopsienne
Phomopsis vexans

Identification : Ce champignon pathogène provoque l'apparition de lésions sur les feuilles, les tiges et les fruits. Il s'attaque aussi aux plantules. Les lésions foliaires, qui ont une teinte allant de grise à brune et des bords foncés, peuvent atteindre 2,5 cm (1 po) de diamètre. Celles qui sont plus anciennes présentent une couleur pâle au centre et de petites taches noires (pycnides) formant parfois des anneaux concentriques. Sur les fruits, les premiers symptômes sont des lésions pâles et creuses qui foncent et peuvent attendre 5 à 8 cm (2 à 3 po) de diamètre. Elles peuvent converger et ainsi couvrir la majeure partie de la surface du fruit (Figure 7–26).



Figure 7–26. Lésions de la brûlure phomopsienne sur une feuille d'aubergine

Biologie : Le champignon peut survivre sur des débris de plantes (pendant plus d'un an) ou sur des semences et est propagé par des éclaboussures. Le développement de la maladie est favorisé par du temps chaud et humide.

Moyens de lutte : Réduire la transmission de la maladie par les résidus de récolte en faisant une rotation des cultures d'au moins trois ans. Vérifier que les plantules ne présentent pas de symptômes avant de les repiquer.

Brûlure phytophtoréenne
Phytophthora capsici

L'infection se produit quand des fruits sont en contact avec le sol ou éclaboussés de terre. Il cause l'apparition d'anneaux concentriques gris ou bruns.

Identification : Au départ, la surface du fruit demeure lisse, mais elle se plisse à mesure que la chair en dessous pourrit. Des conditions humides peuvent aussi déclencher une sporulation sur les fruits. Sur les feuilles, les symptômes découlent principalement d'éclaboussures de sol causées par l'eau ou la machinerie. Les lésions foliaires ont une couleur allant de brun foncé à vert noirâtre et comportent souvent une zone brun pâle là où l'infection a débuté. Elles peuvent converger et ainsi prendre de l'expansion (Figure 7–27).



Figure 7–27. Symptômes d'une infection à *Phytophthora capsici* sur les feuilles et la tige (A) et le fruit (B) d'un plant d'aubergine
Source : Gerald Holmes, Strawberry Centre, Cal Poly, San Luis Obispo, bugwood.org.

Biologie : *Phytophthora* survit entre les cultures dans la terre sous forme d'oospore à paroi épaisse ou sur des résidus de récolte sous forme de mycélium. Les oospores peuvent survivre dans le sol de 5 à 10 ans. Dans des systèmes de production intensive de solanacées et de cucurbitacées, où les périodes de rotation des cultures sont courtes, les niveaux d'inoculum s'accumulent, ce qui peut à terme provoquer un problème de production grave.

Les spores se disséminent sur de longues distances dans l'air, sur du matériel et des véhicules et par éclaboussures.

Phytophthora se propage rapidement par temps chaud et humide. Les conditions les plus propices à l'infection sont les sols humides à plus de 18 °C (64 °F) et les températures entre 24 et 29 °C (75 à 84 °F).

Moyens de lutte : *Phytophthora* est de plus en plus courant dans certaines régions de l'Ontario. Une fois établi dans un champ, il est extrêmement difficile à éliminer. C'est donc sur la prévention qu'il faut miser.

Pratiquer une rotation des cultures incluant au moins trois ans de cultures non hôtes. Choisir des champs bien drainés.

La culture sur planches surélevées, l'emploi des paillis plastique, l'amélioration du drainage et la résolution des problèmes de compaction du sous-sol réduisent considérablement les infections à *Phytophthora capsici*. Les planches doivent avoir la forme de dômes pour prévenir l'accumulation d'eau à la base des plants. S'assurer que le semoir ne creuse pas de fossé au pied des plants.

Flétrissement verticillien
Verticillium albo-atrum, V. dahliae

Identification : Chez l'aubergine, le premier symptôme du flétrissement verticillien est le jaunissement des feuilles, souvent suivi d'un flétrissement (particulièrement pendant les heures chaudes de la journée et se résorbant la nuit). Des lésions foliaires jaunes, souvent en forme de « V », se développent entre les nervures et le rebord de la feuille, d'abord sur les feuilles inférieures. Les tissus dans les lésions peuvent se nécroser et sont habituellement auréolés d'une zone jaune irrégulière. Il arrive que les feuilles environnantes jaunissent sans toutefois brunir au début. C'est ce qui permet de distinguer le flétrissement verticillien de la brûlure alternarienne. Ces symptômes ne touchent souvent qu'un côté de la plante ou une face des feuilles. Lorsque coupée sur le

sens de la longueur, la tige principale révèle un tissu vasculaire brun, particulièrement au niveau du sol (Figure 7–28).

Biologie : L'inoculum fongique survit dans le sol et sur des résidus de plantes hôtes. Certaines espèces de mauvaises herbes peuvent aussi servir d'hôtes, comme l'herbe à poux, les chénopodes, l'amarante, l'abutilon et les mauvaises herbes de la famille des solanacées.

Les symptômes s'intensifient souvent après la nouaison ou durant les périodes sèches. La présence de nématodes phytoparasites peut aggraver les conséquences de la maladie.



Figure 7–28. Lésion caractéristique en forme de « V » du flétrissement verticillien sur un plant d'aubergine

Moyens de lutte : Suivre une rotation culturale de quatre à six ans. Ne pas cultiver d'autres espèces hôtes dans la rotation. À titre d'exemple, les céréales et les graminées n'en font pas partie. Supprimer les mauvaises herbes hôtes de la famille des solanacées dans les champs.

Semer des cultivars tolérants si possible. Greffer les plants en utilisant des cultivars de tomate résistants comme porte-greffes s'il y a lieu.

Prélever des échantillons de sol aux fins d'analyse pour vérifier la présence de *Verticillium* et de nématodes. S'ils sont présents en grande quantité, une fumigation du sol peut être nécessaire. Les meilleurs moments pour prélever des échantillons sont les mois de mai, de juin, de septembre et d'octobre. Prélever les échantillons au même moment chaque année et les faire analyser par le même laboratoire, afin de pouvoir comparer les résultats d'année en année. Les populations seront plus faibles au printemps qu'à l'automne. Les seuils sont établis en fonction des échantillons du printemps.

Fonte des semis et pourritures des racines

Voir chapitre 6.

Mildiou

Phytophthora infestans

On a rapporté des infections légères chez l'aubergine, mais elles sont très rares.

Identification : Les premiers symptômes foliaires sont des taches aqueuses vert pâle ou brunes s'étendant rapidement, devenant brune ou noir violacé. Un halo jaune pâle ou vert peut encercler les lésions. Dans des conditions d'humidité élevée, un duvet fongique gris ou blanc peut se développer au revers des feuilles infectées.

Des taches brunes peuvent apparaître sur les pétioles des feuilles et sur les tiges. Les lésions aux tiges peuvent rapidement les ceinturer et les tuer. Dans des conditions favorables, l'agent pathogène peut détruire le feuillage si rapidement qu'il donne l'impression que la plante a été brûlée par le gel. Sur les fruits les lésions prennent la forme de taches vert grisâtre ou brunes, fermes, rugueuses et irrégulières, qui s'étendent rapidement.

Biologie : Le mildiou est causé par l'oomycète *Phytophthora infestans*. Les spores sont produites entre 10 et 27 °C (50 et 81 °F), et plus activement entre 18 et 21 °C (64 à 70 °F) avec une humidité relative de 90 %. Pour qu'elles germent et pénètrent les tissus végétaux, il faut que le feuillage reste humide pendant au moins huit heures. Une fois la plante infectée, les symptômes du mildiou se développent en trois à cinq jours.

L'agent pathogène produit des spores dans les lésions des plantes infectées en tout temps pendant la saison de végétation. Les spores sont ensuite dispersées par la pluie sur les plantes saines avoisinantes ou par le vent dans d'autres zones du champ. Elles peuvent ainsi franchir de grandes distances.

Dépistage et seuils : Cette maladie nécessite une approche de tolérance zéro puisqu'elle se dissémine facilement par le vent et peut rapidement détruire des cultures entières. Commencer le dépistage dès la levée. Inspecter de près les champs, au moins deux fois par semaine, pour détecter le mildiou aux premiers stades. Porter une attention particulière aux pistes des pivots centraux, aux zones de dépression ou longeant des rangées d'arbres et aux autres zones soumises à une humidité élevée pendant de longues

périodes. Vérifier la présence de mildiou dans le bas des plants, où le feuillage demeure humecté plus longtemps et où la maladie est la plus susceptible de se déclarer.

Un seul plant infecté dans tout le champ suffit à déclencher une épidémie. Arracher, mettre en sac et enlever les premières plantes infectées trouvées. Marquer ces zones d'un drapeau et y revenir régulièrement. Toujours inspecter les champs infectés à la fin de la journée pour éviter de propager l'infection dans les champs sains.

Moyens de lutte : La plupart des fongicides préventifs à pulvériser contre la brûlure alternarienne et l'anthracnose protègent aussi les aubergines contre le mildiou. Au besoin, pulvériser un fongicide à intervalles de cinq à sept jours, en utilisant des produits qui sont spécifiquement recommandés pour lutter contre le mildiou. Pour savoir où a été détecté le mildiou dans les cultures de solanacées en Ontario et dans les régions avoisinantes, visiter les sites ONvegetables.com et usablight.org.

Rincer tout l'équipement agricole après avoir quitté un champ infecté. Les pièces d'équipement transportant des tissus végétaux contaminés peuvent contribuer à disséminer l'agent pathogène dans des champs sains. Poursuivre le dépistage intensif et retirer tous les plants présentant des symptômes.

Nécrose apicale

Voir *Tomates*, dans ce chapitre.

Nématodes

Voir chapitre 6.

Pourritures des fruits d'origine bactérienne

Voir *Poivrons et piments*, dans ce chapitre.

Insectes

Altises

Phyllotreta sp., *Epitrix cucumeris*

L'altise est un petit coléoptère noir de 2 à 3 mm (~⅛ po) de longueur aux reflets métalliques. Les adultes sont vifs et sautent lorsqu'ils sont dérangés.

Les cultures d'aubergines sont occasionnellement ravagées par certaines espèces d'altises, dont l'altise de la pomme de terre (*Epitrix cucumeris*) et potentiellement l'altise à bandes pâles (*Systena blanda*) et l'altise de l'épinard (*Disonycha xanthomelas*). Sont plus susceptibles d'être grignotés par ces insectes les petits plants qui poussent dans des conditions sous-optimales. Le développement de la plupart des plants n'est pas compromis par les dommages, mais l'insecte peut représenter une menace importante en production biologique. Voir le chapitre 5 pour en savoir plus.

Doryphore de la pomme de terre

Leptinotarsa decemlineata

Le doryphore de la pomme de terre s'attaque davantage aux aubergines qu'aux tomates.

Identification : De forme plutôt arrondie, le doryphore adulte mesure environ 10 mm (~½ po) de long et 7 mm (~¼ po) de large. Les couvertures alaires, de couleur jaune crème, sont ornées de 10 lignes noires longitudinales.

Les œufs du doryphore sont jaune orangé, allongés et cylindriques. Les grappes d'œufs contiennent entre 25 et 40 œufs. Cet insecte pond généralement sur la face inférieure des feuilles de la plante hôte. Les œufs qui viennent d'être pondus sont jaune vif, prenant une teinte orange foncé à l'approche de l'éclosion.

Les larves, rouge orangé, ont une tête noire distincte, un dos bombé et une double rangée de ponctuations noires de chaque côté du corps. Elles peuvent mesurer entre 2 et 12 mm (⅛ et ½ po) de long.

Dommages : Les adultes et les larves du doryphore se nourrissent principalement du feuillage, grignotant des trous irréguliers à l'intérieur et sur le pourtour des feuilles. Quand il ne reste plus de feuilles, le doryphore se rabat sur la tige ou les fruits. Les pertes de rendement sont le plus susceptibles de se produire pendant la croissance des plantules, au stade du repiquage ou à la floraison.

Biologie : Le doryphore adulte hiverne dans le sol du champ qu'il a colonisé l'année précédente ou dans les zones protégées environnantes. La première génération de doryphore adulte émerge au début du mois de mai, sur une période de quatre à six semaines. Le moment exact de l'émergence varie selon la région et les conditions météorologiques.

Tout de suite après l'émergence, la majorité des doryphores marchent jusqu'au champ. Certains peuvent voler sur de longues distances jusqu'à un autre champ contenant des espèces hôtes. Les premiers signes d'infestation et d'attaques des feuilles apparaissent aux abords des champs se trouvant près des sites d'hivernation de l'insecte.

Les doryphores de première génération s'accouplent et pondent peu de temps après leur émergence. Les femelles peuvent pondre jusqu'à 400 œufs en quatre à cinq semaines. Les œufs éclosent quatre à neuf jours plus tard. Les larves passent par quatre stades larvaires (instars), atteignant leur maturité au bout de 10 à 20 jours. Les adultes de deuxième génération émergent habituellement en juillet. Lors d'étés très chauds, il arrive de voir les premiers stades d'une troisième génération.

Dépistage et seuils : Aucun seuil d'intervention n'a été établi pour le doryphore de la pomme de terre dans les cultures d'aubergines. Par contre, les seuils fixés pour les cultures de tomates peuvent servir de guide. Voir *Doryphore de la pomme de terre*, dans *Tomates*, pour en savoir plus.

Moyens de lutte : La rotation des cultures est un moyen très efficace pour réduire la première génération de doryphores. Continuer de parcourir le champ à la recherche du ravageur, même si un insecticide systémique a été appliqué à la plantation.

Le doryphore a développé une résistance à la plupart des insecticides homologués pour sa maîtrise. Pour déterminer l'efficacité d'un insecticide, délimiter les zones à forte infestation et y évaluer la mortalité des insectes dès qu'il est de nouveau possible d'accéder au champ après le traitement. Envisager l'utilisation de tests de pulvérisation ou de trempage pour déterminer l'insecticide le plus efficace contre certaines populations de doryphores. Pour plus d'informations sur les tests de trempage, voir le site du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales (MAAARO) au www.ontario.ca/cultures.

Mesure de suppression non chimique : Il est possible de tapisser des tranchées de toiles en plastique pour emprisonner les adultes de première génération entre les sites d'hivernation et la nouvelle culture hôte. Utiliser des torches au propane sur les rangs limitrophes ou l'ensemble des champs jusqu'à ce que la culture atteigne 15 cm (6 po) de hauteur.

Limaces
Arion sp., *Deroceras* sp., *Helix* sp., *Limax* sp.

Les limaces sont des mollusques gris au corps mou et sans pattes. Leur couleur peut varier, allant du brun foncé et noir au gris pâle. Mesurant de 0,5 à 10 cm (¼ à 4 po), selon l'espèce, elles sont enduites d'une substance visqueuse qui les empêche de sécher. Avec leurs pièces buccales râpeuses, elles rongent les feuilles inférieures des plants, y découpant des trous à contour très irrégulier. Voir le chapitre 5 pour en savoir plus.

Pucerons
Famille des *Aphididae*

Le puceron est un ravageur courant de nombreuses cultures; on le trouve souvent en train de se nourrir de jeunes feuilles. Son activité peut causer la déformation des feuilles, et sa sécrétion de miellat collant favorise la croissance de fumagine sur celles-ci. Aucun seuil n'a été établi pour les aubergines. Voir le chapitre 5 pour en savoir plus.

Punaise marbrée
Halyomorpha halys

La punaise marbrée est un nouvel insecte ravageur en Ontario. Elle a le potentiel d'endommager un grand nombre de cultures agricoles, mais n'a pas encore causé de dommages économiques dans les cultures d'aubergines. Voir le chapitre 5 pour en savoir plus.

Punaise terne
Lygus lineolaris

La punaise terne s'attaque à plus de 300 espèces de fruits, de légumes et de grandes cultures ainsi qu'à de nombreuses mauvaises herbes. La plupart des cultures dont il est question dans la présente publication sont susceptibles d'être attaquées par ce ravageur. Voir le chapitre 5 pour en savoir plus.

Tétranyque à deux points
Tetranychus urticae

Identification : Le tétranyque adulte est un acarien d'environ 0,5 à 1 mm (< 1/16 po) de long, à peine visible à l'œil nu. Il est de couleur jaunâtre translucide, avec une tache noire de chaque côté de l'abdomen.

Dommages : Ce ravageur s'attaque aux feuilles avec ses pièces buccales suceuses, laissant d'abord une multitude de petits points cuivrés sur son passage. En cas d'attaques graves, les feuilles s'enroulent et se dessèchent, symptômes souvent confondus avec ceux d'un stress hydrique.

Biologie : La femelle adulte passe l'hiver dans des résidus de récolte ou des endroits abrités. Au début du printemps, elle pond des œufs dans des mauvaises herbes graminées, les bordures de champs et les champs de blé. Lorsque le blé ou les autres graminées commencent à sécher, cet acarien

se déplace souvent dans les cultures maraîchères. Par temps chaud et sec, le tétranyque peut mettre au monde une génération en aussi peu que six jours, en engendrant ainsi une multitude chaque année.

Dépistage et seuils : Aucun seuil n'a été établi. Rechercher des marques bronzées sur les feuilles et des toiles, des œufs ou des acariens sur la face inférieure des feuilles. En cas de détection, inspecter de nouveau le champ trois à cinq jours plus tard pour déterminer si la population augmente.

Moyens de lutte : Des pluies ou des irrigations par aspersion abondantes réduisent souvent les populations de tétranyques à des niveaux tolérables. C'est pendant la période où les légumes grossissent, juste avant la récolte, qu'ils sont le plus vulnérables.

Vers fil-de-fer

Voir le chapitre 5 pour en savoir plus.

Vers-gris

Agrotis ipsilon (ver-gris noir),
Euxoa messoria (ver-gris moissonneur),
Crymodes devastator (ver-gris vitreux),
Euxoa detersa (ver-gris arénicole)

Les vers-gris sévissant en début de saison peuvent gravement endommager les plants d'aubergines repiqués. Ces derniers auront l'air d'avoir été coupés au ras du sol avec des ciseaux. Pour en savoir plus sur ce ravageur, voir le chapitre 5.

Troubles physiologiques

Dommages causés par l'action du sable ou du vent et par dessiccation

Les dommages causés par le vent peuvent prendre plusieurs formes. Ils peuvent être causés par l'abrasion du sable, par des vents forts qui fouettent les végétaux et par dessiccation. Les dommages causés par l'action du sable (abrasion) se produisent par grands vents dans des sols sableux et exposés à texture légère. Les tiges et les feuilles orientées du côté du vent peuvent présenter des zones rugueuses ocre pâle. Dans des cas graves, la croissance peut s'arrêter ou le plant peut même mourir, ce qui réduit considérablement les rendements.

Les dommages causés par l'action du vent peuvent se produire dans tous les types de sols. Les jeunes plants fouettés et tordus par des vents violents peuvent être gravement endommagés, voire tués. Les très grands plants d'aubergines sont particulièrement vulnérables à l'action du vent.

Les dommages causés par dessiccation sont plus courants chez les jeunes plants fragiles lors d'épisodes de grands vents et de températures extrêmes. Une acclimatation adéquate des plants avant l'installation en champ aide à réduire les effets dévastateurs du vent.

Tous les types de dommages causés par le vent peuvent prédisposer les plants à des maladies foliaires. L'installation de bandes de protection contre le vent, les cultures de couverture et les brise-vent contribuent à atténuer les problèmes causés par le vent et le sable. Voir le chapitre 2 pour en savoir plus.

Dommages dus à la foudre

L'apparition soudaine de sections circulaires (3 à 20 m [10 à 66 pi] de diamètre) de plants endommagés est souvent causée par la foudre. Les plants situés en bordure des zones touchées sont souvent moins endommagés que les autres.

Chez la plupart des cultures maraîchères, les feuilles aux extrémités des branches se recourbent d'abord, puis flétrissent et, dans les cas graves, le plant meurt. Il arrive qu'un côté de la tige soit entaillé comme s'il y avait une fissure sur la longueur. La tige semble creuse si on la sectionne, et le tissu interne peut être en forme d'échelle.

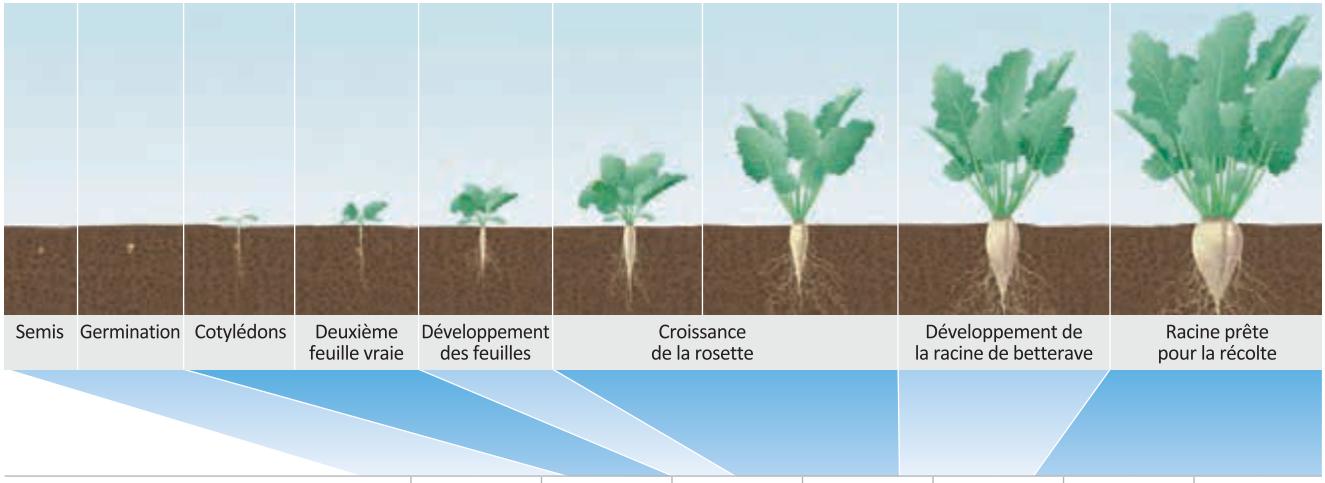
Flétrissure du noyer

La flétrissure du noyer peut se manifester si une culture est plantée dans un rayon de 12 à 15 m (39 à 49 pi) de noyers ou à un endroit d'où on a enlevé des noyers au cours des dernières années. Les plants se fanent et meurent. Peuvent aussi être atteints d'autres plants vulnérables à proximité.

Pollution atmosphérique

Voir *Pommes de terre*, dans ce chapitre.

Betteraves à sucre



	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.
LÉGENDE : Jamais observé … Souvent observé … Peu commun							
Maladies							
Cercosporiose							
Fonte des semis / pourriture des racines							
Maladie du blanc (oïdium)							
Rhizoctone commun (pourriture du collet)							
Rhizomanie*							
Insectes							
Altises							
Cicadelle							
Collemboles							
Mineuse des feuilles							
Pucerons							
Tétranyque à deux points							
Ver blanc							
Ver fil-de-fer							
Vers-gris							
Troubles physiologiques							
Dommages causés par le vent							
Dommages dus à la foudre							

* Ravageur peu commun en Ontario, mais pouvant être problématique sur d'autres territoires.

Figure 7–29. Stades de développement de la betterave à sucre et calendrier d'activité des ravageurs. La période réelle d'activité des ravageurs varie considérablement d'une année à l'autre selon des facteurs environnementaux.

Croissance

La betterave à sucre est une plante bisannuelle, ce qui veut dire que son cycle de croissance dure deux ans. Lorsqu'elle est cultivée pour la production de sucre, c'est la première année de ce cycle qui est la plus importante. Durant la première saison de végétation, elle stocke des réserves de sucre dans ses racines comme source d'énergie pour passer l'hiver. Elle est ensuite récoltée pour la transformation.

Les betteraves à sucre sont plantées directement en terre, habituellement à la fin mars et en avril. Environ 8 à 10 jours plus tard, les semences lèvent avec une paire de cotylédons. Les feuilles suivantes se développent en paires tout au long de la saison de végétation. La durée de vie des feuilles est d'environ 45 à 65 jours, après quoi elles meurent. Des feuilles poussent jusqu'à ce que le feuillage couvre entièrement le sol autour de la racine. Par la suite, le système racinaire en pivot commence à croître, pouvant puiser l'eau et les éléments nutritifs du sol à une profondeur de 2 à 3 m (6 à 10 pi). La récolte se fait de la fin août au début novembre.

Exigences de production

Types de sol :	Grande variété de types de sol bien drainé
pH du sol :	6,5 à 7,2
Cultures recommandées dans la rotation :	Aubergines, céréales, cucurbitacées, haricots, maïs, piments, pois, poivrons, pommes de terre, soya, tomates
Cultures déconseillées dans la rotation :	Betterave potagère, brassicacées, bette à cardes
Température minimale du sol :	4,0 °C (39 °F)
Date de semis la plus précoce :	Fin mars à début avril

pH du sol

Le pH du sol peut exercer une grande influence sur la dégradation de plusieurs herbicides utilisés couramment en grande culture. La persistance de ces herbicides peut gravement endommager les betteraves à sucre. Même si on peut augmenter le pH du sol avec de la chaux, cela peut prendre du temps pour que l'application fasse complètement effet. Cette technique peut favoriser la dégradation des herbicides, mais il demeure nécessaire de laisser assez de temps aux herbicides pour se dégrader. Même dans un champ où le pH moyen convient à la culture des betteraves à sucre, celui-ci peut être trop bas ou trop élevé dans certaines zones.

Restes d'herbicides nuisibles à la betterave à sucre :

Imazethapyr (Pursuit, Clean Sweep, Conquest, Valor) : Se dégrade très lentement à un pH inférieur à 6,0 à 6,5.

Flumetsulame (Broadstrike Dual Magnum), cloransulame (FirstRate) : Se dégrade très lentement sous un pH de 6, et son activité augmente à un pH supérieur à 7,8.

Chlorimuron-éthyle (Classic) : La dégradation s'arrête à un pH supérieur à 7.

Le pH du sol peut aussi influencer la biodisponibilité de certains éléments nutritifs. Par exemple, l'aluminium et le manganèse sont plus disponibles dans les sols à pH faible ou acide. En revanche, le calcium, le phosphore et le magnésium le sont moins dans les sols à pH faible. Dans les sols alcalins ou à pH élevé, la biodisponibilité du phosphore et d'autres oligo-éléments est moindre. En conséquence, il peut être nécessaire d'ajuster les applications d'éléments nutritifs selon le pH du sol pour optimiser la santé des plants.

Semis et espacements

Le Michigan Sugarbeet Research and Education Advisory Council (REACh) recommande de planter assez de semences pour un peuplement final de 175 à 225 betteraves à sucre par 30 m (100 pi) de rang, sans égard à l'espacement. Ajuster le taux de semis selon les conditions du champ, les caractéristiques de levée de terre du cultivar et la largeur de la rangée. Viser une densité se situant dans le bas de cette fourchette quand la distance entre les rangs est de 71 à 76 cm (28 à 30 po), et le haut de la fourchette quand elle est de 56 cm (22 po). Voir le Tableau 7–16. Avec cet espacement, on obtient constamment un meilleur rendement en sucre par hectare qu'avec des peuplements plus clairsemés.

Tableau 7–16. Espacement des betteraves à sucre sur le rang

Taux de levée prévu	Espacement des semences	
	180 betteraves à sucre par 30 m (100 pi) de rang	150 betteraves à sucre par 30 m (100 pi) de rang
40 %	6,8 cm (2 ¾ po)	8,1 cm (3 ⅛ po)
50 %	8,4 cm (3 ⅓ po)	10,2 cm (4 po)
60 %	10,2 cm (4 po)	12,2 cm (4 ¾ po)
70 %	11,9 cm (4 ¾ po)	14,2 cm (5 ⅔ po)
80 %	13,5 cm (5 ⅓ po)	16,3 cm (6 ½ po)

Il est extrêmement important que le semoir soit bien réglé et bien entretenu pour obtenir un peuplement optimal. Une préparation soignée du lit de semence est également importante si l'on veut semer tôt et s'assurer d'une levée rapide et d'un espacement uniforme des betteraves. Un travail du sol profond ou excessif au printemps fait baisser l'humidité du sol et accroît la battance (ou croutage), ce qui pénalise la levée. La profondeur de semis varie selon le type de sol et les conditions d'humidité. En général, une profondeur de 2,5 cm (1 po) convient bien.

Fertilisation

Macronutriments

Azote

Après le maïs de grande culture et les petites céréales, épandre 157 à 180 kg d'azote par hectare (147 à 160 lb par acre). Derrière d'autres cultures, épandre plutôt 112 à 135 kg/ha (100 à 120 lb par acre). Des apports excessifs d'azote n'améliorent pas le rendement des betteraves; au contraire, ils réduisent la teneur en sucre et la pureté du jus filtré.

Réduire la fertilisation azotée (N) après un apport de fumier ou l'incorporation au sol d'engrais vert de légumineuses. Voir le Tableau 1–12 et le Tableau 1–13 au chapitre 1.

Phosphore et potassium

Faire analyser le sol pour déterminer les besoins en phosphore et en potassium. Voir le Tableau 7–17 et le Tableau 7–18.

Tableau 7–17. Besoins en phosphore de la betterave à sucre

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en phosphore évaluée par extraction au bicarbonate de sodium (ppm)													
	0-3	4-5	6-7	8-9	10-12	13-15	16-20	21-25	26-30	31-40	41-50	51-60	61-80	81 ou plus
Sols minéraux														
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	150 (134) (EE)	140 (125) (EE)	140 (125) (EE)	130 (116) (EE)	130 (116) (EM)	120 (107) (EM)	100 (89) (EF)	90 (80) (EF)	70 (62) (ETF)	50 (45) (ETF)	30 (27) (ETF)	0 (ETF)	0 (ETF)	0 (EN)

Tableau 7–18. Besoins en potassium de la betterave à sucre

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en potassium évaluée par extraction à l'acétate d'ammonium (ppm)											
	0-15	16-30	31-45	46-60	61-80	81-100	101-120	121-150	151-180	181-210	211-250	251 ou plus
Sols minéraux												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	180 (161) (EE)	170 (152) (EE)	160 (143) (EE)	140 (125) (EE)	120 (107) (EE)	90 (80) (EM)	70 (62) (EM)	20 (18) (EM)	0 (EF)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (EN)

Engrais de démarrage

Les plants de betterave à sucre nécessitent un apport en azote tôt dans la saison, qui peut être épandu en pleine surface lors de la plantation ou avec un engrais de démarrage. Si l'azote est épandu en pleine surface dans un champ à haute teneur en phosphore et en potassium, l'engrais de démarrage est moins efficace. Dans un champ où l'azote est appliqué après la plantation (épandage), le mélanger à l'engrais de démarrage pour fournir l'apport nécessaire à la culture en début de saison. La betterave à sucre plantée après le maïs réagit souvent mieux à l'azote de démarrage. S'il faut appliquer un engrais de démarrage, l'épandre en bandes au moins 5 cm (2 po) à côté des rangs et 5 cm (2 po) en dessous des semences pour éviter de brûler les plantules. Pour en savoir plus, voir *Engrais de démarrage dans les cultures maraîchères*, au chapitre 1.

Bore

On observe principalement des carences en bore dans les sols sableux ou à texture fine et à haute teneur en matière organique, puisque le bore se lessive assez facilement. Les symptômes d'une telle carence, qui apparaissent le plus souvent durant les périodes sèches, se présentent d'abord sous forme d'irritation en forme de filet blanc sur la face supérieure du limbe ou de flétrissement des plants. Dans le cas d'une carence grave, le pétiole peut se craqueler sur le sens de la largeur, et les nouvelles feuilles peuvent devenir noires au point végétatif. On peut corriger les carences en deux applications foliaires avant la mi-juin. Pour les prévenir, le bore peut être appliqué avec l'engrais de démarrage. Pour en savoir plus, voir *Engrais de démarrage dans les cultures maraîchères*, au chapitre 1.

Manganèse

La carence en manganèse se manifeste plus fréquemment dans les sols lourds à pH élevé et riches en matière organique. Chez les plantes carencées en manganèse, les feuilles présentent un jaunissement prononcé entre les nervures qui, elles, demeurent vertes. Dans un champ où l'on a cultivé du soya qui a régulièrement présenté des symptômes de carence en manganèse, il se peut que les betteraves à sucre en souffrent aussi. On remédie à la carence en pulvérisant du sulfate de manganèse. Voir le Tableau 1–9 et le Tableau 1–10, au chapitre 1.

Analyse de tissus végétaux

Utilisée en association avec une analyse de sol, l'analyse de tissus végétaux apporte des indications utiles pour diagnostiquer des troubles de croissance ou évaluer un programme de fertilisation. L'analyse des tissus végétaux ne peut remplacer ni l'analyse de sol ni un bon programme de fertilisation du sol. Pour en savoir plus, voir le Tableau 7–19 et la section *Analyse de tissus végétaux*, au chapitre 1.

Récolte

Processus de récolte

Manipuler les betteraves à sucre le plus délicatement possible pour éviter de les casser ou de les meurtrir. Régler les fléaux et les lames de façon à ce qu'il ne reste aucune feuille ni aucun pétiole sur le collet. Les lames devraient être réglées pour ne couper que le bout de la racine, qui contient la majorité du pétiole (la taille d'une pièce d'un dollar). Durant la journée, la température des betteraves dont les feuilles ont été coupées augmente plus rapidement. Essayer de les récolter le plus vite possible après la défoliation. Ne couper que les feuilles des betteraves qui pourront être arrachées avant le soir.

Les betteraves dont les feuilles ont été coupées gèlent aussi beaucoup plus vite dans le champ. Si le collet est couvert de givre ou gelé, attendre que les tissus aient le temps de dégeler et de se stabiliser avant de récolter. Les betteraves endommagées, dont les feuilles ont été mal coupées ou endommagées par le gel, se conserveront mal dans les silos.

Tableau 7–19. Teneurs en éléments nutritifs des betteraves à sucre

Échantillon prélevé du centre d'un limbe foliaire mature

Moment de l'échantillonnage	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
	Pourcentage (%)						Parties par million (ppm)					
Mi-saison	3,01-4,50	0,26-0,50	2,01-6,00	0,36-1,20	0,36-1,00	0,21-0,50	51-200	21-150	19-60	26-80	11-40	0,15-5,0

Adaptation de VITOSH M.L., et coll. *Secondary and Micronutrients for Vegetables and Field Crops.* Michigan State University Extension, nº E-486, 1994.

Fréquence de la récolte

Les betteraves à sucre sont cueillies à la machine en une seule fois. Opérer les défoliateurs et les récolteuses de manière à minimiser les dommages aux betteraves et à enlever adéquatement la terre et les rebuts.

Durée de la récolte

La récolte précoce peut commencer à la fin de l'été, lorsque l'usine est prête à recevoir les betteraves. La récolte des racines destinées à l'empilage permanent commence généralement à la mi-octobre et peut se poursuivre jusqu'au début novembre ou jusqu'à ce que les grands froids endommagent les betteraves et que le sol gèle. La betterave à sucre et son rendement continueront de croître jusqu'à la récolte, dans la mesure où les maladies sont contrôlées de façon adéquate et que la première gelée meurtrière n'a pas encore eu lieu. En général, on récolte en premier les champs à faible potentiel de rendement, ce qui permet aux meilleurs champs de continuer à croître. Il est surtout bénéfique de récolter les champs fortement endommagés avant l'empilage permanent, car beaucoup de maladies peuvent réduire le potentiel de rendement durant l'automne et augmenter les pertes en entreposage.

Rendements moyens : 67 à 78 tonnes métriques par hectare (30 à 35 tonnes américaines par acre)

Entreposage

Les betteraves à sucre sont livrées par camion directement du champ aux stations d'empilage ou à l'usine aux fins d'entreposage et de transformation. L'entreposage se fait principalement sur un sol plat, non pavé pour l'empilage, fourni par l'entreprise de transformation, dans la cour de l'usine ou dans des stations d'empilage extérieures. Il peut parfois se faire au-dessus de systèmes de ventilation ou d'aération à air pulsé ou dans des bâtiments d'entreposage tempérés. Ces sols d'empilage et ces bâtiments spécialisés permettent aux racines de respirer, et de minimiser la perte de sucres causée par la pourriture en entreposage.

Lutte contre les ravageurs et les troubles physiologiques

Voir la Figure 7–29 *Stades de développement de la betterave à sucre et calendrier d'activité des ravageurs.*

Maladies

Cercosporiose
Cercospora beticola

Identification : De nombreuses petites lésions circulaires (3 à 5 mm [⅛ à 3⁄16 po]) apparaissent sur les feuilles. Leur centre est chamois à gris cendré, avec une bordure violet rougeâtre à brun foncé. Si l'on examine les taches à la loupe, on peut y voir au centre des petites pustules noires (structures fongiques). La cercosporiose peut entraîner la défoliation des plants et faire baisser à la fois le rendement et la teneur en sucre des betteraves. En général, les symptômes prennent environ 10 à 14 jours à apparaître après l'infection (Figure 7–30).



Figure 7–30. Lésions de cercosporiose sur des feuilles de betterave à sucre

Biologie : La maladie sévit surtout de la mi-juillet à septembre. Sont favorables à son développement des températures diurnes entre 24 et 32 °C (75 et 90 °F), des températures nocturnes d'au moins 15 °C (59 °F) et de longues périodes d'humidité du feuillage en raison de la pluie, de la rosée ou du brouillard.

Moyens de lutte : Utiliser le programme BEETcast pour déterminer le moment optimal des pulvérisations fongicides. Si ce programme n'est pas disponible dans une région, commencer les pulvérisations préventives dès l'apparition des premiers symptômes foliaires. Voir *Modèles de prédiction des maladies*, au chapitre 4.

Les cultivars de betterave à sucre possèdent différents degrés de tolérance à la cercosporiose.

Faire preuve de discernement dans l'emploi des fongicides contre *Cercospora* homologués afin d'éviter l'apparition de résistances à ces produits. Dépister les champs régulièrement pour évaluer l'efficacité du programme fongicide.

Il est important de faire la rotation des familles de fongicides systémiques; ne jamais appliquer successivement deux produits de la même famille. Mélanger en cuve les fongicides systémiques et de contact à action multiple. Si les fongicides de contact sont utilisés seuls, il faut raccourcir l'intervalle entre les pulvérisations prescrit par l'indice de gravité de la maladie (IGM). Utiliser une concentration d'eau d'au moins 187 à 281 l par hectare (20 à 30 gallons par acre).

BEETcast

Le programme BEETcast utilise les relevés des températures journalières et des mesures de l'humectation des feuilles de betteraves pour décider du moment de pulvériser des fongicides à action préventive, avant que les symptômes dommageables des maladies soient visibles. BEETcast calcule un indice de gravité de la maladie (IGM) pour chaque journée et localité. Un IGM de 0 signifie que les conditions ne sont pas favorables au développement de la maladie (temps frais ou surface des feuilles sèche). Si au contraire, les conditions sont favorables (chaleur et périodes d'humectation des feuilles), l'IGM sera de 1 à 4. La pulvérisation des fongicides est conseillée dès que la somme des IGM journaliers atteint un chiffre cible. Les IGM du programme BEETcast sont établis par Weather INnovations Consulting LP, avec l'appui de la Michigan Sugar Company. Pour en savoir plus, communiquer avec Weather INnovations Consulting LP au 519 352-5334 ou visiter son site web : www.weatherinnovations.com.

Fonte des semis (pourritures des racines)
Aphanomyces cochlioides, *Pythium* sp., *Rhizoctonia solani*, *Phoma betae*

Identification : En général, les semences infectées avant de sortir de terre pourrissent et ne produisent pas de plantule. Si elles lèvent, la plante est généralement faible et manque de vigueur. En cas d'infection après la levée, les plantules pourrissent au niveau du sol dans les deux à quatre semaines suivant la sortie de terre. Les plants infectés ont tendance à se replier vers le bas ou à fondre. Voir le chapitre 6 pour en savoir plus.

Maladie du blanc (oïdium)
Erysiphe polygoni (syn. *E. betae*)

Identification : Les premiers symptômes apparaissent habituellement sur les feuilles plus matures se trouvant à l'ombre. Un duvet fongique blanc dense (poudreux) se forme sur la face supérieure de la feuille, et parfois sur la face inférieure. Il arrive aussi que la face supérieure de la feuille prenne une couleur vert pâle ou jaunâtre. Les taches poudreuses blanches gagnent ensuite la face supérieure des feuilles et les pétioles. Les feuilles et les tiges infectées jaunissent, se flétrissent et meurent prématurément.

Chez la betterave à sucre, les plants infectés sont plus susceptibles de geler que les plants sains.

Biologie : Les agents pathogènes causant la maladie n'hivernent pas au champ en Ontario. Le vent apporte généralement les spores (du Sud des États-Unis et du Mexique) au milieu de l'été. L'infection se produit surtout entre 20 et 26 °C (68 et 79 °F); au-delà de ce seuil, la maladie se développe lentement.

Les infections peuvent se déclarer à des taux d'humidité relativement faibles (< 20 %), mais elles s'intensifient par temps humide et en cas de fortes rosées. Dans ces conditions, on peut voir apparaître les premiers symptômes trois à sept jours après l'infection.

Moyens de lutte : Les cultivars de betterave à sucre ont des niveaux de résistance variés. Il existe des fongicides pouvant assurer une suppression partielle de la maladie, mais il faut bien recouvrir les faces inférieure et supérieure des feuilles. Dans cette région, les fongicides utilisés contre la cercosporiose sont généralement assez efficaces contre le blanc.

Il est difficile de déceler le blanc aux premiers stades de la maladie. Vérifier la présence de spores à la fois sur les faces supérieure et inférieure des feuilles. Lorsque les taches blanches et le jaunissement

atteignent la face supérieure de la feuille, la maladie est déjà avancée, et il est peu probable que des applications de fongicides arrivent à l'éliminer.

Comme beaucoup de cultures sont hôtes du blanc, la lutte culturale est peu efficace.

Nématode de la betterave
Heterodera schachtii

Le nématode de la betterave est un problème de plus en plus fréquent au Michigan, mais n'a pas été trouvé en Ontario pour le moment.

Identification : Apparaissent dans les champs des îlots ovales ou oblongs de plants rabougris, jaunâtres ou vert pâle et malades. De petits kystes en forme de citron se forment sur les racines. D'abord de couleur blanche, crème ou jaune, ils virent au brun à maturité.

Si on venait à en trouver en Ontario, les méthodes de gestion les plus efficaces contre les nématodes sont l'utilisation de cultivars résistants, une longue rotation des cultures et la plantation de cultures-appâts avant les betteraves. Avant de choisir une stratégie de gestion, confirmer l'identification en communiquant avec le Centre d'information agricole par téléphone, au 1 877 424-1300, ou par courriel, à ag.info.omafra@ontario.ca.

Voir le chapitre 6 pour en savoir plus.

Rhizoctone commun (pourriture du collet)
Rhizoctonia solani

Identification : Ce champignon cause le flétrissement et ultimement la mort du feuillage. Les infections se produisent sur le collet, les côtés ou l'extrémité apicale. Dans certains cas, il arrive que l'extrémité apicale soit infectée avant l'apparition de symptômes foliaires. Les racines peuvent développer de grosses craquelures. L'infection se répand généralement vers le bas (Figure 7–31).

Biologie : *Rhizoctonia solani* est un champignon ubiquiste tellurique qui peut survivre dans le sol de nombreuses années. Des infections peuvent survenir durant toute la saison par temps chaud et humide ou très humide.

Le rhizoctone commun est une maladie des journées chaudes. Le champignon devient actif entre 12 et 35 °C (54 à 95 °F), mais atteint son sommet d'activité entre 25 et 33 °C (77 à 91 °F). Sont considérés comme à risque élevé les champs ayant déjà été infectés ou ceux où a été cultivé une espèce hôte de *Rhizoctonia solani* l'année précédente. Des conditions de croissance stressantes, comme le compactage du sol ou un mauvais drainage, rendront également les plants plus susceptibles aux infections.

Rhizoctonia solani est l'une des espèces de champignons qui cause la fonte des semis. Voir *Fonte des semis*, au chapitre 6, pour en savoir plus.



Figure 7–31. Pourriture du collet et des racines, causée par *Rhizoctonia*

Moyens de lutte :

- Pour gérer efficacement la maladie, les fongicides à l'azoxystrobine doivent être appliqués dans les sillons, au stade 6 ou 8 feuilles, ou les deux.
- Il existe des cultivars de betterave à sucre résistants à *Rhizoctonia*, et c'est eux qu'il faudrait planter dans les champs où la maladie s'est déclarée précédemment.
- Veiller à ce que les champs soient bien drainés.
- Prendre des mesures pour réduire la compaction du sol.
- Éviter de planter des cultures susceptibles dans des zones où la maladie s'est déclarée précédemment.
- Faire des rotations de plusieurs années avec du maïs ou des petites céréales et appliquer des procédures rigoureuses d'assainissement pour éviter de propager la terre infectée entre les champs.
- Éviter de projeter de la terre sur les collets des betteraves pendant les sarclages.
- Ne pas rejeter la tare terre sur les champs où l'on projette de semer des betteraves l'année suivante.

Rhizomanie
Polymyxa betae Keskin, champignon vecteur du virus des nervures jaunes et nécrotiques (BNYVV)

Identification : Parmi les symptômes, on trouve le rachitisme des racines et la prolifération des racines latérales. Souvent, le pivot est étranglé, donnant à la racine la forme d'un verre à vin. Les tissus vasculaires de la racine se décolorent. Les feuilles, qui prennent une couleur jaune vif, sont dressées. Les symptômes peuvent être inégaux au sein d'un même champ (Figure 7–32).



Figure 7–32. Croissance prolifique des racines latérales de la betterave, causée par la rhizomanie

Biologie : La maladie est répandue dans d'autres zones où pousse la betterave à sucre, mais n'a pas encore été confirmée dans le Sud-Ouest de l'Ontario. Considérée comme l'une des maladies les plus destructrices de la betterave à sucre, elle peut réduire significativement le tonnage et la teneur en sucrose. Une petite quantité de terre contaminée suffit à déclencher une infection qui se propagera dans tout le champ.

Moyens de lutte : Une fois présente, la maladie ne peut être éradiquée. Cependant, certains moyens de gestion peuvent ralentir sa propagation et réduire son incidence. Toute activité qui implique le transport de terre peut propager la maladie (ex. : travail sur le terrain, tare terre). Il existe des cultivars résistants.

Insectes

Altises
Phyllotreta sp.

Identification : L'altise est un petit coléoptère noir aux reflets métalliques de 2 à 3 mm (~⅛ po) de longueur. Les adultes sont vifs et sautent lorsqu'ils sont dérangés.

Dommages : Les feuilles rongées par les altises sont criblées de nombreux trous minuscules de 1 à 5 mm (< ¼ po) de diamètre. Les trous plus anciens sont parfois auréolés de tissu foliaire nécrosé brun, tandis que les bords des plus récents sont verts. Ces dommages peuvent entraîner la mort des jeunes plantules.

Les adultes et les larves se nourrissent des cotylédons, des feuilles et des parties enterrées de la betterave. Elles risquent peu de causer des dommages importants, sauf si elles sont très nombreuses et s'attaquent à de jeunes plantules, surtout si ces dernières poussent lentement en raison de temps frais.

Les cultures de betteraves à sucre sont occasionnellement ravagées par certaines espèces d'altises, dont l'altise de la pomme de terre (*Epitrix cucumeris*) et potentiellement l'altise à bandes pâles (*Systena blanda*) et l'altise de l'épinard (*Disonycha xanthomelas*). Sont plus susceptibles d'être grignotés par ces insectes les petits plants qui poussent dans des conditions sous-optimales. Dans la plupart des cas, la croissance des plants n'est pas affectée.

Biologie : En Ontario, les altises produisent habituellement une génération par année. Comme elles peuvent passer de l'œuf à la forme adulte en à peine sept semaines, il peut y avoir une deuxième génération certaines années. Les adultes, qui hivernent dans les feuilles mortes, émergent et commencent à se nourrir sur les jeunes plants à la mi-mai. Ils pondent près des racines des plants hôtes au printemps et au début de l'été. Les larves se développent ensuite sur les racines. À la fin juillet, les adultes sortent du sol, se nourrissent, puis, à l'automne, se mettent en quête d'un lieu d'hivernation.

Dépistage et seuils : Commencer le dépistage des altises dès que les plantules apparaissent à la surface du champ. Pour la betterave à sucre, un traitement peut être nécessaire si 25 % des plantules présentent des dommages ou si le peuplement est clairsemé.

Cicadelle
Empoasca spp.

Identification : Mesurant environ 3 mm (⅛ po) de long, l'adulte est petit, vert pâle et cunéiforme. Sa tête et son thorax sont larges, et son corps, fuselé à hauteur des ailes. Les cicadelles sont très actives et s'envolent rapidement. Les nymphes ressemblent aux adultes, mais leurs ailes ne sont pas

complètement formées. Lorsque perturbées, elles courent de côté comme des crabes pour se cacher sur la face intérieure des folioles. Il ne faut pas confondre les nymphes et les pucerons. Les nymphes de cicadelles marchent rapidement de côté alors que les pucerons se déplacent très lentement.

Dommages : Les adultes et les nymphes se nourrissent de la sève des feuilles et des tiges, ce qui a d'abord pour effet de faire jaunir, puis brunir la pointe et le pourtour des feuilles. Le pourtour finit par se rabougrir et s'enrouler; c'est ce qu'on appelle la « brûlure de la cicadelle ». On commence à remarquer des lésions environ quatre à cinq jours après le passage des cicadelles. Pour éviter des pertes de rendement, on recommande de contrôler la population avant l'apparition de brûlures.

On trouve des cicadelles dans beaucoup de cultures maraîchères, dont la betterave à sucre. Envisager un traitement seulement en cas de surnombre et de rabougrissement évident des feuilles.

Biologie : La cicadelle ne survit pas à l'hiver ontarien. Transportée par les vents de haute altitude en provenance des États-Unis, elle peut arriver en Ontario dès le mois de mai. Les femelles pondent leurs œufs sur la luzerne. Les nymphes éclosent en 10 jours environ. Il y a cinq instars nymphaux, qui atteignent l'âge adulte en 10 à 25 jours. En fonction des conditions météorologiques, de deux à quatre générations peuvent se développer au cours de la saison.

Moyens de lutte : Les cicadelles peuvent se multiplier rapidement quand il fait chaud. Par conséquent, le dépistage assidu constitue la première ligne de défense contre cet insecte.

Collembole
Collembola spp., *Bourletiella hortensis*

Des dégâts causés par le collembole ont été constatés en Ontario. Ils sont généralement considérés comme des insectes bénéfiques, mais il arrive qu'ils se nourrissent dans les cultures. Lorsque les conditions favorables sont réunies, les plantules peuvent être gravement touchées.

Identification : Au premier coup d'œil, les collemboles globuleux peuvent être confondus avec les altises. De couleur foncée, ils mesurent entre 0,8 et 3,0 mm (max. ⅛ po). Ils vivent hors terre et ont tendance à sauter lorsqu'on les dérange. Les espèces souterraines de collemboles sont blanchâtres et allongées et mesurent de 0,8 à 2,4 mm (max ⅛ po) de long. Elles vivent sous terre et n'ont pas la capacité de sauter comme les autres collemboles. Elles sont rares dans la région.

Dommages : Ce ravageur ne constitue généralement pas un problème, sauf en cas de périodes prolongées de temps froid et humide juste après le repiquage. Les collemboles globuleux se nourrissent des cotylédons, des tiges et des racines de la betterave à sucre. Les espèces souterraines s'en prennent uniquement aux racines. Les dommages apparaissent sous forme de petits trous ronds dans les cotylédons ou les feuilles, ou de creux et d'éraflures sur les tissus végétaux, au-dessus du sol comme sous la terre. Les peuplements peuvent être réduits lorsque les ravageurs sont présents en grand nombre et que les plantules de betterave à sucre sont petites et poussent lentement.

Biologie : Les collemboles se nourrissent habituellement de matières organiques présentes dans la terre, ce qui contribue à dégrader les résidus de culture et à améliorer la structure du sol. Dans des conditions d'humidité prolongée, les populations d'insectes peuvent grossir considérablement : c'est alors qu'on commence à constater des dommages sur les plantules.

Dépistage et seuils : Les cultures ne sont vulnérables que lorsque les plantules sont jeunes. Aucun seuil ou traitement n'a été établi, mais lorsque des dommages sont détectés, on pense que les populations du ravageur se chiffrent dans les milliers par pied carré.

Moyens de lutte : Les cultures se remettent généralement bien des dommages causés par les collemboles, et les effets sur le rendement n'ont pas été mesurés. Ces insectes sont peu susceptibles de causer des dommages significatifs dans les cas où un traitement insecticide ciblant d'autres ravageurs a été appliqué au sol ou aux semences.

Mineuse des feuilles
Pegomya betae, *P. hyoscyami*

Identification : Les principales espèces de mineuses s'attaquant aux betteraves sont la mineuse de la betterave (*Pegomya betae*) et la mineuse de l'épinard (*Pegomya hyoscyami*). Parmi les autres espèces du même genre, on retrouve également *Liriomyza* et *Psilopa*. Généralement, la mineuse est une petite mouche (7 mm [¼ po.]), vert grisâtre à brun grisâtre, qui pond ses œufs sur les feuilles. Les larves sont de petits asticots translucides, blanchâtres à vert pâle (Figure 7–33).



Figure 7–33. Galeries sinueuses creusées par la mineuse sur une feuille de betterave

Dommages : Les femelles pondent des grappes de 2 à 10 œufs blancs en forme de cigare sur la face inférieure des feuilles. Elles perforent l'épiderme des feuilles pour en sucer la sève. Les larves se nourrissent des tissus se trouvant entre les faces supérieure et inférieure des feuilles. Selon l'espèce, les galeries creusées par ce ravageur peuvent être droites (mouche mineuse sud-américaine) ou sinueuses (autres mouches mineuses). Les dégâts causés à la plante par les larves de la mineuse diminuent la capacité de photosynthèse. Les galeries sont également des voies de pénétration pour les agents pathogènes.

Pour les betteraves à sucre, la mineuse cause des dommages en Ontario, mais ne semble pas occasionner de pertes économiques. Les adultes qui émergent au début du printemps sont plus dommageables que les générations suivantes, les betteraves étant encore petites et à un stade de croissance vulnérable.

Biologie : L'insecte se développe surtout à des températures de 21 à 32 °C (70 à 90 °F). La ponte est moindre quand la température tombe sous 10 °C (50 °F). Ce ravageur peut poser problème toute la saison.

Dépistage et seuils : Chez la betterave à sucre, si 50 % des plants comportent des œufs ou des larves, il faudra traiter.

Regarder au revers des feuilles à la recherche de galeries, de larves ou d'œufs. Des pièges collants jaunes peuvent être disposés dans les cultures pour surveiller les populations de mouches adultes.

Moyens de lutte : Les chénopodes sont un autre hôte des mouches mineuses. Un désherbage méticuleux peut aider à réduire les infestations. La rotation des cultures est aussi utile pour lutter contre ce ravageur, si l'on alterne entre des cultures vulnérables et des cultures résistantes.

Pucerons
Famille des *Aphididae*

Identification : En Ontario, plusieurs espèces de pucerons s'attaquent aux cultures maraîchères. Les pucerons sont de petits insectes piriformes à corps mou, dont l'extrémité postérieure est prolongée par une paire de cornicules ressemblant à des tuyères.

Pour détecter le puceron de la betterave à sucre, creuser et inspecter le sol à la base de plants flétris. On peut aussi trouver des pucerons sur les racines de mauvaises herbes hôtes, comme les chénopodes et l'amarante.

Il existe des cultivars de betterave à sucre tolérants aux pucerons, bien que ce caractère soit variable selon les cultivars.

Il n'y a aucun seuil établi, mais un taux d'infestation inférieur à 10 % peut réduire le rendement. Voir le chapitre 5 pour en savoir plus.

Tétranyque à deux points
(Tetranychus urticae)

Identification : Le tétranyque adulte est un acarien d'environ 0,5 à 1 mm (< 1/16 po) de long, à peine visible à l'œil nu. Il est de couleur jaunâtre translucide, avec une tache noire de chaque côté de l'abdomen.

Dommages : Ce ravageur s'attaque aux feuilles avec ses pièces buccales suceuses, laissant d'abord une multitude de petits points cuivrés sur son passage. En cas d'attaques graves, les feuilles s'enroulent et se dessèchent, symptômes souvent confondus avec ceux d'un stress hydrique.

Biologie : La femelle adulte passe l'hiver dans des résidus de culture ou des endroits abrités. Au début du printemps, elle pond des œufs dans des mauvaises herbes graminées, les bordures de champs et les champs de blé. Lorsque le blé ou les autres graminées commencent à sécher, cet acarien se déplace souvent dans les cultures maraîchères. Par temps chaud et sec, le tétranyque peut mettre au monde une génération en aussi peu que six jours, en engendrant ainsi une multitude chaque année.

Dépistage et seuils : Aucun seuil n'a été établi. Rechercher des marques bronzées sur les feuilles et des toiles, des œufs ou des acariens sur la face inférieure des feuilles. En cas de détection, inspecter de nouveau le champ trois à cinq jours plus tard pour déterminer si la population augmente.

Moyens de lutte : Des pluies abondantes réduisent souvent les populations de tétranyques à des niveaux tolérables. C'est pendant la période où les betteraves à sucre grossissent, juste avant la récolte, qu'elles sont le plus vulnérables.

Ver blanc

Voir chapitre 5.

Ver fil-de-fer

Limonius spp.

Voir chapitre 5.

Vers-gris

Agrotis ipsilon (ver-gris noir),
Euxoa messoria (ver-gris moissonneur),
Crymodes devastator (ver-gris vitreux)
Euxoa detersa (ver-gris arénicole)

Sévissant principalement en début de saison, le ver-gris peut gravement nuire aux plantules. Ces dernières auront l'air d'avoir été coupées au ras du sol avec des ciseaux. Voir le chapitre 5 pour en savoir plus.

Troubles physiologiques

Dommages causés par l'action du sable ou du vent et par dessiccation

Les dommages causés par le vent peuvent prendre plusieurs formes. Ils peuvent être causés par l'abrasion du sable, par des vents forts qui fouettent les végétaux et par dessiccation.

Les dommages causés par l'action du sable (abrasion) se produisent par grands vents dans des sols sableux et exposés, à texture légère. Les tiges et les feuilles orientées du côté du vent peuvent présenter des zones rugueuses ocre pâle. Dans des cas graves, la croissance peut s'arrêter ou le plant peut même mourir, ce qui réduit considérablement les rendements.

Les dommages causés par l'action du vent peuvent se produire dans tous les types de sols. Les jeunes plants fouettés et tordus par des vents violents peuvent être gravement endommagés, voire tués. Les plantules de betterave à sucre sont particulièrement vulnérables à l'action du vent.

Les dommages causés par dessiccation sont plus courants chez les jeunes plants fragiles lors d'épisodes de grands vents et de températures extrêmes. Tous les types de dommages causés par le vent peuvent prédisposer les plants à des maladies foliaires. L'installation de bandes de protection contre le vent, les cultures de couverture et les brise-vent contribuent à atténuer les problèmes causés par le vent et le sable. Voir *Santé du sol*, au chapitre 2 pour en savoir plus.

Dommages dus à la foudre

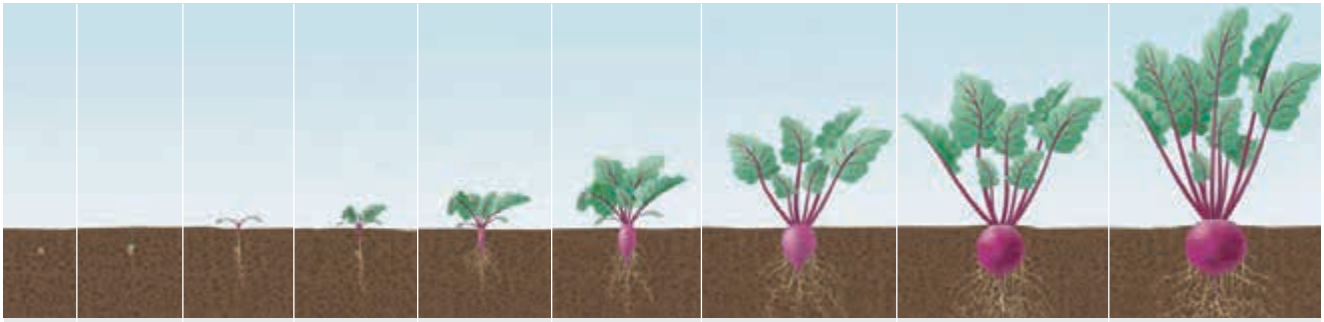
L'apparition soudaine de sections circulaires (3 à 20 m [10 à 66 pi] de diamètre) de plants endommagés est souvent causée par la foudre. Les plants situés en bordure des zones touchées sont souvent moins endommagés que les autres.

Les feuilles aux extrémités des branches se recourbent d'abord, puis flétrissent et, dans les cas graves, le plant meurt.

Ravageurs vertébrés

Les ravageurs comme les oiseaux, les chevreuils et les ratons laveurs sont courants dans les cultures horticoles. Pour en savoir plus, voir *Ravageurs vertébrés*, dans la section *Patates douces*.

Betteraves potagères



Semis	Germination	Cotylédons	Stade deux feuilles vraies	Développement des feuilles	Croissance de la rosette	Croissance de la rosette (suite)	Développement de la racine de betterave	Racine prête pour la récolte

	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.
LÉGENDE : Jamais observé — Souvent observé							
Maladies							
Cercosporiose							
Fonte des semis/pourriture des racines							
Maladie du blanc (oïdium)							
Rhizoctone commun (racine et collet)							
Rhizomanie							
Insectes							
Altises							
Cicadelles							
Collemboles							
Pucerons							
Mineuse des feuilles							
Tétranyque à deux points							
Ver blanc							
Ver fil-de-fer							
Ver-gris							
Troubles physiologiques							
Dommages causés par le vent							
Dommages dus à la foudre							

Figure 7–34. Stades de développement de la betterave potagère et calendrier d'activité des ravageurs. La période réelle d'activité des ravageurs varie considérablement d'une année à l'autre selon des facteurs environnementaux.

Croissance

La betterave potagère est une plante bisannuelle, ce qui veut dire que son cycle de croissance dure deux ans. En culture maraîchère, c'est la première année de ce cycle qui est la plus importante. Il existe deux grands types de betteraves : les rondes et les allongées. Elles peuvent être de différentes couleurs : rouge, orange, dorée, jaune, blanche et même avec des anneaux concentriques. Jaillit de la racine une rosette de grandes feuilles comestibles, généralement vertes avec des nervures rouges, jaunes ou blanches.

Les betteraves potagères sont plantées directement en terre, habituellement début avril. Les plantules, une paire de cotylédons, émergent environ 8 à 10 jours après le semis. Les feuilles suivantes se développent en paires tout au long de la saison de végétation. Des feuilles poussent jusqu'à ce que le feuillage couvre entièrement le sol autour de la racine. Par la suite, le système racinaire en pivot commence à croître, pouvant puiser l'eau et les éléments nutritifs du sol à une profondeur de 2 m (6 ½ pi). Les betteraves sont généralement prêtes à être récoltées 50 à 70 jours après le semis.

Exigences de production

Types de sols :	Sols bien drainés, loams et terres noires
pH du sol :	6,5 à 7,8
Cultures recommandées dans la rotation :	Aubergines, céréales, cucurbitacées, haricots, maïs, piments, pois, poivrons, pommes de terre, soya, tomates
Cultures déconseillées dans la rotation :	Betterave à sucre, brassicacées, bette à cardes
Température minimale du sol :	5 °C (41 °F)
Température optimale de l'air :	10 à 18 °C (50 à 64 °F)
Date de semis la plus précoce :	Mi-avril à mi-mai

Tableau 7–20. Distance de plantation des betteraves potagères

Culture	Distance entre les rangs	Espacement sur le rang	Profondeur	Taux de semis
Betteraves (jeunes[1])	25-38 cm (10-15 po)	100-115 plants/m de rang (30-35 plants/pi de rang)	1,0-2,5 cm (½-1 po)	54-72 kg/ha (49-65 lb/acre)
Betteraves (marché du frais)	40-70 cm (16-28 po)	16-39 plants/m (5-12 plants/pi)	1,0-2,5 cm (½-1 po)	7-11 kg/ha (6-10 lb/acre)
Betteraves (à trancher)	40-70 cm (16-28 po)	49-98 plants/m (15-30 plants/pi)	1,0-2,5 cm (½-1 po)	17-28 kg/ha (15-25 lb/acre)

[1] Les jeunes betteraves peuvent également être un sous-produit de la production de betteraves plus grosses, issues de l'éclaircissage ou du tri pendant la récolte.

Semis et espacements

Pour une récolte continuelle de betteraves à botteler, semer à intervalles d'une ou de deux semaines, de la mi-avril à la fin juillet. Les betteraves de transformation hâtives peuvent aussi être semées au début du printemps. Pour les betteraves destinées à l'entreposage et à la transformation tardive, semer environ 10 semaines avant la date prévue de récolte.

Un espacement serré sur le rang tend à augmenter la proportion de petites betteraves. Pour les récoltes hâtives, diminuer l'espacement entre les rangs; pour les cultures de milieu et de fin de saison, espacer davantage les plants. Si nécessaire, éclaircir les rangs pour obtenir le peuplement souhaité; les semences de betterave étant plurigermes, elles peuvent produire plus d'une plante par graine. Pour les betteraves hâtives destinées au marché du frais, il est possible d'utiliser des boutures, mais il faut veiller à ne pas endommager la racine pivotante pendant le repiquage. Voir le Tableau 7–20.

Fertilisation

Macronutriments

Azote

Épandre en surface et incorporer au sol la quantité d'azote nécessaire en présemis, en même temps que la potasse et le phosphate. Sur les sols minéraux, épandre la quantité restante d'azote en bandes latérales. Voir le Tableau 7–21.

Réduire la fertilisation azotée (N) après un apport de fumier ou d'engrais vert de légumineuses. Voir le Tableau 1–12 et le Tableau 1–13, au chapitre 1.

Tableau 7–21. Besoins en azote de la betterave potagère

Type de sol	Azote actif
Sols minéraux	
Présemis	65 kg/ha (58 lb/acre)
Épandage en bandes latérales	45 kg/ha (40 lb/acre)
Total	**110 kg/ha (98 lb/acre)**
Terres noires	
Présemis	40 kg/ha (36 lb/acre)

Phosphore et potassium

Faire analyser le sol pour déterminer les besoins en phosphore et en potassium. Voir le Tableau 7–22 et le Tableau 7–23.

Tableau 7–22. Besoins en phosphore de la betterave potagère

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en phosphore évaluée par extraction au bicarbonate de sodium (ppm)													
	0-3	4-5	6-7	8-9	10-12	13-15	16-20	21-25	26-30	31-40	41-50	51-60	61-80	81 ou plus
Sols minéraux														
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	180 (161) (EE)	170 (152) (EE)	170 (152) (EE)	160 (143) (EE)	160 (143) (EE)	150 (134) (EE)	140 (125) (EE)	120 (107) (EM)	100 (89) (EM)	80 (71) (EM)	50 (45) (EF)	30 (27) (ETF)	0 (ETF)	0 (EN)
Terres noires														
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	90 (80) (EM)	90 (80) (EM)	80 (71) (EM)	70 (62) (EM)	60 (54) (EM)	50 (45) (EF)	30 (27) (EF)	20 (18) (EF)	0 (ETF)	0 (EN)

Tableau 7–23. Besoins en potassium de la betterave potagère

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en potassium évaluée par extraction à l'acétate d'ammonium (ppm)											
	0-15	16-30	31-45	46-60	61-80	81-100	101-120	121-150	151-180	181-210	211-250	251 ou plus
Sols minéraux												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	230 (205) (EE)	220 (196) (EE)	210 (187) (EE)	190 (169) (EE)	160 (143) (EE)	130 (116) (EE)	100 (89) (EM)	80 (71) (EM)	50 (45) (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (EN)
Terres noires												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	90 (80) (EE)	80 (71) (EE)	60 (54) (EM)	40 (36) (EM)	30 (27) (EM)	20 (18) (EM)	20 (18) (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (EN)

Oligo-éléments

L'efficacité des apports d'engrais contenant des oligo-éléments varie beaucoup selon les cultures. Voir *Oligo-éléments*, au chapitre 1, pour en savoir plus. On sait que les betteraves réagissent très bien aux apports de cuivre et de molybdène, mais aucune donnée ne confirme si l'application de ces oligo-éléments dans les sols de l'Ontario aurait un effet favorable sur le plan économique.

Bore

Chez les betteraves potagères carencées en bore, les tissus internes noircissent et deviennent liégeux. La carence se produit surtout dans les sols à pH élevé (alcalins) après des périodes prolongées de temps chaud et sec.

Manganèse

Une carence en manganèse peut survenir dans les sols alcalins. Chez les plantes carencées, les feuilles présentent un jaunissement prononcé entre les nervures qui, elles, demeurent vertes. On remédie à la carence en pulvérisant du sulfate de manganèse.

Analyse de tissus végétaux

Utilisée en association avec une analyse de sol, l'analyse de tissus végétaux apporte des indications utiles pour diagnostiquer des troubles de croissance ou évaluer un programme de fertilisation. L'analyse des tissus végétaux ne peut remplacer ni l'analyse de sol ni un bon programme de fertilisation du sol.

Pour en savoir plus, voir le Tableau 7–24.

Irrigation

Nota : Quiconque veut puiser plus de 50 000 l (13 209 gal) d'eau en une même journée, que ce soit d'une eau de surface ou d'une nappe souterraine, doit s'adresser au ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs de l'Ontario pour obtenir un permis de prélèvement d'eau.

Les betteraves sont généralement sensibles à l'irrigation.

Les betteraves potagères exigent des apports en eau réguliers tout au long de la saison de croissance. En Ontario, il tombe en moyenne 70 mm (2 ¾ po) de pluie par mois pendant la saison de végétation, ce qui ne couvre qu'environ 65 % de la quantité d'eau nécessaire pour un rendement optimal. Les statistiques montrent que l'humidité du sol est souvent à son plus bas niveau en juillet et en août, les deux mois où les plantes ont le plus besoin d'eau.

Chez les betteraves, les problèmes couramment provoqués par un stress hydrique sont une faible germination et des racines difformes ou sous-développées. La période la plus critique pour l'irrigation est celle de l'établissement du peuplement et du développement des racines. Si le taux d'humidité disponible dans la zone racinaire (30 à 60 cm [12 à 24 po] de profondeur) atteint 50 % durant la période critique d'irrigation, un arrosage peut aider à préserver le rendement et la qualité des cultures.

Tableau 7–24. Teneurs en éléments nutritifs de la betterave potagère

LÉGENDE : – = aucune donnée disponible

Partie du plant	Moment de l'échantillonnage	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
		Pourcentage (%)						Parties par million (ppm)					
Limbes foliaires	5 semaines après le semis	3-5	0,3-0,4	2-6	1,5-2	0,25-1	0,6-0,8	40-200	30-200	15-30	30-80	5-10	0,2-0,6
	9 semaines après le semis	2,6-4	0,2-0,3	1,7-4	1,5-3	0,3-1	0,6-0,8	–	70-200	15-30	60-80	5-10	0,6

Adaptation de HOCHMUTH G., et coll. *Plant Tissue Analysis and Interpretation for Vegetable Crops in Florida*, University of Florida, IFAS Extension, nº HS964, 2018.

Il existe divers types de systèmes d'irrigation adaptés à la production de betteraves : asperseurs déplacés à la main, canons d'arrosage automoteurs, rampes mobiles à pivot central et rampes mobiles en ligne et, plus rarement, systèmes d'irrigation goutte à goutte. Quel que soit le type de système, il est important de programmer les irrigations de manière à éviter aux plantes le stress hydrique et de distribuer l'eau aux moments critiques. Des arrosages effectués au bon moment réduisent les risques de pertes d'éléments nutritifs et l'incidence des maladies attribuables à un excès d'eau. Les irrigations peuvent être programmées suivant l'une ou l'autre des deux méthodes fondamentales : le bilan hydrique ou la mesure de l'humidité du sol.

Pour plus d'information sur l'irrigation, consulter les ressources suivantes :

- *Pratiques de gestion optimales – La gestion de l'eau*
- *Pratiques de gestion optimales – Gestion de l'irrigation*
- Fiche technique du MAAARO – *Surveiller l'humidité du sol pour améliorer les décisions d'irrigation*
- Fiche technique du MAAARO – *Comment assurer l'irrigation en cas de pénurie d'eau*

Récolte

Les betteraves potagères sont prêtes à être récoltées 50 à 70 jours après le semis, en fonction du cultivar et des exigences du marché; les jeunes betteraves peuvent être récoltées avant. On considère le moment venu lorsque les feuilles sont suffisamment grandes pour être utilisées comme légumes verts ou que la racine a atteint la taille souhaitée pour le marché visé. Chez la plupart des cultivars, les betteraves deviennent ligneuses lorsqu'elles dépassent 7,5 cm (3 po) de diamètre.

La récolte des premières betteraves commence au milieu de l'été et peut se poursuivre en automne, jusqu'aux premières gelées. Il faut cependant l'avoir terminée avant le premier gel important. Les rendements moyens des betteraves potagères figurent au Tableau 7–25.

Tableau 7–25. Rendements moyens des betteraves potagères en Ontario

Culture	Rendement	Contenant standard
Marché du frais	1 000-1 500 sacs/ha (400-600 sacs/acre)	Sac de 23 kg
Transformation	34-45 tonnes métriques/ha (15-20 tonnes américaines/acre)	S. O.

Entreposage

Un refroidissement rapide et efficace est le moyen le plus sûr de maintenir la qualité et la durée de conservation des betteraves fraîches. Il est essentiel que seuls les produits de bonne qualité soient placés en entrepôts frigorifiques. Les méthodes de refroidissement par air pulsé et à l'eau glacée conviennent bien à ce légume.

Refroidissement par air pulsé

Les betteraves sont placées dans une chambre réfrigérée et l'air froid est aspiré à travers les contenants à l'aide de ventilateurs de forte puissance. Un système bien conçu permet un contact adéquat entre les produits et l'air froid. Le refroidissement ne se fait pas aussi rapidement par air pulsé que par eau glacée. Toutefois, ce procédé convient à une plus grande diversité de fruits et légumes frais et il s'adapte bien aux exploitations plus petites. Le refroidissement par air pulsé doit se faire rapidement afin que les betteraves ne se déshydratent pas trop.

Refroidissement par eau glacée

L'eau glacée est une méthode efficace pour refroidir rapidement les betteraves potagères en contenants ou en vrac. Les systèmes de refroidissement par eau glacée utilisent un système d'immersion ou de pulvérisation pour mettre les produits en contact avec l'eau froide. Cette méthode évite la déshydratation des produits, et peut même réhydrater ceux qui auraient légèrement flétri.

Les betteraves se conservent le mieux à une température autour de 0 °C (32 °F) et à une humidité relative entre 98 et 100 %, mais il faut veiller à ce qu'elles ne gèlent pas. Lorsqu'elles sont correctement entreposées, elles peuvent conserver leur qualité marchande pendant quatre à six mois.

Lutte contre les ravageurs et les troubles physiologiques

Voir la Figure 7–34 *Stades de développement de la betterave potagère et calendrier d'activité des ravageurs.*

Maladies

Cercosporiose
Cercospora beticola

Identification : De nombreuses petites taches circulaires apparaissent sur les feuilles. Si l'on examine les taches à la loupe, on peut y voir au centre des petites pustules noires (structures fongiques). La cercosporiose peut entraîner la défoliation des plants et faire baisser le rendement des betteraves. Les symptômes prennent 5 à 21 jours à apparaître après l'infection (Figure 7–35).



Figure 7–35. Feuille de betterave à sucre présentant des lésions causées par *Cercospora*

Biologie : La maladie sévit surtout de la mi-juillet à septembre. Sont favorables à son développement des températures diurnes entre 24 et 32 °C (75 et 90 °F), des températures nocturnes d'au moins 15 °C (59 °F) et de longues périodes d'humidité du feuillage en raison de la pluie, de la rosée ou du brouillard.

Moyens de lutte : Utiliser le programme BEETcast pour déterminer le moment optimal des pulvérisations fongicides. Si ce programme n'est pas disponible dans une région, commencer les pulvérisations préventives dès l'apparition des premiers symptômes foliaires. Voir *Modèles de prédiction des maladies*, au chapitre 4.

Faire preuve de discernement dans l'emploi des fongicides contre *Cercospora* homologués afin d'éviter l'apparition de résistances à ces produits. Dépister les champs régulièrement pour évaluer l'efficacité du programme fongicide.

Il est important de faire la rotation des familles de fongicides systémiques; ne jamais appliquer successivement deux produits de la même famille. Mélanger en cuve les fongicides systémiques et de contact à action multiple. Si les fongicides de contact sont utilisés seuls, il faut raccourcir l'intervalle entre les pulvérisations prescrit par l'indice de gravité de la maladie (IGM). Utiliser une concentration d'eau d'au moins 187 à 281 l par hectare (20 à 30 gallons par acre).

Modèle BEETcast

Le programme BEETcast utilise les relevés des températures journalières et des mesures de l'humectation des feuilles de betteraves pour décider du moment de pulvériser des fongicides à action préventive, avant que les symptômes dommageables des maladies soient visibles. BEETcast calcule un indice de gravité de la maladie (IGM) pour chaque journée et localité. Un IGM de 0 signifie que les conditions ne sont pas favorables au développement de la maladie (temps frais ou surface des feuilles sèche). Si au contraire, les conditions sont favorables (chaleur et périodes d'humectation des feuilles), l'IGM sera de 1 à 4. La pulvérisation des fongicides est conseillée dès que la somme des IGM journaliers atteint un chiffre cible. Les IGM du programme BEETcast sont établis par Weather INnovations Consulting. Pour en savoir plus, communiquer avec l'entreprise au 519 352-5334 ou visiter son site web : www.weatherinnovations.com.

Fonte des semis et pourritures des racines
Pythium sp., *Phytophthora* sp., *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp.

Identification : En général, les semences infectées avant de sortir de terre pourrissent et ne produisent pas de plantule. Si elles lèvent, la plante est généralement faible et manque de vigueur. En cas d'infection après la levée, les plantules pourrissent au niveau du sol. L'infection se produit d'ordinaire entre deux et quatre semaines après le début de la levée. Les plants infectés ont tendance à se replier vers le bas ou à fondre. Voir *Fonte des semis*, au chapitre 6, pour en savoir plus.

Maladie du blanc (oïdium)
Erysiphe polygoni (syn. *E. betae*)

Identification : Les premiers symptômes apparaissent habituellement sur les feuilles plus matures se trouvant à l'ombre. Un duvet fongique blanc dense (poudreux) se forme sur la face supérieure de la feuille, et parfois sur la face inférieure. Il arrive aussi que la surface foliaire touchée prenne une couleur vert pâle ou jaunâtre. Les feuilles et les tiges infectées jaunissent, se flétrissent et meurent prématurément.

Chez les betteraves, les feuilles infectées sont plus susceptibles de geler que les feuilles saines.

Biologie : L'agent pathogène causant la maladie n'hiverne pas au champ en Ontario. Le vent apporte généralement les spores (du Sud des États-Unis et du Mexique) au milieu de l'été. L'infection se produit surtout entre 20 et 26 °C (68 et 79 °F); au-delà de ce seuil, la maladie se développe lentement.

Les infections peuvent se déclarer à des taux d'humidité relativement faibles (< 20 %), mais elles s'intensifient par temps humide et en cas de fortes rosées. Dans ces conditions, on peut voir apparaître les premiers symptômes trois à sept jours après l'infection.

Moyens de lutte : Les cultivars de betterave potagère ont des niveaux de résistance variés. Il existe des fongicides pouvant assurer une suppression partielle de la maladie, mais il faut bien recouvrir les faces inférieure et supérieure des feuilles. Dans cette région, les fongicides utilisés contre la cercosporiose sont généralement assez efficaces contre le blanc.

Il est difficile de déceler le blanc aux premiers stades de la maladie. Vérifier la présence de spores sur les deux faces des feuilles. Lorsque les taches blanches et le jaunissement atteignent les deux faces de la feuille, la maladie est déjà avancée, et il est peu probable que des applications de fongicides arrivent à l'éliminer.

Comme beaucoup de cultures sont hôtes du blanc, la lutte culturale est peu efficace.

Nématode de la betterave
Heterodera schachtii

Le nématode de la betterave est un problème de plus en plus fréquent au Michigan, mais n'a pas été trouvé en Ontario pour le moment.

Identification : Apparaissent dans les champs des îlots ovales ou oblongs de plants rabougris, jaunâtres ou vert pâle et souffreteux. De petits kystes en forme de citron se forment sur les racines. D'abord de couleur blanche, crème ou jaune, ils virent au brun à maturité.

Si on venait à en trouver en Ontario, les méthodes de gestion les plus efficaces contre les nématodes sont l'utilisation de cultivars résistants, une longue rotation des cultures et la plantation de cultures-appâts avant les betteraves. Avant de choisir une stratégie de gestion, confirmer l'identification auprès d'un spécialiste de la culture des légumes du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales (MAAARO) en communiquant avec le Centre d'information agricole par téléphone, au 1 877 424-1300, ou par courriel, à ag.info.omafra@ontario.ca.

Voir le chapitre 6 pour en savoir plus.

Rhizoctone commun (racine et collet)
Rhizoctonia solani

Identification : Ce champignon cause le flétrissement et ultimement la mort du feuillage. Les infections se produisent sur le collet, les côtés ou l'extrémité apicale. Dans certains cas, il arrive que l'extrémité apicale soit infectée avant l'apparition de symptômes foliaires. Les racines peuvent développer de grosses craquelures. L'infection se répand généralement vers le bas (Figure 7–36).



Figure 7–36. Plants de betterave à sucre présentant des symptômes de pourriture du collet et des racines causée par *Rhizoctonia*

Biologie : Cette espèce de *Rhizoctonia* est un champignon ubiquiste tellurique qui peut survivre dans le sol de nombreuses années. Des infections peuvent survenir durant toute la saison par temps chaud et humide ou très humide.

Le rhizoctone commun est une maladie des journées chaudes. Le champignon devient actif

entre 12 et 35 °C (54 et 95 °F), mais atteint son sommet d'activité entre 25 et 33 °C (77 et 91 °F). Sont considérés comme à risque élevé les champs ayant déjà été infecté ou ceux où a été cultivé une espèce hôte de *Rhizoctonia* l'année précédente. Des conditions de croissance stressantes, comme le compactage du sol ou un mauvais drainage, rendront également les plants plus susceptibles aux infections.

Rhizoctonia solani est l'une des espèces fongiques qui cause la fonte des semis. Voir *Fonte des semis*, au chapitre 6, pour en savoir plus.

Moyens de lutte :

- Pour gérer efficacement la maladie, les fongicides à l'azoxystrobine doivent être appliqués dans les sillons, au stade 6 ou 8 feuilles, ou les deux.
- Il faudrait planter des cultivars de betterave résistants à *Rhizoctonia* dans les champs où la maladie s'est déclarée précédemment.
- Veiller à ce que les champs soient bien drainés.
- Prendre des mesures pour réduire la compaction du sol.
- Éviter de planter des cultures susceptibles dans des zones où la maladie s'est déclarée précédemment.
- Faire des rotations de plusieurs années avec du maïs ou des petites céréales et appliquer des procédures rigoureuses d'assainissement pour éviter de propager la terre infectée entre les champs.
- Pendant les sarclages, éviter de projeter de la terre sur les collets des betteraves.
- Ne pas rejeter la tare terre sur les champs où l'on projette de semer des betteraves l'année suivante.

Rhizomanie

***Polymyxa betae Keskin*, champignon vecteur du virus des nervures jaunes et nécrotiques (BNYVV)**

Identification : Parmi les symptômes, on trouve le rachitisme des racines et la prolifération des racines latérales. Souvent, le pivot est étranglé, donnant à la racine la forme d'un verre à vin. Les tissus vasculaires de la racine se décolorent. Les feuilles, qui prennent une couleur jaune vif, sont dressées. Les symptômes peuvent être inégaux au sein d'un même champ (Figure 7–37).

Biologie : Considérée comme l'une des maladies les plus destructrices de la betterave, la rhizomanie peut réduire significativement le tonnage dans les champs touchés. Une infime quantité de terre contaminée suffit à déclencher une infection qui se propagera dans tout le champ.



Figure 7–37. Croissance prolifique des racines latérales de la betterave, causée par la rhizomanie

Moyens de lutte : Une fois présente, la maladie ne peut être éradiquée. Cependant, certains moyens de gestion peuvent ralentir sa propagation et réduire son incidence. Toute activité qui implique le transport de terre peut propager la maladie (ex. : travail sur le terrain, tare terre). Il existe des cultivars de betterave résistants, et c'est eux qu'il faudrait planter dans les champs où la maladie s'est déclarée précédemment.

Insectes

Altises

***Phyllotreta* sp.**

Identification : L'altise est un petit coléoptère noir de 2 à 3 mm (~⅛ po) de longueur aux reflets métalliques. Les adultes sont vifs et sautent lorsqu'ils sont dérangés.

Dommages : Les feuilles rongées par les altises sont criblées de trous minuscules de 1 à 5 mm (1⁄16 à ¼ po) de diamètre. Les trous plus anciens sont parfois auréolés de tissu foliaire nécrosé brun, tandis que les bords des plus récents sont verts. Ces dommages peuvent entraîner la mort des jeunes plantules. Les racines rongées par les larves sont dépréciées sur le marché.

Les adultes et les larves se nourrissent de cotylédons, de feuilles et des parties enterrées de la betterave. Ils risquent peu de causer des dommages importants, sauf s'ils sont très nombreux et s'attaquent à de jeunes plantules, surtout si ces dernières poussent lentement en raison de temps frais.

Les cultures de betteraves potagères sont occasionnellement ravagées par certaines espèces d'altises, dont l'altise de la pomme de terre (*Epitrix cucumeris*) et potentiellement l'altise à bandes pâles (*Systena blanda*) et l'altise de l'épinard (*Disonycha*

xanthomelas). Sont plus susceptibles d'être grignotés par ces insectes les petits plants qui poussent dans des conditions sous-optimales. Dans la plupart des cas, la croissance des plants n'est pas affectée.

Biologie : En Ontario, les altises produisent habituellement une génération par année. Comme elles peuvent passer de l'œuf à la forme adulte en à peine sept semaines, il peut y avoir une deuxième génération certaines années. Les adultes, qui hivernent dans les feuilles mortes, émergent et commencent à se nourrir sur les jeunes plants à la mi-mai. Ils pondent près des racines des plants hôtes au printemps et au début de l'été. Les larves se développent ensuite sur les racines. À la fin juillet, les adultes sortent du sol, se nourrissent, puis, à l'automne, se mettent en quête d'un lieu d'hivernation.

Dépistage et seuils : Commencer le dépistage des altises dès que les plantules apparaissent à la surface du champ. Pour la betterave potagère, un traitement peut être nécessaire si 25 % des plantules présentent des dommages ou si le peuplement est clairsemé.

Cicadelles
Empoasca spp.

Identification : Mesurant environ 3 mm (⅛ po) de long, l'adulte est petit, vert pâle et cunéiforme. Sa tête et son thorax sont larges, et son corps, fuselé à hauteur des ailes. Les cicadelles sont très actives et s'envolent rapidement. Les nymphes ressemblent aux adultes, mais leurs ailes ne sont pas complètement formées. Lorsque perturbées, elles courent de côté comme des crabes pour se cacher sur la face intérieure des folioles. Il ne faut pas confondre les nymphes et les pucerons. Les nymphes de cicadelles marchent rapidement de côté alors que les pucerons se déplacent très lentement.

Dommages : Les adultes et les nymphes se nourrissent de la sève des feuilles et des tiges, ce qui a d'abord pour effet de faire jaunir, puis brunir la pointe et le pourtour des feuilles. Le pourtour finit par se rabougrir et s'enrouler; c'est ce qu'on appelle la « brûlure de la cicadelle ». On commence à remarquer des lésions environ quatre à cinq jours après le passage des cicadelles. Pour éviter des pertes de rendement, on recommande de contrôler la population avant l'apparition de brûlures.

On trouve des cicadelles dans beaucoup de cultures maraîchères, dont la betterave potagère. Envisager un traitement seulement en cas de surnombre et de rabougrissement évident des feuilles.

Biologie : La cicadelle n'hiverne pas en Ontario. Transportée par les vents de haute altitude en provenance des États-Unis, elle peut arriver sur le territoire ontarien dès le mois de mai. Les femelles pondent leurs œufs sur la luzerne. Les nymphes éclosent en 10 jours environ. Il y a cinq instars nymphaux, qui atteignent l'âge adulte en 10 à 25 jours. En fonction des conditions météorologiques, de deux à quatre générations peuvent se développer au cours de la saison.

Moyens de lutte : Les cicadelles peuvent se multiplier rapidement quand il fait chaud. Par conséquent, le dépistage constitue la première ligne de défense contre cet insecte. Pour les feuilles de betteraves, il peut être nécessaire de prendre des mesures pour maîtriser ce ravageur. Cependant, pour les racines, les cicadelles représentent rarement un problème.

Collemboles
Collembola spp, *Bourletiella hortensis*

Des dégâts causés par le collembole ont été constatés dans les champs de betteraves en Ontario. Même s'il est généralement considéré comme un insecte bénéfique, il arrive qu'il se nourrisse dans les cultures. Lorsque les conditions favorables sont réunies, les plantules peuvent être gravement touchées.

Identification : Au premier coup d'œil, les collemboles globuleux peuvent être confondus avec les altises. De couleur foncée, ils mesurent entre 0,8 et 3,0 mm (max. ⅛ po). Ils vivent hors terre et ont tendance à sauter lorsqu'on les dérange. Les espèces souterraines de collemboles sont blanchâtres et allongées et mesurent de 0,8 à 2,4 mm (max. ⅛ po) de long. Elles vivent sous terre et n'ont pas la capacité de sauter comme les autres collemboles. Elles sont rares dans la région.

Dommages : Ce ravageur ne constitue généralement pas un problème, sauf en cas de périodes prolongées de temps froid et humide juste après le repiquage. Les collemboles globuleux se nourrissent des cotylédons, des tiges et des racines de la betterave potagère. Les espèces souterraines s'en prennent uniquement aux racines. Les dommages apparaissent sous forme de petits trous ronds dans les cotylédons ou les feuilles, ou de creux et d'éraflures sur les tissus végétaux, au-dessus du sol comme sous la terre. Les peuplements peuvent être réduits lorsque les ravageurs sont présents en grand nombre et que les plantules de betterave potagère sont petites et poussent lentement.

Biologie : Les collemboles se nourrissent habituellement de matières organiques présentes

dans la terre, ce qui contribue à dégrader les résidus de culture et à améliorer la structure du sol. Dans des conditions d'humidité prolongée, les populations d'insectes peuvent grossir considérablement : c'est alors qu'on commence à constater des dommages sur les plantules.

Dépistage et seuils : Les cultures ne sont vulnérables que lorsque les plantules sont jeunes. Aucun seuil ou traitement n'a été établi, mais lorsque des dommages sont détectés, on pense que les populations du ravageur se chiffrent dans les milliers par pied carré.

Moyens de lutte : Les cultures se remettent généralement bien des dommages causés par les collemboles, et les effets sur le rendement n'ont pas été mesurés. Ces insectes sont peu susceptibles de causer des dommages significatifs dans les cas où un traitement insecticide ciblant d'autres ravageurs a été appliqué au sol ou aux semences.

Mineuse des feuilles
Pegomya betae, *P. hyoscyami*

Identification : Les principales espèces de mineuses s'attaquant aux betteraves sont la mineuse de la betterave (*Pegomya betae*) et la mineuse de l'épinard (*Pegomya hyoscyami*). Il peut arriver qu'on observe d'autres espèces des genres *Liriomyza* et *Psilopa*. Généralement, la mineuse est une petite mouche (7 mm [¼ po]), vert grisâtre à brun grisâtre, qui pond ses œufs sur les feuilles. Les larves sont de petits asticots translucides, blanchâtres à vert pâle, qui creusent des galeries sinueuses dans le tissu des feuilles.

Dommages : Les femelles pondent des grappes de 2 à 10 œufs blancs en forme de cigare sur la face inférieure des feuilles. Elles perforent l'épiderme des feuilles pour en sucer la sève. La larve se nourrit des tissus se trouvant entre les faces inférieure et supérieure de la feuille, ce qui diminue la capacité de la plante à faire de la photosynthèse. Les galeries sont également des voies de pénétration pour les agents pathogènes (Figure 7–38).

Biologie : L'insecte se développe surtout à des températures de 21 à 32 °C (70 à 90 °F). La ponte est moindre quand la température tombe sous 10 °C (50 °F). Ce ravageur pose principalement problème au printemps.



Figure 7–38. Galeries sinueuses creusées par la mineuse sur une feuille de betterave

Dépistage et seuils : Pour les racines de betterave, si 50 % des plants comportent des œufs ou des larves, il faudra traiter. Regarder au revers des feuilles à la recherche de galeries, de larves ou d'œufs. Des pièges collants jaunes peuvent être disposés dans les cultures pour surveiller les populations de mouches adultes.

Moyens de lutte : Les chénopodes sont un autre hôte des mouches mineuses. Un bon désherbage peut contribuer à réduire les infestations. La rotation des cultures est aussi utile pour lutter contre ce ravageur, si l'on alterne entre des cultures vulnérables et des cultures résistantes.

Pucerons
Famille des *Aphididae*

Identification : En Ontario, plusieurs espèces de pucerons s'attaquent aux cultures de betteraves. Les pucerons sont de petits insectes piriformes à corps mou, dont l'extrémité postérieure est prolongée par une paire de cornicules ressemblant à des tuyères.

Dépistage et seuils : Pour détecter le puceron de la betterave à sucre, creuser et inspecter le sol à la base de plants flétris. On peut aussi trouver des pucerons sur les racines de mauvaises herbes hôtes, comme les chénopodes et l'amarante.

Certains cultivars de betterave sont, à divers degrés, résistants aux pucerons des racines.

Pour les racines de betterave, il n'y a aucun seuil établi, mais un taux d'infestation inférieur à 10 % peut réduire le rendement.

Voir le chapitre 5 pour en savoir plus.

Tétranyque à deux points
Tetranychus urticae

Identification : Le tétranyque adulte est un acarien d'environ 0,5 à 1 mm (< 1/16 po) de long, à peine visible à l'œil nu. Il est de couleur jaunâtre translucide, avec une tache noire de chaque côté de l'abdomen.

Dommages : Ce ravageur s'attaque aux feuilles avec ses pièces buccales suceuses, laissant d'abord une multitude de petits points cuivrés sur son passage. En cas d'attaques graves, les feuilles s'enroulent et se dessèchent, symptômes souvent confondus avec ceux d'un stress hydrique.

Biologie : La femelle adulte passe l'hiver dans des résidus de culture ou des endroits abrités. Au début du printemps, elle pond des œufs dans des mauvaises herbes graminées, les bordures de champs et les champs de blé. Lorsque le blé ou les autres graminées commencent à sécher, cet acarien se déplace souvent dans les cultures de betterave potagère. Par temps chaud et sec, le tétranyque peut mettre au monde une génération en aussi peu que six jours, en engendrant ainsi une multitude chaque année.

Dépistage et seuils : Aucun seuil n'a été établi. Rechercher des marques bronzées sur les feuilles et des toiles, des œufs ou des acariens sur la face inférieure des feuilles. En cas de détection, inspecter de nouveau le champ trois à cinq jours plus tard pour déterminer si la population augmente.

Moyens de lutte : Des pluies abondantes réduisent souvent les populations de tétranyques à des niveaux tolérables. C'est pendant la période où les betteraves potagères grossissent, juste avant la récolte, qu'elles sont le plus vulnérables.

Ver blanc
Voir chapitre 5.

Ver fil-de-fer
Limonius spp.

Voir chapitre 5.

Vers-gris
Agrotis ipsilon (ver-gris noir),
Euxoa messoria (ver-gris moissonneur),
Crymodes devastator (ver-gris vitreux),
Euxoa detersa (ver-gris arénicole)

Sévissant principalement en début de saison, le ver-gris peut gravement nuire aux plantules. Ces dernières auront l'air d'avoir été coupées au ras du sol avec des ciseaux. Voir le chapitre 5 pour en savoir plus.

Troubles physiologiques

Dommages causés par l'action du sable ou du vent et par dessiccation

Les dommages causés par le vent peuvent prendre plusieurs formes. Ils peuvent être causés par l'abrasion du sable, par des vents forts qui fouettent les végétaux et par dessiccation.

Les dommages causés par l'action du sable (abrasion) se produisent par grands vents dans des sols sableux et exposés, à texture légère. Les tiges et les feuilles orientées du côté du vent peuvent présenter des zones rugueuses ocre pâle. Dans des cas graves, la croissance peut s'arrêter ou le plant peut même mourir, ce qui réduit considérablement les rendements.

Les dommages causés par l'action du vent peuvent se produire dans tous les types de sols. Les jeunes plants fouettés et tordus par des vents violents peuvent être gravement endommagés, voire tués. Les plantules de betterave potagère sont particulièrement vulnérables à l'action du vent.

Les dommages causés par dessiccation sont plus courants chez les jeunes plants fragiles lors d'épisodes de grands vents et de températures extrêmes.

Tous les types de dommages causés par le vent peuvent prédisposer les plants à des maladies foliaires. L'installation de bandes de protection contre le vent, les cultures de couverture et les brise-vent contribuent à atténuer les problèmes causés par le vent et le sable.

Dommages dus à la foudre

L'apparition soudaine de sections circulaires (3 à 20 m [10 à 66 pi] de diamètre) de plants endommagés est souvent causée par la foudre. Les plants situés en bordure des zones touchées sont souvent moins endommagés que les autres.

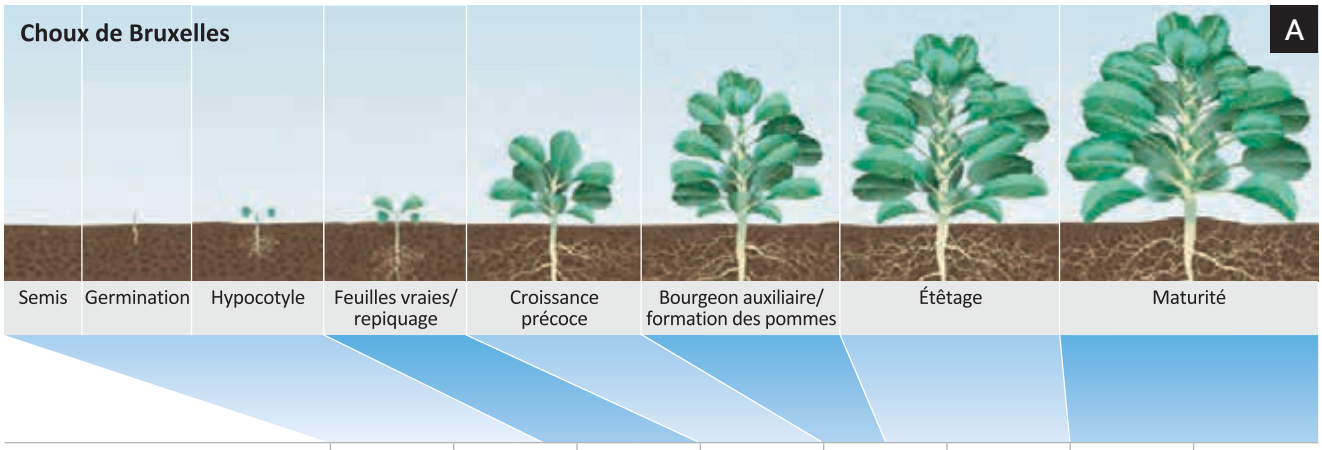
Les feuilles aux extrémités des branches se recourbent d'abord, puis flétrissent et, dans les cas graves, le plant meurt.

Ravageurs vertébrés

Les ravageurs comme les oiseaux, les chevreuils et les ratons laveurs sont courants dans les cultures horticoles. Pour en savoir plus, voir *Ravageurs vertébrés*, dans la section *Maïs sucré.*

Brassicacées

(Brocoli, chou de Bruxelles, chou pommé, chou-fleur et brassicacées de spécialité, comme le raifort, le chou frisé, le chou-rave, les feuilles de moutarde et le chou nappa)



	Repiquage	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.
LÉGENDE : Jamais observé / Souvent Observé / Peu commun								
Maladies								
Alternariose								
Flétrissement bactérien								
Fonte des semis								
Hernie des crucifères								
Jambe noire*								
Jaunisse fusarienne								
Maladie des taches blanches*								
Maladie du blanc (oïdium)								
Mildiou								
Nématode cécidogène du nord								
Nématode de la betterave								
Nématode des lé)sions racinaires								
Pourriture à sclérotes								
Pourriture bactérienne molle								
Pourriture noire								
Tache bactérienne								
Tige noire								
Virus de la mosaïque du navet								
Insectes								
Altises								
Cécidomyie du chou-fleur								
Chenille zébrée*								
Fausse-arpenteuse du chou								
Fausse-teigne des crucifères								
Limaces								
Mineuse des feuilles								
Mouche des légumineuses								
Mouche du chou								
Piéride du chou								
Pucerons								
Punaise terne								
Thrips								
Ver fil-de-fer								
Ver-gris noir								

* Ravageur peu commun en Ontario, mais pouvant être problématique sur d'autres territoires.

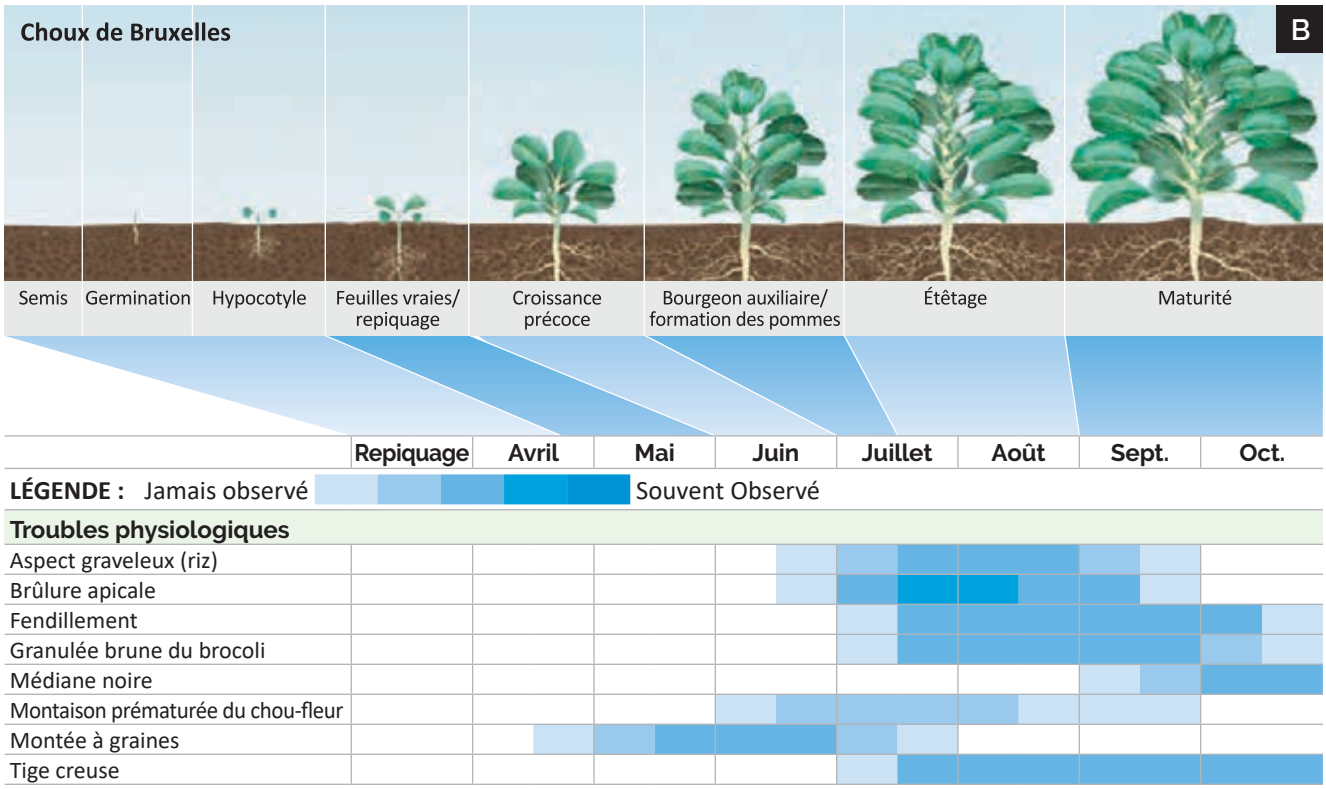


Figure 7–39. Stades de développement des brassicacées et calendrier d'activité des ravageurs. La période réelle d'activité des ravageurs varie considérablement d'une année à l'autre selon des facteurs environnementaux.

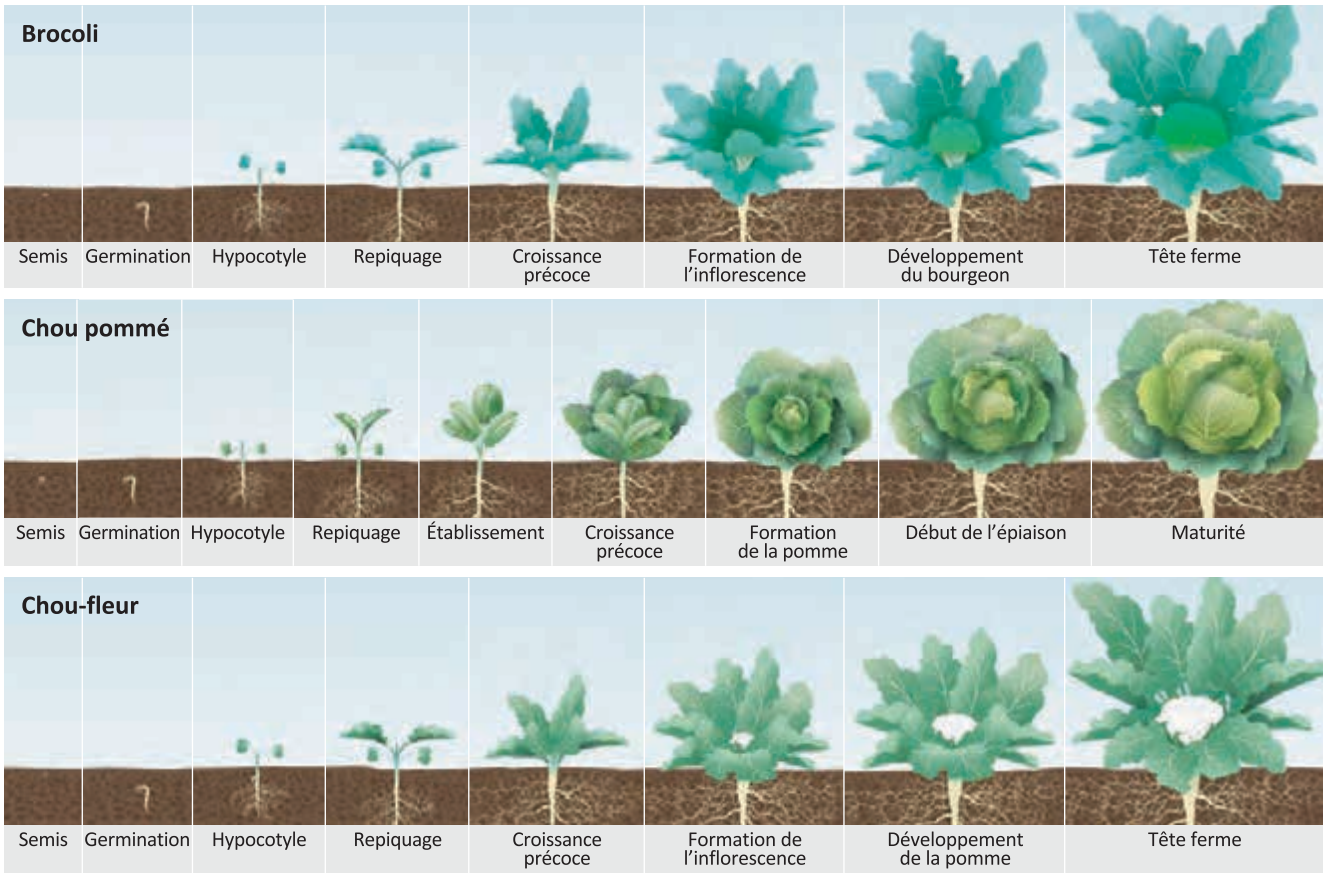


Figure 7–40. Stades de développement du brocoli, du chou pommé et du chou-fleur

Exigences de production

Types de sol : Loams sableux ou limoneux
pH du sol : 6,0 à 6,5 (idéalement)
Cultures recommandées dans la rotation : Ail, céleri, céréales, haricots, maïs, oignons, piments, pois, poivrons et tomates
Cultures déconseillées dans la rotation : Autres brassicacées, dont le canola
Température minimale du sol : 5 °C (41 °F)
Température minimale de l'air : -3 °C (37 °F) (si les plants repiqués sont endurcis)
Date de semis la plus précoce : Début à la fin avril

Tableau 7–26. Conditions de germination et de croissance des plants de brassicacées

Brassicacée	Poids de semences pour obtenir 10 000 plants	Profondeur de semis	Température de germination[1]	Délai semis-levée (jours)[2]	Température de croissance optimale		Tolérance au pH	Durée de production (sem.)
					Jour	Nuit		
Brocoli	57 g	0,6 cm (¼ po)	29 °C (84 °F)	4	16-21 °C (61-70 °F)	10-16 °C (50-61 °F)	6,0-6,8	4-7
Chou de Bruxelles	57 g	0,6 cm (¼ po)	27 °C (81 °F)	5	16-21 °C (61-70 °F)	10-16 °C (50-61 °F)	5,5-6,8	4-7
Chou pommé	57 g	0,6 cm (¼ po)	29 °C (84 °F)	4	16-21 °C (61-70 °F)	10-16 °C (50-61 °F)	6,0-6,8	4-7
Chou-fleur	57 g	0,6 cm (¼ po)	27 °C (81 °F)	5	16-21 °C (61-70 °F)	10-16 °C (50-61 °F)	6,0-6,8	4-7

[1] De nombreux légumes peuvent germer à une température plus basse ou plus élevée, mais le pourcentage de germination, la rapidité et l'uniformité de la levée pourraient être moindres.
[2] En supposant que la température de germination est optimale.

Semis et espacements

Un semis dans des plateaux alvéolés permet d'uniformiser la taille et la maturité des plants. Voir le Tableau 7–26. Bien qu'il soit possible de semer directement au champ les brassicacées destinées à être récoltées à la fin de l'été et à l'automne, cette pratique est rare en Ontario.

La production de plants dans des plateaux alvéolés coûte initialement plus cher, mais elle présente des avantages : emploi plus efficace des semences et réduction des frais de repiquage au champ et d'éclaircissage. Comparativement aux plants à racines nues, les plants semés dans des plateaux alvéolés ont aussi une reprise plus rapide et donnent un peuplement plus homogène et plus vigoureux.

Voir le Tableau 7–27.

Tableau 7–27. Espacement des plants de brassicacées

Culture	Distance entre les rangs	Espacement sur le rang	Taux de semis
Brocoli[1]	60-75 cm (24-30 po)	30-45 cm (12-18 po)	300-350 g/ha (124-145 g/acre)
Chou pommé hâtif	60-75 cm (24-30 po)	30-45 cm (12-18 po)	300-350 g/ha (124-145 g/acre)
Chou pommé tardif	75-90 cm (30-36 po)	45-60 cm (18-24 po)	300-350 g/ha (124-145 g/acre)
Chou-fleur	75-90 cm (30-36 po)	45-60 cm (18-24 po)	300-350 g/ha (124-145 g/acre)
Chou de Bruxelles[2]	75-90 cm (30-36 po)	45-60 cm (18-24 po)	300-350 g/ha (124-145 g/acre)
Raifort	75-90 cm (30-36 po)	40-60 cm (16-24 po)	300-350 g/ha (124-145 g/acre)
Chou frisé[3]	70-80 cm (28-32 po)	30 cm (12 po) après éclaircissage	300-350 g/ha (124-145 g/acre)
Chou-rave[3]	70-80 cm (28-32 po)	10 cm (4 po) après éclaircissage	300-350 g/ha (124-145 g/acre)
Chou nappa[3]	45-60 cm (18-24 po)	25-30 cm (10-12 po)	100-220 g/ha (41-91 g/acre)
Bok choy[3]	45 cm (18 po)	15-20 cm (6-8 po)	336 g/ha (139 g/acre)
Brocoli chinois[3]	30-45 cm (12-18 po)	5-10 cm (2-4 po) après éclaircissage	900 g/ha (372 g/acre)

[1] Augmenter l'espacement entre les plants pour les brocolis qui seront récoltés par temps chaud et humide (fin août et début septembre).
[2] Pour les cultures de chou de Bruxelles destinées à être récoltées d'un seul coup ou à être surgelées (pommes de petite taille), il faut utiliser une disposition en carré de 60 cm sur 60 cm (ou même 53 cm sur 53 cm) pour obtenir des choux de taille uniforme.
[3] Semis direct.

Fertilisation

Engrais de démarrage

Si vous ne mettez pas d'insecticide dans l'eau de repiquage, utilisez un engrais de démarrage riche en azote (ex. : 20-20-20), à raison de 1 kg d'engrais par 200 l d'eau, et en donner 0,2 à 0,3 l par plant.

Lorsqu'il fait chaud ou dans un sol sableux et sec, réduire de moitié la dose d'engrais de démarrage (mais la diluer dans la même quantité d'eau), pour diminuer le risque de brûler les plants.

Macronutriments

Azote

Épandre en surface et incorporer au sol la quantité d'azote nécessaire en présemis, en même temps que la potasse et le potassium. Épandre la quantité restante d'azote en bandes latérales environ trois semaines après le repiquage. Voir le Tableau 7–28.

Tableau 7–28. Besoins en azote des brassicacées

Type de sol	Azote actif		
	Brocoli, chou-fleur chou de Bruxelles	**Chou pommé**	**Raifort, chou frisé, chou-rave**
Sols minéraux[1]			
Présemis	100 kg/ha (89 lb/acre)	130 kg/ha (116 lb/acre)	80 kg/ha (71 lb/acre)
Épandage en bandes latérales[2]	30 kg/ha (27 lb/acre)	40 kg/ha (36 lb/acre)	30 kg/ha (37 lb/acre)
Total	**130 kg/ha (116 lb/acre)**	**170 kg/ha (152 lb/acre)**	**110 kg/ha (98 lb/acre)**
Terres noires			
Présemis	70 kg/ha (62 lb/acre)	100 kg/ha (89 lb/acre)	70 kg/ha (62 lb/acre)
1er épandage en bandes latérales	30 kg/ha (27 lb/acre)	30 kg/ha (27 lb/acre)	30 kg/ha (27 lb/acre)
2e épandage en bandes latérales	30 kg/ha (27 lb/acre)	30 kg/ha (27 lb/acre)	30 kg/ha (27 lb/acre)
Total	**130 kg/ha (116 lb/acre)**	**160 kg/ha (143 lb/acre)**	**130 kg/ha (116 lb/acre)**

[1] Sur les sols sablonneux, si le temps est excessivement pluvieux, on peut épandre 40 kg d'azote de plus par hectare, en bandes latérales.
[2] Trois semaines après le repiquage au champ.

Réduire la fertilisation azotée (N) après un apport de fumier ou l'incorporation au sol d'engrais vert de légumineuses. Voir le Tableau 1–12 et le Tableau 1–13 au chapitre 1 pour en savoir plus.

Phosphore et potassium

Faire analyser le sol pour déterminer les besoins en phosphore et en potassium. Voir le Tableau 7–29 et le Tableau 7–30.

Tableau 7–29. Besoins en phosphore des brassicacées

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en phosphore évaluée par extraction au bicarbonate de sodium (ppm)													
	0-3	**4-5**	**6-7**	**8-9**	**10-12**	**13-15**	**16-20**	**21-25**	**26-30**	**31-40**	**41-50**	**51-60**	**61-80**	**81 ou plus**
Brocoli, chou de Bruxelles, chou-fleur, chou pommé														
Sols minéraux														
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	270 (241) (EE)	260 (232) (EE)	250 (223) (EE)	240 (214) (EE)	230 (205) (EE)	220 (196) (EE)	200 (178) (EE)	170 (152) (EE)	140 (125) (EM)	110 (98) (EM)	80 (71) (EM)	50 (45) (EF)	0 (ETF)	0 (EN)
Terres noires														
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	90 (80) (EM)	90 (80) (EM)	80 (71) (EM)	70 (62) (EM)	60 (54) (EM)	50 (45) (EF)	30 (27) (EF)	20 (18) (EF)	0 (ETF)	0 (EN)
Raifort														
Sols minéraux														
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	180 (161) (EE)	170 (152) (EE)	170 (152) (EE)	160 (143) (EE)	160 (143) (EE)	150 (134) (EE)	140 (125) (EE)	120 (107) (EM)	100 (89) (EM)	80 (71) (EM)	50 (45) (EF)	30 (27) (ETF)	0 (ETF)	0 (EN)

Tableau 7–30. Besoins en potassium des brassicacées

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en potassium évaluée par extraction à l'acétate d'ammonium (ppm)											
	0-15	**16-30**	**31-45**	**46-60**	**61-80**	**81-100**	**101-120**	**121-150**	**151-180**	**181-210**	**211-250**	**251 ou plus**
Brocoli, chou de Bruxelles, chou-fleur, chou pommé												
Sols minéraux												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	270 (241) (EE)	250 (223) (EE)	230 (205) (EE)	200 (178) (EE)	170 (152) (EE)	130 (116) (EE)	100 (89) (EM)	80 (71) (EM)	50 (45) (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (EN)
Terres noires												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	200 (178) (EE)	190 (170) (EE)	170 (152) (EE)	150 (134) (EE)	120 (107) (EM)	90 (80) (EM)	70 (62) (EM)	50 (45) (EM)	40 (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (EN)
Raifort												
Sols minéraux												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	230 (205) (EE)	220 (196) (EE)	210 (187) (EE)	190 (170) (EE)	160 (143) (EE)	130 (116) (EE)	100 (89) (EM)	80 (71) (EM)	50 (45) (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (EN)

Oligo-éléments

L'efficacité des apports d'engrais contenant des oligo-éléments varie beaucoup selon les cultures. Voir *Oligo-éléments*, au chapitre 1, pour en savoir plus.

Carence en bore

On sait que la carence en bore entraîne le phénomène de la tige creuse chez le brocoli, mais d'autres facteurs peuvent aussi être en cause. Utiliser le bore avec prudence. Bon nombre de cultures utilisées dans des rotations sont sensibles aux teneurs élevées en bore. Voir le Tableau 1–7, le Tableau 1–8 et le Tableau 1–9, au chapitre 1, pour en savoir plus.

Carence en molybdène (tiges en fouet)

Rares au champ, les carences en molybdène entraînent la formation de tiges en fouet chez le chou-fleur, le brocoli et le chou de Bruxelles. Elles sont souvent associées à un faible pH du sol. Le molybdène peut être incorporé à l'eau de repiquage à raison de 30 à 40 g de molybdate de sodium par 100 l d'eau, chaque plant recevant 0,3 l de cette solution. Voir *Oligo-éléments*, au chapitre 1, pour en savoir plus.

Analyse de tissus végétaux

Utilisée en association avec une analyse de sol, l'analyse de tissus végétaux apporte des indications utiles pour diagnostiquer des troubles de croissance ou évaluer un programme de fertilisation. Pour en savoir plus, voir le Tableau 7–31 et *Analyse de tissus végétaux*, au chapitre 1.

Tableau 7–31. Teneur en éléments nutritifs des brassicacées

LÉGENDE : — = aucune donnée disponible

Parties du plant	Moment de l'échantillonnage	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
		Pourcentage (%)						Parties par million (ppm)					
Brocoli													
Dernière feuille à s'être entièrement formée	Pommaison	3-4,5	0,3-0,5	1,5-4	1,2-2,5	0,23-0,4	0,2	40-300	25-150	45-95	30-50	5-10	0-0,2
Chou de Bruxelles													
Dernière feuille à s'être entièrement formée	Formation des premières pommes	2,2-5	0,2-0,6	2,4-3,5	0,4-2	0,2-0,4	0,2-0,8	50-150	20-200	20-80	30-70	5-10	0,2
Chou pommé													
Dernière feuille à s'être entièrement formée	5 semaines après le repiquage	3,2-6	0,3-0,6	2,8-5	1,1-2	0,25-0,6	0,3	30-60	20-40	30-50	20-40	3-7	0,3-0,6
	8 semaines après le repiquage	3-6	0,3-0,6	2-4	1,5-2	0,25-0,6	0,3	30-60	20-40	30-50	20-40	3-7	0,3-0,6
Feuille extérieure de la pomme	Pommes à moitié formées	3-4	0,3-0,5	2,3-4	1,5-2	0,25-0,45	0,3	20-40	20-40	20-30	30-50	4-8	0,3-0,6
	À la récolte	1,8-3	0,3-0,4	1,5	1,5	0,25	0,3	20-40	20-40	20-30	30-50	4-8	0,3-0,6
Chou-fleur													
Dernière feuille à s'être entièrement formée	Début de la formation de l'inflorescence	3-5	0,4-0,7	2-4	0,8-2	0,25-0,6	0,6-1	30-60	30-80	30-50	30-50	5-10	–
	Pommaison	2,2-4	0,3-0,7	1,5-3	1-2	0,25-0,6	–	30-60	50-80	30-50	30-50	5-10	–
Chou de Chine (pommé)													
Plus vieille feuille non endommagée	Stade 8 feuilles	4,5-5	0,5-0,6	7,5-8,5	4,5-5	0,35-0,45	–	–	14-20	30-50	15-25	5-10	–
	À maturité	3,5-4	0,3-0,6	3-6,5	3,7-6	0,4-0,5	–	–	13-19	20-40	30-50	4-6	–
Chou cavalier													
Partie supérieure	Jeune plant	4-5	0,3-0,6	3-5	1-2	0,4-1	–	40-100	40-100	25-50	25-50	5-10	–
Dernière feuille à s'être entièrement formée	À la récolte	3-5	0,3-0,5	2,5-4	1-2	0,35-1	–	40-100	40-100	20-40	25-50	5-10	–

Adaptation de HOCHMUTH G., et coll. *Plant Tissue Analysis and Interpretation for Vegetable Crops in Florida*, University of Florida, IFAS Extension, nº HS964, 2018.

Irrigation

Habituellement, les plants de brassicacées réagissent bien à l'irrigation.

Effets du stress hydrique : Brûlure apicale (chou pommé), pommaison prématurée (chou-fleur), taille et qualité moindres (brassicacées)

Période critique d'irrigation : Durant la formation et le grossissement de la pomme (brassicacées pommées)

Profondeur d'enracinement : 30 à 60 cm (12 à 24 po)

Si le taux d'humidité disponible dans la zone des racines descend à 50 % pendant la période critique d'irrigation, l'irrigation par aspersion peut contribuer à maintenir le rendement et la qualité des cultures. Avec un système d'irrigation goutte à goutte, envisager d'irriguer quand la quantité d'eau du sol disponible pour les plantes tombe en deçà de 85 %.

Pour en savoir plus sur la programmation de l'irrigation, voir *Les pratiques de gestion optimales : Gestion de l'irrigation* (publication nº BMP08F) et la fiche technique du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales (MAAARO) *Surveiller l'humidité du sol pour améliorer les décisions d'irrigation.*

Récolte

Voir le Tableau 7–32 et le Tableau 7–33.

Tableau 7–32. Récolte et entreposage des brassicacées

Culture	Signes que la culture est prête pour la récolte	Délai prévu pour atteindre la maturité	Durée de conservation approximative
Brocoli	Récolter les pommes quand les fleurons sont verts et rapprochés, soit avant que les fleurs s'ouvrent et pendant que l'inflorescence est encore compacte.	50-75 jours après le repiquage	10-14 jours
Chou de Bruxelles (plusieurs récoltes)	La culture est arrivée à maturité quand les choux sont fermes et bien formés. Ceux du haut du plant continuent de se développer même après la récolte de ceux du bas.	90-110 jours après le repiquage; récolte continue jusqu'à ce que le plant cesse de produire des choux	3-5 semaines
Chou de Bruxelles (récolte unique)	L'étêtage du plant stimule la maturation des pommes du sommet. Ce travail s'exécute normalement lorsque les choux au bas de la tige mesurent 12 à 20 mm (½ à 1 po) de diamètre. Ainsi, quatre semaines plus tard, la tige porte des choux de calibre uniforme et commercialisable. Ne pas effeuiller les plants plus d'un jour avant la récolte.	90-110 jours après le repiquage	3-5 semaines
Chou pommé	**Chou nappa :** Récolter quand les pommes sont fermes et ont atteint la taille voulue.	50-70 jours après le repiquage	2-3 mois
	Chou pommé hâtif : Les pommes sont récoltées un peu avant que les feuilles supérieures perdent leur couleur vert vif, soit quand elles pèsent environ 1 kg.	70 jours après le repiquage	3-6 semaines
	Chou pommé tardif : Les pommes sont récoltées lorsqu'elles atteignent la taille voulue. Les feuilles enveloppantes sont coupées à la récolte, de manière à laisser trois à six feuilles extérieures de la pomme. Il est essentiel de manipuler les pommes avec soin pendant la récolte et le traitement pour éviter les problèmes durant l'entreposage.	120 jours après le repiquage	5-11 mois

Tableau 7–32. Récolte et entreposage des brassicacées

Culture	Signes que la culture est prête pour la récolte	Délai prévu pour atteindre la maturité	Durée de conservation approximative
Chou-fleur	Pour assurer le blanchiment, attacher les feuilles enveloppantes au-dessus des pommes de manière à les envelopper dès que celles-ci atteignent 8 à 10 cm (3 à 4 po) de diamètre. Par temps chaud, le blanchiment du chou-fleur peut prendre à peine 3 à 4 jours. Par temps frais, quand la croissance ralentit, il peut durer 8 à 12 jours, voire plus. Récolter quand les pommes sont compactes et entièrement formées, avant que les fleurons s'écartent.	50-125 jours après le repiquage	3-4 semaines
Chou cavalier	Récolter les feuilles selon les besoins, ou attendre que le plant ait atteint une hauteur de 25 cm (10 po) et le couper à la base pour faire une botte.	70-85 jours après le semis; récolte continue chaque semaine, de juin à la première gelée	10-14 jours
Raifort	Commencer à déterrer les cultures en octobre. La récolte peut se poursuivre jusqu'à ce que le sol gèle, ou se faire tôt au printemps, avant que les racines se lignifient.	120 jours après le semis ou lorsque les racines font en moyenne plus de 2 cm (¾ po) de diamètre et plus de 20 cm (8 po) de long	10-12 mois
Chou frisé	Récolter quand les feuilles sont fermes, croquantes et vert vif. Faire une récolte continue des feuilles, ou couper les plants à la base pour les vendre en bottes lorsqu'ils atteignent une hauteur de 30 cm (12 po).	55 jours après le semis	2-3 semaines
Chou-rave	Récolter quand les tiges ont environ 5 à 8 cm (2 à 3 po) de diamètre.	50-60 jours après le semis	2-3 mois

Tableau 7–33. Rendement moyen des cultures de brassicacées

Culture	Rendement	Contenant standard
Brocoli	650-800 caisses/ha (260-320 caisses/acre)	12, 14 ou 18 bottes par caisse
Chou de Bruxelles	11 000-13 500 kg/ha (10 000-12 000 lb/acre)	Caisse de 25 lb
Chou pommé	1 500-2 500 caisses/ha (650-1 000 caisses/acre)	12 ou 16 pommes par caisse
Chou-fleur	1 000-2 000 caisses/ha (450-700 caisses/acre)	6, 9, 12 ou 16 pommes par caisse
Raifort	7 500-12 000 kg/ha (6 750-10 800 lb/acre)	Caisse-palette
Chou frisé	45 000 kg/ha (40 000 lb/acre)	Boisseau ou caisse-palette
Chou-rave	13 500-18 000 kg/ha (12 000-16 000 lb/acre)	Boisseau ou caisse-palette

Entreposage

Prévenir la pourriture et les maladies durant l'entreposage en refroidissant les cultures dès que possible après la récolte. La méthode à employer varie en fonction du type de brassicacées. On utilise couramment le refroidissement par air pulsé pour toutes les brassicacées, et le refroidissement à eau glacée ou dans la glace convient bien au chou de Bruxelles et au brocoli.

Éviter d'entreposer les brassicacées avec d'autres cultures qui dégagent de l'éthylène, comme des pommes. Ce gaz peut faire jaunir ou tomber prématurément (par abscission) les feuilles du chou pommé.

Température d'entreposage : 0 °C (32 °F)
Humidité relative : 95 % à 100 %
Durée : Voir le Tableau 7–32

Lutte contre les ravageurs et les troubles physiologiques

Voir la Figure 7–39 *Stades de développement des brassicacées et calendrier d'activité des ravageurs.*

Maladies

Alternariose

Alternaria brassicae, *A. brassicicola*, *A. raphani*

Identification : De petites lésions jaunâtres apparaissent sur les feuilles les plus matures. Lorsque les taches grossissent, l'alternance de leurs cercles concentriques clairs et foncés les fait ressembler à des cibles. Sur le chou-fleur et le brocoli, des taches sombres et creuses apparaissent sur les fleurons et s'étendent sur de grandes portions de la pomme. Sur le chou pommé, la grosseur des taches peut varier, allant de la taille d'une tête d'épingle à plusieurs centimètres de diamètre (Figure 7–41).



Figure 7–41. Tache d'alternariose sur une feuille de chou-fleur

Biologie : L'alternariose se transmet par les semences et le vent tout l'été. Le temps frais et humide favorise l'apparition de l'infection. Les spores ont besoin d'au moins neuf heures d'humidité à une température de 15 à 25 °C (59 à 77 °F) pour pouvoir germer et causer une infection. Les feuilles infectées tombent, et le champignon gagne du terrain, s'attaquant à des parties commercialisables de la culture.

Dépistage : Inspecter 10 feuilles de 20 plants choisis aléatoirement dans le champ. Vérifier les feuilles nouvelles et matures. Prendre note du pourcentage de feuilles infectées et du nombre moyen de lésions par feuille. Sur les plants matures, vérifier aussi s'il y a des taches noires sur les fleurons ou les pommes.

Moyens de lutte : Une bonne circulation de l'air contribue à assécher l'atmosphère au sein du feuillage. Éviter d'irriguer par aspersion une fois que la maladie a été diagnostiquée dans un champ. Le cas échéant, protéger les choux avec un fongicide avant la récolte. Après la récolte, incorporer les débris des cultures dans le sol sans tarder. Vérifier que les choux pommés ne sont pas atteints par la maladie avant de les entreposer. Dans l'entrepôt, une température inférieure à 4 °C (39 °F) inhibe le développement de nouvelles infections.

Le traitement des semences à l'eau chaude élimine l'infection interne et l'infestation à la surface de la semence, tandis que le traitement fongicide des semences n'enlèvera que les spores présentes à la surface.

Faire une rotation avec des cultures moins sensibles (céréales ou maïs) et maîtriser les insectes broyeurs.

Flétrissement bactérien

Pseudomonas syringae pv. *maculicola*

Identification : Des taches aqueuses et cunéiformes apparaissent au bord des feuilles. Elles peuvent prendre une teinte olive.

Biologie : La bactérie responsable de cette maladie est transmise par les semences. L'infection se déclenche sur les plants sains à la faveur d'une blessure, comme une lésion découlant du gel, de l'action abrasive du sable ou de machinerie.

Moyens de lutte : Un apport excessif d'azote ou l'irrigation par aspersion peut augmenter l'incidence de la maladie. Adopter de bonnes pratiques d'hygiène dans toutes les parties de la serre utilisées pour la production des plants. Lutter contre les insectes nuisibles pouvant être vecteurs de la bactérie.

Fonte des semis

Pythium sp., *Phytophthora* sp., *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp.

Identification : En général, les semences infectées avant de sortir de terre pourrissent et ne produisent pas de plantule. Si elles lèvent, la plante est généralement faible et manque de vigueur. En cas d'infection après la levée, les plantules pourrissent au niveau du sol ou des lésions se forment le long de la tige.

Biologie : Les champignons *Pythium, Fusarium* et *Rhizoctonia* hivernent dans le sol et s'attaquent aux plantules quand le sol est humide et frais. L'infection se produit habituellement dans des sols lourds ou dans des champs mal drainés. Comparativement aux champignons aquatiques, *Rhizoctonia solani* préfère généralement des sols légèrement plus chauds et secs. Souvent, il ceinture les tiges de cultures vulnérables un peu au-dessus et au-dessous du niveau du sol, causant la maladie de la tige noire. Voir *Tige noire*, aussi dans *Brassicacées*.

Moyens de lutte : Faire pousser les plants de légumes en serre dans des terrines stérilisées et des substrats sans sol exempts d'agents pathogènes. Éviter de trop arroser les plantules et les plants repiqués. Avant le repiquage au champ, vérifier si tous les plants sont en santé, exempts de maladies et vigoureux.

Pour le semis direct, utiliser des semences traitées avec un fongicide homologué qui maîtrise les agents pathogènes causant la fonte des semis. Éviter de semer trop profond. Semer uniquement quand le sol et les conditions météorologiques sont favorables à une germination, à une levée et à une croissance vigoureuse rapides.

Faire du dépistage dans les champs tôt au printemps après le semis pour évaluer le peuplement et son établissement. Vérifier s'il y a des zones où le peuplement est clairsemé ou la levée, faible. Déterrer les plantules ou plants qui ne sortent pas de terre et vérifier s'il y a des signes de pourriture ou de ceinturage des tiges. Envisager d'appliquer un produit biologique qui assure une maîtrise partielle des champignons *Pythium, Fusarium* ou *Rhizoctonia* au moment du semis.

Hernie des crucifères
Plasmodiophora brassicae

Identification : La hernie des crucifères cause le flétrissement, le rabougrissement et le jaunissement des plants par îlots dans le champ. Quand on arrache les plants infectés, on voit, sur les racines, l'épaississement ou les excroissances caractéristiques qui valent à la maladie son nom de « hernie ». Les racines gravement déformées ont du mal à absorber l'eau et les minéraux du sol (Figure 7–42).

Biologie : La hernie des crucifères est une maladie transmise par le sol. Elle peut attaquer toutes les plantes de la famille des brassicacées. Les spores infectent le chevelu racinaire et se multiplient, puis la génération suivante s'attaque aux racines principales et provoque des déformations. Lorsque les racines sont atteintes, le rendement est décevant et les plants peuvent mourir. La hernie des crucifères se développe surtout entre 19 et 23 °C (66 et 73 °F), dans un sol très humide. Une fois dans un champ, les spores peuvent rester en dormance pendant plus de 23 ans et s'activer de nouveau lorsqu'elles se retrouvent à proximité de racines de brassicacées.



Figure 7–42. Déformations causées par la hernie des crucifères sur des racines de chou-fleur

Moyens de lutte : Faire une rotation de trois ans avec des cultures autres que des brassicacées pour prévenir l'infection et maîtriser les mauvaises herbes de cette famille. Maintenir le pH du sol à 7,2 ou plus en épandant de la chaux. Adopter de bonnes pratiques de sûreté biologique, nettoyer la machinerie utilisée dans d'autres champs et éviter de laisser de la terre sur ses pneus, ses souliers ou du matériel lors de la visite d'autres exploitations agricoles. Utiliser des cultivars résistants à la hernie des crucifères dans les champs où il y a déjà eu des symptômes de la maladie.

Jambe noire
Leptosphaeria maculans

Identification : Les plantules infectées par la jambe noire peuvent mourir ou seulement perdre leurs cotylédons. Les plants qui survivent à la maladie présentent un retard de croissance. Des taches circulaires de couleur brun pâle à grise se forment sur les feuilles. Les tiges des plants infectés présentent des lésions brunes aux bords violacés ou noirs. Les spores créent des chancres noirs enfoncés à la base de la tige. De petites pycnides sont visibles (taches et chancres).

Biologie : Le champignon hiverne sur les mauvaises herbes, les semences et les résidus de récolte de l'année précédente. Les pycnides contiennent des spores qui se dégagent et se répandent par temps humide. Le champignon se développe surtout à une température de 5 à 10 °C (41 à 50 °F), mais l'infection peut se produire n'importe quand au champ. Faire une coupe transversale de la tige du plant pour vérifier si le xylème est décoloré.

Moyens de lutte : Faire une rotation de quatre ou cinq ans sans culture de la famille des brassicacées, y compris le canola. Maîtriser les mauvaises herbes de la famille des brassicacées. Avant le semis, traiter les semences à l'eau chaude ou avec un fongicide. Utiliser des champs bien drainés pendant les mois normalement humides et frais. Éviter de travailler dans les champs quand ils sont humides. Éliminer les plants touchés par la maladie. Incorporer les débris des cultures dans le sol immédiatement après la récolte. L'organisme responsable de la jambe noire peut être transporté par le vent et l'eau depuis les champs voisins. Ne jamais entreposer de légumes atteints par la maladie. Chaque printemps, nettoyer et désinfecter les locaux d'entreposage.

Jaunisse fusarienne
Fusarium oxysporum f. sp. *conglutinans*

Identification : En général, ce sont d'abord les feuilles inférieures qui sont touchées. Au fil de la progression de la maladie, les feuilles infectées plus matures tombent du plant. Les plantules infectées jaunissent et meurent en deux à quatre semaines. Le jaunissement est souvent plus marqué d'un côté du plant. Chez les plants matures, elle provoque un grave étiolement, et les racines deviennent creuses ou spongieuses. Le tissu vasculaire des racines infectées prend une teinte brun jaunâtre. Souvent, les plants atteints sont rabougris et asymétriques et ont des nervures noires. L'infection peut se produire à n'importe quel stade de développement de la plante.

Biologie : Les différentes espèces de ce champignon ne s'attaquent pas forcément aux mêmes plantes de la famille des crucifères. Par exemple, l'espèce qui cible le chou pommé ne s'attaque pas au radis. La maladie est transmise à la fois par les semences et par le sol. Les spores pénètrent dans les racines par des blessures sur les racines matures. Une fois à l'intérieur du plant, elles se rendent dans le xylème et se multiplient entre 16 et 32 °C (61 et 90 °F). Le champignon *Fusarium* se développe surtout lorsque le sol a une température de 27 à 29 °C (81 à 84 °F). Les spores, qui se dégagent des tissus nécrosés des plants, sont propagées par des particules de sol transportées par le vent ou d'autres manières, des instruments agricoles et l'eau de surface.

Dépistage : Couper la tige de plants suspects pour vérifier si le xylème est décoloré. Prendre en note le nombre de plants infectés et leur emplacement, ainsi que la présence de feuilles flétries.

Moyens de lutte : Il existe des cultivars résistants au mildiou. Utiliser des semences traitées certifiées. Faire une rotation de deux à trois ans pour réduire l'inoculum; il faut toutefois savoir que le champignon causant la maladie peut survivre plusieurs années dans le sol, même en l'absence d'une plante hôte. Comme la prévalence de cette maladie est moins élevée dans les sols à pH élevé, équilibrer le pH du sol. Une carence en potassium peut aggraver la maladie.

Maladie des taches blanches
Pseudocercosporella capsellae

Identification : Les feuilles infectées ont des taches circulaires éparses allant du blanc au chamois. Grossissant à mesure que la maladie progresse, ces taches blanchissent et prennent l'aspect du papier. Les plants lourdement infectés sont couverts de taches et perdent des feuilles. Chez les espèces de brassicacées à feuilles cireuses, les lésions ont l'apparence de ramifications.

Biologie : L'agent pathogène subsiste sur les mauvaises herbes de la famille des brassicacées et les débris de culture. Il se développe surtout par temps frais – entre 12 et 18 °C (54 et 64 °F) –, lorsqu'il pleut et durant des périodes prolongées d'humidité. Les spores sont transportées par le vent, les éclaboussures d'eau et l'eau d'irrigation. La maladie ne se propage pas par temps chaud.

Moyens de lutte : Maîtriser les mauvaises herbes de la famille des brassicacées. Il peut être utile de faire une rotation des cultures et de semer dans un sol bien drainé.

Maladie du blanc (oïdium)
Erysiphe cruciferarum

Identification : Chez la plupart des cultures maraîchères, les premiers symptômes apparaissent habituellement sur les feuilles plus matures se trouvant à l'ombre. Un duvet fongique blanc dense (poudreux) se forme sur la face inférieure de la feuille. Il arrive aussi que la face supérieure de la feuille prenne une couleur vert pâle ou jaunâtre. Les taches poudreuses blanches gagnent ensuite la face supérieure des feuilles et les pétioles. Les feuilles et les tiges infectées jaunissent, se flétrissent et meurent prématurément.

Biologie : Les agents pathogènes causant la maladie n'hivernent pas au champ en Ontario. Le vent apporte généralement les spores (du Sud des États-Unis et du Mexique) au milieu de l'été. L'infection se produit surtout entre 20 et 26 °C (68 et 79 °F); au-delà de ce seuil, la maladie se développe lentement.

Les infections peuvent se déclarer à des taux d'humidité relativement faibles (< 20 %), mais elles s'intensifient par temps humide et en cas de fortes rosées. Dans ces conditions, on peut voir apparaître les premiers symptômes trois à sept jours après l'infection.

Moyens de lutte : Les cultivars de brassicacées ont des niveaux de résistance variés. Il existe des fongicides pouvant assurer une suppression partielle de la maladie, mais il faut bien recouvrir les faces inférieure et supérieure des feuilles.

Il est difficile de déceler le blanc aux premiers stades de la maladie. Pour détecter la croissance des spores, il faut vérifier la face inférieure des feuilles. Lorsque les taches blanches et le jaunissement atteignent la face supérieure de la feuille, la maladie est déjà avancée, et il est peu probable que des applications de fongicides arrivent à l'éliminer.

Mildiou
Hyaloperonospora parasitica

Identification : Les symptômes prennent la forme de taches jaunes de 1 à 2 cm (½ à ¾ po) sur la face supérieure des feuilles et d'un duvet fongique blanc grisâtre sur la face inférieure. Sur les plantules, les cotylédons jaunissent, et un duvet cotonneux blanc se forme sur le revers des feuilles. Les feuilles s'assèchent et prennent l'aspect du papier, mais il est rare qu'elles tombent. Chez le chou-fleur, des taches gris foncé apparaissent sur les pommes infectées. Quand on découpe ces pommes, on voit clairement les stries grises sous les fleurons. Chez le brocoli, les bourgeons ne présentent pas de lésions, mais des stries grises se forment en dessous, rejoignant la tige principale. Sur les choux pommés, on voit apparaître de nombreuses taches noires (Figure 7–43).



Figure 7–43. Feuille de brassicacée touchée par le mildiou

Biologie : Ce champignon hiverne dans les semences et sur les débris de culture et les mauvaises herbes de la famille des brassicacées. Les spores sont transportées par le vent et flottent dans de l'air frais et humide. L'infection peut se produire à n'importe quel stade de développement de la plante. Le champignon causant la maladie se développe surtout par temps froid – entre 10 à 15 °C (50 à 59 °F) – et quand les feuilles sont humides ou qu'il y a présence de rosée ou de brume de manière prolongée. Il survit pendant au moins un an dans le sol et deux ans dans les semences infectées. Les cultures qui poussent dans des sols infectés développeront la maladie.

Dépistage : Inspecter 10 feuilles nouvelles et matures à chaque endroit où vous faites du dépistage. Prendre note du pourcentage de feuilles infectées et du nombre moyen de lésions par feuille. Sur les plants matures, vérifier aussi s'il y a des taches noires sur les fleurons ou les pommes.

Moyens de lutte : Faire pousser des cultivars résistants à la maladie dans un sol bien drainé. Ne pas irriguer par aspersion ou arroser seulement le matin, lorsque les plants sont déjà humidifiés par la rosée matinale. Appliquer des fongicides ciblant le mildiou lorsqu'il y a présence de la maladie dans la région ou le champ. Faire une rotation d'au moins deux ans avec des cultures ne servant pas d'hôtes au champignon.

Nématode cécidogène du nord
Meloidogyne hapla

Identification : Les plants peuvent avoir des feuilles rabougries jaunâtres, une croissance inégale et se flétrir pendant les heures les plus chaudes de la journée. Le problème apparaît d'abord par petits îlots dans le champ. Le nématode cécidogène du nord aggrave les dégâts causés par les agents pathogènes s'attaquant aux racines (ex. : *Fusarium*). Les symptômes sont semblables à ceux de la hernie des crucifères, mais les déformations des racines sont de moindre taille.

Biologie : Les œufs éclosent lorsque la température du sol atteint 18 °C (64 °F). Les jeunes nématodes pénètrent dans la racine, où ils se nourrissent jusqu'à ce qu'ils deviennent adultes, provoquant ainsi la formation de galles.

Dépistage : Lors du dépistage, utiliser une pelle pour déterrer prudemment les racines et vérifier s'il y a des galles. Si oui, déterrer des plants à divers endroits et noter dans quelle proportion le champ est infesté.

Moyens de lutte : Faire une rotation d'au moins trois ans et éviter d'utiliser des cultures comme les oignons et l'orge. Les légumes hâtifs – comme les pois, l'épinard ou le radis – poussent par temps plus frais, avant que l'activité des nématodes atteigne son maximum. Détruire les plants infestés à la récolte.

Nématode de la betterave
Heterodera schachtii

Identification : Apparaissent dans les champs des îlots ovales ou oblongs de plants rabougris, souffreteux et jaunâtres ou vert pâle, qui arrivent à maturité ou fleurissent tardivement. De petits kystes en forme de citron se forment sur les racines. D'abord de couleur blanche, crème ou jaune, ils virent au brun à maturité. Il n'y a pas de symptômes visibles sur les feuilles dans les champs où les nématodes sont relativement peu nombreux. C'est quand il est présent en grand nombre que l'on observe parfois des îlots de plants rabougris qui se flétrissent par temps chaud et sec.

Biologie : Le nématode se nourrit de racines à sa sortie de l'œuf. Les mâles quittent la racine après s'y être nourris quelques jours. Les femelles se collent à la racine, perdent la capacité de bouger et gonflent pour former de petits kystes blancs en forme de citron.

Dépistage et seuils : Le seuil établi est, par kilo de terre, de 2 000 nématodes ou œufs, ou de 251 kystes ou plus. Lors du dépistage, utiliser une pelle pour déterrer prudemment les racines et vérifier s'il y a des kystes sur les poils absorbants. Si oui, déterrer des plants à divers endroits et noter dans quelle proportion le champ est infesté.

Moyens de lutte : Avant de choisir une méthode de lutte contre les nématodes, faire un test de sol pour déterminer leur nombre. En Ontario, les pics de population dans le sol et les racines sont généralement observés en mai et juin, puis en septembre et octobre. Les mois d'automne sont une bonne période pour échantillonner les sols et évaluer le nombre de nématodes, car ils sont alors nombreux, et il est possible d'intervenir bien avant le semis de la culture suivante. Semer des cultivars tolérants et faire une rotation avec des cultures ne servant pas d'hôtes, comme des céréales, du maïs, du soya ou de la luzerne. Semer des cultures couvre-sol pour éviter que le vent propage des particules de sol infestées dans des champs sains. Semer tôt en saison dans les champs infestés pour éviter les conditions favorables aux nématodes.

Nématode des lésions racinaires
Pratylenchus penetrans, *P. crenatus*

Identification : Les plants peuvent être rabougris et avoir des feuilles chlorosées jaunâtres. Ils peuvent se flétrir quand ils sont soumis à un stress important. Souvent, les symptômes se présentent en îlots ou le long de rangs. Les racines secondaires paraissent sèches et comportent des zones ou lésions nécrosées brunes. Le plant peut être atteint par d'autres maladies causant la pourriture des racines.

Biologie : Lorsque les œufs éclosent, les nématodes se dirigent vers un hôte favorable. Ils se servent de leur stylet pour pénétrer les cellules et accéder aux racines. Ils se nourrissent et se reproduisent dans les racines, habituellement sur l'écorce primaire. Les femelles pondent à l'intérieur de la racine. La reproduction se fait surtout entre 15 et 25 °C (59 et 77 °F).

Moyens de lutte : Choisir des cultivars tolérants. Semer tôt pour éviter les conditions favorables aux nématodes. Ne pas faire de rotation avec le soya, le blé, le canola, l'avoine, le seigle, le pois chiche et la moutarde. Des rotations courtes avec des cultures très vulnérables feront augmenter la population. La culture en rotation de millet fourrager ou de millet perle peut diminuer le nombre de nématodes.

Pourriture à sclérotes
Sclerotinia sclerotiorum

Identification : Chez les brassicacées, de la moisissure blanche se forme (taches humides) sur les feuilles inférieures ou sur la pomme. Souvent, le tissu infecté vire au gris, et une moisissure blanche duveteuse se forme par temps humide. Des sclérotes noirs durs finissent par apparaître sur la tache fongique blanche.

Biologie : Le champignon responsable de la pourriture à sclérotes hiverne dans le sol sous forme de petits sclérotes noirs de la grosseur d'un pois et peut y rester huit ans. Les sclérotes dégagent des spores près de la surface du sol lorsque le premier pouce de terre demeure pratiquement saturé d'eau pendant 10 jours à une température de plus de 10 °C (50 °F). L'infection se manifeste d'abord au moment de la floraison ou au début du développement des gousses. La maladie se développe surtout entre 20 et 25 °C (68 et 77 °F) et lorsque les feuilles demeurent humides longtemps (humidité élevée ou forte rosée).

Dépistage : Prendre note du nombre de plants infectés par *Sclerotinia* à chaque emplacement.

Moyens de lutte : Pratiquer une rotation de trois ou quatre ans sans cultures sensibles à la maladie (cucurbitacées, haricots comestibles, soya, canola, carottes et laitue). Utiliser des champs au sol bien drainé. Éviter d'appliquer des doses élevées d'azote, car en trop grande quantité, il favorise un développement exagéré du feuillage, ce qui réduit la circulation de l'air au sein des plants et crée des conditions favorables pour le champignon.

Pourriture bactérienne molle
Pectobacterium carotovorum ssp. *carotovorum*

Identification : Chez les brassicacées, les tissus des feuilles ou des pommes infectées deviennent souvent chamois, flasques et humides et dégagent une odeur nauséabonde. La maladie peut toucher le plant sous la surface du sol, en particulier si des mouches du chou sont présentes. En pareil cas, les plants atteints sont rabougris et flétris. La brûlure apicale et les larves de mouches du chou peuvent créer des points d'entrée pour la bactérie.

Biologie : La pourriture bactérienne molle entraîne de grandes pertes au champ et durant le transport et l'entreposage. Les lésions causées par les insectes, la machinerie ou la grêle peuvent rendre les plants plus vulnérables. La pourriture molle se répand rapidement quand il fait chaud et humide, la propagation se faisant par contact direct et par la manipulation, les outils, l'eau du sol, les insectes et les éclaboussures de pluie ou de l'irrigation.

La bactérie hiverne dans les tissus infectés et le sol, sur l'équipement et les contenants contaminés et dans des insectes comme la mouche du chou.

Le temps chaud et humide est propice aux infections à la pourriture bactérienne molle.

Moyens de lutte : S'assurer que le sol est bien drainé et favoriser une circulation de l'air maximale à travers les plants et le feuillage. Obtenir des semences certifiées exemptes de *Pseudomonas*. Éviter d'irriguer par aspersion une fois que la maladie a été diagnostiquée dans un champ. Faire une rotation avec des cultures moins sensibles (céréales ou maïs) et maîtriser les insectes broyeurs. Un excès d'azote peut faciliter l'infection. Lutter contre les insectes nuisibles pouvant être vecteurs de la bactérie, comme la mouche du chou ou la cécidomyie du chou-fleur.

Maintenir une température d'entreposage sous 4 °C (39 °F) pour prévenir de nouvelles infections dans les cultures de brassicacées et de radis. En cas de signes d'infection durant l'entreposage, enlever et détruire les plants infectés. Employer de bonnes pratiques d'assainissement des installations d'entreposage.

Pourriture noire
Xanthomonas campestris pv. *campestris*

Identification : Chez les cultures atteintes, les nervures et les faisceaux vasculaires noircissent. Le moyen le plus facile de le voir est de couper les tiges ou les racines dans le sens de la longueur ou de la largeur. Le bord des feuilles présente des lésions jaunes en forme de « V ». À mesure que les lésions s'étendent, les tissus foliaires brunissent et les nervures noircissent. Les plantules de brassicacées infectées cultivées en serre au frais pourraient ne pas avoir de symptômes avant leur repiquage au champ par temps chaud et humide. Le chou-fleur et le chou pommé sont les brassicacées les plus vulnérables à cette maladie (Figure 7–44).

Biologie : Il suffit parfois qu'un seul plant sur 10 000 soit infecté pour entraîner une épidémie au champ. La pourriture noire se propage rapidement par temps chaud et humide, surtout entre 27 et 30 °C (81 et 86 °F) et à un taux d'humidité de 80 à 100 %. La bactérie qui en est responsable peut survivre dans le sol sur des débris de plants non décomposés pendant trois ans. Une fois présente dans le sol, elle est disséminée par le vent et les éclaboussures provoquées par la pluie. Elle

pénètre à l'intérieur des plants par les blessures ou par les « hydatodes », orifices naturels qui se trouvent sur le bord des feuilles.

Dépistage : Inspecter 10 feuilles nouvelles et matures à chaque endroit où vous faites du dépistage. Prendre note du pourcentage de feuilles infectées et du nombre moyen de lésions par feuille. Tenir les feuilles devant une source de lumière pour voir les nervures noires.

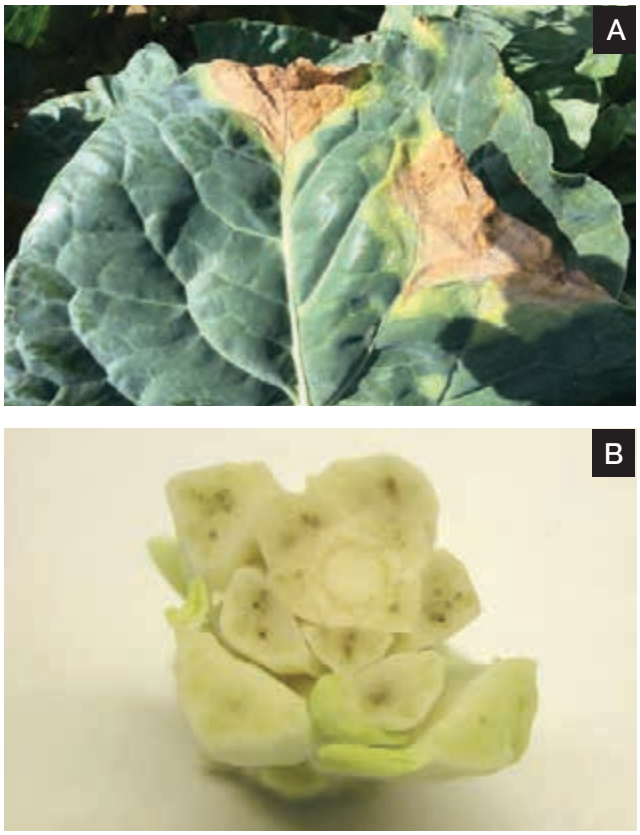


Figure 7–44. Lésion en « V » caractéristique de la pourriture noire sur une feuille (A) et nervures noircies par la bactérie *Xanthomonas campestris* sur un chou de Bruxelles (B)

Moyens de lutte : Utiliser des semences certifiées, exemptes de maladies ou traitées à l'eau chaude. Éliminer tous les plants malades ou souffreteux avant le repiquage au champ. Il est essentiel d'assainir les serres pour produire des plantules exemptes de pourriture noire. Désinfecter minutieusement toutes les surfaces. Quand la maladie se déclare dans une serre, jeter ou désinfecter les plateaux utilisés. Faire une rotation de deux ou trois ans avec des cultures autres que des brassicacées et détruire toutes les mauvaises herbes de cette famille. Enfouir les débris de cultures profondément dans le sol immédiatement après la récolte.

Tache bactérienne
Pseudomonas maculicola

Identification : De petites taches jaunes circulaires apparaissent sur les feuilles. Lorsque les lésions grossissent, elles prennent une teinte brun rouille et sont entourées d'un halo jaune. Souvent, de petites lésions circulaires ressemblant à des trous se forment sur le revers des feuilles. En cas d'attaques graves, les lésions confluent et tuent les feuilles infectées. La maladie touche rarement les pétioles (Figure 7–45).



Figure 7–45. Tache bactérienne

Biologie : La bactérie à l'origine de la maladie hiverne dans les résidus de récolte et sur les semences. La progression de la maladie est favorisée par du temps frais et pluvieux. Pour infecter les plants et se propager, la bactérie nécessite idéalement une température de 20 à 25 °C (68 à 77 °F) et la présence d'humidité sur les feuilles pendant au moins 10 heures. Après le début de l'infection, la maladie peut être propagée par des éclaboussures, des outils et des personnes, en particulier quand le feuillage est humide.

Moyens de lutte : Faire une rotation des cultures de trois ans. Utiliser des semences traitées à l'eau chaude. Obtenir des semences certifiées exemptes de *Pseudomonas*. Produire les plants à repiquer dans un substrat commercial sans sol ou un terreau pasteurisé à la chaleur. Faire une rotation des lits de semences extérieurs. Ne pas repiquer au champ des plants malades. Éviter d'irriguer par aspersion. Lutter contre les insectes nuisibles pouvant être vecteurs de la bactérie, comme la cécidomyie du chou-fleur.

Tige noire
Rhizoctonia solani

Identification : La maladie a différents symptômes, comme la fonte des semis avant la levée (les plantules ne sortent pas de terre). La fonte des semis peut aussi se produire après la levée (comme quand elle est causée par les espèces de *Pythium*); en pareil cas, des lésions se forment sur les feuilles inférieures. La coloration violacée sur les feuilles inférieures et le bas de la tige s'accentue. Il se peut aussi que la maladie fasse pourrir les semences et les racines et provoque l'apparition de chancres sur les pétioles inférieurs. Ses symptômes sont souvent confondus avec les dommages du ver fil-de-fer (Figure 7–46).



Figure 7–46. Tige noire causée par *Rhizoctonia solani* sur un chou de Bruxelles récemment repiqué

Biologie : Les semences comportant des spores infectent les lits de semence ou les plateaux de semis. L'infection se produit par temps frais et humide. Le mycélium peut alors pénétrer dans les racines et d'autres tissus du plant, où il se développe, puis infecte d'autres cellules. Des sclérotes (masses dures de filaments fongiques) sont parfois visibles entre les feuilles. C'est à l'intérieur de ces sclérotes que le champignon survit dans le sol et les débris de culture. La pourriture bactérienne molle peut envahir des tissus colonisés par *Rhizoctonia*. Ce champignon peut être propagé par le vent, l'eau et la machinerie.

Moyens de lutte : Stériliser les plateaux et l'équipement. Utiliser des semences traitées avec un fongicide. Éviter de trop coller les plantules et améliorer la ventilation. Dans des serres et des couches froides, ne pas utiliser d'eau froide : réchauffer l'eau avant l'irrigation. Assurer un bon drainage des terrines et des plateaux.

Virus de la mosaïque du navet (TuMV)

Identification : Les feuilles infectées présentent des marbrures en mosaïque (zones jaunes ou vert pâle entourées d'une teinte de vert normale) et un plissement ou gaufrage du tissu foliaire entre les nervures. Le virus provoque aussi l'apparition de taches rondes nécrotiques. Ses symptômes sont souvent confondus avec des dommages causés par les herbicides.

Biologie : Comme ce virus a besoin d'un hôte vivant, il hiverne dans des repousses de rutabaga et de canola d'automne. Le puceron vert du pêcher et le puceron du chou lui servent de vecteur. Le virus peut aussi être transmis par la machinerie.

Dépistage : Lors du dépistage, noter l'emplacement du plant infecté dans le champ et éliminer les plants touchés si possible.

Moyens de lutte : Éviter de semer près de champs (dans un rayon de cinq kilomètres) où du rutabaga ou du canola d'automne ont été cultivés l'année précédente. Les repousses de rutabaga dans des champs de blé, d'orge ou d'autres cultures peuvent donner lieu à de graves éclosions. Retirer les plants infectés. Lutter contre les populations de pucerons pour diminuer l'incidence du virus.

Insectes

Altises
Phyllotreta sp.

Identification : Les deux principales espèces sont l'altise des crucifères et l'altise des navets. L'altise est un petit coléoptère noir de 2 à 3 mm (~⅛ po) de longueur aux reflets métalliques. Les adultes sont vifs et sautent lorsqu'ils sont dérangés.

Dommages : Même si ces coléoptères s'attaquent à toutes les brassicacées, ils préfèrent celles aux feuilles non cireuses. Les feuilles rongées par les altises sont criblées de trous minuscules de 1 à 5 mm de diamètre. Les trous plus anciens sont parfois auréolés de tissu foliaire nécrosé brun, tandis que les bords des plus récents sont verts. Ces dommages peuvent entraîner la mort des jeunes plantules.

Les altises et leurs larves se nourrissent de cotylédons et de feuilles. Elles risquent peu de causer des dommages importants, sauf si elles sont très nombreuses et s'attaquent à de jeunes plantules, surtout si ces dernières poussent lentement en raison de temps frais. Les dommages

foliaires peuvent toutefois poser problème pour les betteraves à botteler ou les feuilles de betterave.

Biologie : En Ontario, les altises produisent habituellement une génération par année. Comme elles peuvent passer de l'œuf à la forme adulte en à peine sept semaines, il peut y avoir une deuxième génération certaines années. Les adultes, qui hivernent dans les feuilles mortes, émergent et commencent à se nourrir sur les jeunes plants à la mi-mai. Ils pondent près des racines des plants hôtes au printemps et au début de l'été. Les larves se développent ensuite sur les racines. À la fin juillet, les adultes sortent du sol, se nourrissent, puis, à l'automne, se mettent en quête d'un lieu d'hivernation. Les dommages que ces insectes causent en se nourrissant peuvent ouvrir la voie à la pourriture noire causée par la bactérie *Xanthomonas*.

Dépistage et seuils : Commencer le dépistage des altises dès que les plants sont repiqués au champ. Essayer de les dénombrer à l'approche du plant : elles bougent beaucoup et se sauveront en sautant. Ces insectes préfèrent les zones ensoleillées et les plants isolés. Inspecter 25 plants choisis aléatoirement dans le champ pour vérifier la présence d'altises et de dommages. Jusqu'au stade 6 feuilles, une altise par plantule est le maximum tolérable. Passé ce stade, les dommages ne nuisent pas vraiment à la croissance des plantes, mais peuvent avoir des répercussions sur la qualité marchande du produit.

Moyens de lutte : On peut protéger les cultures de brassicacées hâtives avec des couvertures. Les plants repiqués sont moins vulnérables que les cultures semées directement en terre. Les altises préfèrent généralement les cultures de spécialité (ex. : chou chinois, bok choy, daïkon) aux brassicacées pommées. Des cultures-appâts (comme la moutarde brune) contre-plantées dans les brassicacées traditionnelles ont donné de bons résultats. Il est important de lutter contre les altises dans les champs où l'on a observé la présence de pourriture noire, car cet insecte peut propager la maladie lorsqu'il se nourrit.

Cécidomyie du chou-fleur
Contarinia nasturtii

Identification : L'insecte pond ses œufs en grappes sur les tissus les plus jeunes de la plante. Les larves, allant de translucides à blanc-jaune crème, mesurent 3 mm (⅛ po) à maturité. Quand on les dérange, elles se laissent tomber sur le sol. Les adultes sont des mouches de petite taille — de 1,5 à 2 mm (< ⅛ po) — brun pâle, difficilement différenciables des autres espèces de moucherons étroitement apparentés présents en Ontario.

Dommages : C'est au stade de larve que la cécidomyie du chou-fleur, qui s'attaque à toutes les brassicacées, pose problème. La gravité des dommages est directement liée au stade de développement des cultures au moment de l'attaque. Les plantules touchées prennent souvent un aspect tordu et leur point végétatif peut présenter une cicatrice brune évidente ou une galle. Vérifier la présence de cicatrices brunes et liégeuses le long des pétioles. Les feuilles au centre deviennent crispées et déformées. Si les dommages se produisent avant la formation de l'inflorescence, le plant atteint pourrait être borgne et stérile. Passé ce stade, les plants développent plusieurs têtes tordues et difformes.



Figure 7–47. Dommages de la cécidomyie du chou-fleur sur un brocoli (A) et larves de cécidomyie du chou-fleur sur une feuille de chou pommé (B)

Biologie : Les adultes issus de la première génération sortent de leur hivernation de la mi-mai au début de juin. Ils peuvent rester jusqu'au début octobre, et on peut trouver des larves sur les plants jusqu'à la mi-octobre. En Ontario, la cécidomyie du chou-fleur produit de quatre à cinq générations qui se chevauchent. Les femelles pondent des tas ou traînées de 15 à 20 œufs dans le point végétatif ou le méristème. Les œufs éclosent en trois jours. Après deux à trois semaines, la larve quitte le plant pour se faire un cocon et entamer sa pupaison, qui dure deux semaines. Les pupes peuvent demeurer en dormance pendant deux ans.

Dépistage et seuils : Utiliser un piège à phéromones pour surveiller les populations de cécidomyie du chou-fleur durant la saison végétative. Vérifier les pièges deux ou trois fois par semaine et appliquer des insecticides dès que possible lorsque le seuil d'intervention est atteint. Voir le Tableau 7–34.

Tableau 7–34. Seuils d'intervention pour la cécidomyie du chou-fleur dans les cultures de brassicacées

Culture	Nombre d'insectes
Chou pommé	5-10 mâles/piège/jour
Brocoli (dans les régions où les populations sont peu élevées)	1 mâle/piège/jour

Moyens de lutte : Hacher et enfouir les résidus infestés immédiatement après la récolte. La plupart des pupes se trouvent dans les 5 cm (2 po) supérieurs du sol et peuvent demeurer en dormance pendant deux ans. Il faut donc faire une rotation de deux ou trois ans avec des cultures n'appartenant pas à la famille des brassicacées. Comme la cécidomyie du chou-fleur vole peu, semer la culture l'année suivante à plus de 200 mètres de celle de l'année précédente, dans le sens contraire des vents dominants, pour réduire la présence de l'insecte. Les mauvaises herbes de la famille des brassicacées peuvent servir d'habitat à la cécidomyie du chou-fleur même en l'absence d'une culture de brassicacées.

Les insecticides foliaires ciblant les adultes ont une certaine efficacité. Toutefois, contre les larves, il faut utiliser des insecticides systémiques. Faire une rotation des insecticides utilisés pour éviter que l'insecte acquière une résistance.

Chenille zébrée et légionnaire uniponctuée
Ceramica picta

Identification : Les chenilles zébrées, un ravageur mineur des cultures de brassicacées, ont un corps noir avec des rayures jaune vif.

Biologie : On compte deux générations par année, la première de juin à juillet, et la deuxième d'août à octobre.

Dépistage : Les chenilles zébrées sont souvent présentes en grand nombre sur un même plant. Les infestations sont sporadiques et aléatoires. Ce ravageur s'attaque plus au chou-fleur qu'au chou pommé et au brocoli.

Moyens de lutte : Ne pas inclure les chenilles zébrées dans le dénombrement des principales chenilles s'attaquant aux cultures de brassicacées (fausse-arpenteuse du chou, fausse-teigne des crucifères, piéride du chou). Retirer le plant infesté et détruire les larves. Il n'est pas nécessaire de prendre des mesures pour maîtriser ces chenilles.

Fausse-arpenteuse du chou
Trichoplusia ni

Identification : La larve a un corps lisse, vert pâle et marqué d'un fin trait blanc sur les côtés et de deux raies discrètes au milieu du dos. Elle peut atteindre une longueur de 4 cm (1 ½ po). Elle se déplace d'une manière très caractéristique, en se repliant en boucle, comme une chenille arpenteuse. Elle laisse derrière elle des tas d'excréments vert foncé. La pupe est d'abord vert pâle, dans un cocon peu compact, puis foncera au fil de son développement. Les adultes sont des papillons nocturnes de couleur gris-brun et bigarrés aux ailes d'une envergure de 4 cm (1 ½ po). Leurs ailes antérieures comportent un motif argenté distinctif en forme de 8, et l'insecte a une petite touffe de poils derrière la tête. Les œufs sont ronds, petits et de couleur blanc-vert. Ils se trouvent en petits tas sur les bords du revers des feuilles (Figure 7–48, Figure 7–49 et Figure 7–50).

Dommages : Les jeunes larves se nourrissent sur le revers des feuilles, tandis que celles plus matures font de grands trous irréguliers partout sur le plant. De grandes quantités d'excréments de couleur brun-vert foncé peuvent aussi tacher les pommes de chou-fleur et rendre les choux pommés et les brocolis impropres à la vente. L'insecte est très imprévisible : il peut attaquer un champ, mais épargner l'autre à côté.



Figure 7–48. Œufs (coin supérieur gauche) et larves de fausse-teigne des crucifères (coin inférieur gauche), piéride du chou (centre) et fausse-arpenteuse du chou (droite). *Source :* (larve de piéride du chou) Mary Ruth McDonald, Ph.D.



Figure 7–49. Pupe de fausse-teigne des crucifères (gauche), chrysalide de piéride du chou (centre) et pupe de fausse-arpenteuse du chou (droite). *Source :* (pupe de fausse-arpenteuse du chou) Whitney Cranshaw, Ph.D.



Figure 7–50. Forme adulte de la fausse-teigne des crucifères (gauche), de la piéride du chou (centre) et de la fausse-arpenteuse du chou (droite). *Sources :* (fausse-teigne des crucifères adulte) Russ Ottens; (piéride du chou adulte) Mary Ruth McDonald, Ph.D.; (fausse-arpenteuse du chou) Whitney Cranshaw, Ph.D.

Biologie : La fausse-arpenteuse du chou n'hiverne pas en Ontario. Les adultes se déplacent en fonction des conditions météorologiques au sud du milieu de l'été au début de l'automne. Cependant, l'insecte est souvent présent avant cette période dans le Sud-Ouest de l'Ontario, dans les municipalités de Chatham-Kent et d'Essex. Il peut produire une ou deux générations dans le Sud de l'Ontario, selon le moment de son arrivée et les températures en août et en septembre.

Dépistage et seuils : Dénombrer les larves de fausse-arpenteuse du chou, de fausse-teigne des crucifères et de piéride du chou sur 25 plants choisis aléatoirement dans le champ. Voir *Fausse-teigne des crucifères* et *Piéride du chou* aussi dans *Brassicacées*. On peut quantifier les infestations de chenilles de deux façons, soit en calculant les équivalents de larves de la fausse-arpenteuse (ELFAC) ou le pourcentage d'infestation. Voir le Tableau 7–35.

Moyens de lutte : Les insecticides sont surtout efficaces contre les petites larves. Commencer à appliquer des insecticides à la découverte de jeunes larves. Réappliquer tous les 5 à 10 jours, ou selon les résultats du dépistage.

Tableau 7–35. Seuils d'intervention pour les lépidoptères ciblant les brassicacées

	Équivalents de larves de la fausse-arpenteuse (ELFAC)	Pourcentage d'infestation	
Chou pommé	0,3	Avant la pommaison	20-30 %
		Après	10-15 %
Chou-fleur et brocoli	0,2-0,3	Avant la pommaison	20-30 %
		Après	5-10 %

Fausse-teigne des crucifères
Plutella xylostella

Identification : Les œufs de la fausse-teigne des crucifères, d'apparence squameuse, sont pondus en petits tas. Les larves sont de petites chenilles sans poil vert pâle aux extrémités fuselées. Leurs pattes arrière forment un « V » à partir du corps. Au moindre contact, elles se tortillent frénétiquement et, rapidement, fixent à la feuille un fil de soie au bout duquel elles se suspendent. La pupe fabrique de petits cocons ressemblant à de la gaze. L'insecte adulte a des taches en forme de losange, qui longent le centre de son dos. Voir la Figure 7–48, la Figure 7–49 et la Figure 7–50 pour une comparaison visuelle des œufs et des larves de ce ravageur avec ceux de la fausse-arpenteuse du chou et de la piéride du chou.

Dommages : Dans les cultures de brassicacées, la larve de fausse-teigne des crucifères mange les couches internes de la feuille, mais ne touche pas à l'épiderme cireux, créant ainsi une sorte de « fenêtre ». Voir la Figure 7–50 pour une comparaison des dommages de ce ravageur avec ceux de la fausse-arpenteuse du chou et de la piéride du chou.

Biologie : Les infestations de la fausse-teigne des crucifères débutent très tôt en saison. Habituellement, ce ravageur ne survit pas à l'hiver dans le Sud de l'Ontario. La plupart des insectes adultes arrivent du sud en mai et juin; toutefois, des données indiquent que parfois, lorsque l'hiver est clément, certains individus peuvent survivre dans la province. Selon la température, l'insecte peut produire de deux à quatre générations par année en Ontario.

Dépistage et seuils : Le dépistage est une excellente façon d'évaluer le nombre de chenilles ravageant les brassicacées. Pour ces cultures, dénombrer les larves de fausse-arpenteuse du chou, de piéride du chou et de fausse-teigne des crucifères sur 25 plants choisis aléatoirement dans le champ. On peut quantifier les infestations de chenilles de deux façons, soit en calculant les équivalents de larves de la fausse-arpenteuse (ELFAC) ou le pourcentage d'infestation. Voir le Tableau 7–35.

Moyens de lutte : Les insecticides sont plus efficaces contre les petites larves. Commencer les pulvérisations dès la découverte de jeunes larves et les répéter à intervalles de 5 à 10 jours, ou à la fréquence jugée nécessaire pour bien protéger la culture.

La fausse-teigne des crucifères acquiert très rapidement une résistance aux insecticides. Pour contrer ce phénomène, ne jamais employer plusieurs fois de suite des insecticides faisant partie du même groupe chimique. Employer les pyréthrinoïdes de préférence en automne, car ils sont surtout efficaces par temps frais.

Limaces
Arion sp., *Deroceras* sp., *Helix* sp., *Limax* sp.

Identification : Les limaces sont des mollusques gris au corps mou et sans pattes. Leur couleur peut varier, allant du brun foncé et noir au gris pâle. En Ontario, elles mesurent de 0,5 à 10 cm (¼ à 4 po) selon l'espèce.

Dommages : Avec leurs pièces buccales râpeuses, elles rongent les feuilles inférieures des plants, y découpant des trous à contour très irrégulier. Ces trous ressemblent parfois à des fenêtres lorsque les limaces y ont laissé la couche de cuticule cireuse.

Biologie : Il y a une génération par année, mais on compte deux populations qui arrivent à maturité au printemps et à l'automne, respectivement. Les deux peuvent endommager les cultures. Par temps sec,

les œufs peuvent demeurer en dormance pendant de longues périodes. Les limaces se déplacent en glissant sur un filet de mucus qu'elles sécrètent.

Dépistage : Faire le dépistage la nuit ou tôt le matin, quand les limaces sont actives. Regarder sous des débris se trouvant près de plants endommagés et chercher des traces de mucus sur le revers des feuilles inférieures.

Moyens de lutte : Le développement de la plupart des plantes n'est pas compromis par de légères attaques de limaces. Dans les champs infestés, le travail du sol est efficace contre les limaces, car il les ramène à la surface du sol, où elles sont exposées à la déshydratation et à la prédation des oiseaux et des mammifères.

On peut également limiter les dommages en éliminant les mauvaises herbes et les résidus de récolte aux abords immédiats des jeunes plantules. Un travail du sol par bandes peut contribuer à éliminer l'habitat des limaces tout en conservant les avantages d'un travail réduit du sol.

Mineuse des feuilles

Voir chapitre 5.

Mouche des légumineuses
Delia platura

Identification : De petite taille, translucides et blancs, les asticots mesurent moins de 6 mm (¼ po) de longueur et sont dépourvus de pattes. Ils ont une forme oblongue pointée à l'avant. Les pupes sont petites — de 4 à 5 mm de longueur —, brunes et oblongues. L'adulte, quant à lui, est une petite mouche élancée de couleur gris-noir qui mesure 6 mm (¼ po).

Dommages : Les asticots creusent dans les semences en germination et dans les parties souterraines des plantules sortant de terre. Un peuplement clairsemé est souvent le symptôme d'une infestation. Les dommages sont plus importants quand du temps frais et humide ralentit la germination. Plus tard en saison, l'adulte pond ses œufs à l'intérieur de la pomme des choux nappa quand le temps est chaud et sec. Les larves rongeront le cœur des choux et ceux-ci, déchiquetés, seront impropres à la vente. On peut aussi voir des pupes dans les pommes.

Biologie : L'insecte hiverne sous forme de pupe dans le sol. Les adultes émergent au début du printemps. Les femelles sont attirées par les sols humides dégageant une odeur de matière organique en décomposition, comme des résidus de récolte, des zones où du fumier vient d'être épandu ou un sol fraîchement travaillé. On compte de trois à six générations par année en Ontario, mais généralement c'est la première qui est la plus destructrice. Les femelles de la première génération pondent d'avril à la mi-juin. Les œufs éclosent en 7 à 10 jours, et les larves restent au champ une à trois semaines, se nourrissant de résidus, de graines et de jeunes plantules.

Dépistage et seuils : On peut utiliser des plaquettes adhésives jaunes pour surveiller le niveau d'activité des adultes. Rechercher des signes de mauvaise levée et des lésions à la base des plants nouvellement levés. Aucun seuil d'intervention n'a été fixé.

Moyens de lutte : La lutte contre la mouche des légumineuses est essentiellement préventive. Il n'existe pas de traitement correctif. Utiliser un traitement insecticide des semences si possible. Les femelles pondeuses sont attirées par les sols humides et l'odeur de la matière organique en décomposition. Éviter de les attirer en épandant du fumier ou en incorporant au sol des cultures couvre-sol d'hiver bien avant le moment des semis.

Mouche du chou
Delia radicum

Identification : La mouche du chou adulte est grise et deux fois plus petite environ que la mouche domestique. La femelle pond ses œufs dans le sol, au pied des plantules. Les œufs, petits (1 mm) et blancs, ressemblent à de minuscules grains de riz. Les larves sont de petits asticots blancs de 7 mm (¼ po) dépourvus de pattes.

Dommages : Les larves creusent des galeries et se nourrissent le long des racines des brassicacées. Les plantules de brassicacées sont très sensibles aux dommages de ce ravageur, surtout jusqu'à un mois après le repiquage. Ces blessures servent aussi de porte d'entrée à la bactérie causant la pourriture bactérienne molle.

Biologie : Les larves hivernent dans le sol à l'état de pupe. Il y a trois périodes de ponte par saison végétative. La première génération – la plus active et la plus destructrice – sévit de la deuxième moitié de mai jusqu'au mois de juin (floraison de la barbarée vulgaire). La deuxième apparaît à la mi-juillet (floraison des hémérocalles) et la troisième, à la fin d'août (floraison de la verge d'or).

Le temps chaud et sec réduit le taux de survie des larves, en particulier pour les deuxième et troisième générations. On peut s'attendre à des dommages des trois générations dans les régions froides de la province. Les cultures irriguées, les cultures racines et la plupart des brassicacées de spécialité sont plus vulnérables à ce ravageur.

Dépistage : On peut se fonder sur les degrés-jours de croissance (DJC) (température de base : 6 °C) pour prévoir l'activité de la mouche du chou. Les adultes issus de la première génération émergent entre 314 et 398 DJC, ceux de la deuxième, entre 847 et 960 DJC, et ceux de la troisième, entre 1 446 et 1 604 DJC. Voir *Degrés-jours de croissance*, au chapitre 4, pour en savoir plus. Faire coïncider les pulvérisations avec la ponte de chaque génération.

Moyens de lutte : La lutte contre la mouche du chou est essentiellement préventive. Les plantations tardives de brassicacées n'ont souvent pas besoin d'être protégées contre ce ravageur. Faire une rotation des cultures de trois ou quatre ans. Ne pas cultiver de rutabagas hâtifs et tardifs dans le même champ ou à proximité de canola d'automne ou encore de variétés hâtives de brocoli, de chou pommé ou de chou-fleur.

Piéride du chou
Pieris rapae

Identification : Les œufs de la piéride du chou sont jaunes et côtelés et ont la forme d'une balle de fusil. Les larves sont de couleur vert feuille et d'aspect velouté. Le centre du dos est marqué d'une raie jaune pâle. Elles sont mobiles, mais lentes et laissent derrière elles des excréments vert foncé près des trous qu'elles créent en se nourrissant. L'adulte est un papillon blanc diurne. Voir la Figure 7–48, la Figure 7–49 et la Figure 7–50 pour une comparaison visuelle des œufs et des larves de la piéride du chou avec ceux de la fausse-arpenteuse du chou et de la fausse-teigne des crucifères.

Dommages : La piéride du chou perce de grands trous irréguliers dans les feuilles. Voir la Figure 7–50 pour une comparaison des dommages de la piéride du chou avec ceux de la fausse-arpenteuse du chou et de la fausse-teigne des crucifères.

Biologie : La piéride du chou hiverne en Ontario. Les adultes sortent de terre du milieu à la fin du mois de mai. On peut souvent les voir voler le jour dans les champs de brassicacées. La femelle peut pondre de 200 à 300 œufs. Selon la température, les œufs éclosent en trois à sept jours, et c'est alors que la larve commence à se nourrir. Après environ deux semaines, elle amorce sa pupaison, et après une autre période de deux semaines, elle atteint le stade adulte. L'insecte produit trois générations en Ontario. Les infestations de piéride du chou peuvent perdurer jusqu'au premier gel important à l'automne.

Dépistage et seuils : Le dépistage est une excellente façon d'évaluer le nombre de chenilles ravageant les brassicacées. Pour ces cultures, dénombrer les larves de fausse-arpenteuse du chou, de piéride du chou et de fausse-teigne des crucifères sur 25 plants choisis aléatoirement dans le champ. On peut quantifier les infestations de chenilles de deux façons, soit en calculant les équivalents de larves de la fausse-arpenteuse (ELFAC) ou le pourcentage d'infestation. Voir le Tableau 7–35.

Moyens de lutte : Les insecticides sont plus efficaces contre les petites larves. Commencer les pulvérisations dès la découverte de jeunes larves et les répéter à intervalles de 5 à 10 jours, ou à la fréquence jugée nécessaire pour bien protéger la culture. Employer les pyréthrinoïdes de préférence en automne, car ils sont surtout efficaces par temps frais. Pour éviter que l'insecte acquière une résistance, ne jamais employer plusieurs fois de suite des insecticides faisant partie du même groupe chimique.

Pucerons
Famille des *Aphididae*

Identification : En Ontario, plusieurs espèces de pucerons s'attaquent aux brassicacées, notamment le puceron vert du pêcher, le puceron du chou, le puceron du navet et le puceron des feuilles du peuplier. Les pucerons sont de petits insectes piriformes à corps mou, dont l'extrémité postérieure est prolongée par une paire de cornicules ressemblant à des tuyères. Ils ont des pattes relativement longues et des antennes proéminentes. Leur couleur varie d'une espèce à l'autre et selon la plante hôte. Quelques espèces qui s'attaquent aux cultures maraîchères ont une texture cireuse ou laineuse.

Les pucerons sans ailes créent des colonies dans le champ, sur le revers des feuilles ou le long des tiges ou des pétioles. Les pucerons ailés s'établissent quand les plants sont trop collés, ce qui leur permet de migrer vers de nouvelles sources de nourriture.

Dommages : Les pucerons se rassemblent souvent sur les nouvelles pousses. Ils percent les feuilles et sucent la sève du plant, ce qui provoque des déformations des feuilles, un rabougrissement, un retard dans la maturation et du flétrissement. Ces dommages

nuisent à l'absorption de l'eau et des nutriments, et ouvrent la voie à d'autres insectes et maladies. Les pucerons sécrètent aussi des toxines pouvant provoquer l'enroulement des feuilles. Ils sont souvent très problématiques pour le chou de Bruxelles, car chacune des pommes est un point végétatif constituant une cible de choix pour ce ravageur.

Lorsqu'ils se nourrissent, ils exsudent une substance collante appelée « miellat » qui, avec les moisissures qui l'accompagnent, peut réduire la qualité marchande du produit récolté.

Les pucerons sont aussi les principaux vecteurs de plusieurs virus, persistants ou non, susceptibles de causer de lourdes pertes économiques. La pulvérisation d'insecticides conventionnels pour maîtriser les pucerons est peu efficace pour prévenir la propagation des virus non persistants.

Biologie : La plupart des pucerons hivernent sous la forme d'œufs sur les principaux hôtes, comme des mauvaises herbes, pour ensuite migrer sur les cultures maraîchères l'été. Les populations augmentent rapidement lorsque les conditions sont propices, notamment par temps chaud et sec.

Dépistage et seuils : Les pucerons sont parfois répartis par îlots dans le champ. Ils sont souvent plus nombreux en bordure de champ. Inspecter le revers des feuilles en allant du haut vers le bas des plants. Vérifier s'il y a du miellat sur le feuillage et les fruits. Les prédateurs naturels (coccinelles, chrysopes, anthocorides, etc.) ou les parasitoïdes (espèces d'*Aphelinus* et d'*Aphidius*) contribuent souvent à maintenir les populations de pucerons sous les seuils d'intervention. Regarder attentivement pour faire la distinction entre les pucerons vivants et les corps morts et la mue. On peut aussi trouver des pucerons sur les racines de mauvaises herbes hôtes, comme les chénopodes et l'amarante.

Moyens de lutte : Pour maîtriser d'autres insectes nuisibles, sélectionner des produits qui ne décimeront pas les insectes utiles, étant donné que les insecticides à large spectre peuvent tuer des prédateurs naturels, et ainsi faire croître les populations de pucerons. À noter que, dans certaines régions, le puceron du tournesol et le puceron vert du pêcher semblent être devenus résistants aux insecticides. Les chénopodes et l'amarante sont aussi hôtes de certains pucerons s'attaquant aux racines; la rotation des cultures et la lutte contre les mauvaises herbes peuvent contribuer à réduire leur nombre. La destruction des cultures infestées après la récolte peut prévenir une dispersion excessive.

Punaise terne

Voir chapitre 5.

Thrips

Thrips tabaci, Frankliniella occidentalis

Identification : Les thrips sont de petits insectes à corps mou de moins de 3 mm (⅛ po) de longueur. Les adultes, de couleur brun paille, ont quatre ailes bordées de poils. Les nymphes sont plus petites, dépourvues d'ailes et d'une couleur blanc délavé.

Dommages : Les thrips endommagent les feuilles en les suçant et en les râpant avec leurs pièces buccales. Ils s'attaquent à toutes les brassicacées, mais c'est le chou pommé qui semble le plus vulnérable. Comme la plante réagit en formant des tissus cicatriciels aux endroits rongés, les feuilles se couvrent de petites aspérités verruqueuses de couleur rouille. Chez le chou-fleur, on peut voir des stries brunes ou chamois. Les plants fortement attaqués sont plus sensibles aux maladies, et il peut s'ensuivre des baisses de rendement. Les thrips causent surtout des dommages au chou pommé et au chou-fleur tardifs.

Biologie : En Ontario, les adultes et les nymphes hivernent sur les céréales d'automne, le trèfle et la luzerne. Ils se tournent vers les champs de légumes lorsque les bords de route s'assèchent ou sont fauchés, et quand le blé d'hiver et la luzerne sont récoltés. Les femelles pondent des œufs blancs en forme de haricot dans les tissus foliaires. Il faut de 10 à 30 jours pour que l'insecte passe de l'œuf au stade adulte, selon la température. À maturité, les femelles peuvent commencer à pondre, même si elles ne s'accouplent pas. Ainsi, la population de thrips peut augmenter très rapidement, surtout par temps chaud et sec. Il y a plusieurs générations qui se chevauchent chaque année.

Dépistage et seuils : Les thrips s'attaquent d'abord aux feuilles enveloppantes, souvent sur la face supérieure, et se cachent entre les feuilles des choux pommés. Prélever 25 plants et prendre note de la présence ou de l'absence de l'insecte sans le dénombrer. Sa présence sur un chou pommé représente une menace, que la culture soit destinée à la transformation ou à un entreposage à long terme. Les plaquettes adhésives permettent de déceler le début de la migration de l'insecte. Si les dépistages au champ en indiquent la nécessité, commencer les pulvérisations contre les thrips dès le début de la formation de la pomme du chou pommé. Aucun seuil d'intervention n'a été fixé pour

les cultures de brassicacées. Il peut aussi être utile de vérifier la présence d'anthocorides, un prédateur naturel des thrips.

Moyens de lutte : La vulnérabilité aux thrips varie selon les cultivars de chou pommé. Les cultures semées tardivement subissent souvent moins de dommages que les plus hâtives. Récolter le chou pommé dès qu'il est prêt. Les choux pommés trop mûrs sont une cible de choix des thrips. Il est très difficile de lutter contre ce ravageur durant la pommaison. Une forte pluie débarrasse le feuillage des thrips pendant un court laps de temps, mais des moyens de lutte peuvent quand même s'imposer quand les populations de ravageurs sont importantes.

Ver blanc

Voir chapitre 5.

Ver fil-de-fer

Voir chapitre 5.

Ver-gris noir
Agrotis ipsilon

Identification : Les larves ont un corps mou et plat et se recroquevillent sur elles-mêmes quand on les dérange. À maturité, les vers peuvent atteindre une longueur de 3 à 4 cm (1 à 2 po). Ils ont une couleur allant du gris au noir, sans rayures, contrairement aux autres vers-gris, qui ont des rayures dorsales ou latérales.

Dommages : Les dommages se produisent le plus souvent à la fin avril et au début mai, en même temps que les semis hâtifs et la levée des semences. Les larves coupent les pétioles ou tiges des plantules sous la surface ou au niveau du sol. La majeure partie des dommages se font en bordure de champ ou dans des champs envahis par les mauvaises herbes. Un ver peut tuer plusieurs plants avant d'atteindre sa taille maximale et d'entamer sa pupaison. La plupart des espèces de vers-gris s'alimentent la nuit et se cachent le jour dans le sol, au pied des plants (Figure 7–51).

Biologie : La plupart des espèces de vers-gris n'hivernent pas en Ontario. Au début du printemps, des insectes adultes (des papillons nocturnes) sont transportés par des alizés venant de régions du sud. Les femelles sont attirées par les couverts denses bien verts, où elles pondent leurs œufs. Souvent, à leur arrivée en Ontario au début du printemps, le principal habitat des femelles est les mauvaises herbes annuelles ou vivaces hivernantes. Les vers-gris sont donc plus fréquents dans les champs ayant un couvert vert au début du printemps, avant le travail du sol. L'éclosion des œufs et la période d'alimentation des larves coïncident souvent avec le semis et la levée des cultures.



Figure 7–51. Dommages laissés par le ver-gris sur un chou de Bruxelles récemment repiqué

Dépistage et seuils : La plupart des espèces de vers-gris s'alimentent la nuit et se cachent le jour sous des pierres éparses ou dans le sol au pied des plants. Il est préférable de faire le dépistage au milieu de la journée, quand les plants ont grandement besoin d'eau. Vérifier s'il y a des dommages en marchant dans le champ à la recherche de plants flétris ou tombés. S'il y en a, déterrer la base d'un plant pour trouver les vers. Sélectionner les méthodes de maîtrise en fonction du nombre de larves trouvées et de leur taille. Il faut faire un dépistage trois fois par semaine, en ciblant le bord des champs et les zones envahies par les mauvaises herbes. Pour les cultures de brassicacées, 5 % de plants endommagés est le seuil à partir duquel une intervention s'impose.

Moyens de lutte : Les méthodes de maîtrise sont surtout efficaces sur les petites larves de moins de 2,5 cm (1 po) de longueur. Il est difficile de maîtriser les larves plus grosses au moyen d'insecticides. La lutte devient inutile lorsque les larves sont parvenues en fin de développement (longueur de plus de 2,5 cm [1 po]), car elles se préparent à la pupaison et cessent de s'alimenter. Pulvériser les insecticides en début de soirée, lorsque les vers-gris remontent à la surface du sol pour s'alimenter durant la nuit. Les insecticides sont plus efficaces sur un sol humide.

Troubles physiologiques

Aspect graveleux (riz)

L'inflorescence du brocoli et du chou-fleur prend une apparence graveleuse en raison de temps frais ou chaud à divers stades de la formation des fleurons. Une humidité excessive et de grands apports en azote peuvent accentuer la vulnérabilité de certains cultivars à ce trouble.

Brûlure apicale

La brûlure apicale peut, à l'occasion, causer de graves pertes économiques dans les cultures de chou pommé, de chou-fleur et de chou de Bruxelles. Il s'agit d'une nécrose des tissus foliaires près du cœur des pommes de chou pommé et de chou de Bruxelles et des feuilles internes extérieures du chou-fleur. Ce trouble survient quand le plant n'arrive pas à bien alimenter en calcium la bordure des feuilles, ce qui entraîne un dysfonctionnement des tissus et la mort des cellules. La brûlure apicale peut ouvrir la voie à des bactéries causant la pourriture, comme *Erwinia* sp.

Les fortes chaleurs et les fluctuations de la teneur en eau du sol nuisent au transport du calcium vers les feuilles et peuvent causer la brûlure apicale. Ce trouble peut aussi découler de blessures dans la zone des racines causées par le travail du sol. Des pulvérisations foliaires de calcium ne parviennent pas toujours à prévenir la brûlure apicale.

Beaucoup de cultivars de chou pommé et de chou-fleur semblent tolérants à la brûlure apicale. Irriguer en temps opportun pour assurer une croissance stable. Voir le Tableau 1–7, le Tableau 1–8 et le Tableau 1–9 au chapitre 1 pour en savoir plus.

Fendillement

Parvenue à une belle grosseur, la pomme des choux pommés parfois se fendille ou éclate quand une pluie ou un arrosage abondant suit du temps sec. Le fendillement résulte d'une reprise trop rapide de la croissance induite par l'augmentation de l'humidité. Irriguer en temps opportun pour assurer une croissance stable. Choisir des cultivars de chou pommé résistants au fendillement.

Granulée brune du brocoli

Les fleurons du brocoli deviennent chamois et bruns. Ce trouble physiologique survient souvent après une période de croissance rapide, de température élevée et de forte humidité. Il peut être utile de contrôler le degré d'humidité pour limiter ce phénomène. Les punaises ternes peuvent causer des dommages semblables. Voir le chapitre 5 pour en savoir plus.

Médiane noire

On observe une décoloration noire des pétioles au dos des feuilles internes, à l'endroit où la nervure médiane est rattachée à la tige. Un déséquilibre dans le ratio phosphore-potassium peut être à l'origine de cette décoloration. Pour prévenir ce trouble physiologique, il s'est avéré efficace dans certains champs d'augmenter la quantité de potassium dans le sol sans rehausser le phosphore. La médiane noire peut aussi être causée par un taux élevé d'azote, une vulnérabilité génétique, une trop grande maturité de la culture à la récolte et de mauvaises conditions d'entreposage (Figure 7–52).

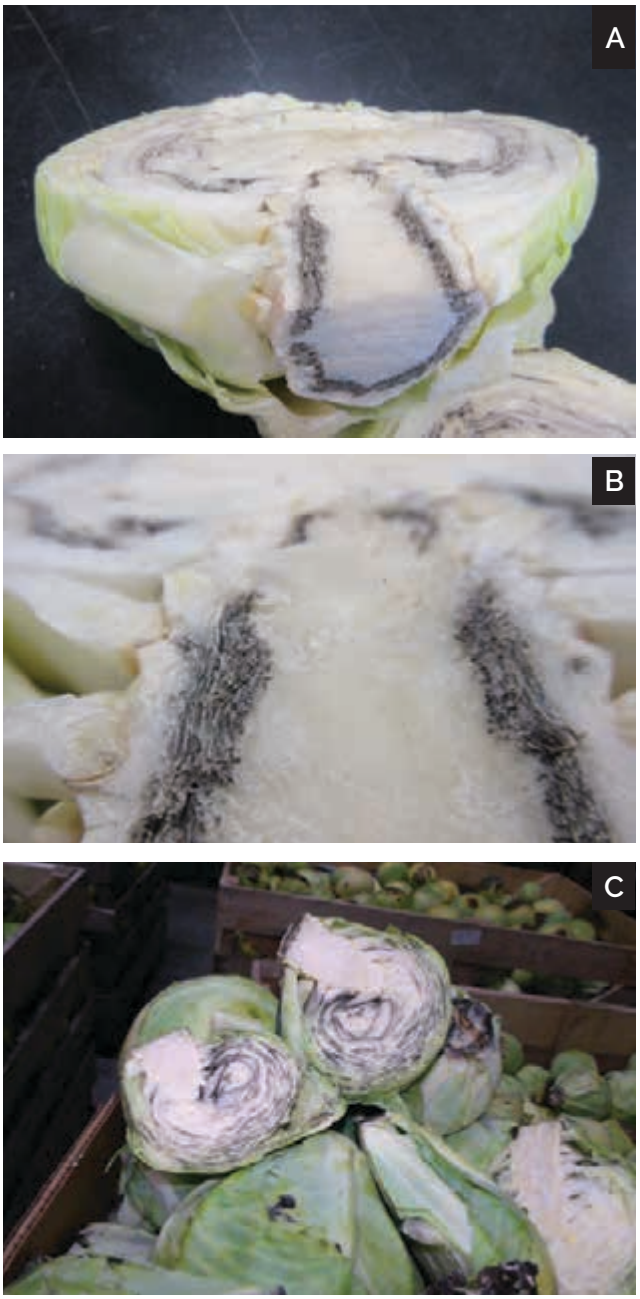


Figure 7–52. Coupe transversale d'un chou pommé de conservation touché par la médiane noire (A à C)

Montaison prématurée du chou-fleur

Il s'agit de la formation prématurée de la pomme du chou-fleur. Elle se produit habituellement peu après la mise au champ. N'ayant pas encore à ce stade de feuillage très développé, les plants ne peuvent amener la pomme à atteindre un calibre commercialisable.

Les pertes les plus lourdes sont habituellement constatées chez les plants semés en début de saison, quand le temps est frais et humide. Tout facteur qui sape la vigueur de la plante et freine sa croissance végétative semble favoriser la montaison prématurée. Certains cultivars y sont plus vulnérables que d'autres. Voici les conditions susceptibles de provoquer ce trouble :

- Endurcissement trop rapide des jeunes plants démarrés sous abri;
- Endurcissement insuffisant des jeunes plants avant la mise au champ;
- Fertilité du sol déséquilibrée (manque d'azote principalement);
- Humidité du sol insuffisante;
- Temps frais – de 4 à 10 °C (39 à 50 °F) – pendant 10 jours ou plus, surtout quand il s'accompagne d'une humidité excessive;
- Certains agents pathogènes, insectes et carences en oligo-éléments (ex. : hernie des crucifères, nématodes, mouches des racines et carence en molybdène [tiges en fouet]).

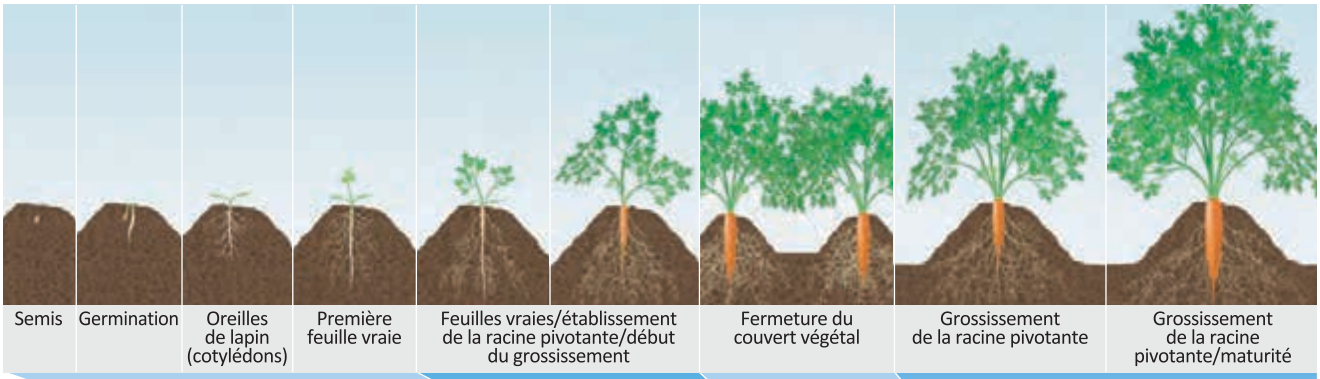
Montée à graines

La montée à graines se produit quand de jeunes plants subissent un stress. Du temps frais au début de la période végétative peut provoquer une montaison prématurée ou la formation de pommes pointues non compactes chez le chou pommé. Plus le semis est fait tôt, plus le risque est élevé. La montée à graines peut aussi être induite par des fluctuations extrêmes de température, de mauvaises conditions de sol ou une terre ayant une teneur insatisfaisante en éléments nutritifs. Certains cultivars y sont plus vulnérables que d'autres. Pour limiter ce phénomène, bien endurcir les plantules avant de les repiquer.

Tige creuse

Comme les symptômes se manifestent à l'intérieur de la plante, ils ne sont habituellement pas visibles de l'extérieur. De petites fentes se forment dans la tige du brocoli et du chou-fleur et prennent de l'ampleur au fur et à mesure que le plant se développe. Ces cavités peuvent se décolorer, en particulier si la plante a aussi une carence en bore. Dans de rares cas, le trouble peut causer une pourriture interne, mais la plupart du temps, il ne nuit pas à la qualité marchande. Il est souvent associé à des déséquilibres nutritifs (c.-à.-d. carence en bore, taux élevé d'azote ou de potassium) ou à des fluctuations de la croissance découlant de stress (chaleur ou humidité). Voir le Tableau 1–7, le Tableau 1–8 et le Tableau 1–9 au chapitre 1 pour en savoir plus.

Carottes



	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.
LÉGENDE : Jamais observé — Souvent observé							
Maladies							
Alternariose							
Cercosporiose de la carotte							
Crown-gale							
Fonte des semis							
Fusariose des racines							
Jaunisse de l'aster							
Maladie du blanc (oïdium)							
Nématodes							
Pourriture à sclérotes							
Pourriture du collet (*Rhizoctonia*)							
Pythium (cavité pythienne)							
Rhizoctone violet							
Insectes							
Charançon de la carotte							
Cicadelle de l'aster							
Mouche de la carotte							
Ver fil-de-fer							
Ver-gris (en début de saison)							
Mauvaises herbes							
Mauvaises herbes							

Figure 7–53. Stades de développement de la carotte et calendrier d'activité des ravageurs. La période réelle d'activité des ravageurs varie considérablement d'une année à l'autre selon des facteurs environnementaux.

Exigences de production

Types de sol :	Terres noires et loams sableux profonds et bien drainés
pH du sol :	Terres noires : 5,5 Loams sableux : 6,5
Cultures recommandées dans la rotation :	Betteraves, céréales, épinards, oignons
Cultures déconseillées dans la rotation :	Autres membres de la famille des apiacées ou cultures ombellifères (ex. : céleri, persil, panais)
Température minimale du sol :	4 °C (40 °F)
Température optimale de l'air :	15 à 18 °C (59 à 64 °F)
Date de plantation optimale :	Mi-avril à mi-juin

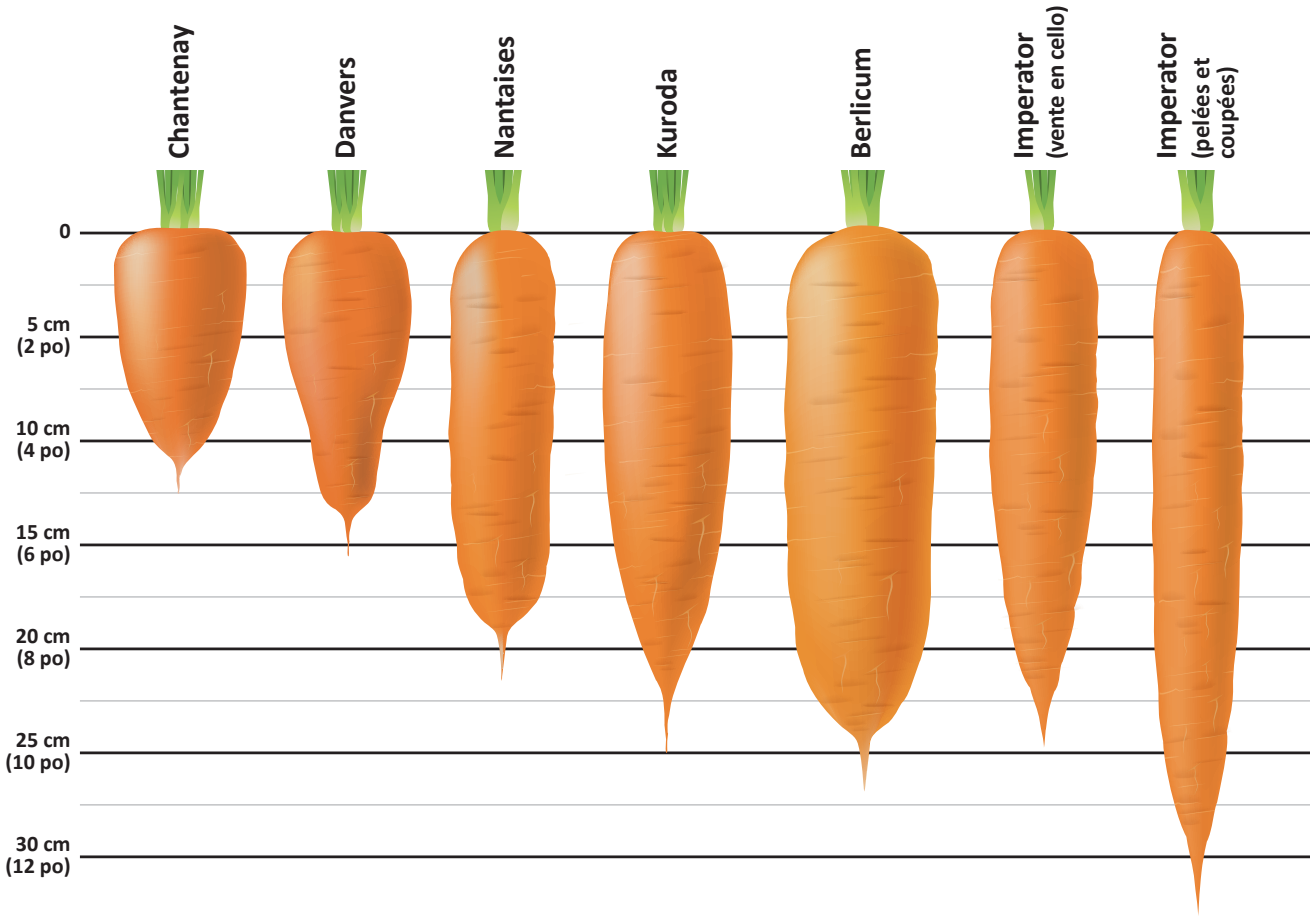


Figure 7–54. Forme et taille de différents types de carottes. La taille et la forme peuvent aussi varier en fonction du taux de semis.

Cultivars et utilisations

Les carottes cultivées en Ontario sont destinées au marché du frais (vente en cello ou en bottes, catégorie jumbo, carottes pelées et coupées [mini-carottes]) et au marché de la transformation (carottes en cubes ou en rondelles, carottes pelées et coupées [mini-carottes]). On peut classer les cultivars en fonction de la taille et de la forme de la racine pivotante. Les carottes Imperator, dotées d'une racine longue et fuselée, sont habituellement destinées à la vente en cello, en rondelles et sous forme coupée et pelée. Les carottes Berlicum, quant à elles, ont une racine large et cylindrique. Moins longues que celles de type Imperator, ces carottes sont beaucoup plus larges, ont généralement une période végétative plus longue et donnent un bon rendement. Elles sont normalement de la catégorie jumbo et destinées au marché du frais ou à la vente sous forme de cubes. Les carottes Danvers sont plus larges et courtes que celles de type Imperator, mais leur racine est fuselée. Elles sont elles aussi normalement de la catégorie jumbo et destinées au marché du frais ou à la vente sous forme de cubes. Très sucrées, les carottes nantaises sont cylindriques avec un bout arrondi. Elles sont habituellement destinées au marché du frais et à la vente en bottes.

Semis et espacements

La culture de la carotte se fait par temps frais, et il est bien connu que les semences sont lentes à germer. Celles-ci peuvent germer lorsque la température du sol est d'à peine 4 °C (40 °F), mais il vaut mieux attendre qu'elle soit supérieure à 10 °C (50 °F). Plus le sol est chaud, plus la germination est rapide, mais les carottes germent habituellement 7 à 14 jours après le semis. L'utilisation de semences « prégermées » peut contribuer à réduire ce délai à 3 à 7 jours dans certaines conditions. Les carottes peuvent germer jusqu'à une température de 27 °C (81 °F); passé ce seuil, la levée sera faible.

Semer au printemps dès que l'état du sol et les conditions météorologiques le permettent, selon l'utilisation finale. Dans le Sud-Ouest de l'Ontario (comtés d'Essex et de Chatham-Kent), il est possible de commencer les semis dès la mi-mars, et d'en faire la majeure partie d'avril au début de mai. Dans le centre de l'Ontario, les cultures hâtives sont généralement semées en avril, et la majeure partie du semis se fait de mai au début juin. Ne pas semer après le 1er juillet : les carottes semées tardivement risquent de « brûler » et de mourir si elles sortent de terre par temps chaud et sec.

Il faut cultiver les carottes dans des planches surélevées d'au moins 15 à 20 cm (6 à 8 po) pour améliorer le drainage et la qualité. Leur configuration peut varier considérablement – espacement de 71 à 91 cm (28 à 36 po) – selon le matériel dont dispose le producteur et l'espacement voulu. Des planches d'une largeur de 85 cm (33 po) à la base et de 50 cm (20 po) dans le haut donnent de bons résultats. On y sème un rang par butte. Dans certains cas (habituellement pour les carottes destinées à la transformation), chaque planche est plus large, et l'on y sème deux à trois rangs. Un rang de carottes se compose habituellement de trois lignes de semis espacées de 4 à 5 cm (1 ½ à 2 po). On met moins de semences dans la ligne du milieu pour atténuer l'effet de bordure des deux lignes extérieures et uniformiser la taille de la racine pivotante. Les taux de semis nécessaires étant normalement de 10 à 15 % plus élevés dans les terres noires par rapport aux sols minéraux, se fier à la fourchette haute pour les terres noires et à la fourchette basse pour les sols minéraux. Voir le Tableau 7–36.

Il faut bien préparer les planches de semence pour favoriser une germination rapide et une levée uniforme. Il est souvent nécessaire de travailler le sol plusieurs fois pour optimiser l'uniformité des planches. Il faut semer à une profondeur plutôt faible de 0,6 à 1,2 cm (¼ à ½ po). Il peut aussi être nécessaire d'irriguer peu après le semis pour assurer une bonne germination, surtout en cas de semis tardif.

Tableau 7–36. Taux de semis des carottes
(si la distance entre les rangs est de 76 cm [30 po])

Culture	Densité du peuplement	Population visée
Marché du frais		
Catégorie jumbo	49-59 plants/m (15-18 plants/pi)	741 000-865 000/ha (300 000-350 000/acre)
Cello	66-82 plants/m (20-25 plants/pi)	1,1-1,2 million/ha (450 000-500 000/acre)
Transformation		
Carottes coupées et pelées (mini-carottes)	**Culture hâtive :** 131-164 plants/m (40-50 plants/pi) **Culture principale :** 197-262 plants/m (60-80 plants/pi)	**Culture hâtive :** 2,0-2,2 millions/ha (825,000-900,000/acre) **Culture principale :** 2,7-3,2 millions/ha (1,1-1,3 million/acre)
Carottes en cubes	33-39 plants/m (10-12 plants/pi)	445 000-494 000/ha (180 000-200 000/acre)
Carottes en rondelles	82-105 plants/m (25-32 plants/pi)	1,2-1,5 million/ha (500 000-600 000/acre)

Début de saison

Les petites plantules de carottes sont vulnérables aux dommages causés par le vent au début de la saison. Il est possible d'utiliser de l'orge ou de l'avoine comme culture-abri ou brise-vent pour protéger les plantules sortant de terre. Ces plantes sont alors semées à la volée juste avant les carottes, ou sur la planche, par le semoir, en utilisant différentes caissettes. Les cultures-abri doivent être tuées lorsqu'elles atteignent 10 à 15 cm (4 à 6 po) de hauteur.

Les carottes sont très vulnérables à la concurrence des mauvaises herbes. Il est donc essentiel de garder les planches exemptes de mauvaises herbes pendant la période critique, soit du stade de plantule au stade 12 feuilles, et jusqu'au stade 4 feuilles pour les carottes semées tardivement. Comme elles nuisent aussi aux récoltes effectuées avec une récolteuse tractée, certains producteurs jugent utile de poursuivre le désherbage après la période critique.

Fertilisation

Macronutriments

Azote

Épandre en surface et incorporer au sol la quantité d'azote nécessaire en présemis, en même temps que la potasse et le phosphate. Épandre la quantité restante d'azote en bandes latérales lorsque les plants atteignent une hauteur de 10 cm (4 po). Voir le Tableau 7–37.

Tableau 7–37. Besoins en azote des carottes

Type de sol	Azote actif
Sols minéraux	
Présemis	70 kg/ha (63 lb/acre)
Épandage en bandes latérales	40 kg/ha (36 lb/acre)
Total	**110 kg/ha (98 lb/acre)**

D'après des recherches menées en Ontario, les carottes cultivées dans une terre noire déjà en culture dans une rotation avec des oignons reçoivent suffisamment d'azote du sol, et l'ajout d'azote n'a pas d'effet sur le rendement.

Réduire la fertilisation azotée (N) après un apport de fumier ou l'incorporation au sol d'engrais vert de légumineuses. Voir le Tableau 1–12 et le Tableau 1–13, au chapitre 1, pour en savoir plus.

Phosphore et potassium

Faire analyser le sol pour déterminer les besoins en phosphore et en potassium. Voir le Tableau 7–38 et le Tableau 7–39.

Tableau 7–38. Besoins en phosphore des carottes

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en phosphore évaluée par extraction au bicarbonate de sodium (ppm)													
	0-3	4-5	6-7	8-9	10-12	13-15	16-20	21-25	26-30	31-40	41-50	51-60	61-80	81 ou plus
Sols minéraux														
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	180 (161) (EE)	170 (152) (EE)	170 (152) (EE)	160 (143) (EE)	160 (143) (EE)	150 (134) (EE)	140 (125) (EE)	120 (107) (EE)	100 (89) (EM)	80 (71) (EM)	50 (45) (EF)	30 (27) (ETF)	0 (ETF)	0 (EN)
Terres noires														
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	90 (80) (EM)	90 (80) (EM)	80 (71) (EM)	70 (62) (EM)	60 (54) (EM)	50 (45) (EF)	30 (27) (EF)	20 (18) (EF)	0 (ETF)	0 (EN)

Tableau 7–39. Besoins en potassium des carottes

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en potassium évaluée par extraction à l'acétate d'ammonium (ppm)											
	0-15	16-30	31-45	46-60	61-80	81-100	101-120	121-150	151-180	181-210	211-250	251 ou plus
Sols minéraux												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	230 (205) (EE)	220 (196) (EE)	210 (187) (EE)	190 (170) (EE)	160 (143) (EE)	130 (116) (EE)	100 (89) (EM)	80 (71) (EM)	50 (45) (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (EN)
Terres noires												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	230 (205) (EE)	220 (196) (EE)	210 (187) (EE)	200 (178) (EE)	170 (152) (EM)	150 (134) (EM)	120 (107) (EM)	80 (71) (EM)	40 (36) (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (EN)

Magnésium

Les carottes sont sujettes aux carences en magnésium. Les symptômes prennent habituellement la forme d'un jaunissement des fanes les plus matures, alors que les nervures restent vert foncé. Voir *Macronutriments*, au chapitre 1.

Oligo-éléments

L'efficacité des apports d'engrais contenant des oligo-éléments varie beaucoup selon les cultures. Pour des renseignements détaillés, voir *Oligo-éléments*, au chapitre 1.

Bore

La carence en bore peut provoquer la nécrose du point végétatif ou la pourriture interne de la carotte. Épandre cet oligo-élément sur les terres noires nouvellement mises en culture. Utiliser le bore avec prudence : il peut très rapidement atteindre des concentrations toxiques pour les autres cultures de la rotation.

Cuivre

La carence en cuivre (Cu), qui peut se produire dans les sols tourbeux ou organiques acides, affecte la couleur orange. Épandre de 14 à 29 kg de cuivre par hectare (12 à 26 lb par acre) sur les terres noires (sols organiques) nouvellement mises en culture. En réappliquer 4,5 à 9,5 kg par hectare (4 à 8,5 lb par acre) tous les deux ou trois ans.

Analyse de tissus végétaux

Utilisée en association avec une analyse de sol, l'analyse de tissus végétaux apporte des indications utiles pour diagnostiquer des troubles de croissance ou évaluer un programme de fertilisation. L'analyse de tissus végétaux ne peut remplacer ni l'analyse de sol ni un bon programme de fertilisation du sol.

Pour en savoir plus, voir le Tableau 7–40 et *Analyse de tissus végétaux*, au chapitre 1.

Tableau 7–40. Teneurs en éléments nutritifs des carottes

LÉGENDE : — = aucune donnée disponible

Parties du plant	Moment de l'échantillonnage	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	B	Cu
		Pourcentage (%)						Parties par million (ppm)				
Dernière feuille à s'être entièrement formée	60 jours après le semis	1,8-2,5	0,2-0,4	2-4	2-3,5	0,2-0,5	–	30-60	30-60	20-60	20-40	4-10
	À la récolte	1,5-2,5	0,2-0,4	1,4-4	1-1,5	0,4-0,5	–	20-30	30-60	20-60	20-40	4-10

Adaptation de HOCHMUTH G., et coll. *Plant Tissue Analysis and Interpretation for Vegetable Crops in Florida*, University of Florida, IFAS Extension, nº HS964, 2018.

Irrigation et températures élevées

Les carottes réagissent bien à l'irrigation.

Effets du stress hydrique : Faible germination, rendement moindre et racines sous-développées.

Période critique d'irrigation : Levée et développement des racines.

Profondeur d'enracinement : 30 à 60 cm (1 à 2 pi).

Si le taux d'humidité disponible dans la zone racinaire atteint 50 % pendant la période critique d'irrigation, un arrosage peut contribuer à préserver le rendement et la qualité des cultures. Pour en savoir plus sur la programmation de l'irrigation, voir *Les pratiques de gestion optimales : Gestion de l'irrigation* (publication n° BMP08F) et la fiche technique du MAAARO *Surveiller l'humidité du sol pour améliorer les décisions d'irrigation*.

De plus, des températures supérieures à 30 °C (86 °F) en fin de saison :

- diminuent le rendement;
- ralentissent la croissance;
- donnent un goût prononcé au légume;
- rendent la racine fibreuse.

Récolte

Il est possible de récolter les carottes avec une récolteuse tractée ou automotrice qui les sort du sol par le haut, au moyen de courroies. Quand on utilise ce type de récolteuse, il est important d'assurer une bonne santé de la partie aérienne du légume pour maximiser la récolte. Il est aussi possible de couper les fanes pour ensuite déterrer les carottes avec une arracheuse de pommes de terre. Le système de « nettoyage » de la récolteuse est utile pour réduire la quantité de terre et de feuillage acheminée vers l'entrepôt, ce qui réduit le développement de maladies durant l'entreposage, étant donné que les fanes mortes ou mourantes peuvent véhiculer des agents pathogènes.

Habituellement, les carottes arrivent à maturité en 60 jours pour les cultivars nantais et destinés à la vente en bottes, en 60 à 120 jours pour les cultivars destinés à la vente en cello, en rondelles et pelées et coupées et en 120 à 180 jours pour les cultivars de catégorie jumbo et destinés à la vente en cubes. La récolte s'échelonne de juillet à novembre pour les carottes destinées au marché du frais, et habituellement d'octobre à novembre pour celles qui seront transformées. Le temps froid et le gel en fin de saison peuvent augmenter la teneur en sucre des racines et ainsi leur donner un goût plus sucré. Les carottes peuvent survivre à une température aussi basse que -5 °C (23 °F) pendant une courte période, à condition que les collets ne gèlent pas. Récolter les carottes avant que le sol gèle. Dans certaines régions de l'Ontario au climat plus doux, il est possible de laisser les plants hiverner au champ en appliquant une épaisse couche de paillis qui servira d'isolant, comme cela se fait en Europe.

Entreposage

Il est très important de refroidir rapidement les carottes sitôt la récolte terminée pour réduire le risque de maladies de conservation. On peut les entreposer dans des caisses-palettes ou en vrac. Pour un entreposage à long terme, il faut attendre que le sol soit frais ou froid avant de récolter et éviter de les laver; elles conserveront ainsi mieux leur qualité. Les méthodes de refroidissement par air pulsé, à l'eau glacée et dans la glace conviennent bien à ce légume. Voir le Tableau 7–41.

Tableau 7–41. Exigences d'entreposage des carottes

Type	Température d'entreposage	Humidité relative	Durée
Légumes vendus en bottes	0 °C (32 °F)	95-100 %	2 semaines
Légumes non matures	0 °C (32 °F)	98-100 %	4-6 semaines
Légumes matures	0 °C (32 °F)	95-98 %	7-9 mois

Lutte contre les ravageurs et les troubles physiologiques

Voir la Figure 7–53 *Stades de développement de la carotte et calendrier d'activité des ravageurs*.

Maladies

Brûlures des feuilles

Alternaria dauci*, *Cercospora carotae*, *Xanthomonas campestris* pv. *carotae

Identification : L'alternariose (*Alternaria dauci*) provoque la formation, principalement sur le bord des fanes, de taches brunes irrégulières (souvent entourées d'un halo jaune) qui ressemblent à des brûlures. La cercosporiose de la carotte (*Cercospora carotae*) fait apparaître des lésions circulaires grises ou brunes sur les fanes et des lésions elliptiques brunes sur les pétioles. Habituellement, l'alternariose se développe d'abord sur les fanes matures, contrairement à la cercosporiose de la carotte qui commence souvent par attaquer les fanes jeunes ou de maturité moyenne dans le couvert végétal. La brûlure bactérienne (*Xanthomonas campestris*) fait apparaître des lésions irrégulières brun foncé au centre nécrotique et un halo jaune sur le bord des fanes, ce qui entraîne un enroulement latéral. Les lésions s'assèchent et deviennent cassantes (Figure 7–55).

Biologie : Les champignons *Alternaria* et *Cercospora* hivernent tous les deux dans les résidus de récolte des carottes infectées. La dispersion de leurs spores est assurée par le vent. Le développement de ces trois maladies est favorisé par le temps chaud et humide, à une température entre 20 et 30 °C (68 à 86 °F). Les symptômes apparaissent en général 10 jours après l'infection.

Dépistage et seuils : Prélever 50 à 100 fanes de maturité moyenne dans l'ensemble du champ. Si 25 % de l'échantillon est atteint par l'alternariose ou la cercosporiose de la carotte, appliquer un fongicide.



Figure 7–55. Lésions de l'alternariose prenant naissance sur le bord de feuilles (A), taches causées par la cercosporiose de la carotte (B et C) et fanes déformées par la brûlure bactérienne (D)

Moyens de lutte : Après le premier traitement, épandre le fongicide recommandé à intervalles de 7 à 10 jours. Espacer davantage les pulvérisations quand les conditions météorologiques ne sont pas favorables à ce type de maladie. Dans le cas de l'alternariose, lorsque la température quotidienne moyenne tombe sous 9 °C (48 °F), le développement de la maladie ralentit considérablement, et il n'est pas nécessaire d'épandre un fongicide. Il existe des cultivars qui y sont résistants. Le risque de développement de la cercosporiose de la carotte est moindre en l'absence de pluie ou d'irrigation. Faire une rotation des cultures de trois à quatre ans pour réduire l'inoculum dans le champ. La rotation est surtout efficace quand il n'y a pas d'autre champ de carottes à proximité.

Cavité pythienne

Voir *Pythium (cavité pythienne, rousselure, dépérissement des radicelles de la carotte)*, aussi dans *Carottes*.

Crown-gale

Agrobacterium tumefaciens

Identification : Des tumeurs allant de jaune à chamois se forment près du collet ou sur les racines, habituellement au point de jonction des radicelles et de la racine pivotante et dans les parties endommagées de la racine ou du collet.

Biologie : Le crown-gale est causé par *Agrobacterium tumefaciens*, une bactérie qui peut demeurer dans le sol plusieurs années et hiverner dans les tumeurs. Généralement, les tumeurs commencent à apparaître au milieu de l'été et continuent de se développer jusqu'à la récolte.

Dépistage et seuils : Durant le dépistage régulier et à la récolte, prendre note de la présence de crown-gale. Aucun seuil d'intervention n'a été fixé, et il n'existe pas de produit pouvant maîtriser cette maladie dans les cultures de carottes.

Moyens de lutte : Réduire les populations de la bactérie dans le sol en faisant de longues rotations des cultures avec des plantes ne servant pas d'hôte (c.-à.-d. oignons, avoine, maïs). Comme une forte prévalence de la maladie est associée à un taux élevé d'azote, éviter d'en épandre trop.

Fonte des semis

Pythium sp., *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp.

Identification : En général, les semences infectées avant de sortir de terre pourrissent et ne produisent pas de plantule. Si elles lèvent, la plante est généralement faible et manque de vigueur. En cas d'infection après la levée, les plantules pourrissent au niveau du sol dans les deux à quatre semaines suivant la sortie de terre. *Rhizoctonia solani* peut aussi causer la pourriture du collet, qui se manifeste en îlots dans le champ. On observe d'abord un retard de croissance et un jaunissement des plants, puis le flétrissement et la mort du feuillage. De larges lésions gris-brun se forment près du sommet de la racine.

Biologie : *Pythium* est un champignon aquatique particulièrement destructeur quand le sol est humide et frais. L'infection se produit habituellement dans des sols lourds ou dans des champs mal drainés. *Rhizoctonia solani* reste dans le sol sous forme de structures dures (sclérotes) et se développe sous forme de fils microscopiques. Comparativement aux champignons aquatiques, cet agent pathogène causant la fonte des semis préfère généralement des sols légèrement plus chauds et secs. Souvent, *Rhizoctonia* ceinture les tiges de cultures vulnérables un peu au-dessus et au-dessous du niveau du sol.

Moyens de lutte : Utiliser des semences traitées avec un fongicide homologué qui maîtrise les agents pathogènes causant la fonte des semis. L'utilisation de semences « prégermées » peut accélérer la germination et raccourcir la période où la semence est exposée aux agents pathogènes. Éviter de semer trop profond. Semer uniquement quand le sol et les conditions météorologiques sont favorables à une germination, à une levée et à une croissance vigoureuse rapides. Faire du dépistage dans les champs tôt au printemps après le semis pour évaluer le peuplement et son établissement. Vérifier s'il y a des zones où le peuplement est clairsemé ou la levée, faible. Déterrer les plantules ou plants qui ne sortent pas de terre et vérifier s'il y a des signes de pourriture ou de ceinturage des tiges.

Fusariose des racines

Voir *Fonte des semis*, aussi dans *Carottes*.

Jaunisse de l'aster
Candidatus phytoplama asteris

Identification : La jaunisse de l'aster se manifeste d'abord par un rougissement de plusieurs fanes. Différentes pousses commencent à sortir du collet. Ensuite, les tissus du collet jaunissent et deviennent tordus et cassants, puis des radicelles prolifèrent (Figure 7–56).

Biologie : C'est la cicadelle de l'aster qui transmet la maladie. Voir *Cicadelle de l'aster*, au chapitre 5, pour en savoir plus sur cet insecte.

Moyens de lutte : Les mesures de maîtrise ciblent la cicadelle de l'aster, vecteur de la maladie.



Figure 7–56. Rougissement des fanes typique de la jaunisse de l'aster (A) et formation excessive de pousses (B)

Maladie du blanc (oïdium)
Erysiphe heraclei

Identification : Des taches poudreuses blanches se forment généralement sur les fanes, mais elles peuvent couvrir toutes les parties aériennes de la carotte. La maladie du blanc est surtout présente dans le Sud de l'Ontario. Elle ne cause habituellement pas de grosses pertes de rendement, sauf si l'infection se produit très tôt en saison (Figure 7–57).



Figure 7–57. Taches poudreuses blanches de l'oïdium sur la face supérieure des fanes

Biologie : L'agent pathogène causant la maladie peut survivre dans des résidus de la récolte précédente et des mauvaises herbes hôtes, et le vent peut transporter les spores sur de longues distances. La maladie se développe surtout en présence de forte humidité.

Moyens de lutte : Il est possible de modérer la plupart des infections en utilisant des cultivars tolérants et en assurant une bonne santé des plants et un bon apport en nutriments.

Nématodes

Heterodera carotae, *Meloidogyne hapla*, *Pratylenchus penetrans*

Identification : La récolte est le meilleur moment pour vérifier les dommages de nématodes, car on peut alors facilement voir les racines pivotantes déformées. Les nématodes peuvent rendre les racines fourchues et poilues et nuire au développement de la masse. On peut identifier le nématode cécidogène du nord (*Meloidogyne hapla*) par les petites galles caractéristiques (renflements) qui se forment sur les racines. À l'heure actuelle, le nématode à kyste de la carotte (*Heterodera carotae*) se trouve uniquement dans les terres noires en Ontario et se repère par les petits kystes que les femelles créent sur les racines. Le nématode des lésions racinaires (*Pratylenchus penetrans*) creuse des tunnels dans les racines et provoque des lésions nécrotiques brunes. Il arrive que des symptômes soient visibles au-dessus du sol, habituellement sous forme d'îlots de plants rabougris et parfois jaunis et flétris (Figure 7–58).

Biologie : Les nématodes hivernent dans le sol, les racines et les débris de culture. En présence d'un hôte, les jeunes nématodes migrent pour pénétrer dans les racines. Dans le cas du nématode cécidogène du nord, le ver stimule les cellules racinaires, qui se transforment en galle où il s'établit pour se nourrir. La femelle gonfle et pond des centaines d'œufs dans le sol. Le nématode à kyste de la carotte s'installe lui aussi dans la racine pour se nourrir. Les kystes formés par les femelles durcissent et retournent dans le sol, protégeant les centaines d'œufs qu'ils contiennent. Animale migrateur, le nématode des lésions racinaires se nourrit des racines du plant et pond des œufs au fur et à mesure qu'il creuse des tunnels.

Dépistage et seuils :

Nématode cécidogène du nord :	0/kg de terre
Nématode à kyste de la carotte :	Aucun seuil établi
Nématode des lésions racinaires :	1 000/kg de terre

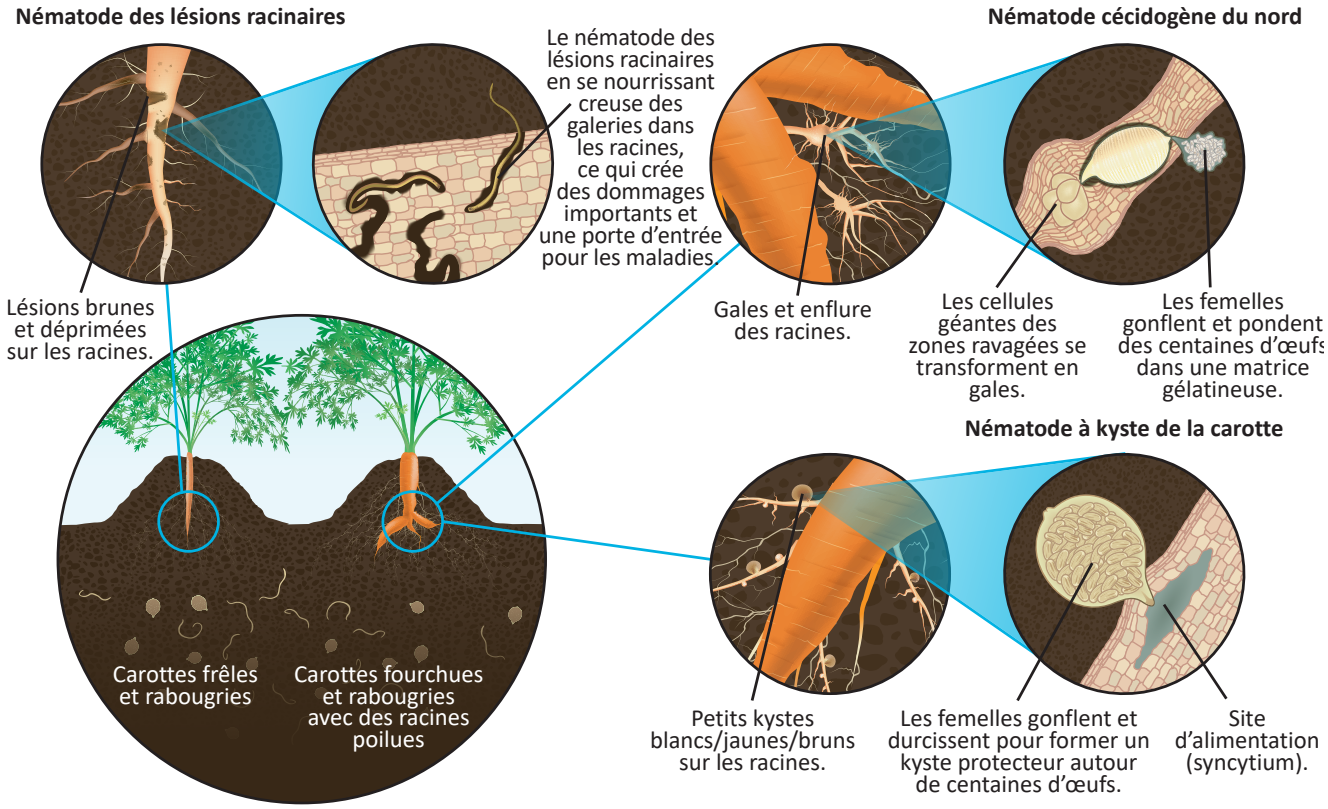


Figure 7–58. Symptômes courants et cycle de vie des nématodes communs s'attaquant aux carottes (nématode cécidogène du nord, nématode à kyste de la carotte, nématode des lésions racinaires)



Figure 7–59. Racines poilues, galles et rabougrissement provoqués par le nématode cécidogène du nord (A) et nématodes à kyste de la carotte sur les racines latérales poilues d'une carotte fourchue (B)

Moyens de lutte : Avant de choisir une méthode de lutte contre les nématodes, faire un test de sol pour déterminer leur nombre. En Ontario, les pics de population dans le sol et les racines sont généralement observés en mai et juin, puis en septembre et octobre. Les mois d'automne sont une bonne période pour échantillonner les sols et évaluer le nombre de nématodes, car ils sont alors nombreux, et il est possible d'intervenir bien avant le semis de la culture suivante.

Pourriture à sclérotes
Sclerotinia sclerotiorum

Identification : De la moisissure blanche cotonneuse se forme sur les fanes matures et mourantes dans le bas du couvert végétal. On y trouve généralement des sclérotes noirs durs de la grosseur d'un pois. La moisissure peut s'étendre jusqu'au pétiole et infecter le collet de la carotte. Durant l'entreposage, on peut voir de la moisissure blanche et des sclérotes noirs, accompagnés d'une pourriture molle et aqueuse.

Biologie : Le champignon responsable de la pourriture à sclérotes hiverne dans le sol sous forme de petits sclérotes noirs de la grosseur d'un pois. L'infection se produit quand le couvert végétal se ferme et que les fanes matures commencent à mourir. Le développement de la maladie est favorisé par des températures comprises entre 20 et 25 °C (68 et 77 °F) et une humectation continue des feuilles (humidité de l'air élevée et rosées abondantes). Les sclérotes du champignon (*Sclerotinia*) peuvent persister plusieurs années dans le sol.

Moyens de lutte : Il est possible d'épandre un fongicide juste avant que le couvert végétal se ferme pour freiner la maladie; cette pratique est aussi utile si les carottes seront entreposées pendant une longue période. L'efficacité de la taille a aussi été démontrée en Ontario et dans l'Est du Canada. Le couvert végétal est ainsi réduit d'environ 30 % au moyen de lames circulaires, ce qui favorise la circulation de l'air et crée des conditions défavorables au développement de la maladie, et ce, sans nuire au rendement. Pratiquer une rotation de trois ou quatre ans sans cultures sensibles à la maladie (cucurbitacées, haricots comestibles, soya, canola et laitue) s'il n'y a pas de champ de carottes ou d'autres cultures vulnérables à proximité. Éviter d'appliquer des doses élevées d'azote, car en trop grande quantité, il favorise un développement exagéré du feuillage, ce qui réduit la circulation de l'air au sein des plants et crée des conditions favorables pour le champignon.

Pourriture du collet
Voir *Fonte des semis*, aussi dans *Carottes*.

Pythium (cavité pythienne, rousselure, dépérissement des radicelles de la carotte)
Pythium sp.

Identification : Les infections à *Pythium* peuvent avoir différents symptômes : elles peuvent notamment déformer les racines (qui deviennent courtes, boudinées ou fourchues), leur faire prendre une couleur rouge rouille, les rendre fibreuses et causer le flétrissement et la décoloration des fanes. En cas de cavité pythienne, des lésions ovales foncées se forment à la surface de la racine de la carotte (Figure 7–60).



Figure 7–60. Lésions elliptiques de la cavité pythienne causées par *Pythium* sp. sur une carotte

Biologie : *Pythium* est un champignon aquatique persistant d'origine tellurique souvent présent en sol mouilleux. Les lésions de la cavité pythienne, qui apparaissent d'habitude en août et en septembre, s'étendent lentement sur les carottes durant l'entreposage.

Moyens de lutte : Utiliser des cultivars tolérants, éviter les champs problématiques et semer les carottes sur des planches surélevées. Certaines données indiquent qu'un excès d'azote et un manque de calcium peuvent favoriser le développement de la cavité pythienne.

Rhizoctone violet
Rhizoctonia crocorum

Identification : On observe d'abord un retard de croissance et un jaunissement des plants, puis le flétrissement et la mort du feuillage. Les symptômes s'observent par îlots dans le champ. Le champignon recouvre la racine d'une épaisse couche de moisissure violacée. Une bonne quantité de terre adhère aux racines infectées quand on les arrache (Figure 7–61).

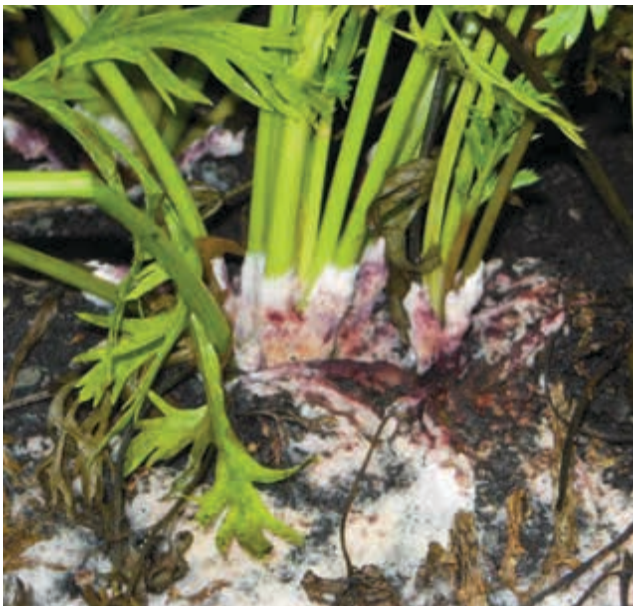


Figure 7–61. Moisissure blanche duveteuse teintée de mauve, typique du rhizoctone violet

Biologie : La maladie se manifeste au milieu de l'été. Elle est causée par un champignon d'origine tellurique qui a un vaste éventail de plantes hôtes, dont d'autres cultures maraîchères et de nombreuses espèces de mauvaises herbes.

Moyens de lutte : Le seul moyen concret de maîtriser l'agent pathogène est d'éviter les zones où la maladie s'est déclarée précédemment et de faire une rotation de plusieurs années avec des céréales. Appliquer des procédures rigoureuses d'assainissement pour éviter d'amener de la terre infectée dans d'autres champs.

Insectes

Charançon de la carotte
Listronotus oregonensis

Identification : L'insecte adulte est un coléoptère brun foncé d'environ 6 mm (¼ po) de longueur. De couleur blanc crème, les larves sont dépourvues de pattes, ont une tête ambrée et mesurent autour de 5 à 8 mm (¼ à ⅓ po) de longueur (Figure 7–62).

Surveiller l'activité des adultes en utilisant des pièges en bois appâtés avec des carottes ou des morceaux de carottes matures enterrés dans le champ. Installer les pièges au champ avant le début du mois de mai dans le centre de l'Ontario, et plus tôt dans les régions du Sud de la province.





Figure 7–62. Adultes bruns pris dans un piège Boivin (A) et tunnel ouvert laissé par la larve en se nourrissant (B)

Pour chaque piège en bois, tenir un registre du nombre cumulatif de charançons trouvés :

- Plus de 1,5 charançon par piège = appliquer un traitement au stade 2 feuilles.
- Plus de 5 charançons par piège = appliquer un premier traitement au stade 2 feuilles et un deuxième au stade 4 feuilles.

Pour les parties souterraines de la carotte, envisager de faire un traitement quand 25 % des carottes comportent des dommages causés par l'oviposition, qui se présentent sous forme de petits trous dans la racine.

Moyens de lutte : Programmer les traitements de façon à détruire les charançons adultes avant la ponte. Les femelles adultes ne sont pas attirées par les carottes avant l'apparition de la première feuille vraie. Il est possible d'éviter la plupart des dommages de ce ravageur en semant tardivement, à la mi-juin. Les carottes semées tôt sont les plus à risque; il faut alors faire du piégeage et un dépistage rigoureux. La rotation des cultures et le désherbage des bordures de champs permettent de réduire les populations hivernantes. La prédation d'un parasite des œufs, *Anaphes sordidatus* (un petit braconide), contribue à diminuer les populations.

Cicadelle de l'aster
Macrosteles quadrilineatus

Identification : La cicadelle de l'aster est un petit insecte de couleur bleu-vert comportant six points disposés en paires sur le sommet de la tête. Ses ailes transparentes ont un grand nombre de nervures (Figure 7–63).



Figure 7–63. Cicadelle de l'aster bleu-vert, avec ces points noirs caractéristiques sur la tête, prise sur un piège collant

Dommages : L'insecte transmet la jaunisse de l'aster à la carotte, au céleri et aux légumes-feuilles en se nourrissant de ces cultures. Voir *Jaunisse de l'aster*, aussi dans *Carottes*.

Biologie : La cicadelle de l'aster hiverne sous forme d'œuf dans le tissu foliaire de céréales d'automne comme le blé et le seigle. Il faut compter environ 130 degrés-jours de croissance (température de base : 9 °C) pour que les œufs arrivent à maturité, et ensuite 270 pour que l'insecte atteigne le stade adulte. Voir *Degrés-jours de croissance*, au chapitre 4.

Pendant la maturation des céréales d'automne, de la fin mai au début juin, la première génération d'origine locale se disperse dans les cultures maraîchères. Des insectes provenant des États-Unis s'amènent aussi en Ontario avec des systèmes météorologiques. Les mouvements migratoires de courte et longue distance influent sur l'incidence et la gravité de la jaunisse de l'aster et des attaques de la cicadelle de l'aster.

Dépistage et seuils : C'est l'indice de jaunisse de l'aster (IJA) qui permet de déterminer s'il y a lieu de traiter une culture. Pour l'utiliser, dénombrer les cicadelles de l'aster capturées à l'aide d'un filet fauchoir. Multiplier le nombre de cicadelles attrapées avec 100 coups de filet par le pourcentage de cicadelles porteuses de la jaunisse de l'aster (taux d'infectivité) dans la région (en Ontario, on

recommande actuellement d'utiliser un taux de 4 à 5 %), selon la formule suivante :

IJA =
taux d'infectivité (4-5 %) x (nb de cicadelles prises dans 100 coups de filet)

Utiliser ces seuils d'intervention (IJA) pour les carottes :

Cultivars résistants	100
Cultivars semi-résistants	70
Cultivars vulnérables	50

Pour les carottes, le seuil varie en fonction de la tolérance de la variété. S'il s'agit d'un cultivar dont la tolérance à la jaunisse de l'aster n'a pas été évaluée, utiliser un IJA de 70.

Moyens de lutte : Utiliser des cultivars de carotte résistants et éliminer les mauvaises herbes vivaces dans les champs pouvant servir d'habitat à la cicadelle de l'aster.

Millipèdes

***Cylindroiulus caeruleocinctus*, *Blaniulus guttulatus*, *Pseudopolydesmus* spp.**

Identification : Les millipèdes ne sont pas des insectes, mais des arthropodes. Dotés d'une carapace dure et cylindriques, ils mesurent environ 2,5 à 10 cm (1 à 4 po) de longueur. Ils sont souvent confondus avec les vers fil-de-fer.

Dommages : Les millipèdes sont habituellement considérés comme utiles aux cultures maraîchères, car ils s'alimentent de tissus végétaux en décomposition et facilitent ainsi l'incorporation de la matière organique dans le sol. Dans certaines conditions, toutefois, ils peuvent pulluler au point d'endommager les racines et les plantules de carottes. Les dommages prennent la forme de cavités creusées sur la surface externe de la racine.

Biologie : Les millipèdes adultes et juvéniles hivernent dans le sol sous des débris, des pierres, etc. Ils peuvent y demeurer plusieurs années et mettre cinq ans à parvenir à maturité. Des études récentes menées en Ontario semblent indiquer que les millipèdes sont surtout actifs au début du printemps et à la fin de l'été. Les dommages aux cultures peuvent être plus graves dans un sol sec lorsque les ravageurs se nourrissent des racines pour obtenir de l'eau.

Dépistage et seuils : Inspecter les racines, les semences en germination et le sol aux alentours des trous dans le peuplement. Si l'on observe des dommages en début de saison, mais qu'aucun ravageur n'est présent, installer des pièges-appâts. Pour des directives d'appâtage détaillées, voir *Millipèdes*, au chapitre 5. Aucun seuil d'intervention n'a été fixé.

Moyens de lutte : Il est rare que les millipèdes causent des dommages en Ontario. Si l'on observe une grande population avant la saison, un travail du sol hâtif peut contribuer à ramener les millipèdes à la surface, où ils sont sujets au dessèchement et à la prédation. Récolter le plus tôt possible, car ces ravageurs continueront de se nourrir des cultures tant et aussi longtemps qu'elles seront dans le sol.

Mouche de la carotte

Psila rosae

Identification : L'insecte adulte est une mouche noire aux reflets métalliques qui a environ 6 mm (¼ po) de longueur. Il a une tête orange, des yeux bruns et des pattes jaune pâle. Dépourvue de pattes, la larve est blanc crème, a des crochets buccaux foncés et mesure de 6 à 7 mm (environ ¼ po) de longueur (Figure 7–64).



Figure 7–64. Mouche de la carotte, ayant un corps noir aux reflets métalliques, une tête orange et des pattes jaunes, prise dans une plaquette adhésive (A) et tunnels creusés par la larve en se nourrissant (B)

Dommages : Les larves rongent les poils absorbants de la racine jusqu'à un mois durant avant de pénétrer dans la carotte, où elles continueront de se nourrir. Habituellement, ces dommages sont concentrés dans les deux tiers inférieurs de la racine.

Biologie : La mouche la carotte hiverne sous forme de pupe et produit habituellement deux générations par année. La première coïncide souvent avec la floraison du lilas, tandis que la deuxième commence entre la fin juillet et la mi-août. Certains étés, l'accumulation de degrés-jours de croissance est suffisamment élevée pour permettre l'éclosion d'une troisième génération à la fin de septembre ou en octobre. Toutefois, cette dernière arrive trop tard en saison pour pouvoir réellement nuire à la culture.

Dépistage et seuils : Pour les carottes, maîtriser les adultes en cas d'un dénombrement, par piège par jour, de 0,1 mouche (carottes destinées au marché du frais) ou de 0,2 mouche (carottes destinées à la transformation). Pour en savoir plus sur le piégeage de la mouche de la carotte, voir *Piégeage*, au chapitre 4. Ce ravageur n'est plus une menace quand la culture est à 21 jours ou moins de la récolte.

Les degrés-jours de croissance (DJC) (température de base : 3 °C) permettent de prévoir l'émergence de la mouche de la carotte. Les adultes de la première génération émergent entre 329 et 395 DJC, et ceux de la deuxième, entre 1 399 et 1 711 DJC. Pour en savoir plus, voir *Degrés-jours de croissance*, au chapitre 4.

Moyens de lutte : La rotation des cultures réduit les populations résidentes. Éviter de cultiver des carottes dans des endroits abrités, où la mouche de la carotte a tendance à se réfugier.

Vers-gris (en début de saison)
Agrotis ipsilon (ver-gris noir),
Euxoa messoria (ver-gris moissonneur),
Crymodes devastator (ver-gris vitreux)
Euxoa detersa (ver-gris arénicole)

Voir chapitre 5.

Ver fil-de-fer
Limonius spp.

Identification : Les vers fil-de-fer sont des larves de taupins. De couleur cuivre, ces insectes ont un corps cylindrique dur et sont dotés de trois paires de petites pattes. Ils peuvent atteindre 2 à 3 cm (¾ à 1 ¼ po) de longueur.

Dommages : Les vers fil-de-fer creusent dans les racines des carottes. Les plantes infestées s'étiolent, et les plantules sont malingres ou ne lèvent pas. Lorsque l'insecte se nourrit de carottes plus matures, il n'y a pas de symptômes visibles au-dessus du sol. Les dégâts sont souvent parsemés dans le champ. À l'automne, les dommages peuvent rendre les carottes impropres à la vente. Le ver fil-de-fer est rare dans les terres noires, mais peut poser problème dans les sols minéraux, en particulier dans les champs où la rotation comprend des pommes de terre et des céréales.

Biologie : Le ver fil-de-fer prend parfois cinq ans pour passer de l'œuf au stade adulte. Il passe la majeure partie de ce temps dans le sol, sous forme de larve. Il est présent tout au long de la saison. Voir *Ver fil-de-fer*, au chapitre 5, pour en savoir plus sur la biologie de cet insecte.

Dépistage : Il est possible de surveiller les populations de vers fil-de-fer avant le semis en installant des pièges-appâts à l'automne (ou au début du printemps en cas de semis tardif). Voir *Ver fil-de-fer*, au chapitre 5, pour en savoir plus sur l'appâtage.

Moyens de lutte : Semer dans un sol chaud bien travaillé et éviter de semer trop profond. Il existe plusieurs espèces de vers fil-de-fer en Ontario, qui sont sensibles à différents degrés aux insecticides homologués. Des études sont actuellement menées en vue de réduire les populations de vers fil-de-fer par le recours à une rotation des cultures, défavorable à la ponte, et à des pièges-appâts, qui font sortir l'insecte des rangs pour le diriger vers des zones où il est possible de le maîtriser avec des insecticides ou d'autres amendements.

Troubles physiologiques

Carottes fourchues

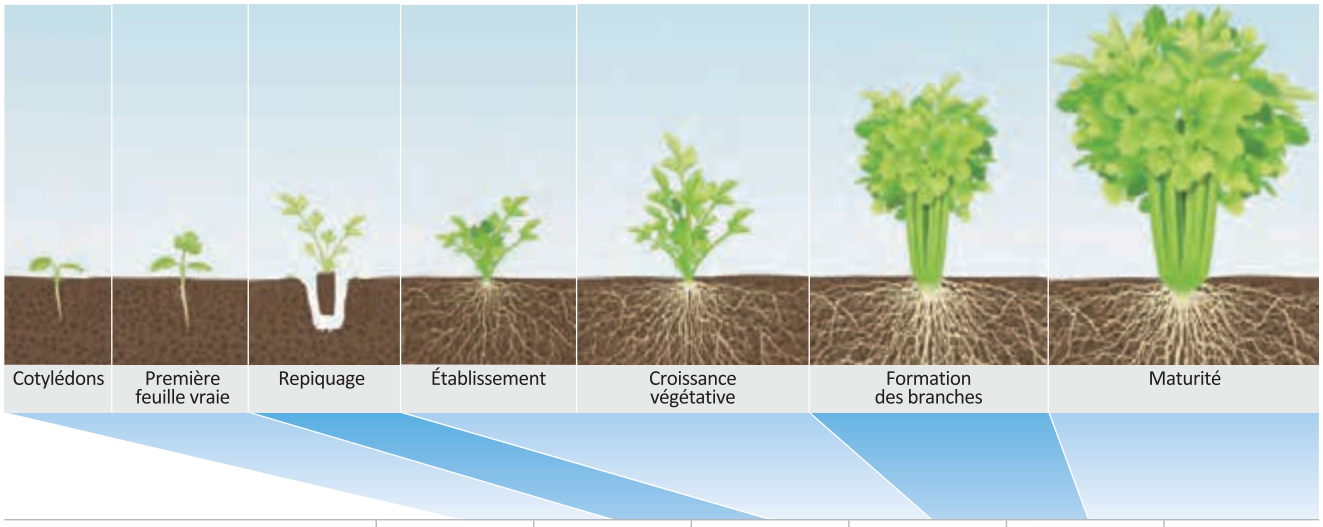
Identification : Il peut être difficile de déterminer l'origine de ce trouble, car différents facteurs de stress biotiques et abiotiques peuvent être en cause :

- *Pythium*
- Nématodes
- Compactage du sol
- Excès d'eau
- Manque d'eau
- Pluie battante
- Stress dû à la chaleur
- Dommages causés par le vent
- Dommages causés par les herbicides

Montée à graines

Identification : Des tiges et des fleurs se forment sur le plant, ce qui rend la carotte ligneuse et impropre à la vente. Chez cette culture, la montée à graines dépend de différents facteurs, comme la température et la durée du jour, et varie en fonction du cultivar. Des températures fraîches – moins de 10 °C (50 °F) – au cours des deux mois suivant le semis augmentent le risque d'apparition de ce trouble. En général, les variétés de carottes de couleur autre qu'orange sont plus vulnérables, de même que les cultivars orange qui ne sont pas adaptés au climat et à la durée du jour en Ontario.

Céleris



	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.
LÉGENDE : Jamais observé ▫ ▫ ▫ ▫ ▫ Souvent observé						
Maladies						
Jaunisse de l'aster						
Tache bactérienne						
Cercosporiose						
Jaunisse fusarienne						
Anthracnose						
Nématode cécidogène du nord						
Nématode des lésions racinaires						
Sclerotinia (pourriture rose sclérotique)						
Septoriose						
Insectes						
Pucerons						
Cicadelle de l'aster						
Fausse-arpenteuse du chou						
Charançon de la carotte						
Mineuse des feuilles (*Liriomyza* spp.)						
Cicadelle de la pomme de terre						
Limaces						
Punaise terne						
Troubles physiologiques						
Montée à graines						
Cœur noir						

Figure 7–65. Stades de développement du céleri et calendrier d'activité des ravageurs. La période réelle d'activité des ravageurs varie considérablement d'une année à l'autre selon des facteurs environnementaux.

Exigences de production

Types de sol : Terres noires, ou sols minéraux bien drainés
pH du sol : Sols minéraux – 6,0
Terres noires – 5,5
Cultures recommandées dans la rotation : Laitue, oignons, pommes de terre, radis
Cultures déconseillées dans la rotation : Autres membres de la famille des apiacées ou cultures ombellifères (ex. : carotte, céleri-rave, persil, panais)
Température minimale du sol : 4 °C (39 °F)*
Température optimale de l'air : 16 à 24 °C (61 à 75 °F)
Date de semis la plus précoce : Mi-avril à mi-mai

* Il peut y avoir montaison prématurée si de jeunes plants sont exposés à des températures inférieures à 13 °C (55 °F) pendant 10 jours ou plus.

Tableau 7–42. Conditions de germination et de croissance des plants de céleri

Poids de semences pour obtenir 10 000 plants	Profondeur de semis	Température de germination			Délai semis-levée (jours)	Température de croissance optimale		Tolérance au pH	Durée de production (sem.)
		Min.	Opt.	Max.		Jour	Nuit		
28 g	0,3-0,6 cm (⅛-¼ po)	16 °C (61 °F)	21 °C (70 °F)	24 °C (75 °F)	7	18-24 °C (64-75 °F)	16-18 °C (61-64 °F)	6,0-6,8	10-12

Semis et espacements

Le céleri hâtif se sème en serre début février. Les semis s'échelonnent jusqu'au 1er juin pour un repiquage en juillet. Voir le Tableau 7–42.

À condition de couvrir les rangs, les plants peuvent être repiqués en pleine terre dès le 1er avril.

Les plants destinés à une récolte tardive peuvent être semés à l'extérieur sur des lits de semence irrigués. Il est aussi possible de semer à la volée sur un lit bien travaillé. La première méthode donne cependant des plants plus robustes. Voir le Tableau 7–43 pour connaître l'espacement et les taux de semis usuels.

Tableau 7–43. Espacement des plants de céleri

Distance entre les rangs	Espacement sur le rang	Taux de semis
50-55 cm (20-22 po)	15 cm (6 po)	Environ 140 g de semences/ha (Environ 56 g de semences/acre)

Fertilisation

Macronutriments

Azote

Épandre en surface et incorporer au sol la quantité d'azote nécessaire en présemis, en même temps que la potasse et le potassium. Voir le Tableau 7–44.

Tableau 7–44. Besoins en azote des céleris

Type de sol	Azote actif
Sols minéraux	
Présemis	135 kg/ha (120 lb/acre)
Épandage en bandes latérales[1]	30 kg/ha (27 lb/acre)
Total	**195 kg/ha (175 lb/acre)**
Terres noires	
Présemis	80 kg/ha (71 lb/acre)
Épandage en bandes latérales[1]	40 kg/ha (36 lb/acre)
Total	**160 kg/ha (143 lb/acre)**

[1] Maximum de deux épandages.

Réduire la fertilisation azotée (N) après un apport de fumier ou l'incorporation au sol d'engrais vert de légumineuses. Voir le Tableau 1–12 et le Tableau 1–13, au chapitre 1.

Phosphore et potassium

Faire analyser le sol pour déterminer les besoins en phosphore et en potassium. Voir le Tableau 7–45 et le Tableau 7–46.

Calcium

Une carence en calcium des jeunes feuilles cause un trouble physiologique appelé « cœur noir », qui fait virer au noir le cœur du céleri, alors que les feuilles externes demeurent saines. Ce trouble peut se produire même s'il y a assez de calcium dans le sol. Si le céleri subit un stress hydrique ou thermique, des pulvérisations foliaires hebdomadaires de calcium dirigées vers le cœur de la plante peuvent réduire les symptômes. Il est aussi possible de prévenir le trouble en programmant l'irrigation de manière à assurer une humidité constante du sol.

Magnésium

La carence en magnésium provoque un jaunissement de la pointe des feuilles matures qui se répand sur les bords des feuilles et entre les nervures. Certains cultivars de céleri ont du mal à absorber ce nutriment par le sol. Si le sol est pauvre en magnésium, faire des pulvérisations foliaires quand les plants sont environ au tiers de leur développement. On observe parfois cette carence pendant la culture des plantules en serre. Voir le Tableau 1–7, au chapitre 1.

Tableau 7–45. Besoins en phosphore des céleris

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en phosphore évaluée par extraction au bicarbonate de sodium (ppm)													
	0-3	4-5	6-7	8-9	10-12	13-15	16-20	21-25	26-30	31-40	41-50	51-60	61-80	81 ou plus
Sols minéraux														
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	230 (205) (EE)	230 (205) (EE)	220 (196) (EE)	220 (196) (EE)	220 (196) (EE)	210 (187) (EE)	190 (170) (EE)	160 (143) (EE)	140 (125) (EM)	110 (98) (EM)	80 (71) (EM)	50 (45) (EF)	0 (ETF)	0 (EN)
Terres noires														
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	120 (107) (EE)	120 (107) (EE)	120 (107) (EE)	120 (107) (EE)	120 (107) (EE)	110 (98) (EM)	100 (89) (EM)	90 (80) (EM)	80 (71) (EM)	70 (62) (EF)	50 (45) (EF)	40 (36) (EF)	0 (ETF)	0 (EN)

Tableau 7–46. Besoins en potassium des céleris

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en potassium évaluée par extraction à l'acétate d'ammonium (ppm)											
	0-15	16-30	31-45	46-60	61-80	81-100	101-120	121-150	151-180	181-210	211-250	251 ou plus
Sols minéraux												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	340 (303) (EE)	330 (294) (EE)	310 (277) (EE)	280 (250) (EE)	250 (223) (EE)	200 (178) (EE)	150 (134) (EM)	90 (80) (EM)	50 (45) (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (EN)
Terres noires												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	230 (205) (EE)	220 (196) (EE)	210 (187) (EE)	200 (178) (EE)	170 (152) (EM)	150 (134) (EM)	120 (107) (EM)	80 (71) (EM)	40 (36) (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (EN)

Tableau 7–47. Teneurs en éléments nutritifs des céleris

LÉGENDE : — = aucune donnée disponible

Parties du plant	Moment de l'échantillonnage	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	B	Cu
		Pourcentage (%)						Parties par million (ppm)				
Pétioles externes	6 semaines après le repiquage	1,5-1,7	0,3-0,6	6-8	1,3-2,0	0,3-0,6	–	20-30	5-10	20-40	15-25	4-6
	À maturité	1,5-1,7	0,3-0,6	5-7	1,3-2,0	0,3-0,6	–	20-30	5-10	20-40	20-40	1-3

Adaptation de HOCHMUTH G., et coll. *Plant Tissue Analysis and Interpretation for Vegetable Crops in Florida,* University of Florida, IFAS Extension, nº HS964, 2018.

Oligo-éléments

Le céleri est une culture particulièrement vulnérable aux carences en nutriments, et il est donc souvent nécessaire de faire des pulvérisations foliaires d'oligo-éléments. Pour des renseignements détaillés, voir *Oligo-éléments*, au chapitre 1.

Bore

La carence en bore provoque un trouble physiologique appelé « gerçure des pétioles », qui ressemble à des griffures de chat. Il est possible de pulvériser ce nutriment sur les feuilles. Utiliser le bore avec prudence : il peut très rapidement atteindre des concentrations potentiellement toxiques pour les autres cultures de la rotation.

Analyse de tissus végétaux

Utilisée en association avec une analyse de sol, l'analyse de tissus végétaux apporte des indications utiles pour programmer les pulvérisations foliaires d'oligo-éléments, diagnostiquer des troubles de croissance ou évaluer un programme de fertilisation. L'analyse de tissus végétaux ne peut remplacer ni l'analyse de sol ni un bon programme de fertilisation du sol.

Pour en savoir plus, voir le Tableau 7–47 et *Analyse de tissus végétaux*, au chapitre 1.

Irrigation

Le céleri réagit très bien à l'irrigation. Si le taux d'humidité disponible dans la zone des racines descend sous 60 % pendant la période critique d'irrigation, il est important d'irriguer pour maintenir le rendement et la qualité des cultures. Avec un système d'irrigation goutte à goutte, envisager d'irriguer quand la quantité d'eau du sol disponible pour les plantes tombe en deçà de 85 %. Le cœur noir et la montaison prématurée se produisent en cas de fluctuations extrêmes de l'humidité; la période critique d'irrigation s'étend du repiquage à la récolte. Les plants ont des racines d'une profondeur de 30 à 60 cm (1 à 2 pi).

Pour en savoir plus sur la programmation de l'irrigation, voir *Les pratiques de gestion optimales : Gestion de l'irrigation* (publication nº BMP08E) et la fiche technique du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales (MAAARO) *Surveiller l'humidité du sol pour améliorer les décisions d'irrigation*.

Récolte

Les cultures de céleri parviennent à maturité 90 à 125 jours après le repiquage. La récolte commence à la fin juillet et se termine après plusieurs gelées successives. Un champ est prêt à être récolté quand la plupart des plants ont atteint la taille voulue. Les branches de céleri doivent être entièrement vertes lorsqu'on les coupe dans le sens de la largeur. La pourriture molle – qui se déclare quand la culture est récoltée tardivement – est visible quand on fait une coupe transversale des branches : celles-ci ont alors passé du vert au blanc. On coupe le céleri destiné au marché du frais juste sous le niveau du sol, à la main ou à la machine, pour ensuite l'emballer directement au champ. Les plants destinés à la transformation, quant à eux, peuvent être coupés un peu plus haut, généralement à la machine. Ils sont ensuite transportés en vrac (bennes ou semi-remorques) vers l'installation de transformation. Voir le Tableau 7–48.

Tableau 7–48. Rendement moyen des cultures de céleri

Culture	Rendement
Marché du frais (24 plants/boîte)	1 850-2 450 boîtes de 27 kg/ha (750-1 000 boîtes de 60 lb/acre)
Transformation	45-68 tonnes/ha (20-30 tonnes/acre)

Entreposage

Ne pas mettre en entrepôt les céleris qui sont endommagés par le gel, des ravageurs, des maladies ou les manipulations. Comme les branches absorbent facilement les odeurs environnantes, il est important d'entreposer les céleris dans une pièce exempte d'odeurs. Pour maintenir la qualité, refroidir les légumes avant de les placer dans de grands entrepôts.

Les méthodes de refroidissement sous vide, par air pulsé et à l'eau glacée conviennent bien au céleri.

Température d'entreposage :	0 °C (32 °F)
Humidité relative :	98-100 %
Durée :	2-3 mois

Voir le Tableau 3–1, au chapitre 3.

Mise en garde

Certaines personnes peuvent être sensibles aux furocoumarines, des substances chimiques que contient naturellement le céleri. La concentration de ces substances augmente dans les pieds malades. Des éruptions cutanées ou des cloques peuvent apparaître à la lumière du soleil lorsque la peau est exposée au légume. Comme mesure préventive, porter des gants de caoutchouc et des chandails à manches longues lors des manipulations et éviter de circuler jambes nues dans le champ.

Lutte contre les ravageurs et les troubles physiologiques

Voir la Figure 7–65 *Stades de développement du céleri et calendrier d'activité des ravageurs.*

Maladies

Anthracnose
Colletotrichum fioriniae

Identification : Les feuilles, petites et rabougries, s'enroulent vers le bas. Des fissures et des stries allant de chamois à brun se créent le long des branches. Certaines branches deviennent tordues et cassantes, et des lésions brunes peuvent se former sur le bord des feuilles. Parfois, des racines adventives se développent le long de la branche, et le collet pourrit, comme en cas de cœur noir (Figure 7–66).



Figure 7–66. Rang de plants de céleri infectés (A) dont les feuilles s'enroulent vers le bas (B) à cause de *Colletotrichum acutatum*, agent pathogène causant l'anthracnose

Biologie : L'agent pathogène hiverne sur les résidus foliaires et les semences de céleris et de carottes. Il peut rester sur le céleri et des plantes ne lui servant pas d'hôte (ex. : plusieurs mauvaises herbes communes) sans que des symptômes soient apparents, ce qui permet à l'inoculum de prendre de l'ampleur tout au long de la saison. Les spores sont propagées par des éclaboussures de pluie ou de l'irrigation ainsi que par la machinerie et le personnel circulant dans la culture lorsque les feuilles sont humides.

Moyens de lutte : Faire une rotation de trois ou quatre ans avec des cultures ne servant pas d'hôtes. Certains cultivars y sont plus vulnérables que d'autres. Si possible, utiliser des cultivars tolérants. Inspecter et éliminer les plants infectés au moment du repiquage et durant toute la saison. Éviter que les feuilles demeurent humides de manière prolongée et laisser le couvert végétal sécher entre chaque arrosage. Incorporer les résidus de récolte dans le sol immédiatement après la récolte.

Cercosporiose (brûlure hâtive)
Cercospora apii

Identification : Des taches circulaires jaunes ou chamois pouvant atteindre un diamètre de 1 cm (½ po) ou plus se forment sur les feuilles. En présence d'une forte humidité, des spores grisâtres apparaissent sur les lésions foliaires. Dans les cas graves, les lésions touchent aussi les pétioles (Figure 7–67).

Biologie : La maladie se déclare au milieu de l'été, quand des journées chaudes et ensoleillées sont suivies d'une abondante rosée le soir. L'agent pathogène hiverne dans les résidus de récolte. Après l'infection, les spores sont dispersées par des éclaboussures et le vent.



Figure 7–67. Tache cercosporéenne sur un céleri

Moyens de lutte : Dans un champ où des maladies foliaires ont sévi, cultiver d'autres cultures que le céleri pendant au moins deux ans. Utiliser des semences traitées à l'eau chaude et des cultivars résistants. Produire les plants à repiquer dans un substrat commercial sans sol ou un terreau pasteurisé à la chaleur. Ne pas repiquer au champ des plants malades. Incorporer les résidus de récolte dans le sol une fois que les cultures hâtives ont été récoltées.

Après le repiquage, commencer les traitements fongicides lorsque les plants sont au tiers de leur développement ou dès que les premiers symptômes de la maladie sont détectés.

Jaunisse de l'aster
Candidatus phytoplasma asteris

Identification : Chez le céleri, la jaunisse de l'aster se manifeste d'abord par la coloration jaune vif des feuilles. De nombreuses petites pousses jaunes et cassantes se forment ensuite sur le collet, le tout accompagné d'une torsion prononcée des feuilles (Figure 7–68).

Biologie : C'est la cicadelle de l'aster qui véhicule et transmet la maladie.

Moyens de lutte : L'élimination des plants infectés ainsi que des mauvaises herbes vivaces peut contribuer à réduire l'incidence de la maladie les années suivantes. Les mesures de maîtrise ciblent la cicadelle de l'aster, vecteur de la jaunisse de l'aster. Voir *Cicadelle de l'aster*, aussi dans *Céleris*.



Figure 7–68. Symptômes de la jaunisse de l'aster sur un céleri

Jaunisse fusarienne
Fusarium oxysporum f. sp. *apii*

Identification : Les feuilles externes du céleri jaunissent après l'infection des racines et du plateau par le champignon. Chez certains cultivars, les branches ou pétioles externes deviennent rabougris et durs. L'infection fait foncer les tissus vasculaires, puis pourrir le plateau. Il arrive que les feuilles deviennent cassantes, prennent une texture rugueuse et se replient vers le haut. À un stade avancé de la maladie, le feuillage vire au brun, et le plant meurt.

Biologie : Souvent, les infections en début de saison causent de plus grandes pertes de rendement et de qualité qu'en fin de saison. Le nombre de spores dans le sol et les conditions météorologiques durant la saison de végétation jouent aussi un rôle important. On associe les symptômes graves à une grande présence de spores dans le sol, à un sol lourd très mouilleux et à une saison de végétation chaude. Ce champignon peut demeurer dans le sol pendant de nombreuses années. Il peut être introduit dans la culture par des plants infectés, la terre transportée par l'érosion éolienne ou hydrique, les employés ou la machinerie.

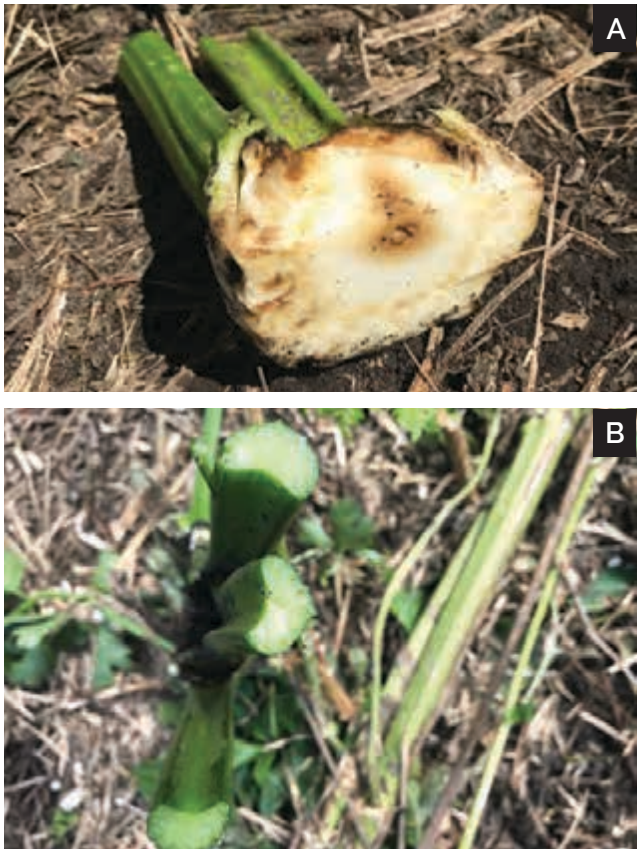


Figure 7–69. Décoloration du cœur (A) et des nervures (B) du céleri provoquée par la jaunisse fusarienne

Moyens de lutte : Les mesures d'assainissement jouent un rôle important dans la prévention de la propagation de la maladie. Éviter toute pratique risquant de transférer de la terre contaminée d'un lieu à un autre. Ne pas incorporer au sol les résidus de céleris infectés après la récolte si le champ était touché par la jaunisse fusarienne. Faire une rotation de trois ans avec des oignons ou des laitues pour réduire le nombre de spores dans les champs infestés. Éviter d'inclure des carottes dans la rotation.

Le moyen le plus efficace de lutter contre la maladie est d'utiliser des cultivars tolérants qui supporteront une présence modérée du champignon. Par contre, ils résisteront moins bien si les concentrations sont fortes, si la chaleur est excessive ou s'ils subissent un stress hydrique.

Nématode cécidogène du nord
Voir chapitre 6.

Nématode des lésions racinaires
Voir chapitre 6.

Sclerotinia (pourriture rose sclérotique)
Sclerotinia sclerotiorum

Identification : Du mycélium blanc se forme sur des lésions aqueuses, en partant des feuilles externes pour ensuite progresser vers le cœur. Des sclérotes noirs durs de la grosseur d'un pois apparaissent sur le mycélium blanc à mesure que la maladie se développe. Une pourriture molle rose se forme sur le tissu sous le mycélium. Le champignon peut aussi causer la fonte des semis (Figure 7–70).



Figure 7–70. Lésions aqueuses provoquées par *Sclerotinia* et mycélium blanc caractéristique de la pourriture rose sclérotique

Biologie : *Sclerotinia* hiverne dans le sol sous forme de petites masses dures (sclérotes). Celles-ci germent par temps frais et humide accompagné d'une humidité excessive. Elles produisent des spores qui se propagent dans l'air et le sol et finissent par se poser sur les tissus du plant et les infecter. Le champignon se développe surtout entre 20 et 25 °C (68 et 77 °F) et lorsque les feuilles demeurent humides longtemps (humidité élevée ou forte rosée). Les sclérotes peuvent persister plusieurs années dans le sol.

Moyens de lutte : Pratiquer une rotation de plus de quatre ans sans cultures sensibles à la maladie (cucurbitacées, haricots comestibles, soya, canola, carottes et laitue). Espacer davantage les rangs pour assurer une meilleure circulation de l'air. Éviter que les feuilles restent humides de manière prolongée et laisser le couvert végétatif sécher entre chaque arrosage.

Septoriose (brûlure tardive)
Septoria apiicola

Identification : De petites taches jaunes se forment dans le feuillage et s'étendent vers le haut. Il arrive souvent que les lésions plus anciennes prennent une couleur allant du chamois au brun et atteignent jusqu'à 1,5 cm (⅔ po) de diamètre. De petites taches noires (pycnides) apparaissent habituellement sur les lésions (Figure 7–71).

Biologie : Le champignon *Septoria* apprécie les températures modérées – entre 10 et 27 °C (50 et 81 °F) – et l'humidité. Il hiverne dans les résidus de récolte. Après l'infection, les spores sont dispersées par les éclaboussures, le personnel, la machinerie et le vent.



Figure 7–71. Lésions noires de la septoriose (*Septoria apiicola*) sur un céleri

Moyens de lutte : Dans un champ où des maladies foliaires ont sévi, cultiver d'autres cultures que le céleri pendant au moins deux ans. Utiliser des semences traitées à l'eau chaude et des cultivars résistants. Produire les plants à repiquer dans un substrat commercial sans sol ou un terreau pasteurisé à la chaleur. Ne pas repiquer au champ des plants malades. Incorporer les résidus de récolte dans le sol une fois que les cultures hâtives ont été récoltées.

Après le repiquage, commencer les traitements fongicides lorsque les plants sont au tiers de leur développement ou dès que les premiers symptômes de la maladie sont détectés.

Tache bactérienne
Pseudomonas syringae pv. *apii*

Identification : De petites taches jaunes circulaires apparaissent sur les feuilles. Lorsque les lésions grossissent, elles prennent une teinte brun rouille et sont entourées d'un halo jaune. En cas d'attaques graves, les lésions confluent et tuent les feuilles infectées. La maladie touche rarement les pétioles.

Biologie : La bactérie à l'origine de la maladie hiverne dans les résidus de récolte. La progression de la maladie est favorisée par du temps frais et pluvieux. Pour infecter les plants et se propager, la bactérie nécessite idéalement une température de 20 à 25 °C (68 à 77 °F) et la présence d'humidité sur les feuilles pendant au moins 10 heures. Après le début de l'infection, la maladie peut être propagée par des éclaboussures, des outils et des personnes, en particulier quand le feuillage est humide.

Moyens de lutte : Dans un champ où des maladies foliaires ont sévi, cultiver d'autres cultures que le céleri pendant au moins deux ans. Utiliser des semences traitées à l'eau chaude. Produire les plants à repiquer dans un substrat commercial sans sol ou un terreau pasteurisé à la chaleur. Ne pas irriguer le soir et éviter que les feuilles demeurent humides de manière prolongée. Ne pas repiquer au champ des plants malades.

Virus de la mosaïque du concombre
Voir *Nématode cécidogène du nord*, au chapitre 6.

Insectes

Charançon de la carotte

Voir *Carottes*, dans ce chapitre.

Cicadelle de l'aster

Macrosteles quadrilineatus

Identification : La cicadelle de l'aster est un petit insecte gris-vert comportant six points disposés en paires sur le sommet de la tête. Ses ailes transparentes ont un grand nombre de nervures (Figure 7–72).



Figure 7–72. Cicadelle de l'aster

Dommages : L'insecte transmet la jaunisse de l'aster au céleri, à la carotte et aux légumes feuilles en se nourrissant de ces cultures. Voir *Jaunisse de l'aster*, aussi dans *Céleris*.

Biologie : La cicadelle de l'aster hiverne sous forme d'œuf dans le tissu foliaire de céréales d'automne comme le blé et le seigle. Il faut compter environ 130 degrés-jours de croissance (température de base : 9 °C) pour que les œufs arrivent à maturité, et ensuite 270 pour que l'insecte atteigne le stade adulte. Voir *Degrés-jours de croissance*, au chapitre 4.

Pendant la maturation des céréales d'automne, de la fin mai au début juin, la première génération d'origine locale se disperse dans les cultures maraîchères. Des insectes provenant des États-Unis s'amènent aussi en Ontario avec des systèmes météorologiques. Les mouvements migratoires de courte et longue distance influent sur l'incidence et la gravité de la jaunisse de l'aster et des attaques de la cicadelle de l'aster.

Dépistage et seuils : C'est l'indice de jaunisse de l'aster (IJA) qui permet de déterminer s'il y a lieu de traiter une culture. Pour l'utiliser, dénombrer les cicadelles de l'aster capturées à l'aide d'un filet fauchoir. Multiplier le nombre de cicadelles attrapées avec 100 coups de filet par le pourcentage de cicadelles porteuses de la jaunisse de l'aster (taux d'infectivité) dans la région (en Ontario, on recommande actuellement d'utiliser un taux de 4 à 5 %), selon la formule suivante :

Taux d'infectivité (4-5 %) x (nb de cicadelles prises dans 100 coups de filet)
= IJA

Utiliser un seuil d'intervention de 30 à 35 pour le céleri.

Moyens de lutte : Utiliser des cultivars résistants et éliminer les mauvaises herbes vivaces dans les champs pouvant servir d'habitat à la cicadelle de l'aster. Appliquer des insecticides pour réduire les populations de l'insecte. Voir la fiche technique du MAAARO *La cicadelle de l'aster et la jaunisse de l'aster*.

Cicadelle de la pomme de terre

Voir *Pommes de terre*, dans ce chapitre.

Fausse-arpenteuse du chou

Voir *Brassicacées*, dans ce chapitre.

Limaces

Voir *Limaces*, au chapitre 5.

Mineuse des feuilles

Liriomyza spp.

Identification : La mineuse des feuilles est une petite mouche noire et jaune avec reflets métalliques de 2 à 3 mm (~⅛ po) qui pond ses œufs dans les feuilles. Les larves sont de petits asticots jaune pâle.

Dommages : Les femelles pondent leurs œufs sur les feuilles, laissant ainsi de petits trous « bronzés ». Elles percent aussi les feuilles pour sucer la sève de la plante. La larve se nourrit des tissus se trouvant entre les faces inférieure et supérieure de la feuille. Selon l'espèce, les galeries creusées par ce ravageur peuvent être droites (mouche mineuse sud-américaine) ou sinueuses (autres mouches mineuses). Les dommages que la larve cause en se nourrissant diminuent la capacité de la plante à faire de la photosynthèse. Les galeries

creusées dévalorisent également les légumes sur le marché et créent des portes d'entrée pour les organismes pathogènes.

Biologie : L'insecte se développe surtout à des températures de 21 à 32 °C (70 à 90 °F). La ponte est moindre quand la température tombe sous 10 °C (50 °F). Ce ravageur peut poser problème toute la saison. Habituellement, il cause des dommages en fin de saison, et les populations atteignent un pic de la fin août à la mi-septembre.

Moyens de lutte : Les chénopodes sont un autre hôte des mouches mineuses. Un bon désherbage peut contribuer à réduire les infestations. La rotation des cultures est aussi utile pour lutter contre ce ravageur, si l'on alterne entre des cultures vulnérables et des cultures résistantes. Appliquer des insecticides dès l'apparition des premières mouches mineuses sud-américaines adultes.

Pucerons
Famille des *Aphididae*

Identification : Les pucerons sont de petits insectes suceurs de sève mesurant de 1 à 3 mm (moins de ⅛ po). Ils sont munis de deux cornicules (protubérances) sur la partie postérieure du dos et ont un corps en forme de poire. L'espèce qui s'attaque le plus souvent au céleri est le puceron vert du pêcher, mais il arrive aussi que le puceron du tournesol, de la pomme de terre, de la digitale ou du nerprun infeste cette culture.

Dommages : Lorsque présents en grand nombre, les pucerons rendent la culture impropre à la vente. Ces insectes transmettent aussi des virus en passant d'un plant à l'autre pour se nourrir. Voir *Nématode cécidogène du nord*, au chapitre 6.

Biologie : La plupart des pucerons ont un vaste éventail de plantes hôtes, et certaines espèces, comme le puceron vert du pêcher, hivernent sous forme d'œuf sur un hôte vivace. Des œufs émergent les nymphes, qui sont des versions miniatures des adultes. L'insecte peut produire plus de 10 générations par période végétative. Les populations peuvent grimper rapidement, car les femelles engendrent une vaste progéniture sans forcément avoir à s'accoupler.

Dépistage et seuils : Examiner au moins 50 plants par champ, en vérifiant la face inférieure des feuilles et les jeunes pousses tendres. On considère que le pourcentage d'infestation est élevé s'il atteint 5 % en temps normal, et 1 % quand les plants sont destinés à être récoltés dans moins de deux semaines. Si chaque plant comporte moins de 10 pucerons, l'infestation est jugée faible; elle est toutefois grave en présence de plus de 20 pucerons par plant.

Moyens de lutte : Dans la mesure du possible, utiliser des produits sélectifs, spécifiquement conçus pour les pucerons. Beaucoup d'insectes utiles peuvent faire baisser considérablement le nombre de pucerons, à un point où ils ne peuvent plus causer de pertes économiques. Voir la fiche technique du MAAARO *Pucerons de la laitue et du céleri en Ontario*.

Punaise terne
Lygus lineolaris

Identification : Les nymphes juvéniles de la punaise terne sont verdâtres et possèdent des pattes bien développées ainsi que des antennes de longueur moyenne. Aux stades larvaires plus avancés, elles ont des bourgeons alaires et quatre taches noires sur le thorax, derrière la tête, et une sur l'abdomen. Les adultes sont vert pâle ou jaunes à brun foncé et ornés de taches foncées et ont un petit triangle sur le dos. Les nymphes ressemblent au puceron vert du pêcher, mais n'ont pas de cornicules et bougent beaucoup plus vite que les pucerons.

Dommages : L'insecte est doté de pièces buccales de type suceur qui lui permettent de percer l'épiderme des plantes et d'y injecter une substance salivaire qui détruit le tissu végétal. On constate souvent les trous et les lésions avant d'apercevoir l'insecte. Il n'est pas rare que le jaunissement progresse vers le haut de la feuille ou de la branche à partir de la morsure, tandis que la salive toxique de l'insecte remonte le flux de transpiration de la feuille (Figure 7–73).

Biologie : La punaise terne adulte hiverne dans les résidus de culture et les litières de feuilles mortes de zones protégées, comme les aires boisées, les bordures de champs et les fossés. À leur émergence au printemps, les adultes se nourrissent et pondent leurs œufs sur des mauvaises herbes à feuilles larges, avant de se déplacer vers les cultures. La punaise terne est présente de manière sporadique en Ontario, durant toute la saison de végétation. Deux générations voient le jour par année, et les premiers stades d'une troisième sont visibles dans certaines régions du Sud de l'Ontario. Les adultes de première génération émergent en juillet, et ceux de la deuxième, en août et septembre.

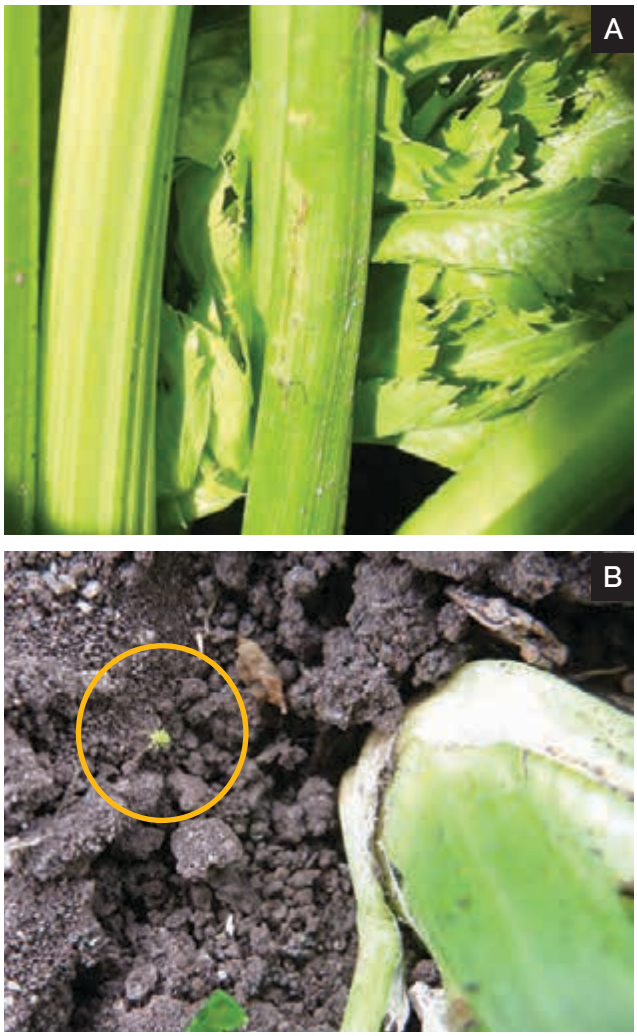


Figure 7–73. Traces laissées par la punaise terne sur une branche de céleri (A) et nymphe (B) au bas d'un plant de céleri

Dépistage et seuils : Inspecter les feuilles du cœur de 50 à 100 plants par champ au moins deux fois par semaine. Pour le céleri, le seuil d'intervention a été fixé à 0,1 (dans les trois semaines précédant la récolte) ou à 0,2 punaise terne par plant (du repiquage à trois semaines avant la récolte).

Moyens de lutte : Lutter contre les autres hôtes, comme l'amarante, la stellaire moyenne, le pissenlit, les chénopodes, l'herbe à poux et la vergerette. Ne pas cultiver de céleri à proximité de luzerne, car la punaise terne migre dès que cette plante est coupée.

Troubles physiologiques

Cœur noir

Identification : Les jeunes tissus des points végétatifs et de la pointe des feuilles se nécrosent, ce qui crée de la pourriture allant de brun à noir sur les feuilles internes. Au fil du développement du plant, les pointes des feuilles continuent de se nécroser, de la cime vers le bas, et sont colonisées par d'autres agents pathogènes. Des racines adventives peuvent se former le long de la branche, et le collet peut pourrir comme en cas d'anthracnose (Figure 7–74).



Figure 7–74. Rabougrissement et nécrose de tissus causés par le cœur noir dans le point végétatif d'un plant de céleri

Moyens de lutte : Le cœur noir découle d'une carence en calcium des tissus se produisant en cas de grande fluctuation de l'humidité du sol et d'une fertilisation excessive, surtout en azote, qui favorise une croissance rapide. Certains cultivars semblent tolérants à ce trouble physiologique. Éviter les grandes fluctuations de l'humidité du sol et ne pas trop fertiliser. Des pulvérisations foliaires de calcium soluble dirigées vers le cœur du plant peuvent contribuer à prévenir ce trouble si le nutriment n'est pas présent en quantité suffisante dans le sol.

Montée à graines

Voir *Brassicacées*, dans ce chapitre.

Cucurbitacées

(margose, concombre, coloquinte, melon brodé [dont le cantaloup], citrouille, courges d'hiver, melon d'eau et courgette)

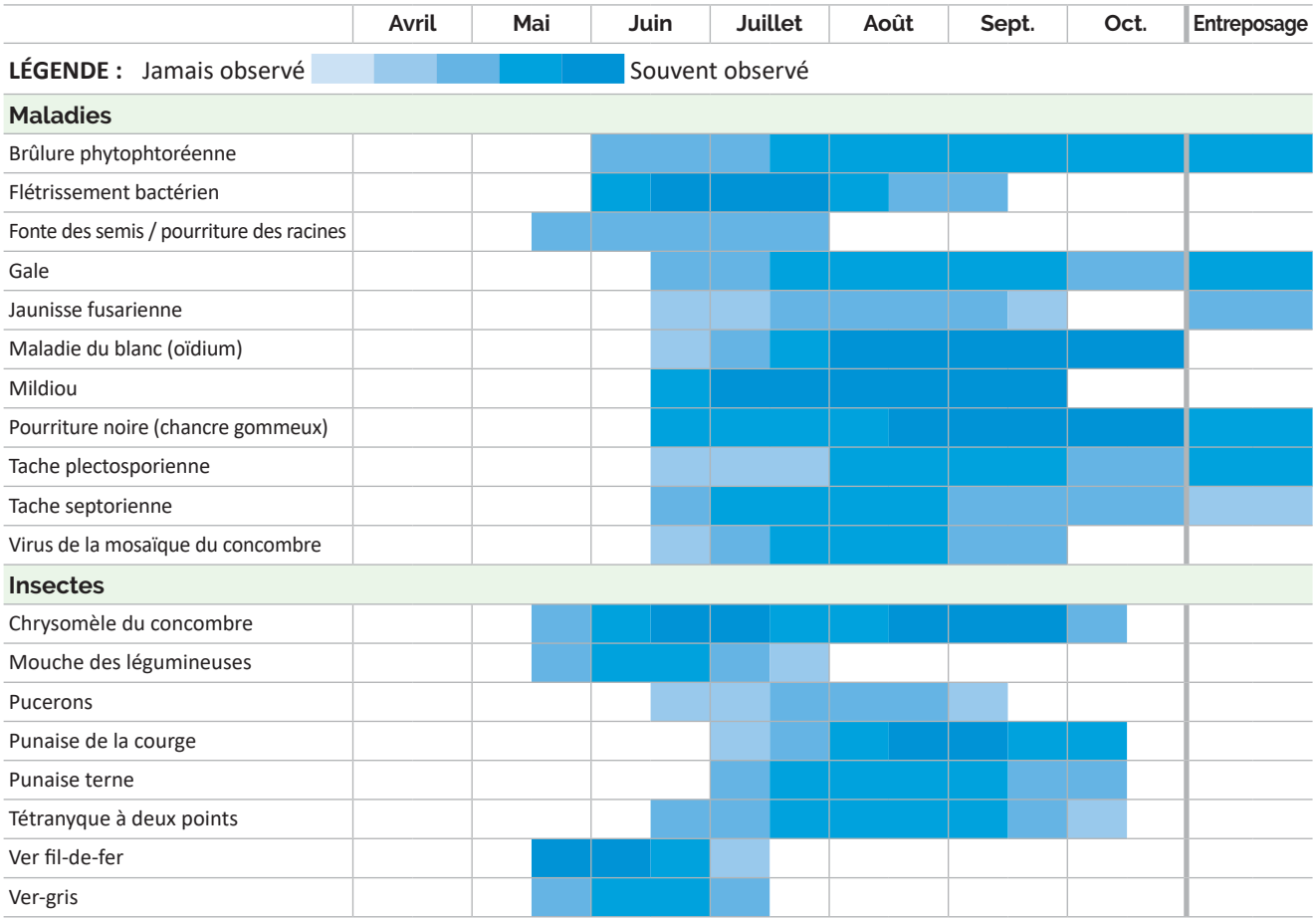


Figure 7–75. Calendrier d'activité des ravageurs des cucurbitacées. La période réelle d'activité des ravageurs varie considérablement d'une année à l'autre selon des facteurs environnementaux.

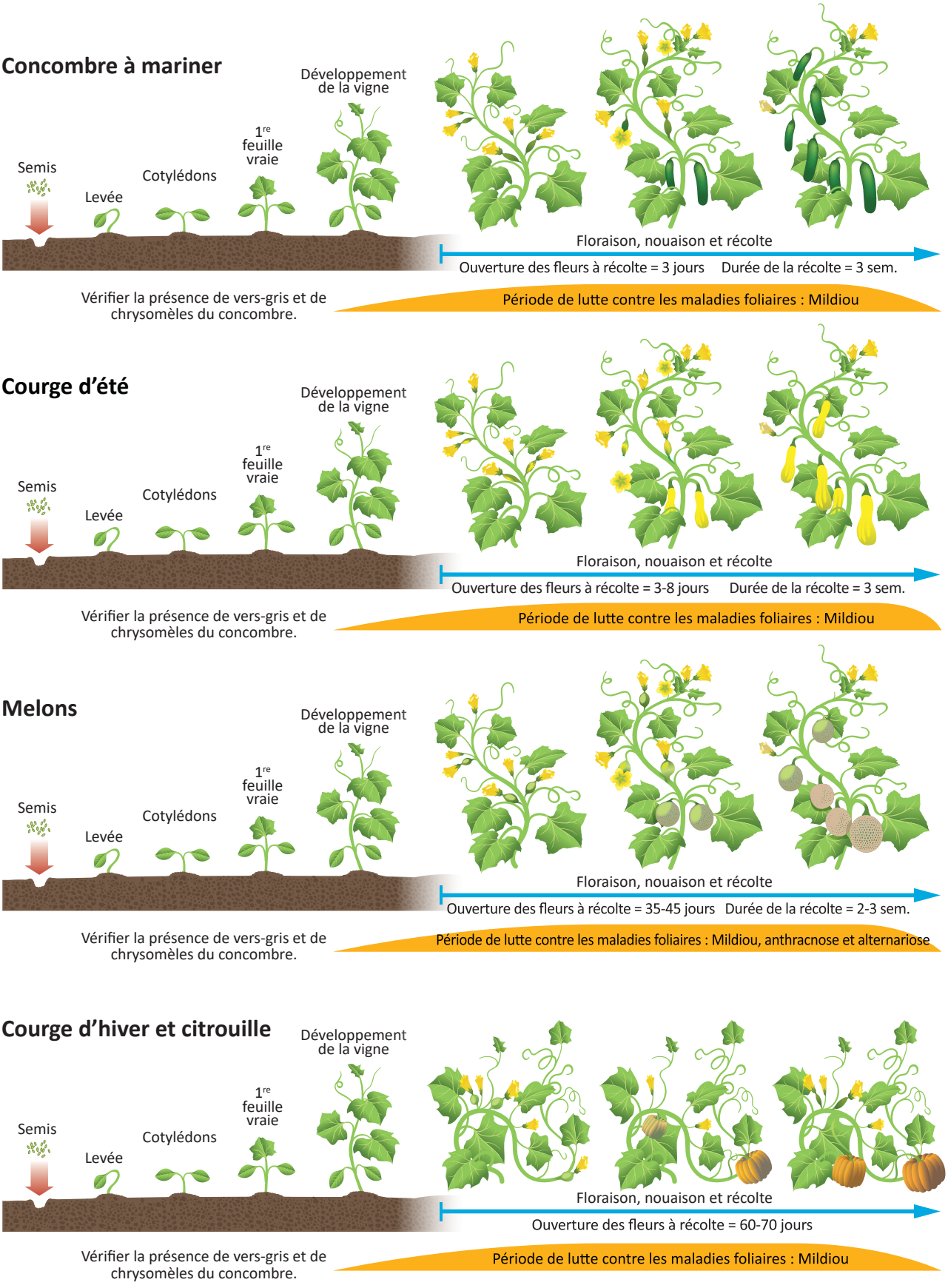


Figure 7–76. Stades de développement des cucurbitacées et principales périodes de lutte contre les ravageurs

Exigences de production

Types de sol :	Loams sableux bien drainés
pH du sol :	6,1 à 6,5
Cultures recommandées dans la rotation :	Brassicacées, céréales, légumes-feuilles, maïs, oignons
Cultures déconseillées dans la rotation :	Autres cucurbitacées, haricots, piments, poivrons
Température minimale du sol :	15 °C (59 °F)
Température optimale de l'air :	18 à 24 °C (64 à 75 °F) Melon d'eau : 22 à 30 °C (72 à 86 °F)
Date de semis la plus précoce :	Quand il n'y a plus de risques de gel, sauf si la culture est protégée par des couvertures ou des tunnels

Croissance

Les cucurbitacées produisent des fleurs unisexuées : les organes mâle (anthère) et femelle (pistil) ne se trouvent donc pas sur une même fleur. Habituellement, les fleurs mâles se forment plus en hauteur dans le couvert végétal et sont largement plus nombreuses que les fleurs femelles. Le concombre fait toutefois exception : les cultivars sont gynoïques, donc les fleurs sont principalement femelles. On peut facilement reconnaître les fleurs femelles de toutes les cucurbitacées au petit fruit qui se trouve à la base de l'inflorescence. Après la pollinisation, des graines se forment, faisant grossir le fruit.

Les cucurbitacées ont une croissance indéterminée : elles continuent de produire des fleurs jusqu'à ce que les plants meurent, généralement de froid ou de maladie. Néanmoins, une fois que la plante a atteint sa charge fruitière, d'ordinaire elle cesse de produire de nouveaux fruits. Dans le cas du concombre et des courges d'été, le retrait des fruits matures favorise la formation de nouveaux fruits. Pour les autres cucurbitacées, en cas de nouaison tardive, les fruits n'ont généralement pas le temps de parvenir à maturité avant la récolte commerciale (Figure 7–76).

Semis et espacements

Règle générale, plus la densité de peuplement est élevée, plus le rendement total d'une culture de cucurbitacées augmente. Les concombres de transformation destinés à la récolte mécanisée donnent un meilleur rendement quand ils sont plantés serré. Pour les autres cucurbitacées, un peuplement trop serré peut poser problème à la récolte à cause de la surabondance de vignes. En outre, un couvert végétal trop dense rend les cultures plus susceptibles aux maladies.

Chez les citrouilles et les courges, le calibre du fruit a tendance à diminuer plus la densité de peuplement est élevée. Un espacement plus généreux est préférable pour les variétés de citrouille et de courge d'hiver à gros fruits. Par contre, quand les rangs sont très écartés, le couvert met plus de temps à se fermer, ce qui augmente les problèmes de mauvaises herbes.

En revanche, une densité de plantation nettement plus élevée est avantageuse pour les coloquintes et les mini-citrouilles (maximum de 14 800 plants par hectare).

Selon le type de cucurbitacées, il est possible de semer directement en pleine terre, ou de partir les plants en serre avant de les repiquer. Voir les Tableau 7–49 et le Tableau 7–50.

Tableau 7–49. Méthodes de semis selon le type de cucurbitacées

LÉGENDE : O = Oui
N = Non recommandé
R = Pratique rare dans les cultures commerciales

Type de culture	Semis direct	Plants repiqués
Concombre à mariner	O	R
Concombre frais à trancher	R	O
Melon brodé	N	O
Citrouille et coloquinte	O	O
Courge d'été	N	O
Melon d'eau	N	O
Courge d'hiver	O	O

Tableau 7–50. Distances de plantation des cucurbitacées

Culture	Distance entre les rangs	Espacement sur le rang	Profondeur	Taux de semis
Concombre				
Marché du frais	0,9-1,8 m (3-6 pi)	20-30 cm (8-12 po)	1,25-4 cm (½-1 ½ po)	3,3-5,6 kg/ha (3-5 lb/acre)
Concombre de transformation				
Cueillette manuelle	0,76-1,2 m (2 ½-4 pi)	10-15 cm (4-6 po)	1,25-4 cm (½-1 ½ po)	37 000-49 400 graines/ha (15 000-20 000 graines/acre)
Récolte mécanique	50-76 cm (20-30 po)	10 cm (4 po)	1,25-4 cm (½-1 ½ po)	185 250-197 600 graines/ha (75 000-80 000 graines/acre)
Citrouille et courges				
Types standard	1,5-3 m (5-10 pi)	60-150 cm (2-5 pi)	2,5-4 cm (1-1 ½ po)	2,2-4,5 kg/ha (2-4 lb/acre)
Variétés à port semi-buissonnant	1,2-1,8 m (4-6 pi)	45-91 cm (1,5-3 pi)	2,5-4 cm (1-1 ½ po)	2,2-4,5 kg/ha (2-4 lb/acre)
Variétés à port compact	0,9-1,5 m (3-5 pi)	45-91 cm (1,5-3 pi)	2,5-4 cm (1-1 ½ po)	2,2-4,5 kg/ha (2-4 lb/acre)
Melons[1]				
Melon brodé	1,5-1,8 m (5-6 pi)	60-90 cm (2-3 pi)	1,25-1,9 cm (½-¾ po)	2,2 kg/ha (2 lb/acre)
Melon d'eau[2]	1,8-2,4 m (6-8 pi)	90-120 cm (3-4 pi)	1,25-1,9 cm (½-¾ po)	2,2 kg/ha (2 lb/acre)

[1] Environ 2,2 kg de semences donnent suffisamment de plants de melon pour couvrir 1 hectare.
[2] Un espacement plus grand dans les rangs (120 cm [4 pi]) peut contribuer à augmenter le calibre du fruit, selon le cultivar.

Culture de melons d'eau sans pépins

Les melons d'eau dits « sans pépins » ne sont pas entièrement exempts de pépins : ils produisent de petites graines rudimentaires blanches stériles qui sont triploïdes, autrement dit qui contiennent trois lots de chromosomes. On obtient un melon sans pépins quand les fleurs femelles d'un cultivar tétraploïde spécial (ayant quatre lots de chromosomes) sont pollinisées avec le pollen d'un cultivar diploïde normal (qui a deux lots de chromosomes).

Les cultivars à pépins servent couramment de pollinisateurs diploïdes. Utiliser un plant pollinisateur pour trois plants sans pépins. Pour de meilleurs résultats, placer les cultivars pollinisateurs dans le même rang que ceux sans pépins. Utiliser un pollinisateur ayant un type de fruit différent de celui du cultivar sans pépins pour pouvoir le distinguer au moment de la récolte.

Beaucoup de firmes semencières ont conçu des cultivars spécialement pour la pollinisation, lesquels produisent des fruits de faible calibre non propres à la vente qui ne nécessitent pas autant d'espace ou de ressources que les variétés diploïdes standard. Le cultivar pollinisateur est habituellement disposé en alternance avec les plants sans pépins, soit un pollinisateur pour trois ou quatre plants. Le ratio adéquat peut varier en fonction du cultivar pollinisateur.

Envisager d'utiliser deux pollinisateurs différents dans chaque champ pour optimiser les cultures hâtives et tardives. Tenir compte aussi de la tolérance aux maladies de ces cultivars. Le cœur creux – un trouble courant dans cette culture – est souvent causé par une mauvaise pollinisation. L'offre abondante de sources de pollen pendant la période de nouaison contribue à limiter ce phénomène.

Les plants de melon d'eau qui poussent par temps frais ou subissent un stress produisent parfois des fruits avec pépins.

Pollinisation

Pour toutes les cucurbitacées, les insectes sont indispensables au transport du pollen des fleurs mâles aux fleurs femelles. Chaque fleur femelle doit être visitée de 15 à 20 fois par des insectes pour être convenablement fécondée. Les fleurs mal pollinisées donnent naissance à des fruits généralement de faible calibre et de forme atypique.



Figure 7–77. Abeille des courges femelle

Pollinisateurs indigènes

Les pollinisateurs indigènes jouent souvent un rôle important dans les cultures de citrouilles et de courges : on observe d'ailleurs couramment l'abeille des courges dans de nombreux champs du Sud de l'Ontario (Figure 7–77). Les adultes butinent les fleurs de ces plantes pour trouver du nectar et du pollen, qui serviront à nourrir les larves en développement. Contrairement aux abeilles mellifiques, qui butinent une grande variété de plantes à fleurs, l'abeille des courges se nourrit et vit uniquement dans les champs de citrouilles et de courges. Les femelles construisent pour les larves des nids souterrains qui se trouvent souvent dans le champ, ou en périphérie. L'abeille des courges pollinise mieux les fleurs de citrouilles et de courges que l'abeille mellifique.

Les abeilles indigènes sont moins courantes dans les cultures de concombres, de melons brodés et de melons d'eau. La pollinisation des bourdons et des abeilles mellifiques pourrait être insuffisante pour assurer un rendement élevé, surtout dans des cultures de grande surface. Visiter tous les champs de cucurbitacées pour vérifier si les abeilles sont actives au moment où débute la floraison. Si la pollinisation est adéquate, on peut entendre distinctement leur bourdonnement tôt le matin.

Abeilles mellifiques

Pour les melons et les concombres, envisager d'installer une colonie d'abeilles mellifiques par hectare, idéalement à temps pour la première floraison. Si les ruches sont louées, fournir aux abeilles de l'eau et assez d'autres sources de nourriture pour les sustenter lorsque la floraison des cucurbitacées commencera à diminuer. Les colonies qui se sont nourries exclusivement de pollen de cucurbitacées pourraient être sous-alimentées à l'arrivée de l'hiver.

Les insecticides peuvent empoisonner les abeilles. Suivre les instructions sur l'étiquette concernant les applications durant la floraison. S'il y a lieu, effectuer les pulvérisations uniquement le soir ou la nuit, après que les abeilles ont fini leur butinage journalier. Si possible, retirer les ruches du champ avant la pulvérisation.

Fertilisation

Macronutriments

Azote

Épandre au maximum 110 kg d'azote (N) par hectare. Avant le semis, épandre en surface 65 kg de ce nutriment par hectare en même temps que le phosphate et la potasse. Épandre en bandes latérales le reste de l'azote avant que les vignes commencent à courir. Dans les sols sableux, un deuxième apport d'azote peut être nécessaire par la suite.

On peut aussi, au moment du semis, appliquer en bandes un engrais combinant azote et potassium ($N + K_2O$), à raison d'un maximum de 100 kg par hectare. Faire l'application 5 cm (2 po) à côté des rangs et 5 cm (2 po) en dessous des semences. Épandre en surface le reste de l'engrais nécessaire avant le semis, ou l'épandre en bandes latérales avant que les vignes commencent à courir.

Dans un système de culture sans labour, s'ils sont plantés dans une culture couvre-sol dense de céréales, vérifier si les plants ont accès au moment du semis à une quantité d'azote suffisante pour contrebalancer l'immobilisation de l'azote résiduel par la culture couvre-sol. Même si ce phénomène peut être considérable au début de la saison de végétation, surtout par temps froid, l'immobilisation de l'azote dans ce système de culture est temporaire et n'a habituellement pas d'incidence sur la quantité totale d'azote dont la culture a besoin.

Tableau 7–51. Besoins en phosphore des cucurbitacées

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en phosphore évaluée par extraction au bicarbonate de sodium (ppm)													
	0-3	4-5	6-7	8-9	10-12	13-15	16-20	21-25	26-30	31-40	41-50	51-60	61-80	81 ou plus
Sols minéraux														
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	230 (205) (EE)	230 (205) (EE)	220 (196) (EE)	220 (196) (EE)	210 (187) (EE)	190 (170) (EE)	170 (152) (EE)	140 (125) (EM)	110 (98) (EM)	80 (71) (EM)	50 (45) (EM)	30 (27) (EF)	0 (ETF)	0 (EN)

Tableau 7–52. Besoins en potassium des cucurbitacées

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en potassium évaluée par extraction à l'acétate d'ammonium (ppm)											
	0-15	16-30	31-45	46-60	61-80	81-100	101-120	121-150	151-180	181-210	211-250	251 ou plus
Sols minéraux												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	230 (205) (EE)	220 (196) (EE)	200 (178) (EE)	180 (161) (EE)	140 (125) (EE)	100 (89) (EE)	70 (62) (EM)	50 (45) (EM)	40 (36) (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (EN)

Un excès d'azote peut provoquer la formation excessive de vignes, nuire au rendement et augmenter le risque que les fruits pourrissent.

Réduire la fertilisation azotée (N) après un apport de fumier ou d'engrais vert de légumineuses. Voir les Tableau 1–12 et le Tableau 1–13, au chapitre 1.

Phosphore et potassium

Faire analyser le sol pour déterminer les besoins en phosphore et en potassium. Voir le Tableau 7–51 et le Tableau 7–52.

Fertirrigation

Pour les cucurbitacées cultivées avec fertirrigation, avant le semis, épandre en pleine surface la quantité totale de phosphate nécessaire et environ 30 à 50 % de l'azote et de la potasse requis. Incorporer le reste au système d'irrigation goutte à goutte selon les doses indiquées dans le Tableau 7–53.

Tableau 7–53. Apports d'azote et de potasse par fertirrigation aux cucurbitacées

Stade	Dose par semaine
Du repiquage à la nouaison	5 kg/ha (4,5 lb/acre)
Du grossissement des fruits à la récolte	10 kg/ha (9 lb/acre)
Pendant la récolte	5 kg/ha (4,5 lb/acre)

Analyse de tissus végétaux

Utilisée en association avec une analyse de sol, l'analyse de tissus végétaux apporte des indications utiles pour diagnostiquer des troubles de croissance ou évaluer un programme de fertilisation. L'analyse des tissus végétaux ne peut remplacer ni l'analyse de sol ni un bon programme de fertilisation du sol.

Pour l'échantillonnage, prendre la dernière feuille à s'être entièrement formée. Fournir au laboratoire au moins 20 feuilles (250 g de matière fraîche) par échantillon. Lorsqu'on prend un échantillon dans une zone problématique, il est souvent utile d'en prendre un autre dans une zone saine pour pouvoir comparer. Pour en savoir plus, voir *Analyse de tissus végétaux*, au chapitre 1, et le Tableau 7–54.

Tableau 7–54. Teneurs en éléments nutritifs des cucurbitacées

LÉGENDE : – = aucune donnée disponible

Parties du plant	Moment de l'échantillonnage	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
		Pourcentage (%)						Parties par million (ppm)					
Citrouille													
Dernière feuille à s'être entièrement formée	5 semaines après le semis	3-6	0,3-0,5	2,3-4	0,9-1,5	0,35-0,6	0,2-0,4	40-100	40-100	20-50	25-40	5-10	0,3-0,5
	8 semaines après le semis	3-4	0,3-0,4	2-3	0,9-1,5	0,3-0,5	0,2-0,4	40-100	40-100	20-50	20-40	5-10	0,3-0,5
Concombre													
Dernière feuille à s'être entièrement formée	Avant la floraison	3,5-6	0,3-0,6	1,6-3	2-4	0,58-0,7	0,3-0,8	40-100	30-100	20-50	20-60	5-20	0,3-1,0
	Début de la floraison	2,5-5	0,3-0,6	1,6-3	1,3-3,5	0,3-0,6	0,3-0,8						
Courge d'été													
Dernière feuille à s'être entièrement formée	Début de la nouaison	3-5	0,3-0,5	2-3	1-2	0,3-0,5	0,2-0,5	40-100	40-100	20-50	25-40	5-20	0,3-0,5
Melon brodé													
Dernière feuille à s'être entièrement formée	Vignes d'une longueur de 12 po	4,0-5,0	0,4-0,7	5-7	3-5	0,35-0,45	0,2	40-100	20-100	20-60	20-80	5-10	0,6-1,0
	Début de la nouaison	3,5-4,5	0,3-0,4	1,8-4	1,8-5	0,3-0,4	0,2						
Melon d'eau													
Dernière feuille à s'être entièrement formée	Dernière culture	3-4	0,3-0,5	3-4	1-2	0,25-0,5	0,2-0,4	30-100	20-100	20-40	20-40	5-10	–
	Première fleur	2,5-3,5	0,3-0,5	2,7-3,5	1-2	0,25-0,5	0,2-0,4						
	Premier fruit	2-3	0,3-0,5	2,3-3,5	1-2	0,25-0,5	0,2-0,4						
	À la récolte	2-3	0,3-0,5	2-3	1-2	0,25-0,5	0,2-0,4	30-100	20-100	20-40	20-40	3-10	–

Adaptation de HOCHMUTH G., et coll. *Plant Tissue Analysis and Interpretation for Vegetable Crops in Florida*, University of Florida, IFAS Extension, n° HS964, 2018.

Irrigation

Les concombres, les cantaloups et les courges d'été réagissent bien à l'irrigation. Comme les citrouilles, les melons d'eau et les courges d'hiver ont des racines profondes, leurs besoins en irrigation ne sont que modérés.

Effets du stress hydrique : Calibre moindre du fruit, cœur creux (melon d'eau), pourriture apicale

Période critique d'irrigation : Floraison, nouaison et grossissement des fruits

Profondeur d'enracinement : 30 à 60 cm (12 à 24 po) (concombre, cantaloup et courge d'été); 60 à 110 cm (24 à 44 po) (citrouille, melon d'eau et courge d'hiver)

Pour les cucurbitacées irriguées par aspersion et cultivées sur sol nu, irriguer quand le taux d'humidité disponible du sol tombe à 50 %. Les cultures irriguées goutte à goutte, sous paillis de plastique, nécessitent des arrosages plus fréquents (mais moindres) pour maintenir le taux d'humidité disponible du sol au-dessus de 80 %.

Pour en savoir plus sur la programmation de l'irrigation, voir *Les pratiques de gestion optimales : Gestion de l'irrigation* (publication n° BMP08F) et la fiche technique du MAAARO *Surveiller l'humidité du sol pour améliorer les décisions d'irrigation*.

Récolte

Récolter les fruits en se fiant aux délais et aux indications présentés au Tableau 7–55.

Tableau 7–55. Signes que les cucurbitacées sont matures et prêtes pour la récolte

Culture	Signes que la culture est prête pour la récolte	Fréquence de la récolte	Durée de la récolte
Concombre à mariner[1]	◦ Intervalle moyen entre la floraison et la récolte : 4-5 jours. ◦ Récolter en fonction des normes de calibre définies par le transformateur ou l'acheteur.	Tous les jours	4-6 semaines
Concombre frais à trancher[1]	◦ Intervalle entre la floraison et la récolte : 15-18 jours. Le fruit a une longueur de 15 à 20 cm (6 à 8 po).	Tous les 2-3 jours	4-6 semaines
Melon brodé	◦ Intervalle moyen entre la floraison et la récolte : 40 jours. ◦ Pour les fruits devant être expédiés ou vendus localement, récolter au stade du pédoncule demi-cerné, quand le fruit se détache de la tige sous une pression modérée. Pour les fruits devant être entreposés à long terme ou expédiés sur de longues distances, récolter lorsque le pédoncule est cerné au quart. La concentration en matière sèche soluble du fruit mature devrait se situer entre 9 et 12 °Brix. On peut mettre 9, 12 ou 15 fruits de calibre standard dans une boîte.	Tous les 3-5 jours	2-4 semaines
Citrouille et coloquinte	◦ Intervalle moyen entre la floraison et la récolte : 60-70 jours. ◦ Les fruits matures ont une peau épaisse et dure, difficile à égratigner ou à entailler. Les fruits dont la coloration est développée à au moins 60 % continueront de mûrir après la récolte. Les grands froids endommagent la peau.	Une ou deux fois par champ, selon la saison et la stratégie de mise en marché	Septembre à octobre
Courge d'été[1]	◦ Intervalle moyen entre la floraison et la récolte : 3-8 jours. ◦ Récolter en fonction des normes de calibre définies par l'acheteur.	Tous les jours	2-4 semaines
Courge d'hiver	◦ Intervalle moyen entre la floraison et la récolte : 60-70 jours. ◦ Les fruits matures ont une peau épaisse et dure, difficile à égratigner ou à entailler. Les grands froids endommagent la peau.	Une ou deux fois par champ, selon la saison et la stratégie de mise en marché	Septembre à octobre
Melon d'eau	◦ Intervalle moyen entre la floraison et la récolte : 40 jours. ◦ Récolter en fonction de la teneur en sucre et de la coloration interne. La concentration en matière sèche soluble du fruit mature devrait être supérieure à 8 à 10 °Brix. De plus, le fruit est mûr quand la tache de champ jaunit et que la première vigne attachée à la tige du fruit s'assèche.	Tous les 3-5 jours	2-4 semaines

[1] Ne pas laisser de fruit mature au calibre excessif attaché à la vigne, car il empêchera la formation de nouveaux fruits.

Les citrouilles, coloquintes et courges d'hiver matures se conserveront au champ plusieurs semaines par temps sec et ensoleillé. Lorsque les vignes commencent à dépérir, de la cime vers le bas, couper les tiges les rattachant au plant principal pour prévenir l'apparition de maladies et la pourriture des pédoncules.

Le rendement global des cultures de cucurbitacées varie énormément selon le taux de semis, les conditions de croissance, les variétés sélectionnées et la lutte contre les insectes, les maladies et les mauvaises herbes. Voir le Tableau 7–56.

Tableau 7–56. Rendement moyen des cultures de cucurbitacées

Culture	Rendement
Concombre (à mariner, récolte manuelle)	25 tonnes métriques/ha (11 tonnes américaines/acre)
Cantaloup	22 tonnes métriques/ha (10 tonnes américaines/acre)
Citrouille	27 tonnes métriques/ha (12 tonnes américaines/acre)
Courge	20 tonnes métriques/ha (9 tonnes américaines/acre)
Melon d'eau	50 tonnes métriques/ha (22 tonnes américaines/acre)

Conditionnement des citrouilles et des courges

L'andainage des courges et des citrouilles dans le champ avant l'entreposage permet souvent de les conditionner naturellement; il n'est pas toujours nécessaire de le faire dans des installations. Les courges Butternut et Hubbard réagissent bien à ce traitement, mais leur durée de conservation peut s'en trouver écourtée. Par contre, pour les courges poivrées, le conditionnement diminue la durée de conservation et les qualités gustatives. Si cela est jugé nécessaire, le fruit peut être conditionné pendant 10 à 20 jours à une température de 24 à 27 °C (74 à 80 °F).

Entreposage

La durée de conservation en entrepôt des cucurbitacées varie beaucoup selon l'espèce. Les fruits sont très sensibles aux accidents de réfrigération, dont les dommages n'apparaissent qu'une fois les fruits ramenés à une température ambiante normale. Pour en savoir plus sur l'entreposage des concombres, des melons et des courges d'été, voir le Tableau 3–1, au chapitre 3.

Lutte contre les ravageurs et les troubles physiologiques

Voir la Figure 7–75 *Calendrier d'activité des ravageurs des cucurbitacées.*

Maladies

Alternariose
Alternaria alternata

Identification : Les lésions apparaissent d'abord sur les feuilles matures. Au départ, l'infection provoque la formation de petites taches allant de jaune à brun, entourées d'un halo jaune pâle. À mesure qu'elles s'étendent, elles brunissent et se nécrosent. Les taches peuvent prendre la forme de cercles concentriques, mais ce n'est pas toujours le cas.

Chez le melon brodé, les lésions peuvent atteindre 2 cm (¾ po) de diamètre. Chez le melon d'eau, elles ont une teinte de brun plus foncée et sont moins larges (5 mm ou ¼ po). Sans traitement, ces lésions finissent souvent par converger, après quoi, toute la feuille brunit, se flétrit et meurt. Généralement, la défoliation ainsi causée fait diminuer le calibre des fruits et la teneur en sucre et ouvre la voie aux insolations. Il est rare que les fruits soient infectés, mais cela peut se produire en cas d'attaque grave.

Biologie : Le mycélium peut survivre un à deux ans dans les résidus de cucurbitacées. Par temps humide, le mycélium dormant s'active et produit des conidies, qui infectent ensuite la culture en place. Les spores secondaires sont dispersées sur les plants avoisinants par les éclaboussures, mais elles peuvent aussi se répandre dans l'air, propageant ainsi l'infection dans le champ.

Pour qu'il y ait infection, il faut une forte humidité (pendant 2 à 24 heures) et une température entre 12 et 30 °C (54 et 86 °F). Plus il fait chaud, plus le taux d'infection augmente. Les rosées abondantes ou la pluie intermittente suivies de temps chaud et venteux facilitent la propagation de la maladie en favorisant la sporulation.

Dépistage et seuils : Le melon d'eau et le cantaloup sont particulièrement vulnérables à cette maladie. Aucun seuil d'intervention n'a été fixé.

Moyens de lutte : Pratiquer une rotation de trois ou quatre ans sans cucurbitacées. Éviter d'épandre de grandes quantités d'engrais. Un couvert végétal trop dense et fourni prolonge la durée pendant laquelle

la surface des feuilles demeure humide. Pour le melon d'eau et le cantaloup, suivre un programme d'épandage préventif de fongicides en commençant avant que le couvert ne se ferme.

Anthracnose
Colletotrichum magnum (sur les fruits), *C. orbiculare*

Identification : Des lésions sèches et circulaires brun rougeâtre se forment sur les feuilles. Elles ont souvent une bordure jaune pâle. On peut parfois voir des sporophores noirs (appelés « acervules ») sous les lésions plus anciennes. Les nouvelles pousses des plants infectés peuvent se tordre et se déformer. Au fil de la progression de la maladie, les tissus nécrosés au centre de la lésion peuvent tomber, laissant les feuilles criblées de trous.

Des lésions creuses de 2 à 5 mm (⅛ à ¼ po) de diamètre, voire plus, apparaissent sur les fruits infectés. Des spores couleur saumon peuvent se former sur les lésions par temps humide. Chez le melon brodé, les lésions peuvent surgir après la récolte ou durant l'entreposage et l'expédition.

Biologie : Les résidus de récolte sont la principale source d'inoculum. Souvent, la pluie d'orages violents propulse sur les feuilles du sol chargé de spores.

Les symptômes se manifestent quatre ou cinq jours après l'infection. L'anthracnose se répand souvent plus rapidement sur les feuilles matures. Maladie de fin de saison, elle se développe surtout par temps chaud – entre 22 et 27 °C (72 et 81 °F) – et lorsque le taux d'humidité relative est élevé (100 % pendant 24 heures).

Dépistage et seuils : Aucun seuil n'a été établi. Faire un traitement fongicide préventif avant que le couvert végétal se ferme, aux premiers signes de maladie ou lorsque la température nocturne est supérieure à 15 °C (59 °F), selon la première éventualité.

Moyens de lutte : Le melon brodé et le melon d'eau sont très vulnérables à l'anthracnose. L'infection est plus rare dans les cultures de citrouilles ou de courges. Une rotation de trois ou quatre ans sans cucurbitacées réduit les infections transmises par le sol. Éviter d'épandre des engrais en grande quantité, car ils favorisent la formation d'un couvert végétal inutilement dense qui diminue la circulation de l'air. L'irrigation par aspersion peut aussi accélérer la propagation de la maladie. Éviter de travailler dans le champ quand le feuillage est humide : les travailleurs et la machinerie peuvent transporter les spores sur des plants non infectés.

Brûlure phytophtoréenne
Phytophthora capsici

Identification : L'infection à *Phytophthora capsici* cause notamment des brûlures foliaires, la pourriture des fruits et le rabougrissement des plants. Les brûlures foliaires ou la pourriture du collet partent souvent du point végétatif. Des lésions vert foncé se forment sur le collet et finissent par l'encercler complètement, ce qui fait brunir, s'affaisser et mourir tout le plant. L'infection commence souvent dans des zones basses, mais la maladie peut se répandre rapidement dans le champ, y compris où le niveau du sol est plus élevé. Souvent, les plants infectés sont à côté d'autres qui semblent pourtant sains.

L'infection sur les fruits se présente d'abord sous forme d'une grosse lésion aqueuse. Des spores blanches ressemblant à du sucre en poudre se forment à la surface (Figure 7–78).



Figure 7–78. Lésions caractéristiques ayant l'air de « sucre en poudre » causées par *Phytophthora* sur une citrouille

Biologie : Le champignon *Phytophthora* se propage rapidement par temps chaud et humide. L'infection se produit surtout dans des sols humides dont la température est supérieure à 18 °C (64 °F) et lorsque la température de l'air se situe entre 24 et 29 °C (75 et 84 °F). Les oospores de *Phytophthora* peuvent demeurer dans le sol pendant 10 ans.

Seuils : Aucun seuil d'intervention n'a été fixé.

Moyens de lutte : Pratiquer une rotation prévoyant au moins trois ans sans cultures hôtes (cucurbitacées, poivrons et piments, haricots). **Ne pas cultiver de cucurbitacées dans des champs qui ont déjà été infectés par *Phytophthora*.** Choisir des champs bien drainés. Limiter le compactage du sol et éviter l'irrigation excessive surtout si celle-ci se fait par aspersion. Désinfecter la machinerie agricole avant de passer d'un champ infecté à un autre qui est sain. Les produits homologués pour une application au moment du semis ou avec l'irrigation goutte à goutte contribueront à ralentir la propagation de la maladie. Lorsque les conditions météorologiques sont favorables au développement du champignon, les fongicides assurent uniquement une suppression partielle.

Flétrissement bactérien
Erwinia tracheiphila

Identification : Les feuilles infectées se couvrent de plaques vert mat, puis se flétrissent et jaunissent. La maladie se déclare souvent sur une seule feuille, puis se propage sur les autres en direction du collet principal. Tout le plant finira par prendre une teinte olive à brune et par mourir. La répartition de la maladie dans le champ est souvent très aléatoire : des plants infectés peuvent se trouver à côté d'autres qui sont sains (Figure 7–79).



Figure 7–79. Flétrissement bactérien sur un plant de concombre

Si on coupe un stolon infecté et joint les bouts sectionnés ensemble pour ensuite les séparer lentement, il est parfois possible de voir des filaments collants de bactéries (surtout par temps humide ou au début de la journée).

Biologie : La bactérie survit dans l'estomac de la chrysomèle du concombre adulte. L'insecte laisse des excréments infectés sur les surfaces qu'il gruge, ainsi la bactérie pénètre dans le plant par la blessure. Une fois dans la plante, elle se multiplie et colonise les tissus vasculaires, empêchant ainsi l'eau et les nutriments de se rendre au point végétatif des stolons infectés.

La vulnérabilité des cucurbitacées à cette maladie varie d'une espèce et d'un cultivar à l'autre. Le concombre et le melon y sont souvent très sensibles.

Moyens de lutte : Il n'existe pas de moyen de maîtriser le flétrissement bactérien. Le seul moyen de prévenir la propagation de la maladie, c'est de lutter efficacement contre les populations de chrysomèle du concombre. Pour en savoir plus, voir *Chrysomèle du concombre*, aussi dans *Cucurbitacées*.

Fonte des semis et pourritures des racines
Pythium sp., *Phytophthora* sp., *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp.

Utiliser du sol stérile ou un substrat sans sol pour produire les plantules. Pour savoir comment identifier ces maladies courantes dans les cultures maraîchères et lutter contre elles, voir le chapitre 6. Voir également *Jaunisse fusarienne*, aussi dans *Cucurbitacées*.

Gale
Cladosporium cucumerinum

Identification : Les lésions touchent les feuilles, les tiges, les pétioles et les fruits. L'infection foliaire se manifeste sous forme d'une multitude de petites taches allant de jaune pâle à blanc. Les lésions sont de forme plutôt angulaire. Leur centre peut se dégrader, laissant ce qui ressemble à un trou de balle de fusil dans la feuille. Les plants gravement atteints peuvent aussi avoir des entre-nœuds écourtés et des nouvelles pousses déformées. Les feuilles ne présentent pas toujours de symptômes. Parfois, le fruit est infecté même en l'absence de lésion apparente sur les feuilles.

Les fruits infectés présentent de petites cavités de forme irrégulière. Les bordures de ces lésions enfoncées sont souvent recouvertes d'une couche d'une substance sèche et liégeuse. Les fruits sont particulièrement sujets aux infections lorsqu'ils sont verts et se développent rapidement, avant que la peau commence à durcir. Lorsqu'une citrouille ou une courge d'hiver est infectée au début de son développement, le fruit continue de grossir autour des lésions, ce qui le rend difforme et bosselé.

Biologie : Le champignon survit dans le sol, sur des résidus de cucurbitacées infectés. Les semences peuvent elles aussi transmettre la maladie. Les conidies peuvent être transportées sur de longues distances par des courants atmosphériques humides. Parfois, des infections à grande échelle découlent d'un front de tempête en particulier. Le temps frais – température de 17 à 20 °C (62 à 68 °F) – et les rosées abondantes ou les averses intermittentes sont propices au développement de la maladie. Le vent propage abondamment les spores quand des jours de temps sec suivent des nuits humides. Les symptômes chez le melon peuvent progresser durant l'entreposage jusqu'à une température d'à peine 8 °C (46 °F). Les premiers symptômes apparaissent trois ou quatre jours après l'infection. En Ontario, l'infection des fruits se produit souvent à la fin de l'été ou au début de l'automne.

Dépistage et seuils : Appliquer un fongicide à large spectre dès les premiers signes d'infection foliaire.

Moyens de lutte : Pratiquer une rotation de trois ou quatre ans et utiliser des semences traitées et certifiées.

Jaunisse fusarienne

Fusarium oxysporum f. sp. *cucumerinum* (concombre),
F. oxysporum f. sp. *melonis* (melon brodé),
F. oxysporum f. sp. *niveum* (melon d'eau)

Identification : Cette maladie, redoutable dans les cultures de melon brodé, peut occasionnellement s'attaquer à d'autres cucurbitacées. En début de saison, l'infection provoque la fonte des semis et des plantules. Quand elle se produit plus tardivement, elle se manifeste souvent lorsque le fruit parvient à maturité. Le feuillage prend une teinte gris-vert mat et se flétrit. On observe ensuite un jaunissement et une défoliation de l'ensemble du plant. Ces symptômes sont souvent confondus avec ceux d'un stress hydrique, et ainsi la maladie n'est diagnostiquée que quand de grandes portions des cultures du champ s'affaissent et meurent.

À la suite de l'infection à *Fusarium oxysporum*, les tissus vasculaires prennent une teinte brun rougeâtre. Un exsudat gommeux peut se former sur la face inférieure des vignes infectées.

Chez le melon brodé (cantaloup), l'infection peut faire apparaître une moisissure rose framboise sous le fruit ou dans les tissus internes de la pointe florale.

Biologie : La jaunisse fusarienne attaque le plant à tous les stades de développement. Les éclosions font souvent suite à des périodes de stress occasionnées notamment par de grandes chaleurs ou de la sécheresse. La maladie progresse rapidement quand la température du sol se situe entre 18 et 25 °C (64 et 77 °F). Les cucurbitacées cultivées dans des sols légèrement acides (pH de 5,0 à 5,5) sont parfois plus vulnérables. Les spores du champignon peuvent demeurer dans le sol pendant plusieurs années.

Moyens de lutte : Les pulvérisations foliaires de fongicides sont inefficaces contre cette maladie. Il existe toutefois des cultivars qui y sont résistants; opter pour ceux qui ont plusieurs gènes de résistance.

Faire une rotation de trois ou quatre ans sans cucurbitacées et produire les plants à repiquer uniquement dans du substrat sans sol stérile. Chauler les champs en visant un pH de 6,0 à 6,5 et éviter de trop fertiliser le sol, surtout avec des engrais contenant de l'ammonium. Maintenir le sol à un taux d'humidité convenable, particulièrement pendant la nouaison et le grossissement des fruits. Les fongicides homologués pour une application lors du semis ou avec l'irrigation goutte à goutte peuvent contribuer à ralentir la progression de la jaunisse fusarienne, mais en cas de conditions météorologiques favorables à la maladie, ils ne réussiront pas à complètement l'éradiquer.

Maladie du blanc (oïdium)

Golovinomyces cichoracearum (synonyme : *Erysiphe cichoracearum*),
Podosphaera xanthii (synonymes : *Sphaerotheca fuliginea*, *Podosphaera fusca*)

Identification : Les premiers symptômes apparaissent sur le revers des feuilles matures à l'ombre. Une tache jaune pâle est parfois visible sur la face supérieure de la feuille. La zone correspondante sur le revers se couvre de mycélium blanc à texture fine (Figure 7–80). Ces moisissures poudreuses blanches gagnent ensuite la face supérieure de la feuille au fil de la progression de la maladie. Les feuilles et les tiges infectées flétrissent et meurent prématurément, entraînant une baisse du rendement en quantité et en qualité.

Biologie : Le champignon n'hiverne pas en Ontario. Le vent apporte généralement les spores (du Sud des États-Unis et du Mexique) au milieu de l'été. L'infection se produit surtout entre 20 et 26 °C (68 et 79 °F); au-delà de ce seuil, la maladie se développe lentement.



Figure 7–80. Lésions jaunes de l'oïdium sur la face supérieure d'une feuille (A) et moisissure blanche (hyphes) au revers (B)

Les infections peuvent se déclarer à des taux d'humidité relativement faibles, mais elles s'intensifient par temps humide et en cas de fortes rosées.

Dépistage et seuils : Commencer à pulvériser un fongicide à action préventive au premier signe de maladie. Souvent, les lésions apparaissent sur les pétioles avant de devenir visibles sur les feuilles. La fin juillet et le mois d'août sont habituellement la période la plus critique en ce qui concerne la lutte contre le blanc.

Moyens de lutte : Il existe un vaste éventail de cultivars résistants à la maladie du blanc, pour tous les types de cucurbitacées. Il est important que les pulvérisations couvrent bien les faces inférieure et supérieure des feuilles. Pour tous les fongicides, utiliser au moins 340 litres d'eau par hectare (30 gallons par acre). Amorcer un programme d'épandage préventif de fongicides à large spectre quand le couvert végétal commence à se fermer, puis faire des traitements tous les 7 à 14 jours durant le grossissement du fruit.

Mildiou

Pseudoperonospora Cubensis

Identification : Au départ, des plaques vert foncé (aqueuses) apparaissent sur la face supérieure des feuilles infectées. Au fil de la progression de la maladie, les lésions prennent une teinte jaune à chamois, puis brunissent et se nécrosent (Figure 7–81). La surface correspondante au revers des feuilles peut se couvrir d'une moisissure duveteuse allant de gris à pourpre parsemée de spores noires (sporanges).

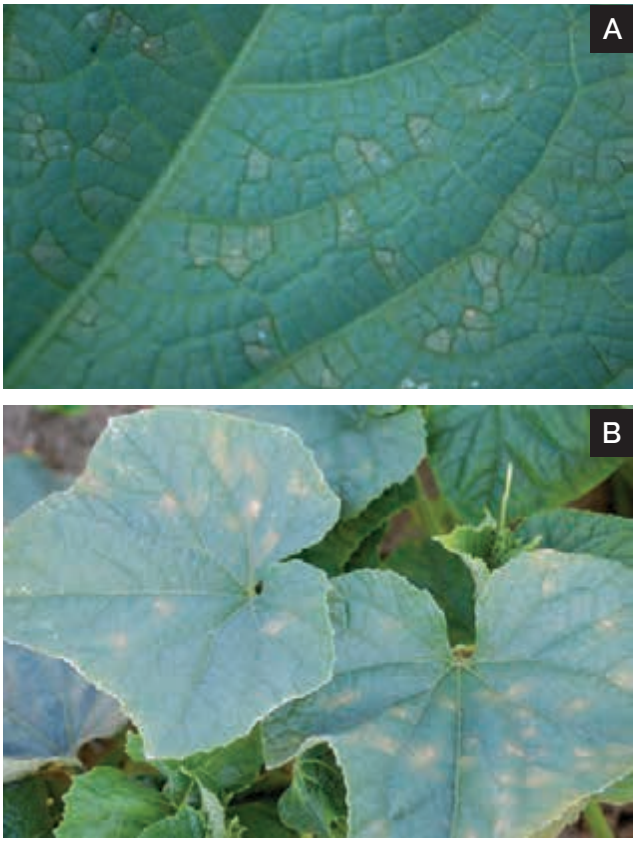


Figure 7–81. Nouvelles lésions « aqueuses » (A) et lésions anciennes allant de chlorotiques à nécrotiques (B) causées par le mildiou sur des cucurbitacées

Chez le concombre, les lésions, qui sont souvent confinées entre les nervures des feuilles, ont une forme anguleuse. Quand les conditions environnementales sont propices, cette maladie peut complètement défolier une culture non protégée en à peine une semaine après l'infection. Les fruits des plants infectés sont généralement d'un calibre insuffisant, difformes, sensibles à l'insolation et impropres à la vente.

Biologie : Le développement de la maladie est favorisé par du temps frais ou humide. Les fortes rosées courantes dans la région des Grands Lacs créent des conditions favorables à l'infection, qui peut se produire en moins de deux heures lorsque les feuilles sont humides. Le champignon produit des spores surtout à des températures entre 15 et 20 °C (59 et 68 °F). Lorsque les conditions météorologiques sont favorables, il lui faut à peine quatre jours pour engendrer une nouvelle dose d'inoculum. Comme ce parasite obligatoire a besoin d'un tissu hôte vivant pour survivre, il ne peut pas hiverner au champ en Ontario.

Seuils d'intervention : Il faut lutter contre le mildiou de manière proactive et préventive. Aucun seuil d'intervention n'a été fixé.

Moyens de lutte : Suivre un programme d'épandage de fongicide de base à intervalle de 7 à 14 jours. Faire les traitements avant que la maladie se manifeste. Toujours utiliser en alternance des fongicides appartenant à des groupes chimiques différents.

Bien recouvrir le feuillage. Choisir le type de buse et régler la pression d'air de manière à projeter des gouttelettes de moyennes à fines. Il faut appliquer tous les fongicides à un taux minimal de 340 litres d'eau par hectare (30 gallons par acre).

Comme le champignon ne peut pas hiverner au champ en Ontario, les signalements d'éclosions dans le Sud des États-Unis peuvent servir de système d'alerte précoce du niveau d'activité dans la province. Une fois que la maladie est détectée dans la région des Grands Lacs (Ohio, Michigan, Ontario), d'autres signalements suivent habituellement dans un délai d'une ou deux semaines, voire moins.

Une fois que le mildiou est décelé dans la région des Grands Lacs, les producteurs de concombres et de cantaloups doivent utiliser des fongicides ciblant la maladie. Envisager aussi de recourir à ces produits en cas de temps frais et humide prolongé **OU** quand des températures nocturnes fraîches sont suivies d'une forte rosée. Si le mildiou a été détecté dans la région, suivre rigoureusement un programme d'application de fongicides tous les cinq à sept jours.

Concombre : Le concombre est très sensible à la maladie. Les cultivars tolérants au mildiou fournissent une certaine protection, mais ne sont pas entièrement résistants. Commencer à épandre des fongicides à large spectre avant la formation des vignes. Si les conditions sont favorables à la maladie durant les premiers stades de croissance de la culture, faire une application en bandes pour protéger les jeunes plants.

Cantaloup (melon brodé) : Le clade prédominant du mildiou s'attaque aussi au cantaloup. Pour les melons hâtifs cultivés sous des couvertures de plastique, il faut appliquer un traitement fongicide préventif avant l'installation des couvertures, et dès qu'elles sont retirées. Garder à l'esprit que la plupart des fongicides ciblant le mildiou sont inefficaces contre les maladies fongiques comme l'anthracnose et l'alternariose. Utiliser des produits à large spectre dans la rotation de fongicides pour lutter contre ces maladies.

Citrouille et courges : Le mildiou touche plus rarement les cultures de citrouilles et de courges. La courgette y est plus vulnérable que les courges d'hiver; pour ces dernières, c'est toutefois le blanc qui est la maladie posant le plus problème. Les fongicides agissant sur le mildiou ne protègent pas contre certaines maladies, notamment le blanc, la gale ou la pourriture noire. Utiliser des fongicides ciblant le mildiou si la maladie a été détectée dans des cultures de citrouilles et de courges de la région des Grands Lacs.

Pourriture noire (aussi appelée chancre gommeux)
Didymella bryoniae

Identification : Des lésions arrondies allant de chamois à brun foncé se forment entre les nervures vertes et saines des feuilles. Souvent, les bords des feuilles infectées s'enroulent vers le haut et se nécrosent. Il n'est pas rare que des chancres sur les tiges produisent un exsudat brun collant (d'autres maladies des cucurbitacées, comme la jaunisse fusarienne, provoquent elles aussi la production d'un exsudat sur les tiges). Par temps humide, des pycnides noires peuvent apparaître sur les lésions des tiges. Plus tard en saison, l'infection fait pourrir les fruits et génère souvent une grande quantité de spores noires (d'où le nom de pourriture noire). Chez la courge Butternut, des motifs circulaires distinctifs de couleur bronze (faisant penser à la peau d'un alligator) se forment à la surface du fruit infecté (Figure 7–82).

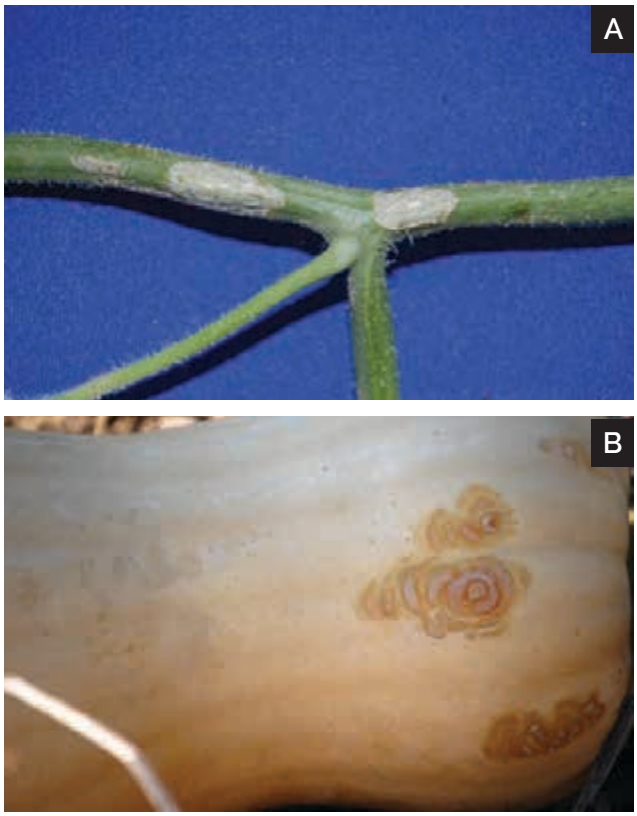


Figure 7–82. Lésions de pourriture noire sur la tige (A) et le fruit (B)

Biologie : L'agent pathogène survit sur les résidus de récolte et les semences infectées. L'infection se présente souvent par « îlots » disséminés dans le champ, dont le point de départ est une seule semence infectée. Toutes les cucurbitacées sont sujettes à cette maladie, qui peut être propagée sur de longues distances par des ascospores, ou à proximité quand la machinerie ou des activités humaines dispersent les conidies formées dans l'exsudat collant. La maladie se développe surtout entre 16 et 24 °C (61 et 75 °F) et lorsque le taux d'humidité relative atteint 85 % dans le couvert végétal.

Seuils : Aucun seuil d'intervention n'a été fixé. Pulvériser des fongicides dès les premiers symptômes foliaires.

Moyens de lutte : Pratiquer une rotation de deux ou trois ans et utiliser des semences traitées et certifiées. Ne pas garder de semences provenant de champs infectés. Éviter de travailler dans les champs quand le feuillage est humide.

Tache angulaire
Pseudomonas syringae pv. *lachrymans*

Identification : De petites lésions aqueuses se forment sur les feuilles infectées. Elles s'élargissent et s'arrêtent aux nervures, d'où leurs contours anguleux. Les zones touchées brunissent, puis leur centre finit par tomber, créant de petits trous dans la feuille. Chez le concombre, les lésions sont généralement minuscules, mais chez la citrouille et les courges, elles peuvent atteindre 0,5 cm (¼ po) de longueur.

Biologie : Cette maladie est transmise par les semences, mais la bactérie peut aussi survivre dans des résidus de récolte infectés. Par temps humide, elle est rapidement propagée dans tout le champ par la machinerie ou les éclaboussures de pluie. Même si l'infection peut se produire à n'importe quel stade de développement, selon les conditions météorologiques, quand les conditions de culture sont bonnes, la maladie ne touche habituellement pas les nouvelles pousses.

Seuils d'intervention : Aucun seuil n'a été établi.

Moyens de lutte : La tache angulaire sévit surtout chez les citrouilles et les courges. Chez le concombre, de nombreux cultivars y sont résistants. Acheter des semences exemptes d'organismes pathogènes et ne pas utiliser de semences maison récoltées dans des parcelles infectées. Une rotation de deux ans sans cucurbitacées réduira l'inoculum survivant à l'hiver.

Tache bactérienne
Xanthomonas campestris pv. *cucurbitae*

Identification : Les lésions foliaires se présentent d'abord sous la forme de taches jaunes allongées longeant une nervure. Au fil de la progression de la maladie, ces taches brunissent, tout en conservant une bordure jaune. Les lésions peuvent finir par converger, créant ainsi de grandes zones nécrotiques. On peut facilement confondre la tache bactérienne avec d'autres maladies foliaires, comme la tache angulaire. La maladie ne touche que les citrouilles, les coloquintes et les courges (Figure 7–83).

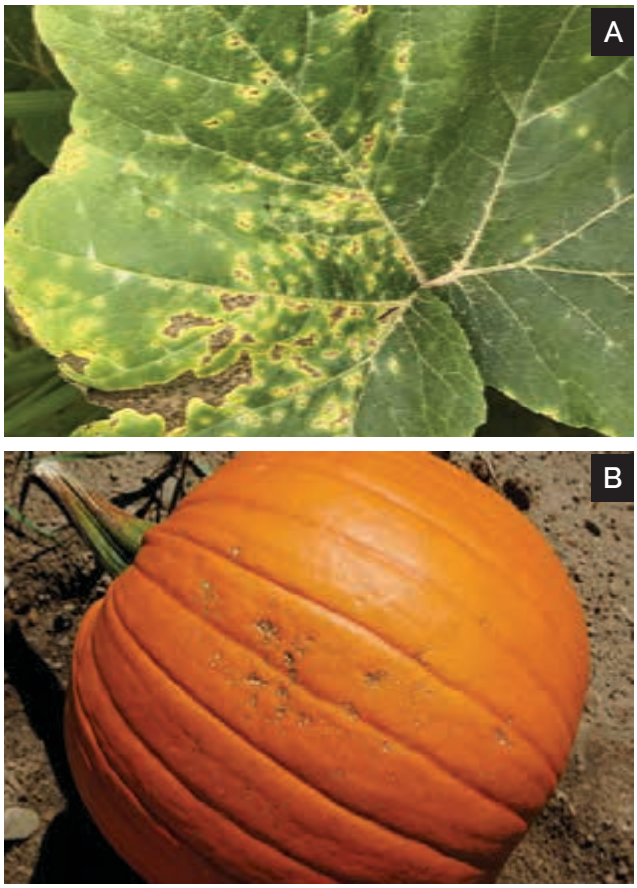


Figure 7–83. Lésions de la tache bactérienne sur une feuille (A) et un fruit (B) d'un plant de citrouille

Circulaires, petites et légèrement enfoncées, les lésions sur les fruits ont souvent une bordure brun foncé. En grossissant – elles peuvent atteindre 12 mm (½ po) de diamètre –, elles se fissurent et prennent une allure galeuse. Il n'est pas rare qu'elles traversent la peau, créant ainsi une petite cavité. Chez les cultivars de citrouilles de gros calibre, l'intérieur du fruit infecté pourrit et souvent s'affaisse dans le champ avant la récolte. Pour les courges et les citrouilles de petit calibre, l'infection demeure généralement plus localisée, mais le fruit infecté peut continuer de pourrir durant l'entreposage.

Biologie : La bactérie survit dans les résidus de récolte et est aussi transmise par les semences. Supportant les températures élevées du milieu de l'été, elle peut se répandre très rapidement dans un champ.

Moyens de lutte : Utiliser des semences certifiées, exemptes de maladies. Faire une rotation de deux ou trois ans sans cucurbitacées. La bactérie peut facilement être dispersée par les éclaboussures de pluie ou d'irrigation et par la machinerie. Éviter de travailler dans la culture lorsque le feuillage est mouillé.

Tache plectosporienne (aussi appelé plectosporiose)
Plectosphaerella cucumerina

Identification : Des lésions en fuseau allant de chamois pâle à blanc se forment sur les tiges, les vignes et les pédoncules. Le champignon s'installant sur la face inférieure de la feuille peut sporuler, infectant ainsi la face supérieure du fruit en dessous. En cas d'attaque grave, le plant perd ses feuilles et est sujet à l'insolation, le calibre du fruit est moindre et la concentration en matière sèche soluble diminue. Des taches blanches ou argentées superficielles apparaissent sur le fruit infecté.

Biologie : La maladie est transmise par le sol. L'agent pathogène survit sur des résidus de récolte en décomposition et sous forme de saprophyte dans la matière organique. L'infection est plus fréquente par temps chaud et humide.

Seuils : Aucun seuil d'intervention n'a été fixé.

Moyens de lutte : La citrouille, les courges et la courgette sont plus vulnérables à cette maladie que les autres cucurbitacées. Un programme d'application préventive de fongicides à large spectre pour maîtriser le mildiou prévient aussi la tache plectosporienne. Faire une rotation d'au moins trois à cinq ans et éviter d'établir un peuplement trop serré ou d'épandre trop d'engrais, car cela engendrerait un couvert végétal inutilement dense.

Tache septorienne
Septoria cucurbitacearum

Identification : Les lésions sont circulaires et de très petite taille, soit d'environ 1 à 2 mm (~1/16 po) de diamètre. D'une teinte allant de blanche à brune pâle, elles ont une bordure brun foncé. Au fil de l'évolution des symptômes, elles peuvent se fissurer et produire de petites pycnides noires. Une infection en fin de saison peut faire apparaître sur le fruit de petites lésions couleur paille ressemblant à des boutons, lesquelles sont généralement superficielles et ne feront pas pourrir les fruits pendant l'entreposage.

Biologie : Le champignon hiverne sous forme de mycélium dormant sur les résidus de cucurbitacées. Au printemps, ce mycélium produit des pycnides et des conidies, qui représentent le gros de l'inoculum. La pluie battante et les éclaboussures de sol propagent les conidies d'un plant à l'autre. La propagation de la maladie peut stagner pendant les chaudes périodes estivales, et reprendre de plus belle une fois que les températures baissent à l'automne. Le temps frais et humide – température de 16 à 19 °C (61 à 66 °F) – est propice à l'infection.

Dépistage et seuils : Faire un dépistage dans les champs de cucurbitacées au moins une fois par semaine pour détecter la maladie foliaire avant qu'elle ne touche le fruit.

Moyens de lutte : Pratiquer une rotation de trois ou quatre ans et utiliser des semences traitées et certifiées. Habituellement, les fongicides à large spectre ciblant d'autres maladies foliaires sont aussi efficaces contre la tache septorienne.

Virus de la mosaïque du concombre
Divers agents pathogènes

Voir chapitre 6.

Insectes

Chrysomèle du concombre
Acalymma vittata

Identification : Mesurant de 6 à 7 mm (¼ à ⅓ po) de longueur, la chrysomèle rayée du concombre est un insecte jaune orné de trois rayures noires qui couvrent toute la longueur de la couverture alaire. La partie inférieure des pattes est noire (Figure 7–84). Ce ravageur est couramment confondu avec la chrysomèle des racines du maïs, un coléoptère au corps légèrement aplati et dont les rayures ne s'étendent pas sur toute la longueur du dos. La chrysomèle maculée du concombre, aussi connue sous le nom de galéruque maculée du concombre, est également présente en Ontario, surtout durant les derniers mois de l'été. Légèrement plus grosse, elle est jaune avec des points noirs.



Figure 7–84. Excréments et dommages de la chrysomèle rayée du concombre adulte

Dommages : Bien que l'insecte puisse grandement endommager les plantules en se nourrissant, la principale menace posée par ce coléoptère est la transmission du virus du flétrissement bactérien. Voir *Flétrissement bactérien*, aussi dans *Cucurbitacées*. Il est courant que l'insecte se nourrisse abondamment de fleurs, mais cela ne nuit généralement pas au rendement. En fin de saison, il peut endommager la peau des citrouilles, ce qui réduit le rendement commercialisable.

Biologie : La chrysomèle du concombre hiverne sous forme adulte dans les bordures de champs envahies par les mauvaises herbes et les endroits abrités. Elle commence à apparaître quand la température du sol atteint 10 °C (50 °F). Les insectes sortant de leur hivernation se nourrissent de mauvaises herbes et de graminées avant la levée des cultures de cucurbitacées. On compte une génération de chrysomèle du concombre par année, mais le développement de ce ravageur est souvent en dents de scie; il peut donc y avoir plusieurs « pics » d'activité de l'insecte tout au long de la saison.

Dépistage et seuils : Faire un traitement quand le nombre de coléoptères est supérieur à 0,5 à 1 par plant. Utiliser le seuil inférieur pour les cultivars sensibles au flétrissement bactérien. Une pulvérisation supplémentaire peut être nécessaire, car l'insecte se manifeste souvent par à-coups.

Moyens de lutte : Comme les chrysomèles du concombre ont tendance à se regrouper à certains endroits du champ, les pulvérisations localisées sont tout indiquées. L'insecte n'est pas attiré également par tous les types de cucurbitacées : les courgettes et les citrouilles sont une cible de choix, mais les concombres et les melons, beaucoup moins. Il est possible d'utiliser des rangs de cultures-appâts avec les espèces de cucurbitacées les plus ciblées par ce ravageur.

Le pourcentage de chrysomèles du concombre véhiculant le flétrissement bactérien a tendance à grimper considérablement durant l'été. Le meilleur moyen de stopper l'éclosion et la propagation de la maladie est de maîtriser au début de la saison les insectes adultes sortant de leur hivernation.

Mouche des légumineuses
Delia platura

Voir *Mouche des légumineuses*, dans *Pois*.

Pucerons
Diverses espèces

Voir chapitre 5.

Punaise de la courge
Anasa tristis

Identification : La punaise de la courge pond des grappes de 7 à 20 œufs sur la face inférieure de la feuille. En forme de balle de fusil, ces œufs sont jaunes initialement, puis prennent une teinte brun rougeâtre en gagnant en maturité (Figure 7–85).



Figure 7–85. Œufs de punaise de la courge

Piriformes, les nymphes de la punaise de la courge ont le corps gris perle et des pattes et des antennes foncées. Les adultes ont le corps plat, lui aussi en forme de poire. Ils sont gris-brun avec des marques jaunes à orangées.

Dommages : La punaise de la courge préfère les citrouilles et les courges d'hiver aux autres types de cucurbitacées. Elle suce la sève des feuilles, provoquant l'apparition de petites taches jaunes. En cas d'attaque grave, la feuille peut se flétrir, brunir et mourir. À la fin de l'été, les populations de l'insecte peuvent se nourrir du pédoncule, ce qui rend le fruit plus vulnérable aux pourritures fongiques. Des dommages à la peau peuvent rendre le fruit impropre à la vente.

Biologie : Au printemps, les adultes quittent leur site d'hivernation pour commencer à pondre leurs œufs dès le début juin. Comme la période de ponte s'étend sur une longue période, souvent plusieurs stades de développement de l'insecte sont présents en même temps dans le champ. Les populations atteignent souvent leur apogée de la fin de l'été au début de l'automne.

Dépistage et seuils : Dès le début juillet, inspecter la face inférieure des feuilles pour repérer les grappes d'œufs. La punaise de la courge aime se cacher dans des endroits bien abrités : accorder une attention particulière aux zones envahies par les mauvaises herbes et au dessous du fruit en formation. Le seuil d'intervention est d'une grappe d'œufs par plant.

Moyens de lutte : Les insecticides sont surtout efficaces sur les jeunes nymphes encore petites. Un bon programme de désherbage contribue à réduire les habitats possibles de ce ravageur.

Punaise terne
Lygus lineolaris

La punaise terne n'est pas un ravageur s'attaquant couramment aux cucurbitacées, mais on l'observe parfois dans les cultures de melons. Voir le chapitre 5 pour en savoir plus.

Tétranyque à deux points
Tetranychus urticae

Le tétranyque à deux points se nourrit de toutes les cucurbitacées, mais s'attaque surtout au melon d'eau. Voir le chapitre 5 pour en savoir plus.

Vers fil-de-fer
Diverses espèces

Voir chapitre 5.

Vers-gris
Diverses espèces

Voir chapitre 5.

Épinards et bettes à cardes

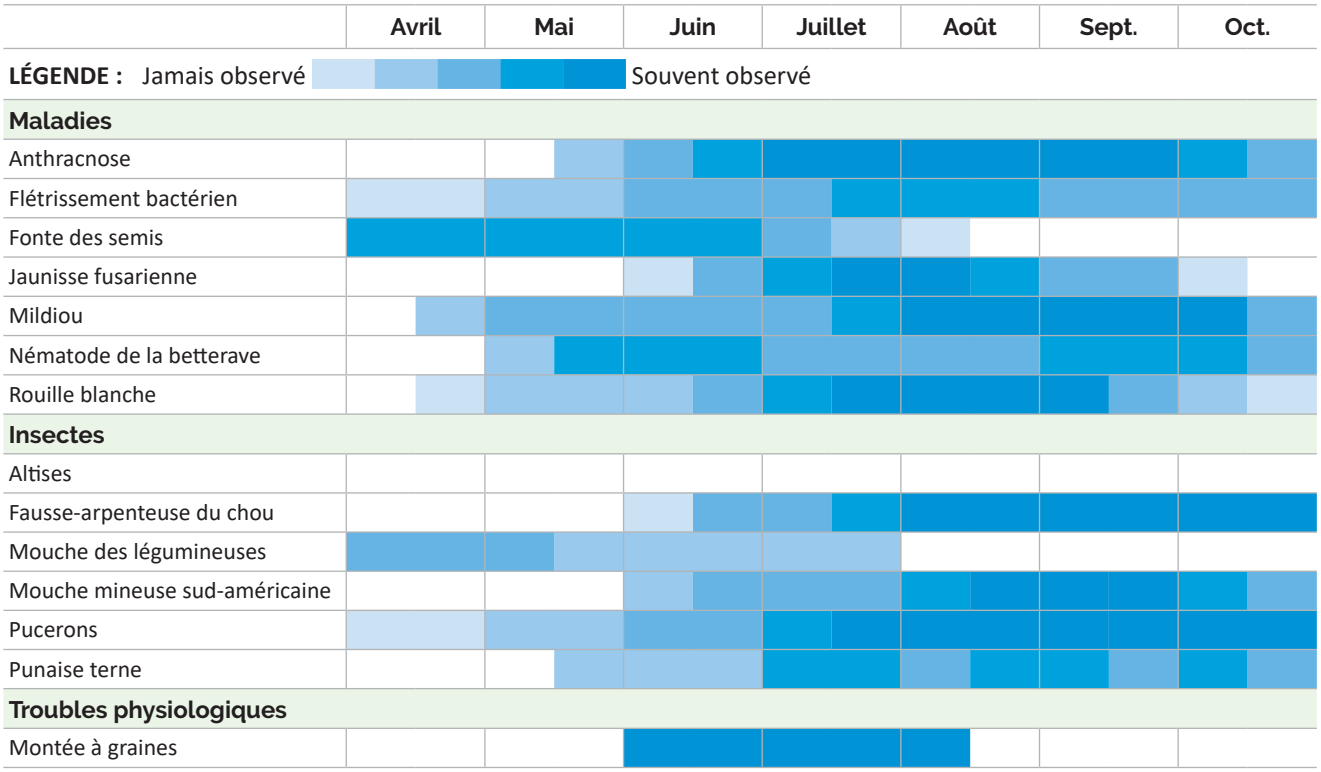


Figure 7–86. Calendrier d'activité des ravageurs des épinards et des bettes à cardes. La période réelle d'activité des ravageurs varie considérablement d'une année à l'autre selon des facteurs environnementaux.

Exigences de production

Types de sol : Sols minéraux et terres noires
pH du sol : Sols minéraux : 6,5 à 7,5
Terres noires : 5,1 à 5,5
Cultures recommandées dans la rotation : Brassicacées, cucurbitacées, laitue
Cultures déconseillées dans la rotation : Betterave, épinard, rhubarbe
Température minimale du sol : 2 °C (36 °F)
Température minimale de l'air : -3 °C (27 °F)
Date de semis la plus précoce : Début à la fin avril

Semis et espacements

Semer en pleine terre dès qu'il est possible de travailler le sol, entre le début du printemps et le début du mois de mai. Choisir des cultivars résistants à la montée à graines pour les semis de la mi-juin à la mi-juillet. Les semences germeront facilement dès 3 à 4 °C (37 à 39 °F), mais les températures idéales de germination sont de 10 à 16 °C (50 à 61 °F). Au-delà de ce seuil, la levée est plus rapide, mais le taux de germination diminue. Voir le Tableau 7–57.

Tableau 7–57. Distance de plantation des épinards et des bettes à cardes

Culture	Distance entre les rangs	Espacement sur le rang	Profondeur	Taux de semis
Bébés épinards	15 cm (6 po)	1-2,5 cm (½-1 po)	1,3 cm (½ po)	12 kg/ha (11 lb/acre)
Épinards en bottes	30 cm (12 po)	2,5 cm (1 po)	1,3 cm (½ po)	12 kg/ha (11 lb/acre)
Bette à cardes	40-60 cm (16-24 po)	10-20 cm (4-8 po)	1,3-1,9 cm (½-¾ po)	6 kg/ha (5 ½ lb/acre)

Fertilisation

Macronutriments

Azote

Épandre en pleine surface et incorporer dans le sol la quantité d'azote recommandée avant le semis, en même temps que la quantité totale de phosphate et de potasse nécessaire. Pour les cultures hâtives, épandre la totalité de l'azote recommandé avant de semer. Voir le Tableau 7–58.

Réduire la fertilisation azotée (N) après un apport de fumier ou l'incorporation au sol d'engrais vert de légumineuses. Voir le Tableau 1–12 et le Tableau 1–13.

Tableau 7–58. Recommandations pour la fertilisation azotée des épinards et des bettes à cardes

Type de sol	Azote actif
Sols minéraux	
Présemis	55 kg/ha (49 lb/acre)
Épandage en bandes latérales	55 kg/ha (49 lb/acre)
Total	**110 kg/ha (98 lb/acre)**
Terres noires	
Présemis[1]	75 kg/ha (67 lb/acre)

[1] Sur les terres noires, si le temps est excessivement pluvieux, on peut épandre 55 kg d'azote de plus par hectare (49 lb par acre), en bandes latérales.

Phosphore et potassium

Faire analyser le sol pour déterminer les besoins en phosphore et en potassium. Voir le Tableau 7–59 et le Tableau 7–60.

Tableau 7–59. Besoins en phosphore des épinards et des bettes à cardes

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en phosphore évaluée par extraction au bicarbonate de sodium (ppm)													
Culture	**0-3**	**4-5**	**6-7**	**8-9**	**10-12**	**13-15**	**16-20**	**21-25**	**26-30**	**31-40**	**41-50**	**51-60**	**61-80**	**81 ou plus**
Sols minéraux														
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	180 (161) (EE)	170 (152) (EE)	170 (152) (EE)	160 (143) (EE)	160 (143) (EE)	150 (134) (EE)	140 (125) (EE)	120 (107) (EM)	100 (89) (EM)	80 (71) (EM)	50 (45) (EF)	30 (27) (ETF)	0 (ETF)	0 (EN)
Terres noires														
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	90 (80) (EM)	90 (80) (EM)	80 (71) (EM)	70 (62) (EM)	60 (53) (EM)	50 (45) (EF)	30 (27) (EF)	20 (18) (EF)	0 (ETF)	0 (EN)

Tableau 7–60. Besoins en potassium des épinards et des bettes à cardes

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en potassium évaluée par extraction à l'acétate d'ammonium (ppm)											
	0-15	**16-30**	**31-45**	**46-60**	**61-80**	**81-100**	**101-120**	**121-150**	**151-180**	**181-210**	**211-250**	**251 ou plus**
Sols minéraux												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	230 (205) (EE)	220 (196) (EE)	210 (187) (EE)	190 (170) (EE)	160 (143) (EE)	130 (116) (EE)	100 (89) (EM)	80 (71) (EM)	50 (45) (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (EN)
Terres noires												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	90 (80) (EE)	80 (71) (EE)	60 (54) (EM)	40 (36) (EM)	30 (27) (EM)	20 (18) (EM)	20 (18) (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (EN)

Oligo-éléments

L'efficacité des apports d'engrais contenant des oligo-éléments varie beaucoup selon les cultures. La question est traitée en profondeur dans *Oligo-éléments*, au chapitre 1.

Bore

La carence en bore est rare chez l'épinard et la bette à cardes, mais elle peut se manifester durant des périodes de temps chaud et sec. Le cas échéant, les feuilles se tordent et de petites taches claires apparaissent sur les pétioles. Les racines peuvent se décomposer de l'intérieur. Des chancres peuvent également se développer à la surface externe de la racine.

Voir le Tableau 1–8, au chapitre 1. Utiliser le bore avec prudence. Bon nombre de cultures utilisées dans des rotations sont sensibles aux teneurs élevées en bore.

Magnésium

L'épinard peut souffrir de carence en magnésium. Les symptômes habituels sont le jaunissement des feuilles les plus matures dont les nervures restent cependant vert foncé. Voir le Tableau 1–8, au chapitre 1.

Analyse de tissus végétaux

Utilisée en association avec une analyse de sol, l'analyse de tissus végétaux apporte des indications utiles pour diagnostiquer des troubles de croissance ou évaluer un programme de fertilisation. L'analyse des tissus végétaux ne peut remplacer ni l'analyse de sol ni un bon programme de fertilisation du sol. Pour en savoir plus, voir le Tableau 7–61 et *Analyse de tissus végétaux*, au chapitre 1.

Récolte

Bébés épinards/transformation : Sont habituellement cultivés l'épinard à feuilles lisses ou semi-Savoie. En général, ils sont prêts pour la récolte entre 21 et 30 jours après la plantation, idéalement lorsque les plants ont plus de six feuilles. Les cultures du début du printemps et d'automne peuvent prendre entre 40 et 70 jours à atteindre leur maturité. Pour des rendements plus élevés, récolter lorsque les plants ont entre 10 et 12 feuilles. La plupart des bébés épinards cultivés en Ontario sont récoltés mécaniquement.

Épinards en bottes/frais : Habituellement, les feuilles sont lisses, de type Savoie (plissées) ou fripées. En général, on les récolte manuellement en bottes de 30 à 70 jours après la plantation, lorsque les plants mesurent plus de 15 cm (6 po) de hauteur. L'idéal, c'est de les récolter lorsqu'ils ont atteint entre 20 et 25 cm (8 et 10 po). Pour des rendements plus élevés, récolter lorsque les plants ont entre 10 et 12 feuilles.

Bettes à cardes : La récolte se fait habituellement à la main entre 45 et 70 jours après la plantation, une fois que les plants ont dépassé 35 à 40 cm (14 à 18 po). Ils peuvent aussi être récoltés plus tôt, lorsque les feuilles des jeunes plants sont encore tendres, ou plus tard, lorsque les feuilles sont plus grosses et les tiges, plus solides.

Entreposage

Refroidir les épinards le plus vite possible après la récolte. Dans de bonnes conditions, on peut les conserver entre 10 et 14 jours. Entreposer à une température proche de 0 °C (32 °F) et à une humidité relative de 95 à 100 %.

Pour en savoir plus, voir le chapitre 3 et le Tableau 3–1.

Tableau 7–61. Teneurs en éléments nutritifs des épinards et des bettes à cardes

LÉGENDE : – = aucune donnée disponible

Parties du plant	Moment de l'échantillonnage	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
		Pourcentage (%)						Parties par million (ppm)					
Dernière feuille à s'être entièrement formée	30 jours après le semis	3-4,5	0,3-0,5	3-4	0,6-1	1-1,6	–	–	50-100	50-70	20-40	5-7	0,1-1
	Récolte	3-4	0,3-0,5	2,5-3,5	0,6-1	1-1,6	–	–	30-50	50-70	20-40	5-7	0,1-1

Adaptation de HOCHMUTH G., et coll. *Plant Tissue Analysis and Interpretation for Vegetable Crops in Florida*, University of Florida, IFAS Extension, no HS964, 2018.

Lutte contre les ravageurs et les troubles physiologiques

Voir la Figure 7–86 *Calendrier d'activité des ravageurs des épinards et des bettes à cardes*.

Maladies

Anthracnose

Colletotrichum spinaciae*, *Stemphyliumn botryosum* f. sp. *spinacia

Identification : Apparaissent d'abord de petites taches circulaires à ovales de 0,3 à 0,6 mm (⅛ à ¼ po) de diamètre, de couleur grise ou verte qui deviendront chamois à mesure que la maladie se développe. Les lésions sur les feuilles plus matures convergent et prennent un aspect parcheminé (Figure 7–87).

Biologie : Cet agent pathogène est transmis par les semences et une fois établi dans le champ, se répand par les éclaboussures d'eau. Il hiverne dans les résidus de récolte ou dans les mauvaises herbes vivaces.

Moyens de lutte : Un traitement à l'eau chaude des semences par le fournisseur peut réduire l'incidence de la maladie, mais n'enraye pas l'agent pathogène. Aucun cultivar ne s'est montré totalement résistant. Incorporer les débris de culture dans le sol immédiatement après la récolte.



Figure 7–87. Lésions de *Colletotrichum* sur des feuilles d'épinard

Brûlure virale de l'épinard, virus de la mosaïque du concombre, virus de la mosaïque de la betterave

Identification : Les plants infectés se rabougrissent et progressivement, les feuilles jaunissent et se couvrent de marbrures. Le virus de la mosaïque de la betterave entraîne l'apparition de petites taches au début de la période d'infection, mais non la déformation des feuilles, symptôme commun des autres maladies virales.

Biologie : Le virus de la mosaïque du concombre est généralement transmis par les pucerons.

Moyens de lutte : Éliminer les plants infectés. Il existe des cultivars résistants. Lutter contre les mauvaises herbes dans les bordures des champs. L'asclépiade, le coqueret, le phytolaque, la stellaire moyenne et l'agripaume cardiaque sont aussi hôtes du virus de la mosaïque du concombre. Éviter de cultiver des épinards à proximité d'autres cultures maraîchères sensibles au virus de la mosaïque du concombre.

Cercosporiose

Cercospora beticola

Identification : De petites taches chamois et circulaires de 3 à 5 mm (⅛ à ¼ po) de diamètre apparaissent sur la tige et les feuilles des bettes à cardes. Souvent, elles ont un centre blanchâtre et sont ceinturées d'une bordure rouge. On peut voir à la loupe de petites taches noires au centre des lésions.

Biologie : Cet agent pathogène vit sur les résidus de récolte, les mauvaises herbes hôtes et les semences. Des températures comprises entre 24 et 29 °C (75 à 85 °F) avec une humidité relative élevée favorisent le développement de la maladie. Les spores infectent les plants en entrant par les stomates où elles créent des lésions et produisent des conidies qui peuvent se transmettre par le vent, les insectes, l'irrigation ou la machinerie.

Moyens de lutte : Utiliser des semences exemptes d'agents pathogènes. Pratiquer une rotation de trois ans avec des cultures non hôtes du champignon. Éviter de planter les uns à côté des autres des cultivars qu'il faut semer tardivement. Irriguer le matin pour éviter que le feuillage reste mouillé trop longtemps. Enfouir les résidus de culture dans la terre immédiatement après la récolte.

Flétrissement bactérien
Pseudomonas syringae pv. *spinaciae*

Identification : Des taches aqueuses et cunéiformes apparaissent au bord des feuilles des épinards. Elles peuvent prendre une teinte olive.

Biologie : La bactérie responsable de cette maladie est transmise par les semences. L'infection se déclenche sur les plants sains à la faveur d'une blessure, comme une lésion découlant du gel, de l'action abrasive du sable ou de la machinerie. La bactérie se transmet par l'irrigation par aspersion.

Moyens de lutte : Un apport excessif d'azote ou l'irrigation par aspersion peuvent augmenter l'incidence de la maladie. Adopter de bonnes pratiques d'hygiène dans toutes les parties de la serre utilisées pour la production des plants.

Fonte des semis

Voir chapitre 6.

Jaunisse fusarienne
Fusarium oxysporum f. sp. *spinaciae*

Identification : Cette maladie provoque le flétrissement des feuilles externes et leur jaunissement. Dans les cas graves, les symptômes peuvent atteindre aussi les feuilles plus jeunes. Les racines se couvrent de taches brun clair à noir; les xylèmes, qui véhiculent l'eau dans la plante, noircissent.

Biologie : Lorsque le un sol est humide, les racines sont à risque d'infection. Une fois installée, la maladie peut évoluer rapidement, surtout si le sol s'assèche et que les plantes subissent un stress. Les dégâts sont particulièrement graves quand la température du sol atteint 27 °C (81 °F).

Moyens de lutte : Dans les sols qui ont été infestés par le champignon *Fusarium*, ne pas semer d'épinards entre le 31 mai et le 15 août. Certains cultivars d'épinards peuvent être plus tolérants à la maladie. Maintenir le pH du sol à un niveau élevé, car les sols acides favorisent le développement de la maladie.

Mildiou
Peronospora effusa

Identification : D'ordinaire, l'infection se manifeste d'abord sur les feuilles du bas, les plus matures, puis elle gagne l'intérieur du plant. Des taches jaunâtres ou vert pâle apparaissent sur la face supérieure des feuilles (Figure 7–88). Sur la face inférieure se forment des moisissures fongiques mauve grisâtre (Figure 7–89).



Figure 7–88. Taches jaunes causées par le mildiou



Figure 7–89. Moisissures mauve grisâtre sur la face inférieure d'une feuille d'épinard, causées par le mildiou

Biologie : L'infection peut se produire à n'importe quel stade de développement de la plante. Le champignon causant la maladie se développe surtout par temps frais – entre 10 à 15 °C (50 à 59 °F) – et quand les feuilles sont humides ou qu'il y a présence de rosée ou de brume de manière prolongée. Il survit pendant au moins un an dans le sol et deux ans dans les semences infectées.

Moyens de lutte : Il existe des cultivars résistants au mildiou. Pratiquer une rotation de trois ans avec des cultures non hôtes et cultiver les épinards dans des sols bien drainés. Éviter de cultiver l'épinard d'automne dans des champs ou près de champs dont la culture de printemps était infectée. Appliquer des fongicides de manière préventive lorsque les conditions sont propices à une infection par le mildiou.

Nématode de la betterave
Heterodera schachtii

Identification : Apparaissent dans les champs des îlots ovales ou oblongs de plants rabougris, souffreteux et jaunâtres ou vert pâle, qui arrivent à maturité ou fleurissent tardivement. De petits kystes en forme de citron se forment sur les racines. D'abord de couleur blanche, crème ou jaune, ils virent au brun à maturité. Il n'y a pas de symptômes visibles sur les feuilles dans les champs où les nématodes sont relativement peu nombreux. C'est quand il est présent en grand nombre que l'on observe parfois des îlots de plants rabougris qui se flétrissent par temps chaud et sec.

Biologie : Les nématodes se nourrissent de racines au sortir de l'œuf. Les mâles quittent la racine après s'y être nourris quelques jours. Les femelles se collent à la racine, perdent la capacité de bouger et gonflent pour former de petits kystes blancs en forme de citron.

Dépistage et seuils : Le seuil établi est, par kilo de terre, de 2 000 nématodes ou œufs, ou plus de 250 kystes. Lors du dépistage, utiliser une pelle pour déterrer prudemment les racines et vérifier s'il y a des kystes sur les poils absorbants. Si oui, déterrer des plants à divers endroits et noter dans quelle proportion le champ est infesté.

Moyens de lutte : Avant de choisir une méthode de lutte contre les nématodes, faire un test de sol pour déterminer leur nombre. En Ontario, les pics de population dans le sol et les racines sont généralement observés en mai et juin, puis en septembre et octobre. Les mois d'automne sont une bonne période pour échantillonner les sols et évaluer le nombre de nématodes, car ils sont alors nombreux, et il est possible d'intervenir bien avant le semis de la culture suivante. Semer des cultivars tolérants, et faire une rotation avec des cultures ne servant pas d'hôtes, comme des céréales, du maïs, du soya ou de la luzerne. Semer des cultures couvre-sol pour éviter que le vent propage des particules de sol infestées dans des champs sains. Semer tôt en saison dans les champs infestés pour éviter les conditions favorables à ce ravageur. Pour éviter les dégâts des nématodes à kystes de la betterave, ne pas cultiver d'épinards après une culture de rhubarbe, de betterave ou d'épinard.

Rouille blanche
Albugo candida

Identification : La maladie se manifeste d'abord par de petites taches jaunes sur la face supérieure des feuilles et des pustules blanches sur la face inférieure (Figure 7–90).



Figure 7–90. Rouille blanche sur une feuille d'épinard

Biologie : Des journées chaudes et ensoleillées, suivies de nuits fraîches avec de la rosée, favorisent le développement de la maladie, qui peut se déclencher à n'importe quel moment de la saison.

Moyens de lutte : Il existe des cultivars tolérants. Éviter de planter des cultures d'automne dans des champs ou près de champs dont la culture de printemps était infectée. Pratiquer une rotation des cultures de trois ans.

Tache bactérienne
Pseudomonas syringae pv. *aptata*

Identification : Apparaissent d'abord sur les feuilles des bettes à cardes des taches aqueuses et chamois de forme ovale de 3 mm (⅛ po), ceinturées d'une bordure brune ou noire.

Biologie : Transmise par les semences, la bactérie entre seulement par des blessures. Elle se répand par les éclaboussures de pluie et d'irrigation et par le vent ou la machinerie.

Moyens de lutte : Utiliser des semences exemptes d'agents pathogènes. Irriguer le matin pour éviter les périodes prolongées d'humidité du feuillage. Enfouir les résidus de culture dans la terre immédiatement après la récolte.

Virus de la mosaïque du navet (TuMV)

Identification : Les feuilles infectées présentent des marbrures en mosaïque (zones jaunes ou vert pâle entourées d'une teinte de vert normale) et un plissement ou gaufrage du tissu foliaire entre les nervures. Le virus provoque aussi l'apparition de taches rondes nécrotiques.

Biologie : Le virus hiverne dans des repousses de rutabaga et de canola d'automne. Il peut être transporté par les pucerons ou transmis par la machinerie.

Dépistage et seuils : Lors du dépistage, noter l'emplacement du plant infecté dans le champ et éliminer les plants touchés si possible.

Moyens de lutte : Éviter de semer près de champs (dans un rayon de cinq kilomètres) où du rutabaga ou du canola d'automne ont été cultivés l'année précédente. Les repousses de rutabaga dans des champs de blé, d'orge ou d'autres cultures peuvent donner lieu à de graves éclosions. Retirer les plants infectés. Lutter contre les populations de pucerons pour diminuer l'incidence du virus.

Insectes

Altises

Voir *Brassicacées*, dans ce chapitre.

Fausse-arpenteuse du chou
Trichoplusia ni

Identification : La larve de la fausse-arpenteuse du chou a un corps lisse, vert pâle et marqué d'un fin trait blanc sur les côtés et de deux raies discrètes au milieu du dos. Elle peut atteindre 4 cm (2 po) de long. Elle se déplace d'une manière très caractéristique, en se repliant en boucle. La pupe est d'abord vert pâle, dans un cocon peu compact, puis foncera au fil de son développement. Les adultes sont des papillons nocturnes de couleur gris-brun et bigarrés aux ailes d'une envergure de 4 cm (2 po). Leurs ailes antérieures comportent un motif argenté distinctif en forme de 8, et l'insecte a une petite touffe de poils derrière la tête. Les œufs sont ronds, petits et de couleur blanc-vert. Ils se trouvent en petits tas sur les bords du revers des feuilles.

Dommages : Les jeunes larves se nourrissent sur le revers des feuilles, tandis que celles plus matures font de grands trous irréguliers partout sur le plant. On peut y trouver également de grandes quantités de déjections brun-vert foncé. L'insecte est très imprévisible : il peut attaquer un champ, mais épargner l'autre à côté.

Biologie : La fausse-arpenteuse du chou n'hiverne pas en Ontario. Les adultes se déplacent en fonction des conditions météorologiques au sud du milieu de l'été au début de l'automne.

Dépistage et seuils : Dénombrer les larves de fausse-arpenteuse du chou sur 25 plants choisis aléatoirement dans le champ. Le seuil recommandé pour les légumes-feuilles est de 5 %.

Moyens de lutte : Les insecticides sont surtout efficaces contre les petites larves. Commencer à appliquer des insecticides à la découverte de jeunes larves. Réappliquer tous les 5 à 10 jours ou selon les résultats du dépistage.

Mouche des légumineuses
Delia Platura

Identification : L'adulte est une petite mouche noire de 4 mm (⅛ po). La femelle pond ses œufs dans le sol, au pied des plantules. Plusieurs jours plus tard, les larves, aussi appelées asticots, commencent immédiatement à se nourrir des racines des plantes hôtes ou des semences d'épinards nouvellement germées. Les dommages ainsi causés au début du développement de la culture peuvent grandement diminuer le rendement.

Dommages : Les larves creusent des galeries dans les racines et la base des plants. Les cultures nouvellement plantées risquent de ne pas lever correctement. Le type de dommages est directement lié au stade de développement des cultures au moment de l'attaque.

Biologie : La mouche des légumineuses hiverne sous forme de pupe dans les 15 premiers centimètres (6 po) du sol.

Dépistage et seuils : Un modèle de degrés-jours, fondé sur une température de base de 4 °C (39 °F), a été créé pour prévoir l'émergence des formes adultes de la mouche des légumineuses. La première, la deuxième et la troisième génération émergent respectivement après 200, 600 et 1 000 degrés-jours. Pour en savoir plus, voir *Degrés-jours de croissance*, au chapitre 4.

Moyens de lutte : Faire une rotation des cultures de trois ans et éviter de planter des épinards dans les champs qui contiennent des matières non décomposées de la récolte précédente. Éviter de planter dans des champs où demeurent des résidus de récolte ou où a été récemment enfouie une culture couvre-sol. Les couvertures flottantes ou les filets anti-insectes réduisent considérablement les dommages, mais leur utilisation est difficile. Les traitements contre les mouches adultes se sont révélés inefficaces.

Mouche mineuse sud-américaine
Liriomyza huidobrensis

Identification : La mouche mineuse sud-américaine possède un corps jaune et noir et des yeux rouges. Elle creuse des galeries dans les feuilles d'épinards, rendant ces derniers invendables.

Biologie : Les températures optimales pour le développement de ce ravageur vont de 21 à 32 °C (70 à 90 °F). En dessous de 10 °C (50 °F), la ponte est moindre. La mouche mineuse peut être problématique durant toute la saison, cependant, elle est surtout un ravageur de saison tardive, sa population atteignant son sommet de la fin août à la mi-septembre.

Dépistage et seuils : Aucun seuil n'a été établi. Regarder au revers des feuilles à la recherche de galeries, de larves ou d'œufs. Des pièges collants jaunes peuvent être disposés dans les cultures pour surveiller les populations de mouches adultes.

Moyens de lutte : Les chénopodes sont un autre hôte des mouches mineuses. Un désherbage méticuleux peut aider à réduire les infestations. La rotation des cultures est aussi un moyen efficace de lutte contre ce ravageur. La mouche mineuse hiverne dans des endroits protégés comme des serres à arceaux ou des serres chauffées. La gestion de ce ravageur dans les zones couvertes pendant l'hiver diminuera son incidence l'été suivant.

Pucerons
Voir chapitre 5.

Punaise terne
Voir *Laitues*, dans ce chapitre.

Pour en savoir plus sur la lutte intégrée contre les ravageurs dans les cultures d'épinards et de bettes à cardes, consulter les fiches techniques suivantes du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales (MAAARO) :

- *Mineuses sinuantes qui s'attaquent aux légumes de plein champ et aux cultures sericoles*
- *Chenilles ravageuses des crucifères cultivées*
- *Pucerons de la laitue et du céleri en Ontario*

Fines herbes

On regroupe dans la catégorie des fines herbes des plantes très variées. Les conditions optimales de culture varient en fonction de l'espèce et de son emploi sur le marché. Il est donc important de vérifier si les conditions appliquées conviennent à l'utilisation prévue de chaque herbe. Par exemple, on peut cultiver l'aneth pour ses graines, ses feuilles ou ses fleurs, et le système de production sera très différent dans chaque cas. Éviter de suivre des conseils de culture venant de sources qui ne précisent pas l'utilisation prévue de l'herbe. Les lignes directrices présentées dans ce chapitre, sauf indication contraire, s'appliquent à la production d'herbes culinaires fraîches.

Exigences de production

Les exigences de production d'herbes culinaires varient en fonction de divers facteurs : type de production (ex. : plantes annuelles ou vivaces), famille botanique, machinerie disponible, mode de multiplication, utilisation prévue et méthode de mise en marché. En raison de la faible superficie nécessaire pour répondre à la demande du marché pour la plupart des herbes culinaires, peu de travaux de recherche ont été menés sur les conditions de culture optimales en Ontario. Les lignes directrices indiquées ici sont donc principalement une compilation de celles d'autres régions, où les préférences du marché, la machinerie disponible et le climat varient grandement. Il pourrait être nécessaire de faire des analyses dans votre exploitation agricole pour adapter ces lignes directrices aux conditions de croissance sur place et à la machinerie disponible.

Multiplication

Une synthèse des exigences relatives à la sélection du site et à la plantation des herbes culinaires se trouve au Tableau 7–62. Voici les trois principaux modes de multiplication des fines herbes :

Semences : Semer directement au champ ou dans des plateaux pour obtenir des plants à repiquer. Le repiquage permet de créer un peuplement uniforme et d'accélérer son établissement, mais les coûts de production des plantules (ex. : serre), d'équipement spécialisé et de main-d'œuvre sont plus élevés. Avec cette méthode, il est également possible d'utiliser du paillis plastique pour lutter contre les mauvaises herbes. Le semis direct, quant à lui, coûte plus cher en semences comme il faut viser un taux de semis supérieur, mais permet de créer un peuplement plus dense. Ce mode de production est inévitable pour certaines fines herbes annuelles vendues en bottes qui se conservent peu longtemps, comme l'aneth, la coriandre (Figure 7–91), le persil (Figure 7–92) et le methi (feuilles de fenugrec) (Figure 7–93).



Figure 7–91. Vu leur bref cycle de vie et leur petite taille, les fines herbes vendues en bottes, comme la coriandre, sont toujours semées directement au champ dans les cultures commerciales.



Figure 7–92. Il est possible de repiquer les plants de persil, mais on fait habituellement du semis direct pour maximiser la productivité.



Figure 7–93. Semis direct de methi (feuilles de fenugrec) destiné à la vente en bottes

Boutures : Prélever des boutures de 5 à 10 cm (2 à 4 po) à partir de l'extrémité du point de croissance végétative ou de la tige. Enlever les feuilles et les bourgeons sur la moitié inférieure de la bouture, plonger celle-ci dans une hormone d'enracinement et la planter dans un milieu stérile constitué de sable horticole ou de vermiculite. Couvrir les plants ou employer des systèmes de brumisation pour maintenir un taux d'humidité élevé durant l'enracinement. Selon la fine herbe cultivée, il peut aussi être nécessaire d'utiliser des systèmes de chauffage (ex. : tapis chauffants) et d'éclairage.

Divisions : La division se fait généralement au printemps. Diviser les collets (le point où les racines et les tiges se rejoignent) en plusieurs morceaux. Couper les rhizomes en fonction des nœuds ou des regroupements de racines dotés d'au moins un nœud. Séparer les bulbes en caïeux.

Le bouturage et la division – techniques qui donnent des plantes identiques au plant mère – sont parfois inévitables pour certaines fines herbes qui ne produisent pas de semences viables (ex. : menthe).

Tableau 7–62. Lignes directrices pour l'établissement de fines herbes

LÉGENDE : Type de culture : A = annuelle B = bisannuelle V = vivace CA = cultivée comme une annuelle en Ontario
Type de sol : M = sol minéral S = sable L = loam Ar = argile N = terre noire

Culture	Type de culture	Type de sol	pH optimal	Multiplication et autres indications sur l'établissement*	Distance entre les rangs	Espacement sur le rang	Irrigation**
Fines herbes de la famille de la carotte							
Aneth	A	M	5,6-6,5	◦ Semer directement au champ d'avril à septembre à un taux de 9 à 11 kg/ha (8 à 10 lb/acre). ◦ Récolter 30 à 55 jours après le semis.	54-61 cm (22-24 po)	1-2 cm (⅛-¾ po) dans des rangs d'environ 10 cm (4 po) de largeur	Requise
Aneth (têtes de fleurs)	A	M	5,6-6,5	◦ Semer directement au champ d'avril à juillet à un taux de 4 à 5 kg/ha (3,6 à 4,5 lb/acre). ◦ Récolter 80 à 90 jours après le semis.	54-61 cm (22-24 po)	3-4 cm (1 ⅛-1 ⅔ po)	Requise
Coriandre	A	M	6,5-8,0	◦ Semer directement au champ d'avril à septembre à un taux de 20-55 kg/ha (maximum 100) (18-49 lb/acre, maximum 89). ◦ Récolter 40 à 60 jours après le semis.	20-60 cm (8-24 po)	2-5 cm (1-2 po) dans des rangs d'environ 10 cm (4 po) de largeur	Requise
Fenouil officinal	A	M	7,0-8,0	◦ Semer directement au champ d'avril à juillet à un taux de 6 kg/ha (5,3 lb/acre). ◦ Récolter 40 à 60 jours après le semis.	30-40 cm (12-16 po)	3-10 cm (1 ⅛-4 po)	Requise
Persil	CA	M	6,0-7,0	◦ Semer directement au champ d'avril à mai à un taux de 22 à 45 kg/ha (20 à 40 lb/acre). ◦ Repiquer les plantules 35 à 45 jours après le semis, quand la température de l'air est supérieure à 10 °C (50 °F). ◦ Récolter 60 à 80 jours après le semis, ou 40 à 60 jours après le repiquage.	30-50 cm (12-20 po)	15-20 cm (6-8 po)	Requise
Fines herbes de la famille de la menthe							
Basilic	A	S, L	5,5-7,0	◦ Repiquer des plantules produites à partir de semences. Faire plusieurs récoltes en commençant 60 jours après le repiquage.	60 cm (24 po)	30 cm (12 po)	Requise
Citronnelle	V	S, L	5,0-7,5	◦ Repiquer des plantules produites à partir de semences ou de boutures. Repiquer en mai.	50-75 cm (20-30 po)	30-60 cm (12-34 po)	Utile
Lavande (fleurs)	V	S, L	6,5-7,5	◦ Repiquer des plantules produites à partir de boutures.	120-210 cm (48-84 po)	45-60 cm (18-24 po)	Utile
Menthe	V	M	6,0-7,0	◦ Planter à partir de divisions ou de boutures de rhizomes en mai.	60 cm	30 cm	Utile

* Le délai en jours avant la récolte est fourni à des fins de planification annuelle des cultures.
** Exigences après l'établissement de la culture dans les conditions normales en Ontario.

Tableau 7–62. Lignes directrices pour l'établissement de fines herbes

LÉGENDE : Type de culture : A = annuelle B = bisannuelle V = vivace CA = cultivée comme une annuelle en Ontario
Type de sol : M = sol minéral S = sable L = loam Ar = argile N = terre noire

Culture	Type de culture	Type de sol	pH optimal	Multiplication et autres indications sur l'établissement*	Distance entre les rangs	Espacement sur le rang	Irrigation**
Origan et marjolaine	V, CA	M	6,0-8,0	◦ Repiquer des plantules produites à partir de semences (uniformité moindre) ou de boutures ou par division en mai.	60-90 cm (24-36 po)	45 cm (18 po)	Utile
Perilla	A	S, L	6,0-8,0	◦ Commencer à faire un semis direct ou à repiquer des plantules produites à partir de semences en mai. Récolter 60 jours après le semis ou 40 jours après le repiquage.	30-45 cm (12-18 po)	15-30 cm (6-12 po)	Requise
Romarin	CA	M	6,0-7,5	◦ Repiquer des plantules produites à partir de semences ou de boutures en mai, lorsqu'il n'y a plus de risque de gel. Faire plusieurs récoltes en commençant 60 à 90 jours après le repiquage.	50-100 cm (20-40 po)	50 cm (20 po)	Non requise
Sarriette des jardins	A	S, L	6,0-7,5	◦ Repiquer des plantules produites à partir de semences. Faire plusieurs récoltes en commençant 40 jours après le repiquage.	60-80 cm (24-32 po)	30-45 cm (12-18 po)	Non requise (sauf dans des sols sableux)
Sarriette des montagnes	V	S, L	6,0-8,0	◦ Repiquer des plantules produites à partir de semences ou boutures ou par division.	80-120 cm (32-48 po)	40-60 cm (18-24 po)	Non requise
Sauge	V, CA	M	5,5-6,5	◦ Repiquer des plantules produites à partir de semences en mai. Faire plusieurs récoltes en commençant 60 à 90 jours après le repiquage.	70-100 cm (28-40 po)	25-40 cm (10-16 po)	Utile
Thym	V, CA	S, L	4,5-8,0	◦ Repiquer des plantules produites à partir de semences. Faire plusieurs récoltes en commençant 105 jours après le repiquage.	30-50 cm (12-20 po)	15-25 cm (6-10 po)	Utile
Autres fines herbes							
Ciboulette	V	S, L	6,0-8,0	◦ Repiquer des plantules produites à partir de semences ou par division.	40-50 cm (16-20 po)	20-30 cm (8-12 po)	Utile
Estragon	V	S, L	5,0-7,5	◦ Repiquer des plantules produites à partir de boutures. Récolter 60 à 80 jours après le repiquage, au début de l'été et au début de l'automne.	60-90 cm (24-36 po)	30 cm (12 po)	Non requise
Methi (feuilles de fenugrec)	A	L	5,3-8,2	◦ Semer directement au champ d'avril à septembre à un taux de 30 kg/ha (26,7 lb/acre). Faire tremper les semences dans de l'eau chaude pendant 12 heures avant le semis. Récolter 30 à 40 jours après le semis, ou plus tôt s'il fait très chaud, avant la floraison.	50 cm (20 po)	5-10 cm (2-4 po)	Utile

* Le délai en jours avant la récolte est fourni à des fins de planification annuelle des cultures.
** Exigences après l'établissement de la culture dans les conditions normales en Ontario.

Fertilisation

À l'heure actuelle, il n'existe pas de recommandations de fertilisation pour la culture de fines herbes en Ontario. Les études et les recommandations venant de l'extérieur de la province ne s'appliquent pas nécessairement aux conditions de culture en Ontario. Le Tableau 7–63 présente des suggestions de points de départ se fondant sur des essais au champ réalisés en Ontario, des cultures similaires ou les lignes directrices d'autres régions. Voir le Tableau 7–64 et le Tableau 7–65 pour connaître la culture de référence en ce qui concerne les besoins en phosphore et en potassium, en fonction des résultats de l'analyse de sol.

Tableau 7–63. Lignes directrices de fertilisation des fines herbes

Culture	Lignes directrices pour l'azote	Indications	Culture de référence pour les besoins en phosphore et en potassium
Fines herbes de la famille de la carotte			
Aneth (feuilles et fleurs)	30-65 kg/ha (27-58 lb/acre)	À chaque plantation durant la saison de végétation	*Carottes*
Coriandre	50-100 kg/ha (45-89 lb/acre)	À chaque plantation durant la saison de végétation	*Carottes*
Fenouil officinal	Voir *Aneth*.		*Carottes*
Persil	90-120 kg/ha (80-107 lb/acre)	Répartir en plusieurs applications.	*Carottes*
Fines herbes de la famille de la menthe			
Basilic	50-100 kg/ha (45-89 lb/acre)		*Laitues*
Citronnelle	90-120 kg/ha (80-107 lb/acre)[1]		*Laitues*
Lavande	80-100 kg/ha (71-89 lb/acre)[1]		*Laitues*
Menthe	150 kg/ha (134 lb/acre)[1]		*Laitues*
Origan et marjolaine	80-120 kg/ha (71-107 lb/acre)	Répartir les applications : - 50 % en présemis; - Deux épandages de 25 % en bandes latérales durant la saison.	*Laitues*
Perilla	Non disponible		*Laitues*
Romarin	150 kg/ha (134 lb/acre)[1]		*Laitues*
Sarriette des jardins	100-150 kg/ha (89-134 lb/acre)[1]		*Laitues*
Sarriette des montagnes	Non disponible Éviter les excès		*Laitues*
Sauge	0-100 kg/ha (0-89 lb/acre)[1]		*Laitues*
Thym	200 kg/ha (178 lb/acre)[1]		*Laitues*
Autres fines herbes			
Ciboulette	75-110 kg/ha (67-98 lb/acre)	En présemis : 55-80 kg/ha (49-71 lb/acre). ET Épandage en bandes latérales : Deux applications de 10 à 15 kg/ha (9 à 13 lb/acre) au courant de la saison.	*Oignons, poireaux et échalotes*
Estragon	Non disponible		*Laitues*
Methi	25 kg/ha (22 lb/acre)	À chaque plantation durant la saison de végétation	*Haricots*

[1] On ne sait pas quel est le meilleur moment pour épandre l'azote, mais selon l'expérience des producteurs, il vaut mieux répartir la quantité en deux ou trois applications effectuées de mai au début août, en prévoyant au moins un épandage après la floraison.

Tableau 7–64. Cultures de référence pour les fines herbes : besoins en phosphore

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en phosphore évaluée par extraction au bicarbonate de sodium (ppm)													
	0-3	**4-5**	**6-7**	**8-9**	**10-12**	**13-15**	**16-20**	**21-25**	**26-30**	**31-40**	**41-50**	**51-60**	**61-80**	**81 ou plus**
Haricots (de Lima et mange-tout)														
Sols minéraux														
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	80 (71) (EE)	60 (54) (EE)	50 (45) (EE)	40 (36) (EE)	30 (27) (EM)	20 (18) (EM)	0 (EF)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (ETF)	0 (ETF)	0 (ETF)	0 (EN)	0 (EN)
Carottes, laitues et oignons														
Sols minéraux														
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	180 (161) (EE)	170 (152) (EE)	170 (152) (EE)	160 (143) (EE)	160 (143) (EM)	150 (134) (EM)	140 (125) (EF)	120 (107) (EF)	100 (89) (ETF)	80 (71) (ETF)	50 (45) (ETF)	30 (27) (ETF)	0 (EN)	0 (EN)
Terres noires														
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	90 (80) (EM)	90 (80) (EM)	80 (71) (EM)	70 (63) (EM)	60 (54) (EM)	50 (45) (EF)	30 (27) (EF)	20 (18) (EF)	0 (ETF)	0 (EN)

Tableau 7–65. Cultures de référence pour les fines herbes : besoins en potassium

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en potassium évaluée par extraction à l'acétate d'ammonium (ppm)											
	0-15	**16-30**	**31-45**	**46-60**	**61-80**	**81-100**	**101-120**	**121-150**	**151-180**	**181-210**	**211-250**	**250 ou plus**
Haricots (de Lima et mange-tout)												
Sols minéraux												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	120 (107) (EE)	110 (98) (EE)	90 (80) (EE)	80 (71) (EE)	60 (54) (EM)	40 (36) (EM)	30 (27) (EM)	0 (EM)	0 (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (EN)
Carottes et oignons												
Sols minéraux												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	230 (205) (EE)	220 (196) (EE)	210 (187) (EE)	190 (170) (EE)	160 (143) (EM)	130 (116) (EM)	100 (89) (EM)	80 (71) (EM)	50 (45) (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (EN)
Terres noires												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	230 (205) (EE)	220 (196) (EE)	210 (187) (EE)	200 (178) (EE)	170 (152) (EM)	150 (134) (EM)	120 (107) (EM)	80 (71) (EM)	40 (36) (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (ETF)
Laitues												
Sols minéraux												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	230 (205) (EE)	220 (196) (EE)	210 (187) (EE)	190 (170) (EE)	160 (143) (EM)	130 (116) (EM)	100 (89) (EM)	80 (71) (EM)	50 (45) (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (EN)
Terres noires												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	90 (80) (EE)	80 (71) (EE)	60 (54) (EM)	40 (36) (EM)	30 (27) (EM)	20 (18) (EM)	20 (18) (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (ETF)

Récolte et entreposage

Une synthèse des exigences relatives à la récolte et à l'entreposage des fines herbes ainsi que les rendements escomptés se trouvent au Tableau 7–66, au Tableau 7–67 et au Tableau 7–68. Si possible, il faut récolter en début de matinée, une fois que la rosée s'est évaporée, mais avant que les rayons du soleil ne dissipent les huiles essentielles. Les feuilles doivent être propres et exemptes de terre ou de poussière. Quand plusieurs récoltes sont prévues (que les fines herbes soient vivaces ou annuelles), ne pas enlever toutes les feuilles, car les plants ont besoin d'en conserver pour pouvoir continuer de se développer. Refroidir les fines herbes dès que possible après la récolte pour prévenir le flétrissement et prolonger la durée de conservation. Il n'existe pas de classement pour les fines herbes fraîches récoltées : c'est le marché qui détermine la qualité.

Tableau 7–66. Récolte des fines herbes

LÉGENDE : MA = récolte manuelle MÉ = récolte mécanique

Culture	Indications pour la récolte (ex. : fréquence, durée)	Méthode de récolte
Fines herbes de la famille de la carotte		
Aneth (feuilles)	Récolter au début de l'allongement des tiges, mais avant la montée à graines. Une seule récolte par semis.	MA
Aneth (fleurs)	Récolter les têtes des fleurs lorsqu'elles sont pleinement développées et que les graines ont commencé à se former.	MA
Coriandre	Récolter au début de l'allongement des tiges, mais avant la montée à graines. Une seule récolte par semis.	MA
Fenouil	Récolter au début de l'allongement des tiges, mais avant la montée à graines. Une seule récolte par semis.	MA
Persil	Récolter une fois que beaucoup de feuilles matures sont pleinement formées en coupant toutes les feuilles 3 à 4 cm (1 à 1 ½ po) au-dessus du sol, en laissant le collet pour que la plante puisse repousser. On peut faire plusieurs récoltes par semis.	MA
Fines herbes de la famille de la menthe		
Basilic	Récolter juste avant la floraison en coupant des branches individuellement, mais en laissant la base du plant intacte pour que la plante puisse repousser. Faire une autre récolte lorsque le plant a repoussé, juste avant la floraison. Normalement, on peut faire deux récoltes par semis.	MA
Citronnelle	Récolter des tiges de 20 à 25 cm (8 à 10 po) de long avant la floraison, en laissant intacte une portion de 15 à 20 cm (6 à 8 po) pour que le plant repousse. Faire une récolte la première année de culture, puis deux ou trois les années subséquentes.	MA
Lavande	Récolter les épis floraux destinés à un usage culinaire au début de la floraison, lorsque la plupart d'entre eux sont pleinement formés. Récolter les tiges à peu près au-dessus de la deuxième paire de feuilles à partir du haut, créer de petites bottes attachées avec un élastique et les suspendre pour les faire sécher dans un endroit sombre et sec où il y a une bonne circulation d'air. Faire une récolte par année.	MA
Menthe	Récolter des tiges de 20 à 25 cm (8 à 10 po) de long avant la floraison, en laissant intacte une portion de 15 à 20 cm (6 à 8 po) pour que le plant repousse. Faire une ou deux petites récoltes la première année, puis deux ou trois les années subséquentes. Récolter la menthe pour son huile une fois par an à partir de la deuxième année de culture, lorsque 10 % du plant est en fleurs.	MA
Origan et marjolaine	Récolter des tiges de 20 à 25 cm (8 à 10 po) de long avant la floraison, en laissant intacte une portion de 15 à 20 cm (6 à 8 po) pour que le plant repousse. Faire une ou deux petites récoltes la première année, puis deux à quatre les années subséquentes.	MA
Perilla	Pour prévenir le flétrissement, récolter toute la partie aérienne du plant pour former des bottes. Faire une récolte par semis.	MA
Romarin	Récolter des tiges de 20 à 25 cm (8 à 10 po) de long, en laissant intacte une portion de 15 à 20 cm (6 à 8 po) pour que le plant repousse. Faire une à trois récoltes par semis.	MA
Sarriette des jardins	Récolter des tiges de 20 à 25 cm (8 à 10 po) de long, en laissant intacte une portion de 15 à 20 cm (6 à 8 po) pour que le plant repousse. Faire deux ou trois récoltes par semis.	MA
Sarriette des montagnes	Récolter des tiges de 20 à 25 cm (8 à 10 po) de long, en laissant intacte une portion de 15 à 20 cm (6 à 8 po) pour que le plant repousse. Faire une à trois petites récoltes la première année, puis deux ou trois les années subséquentes, en commençant avant la floraison.	MA
Sauge	Récolter des tiges de 20 à 25 cm (8 à 10 po) de long, en laissant intacte une portion de 15 à 20 cm (6 à 8 po) pour que le plant repousse. Faire une à trois petites récoltes la première année de culture, puis deux ou trois les années subséquentes, en commençant avant la floraison (si la plante est cultivée comme une vivace).	MA
Thym	Récolter des tiges de 15 à 20 cm (6 à 8 po) de long, en laissant intacte une portion de 10 à 15 cm (4 à 6 po) pour que le plant repousse. Faire une récolte la première année, puis deux ou trois les années subséquentes, en commençant juste avant la floraison.	MA
Autres fines herbes		
Ciboulette	Récolter toutes les feuilles 3 à 5 cm (1 à 2 po) au-dessus du sol une ou deux fois la première année, avant la floraison, puis à quelques semaines d'intervalle les années suivantes.	MA, MÉ
Estragon	Récolter des pousses de 20 à 25 cm (8 à 10 po) de long avant la floraison, au début de l'été, puis à l'automne les années suivantes (à partir d'un même semis).	MA
Methi	Récolter tout le plant avant la floraison. Faire une récolte par semis.	MA

Tableau 7–67. Rendements moyens des fines herbes

Culture	Plage de rendement escompté
Fines herbes de la famille de la carotte	
Aneth (feuilles)	3 000-5 500 kg/ha (2 700-4 500 lb/acre)
Aneth (fleurs)	Non disponible
Coriandre	3 700-10 000 kg/ha (3 290-8 900 lb/acre)
Fenouil	Non disponible
Persil	10 000-20 000 kg/ha (8 900-17 800 lb/acre)
Fines herbes de la famille de la menthe	
Basilic	14 000 kg/ha (12 500 lb/acre)
Citronnelle	10 000-25 000 kg/ha (8 900-22 300 lb/acre) de matière fraîche 3-7,5 kg/ha (2,7-6,7 lb/acre) d'huile
Lavande	500-1 500 kg/ha (450-1 340 lb/acre) (poids sec) 10-40 kg/ha (9-36 lb/acre) d'huile (cultivars Angustifolia) 40-100 kg/ha (36-89 lb/acre) d'huile (cultivars de lavandin)
Menthe	7 000-19 000 kg/ha (6 200-16 900 lb/acre) de matière fraîche 30-45 kg/ha (27-40 lb/acre) d'huile
Origan et marjolaine	9 000-19 000 kg/ha (8 000-16 900 lb/acre)
Perilla	Non disponible
Romarin	3 000 kg/ha (2 700 lb/acre)
Sarriette des jardins	5 000-15 000 kg/ha (4 500-13 500 lb/acre)
Sarriette des montagnes	Non disponible
Sauge	20 000-40 000 kg/ha (17 800-35 600 lb/acre)
Thym	1 100-2 200 kg/ha (980-1 960 lb/acre)
Autres fines herbes	
Ciboulette	9 000-19 000 kg/ha (8 000-16 900 lb/acre)
Estragon	16 000 kg/ha (14 200 lb/acre)
Methi	Non disponible

Tableau 7–68. Conditions d'entreposage des fines herbes

LÉGENDE : HR = humidité relative

Culture	Conditions d'entreposage
Fines herbes de la famille de la carotte	
Aneth (feuilles)	0 °C (32 °F) à une HR de 95 à 100 % pendant 10 à 14 jours
Aneth (fleurs)	0 °C (32 °F) à une HR de 95 à 100 % pendant 10 à 14 jours
Coriandre	0 °C (32 °F) à une HR de 95 à 100 % pendant 10 à 14 jours
Fenouil	0 °C (32 °F) à une HR de 85 à 100 % pendant 10 à 14 jours
Persil	0 °C (32 °F) à une HR de 95 à 100 % pendant 14 à 21 jours
Fines herbes de la famille de la menthe	
Basilic	10-15 °C (50-59 °F) à une HR de 95 à 100 % pendant 7 à 14 jours
Citronnelle	0 °C (32 °F) à une HR de 95 à 100 % pendant 14 à 21 jours
Lavande	Entreposer les épis floraux séchés dans des contenants scellés à la noirceur avec des sachets déshydratants à une température de moins de 5 °C (41 °F) pendant un ou deux ans
Menthe	0 °C (32 °F) à une HR de 95 à 100 % pendant 14 à 21 jours
Origan et marjolaine	0 °C (32 °F) à une HR de 95 à 100 % pendant 21 à 28 jours
Perilla	0 °C (32 °F) à une HR de 95 à 100 % (durée inconnue)
Romarin	0 °C (32 °F) à une HR de 95 à 100 % pendant 14 à 21 jours
Sarriette des jardins	0 °C (32 °F) à une HR de 95 à 100 % pendant 14 à 21 jours
Sarriette des montagnes	0 °C (32 °F) à une HR de 95 à 100 % pendant 14 à 21 jours
Sauge	0 °C (32 °F) à une HR de 95 à 100 % pendant 14 à 21 jours
Thym	0 °C (32 °F) à une HR de 95 à 100 % pendant 14 à 21 jours
Autres fines herbes	
Ciboulette	0 °C (32 °F) à une HR de 95 à 100 % pendant 7 à 14 jours
Estragon	0 °C (32 °F) à une HR de 95 à 100 % pendant 14 à 21 jours
Methi	0 °C (32 °F) à une HR de 95 à 100 % pendant 10 à 14 jours

Notes sur les différentes cultures

Aneth

On peut faire des semis successifs pour récolter les plants d'aneth en bottes en continu de mai à octobre. Habituellement, on récolte la plante au complet pour prévenir le flétrissement. La culture donne de meilleurs résultats par temps frais. Pour la récolte de fleurs destinées à des marinades, prendre les ombelles lorsque le plant est en fleurs et que les graines sont encore vertes. Comme l'aneth peut être envahissant quand on le laisse produire des graines, il est important de récolter la plante avant que les graines parviennent à maturité.

Basilic

Le basilic est sensible au gel et au froid. Repiquer les plants à la fin mai, lorsqu'il n'y a plus de risque de gel. Couper les tiges juste avant la floraison, en laissant au moins quatre paires de feuilles. Le froid cause des dommages lorsque le basilic est exposé à une température inférieure à 10 °C (50 °F) au champ ou après la récolte. Récolter les champs deux fois par année, en commençant 80 jours après le semis. Échelonner les récoltes dans le champ pour assurer un approvisionnement constant.

Ciboulette

Diviser les plants de ciboulette après trois ans de culture pour les replanter ailleurs. Récolter en coupant les feuilles 3 à 5 cm (1 ¼ à 2 po) au-dessus de la surface du sol, au maximum trois ou quatre fois par année. Échelonner les récoltes dans le champ pour assurer un approvisionnement constant. Les feuilles fraîches sont vendues à une longueur de 15 à 20 cm (6 à 8 po). Retirer les tiges florales ou les feuilles flétries. Il existe de la machinerie pouvant récolter les grandes cultures, mais cette option n'est pas toujours économique dans les petites exploitations.

Citronnelle

Les semences de citronnelle germent plus facilement lorsqu'elles ne sont pas recouvertes. Assurer l'humidité du sol en continu durant la germination. Il peut être nécessaire de pailler ou d'utiliser des couvertures pour améliorer le taux de survie à l'hiver. Récolter en coupant le haut des feuilles, en laissant 5 cm (2 po) pour que le plant repousse. Éviter de meurtrir les feuilles durant la récolte.

Coriandre

Le temps chaud fait fleurir les plants de coriandre; couper la plante juste avant la floraison. Habituellement, on récolte la plante au complet pour prévenir le flétrissement. Réfrigérer les feuilles tout de suite après la récolte. Faire des semis successifs pour assurer une récolte continue de mai à octobre.

Estragon

Cultiver l'estragon dans un sol bien drainé. La première année, couper les plants quand ils atteignent une hauteur de 40 à 60 cm (16 à 24 po). On peut faire deux récoltes les années suivantes. Couper les plants 15 cm (6 po) au-dessus du sol.

Fenouil

Le fenouil cultivé comme fine herbe fraîche (fenouil officinal) a des exigences de production semblables à celles de l'aneth. Pour la culture de fenouil de Florence (bulbes), voir *Légumes de spécialité*, dans ce chapitre.

Lavande

Il est essentiel que le sol soit bien drainé pour que les plants survivent à l'hiver. On recommande d'utiliser des couvertures pour améliorer le taux de survie. Les cultivars de lavande vraie (*Lavandula angustifolia*) sont privilégiés pour la plupart des usages culinaires, mais on utilise parfois les cultivars de lavandin (*Lavandula x intermedia*) en cuisine dans les régions où la population est habituée à la haute teneur en camphre des épis floraux (ex. : Asie du Sud). La plante est souvent cultivée sur des bandes de toile de paillage noire rigide ou tissée séparées par des graminées pour réduire le désherbage manuel (Figure 7–94). Pour les épis floraux destinés à un usage culinaire, récolter au début de la floraison, à partir de la deuxième année de culture, quand les épis floraux (calices) sont parvenus à maturité, mais que moins de 10 % des fleurs (corolles) sont ouvertes. Les fleurs ouvertes sécheront et vireront au brun après la récolte, réduisant ainsi la qualité des épis floraux. Il existe des machines pouvant séparer les épis floraux de la tige après le séchage. Il est aussi possible d'utiliser de petits appareils de nettoyage des semences pour retirer les débris après ce processus. Entreposer les épis floraux dans des contenants scellés, à la noirceur, à une température inférieure à 5 °C (41 °F) pour prolonger la durée de conservation.



Figure 7–94. Rangs de plants de lavande cultivés sur du paillis plastique noir et graminées tondues entre eux

Après la récolte, il faut tailler la lavande pour l'aider à conserver sa forme arrondie et l'empêcher de se lignifier. En Ontario, on procède habituellement à cette taille au début août, au terme de la récolte. Retirer 33 à 50 % de matière verte à cette occasion.

Menthe

Cette plante est très envahissante. Faire une rotation avec une petite céréale tous les trois ans. Il est possible de récolter les feuilles en tout temps pour le marché du frais, au maximum deux ou trois fois par an. Il existe de nombreux types et espèces de menthe : vérifier que la variété cultivée cadre avec les préférences du marché. Les types les plus courants sont la menthe verte et la menthe poivrée. Comme ni l'une ni l'autre ne produit de semences viables, il faut établir le peuplement au moyen de boutures. La plante se répand par rhizomes souterrains. Un plant peut atteindre un diamètre de 1 m (39 po) en l'espace de deux ans.

Methi (feuilles de fenugrec)

Le methi est souvent vendu entier, en bottes, avant la floraison. Cultivé comme légumineuse, il peut fixer l'azote grâce à une association avec une bactérie appelée rhizobium. On ne sait pas si les souches de rhizobium sont les mêmes que celles présentes dans d'autres cultures de légumineuses (ex. : soya). Sans cette bactérie, la culture risque d'être moins vigoureuse et davantage vulnérable aux ravageurs. Les populations dans le sol peuvent croître au fil du temps, en cas de cultures successives de methi.

Origan et marjolaine

Récolter la première année de culture, au début de la floraison. Couper les plants à une hauteur de 15 à 20 cm (6 à 8 po), deux à quatre fois par année, mais moins souvent la première année. Interrompre la récolte durant la floraison. Échelonner les récoltes dans le champ pour assurer un approvisionnement plus constant. Diviser l'origan tous les trois à cinq ans. L'origan et la marjolaine sont deux espèces différentes du genre *Origanum* qui ont des exigences de production similaires. Vérifier si la variété cultivée cadre avec les préférences du marché.

Perilla

Placer les semences à une température de 5 °C (41 °F) pendant trois jours dans de la terre humide avant de semer. Comme elles ont besoin de lumière pour germer, ne pas recouvrir les semences après le semis et maintenir une humidité uniforme sur la surface. Les feuilles se flétrissant rapidement, on récolte souvent le plant complet pour limiter ce phénomène. Il est possible de récolter les feuilles individuellement et de les vendre pour un usage culinaire.

Persil

Planter dans un sol riche et profond. Commencer la récolte environ 75 jours après le semis. Pour le marché du frais, récolter à la main les feuilles matures pour les vendre en bottes. Laver et refroidir la récolte sans délai à une température de 0 à 2 °C (32 à 36 °F) et entreposer à un taux d'humidité relative élevé. Échelonner les récoltes dans le champ pour assurer un approvisionnement constant.

Romarin

Le romarin ne survit pas à l'hiver dans les champs de l'Ontario. Planter dans un site sec et bien drainé. Ne jamais récolter plus de la moitié du plant. Échelonner les récoltes dans le champ pour assurer un approvisionnement constant.

Sarriette des jardins

Il pourrait être nécessaire d'irriguer jusqu'à ce que la plante soit établie. La culture donne de meilleurs résultats dans un sol bien drainé. Couper juste au-dessus des branches les plus basses, au maximum deux fois par année. Échelonner les récoltes dans le champ pour assurer un approvisionnement constant.

Sarriette des montagnes

On considère parfois la sarriette des montagnes comme inférieure à la sarriette des jardins gustativement parlant, mais elle est plus robuste et supporte davantage la cuisson. Il faut diviser les

plants pour les changer de place tous les deux ou trois ans. Échelonner les récoltes dans le champ pour assurer un approvisionnement constant. Interrompre la récolte durant la floraison.

Sauge

Récolter les feuilles et les rameaux supérieurs à la fin de l'été ou au début de l'automne la première année de culture. Les récoltes tardives peuvent diminuer le taux de survie à l'hiver. Couper au-dessus de la portion ligneuse de la tige. Après la première année, on peut faire plusieurs récoltes par an. Échelonner les récoltes dans le champ pour assurer un approvisionnement plus constant. Interrompre la récolte durant la floraison. La culture durera quatre ou cinq ans, après quoi les plants deviendront trop ligneux.

Thym

Il est possible de faire deux coupes par année, soit juste avant la floraison et à la fin de l'été. On peut cultiver le thym comme une annuelle ou une vivace de courte durée. Les plantes matures se lignifient. Il pourrait être nécessaire d'installer des protections hivernales dans les régions froides. Échelonner les récoltes dans le champ pour assurer un approvisionnement plus constant. Interrompre la récolte durant la floraison. Après la première année de culture, la plante est cultivée comme une vivace.

Tableau 7–69. Principaux insectes, maladies et troubles physiologiques touchant les fines herbes en Ontario

Culture	Insectes, maladies et troubles physiologiques
Fines herbes de la famille de la carotte	
Toutes les fines herbes de la famille de la carotte	Papillon du céleri, cicadelles, pucerons, vers-gris, fonte des semis, chancre à *Itersonilia*. **NOTE :** Le chancre à *Itersonilia* touche surtout l'aneth, mais toutes les autres plantes de la famille de la carotte peuvent être atteintes.
Aneth (feuilles et fleurs)	Brûlure phoméenne, pourritures des racines et du collet
Coriandre	Tache bactérienne, thrips
Fenouil	Tache bactérienne
Persil	Charançon de la carotte, fausse-arpenteuse du chou, tache septorienne, alternariose, tache bactérienne
Fines herbes de la famille de la menthe	
Toutes les fines herbes de la famille de la menthe	Punaise à quatre raies, pucerons, cicadelles, tétranyque à deux points, punaise terne, cercopes. **NOTE :** La punaise à quatre raies s'attaque à la plupart des plantes de la famille de la menthe, mais ne pose pas problème dans les cultures annuelles, car les œufs ne peuvent pas survivre à l'hiver, sauf si une autre plante hôte vivace se trouve à proximité.
Basilic	Scarabée japonais, mildiou (*Peronospora belbahrii*), pourriture à sclérotes (*Sclerotinia sclerotiorum*), anthracnose (*Colletotrichum* sp.)
Citronnelle	Aucun ravageur détecté à ce jour.
Lavande	Punaise miride, tache septorienne (*Septoria lavandulae*), pourriture phytophthoréenne (*Phytophthora nicotinae*), pourriture des racines (*Pythium* et *Fusarium* spp.)
Menthe	Maladie du blanc (oïdium), rouille (*Puccinia menthae*), flétrissement verticillien (*Verticillium dahlia*)
Origan et marjolaine	Punaise miride, enrouleuses, brûlure phomopsienne
Perilla	Scarabée japonais
Romarin	Aucun ravageur détecté à ce jour.
Sarriette des jardins	Aucun ravageur détecté à ce jour.
Sarriette des montagnes	Aucun ravageur détecté à ce jour.
Sauge	Brûlure phomopsienne
Thym	Punaise miride
Autres fines herbes	
Ciboulette	Thrips, mineuses des feuilles, teigne du poireau, mouche de l'oignon, rouille (*Puccinia allii*). **NOTE :** Voir *Oignons, poireaux et échalotes* dans ce chapitre pour en savoir plus sur les ravageurs de la ciboulette.
Estragon	Pourritures du collet et des racines (ex. : *Rhizoctonia, Sclerotinia*)
Methi	Cicadelles (brûlure de la cicadelle), punaise terne, alternariose, pourritures des racines. **NOTE :** On appelle « brûlure de la cicadelle » les grandes lésions que cet insecte provoque en se nourrissant.

Lutte contre les ravageurs et les troubles physiologiques

Le Tableau 7–69 présente une liste des insectes, maladies et troubles physiologiques courants dans les cultures de fines herbes en Ontario. Ceux qui s'attaquent à toutes les plantes de la famille de la carotte ou de la menthe, sont indiqués dans une catégorie à part. Pour lutter contre la prolifération des ravageurs au champ, toujours faire une rotation avec des plantes qui ne sont pas de la même famille. Par exemple, pour une culture de fines herbes de la famille de la carotte, éviter d'inclure dans la rotation d'autres fines herbes ou plantes de la même famille, comme la carotte, le céleri, le panais et le céleri rave. Voir le chapitre 5 pour en savoir plus sur les ravageurs figurant au tableau qui ne sont pas décrits plus en détail dans cette section.

Maladies

Brûlures fongiques touchant les fines herbes

Plusieurs brûlures fongiques touchent les fines herbes en Ontario. Il n'existe pas toujours de diagnostic pour les différentes espèces de fines herbes, vu le peu d'études à ce sujet. Parmi les brûlures diagnostiquées, on compte la tache septorienne de la lavande (*Septoria lavandulae*), la tache septorienne du persil (*Septoria petroselini*), la brûlure phoméenne de l'aneth (*Phoma anethi)* et le chancre à *Itersonilia* touchant l'aneth et les autres fines herbes de la famille de la carotte (*Itersonilia perplexans*). Plusieurs autres n'ont été associées qu'à un genre, comme l'anthracnose du basilic, la brûlure phomopsienne de plusieurs fines herbes de la famille de la menthe (origan, sauge) et l'alternariose du methi.

Identification : Les symptômes des brûlures fongiques varient en fonction de la plante touchée et de l'agent pathogène en cause. Habituellement, ils prennent d'abord la forme de taches brunes arrondies ou irrégulières sur les feuilles ou les tiges, parfois ceinturées d'un halo jaune. Chez les fines herbes à feuilles étroites (aneth, fenouil, lavande ou persil frisé), les lésions peuvent pénétrer la surface foliaire de part en part, provoquant ainsi une nécrose du bout de la feuille (Figure 7–95). Les feuilles matures sont souvent les plus touchées, étant donné que le couvert végétal est plus dense dans le bas des plants, ce qui augmente l'humidité à cette hauteur et affaiblit les mécanismes de défense. Certains champignons pathogènes produisent des sporophores noires dans les lésions (ex. : *Septoria* spp., *Phomopsis* spp.) qui font apparaître de petites taches noires, généralement sur la face supérieure de la feuille.



Figure 7–95. Plant de persil frisé atteint de tache septorienne. En plus des lésions distinctes visibles, le bout des feuilles étroites s'est nécrosé quand le tissu foliaire a été pénétré de part en part.

Biologie : La maladie se déclare le plus souvent sur des feuilles et des tiges matures infectées dans le champ. Le vent peut transporter des spores provenant de zones sauvages, de cultures hôtes à proximité ou de sources plus éloignées. Il arrive que la maladie soit transmise par des semences ou plants de repiquage contaminés. Les spores germent sur les feuilles par temps humide et pénètrent dans le tissu foliaire si celui-ci reste humide suffisamment longtemps. Les périodes de rosée sont souvent assez longues pour causer l'infection, surtout durant la dernière moitié de l'été. Dans la plupart des cas, l'agent pathogène produit des spores asexuelles une ou deux semaines après l'infection, spores qui se propagent ensuite dans le champ. Dans des conditions idéales de développement de la maladie, sans mesures de protection, il est possible de complètement perdre la culture en l'espace de quelques semaines.

Dépistage et seuils : Aucun seuil d'intervention n'a été établi pour les brûlures fongiques chez les fines herbes. Comme ce sont les feuilles qui sont récoltées, la tolérance aux dommages est très faible. En faisant du dépistage régulièrement, il est possible de déceler les premiers signes d'infection avant que la maladie ne s'étende. Il peut être nécessaire d'envoyer des échantillons à un laboratoire de diagnostic pour faire identifier l'agent pathogène.

Moyens de lutte : Il est possible de réduire les conséquences des brûlures fongiques chez les fines herbes en adoptant les mesures de prévention suivantes :

- Acheter des semences ou plantules certifiées saines auprès d'un fournisseur réputé.
- Utiliser des cultivars qui ont une certaine résistance à la maladie, si possible.
- Éviter de planter des fines herbes dans des zones ombragées ou abritées, où les plants seront moins vigoureux et resteront humides plus longtemps.
- Espacer davantage les plants pour favoriser une bonne circulation de l'air dans le couvert végétal.

Selon la plante et la maladie en question, il peut exister des fongicides efficaces, qui doivent être employés de manière préventive dans les cultures où des brûlures fongiques ont déjà sévi.

Maladie du blanc (oïdium)

La maladie du blanc touche plusieurs herbes culinaires, dont la plupart des membres de la famille de la menthe et l'estragon. Comme les divers champignons en cause ne ciblent pas tous les mêmes fines herbes, la maladie ne se transmet pas nécessairement d'une herbe à une autre.

Identification : Habituellement, l'oïdium se présente d'abord sous forme de plaques blanches ou grises sur la face supérieure des feuilles, généralement dans le bas du plant (Figure 7–96). La feuille peut finir par en être entièrement recouverte. La maladie touche surtout la face supérieure des feuilles, mais le revers peut aussi être atteint. Les zones foliaires touchées finissent par devenir chlorotiques. Chez certaines espèces de menthe, la moisissure est parfois à peine visible. De plus, il se peut que des taches jaunes ressemblant au mildiou apparaissent, mais en Ontario, ce dernier n'est connu que pour s'attaquer aux cultures de basilic.



Figure 7–96. Lésions du blanc se formant sur la face supérieure d'une feuille de menthe verte

Biologie : L'agent pathogène se développe sur les feuilles, pénétrant les tissus foliaires pour se nourrir. Il produit des spores asexuelles (appelées « conidies ») qui sont dispersées par le vent. Différentes espèces de champignons peuvent causer la maladie, et chacune d'elles a de nombreux hôtes. C'est pourquoi il est impossible d'éviter que des spores de l'extérieur entrent dans le champ. Les plants sont surtout vulnérables quand ils subissent un stress; il n'est pas rare que de graves éclosions se produisent pendant un stress hydrique. Les spores peuvent infecter les tissus du plant en présence de grande humidité, mais il n'est pas toujours nécessaire que les feuilles soient humides pour qu'une infection se produise. L'agent pathogène hiverne sur des tissus de plants infectés.

Dépistage et seuils : La maladie est relativement facile à identifier. Il faut faire du dépistage régulièrement pour repérer les premières lésions à un stade où il est encore possible de maîtriser la maladie avec des fongicides. Aucun seuil d'intervention n'a été établi pour l'oïdium chez les fines herbes. Comme ce sont les feuilles du plant qui sont récoltées, le seuil de tolérance à la maladie est faible. Les feuilles matures étant touchées en premier, il est parfois possible de faire une récolte lorsque l'éclosion n'est pas trop grave.

Moyens de lutte : Comme l'oïdium touche plus durement les plants stressés, assurer une irrigation régulière et une fertilisation appropriée pour éviter tout stress. Favoriser une bonne circulation de l'air dans le couvert végétal pour réduire le taux d'humidité relative aux alentours des feuilles matures. Pour ce faire, on peut utiliser des champs ouverts et espacer davantage les plants dans les cultures touchées chaque année. Il faut appliquer des fongicides de manière préventive lorsque les conditions sont favorables à la maladie, mais surtout quand celle-ci est repérée au champ.

Mildiou du basilic

Diagnostiquée pour la première fois dans les champs de l'Ontario en 2010, la maladie provoque des dommages importants chaque année.

Identification : Des portions des feuilles, séparées par les nervures, prennent une teinte vert olive ou jaune (Figure 7–97). Des spores gris violacé sont visibles sur la face inférieure des portions atteintes tôt le matin (Figure 7–98). La feuille finit par jaunir complètement et tombe du plant. Sans mesures de

protection, la plante peut être entièrement défoliée dans les deux à trois semaines suivant l'apparition des premiers symptômes.

Biologie : La maladie est causée par l'oomycète (champignon aquatique) *Peronsopora belbahrii*, qui produit des spores se répandant dans l'air. Souvent, ces spores nous arrivent du Sud des États-Unis chaque année, mais peuvent aussi provenir de plants de repiquage cultivés en serre ou de plants produits en pépinière pour les jardins domestiques. Si l'agent pathogène entre dans la serre en mai, les conditions existantes ne favorisent généralement pas sa propagation, car le couvert végétal est grand ouvert et les périodes de rosée sont courtes en juin et au début juillet. Dans les champs commerciaux, les premiers symptômes se manifestent souvent entre le milieu et la fin de juillet, quand les périodes de rosée rallongent. Ils peuvent prendre de grandes proportions en août ou septembre, selon les conditions météorologiques. Souvent les spores réintègrent les serres à l'automne.



Figure 7–97. Portions d'une feuille de basilic jaunies par le mildiou



Figure 7–98. Spores gris violacé du mildiou sur le revers d'une feuille

Dépistage et seuils : Il ne faut pas tolérer le mildiou du basilic, vu le risque de propagation après l'apparition des symptômes et de poursuite de la progression de la maladie après la récolte. Il y a lieu de faire du dépistage régulièrement, durant toute la saison de végétation, pour repérer les premiers symptômes et vérifier que les mesures de protection sont efficaces. Lorsque des symptômes sont décelés dans le secteur, il faut appliquer des fongicides ciblant la maladie pour protéger les cultivars vulnérables.

Moyens de lutte : De nouveaux cultivars tolérants ou résistants à cet agent pathogène sont mis en marché. Pour les producteurs biologiques, ils constituent le seul moyen concret de lutter contre la maladie. En raison de croisements avec des plantes parentes moins attractives, les cultivars résistants pourraient ne pas présenter les caractéristiques recherchées par le marché que possèdent les cultivars plus anciens, mais cela ne risque de poser problème qu'auprès des clients connaisseurs. Des cultivars ayant une meilleure résistance continuent d'être mis en marché, mais on ne sait pas si cette résistance est stable. Ainsi, il est possible que l'agent pathogène parvienne à briser cette résistance avec le temps. Il ne faut donc pas relâcher la vigilance. À moins que le cultivar ne soit totalement résistant à la maladie, il demeurera nécessaire de faire des traitements fongicides, mais leur fréquence sera éventuellement réduite.

Pour les cultures de variétés vulnérables, utiliser des fongicides à action préventive en présence de conditions favorables au développement de la maladie. Employer des fongicides à action curative plus puissants lorsque des cas sont rapportés en Ontario ou que le couvert végétal commence à se fermer. Un grand espacement des plants peut retarder le développement de la maladie en production biologique.

Pourriture phytophthoréenne de la lavande

La pourriture phytophthoréenne pourrait bien être la maladie la plus destructrice dans les cultures de lavande en Ontario.

Identification : Vérifier s'il y a des plants qui, après avoir verdi au printemps, se flétrissent, pâlissent et finissent par mourir (Figure 7–99). La maladie progresse souvent sur le plant par sections, en nécrosant et en flétrissant certaines alors que d'autres restent saines. Elle se déclare également en conjonction avec des dommages causés par un gel printanier. On la distingue du gel par sa progression dans le rang, d'un plant à l'autre, par temps humide.



Figure 7–99. Progression de la maladie dans un rang de plants de lavande. On peut voir l'affaissement inattendu de portions du plant.

Biologie : La pourriture phytophthoréenne de la lavande est causée par l'oomycète (champignon aquatique) *Phytophthora nicotianae*. Cet agent pathogène a de nombreux hôtes, notamment d'autres cultures horticoles comme les fraises, le tabac et les poivrons et piments. L'oomycète produit des spores mobiles dans l'eau (appelées « zoospores ») qui peuvent nager dans tout endroit où l'eau s'accumule et à la surface de sols saturés. La maladie peut se déclarer n'importe quand en cours d'année par temps humide. Les éclosions les plus graves se produisent quand le sol demeure saturé de manière prolongée.

Dépistage et seuils : Il faut faire du dépistage en continu tant pour les nouveaux achats que pour les plants qui sont établis au champ, surtout après du temps humide. Aucun seuil d'intervention n'a été établi pour la pourriture phytophthoréenne en Ontario, car sa présence ne saurait être tolérée. Une fois la maladie présente au champ, elle peut se propager avec l'eau dans le sol, notamment dans les rampes d'irrigation.

Moyens de lutte : Dans la lutte contre la pourriture phytophthoréenne, il est essentiel de prévenir l'introduction de l'agent pathogène dans le champ. *Phytophthora nicotianae* ne semble pas pouvoir survivre au froid de l'hiver ontarien. Éviter de cultiver de la lavande tout de suite après une autre culture hôte quand la maladie s'est déjà déclarée au champ. Acheter des plants auprès d'un propagateur réputé qui surveille la maladie et exécute un programme d'assainissement approprié. Si les plants proviennent d'une source moins fiable, placer les plants en quarantaine hors du champ pendant deux semaines pour voir si certains se flétriront subitement, même dans un sol humide. Faire tester les plants dans un laboratoire de diagnostic pour déterminer si *Phytophthora* est en cause. Détruire les plants ou plateaux de plantules atteints et mettre le reste en quarantaine pendant deux autres semaines si la présence de *Phytophthora* est confirmée.

Le meilleur moyen d'éviter que l'agent pathogène se retrouve dans le champ est de garder le système racinaire au sec toute l'année en améliorant le drainage. Si des symptômes apparaissent dans le champ, éliminer les plants touchés. Comme ceux à proximité pourraient être déjà infectés, retirer au moins un plant voisin dans chaque direction sur le rang. Ne pas replanter de lavande au même endroit pendant au moins un an pour s'assurer que l'agent pathogène n'est plus présent. En effet, en Ontario, il peut disparaître après un ou deux ans de temps froid, contrairement aux régions au climat chaud où il faut abandonner le champ s'il est touché. Ainsi, il est possible de replanter de la lavande sans problème, mais il faut ensuite surveiller constamment les champs, en particulier après du temps pluvieux.

Tache bactérienne (coriandre, persil et fenouil)

Même si la tache bactérienne touche principalement les cultures de coriandre en Ontario, le persil et le fenouil peuvent aussi être atteints. La maladie est causée par différents pathovars (souches) de *Pseudomonas syringae* qui, selon ce qui a été rapporté, ne toucheraient que la coriandre, le persil, le fenouil et le céleri.

Identification : La maladie provoque l'apparition de lésions circulaires caractéristiques qui finissent par converger, leur donnant une forme irrégulière (Figure 7–100). Leurs bords sont souvent foncés. Les lésions nouvellement formées ont un aspect aqueux. Parfois, l'ensemble de la feuille finit par mourir.



Figure 7–100. Lésions de la tache bactérienne sur un plant de coriandre

Biologie : La maladie se transmet principalement par des semences infectées. Les éclaboussures d'irrigation par aspersion ou de pluie font passer l'agent pathogène d'un plant à un autre. Une fois présent au champ, il peut survivre dans le sol, sur des résidus de récolte.

Dépistage et seuils : Aucun seuil d'intervention n'a été établi pour cette maladie en Ontario. Comme elle touche la portion récoltée du plant, on doit adopter une approche de tolérance zéro, ou presque zéro.

Moyens de lutte : Une fois la culture infectée, il existe peu de produits homologués pour éradiquer la maladie, voire aucun. Les principaux moyens de réduire les symptômes sont de prévenir son entrée dans le champ et sa propagation. Acheter des semences exemptes de l'agent pathogène. Toujours faire une rotation avec des cultures ne servant pas d'hôtes après la plantation de fines herbes pour voir à ce que l'agent pathogène ne puisse pas survivre sur d'autres plantes hôtes. Bien que la coriandre soit la culture la plus touchée, d'autres espèces de la famille de la carotte – comme le persil, le fenouil et le céleri – peuvent faire croître les populations de l'agent pathogène, même si elles présentent moins de symptômes. Si la maladie est présente au champ, éviter d'irriguer par aspersion pour limiter la propagation. Ne pas trop épandre d'engrais azotés, car cela semble augmenter la vulnérabilité de la culture à cette maladie.

Insectes

Punaise à quatre raies

La punaise à quatre raies s'attaque à la plupart des fines herbes de la famille de la menthe, mais cible principalement les espèces vivaces. Il est rare de trouver ce ravageur dans les autres cultures agricoles.

Identification : De petites rangées d'œufs blancs hivernent dans des fissures sur le côté de la tige (Figure 7–101). Du milieu à la fin de mai, les œufs éclosent, après quoi l'insecte passe par quatre stades de nymphe. Aux premiers instars, la nymphe est le plus souvent de couleur rouge pâle à vif et très petite, soit d'une longueur de 1 à 2 mm (moins de ⅛ po). Durant son développement, des bourgeons alaires noirs se forment, et elle devient donc rouge et noire. Aux derniers instars, sa couleur rouge va d'ordinaire se ternir. Les adultes sont des insectes jaunes ou vert terne de 7 mm (¼ po) de longueur comportant quatre stries noires sur le dos.

Dommages : À tous les stades de son développement, l'insecte se nourrit en suçant les feuilles et les tiges et se déplace constamment, provoquant l'apparition d'une série de taches brunes circulaires sur les feuilles et de lésions allongées sur les tiges. Ces dommages peuvent être confondus avec des symptômes de maladie. Ils se concentrent en majeure partie sur les nouveaux tissus au bout des pousses. Sur les jeunes feuilles, ils peuvent causer un enroulement et des déformations. Les dommages sont surtout esthétiques et n'entraînent pas de grande perte de rendement, mais diminueront la qualité marchande des fines herbes fraîches et nuiront à l'attrait des plants de lavande pour l'agrotourisme.

Biologie : Les œufs éclosent entre le milieu et la fin de mai. Il faut une semaine aux nymphes pour passer à l'instar suivant. Les adultes apparaissent entre le milieu et la fin de juin. Ils se nourrissent quelques semaines avant de s'accoupler. Les femelles pondent dans des fissures sur le côté des tiges vertes. L'insecte produit une seule génération par année et cesse de se nourrir à la mi-juillet jusqu'au printemps suivant.

Dépistage et seuils : Commencer le dépistage à la mi-mai, avant l'éclosion prévue des œufs. Les symptômes les plus manifestes au départ sont les jeunes feuilles tordues brunissantes à l'extrémité des nouvelles pousses. Aucun seuil d'intervention n'a été établi pour la punaise à quatre raies chez les fines herbes. Même si les plants peuvent supporter des dommages importants, la qualité marchande de la plupart des fines herbes s'en trouvera réduite. C'est pourquoi, même en faible nombre, l'insecte peut causer des pertes économiques.

Moyens de lutte : Comme les œufs passent l'hiver sur le côté des tiges, les fines herbes annuelles de la famille de la menthe ou les espèces vivaces cultivées comme des annuelles subiront peu de dommages, sauf si des hôtes vivaces se trouvent à proximité. La punaise à quatre raies s'attaque aussi à de nombreuses plantes vivaces de la famille des astéracées, comme les asters et les marguerites, que l'on trouve couramment dans les pâturages, sur le bord des routes et le long de clôtures. Éviter de planter des fines herbes annuelles de la famille de la menthe près du bord du champ ou de cultures vivaces servant d'hôte.

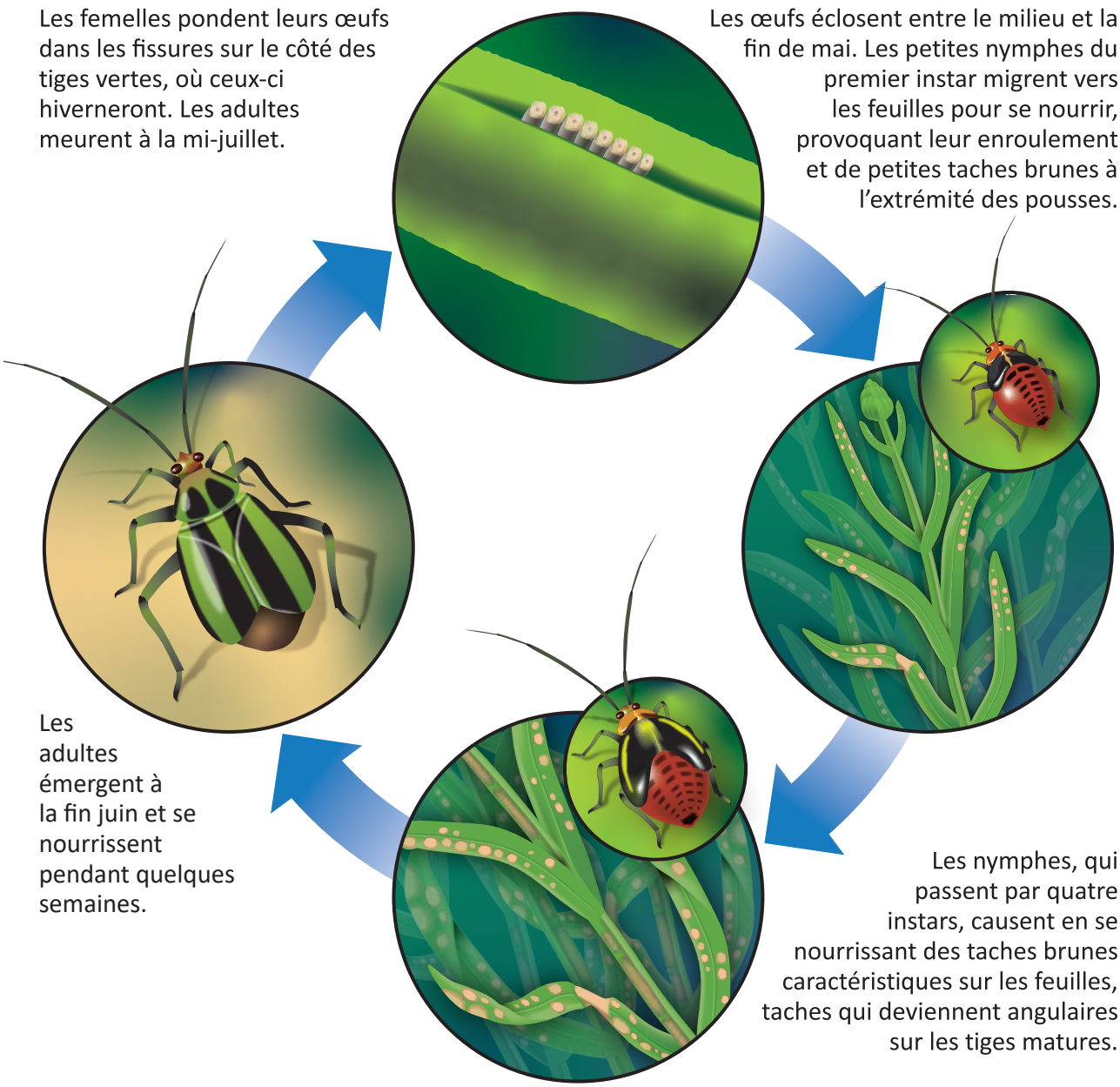


Figure 7–101. Cycle de vie de la punaise à quatre raies sur la lavande

Pour les vivaces servant d'hôte, si vous taillez déjà le plant dans le cadre de votre programme d'entretien régulier (ex. : tailler la lavande pour empêcher la lignification), le retrait et le compostage des retailles peuvent éliminer une partie des grappes d'œufs dans le champ. Pour les espèces vivaces caduques (menthe, citronnelle) – la biomasse aérienne meurt l'hiver et de nouvelles pousses sortent du sol au printemps –, le retrait manuel des tiges mortes à la fin de l'automne ou au printemps peut diminuer les populations l'année suivante. Il est possible de brûler les tiges mortes au champ en utilisant des torches servant normalement au désherbage.

Les insecticides peuvent contribuer à réduire les populations, mais il faut les appliquer durant le premier ou le deuxième instar, où l'insecte est le plus vulnérable. Lorsque les dommages sont manifestes dans le champ, il est généralement trop tard pour lutter contre ce ravageur. Il est essentiel de faire du dépistage pour repérer rapidement la punaise à quatre raies et pouvoir faire un traitement au stade approprié.

Punaise miride

La punaise miride (*Microtechnites bractatus*) est un ravageur qui sévit parfois lourdement dans les cultures de lavande et éventuellement d'autres plantes vivaces de la famille de la menthe, surtout quand des paillis plastique noirs sont employés, la chaleur accélérant vraisemblablement le développement de l'insecte et favorisant la production d'un plus grand nombre de générations chaque année.

Identification : Les nymphes de la punaise miride passent par cinq instars (stades). Elles sont vert pâle durant les quatre premiers (Figure 7–102), et vert foncé au dernier. Les insectes adultes sont noirs et ont des pattes arrière proéminentes dont ils se servent pour sauter (Figure 7–103). Leur façon de sauter et leur apparence font penser aux altises, mais contrairement à ces dernières, la punaise a des antennes plus longues que son corps. Les adultes ont une longueur d'environ 2 mm (⅛ po).

Dommages : Les dommages prennent la forme de petites taches blanches ou jaunes sur les feuilles (Figure 7–104).

Biologie : La punaise miride fait partie de l'ordre *Hemiptera* (punaises). Les œufs hivernent dans les tiges ou les feuilles et éclosent en mai. Les nymphes passent ensuite par cinq instars, à un rythme d'environ un par semaine. Les adultes s'accouplent, puis les femelles pondent leurs œufs sur les plants. Ces œufs éclosent en deux semaines, et le cycle se poursuit. L'insecte produit chaque année plusieurs générations se chevauchant. On peut observer tous les stades de développement du ravageur sur un même plant à partir du début de l'été.

Dépistage et seuils : La punaise miride fait apparaître de petites taches foliaires blanches, d'abord sur les feuilles situées au centre du couvert végétal. Aucun seuil d'intervention n'a été établi. Les plants peuvent supporter des dommages importants, mais on sait que les populations de l'insecte vont grimper et, à la fin de l'été, les plants seront gravement affaiblis. Une fois les dommages manifestes même à distance, il peut être nécessaire de prendre des mesures pour maîtriser ce ravageur. Comme les nymphes et les insectes adultes, de par leur petite taille, sont difficiles à repérer dans le couvert végétal, le meilleur moyen de les trouver est de secouer vigoureusement le plant au-dessus d'une feuille de papier blanc.

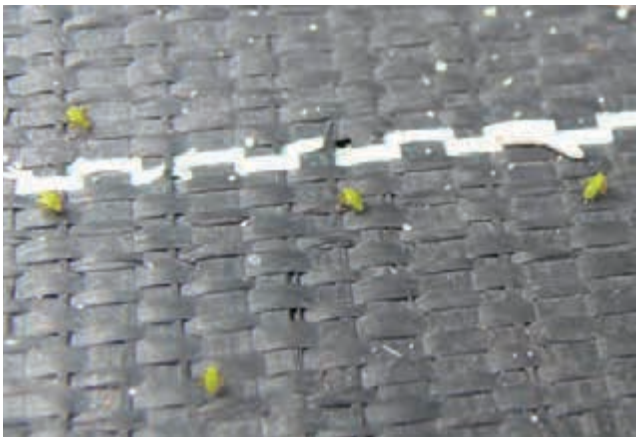


Figure 7–102. Nymphes de punaise miride au premier instar



Figure 7–103. Punaise miride adulte



Figure 7–104. Petites taches blanches sur les feuilles du couvert végétal causées par l'activité alimentaire de la punaise miride

Moyens de lutte : Il existe peu de moyens de lutter contre ce ravageur dans les cultures de fines herbes. Les insecticides servant à maîtriser d'autres punaises (ex. : punaise à quatre raies ou punaise terne)

peuvent réduire les populations si l'on fait plusieurs applications au cours de la saison de végétation.

Scarabée japonais (basilic et perilla)

Le scarabée japonais est un insecte envahissant qui est maintenant largement répandu dans une grande partie du Sud et de l'Est de l'Ontario. Les adultes peuvent se nourrir pendant longtemps, causant ainsi des dommages foliaires et la défoliation de nombreuses plantes hôtes. Le basilic semble être une de ses cibles de choix, mais des dommages au perilla ont aussi été rapportés. De plus, ce ravageur peut, à l'occasion, causer des dommages mineurs dans d'autres cultures de fines herbes.

Identification : La tête et le thorax de l'insecte adulte sont d'un vert lustré métallique caractéristique, tandis que les ailes sont couleur cuivre. Les larves sont des vers blancs présents dans le sol sous la pelouse et dans les zones naturelles.

Dommages : Le scarabée japonais se nourrit généralement des feuilles les plus hautes dans le couvert végétal, laissant ainsi des trous irréguliers dans les feuilles.

Biologie : L'insecte hiverne sous forme de larve et entre en pupaison à la fin du printemps. Il émerge vers la fin juin ou au début juillet et se nourrit jusqu'à la fin août, voire début septembre. Les adultes s'accouplent au courant de l'été, et les femelles pondent des œufs dans le gazon ou des zones naturelles où les larves peuvent se nourrir de racines.

Dépistage et seuils : Le scarabée japonais laisse des dommages distinctifs dans les cultures de fines herbes : aucun autre ravageur ne crée de trous et de traces de morsure irrégulières principalement sur les feuilles en hauteur. Il finit par ne rester que les nervures foliaires, ce qui donne aux feuilles l'allure de squelettes. Comme ce sont les pousses foliaires des fines herbes qui sont vendues, ces cultures tolèrent très peu les dommages de ce ravageur, mais aucun seuil d'intervention n'a été établi.

Moyens de lutte : Peu d'insecticides permettent de maîtriser le scarabée japonais dans les cultures de fines herbes, voire aucun. D'ordinaire, il est impossible de lutter contre les larves, car elles se trouvent souvent hors du champ.

Il existe des pièges à phéromones qui réduisent les populations, mais selon certaines études, ces outils pourraient en fait attirer plus d'insectes adultes et accroître les dommages. Pour bien fonctionner, les pièges doivent être installés loin du champ. Comme les adultes repèrent la plante hôte grâce à leur odorat, si les pièges sont installés en direction du vent à l'extérieur du champ, ils peuvent attirer et emprisonner les adultes hors de la zone de culture. Les pièges peuvent se remplir d'insectes rapidement; il faut donc les remplacer régulièrement pour qu'ils demeurent efficaces.

Éviter de planter des fines herbes vulnérables près de grandes étendues de gazon (ex. : pelouses, vergers, pâturages, bord de route) où des larves pourraient se trouver. Néanmoins, les adultes sont en mesure de voler sur de longues distances et pourraient quand même repérer la culture, même s'ils se trouvent loin. Comme certains cultivars sont parfois plus ciblés que d'autres, en essayer différents quand les autres mesures de lutte ne fonctionnent pas.

Haricots

(Haricots mange-tout [haricot vert et haricot beurre], haricot de Lima, edamame et haricot kilomètre)



De la plantation à la récolte : Haricots mange-tout (vert et beurre) : 50-60 jours; Haricot de Lima : 70-90 jours; Haricot kilomètre : 65 jours; Edamame : 85-95 jours



Figure 7–105. Stades de développement des haricots et calendrier d'activité des ravageurs. La période réelle d'activité des ravageurs varie considérablement d'une année à l'autre selon des facteurs environnementaux.

Exigences de production

Types de sol :	La plupart des types de sols sauf les loams argileux très lourds
pH du sol :	6,1 à 6,5
Cultures recommandées dans la rotation :	Céréales, maïs sucré, piments, poivrons, tomates
Cultures déconseillées dans la rotation :	Brassicacées, canola, haricots comestibles, pois, soya
Température minimale du sol :	Haricot mange-tout – 13 °C (50 °F) Haricot de Lima – Plus de 15 °C (59 °F) Edamame – Plus de 10 °C (50 °F) Haricot kilomètre – 16 °C (61 °F)
Température optimale de l'air :	16 à 21 °C (61 à 70 °F)
Date de semis la plus précoce :	Haricot mange-tout et edamame – Début à la fin mai Haricot de Lima et haricot kilomètre – Fin mai

Croissance

Les haricots mange-tout (haricot vert et haricot beurre), le haricot de Lima, l'edamame et le haricot kilomètre sont tous cultivés en Ontario. Pour les haricots mange-tout et de Lima, les marchés les plus importants sont ceux de la transformation (congélation et mise en conserve). L'edamame peut être cultivé pour la transformation ou le marché du frais, en gousse entière ou écossé. On a également réussi à cultiver le haricot kilomètre dans la province.

La culture des haricots mange-tout commence généralement à la mi-mai et se poursuit de manière séquentielle jusqu'au début juillet. Certaines cultures destinées à la transformation peuvent être semées jusqu'à la fin juillet, voire début août. La succession des semis est généralement déterminée par la levée de la plantation précédente ou par le passage à des cultivars qui mettent plus de temps à arriver à maturité. Auront également un effet sur la planification des cultures les attentes du marché et la capacité d'entreposage ou encore le calendrier d'activité du transformateur.

Le haricot kilomètre tolère mieux les températures élevées que ses cousins. Des tuteurs ou des treillis sont nécessaires pour produire des haricots longs et droits et pour faciliter la récolte.

Pour en savoir plus, voir la Figure 7–105 *Stades de développement des haricots et calendrier d'activité des ravageurs.* Entre la levée et le développement de la troisième feuille trifoliée et durant la floraison, il est particulièrement important de lutter contre les divers ravageurs (insectes, maladies). Entre la levée et le développement de la troisième feuille trifoliée, il est aussi important de maîtriser les mauvaises herbes. Il faudra également s'occuper des plantes adventices plus tardives, comme la morelle ou l'amarante, pour éviter les problèmes de contamination dans les cultures de haricots destinés à la transformation.

Semis et espacements

Pour les haricots de transformation, c'est le transformateur qui sélectionne le cultivar. Les variétés d'edamame diffèrent des cultivars standard du soya. Consulter les semenciers de légumes pour connaître les cultivars recommandés pour le climat de l'Ontario.

Pour les haricots mange-tout et les haricots de Lima récoltés mécaniquement, il faut égaliser le sol pour minimiser les pertes pendant la récolte et prévenir la contamination du produit par les résidus de récolte. Les dates de semis sont déterminées par l'humidité du sol et la température, particulièrement en début de saison, quand le sol se réchauffe. Ont également une incidence sur les dates de semis la demande prévue du marché et le calendrier d'activité du transformateur. Pour les cultures destinées à la transformation, c'est le transformateur qui détermine ces dates.

Un sol froid au moment des semis nuit au taux de germination et à la vigueur des plantules. Il est aussi propice à la pourriture des semences ou à la prolifération d'insectes ravageurs dans le sol. Dans de bonnes conditions, les semences germent habituellement au bout de 6 à 10 jours. Les haricots sont sensibles au gel. Des températures de 0 °C (32 °F) ou moins peuvent endommager les jeunes plantules.

La distance entre les rangs et le taux de semis diffèrent selon le type de haricot, la méthode de récolte, le cultivar et la taille des semences. Pour les cultures destinées à la transformation, c'est le transformateur qui détermine le taux de semis. Ajuster le taux de semis selon le nombre de semences et le taux de germination prévu. Le pourcentage de germination est habituellement indiqué sur l'emballage des semences. Voir le Tableau 7–70.

Tableau 7–70. Distances de plantation des haricots

LÉGENDE : – = information non disponible

Culture	Distance entre les rangs	Espacement sur le rang	Profondeur	Taux de semis	Population (graines par acre)
Haricots mange-tout (cueillette manuelle)	75-90 cm (30-36 po)	5-10 cm (24 po)	2,5-4 cm (11 ⅔ po)	45-90 kg/ha (40-80 lb/acre)	50 000-100 000
Haricots mange-tout (récolte mécanique)	50-75 cm (20-30 po)	5 cm (2 po)	2,5-4 cm (11 ⅔ po)	78-112 kg/ha (70-100 lb/acre)	100 000-120 000
Haricot de Lima	75 cm (30 po)	5 cm (2 po)	2,5-5 cm (12 po)	101-112 kg/ha (90-100 lb/acre)	85 000-100 000
Edamame	18-75 cm (7-30 po)	10-20 cm (4-8 po)	2,5-5 cm (12 po)	–	–
Haricot kilomètre	60-150 cm (24-60 po)	15-40 cm (6-16 po)	–	–	–

Inoculation

Dans les champs où le soya a déjà été cultivé, il n'est généralement pas nécessaire de procéder à une inoculation pour les haricots mange-tout. Il existe peu de données à l'appui d'inoculants de rhizobiums spécifiques à ces variétés. Le haricot kilomètre devrait être inoculé avec *Bradyrhizobium* sp. s'il est implanté pour la première fois dans un champ. En général, les légumineuses n'ont pas un système racinaire robuste, ce qui réduit la nodulation. La courte durée de croissance et de maturation de ces cultivars limite également leur possibilité à fixer de grandes quantités d'azote atmosphérique.

Pour connaître les recommandations quant aux apports en azote pour les haricots mange-tout, voir *Fertilisation*, aussi dans *Haricots*.

Fertilisation

Macronutriments

Azote

Pour les haricots mange-tout, épandre 30 à 40 kilogrammes d'azote par hectare (27 à 36 lb/acre), soit à la volée avant le semis, soit en bandes au semoir. Des études menées dans des régions productrices du haricot de Lima, comme le Delaware, montrent qu'il pourrait être nécessaire d'en appliquer davantage.

Pour l'application en bandes, épandre l'engrais à 5 cm (2 po) au-dessous et à côté des semences. Épandre l'azote en bandes latérales uniquement si le feuillage présente des symptômes de carence ou si une analyse de tissus végétaux confirme cette hypothèse. L'excès d'azote surstimule la production de feuilles, ce qui nuit à la croissance uniforme des haricots et augmente l'incidence des maladies.

Pour les haricots mange-tout, on déconseille habituellement l'utilisation d'engrais de type « Pop-up » ou les applications en même temps que le semis.

Réduire la fertilisation azotée après un apport de fumier ou d'engrais vert de légumineuses. Voir les Tableau 1–12 et le Tableau 1–13, au chapitre 1.

Phosphore et potassium

Faire analyser le sol pour déterminer les besoins en phosphore et en potassium. Voir le Tableau 7–71 et le Tableau 7–72.

Tableau 7–71. Besoins en phosphore des haricots

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en phosphore évaluée par extraction au bicarbonate de sodium (ppm)													
	0-3	4-5	6-7	8-9	10-12	13-15	16-20	21-25	26-30	31-40	41-50	51-60	61-80	81 ou plus
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	80 (71) (EE)	60 (54) (EE)	50 (45) (EE)	40 (36) (EE)	30 (27) (EM)	20 (18) (EM)	0 (EF)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (ETF)	0 (ETF)	0 (ETF)	0 (EN)	0 (EN)

Tableau 7–72. Besoins en potassium des haricots

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en potassium évaluée par extraction à l'acétate d'ammonium (ppm)											
	0-15	16-30	31-45	46-60	61-80	81-100	101-120	121-150	151-180	181-210	211-250	251 ou plus
Potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	120 (107) (EE)	110 (98) (EE)	90 (80) (EE)	80 (71) (EE)	60 (54) (EM)	40 (36) (EM)	30 (27) (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (ETF)	0 (ETF)	0 (EN)

Oligo-éléments

L'efficacité des apports d'engrais contenant des oligo-éléments varie beaucoup selon les cultures. Voir *Oligo-éléments*, au chapitre 1.

Bore

Il faut éviter de cultiver des haricots, qui sont très sensibles à la toxicité du bore, dans des champs où cet oligo-élément a été épandu la saison précédente, par exemple après des brassicacées, du céleri ou du rutabaga.

Manganèse

Les haricots sont sujets aux carences en manganèse, surtout dans les sols dont le pH est supérieur à 6,5. On observe alors un jaunissement des feuilles, tandis que les nervures, elles, restent vert foncé. Il faut remédier à cette carence, dès l'apparition des premiers symptômes, en pulvérisant du manganèse sur le feuillage. Il est déconseillé de l'épandre au sol, puisque cela nécessiterait de grandes quantités d'engrais.

Zinc

Les carences en zinc sont rares dans la plupart des types de sols de l'Ontario, excepté les loams sableux grossiers et les zones érodées. Le zinc n'est pas mobile dans le plant; les symptômes de carence se manifesteront donc sur les premières pousses. Chercher des tissus végétaux vert pâle entre les nervures et des feuilles aux pointes et aux bords jaunis. Corriger les carences en pulvérisant du sulfate de zinc sur le feuillage. Les applications au sol sont inefficaces.

Analyse de tissus végétaux

Utilisée en association avec une analyse de sol, l'analyse de tissus végétaux apporte des indications utiles pour diagnostiquer des troubles de croissance ou évaluer un programme de fertilisation. L'analyse des tissus végétaux ne peut remplacer ni l'analyse de sol ni un bon programme de fertilisation du sol.

Pour l'échantillonnage, prendre la dernière feuille trifoliée à s'être entièrement formée. Fournir au laboratoire au moins 20 feuilles (250 g de matière fraîche) par échantillon. Lorsqu'on prend un échantillon dans une zone problématique, il est souvent utile d'en prendre un autre dans une zone saine pour pouvoir comparer. Pour en savoir plus, voir le Tableau 7–73.

Tableau 7–73. Teneurs en éléments nutritifs des haricots mange-tout

Moment de l'échantillonnage	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
	Pourcentage (%)						Parties par million (ppm)					
Avant la floraison	3-4	0,3-0,5	2-3	0,8-1,5	0,25-0,45	0,2-0,4	25-200	20-100	20-40	15-40	5-10	0,4
Pleine floraison	2,5-4	0,2-0,4	1,6-2,5	0,8-1,5	0,26-0,45	0,2-0,4	25-200	20-100	20-40	15-40	5-10	0,4

Adaptation de HOCHMUTH G., et coll. *Plant Tissue Analysis and Interpretation for Vegetable Crops in Florida*, University of Florida, IFAS Extension, nº HS964, 2018.

Irrigation

Les haricots sont moyennement sensibles à l'irrigation. Bien qu'on n'irrigue habituellement pas les haricots de transformation, les cultures destinées au marché du frais pourraient profiter d'un apport hydrique supplémentaire.

Effets du stress hydrique : Coulure (fleurs et jeunes fruits), Mauvaise grenaison, Malformation des cosses

Période critique d'irrigation : Floraison et établissement des cosses

Profondeur d'enracinement : 30 à 60 cm (12 à 24 po)

Si le taux d'humidité disponible dans la zone racinaire atteint 50 % pendant la période critique d'irrigation, un arrosage peut contribuer à préserver le rendement et la qualité des cultures. Avec un système d'irrigation par aspersion, il faut être prudent pendant la floraison : une humidité excessive pourrait favoriser le développement de la pourriture à sclérotes.

Pour en savoir plus sur la programmation de l'irrigation, voir *Les pratiques de gestion optimales : Gestion de l'irrigation* (publication nº BMP08E) et la fiche technique du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales (MAAARO) *Surveiller l'humidité du sol pour améliorer les décisions d'irrigation*.

Récolte

Pour les cultures destinées à la transformation, c'est le transformateur qui détermine le calendrier de récolte. Les haricots mange-tout sont normalement récoltés environ 14 jours après la pleine floraison; les graines sont encore immatures (stade de développement R4), et les cosses sont en principe assez uniformes en taille et en maturité. Le marché est quasi-intransigeant sur l'intégrité des cosses, des feuilles et des tiges de haricot. Tant les produits de transformation que les productions à large échelle de cultures destinées au marché du frais sont récoltés mécaniquement avec une récolteuse, en une seule fois.

La récolte du haricot de Lima se fait entre 45 et 50 jours après le début de la floraison.

On récolte l'edamame une fois qu'il a atteint le stade de développement R6. Les graines sont entièrement formées à l'intérieur des cosses, qui elles sont encore vertes et immatures.

On peut récolter le haricot kilomètre à la main tous les un à trois jours, selon la température ambiante et les préférences du marché. Les caractéristiques démographiques du marché détermineront le stade de maturité voulu. Ces haricots sont habituellement vendus en bottes, liés au pédoncule.

Rendements moyens des haricots mange-tout (de transformation) : 9,4 tonnes métriques/ha (4,2 tonnes américaines/acre)

Entreposage

Refroidir les haricots le plus tôt possible après la récolte. Les méthodes de refroidissement par air pulsé et à l'eau glacée conviennent bien aux haricots mange-tout et de Lima. Voir le Tableau 7–74. Prendre garde aux dommages causés par le froid, particulièrement avec les haricots mange-tout et le haricot kilomètre, qui ont besoin de températures d'entreposage légèrement plus élevées que les autres. Le froid peut provoquer un roussissement et des taches déprimées et rendre le haricot liégeux.

Tableau 7–74. Conditions d'entreposage des haricots

Variété	Température d'entreposage	Humidité relative	Durée
Haricots mange-tout	7-10 °C (45-50 °F)	95 %	7-10 jours
Haricot de Lima	3-5 °C (37-41 °F)	95 %	5-7 jours
Edamame	0-2 °C (32-36 °F)	90-95 %	5-7 jours
Haricot kilomètre	4-7 °C (39-45 °F)	90-95 %	7-14 jours

Lutte contre les ravageurs et les troubles physiologiques

Voir la Figure 7–105 *Stades de développement des haricots et calendrier d'activité des ravageurs*.

Maladies

Alternariose ou roussissement
Alternaria alternata

Identification : Des mouchetures aqueuses se forment sur les feuilles, mais elles sont si discrètes qu'elles passent souvent inaperçues. Les symptômes sont plus apparents sur les cosses, où se développent de petites taches orange, rouille ou brunes. Ces symptômes deviennent souvent visibles juste avant la récolte, habituellement à la fin août et en septembre.

Biologie : Le champignon survit sur des résidus de récolte dans le sol et sur des mauvaises herbes. Ses spores peuvent être propagées par le vent ou les éclaboussures de pluie. L'infection peut se déclencher lorsque les feuilles sont humides pendant environ quatre heures. Elle peut être particulièrement grave après une averse isolée ou la rosée lors des matins frais d'août.

Les atteintes graves sont souvent associées à des périodes de stress survenant soit par temps frais et humide, soit par temps chaud et sec. Bien que les symptômes apparaissent sur les cosses matures à la fin de la saison de végétation, des données montrent que l'infection se produit d'abord sur les fleurs, les cosses immatures et les feuilles. Le champignon reste ensuite inactif jusqu'à ce que la plante atteigne une certaine maturité.

Moyens de lutte : Effectuer une récolte précoce pour éviter l'apparition des symptômes et la perte de qualité qui s'ensuit. La sensibilité à l'alternariose diffère grandement entre les cultivars de haricots mange-tout, les cultivars jaunes semblant très vulnérables.

Anthracnose du haricot
Colletotrichum lindemuthianum

Identification : L'anthracnose se manifeste d'abord par des taches brun rougeâtre tirant sur le mauve le long des nervures de la face inférieure des feuilles. Les infections graves se propagent sur la face supérieure des feuilles où des lésions brunes plus grosses et de forme irrégulière apparaissent. Les lésions de la tige et du pétiole sont de forme circulaire à elliptique, ceinturées d'une bordure rouge foncé à brune.

Les infections de la cosse se présentent comme de petites mouchetures brunes, qui, en grossissant, deviennent circulaires et creuses. Ces lésions, dont le centre est souvent brun pâle, sont ceinturées d'une marge plus foncée. On peut observer de petites spores noires (appelées « acervules ») au centre de la lésion. Dans des conditions très humides, ces spores deviennent rosées.

Biologie : L'anthracnose se propage par les semences infectées et les résidus de récolte. En revanche, la bactérie survit mal sur les résidus de récolte. Le vent et une humidité relative d'au moins 92 % sont propices à l'infection. La propagation se fait surtout autour de 17 °C (63 °F), même si les spores sont produites à n'importe quelle température entre 13 et 26 °C (55 et 79 °F).

Moyens de lutte : Utiliser seulement des semences certifiées. Éviter la rotation avec d'autres cultures hôtes, dont les haricots secs comestibles et les pois. Éviter de travailler dans les champs quand ils sont humides. Même lorsque peu présente, l'infection peut se répandre rapidement par les machines agricoles ou le va-et-vient des travailleurs. Cette maladie ne pose habituellement pas de problème notable pour les cultures de haricots mange-tout et de Lima.

Brûlures bactériennes des haricots (Graisse bactérienne commune, graisse bactérienne à halo ou tache aréolée, graisse bactérienne ou tache brune bactérienne)

Xanthomonas axonopodis pv. *phaseoli*, *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*, *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*

Identification : Au champ, ces trois maladies bactériennes sont difficiles à distinguer l'une de l'autre. Chercher, sur les tissus foliaires, des lésions nécrosées rouge-brun, aux formes anguleuses et irrégulières, souvent entourées d'une auréole jaune. Les zones infectées grossissent et s'amalgament souvent pour former, entre les nervures, de grandes taches brunes et sèches.

On voit apparaître sur les cosses infectées des lésions aqueuses circulaires, qui finissent par sécher, s'enfoncer et prendre une teinte brun rougeâtre (Figure 7–106). Dans des conditions très humides, les lésions peuvent suinter un bouillon bactérien sporuleux. Les cosses touchées sont souvent tordues ou pliées au site des lésions.



Figure 7–106. Symptômes de maladies bactériennes sur les feuilles et les cosses de haricot

Biologie : La graisse bactérienne (*P. syringae* pv. *syringae)* se voit le plus souvent chez le haricot de Lima. La bactérie survit à l'hiver dans des résidus de récolte. La graisse bactérienne commune (*X. axonopodis* pv. *phaseoli)* se transmet par des semences infectées. Elle apparaît par temps chaud et humide, entre 25 et 30 °C (77 et 86 °F). Enfin, la graisse bactérienne à halo (*P. syringae* pv. *phaseolicola)* se transmet elle aussi par les semences. Active par temps frais, cette bactérie préfère lorsqu'il fait entre 16 et 20 °C (61 et 68 °F).

Des conditions humides et venteuses sont propices à la transmission de ces trois maladies.

Moyens de lutte : Utiliser seulement des semences certifiées. Faire une rotation de deux ou trois ans sans haricots. Les plants ayant été blessés par des vents violents ou par l'action abrasive du sable sont plus sensibles aux infections. Les bactéries peuvent aussi se disséminer dans le champ par voie mécanique, par les travailleurs ou l'équipement de pulvérisation. Même si plusieurs produits sont homologués, les traitements de cuivre ont peu de chance d'être efficaces pour maîtriser ces agents pathogènes, particulièrement si on les applique après l'apparition des symptômes foliaires.

Brûlures pythiennes

Pythium sp.

Identification : Les infections se déclarent normalement sur l'un des nœuds foliaires inférieurs. Très vite, les feuilles poussant au-dessus du nœud flétrissent, brunissent, puis meurent. Celles qui se trouvent sous le nœud resteront quant à elles saines et vertes. Dans des conditions très humides, une moisissure blanche et dense peut se développer sur les tissus infectés.

Biologie : Les espèces de *Pythium* se trouvent fréquemment dans la plupart des sols. Elles sont normalement associées à la pourriture des racines et au dépérissement des plants, de la cime vers le bas, en début de saison. Les infections aux parties aériennes des plants surviennent lorsque de la terre contaminée entre en contact avec les feuilles, à la suite d'éclaboussures causées par la pluie ou de forts vents, pendant une période d'humidité prolongée des feuilles. La maladie est à son plus fort à des températures entre 16 et 28 °C (61 et 82 °F).

Fonte des semis et pourritures des racines

Diverses espèces

Voir *Fonte des semis*, au chapitre 6.

Mildiou du haricot (haricot de Lima)

Phytophthora phaseoli

Peu commun en Ontario, le mildiou peut infecter le haricot de Lima en s'introduisant dans la plante par les fleurs et la pointe des tiges. L'agent pathogène produit un mycélium blanc et duveteux. Les spores abondantes sont visibles à la loupe. Les infections sont parfois ceintes par une bande rougeâtre. Les tissus infectés se nécrosent, puis meurent.

Nématode à kyste du soya
Heterodera glycines

Identification : Le nématode à kyste du soja est un ravageur commun du soya dans le Sud-Ouest de l'Ontario et se voit de plus en plus dans l'Est de la province. Les edamames y sont aussi très sensibles. On a récemment ajouté les haricots mange-tout à la liste des hôtes potentiels, mais la prévalence de cette espèce de nématodes sur ces variétés et les répercussions sur le rendement sont encore à l'étude.

Ces nématodes microscopiques, semblables à des vers, se nourrissent de racines et endommagent ce faisant le système racinaire des plants, nuisant à l'absorption d'eau et de nutriments. Les lésions qu'ils causent constituent aussi des points d'entrée pour divers agents pathogènes responsables de la pourriture des racines.

On identifie ce ravageur par la présence de kystes minuscules sur les racines. La partie aérienne des plants infectés devient rabougrie; les feuilles jaunissent et le plant entier se dessèche prématurément. Les infections deviennent souvent très apparentes lorsque les végétaux sont soumis à des conditions de croissance stressantes ou qu'ils se trouvent sur des buttes érodées. Les symptômes apparaissent souvent en îlots circulaires.

Biologie : Les œufs du nématode à kyste du soya, présents dans le sol, éclosent pour donner naissance à de jeunes individus semblables à des vers. Ceux-ci pénètrent les racines des plants de haricot et migrent dans les tissus vasculaires, où ils s'établissent pour se nourrir. À mesure que la femelle nématode grandit, elle sort de la surface de la racine, y restant toutefois attachée pour se nourrir. Une fois arrivée à maturité, elle pond 100 à 300 œufs dans un kyste jaune brun. Selon le degré d'infection, les plants peuvent présenter des centaines de kystes, qui peuvent rester viables dans la zone des racines pendant 10 ans, voire plus. Le cycle de vie de ce nématode atteint son pic environ 45 jours après la plantation d'une culture hôte.

Moyens de lutte : Pratiquer une rotation de quatre à six ans avec des cultures non hôtes (maïs sucré, céréales et cultures maraîchères non légumineuses). Bien nettoyer et désinfecter l'équipement agricole lors des déplacements entre les champs, particulièrement si on a repéré la présence du ravageur.

Pour les cultures très sensibles, comme l'edamame, faire une analyse de sol tous les trois à six ans pour vérifier la présence d'œufs et de kystes. Dans les champs qui contiennent 1 000 œufs ou plus par 100 g de terre, le rendement risque grandement d'être compromis.

Pourriture à sclérotes
Sclerotinia sclerotiorum

Identification : Des taches aqueuses vert foncé apparaissent sur les cosses, les tiges ou les ramifications. Ces taches grossissent rapidement et finissent par gagner les branches et les tiges, entraînant le jaunissement et la mort des feuilles. À l'approche de la récolte, une moisissure blanche cotonneuse apparaît sur les gousses et les tiges. La zone entourant l'infection est généralement pourrie et en bouillie. La moisissure présente des sclérotes noirs durs de la grosseur d'un pois (Figure 7–107).



Figure 7–107. Cosse de haricot desséchée présentant des sclérotes caractéristiques de la pourriture à sclérotes

Biologie : Le champignon responsable de la pourriture à sclérotes hiverne dans le sol sous forme de petits sclérotes noirs de la grosseur d'un pois. L'infection se manifeste d'abord au moment de la floraison ou de la formation des cosses. Le développement de la maladie est favorisé par des températures comprises entre 20 et 25 °C (68 et 77 °F) et une humectation continue des feuilles (humidité de l'air élevée et rosées abondantes). Les sclérotes peuvent persister plusieurs années dans le sol.

Moyens de lutte : Pratiquer une rotation de trois ou quatre ans sans cultures sensibles à la maladie (cucurbitacées, haricots comestibles, soya, canola, carottes et laitue). Éviter d'appliquer des doses élevées d'azote, car en trop grande quantité, cet

élément favorise un développement exagéré du feuillage, ce qui réduit la circulation de l'air au sein des plants et crée des conditions favorables pour le champignon. Pour en savoir plus, voir *Pourriture à sclérotes*, au chapitre 6.

Virus

Voir chapitre 6.

Insectes

Chrysomèle du haricot
Cerotoma trifurcata

Identification : La chrysomèle du haricot adulte mesure 5 mm (¼ po) de longueur et arbore quatre points noirs sur ses élytres. Un petit triangle noir est visible à la base de sa tête. Elle peut être jaune, chamois ou rouge (Figure 7–108).

Dommages : En se nourrissant des feuilles de haricot, l'insecte y perce de grands trous circulaires. Les dommages causés aux cosses les rendent invendables. La présence du coléoptère dans le produit après la récolte peut aussi poser problème à l'étape de la transformation. Les plants très défoliés par l'insecte mûrissent prématurément et donnent peu de cosses.



Figure 7–108. Chrysomèle du haricot adulte

Biologie : Une seule génération de chrysomèle du haricot voit le jour chaque année. Les adultes émergent à la fin avril. La ponte se produit jusqu'à la fin juin; les larves se nourrissent des racines pendant une trentaine de jours, puis les adultes émergent et s'attaquent aux cultures de la fin juillet jusqu'au mois d'août.

Dépistage et seuils : Des mesures de maîtrise peuvent être nécessaires si la défoliation excède 20 % avant la floraison et 10 % durant le stade de remplissage des gousses.

Moyens de lutte : Surveiller les cultures de luzerne à proximité; des insectes adultes pourraient migrer de cette source aux champs de haricots mange-tout. Pour empêcher les coléoptères de s'introduire dans les cultures, il est possible d'utiliser des couvertures.

Cicadelle de la pomme de terre
Empoasca fabae

Identification : Mesurant environ 3 mm (⅛ po) de long, l'adulte est petit, vert pâle et cunéiforme. Sa tête et son thorax sont larges, et son corps, fuselé à hauteur des ailes. Les cicadelles sont très actives et s'envolent rapidement. Les nymphes ressemblent aux adultes, mais leurs ailes ne sont pas complètement formées. Lorsque perturbées, elles courent de côté comme des crabes pour se cacher sur la face intérieure des folioles. Il ne faut pas confondre les nymphes et les pucerons. Les nymphes de cicadelles marchent rapidement de côté alors que les pucerons se déplacent très lentement.

Dommages : Les adultes et les nymphes se nourrissent de la sève des feuilles et des tiges, ce qui a d'abord pour effet de faire jaunir, puis brunir la pointe et le pourtour des feuilles. Le pourtour finit par se rabougrir et s'enrouler; c'est ce qu'on appelle la « brûlure de la cicadelle ». On commence à remarquer des lésions environ quatre à cinq jours après le passage des cicadelles. Pour éviter des pertes de rendement, on recommande de maîtriser la population avant l'apparition de brûlures.

Biologie : La cicadelle ne survit pas à l'hiver en Ontario. Transportée par les vents de haute altitude en provenance des États-Unis, elle peut arriver dans la province dès le mois de mai. Les femelles pondent leurs œufs sur la luzerne. Les nymphes éclosent en 10 jours environ. Il y a cinq instars nymphaux, qui atteignent l'âge adulte en 10 à 25 jours. En fonction des conditions météorologiques, de deux à quatre générations peuvent se développer au cours de la saison. Les cultures de pommes de terre et de haricots mange-tout adjacentes aux champs de luzerne présentent un risque élevé d'infestation par la cicadelle lorsque le foin est coupé.

Dépistage et seuils : Les haricots mange-tout sont particulièrement vulnérables aux attaques de la cicadelle à partir de l'apparition de la troisième feuille trifoliée. Inspecter tous les plants sur 10 pieds de rang, à 10 endroits différents du champ. Diviser par 100 le nombre d'insectes trouvés pour déterminer la population par pied. Dépister tous les

champs pour détecter les activités de la cicadelle, même si un insecticide systémique a été appliqué à la plantation. Voir le Tableau 7–75.

Tableau 7–75. Seuils de population de cicadelles de la pomme de terre pour les haricots mange-tout

Stade de développement de l'insecte	Stade de la culture	Seuil d'intervention
Adulte	Stade plantule	2 insectes par 30 cm (1 pi) de rang
	Stade 3e feuille trifoliée	5 insectes par 30 cm (1 pi) de rang
Nymphe	Tous les stades	10 insectes par 100 feuilles

Moyens de lutte : Le traitement des semences avec un insecticide systémique permet habituellement de maîtriser les populations de cicadelles, sans que d'autres mesures soient nécessaires. L'insecte peut se multiplier rapidement quand il fait chaud. Un dépistage régulier du champ peut aider à repérer les populations naissantes. Les cultures de haricots mange-tout se trouvant à proximité de champs de luzerne doivent être inspectées deux fois par semaine. Si le seuil est atteint, appliquer un insecticide efficace.

Coccinelle mexicaine des haricots
Epilachna varivestis

Identification : D'une longueur d'environ 6 mm (¼ po), la coccinelle mexicaine adulte est rouge cuivré et ovale; ses élytres sont ornés de 16 points noirs, ce qui lui donne l'apparence de la coccinelle commune. Les larves sont jaunes avec sur le dos des rangées de longues épines à pointe noire.

Dommages : Tant l'adulte que la larve s'en prennent aux feuilles et aux cosses de haricot. Des dommages aux feuilles pendant le premier stade de croissance végétative peuvent causer des pertes de rendement. Les lésions aux cosses altèrent leur qualité commerciale, et la présence de coléoptères dans le produit récolté peut causer des problèmes à l'étape de la transformation. Les plants très défoliés par l'insecte mûrissent prématurément et donnent peu de cosses.

Biologie : Au début mai, l'adulte émerge des sites où il a passé l'hiver (graminées en bordure de champs, zones boisées). La femelle pond ses œufs, puis l'alimentation se poursuit pendant environ un mois. Une ou deux générations voient le jour chaque année.

Dépistage et seuils : Des mesures de maîtrise peuvent être nécessaires si la défoliation excède 20 % avant la floraison et 10 % durant le stade de remplissage des gousses.

Moyens de lutte : Envisager de pulvériser un insecticide sur les rangs externes, au moment où le ravageur quitte les bordures de champs pour entrer dans la culture.

Limaces
Diverses espèces

Voir chapitre 5.

Mouche des légumineuses
Delia Platura

Voir *Mouche des légumineuses*, dans *Pois*.

Pucerons
Diverses espèces

Voir chapitre 5.

Pyrale du maïs
Ostrinia nubilalis

Voir chapitre 5.

Tétranyque à deux points
Tetranychus urticae

Voir chapitre 5.

Vers fil-de-fer
Diverses espèces

Voir chapitre 5.

Vers-gris
Diverses espèces

Voir chapitre 5.

Ver-gris occidental du haricot
Striacosta albicosta

Identification : Les adultes, des papillons nocturnes, ont une bande blanche le long de leurs ailes, ainsi qu'une marque en forme de « lune » et une autre en forme de boomerang. Les larves, de couleur chamois à rose, ont deux bandes brunes caractéristiques sur le pronotum (une structure derrière leur tête qui ressemble à un bouclier). L'insecte pond ses œufs sphériques en grappes. D'abord blancs, ces derniers deviennent mauves avec le temps. Ils sont très difficiles à repérer sur les plants de haricots.

Dommages : Il est rare que ce ravageur s'en prenne aux champs de haricots destinés à être récoltés avant maturité. S'il y pond des œufs, les larves creuseront des galeries directement dans le côté des cosses pour se nourrir des graines. Contrairement aux dégâts causés par la pyrale du maïs, ceux du ver-gris occidental du haricot sont faciles à voir.

Biologie : Le ver-gris occidental du haricot passe l'hiver au dernier stade larvaire. Il entre en pupaison à la fin mai, et les adultes émergent en juillet. La population adulte atteint son pic fin juillet début août. Les œufs éclosent cinq à sept jours après le pic de la période de vol des adultes. Les papillons préfèrent les maïs dont la panicule n'est pas encore formée. Après la formation des panicules, les femelles se dirigent parfois vers les cultures de haricots pour poursuivre leur reproduction. Les cosses risquent d'être ravagées entre 10 et 21 jours après le pic de la période de vol.

Dépistage et seuils : Surveiller les populations du ver-gris occidental en utilisant des pièges à phéromones Unitrap verts. Parce qu'il est dur à détecter sur les plants de haricots, commencer le dépistage des champs de maïs à proximité aussitôt que les premiers papillons sont capturés dans la zone. Les femelles pondent normalement leurs œufs sur la face supérieure des trois à quatre feuilles supérieures des plants de maïs. Le risque de dommages pour les cultures de haricots peut être déterminé par le dénombrement des pièges environnants, le degré d'activité du ravageur dans les champs de maïs et le stade de développement physiologique des champs de maïs à proximité.

Moyens de lutte : Les produits utilisés contre la pyrale du maïs sont généralement efficaces pour le ver-gris occidental du haricot.

Troubles physiologiques

Dommages causés par l'ozone (pollution de l'air)

Les dommages causés par l'ozone, qu'on appelle aussi « bronzage », sont causés par la pollution de l'air et les éclairs pendant les orages. Un ensoleillement intense ou une température élevée favorisent ce type de dommages. Comme les plants tolèrent mieux l'ozone par temps sec, les symptômes peuvent être plus prononcés dans des conditions humides. Dans une culture ou une zone donnée, les dommages sont généralement plus importants pendant les épisodes de pollution atmosphérique ou les orages violents. Les dommages se manifestent par des mouchetures brun rougeâtre ou le « bronzage » de la face supérieure des feuilles (Figure 7–109).



Figure 7–109. Dommages causés par l'ozone

Stress dû à la chaleur (coulure)

Les haricots mange-tout et de Lima sont tous deux sensibles aux températures élevées pendant la floraison. Les symptômes se produisent le plus souvent dans les cultures dont la floraison a lieu de la mi-juillet au début août. Des températures élevées pendant l'établissement et le développement des fleurs peuvent nuire à la qualité du pollen. De fortes chaleurs pendant la floraison auront une incidence sur la libération et la fertilité du pollen.

La chaleur provoquera la chute des fruits (le plus souvent chez le haricot de Lima) ou le développement de cosses petites et déformées. Elle causera des divergences dans l'établissement des plants : dans le bas, les cosses seront matures; à mi-hauteur, il n'y en aura aucune; et dans le haut pousseront de nouvelles cosses. La planification du calendrier de récolte pour un rendement optimal pourrait s'en trouver compliquée.

On entend par chaleur les températures supérieures à 26 °C (79 °F). Des températures froides la nuit peuvent aider à réduire les effets de ce stress.

Laitues

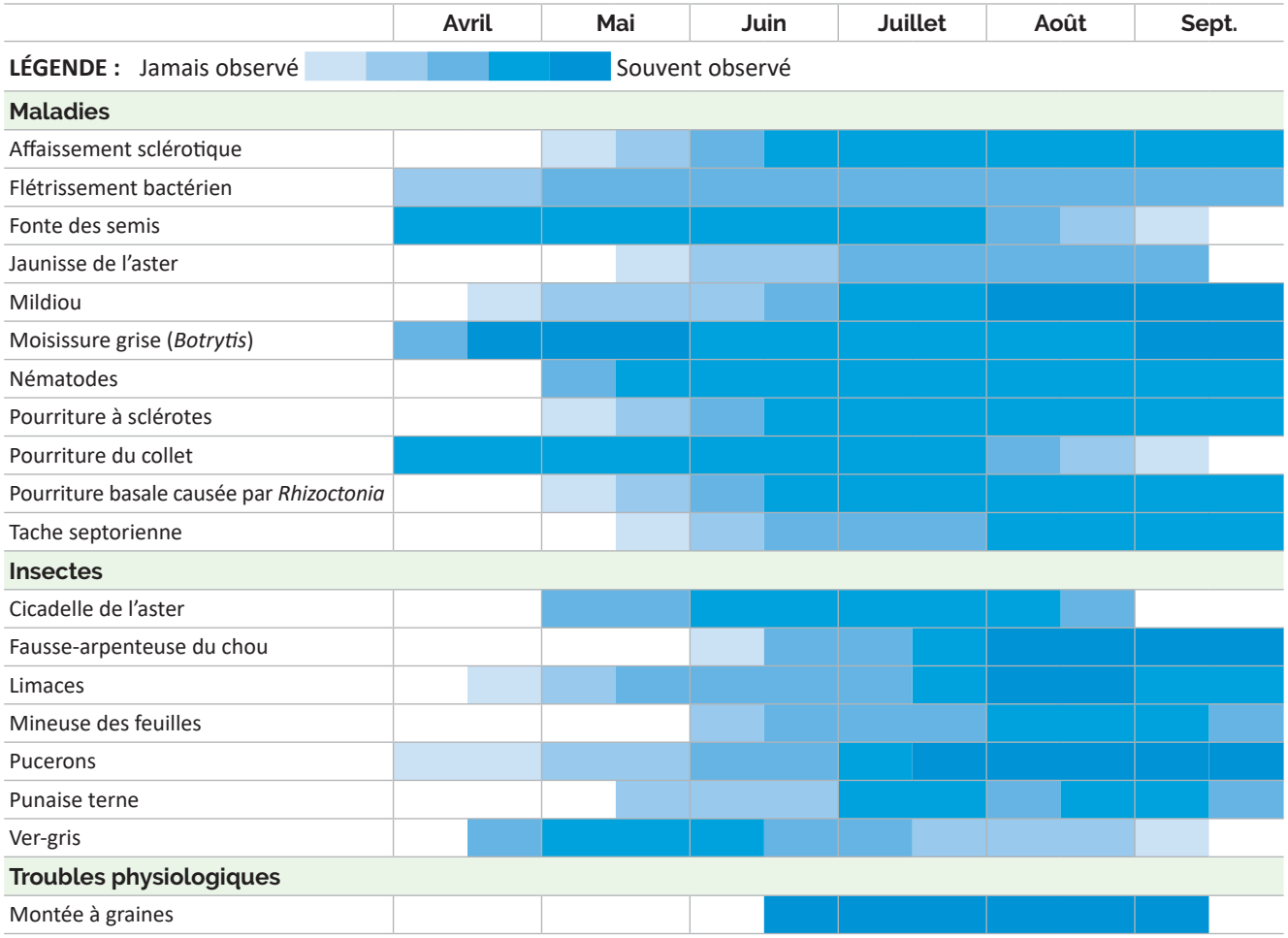


Figure 7–110. Calendrier d'activité des ravageurs de la laitue. La période réelle d'activité des ravageurs varie considérablement d'une année à l'autre selon des facteurs environnementaux.

Exigences de production

Types de sol :	Sols minéraux et terres noires
pH du sol :	Sols minéraux : 6,1 à 6,5 Terres noires : 5,5
Cultures recommandées dans la rotation :	Céleri, céréales, maïs, oignons, pois
Cultures déconseillées dans la rotation :	Légumes-feuilles ou champs où il y a déjà eu de la pourriture à sclérotes
Température minimale du sol :	2 °C (36 °F)
Température optimale de l'air :	15 à 18 °C (59 à 64 °F)
Date de semis la plus précoce :	Début à la fin avril

Semis et espacements

Planter des semences enrobées avec un semoir de précision pour obtenir un peuplement uniforme. Cette pratique réduit aussi les coûts d'éclaircissage et augmente le rendement à la récolte.

Le moment du semis est important tant dans les terres noires que dans les sols minéraux. Les plants immatures survivront à une gelée. Toutefois, comme les feuilles extérieures de la pomme sont très sensibles, les dommages du gel entraîneront un déclassement des laitues sur le marché.

Si les plants sont bien endurcis lors de leur repiquage au champ au début du printemps, ils peuvent supporter une température d'à peine -7 °C (19 °F). Le repiquage permet d'obtenir la densité souhaitée sans éclaircissage. Voir le Tableau 7–76.

Voir le Tableau 7–77.

Tableau 7–76. Conditions de germination et de croissance des plants de laitue

Poids de semences pour obtenir 10 000 plants	Profondeur de semis	Température de germination			Délai semis-levée (jours)[1]	Température de croissance optimale		Tolérance au pH	Délai
		Min.	Opt.	Max.		Jour	Nuit		
28 g	0,3 cm (⅛ po)	4,5 °C (40 °F)	24 °C (75 °F)	27 °C (81 °F)	2	13-18 °C (55-64 °F)	10-13 °C (50-55 °F)	6,0-6,8	4 semaines

[1] À une température de germination optimale.

Tableau 7–77. Taux de semis et distances de plantation des laitues et des endives

LÉGENDE : – = sans objet

Culture	Distance entre les rangs	Espacement sur le rang	Profondeur	Taux de semis	
				Plants repiqués	Semis direct
Laitue beurre	30 cm (12 po)	20-30 cm (8-12 po)	0,25 cm (⅛ po)	0,37 kg/ha (0,33 lb/acre)	2,24 kg/ha (2 lb/acre)
Laitue iceberg	40 cm (16 po)	30-35 cm (12-14 po)	0,25 cm (⅛ po)	0,28 kg/ha (0,25 lb/acre)	1,68 kg/ha (1,5 lb/acre)
Laitue romaine (cultivars nord-américains et européens)	40 cm (16 po)	30-35 cm (12-14 po)	0,6 cm (¼ po)	0,28 kg/ha (0,25 lb/acre)	1,68 kg/ha (1,5 lb/acre)
Laitue frisée	30 cm (12 po)	20-30 cm (8-12 po)	0,25 cm (⅛ po)	0,28 kg/ha (0,25 lb/acre)	1,68 kg/ha (1,5 lb/acre)
Endive et scarole	40 cm (16 po)	20-30 cm (8-12 po)	0,25 cm (⅛ po)	—	2,8 kg/ha (2,5 lb/acre)

Fertilisation

Macronutriments

Azote

Épandre en surface et incorporer au sol la quantité d'azote nécessaire en présemis, en même temps que la potasse et le phosphate. Pour les sols minéraux, épandre la quantité restante d'azote en bandes latérales trois semaines après le repiquage ou l'éclaircissage de la culture. Voir le Tableau 7–78.

Réduire la fertilisation azotée (N) après un apport de fumier ou l'incorporation au sol d'engrais vert de légumineuses. Voir le Tableau 1–12 et le Tableau 1–13, au chapitre 1, pour en savoir plus.

Tableau 7–78. Besoins en azote des laitues

Type de sol	Azote actif
Sols minéraux	
Présemis (en pleine surface)	55 kg/ha (49 lb/acre)
Épandage en bandes latérales (trois semaines après le repiquage ou l'éclaircissage)	55 kg/ha (49 lb/acre)
Total	**110 kg/ha (98 lb/acre)**
Terres noires	
Présemis (en pleine surface)[1]	120 kg/ha (107 lb/acre)

[1] Réduire la dose à 100 kg/ha (89 lb/acre) pour les cultures de mi-saison ou tardives.

Tableau 7–79. Besoins en phosphore des laitues

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en phosphore évaluée par extraction au bicarbonate de sodium (ppm)													
	0-3	4-5	6-7	8-9	10-12	13-15	16-20	21-25	26-30	31-40	41-50	51-60	61-80	81 ou plus
Sols minéraux														
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	180 (161) (EE)	170 (152) (EE)	170 (152) (EE)	160 (143) (EE)	160 (143) (EE)	150 (134) (EE)	140 (125) (EE)	120 (107) (EM)	100 (89) (EM)	80 (71) (EM)	50 (45) (EF)	30 (27) (ETF)	0 (ETF)	0 (EN)
Terres noires														
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	90 (80) (EM)	90 (80) (EM)	80 (71) (EM)	70 (63) (EM)	60 (54) (EM)	50 (45) (EF)	30 (27) (EF)	20 (18) (EF)	0 (ETF)	0 (EN)

Tableau 7–80. Besoins en potassium des laitues

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en potassium évaluée par extraction à l'acétate d'ammonium (ppm)											
	0-15	16-30	31-45	46-60	61-80	81-100	101-120	121-150	151-180	181-210	211-250	251 ou plus
Sols minéraux												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	230 (205) (EE)	220 (196) (EE)	210 (187) (EE)	190 (170) (EE)	160 (143) (EE)	130 (116) (EE)	100 (89) (EM)	80 (71) (EM)	50 (45) (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (EN)
Terres noires												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	90 (80) (EE)	80 (71) (EE)	60 (54) (EM)	40 (36) (EM)	30 (27) (EM)	20 (18) (EM)	20 (18) (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (EN)

Phosphore et potassium

Faire analyser le sol pour déterminer les besoins en phosphore et en potassium. Voir le Tableau 7–79 et le Tableau 7–80.

Calcium

Par temps chaud et sec, des applications foliaires de calcium peuvent prévenir la brûlure apicale.

Oligo-éléments

L'efficacité des apports d'engrais contenant des oligo-éléments varie beaucoup selon les cultures. Voir *Oligo-éléments*, au chapitre 1, pour en savoir plus.

Cuivre

La carence en cuivre (Cu) peut se manifester dans les sols organiques (sols tourbeux et terres noires). Mélanger le nutriment avec l'engrais et appliquer un taux de 14 à 29 kg par hectare (12,5 à 26 lb par acre) sur les terres noires nouvellement mises en culture. Par la suite, on peut faire un épandage tous les deux ou trois ans en utilisant le tiers de ce taux. Voir le Tableau 1–9, au chapitre 1, pour en savoir plus.

Manganèse

Chez la laitue, la carence en manganèse se manifeste par un jaunissement entre les nervures qui, elles, demeurent vert foncé. Elle se manifeste en général dans les terres noires, les sols tourbeux ou les sols sableux de couleur sombre qui sont légèrement

acides ou alcalins. Les épandages au sol de ce nutriment pourraient être inefficaces en raison des grandes quantités requises. En cas de carence, pulvériser du manganèse sur les feuilles après l'éclaircissage ou le repiquage des plants. Voir le Tableau 1–9, au chapitre 1, pour en savoir plus.

Analyse de tissus végétaux

Utilisée en association avec une analyse de sol, l'analyse de tissus végétaux apporte des indications utiles pour diagnostiquer des troubles de croissance ou évaluer un programme de fertilisation. L'analyse des tissus végétaux ne peut remplacer ni l'analyse de sol ni un bon programme de fertilisation du sol. Voir le Tableau 7–81 et *Analyse de tissus végétaux*, au chapitre 1.

Tableau 7–81. Teneurs en éléments nutritifs des laitues et des endives

LÉGENDE : – = aucune donnée disponible

Parties du plant	Moment de l'échantillonnage	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
		Pourcentage (%)						Parties par million (ppm)					
Endive													
Plus vieille feuille non endommagée	Stade 8 feuilles	4,5-6	0,5-0,8	4,5-6	2-4	0,25-0,6	–	–	15-25	30-50	25-35	5-10	–
	À maturité	3,5-4	0,4-0,6	4-6	1,8-3	0,3-0,4	–	–	15-20	20-40	30-40	5-10	–
Laitue Boston													
Plus vieille feuille non endommagée	Stade 8 feuilles	4-6	0,4-0,6	5-6	1,7-2	0,4-0,6	–	50-100	10-20	40-60	15-25	5-10	0,1-0,2
	À maturité	3-4	0,4-0,5	5-6	1,7-2	0,3-0,6	–	50-100	10-20	20-40	15-25	5-10	0,1-0,2
Laitue pommée													
Dernière feuille à s'être entièrement formée	Stade 8 feuilles	4-5	0,4-0,6	5-7	1-2	0,3-0,5	0,3	50-150	20-40	25-50	15-30	5-10	–
Feuille extérieure de la pomme	Pomme à moitié formée	2,5-4	0,4-0,6	4,5-8	1,4-2	0,3-0,7	0,3						–
	À maturité	2-3	0,3-0,5	2,5-5	1,4-2	0,3-0,7	0,3						–
Laitue romaine (cultivars européens)													
Plus vieille feuille non endommagée	Stade 8 feuilles	4-5	0,5-0,6	4-6	1,7-2	0,3-0,7	–	40-100	10-20	40-60	20-40	5-10	–
	À maturité	3-4	0,4-0,6	4-6	1,7-2	0,3-0,7	–	20-50	10-20	20-40	20-40	5-10	–
Laitue romaine (cultivars nord-américains)													
Plus vieille feuille non endommagée	Stade 8 feuilles	5-6	0,4-0,8	5-6	2-3	0,25-0,35	–	–	15-25	20-50	30-45	5-10	–
	À maturité	3,5-4,5	0,4-0,6	5-6	2-3	0,25-0,4	–						0,1-0,4
Scarole													
Plus vieille feuille non endommagée	Stade 8 feuilles	4,2-5,0	0,5-0,6	5,7-6,5	1,7-2,2	0,25-0,35	–	–	15-25	30-50	20-30	4-6	–
	À maturité	3,0-4,5	0,4-0,5	5,5-6,5	2-3	0,25-0,35	–	–	15-25	20-50	30-45	4-6	–

Adaptation de HOCHMUTH G., et coll. *Plant Tissue Analysis and Interpretation for Vegetable Crops in Florida,* University of Florida, IFAS Extension, nº HS964, 2018.

Irrigation

Les laitues ont des besoins modérés en irrigation.

Effets du stress hydrique : Faible germination, taille de la pomme et qualité moindres
Période critique d'irrigation : Germination, formation et grossissement des pommes
Profondeur d'enracinement : 30 à 60 cm (12 à 24 po)

Si le taux d'humidité disponible dans la zone racinaire atteint 60 % pendant la période critique d'irrigation, un arrosage peut contribuer à préserver le rendement et la qualité des cultures.

Pour en savoir plus sur la programmation de l'irrigation, voir *Les pratiques de gestion optimales : Gestion de l'irrigation* (publication nº BMP08F) et la fiche technique du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales (MAAARO) *Surveiller l'humidité du sol pour améliorer les décisions d'irrigation*.

Récolte

Laitue pommée : Le légume est habituellement récolté à la main 70 à 80 jours après le semis, lorsque les pommes sont bien développées et pèsent autour de 1 kg (2 lb). On coupe les pommes et les taille de manière à laisser trois feuilles extérieures sur chacune d'elle au champ ou dans une chaîne de traitement.

Laitue romaine (cultivars nord-américains et européens) : Récolter à la main au champ 70 à 80 jours après le semis ou quand les pommes sont fermes au toucher. On coupe et taille les pommes au champ ou dans une chaîne de traitement.

Laitue frisée (à couper) : Normalement, le légume est récolté manuellement 40 à 50 jours après le semis. Ne pas retarder la récolte, car la culture durcit et développe un goût amer lorsqu'elle est trop mûre.

Tableau 7–82. Rendements moyens des laitues

Culture	Rendements moyens
Endive et scarole	13 500-18 000 kg/ha (12 000-16 000 lb/acre)
Laitue beurre	2 000-2 500 caisses/ha (800-1 000 caisses/acre) OU 28 000-45 000 kg/ha (25 000-40 000 lb/acre)
Laitue frisée	13 500-18 000 kg/ha (12 000-16 000 lb/acre)
Laitue iceberg	2 000-2 500 caisses/ha (800-1 000 caisses/acre) OU 28 000-45 000 kg/ha (25 000-40 000 lb/acre)
Laitue romaine (cultivars nord-américains et européens)	2 500-3 000 caisses/ha (1 000-1 200 caisses/acre) OU 28 000-45 000 kg/ha (25 000-40 000 lb/acre)

Entreposage

Les légumes-feuilles ne se prêtent pas à un entreposage de longue durée. Un refroidissement sous vide ou à l'eau glacée peut favoriser la conservation de leur fraîcheur. Un refroidissement dans la glace contribuera quant à lui à préserver la qualité durant le transport.

Voir le Tableau 7–83.

Tableau 7–83. Exigences d'entreposage des laitues et des endives

Culture	Température d'entreposage	Humidité relative	Durée
Laitue	0 °C (32 °F)	98-100 %	2-3 semaines
Endive	0 °C (32 °F)	95-100 %	2-3 semaines

Lutte contre les ravageurs et les troubles physiologiques

Voir la Figure 7–110 *Calendrier d'activité des ravageurs de la laitue.*

Maladies

Flétrissement bactérien
Xanthomonas campestris pv. *vitians*

Identification : Des taches aqueuses et cunéiformes apparaissent au bord des feuilles. Elles peuvent prendre une teinte olive.

Biologie : La bactérie responsable de cette maladie est transmise par les semences. L'infection se déclenche sur les plants sains à la faveur d'une blessure, comme une lésion découlant du gel, de l'action abrasive du sable ou de machinerie.

Moyens de lutte : Utiliser des semences exemptes d'agents pathogènes. Un apport excessif d'azote ou l'irrigation par aspersion peuvent augmenter l'incidence de la maladie. Irriguer tôt le matin pour permettre aux cultures de sécher. Adopter de bonnes pratiques d'hygiène dans toutes les parties de la serre utilisées pour la production des plants.

Fonte des semis
Pythium sp., *Phytophthora* sp., *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp.

Identification : En général, les semences infectées avant de sortir de terre pourrissent et ne produisent pas de plantule. En cas d'infection après la levée, les plantules pourrissent au niveau du sol, normalement dans les deux à quatre semaines suivant la sortie de terre (ou le repiquage). Les plants infectés ont tendance à se replier vers le bas ou à fondre. Cette maladie se manifeste aussi par de la moisissure sur les semences et des lésions ou des chancres sur la racine, l'hypocotyle ou le bas des tiges.

Biologie : *Pythium* et *Phytophthora* sont des champignons aquatiques. Ils sont particulièrement destructeurs quand le sol est humide et frais. L'infection se produit habituellement dans des sols plus lourds ou dans des champs mal drainés.

On trouve *Fusarium* dans la plupart des sols agricoles. Les spores hivernantes peuvent rester dans le sol pendant de longues périodes. L'infection peut se déclencher dans toutes sortes de sols et à toutes sortes de températures selon l'espèce et la culture. Beaucoup d'espèces de *Fusarium* infectent également le feuillage ou les fruits en fin de saison.

Rhizoctonia solani reste dans le sol sous forme de structures dures (sclérotes) et se développe sous forme de fils microscopiques. Comparativement aux champignons aquatiques, cet agent pathogène causant la fonte des semis préfère généralement des sols légèrement plus chauds et secs. Souvent, *Rhizoctonia solani* ceinture les tiges de cultures vulnérables un peu au-dessus et au-dessous du niveau du sol.

Moyens de lutte : Faire pousser les plants de légumes en serre dans des terrines stérilisées et des substrats sans sol stériles. Éviter de trop arroser les plantules et les plants repiqués. Avant le repiquage au champ, vérifier si tous les plants sont en santé, exempts de maladies et vigoureux.

Pour le semis direct, utiliser des semences traitées avec un fongicide homologué qui maîtrise les agents pathogènes causant la fonte des semis. Éviter de semer trop profond. Semer uniquement quand le sol et les conditions météorologiques sont favorables à une germination, à une levée et à une croissance vigoureuse rapides. Envisager d'appliquer un produit biologique contenant un ingrédient actif qui assure une maîtrise partielle du développement des agents pathogènes causant la fonte des semis.

Jaunisse de l'aster
Candidatus phytoplasma asteris

Identification : Les feuilles prennent une teinte jaune vif et se tordent. Chez les laitues iceberg, la pomme se développe mal. D'autres maladies bactériennes causant la pourriture du plant se déclarent souvent après l'infection.

Biologie : C'est la cicadelle de l'aster qui véhicule et transmet la maladie.

Moyens de lutte : L'arrachage des plants infectés est un moyen efficace de réduire les sources de contamination au champ. Les mesures de maîtrise ciblent la cicadelle de l'aster, vecteur de la maladie. Voir *Cicadelle de l'aster*, au chapitre 5, pour en savoir plus.

Maladie de la racine liégeuse
Rhizomonas suberifaciens

Identification : Des lésions jaunes apparaissent sur les racines, puis s'étendent jusqu'à ce que toute la surface de la racine pivotante devienne brune, rugueuse et craquelée.

Biologie : La maladie se présente sous deux formes aux symptômes semblables : la première, de nature infectieuse, est causée par une bactérie, tandis que l'autre, non infectieuse, découle d'un excès d'ammoniac et de nitrates. Pour la forme infectieuse, les populations de la bactérie grimpent en cas de cultures successives de laitues, et l'éclosion est plus grave par temps chaud.

Moyens de lutte : Espacer suffisamment dans le temps les cultures de laitues pour que les résidus puissent se décomposer entièrement. Il est recommandé de cultiver les laitues sur planches surélevées et de peu irriguer pour favoriser un enracinement profond. Il existe des cultivars résistants. Pour la forme non infectieuse de la maladie, éviter de trop épandre d'azote, en particulier celle de source uréique.

Mildiou
Bremia lactucae, *Plasmopara lactucae-radicis*

Identification : Généralement, l'infection se déclare sur les feuilles matures, puis s'étend vers celles du centre du plant. Des taches jaunâtres ou vert pâle apparaissent sur la face supérieure des feuilles, tandis que le revers présente des plaques blanches duveteuses. Les lésions anciennes prennent une teinte chamois et l'aspect du papier. Habituellement, les tissus se nécrosent (Figure 7–111).



Figure 7–111. Plant de laitue atteint par le mildiou

Biologie : Le champignon passe l'hiver sur les plants de laitue sauvage et les débris de culture. Les spores sont disséminées par le vent ou des éclaboussures d'eau de pluie. La germination des spores ne peut se faire que si les feuilles sont humides. Comme il s'agit d'une maladie sévissant par temps froid, l'infection se produit surtout à des températures oscillant entre 15 et 20 °C (59 et 68 °F). Le délai entre l'infection et la production de nouvelles spores va de 5 à 18 jours.

Dépistage et seuils : Le modèle de prévision BREMCAST aide à prévoir les éclosions (dans les régions où il est disponible). Voir *Modèles de prédiction des maladies*, au chapitre 4. Durant le dépistage régulier, vérifier s'il y a des symptômes du mildiou, en particulier sur les feuilles matures. Prendre des mesures préventives quand il y a risque de développement de la maladie selon le modèle BREMCAST (s'il est disponible) ou lorsque les conditions présentes au champ sont favorables au mildiou.

Moyens de lutte : Utiliser des cultivars résistants et faire une rotation culturale de deux ou trois ans. L'enfouissement par labour des résidus infectés peut diminuer la quantité d'inoculum dans le sol.

Moisissure grise (*Botrytis*)
Botrytis cinerea

Identification : Chez la laitue et l'endive, un duvet fongique blanc à gris se forme d'abord sur les feuilles enveloppantes matures. Ces taches duveteuses transforment rapidement les feuilles en une masse de tissus visqueux et aqueux et entraînent l'affaissement complet de la plante.

Biologie : Possédant un large éventail d'hôtes, l'agent pathogène responsable de la moisissure grise se dissémine par le vent et croît aussi dans la matière organique du sol. Pour infecter des tissus vivants, il doit pénétrer dans la plante par une blessure ou des tissus nécrosés. Le champignon hiverne dans le sol et sur des débris de plants. Sont favorables au développement de la moisissure grise les périodes prolongées d'humidité élevée et de temps frais (18 à 24 °C [64 à 75 °F]).

Moyens de lutte : Pour la plupart des cultures maraîchères, la moisissure grise est sporadique; il est donc rarement nécessaire de les traiter. Certains fongicides homologués sont efficaces, mais il est important de bien asperger les feuilles inférieures (les premières touchées), ce qui peut être difficile à faire. Cultiver les laitues et les endives sur des

planches surélevées pour améliorer la circulation d'air et réduire la prévalence de la maladie. Pratiquer une bonne rotation avec des céréales et d'autres cultures non hôtes.

Nématodes

Identification : Les symptômes et les seuils varient, selon l'espèce en cause et la culture hôte. Voir *Nématodes*, au chapitre 6, pour en savoir plus. Dans certains cas, plusieurs types de nématodes différents peuvent être présents et causer des dommages dans une culture. La présence de nématodes peut également exacerber l'incidence de certaines maladies fongiques d'origine tellurique, comme la verticilliose.

Moyens de lutte : Avant de choisir une méthode de lutte contre les nématodes, faire un test de sol pour déterminer leur nombre. En Ontario, les pics de population dans le sol et les racines sont généralement observés en mai et juin, puis en septembre et octobre. Les mois d'automne sont une bonne période pour échantillonner les sols et évaluer le nombre de nématodes, car ils sont alors nombreux, et il est possible d'intervenir bien avant le semis de la culture suivante.

Pourriture à sclérotes (moisissure blanche, affaissement sclérotique)
Sclerotinia sclerotiorum

Identification : Cette maladie, qui provoque le flétrissement de toute la plante, s'observe le plus souvent à l'approche de la maturité. Tout le plant devient flasque et présente des symptômes semblables à ceux de la moisissure grise. De la moisissure blanche cotonneuse se forme sur le revers des feuilles dans le bas du plant. On peut souvent apercevoir des sclérotes noirs incrustés au milieu de ces taches duveteuses.

Biologie : Le champignon responsable de cette maladie hiverne dans le sol et sur des débris de plants sous forme de petits sclérotes noirs de la grosseur d'un pois. Le développement de la maladie est favorisé par des températures comprises entre 20 et 25 °C (68 et 77 °F) et une humectation continue des feuilles (humidité de l'air élevée et rosées abondantes). Les sclérotes du champignon (*Sclerotinia*) peuvent persister plusieurs années dans le sol. La maladie se déclare surtout par temps frais et humide.

Dépistage et seuils : Aucun seuil n'a été établi.

Moyens de lutte : Pratiquer une rotation de trois ou quatre ans sans cultures sensibles à la maladie (cucurbitacées, haricots comestibles, soya, canola, carottes et laitues). Un bon drainage et la culture sur planches surélevées améliorent la circulation de l'air autour des plants. L'inondation du terrain infesté pendant trois ou quatre semaines désintègre les sclérotes, ce qui peut réduire les populations du champignon dans le sol. Éviter d'appliquer des doses élevées d'azote, car en trop grande quantité, il favorise un développement exagéré du feuillage, ce qui réduit la circulation de l'air entre les plants et crée des conditions favorables pour le champignon.

Pourriture basale causée par *Rhizoctonia*
Rhizoctonia solani

Identification : Des lésions déprimées de couleur rouille apparaissent sur la nervure médiane des feuilles inférieures du plant. Les feuilles touchées pourrissent dans des conditions environnementales favorables. La maladie se manifeste surtout dans les sols minéraux.

Biologie : *Rhizoctonia solani* est un champignon ubiquiste tellurique qui peut survivre dans le sol de nombreuses années. Des infections peuvent survenir durant toute la saison par temps chaud et humide ou très humide, moments où le champignon est actif.

Rhizoctonia solani est l'une des espèces fongiques qui cause la fonte des semis. Voir *Fonte des semis*, au chapitre 6, pour en savoir plus.

Moyens de lutte : Éviter de planter des cultures sensibles dans des zones où la maladie s'est déclarée précédemment. Faire une rotation de plusieurs années avec des légumineuses, des céréales, des graminées ou d'autres plantes ne servant pas d'hôtes. Appliquer des procédures rigoureuses d'assainissement pour éviter d'amener de la terre infectée dans d'autres champs. Utiliser des champs bien drainés et éviter ceux où la maladie a déjà sévi. En cultivant sur planches surélevées, on améliore la circulation de l'air autour du pied des laitues, endroit où l'infection débute la plupart du temps.

Pourriture du collet
Alternaria spp., *Botrytis cinerea*, *Sclerotinia* spp.

Identification : Différents facteurs peuvent ouvrir la voie à l'infection :

- Retard dans le repiquage des plants;
- Plantules hautes et frêles;
- Repiquage dans un sol très chaud, avec ou sans paillis plastique;
- Dommages causés par le vent;
- Manque de minutie durant la manipulation.

Ces conditions peuvent endommager les tiges, permettant ainsi à l'agent pathogène de s'établir. Un taux d'humidité élevé dans le couvert végétal peut aussi favoriser l'infection dans la serre servant à produire les plants à repiquer.

En cas d'infection grave, le champignon ceinture la tige, ce qui fait flétrir et mourir le plant. Parfois, il limite le développement de la tige, et les dommages ne deviennent apparents qu'une fois que le plant atteint une taille que la tige ne peut plus supporter. La plante va alors se flétrir et s'affaisser.

Moyens de lutte : La maladie se déclare rarement sur des plantules bien endurcies de grande qualité et dont les tiges sont solides. Dans la serre, contrôler l'humidité pour la réduire au maximum dans le couvert végétal. Les mesures de protection contre le vent au champ diminuent les infections se produisant dans des tiges endommagées par le vent.

Tache septorienne
Septoria spp.

Identification : Cette maladie provoque l'apparition, sur les feuilles et les pétioles, de taches brun grisâtre aux pourtours jaunes. De petites taches noires (pycnides) sont souvent visibles au centre des lésions.

Biologie : La maladie est propagée par des semences infectées, les résidus de récolte et les mauvaises herbes servant d'hôte au champignon. Les spores germent lorsque la température dépasse 12 °C (54 °F). L'infection ne se produit qu'en présence d'eau ou d'humidité élevée (taux d'humidité relative supérieur à 90 %) pendant 24 heures.

Moyens de lutte : Les semences de deux ans (ou plus) transmettent moins la maladie. Enfouir les résidus de récolte infectés et pratiquer une rotation de deux ou trois ans pour réduire les infections transmises par le sol.

Virus de la mosaïque de la laitue

Identification : Des taches foliaires jaunes et chlorotiques se forment. Les feuilles des plantes issues de semences infectées ou qui ont été infectées aux premiers stades de développement sont parsemées de taches allant du vert pâle au jaune.

Biologie : Généralement, c'est par des semences que le virus s'introduit dans un secteur. Il est ensuite transmis à de nouveaux plants par les pucerons.

Moyens de lutte : La plupart des fournisseurs vendent des semences exemptes de l'agent pathogène ou testées pour ce virus. Ces semences sont produites dans des milieux spéciaux où elles subissent des contrôles rigoureux pour qu'elles soient pratiquement exemptes du virus. Maîtriser les pucerons, car ce sont eux qui transmettent la maladie aux plants sains. On compte parmi les autres hôtes certaines mauvaises herbes, comme le séneçon, la bourse-à-pasteur et les chénopodes.

Virus de la mosaïque du navet (TuMV)

Identification : Les feuilles les plus matures jaunissent et tombent prématurément. Celles qui se déploient après l'infection sont rabougries, gaufrées et couvertes de mouchetures jaunes. Les racines, qui prennent la forme d'un « col de cygne », n'atteignent pas un calibre normal.

Biologie : Ce virus est propagé par la machinerie et les pucerons. On constate en général une flambée de mosaïque au début de juillet, au moment où les colonies de pucerons ailés commencent leurs déprédations. Le virus hiverne principalement sur les repousses de rutabagas et de canola d'automne.

Dépistage et seuils : Faire régulièrement du dépistage dans les champs et éliminer les plants infectés. Lorsqu'elles sont disponibles, planter des variétés résistantes.

Moyens de lutte : Éviter de planter des cultures vulnérables dans des champs adjacents à des cultures fourragères vivaces. Maîtriser les mauvaises herbes dans le champ et à ses alentours. Cela dit, la lutte contre ce ravageur ne permet pas de prévenir totalement la propagation du virus. L'application d'huile minérale a un effet répulsif contre les pucerons, qui sont porteurs du virus.

Insectes

Cicadelle de l'aster
Macrosteles quadrilineatus

Identification : La cicadelle de l'aster est un petit insecte gris-vert comportant six points disposés en paires sur le sommet de la tête. Ses ailes transparentes ont un grand nombre de nervures.

Dommages : L'insecte transmet la jaunisse de l'aster aux légumes-feuilles en se nourrissant de ces cultures. Voir *Jaunisse de l'aster*, aussi dans *Laitues*.

Biologie : La cicadelle de l'aster hiverne sous forme d'œuf dans le tissu foliaire de céréales d'automne, comme le blé et le seigle. Il faut compter environ 130 degrés-jours de croissance (température de base : 9 °C) pour que les œufs arrivent à maturité, et ensuite 270 pour que l'insecte atteigne le stade adulte. Voir *Degrés-jours de croissance*, au chapitre 4, pour en savoir plus.

Pendant la maturation des céréales d'automne, de la fin mai au début juin, la première génération d'origine locale se disperse dans les cultures maraîchères. Des insectes provenant des États-Unis s'amènent aussi en Ontario avec des systèmes météorologiques. Les mouvements migratoires de courte et longue distance influent sur l'incidence et la gravité de la jaunisse de l'aster et des attaques de la cicadelle de l'aster.

Dépistage et seuils : C'est l'indice de jaunisse de l'aster (IJA) qui permet de déterminer s'il y a lieu de traiter une culture. Pour l'utiliser, dénombrer les cicadelles de l'aster capturées à l'aide d'un filet fauchoir. Multiplier le nombre de cicadelles attrapées avec 100 coups de filet par le pourcentage de cicadelles porteuses de la jaunisse de l'aster (taux d'infectivité) dans la région (en Ontario, on recommande actuellement d'utiliser un taux de 4 à 5 %), selon la formule suivante :

> Taux d'infectivité (4-5 %) x (nb de cicadelles prises dans 100 coups de filet)
> = IJA

Utiliser ces seuils d'intervention :

Laitue pommée :	20-25
Laitue romaine (cultivars nord-américains et européens) :	30-35

Moyens de lutte : Utiliser des cultivars résistants et éliminer les mauvaises herbes vivaces dans les champs pouvant servir d'habitat à la cicadelle de l'aster. Éliminer les plants présentant des symptômes.

Fausse-arpenteuse du chou
Trichoplusia ni

Identification : La larve a un corps lisse, vert pâle et marqué d'un fin trait blanc sur les côtés et de deux raies discrètes au milieu du dos. Elle peut atteindre 4 cm (2 po) de long. Elle se déplace d'une manière très caractéristique, en se repliant en boucle. La pupe est d'abord vert pâle, dans un cocon peu compact, puis foncera au fil de son développement. Les adultes sont des papillons nocturnes de couleur gris-brun et bigarrés aux ailes d'une envergure de 4 cm (2 po). Leurs ailes antérieures comportent un motif argenté distinctif en forme de 8, et l'insecte a une petite touffe de poils derrière la tête. Les œufs sont ronds, petits et de couleur blanc-vert. Ils se trouvent en petits tas sur les bords du revers des feuilles.

Dommages : Les jeunes larves se nourrissent sur le revers des feuilles, tandis que celles plus matures font de grands trous irréguliers partout sur le plant. On peut y trouver également de grandes quantités de déjections brun-vert foncé. L'insecte est très imprévisible : il peut attaquer un champ, mais épargner l'autre à côté.

Biologie : La fausse-arpenteuse du chou n'hiverne pas en Ontario. Les adultes se déplacent en fonction des conditions météorologiques au sud du milieu de l'été au début de l'automne.

Dépistage et seuils : Dénombrer les larves de fausse-arpenteuse du chou sur 25 plants choisis aléatoirement dans le champ. Le seuil recommandé pour les légumes-feuilles est de 5 %.

Moyens de lutte : Les insecticides sont surtout efficaces contre les petites larves. Commencer à appliquer des insecticides à la découverte de jeunes larves. Réappliquer tous les 5 à 10 jours, ou selon les résultats du dépistage.

Limaces
Arion sp., *Deroceras* sp., *Helix sp.*, *Limax* sp.

Identification : Les limaces sont des mollusques gris au corps mou et sans pattes. Leur couleur peut varier, allant du brun foncé et noir au gris pâle. En Ontario, elles mesurent de 0,5 à 10 cm (¼ à 4 po) de

longueur selon l'espèce. Elles sont enduites d'une substance visqueuse qui les empêche de sécher.

Dommages : Avec leurs pièces buccales râpeuses, elles rongent les feuilles inférieures des plants, y découpant des trous à contour très irrégulier. Ces trous ressemblent parfois à des fenêtres lorsque les limaces y ont laissé la couche de cuticule cireuse. En cas d'attaques graves, les limaces dévorent toute la plante, ne laissant que les nervures des feuilles. Lorsqu'elles pullulent, elles s'en prennent aussi aux semences et aux plantules qui lèvent. On peut souvent voir une traînée visqueuse près des plantes attaquées. Les dommages causés par les limaces sont plus particulièrement à redouter les années où le temps reste frais et humide tout au long des mois de mai et de juin. Ce ravageur s'attaque aux végétaux au-dessus ou au-dessous du niveau du sol selon la teneur en humidité du sol.

Biologie : Il y a une génération par année, mais on compte deux populations qui arrivent à maturité au printemps et à l'automne, respectivement. Les deux peuvent endommager les cultures. Par temps sec, les œufs peuvent demeurer en dormance pendant de longues périodes. Les limaces se déplacent en glissant sur un filet de mucus qu'elles sécrètent.

Dépistage et seuils : Faire le dépistage la nuit ou tôt le matin, quand les limaces sont actives. Regarder sous des débris se trouvant près de plants endommagés et chercher des traces de mucus. On peut déterminer les populations d'un champ donné au moyen de pièges (panneaux sous lesquels elles iront se réfugier). Si ces derniers révèlent couramment la présence de limaces, on peut raisonnablement considérer le champ susceptible d'infestation et de dommages. Aucun seuil d'intervention n'a été fixé.

Moyens de lutte : Le développement de la plupart des plantes n'est pas compromis par de légères attaques de limaces. Dans les champs infestés, le travail du sol est efficace contre les limaces, car il les ramène à la surface du sol, où elles sont exposées à la déshydratation et à la prédation des oiseaux et des mammifères.

On peut également limiter les dommages en éliminant les mauvaises herbes et les résidus de récolte aux abords immédiats des jeunes plantules. Un travail du sol par bandes peut contribuer à éliminer l'habitat des limaces tout en conservant les avantages d'un travail réduit du sol.

Mineuse des feuilles
Liriomyza spp.

Identification : Généralement de petite taille, de 2 à 3 mm (~⅛ po), ces mouches noires et jaunes aux reflets métalliques pondent leurs œufs dans le feuillage. Les larves sont de petits asticots jaune pâle.

Dommages : Les femelles pondent leurs œufs sur les feuilles, laissant ainsi de petits trous « bronzés ». Elles perforent l'épiderme des feuilles pour en sucer la sève. Les larves se nourrissent des tissus se trouvant entre les faces supérieure et inférieure des feuilles. Selon l'espèce, les galeries creusées par ce ravageur peuvent être droites (mouche mineuse sud-américaine) ou sinueuses (autres mouches mineuses). Les dégâts causés à la plante par les larves de la mineuse diminuent la capacité de photosynthèse. Les galeries creusées dévalorisent également les légumes sur le marché et créent des portes d'entrée pour les organismes pathogènes.

Les mineuses ont une prédilection pour la laitue pommée et la laitue à couper. On constate plus rarement les dégâts (galeries) de la larve de la mouche mineuse sud-américaine à l'intérieur des feuilles.

Biologie : L'insecte se développe surtout à des températures de 21 à 32 °C (70 à 90 °F). La ponte est moindre quand la température tombe sous 10 °C (50 °F). Ce ravageur peut poser problème toute la saison. Habituellement, il cause des dommages en fin de saison, et les populations atteignent un pic de la fin août à la mi-septembre.

Dépistage et seuils : Aucun seuil n'a été établi. Regarder au revers des feuilles à la recherche de galeries, de larves ou d'œufs. Des pièges collants jaunes peuvent être disposés dans les cultures pour surveiller les populations de mouches adultes.

Moyens de lutte : Les chénopodes sont un autre hôte des mouches mineuses. Un désherbage méticuleux peut aider à réduire les infestations. La rotation des cultures est aussi utile pour lutter contre ce ravageur, si l'on alterne entre des cultures vulnérables et des cultures résistantes.

Le fait de récolter les cultures sensibles avant le début de septembre, quand les populations ont tendance à augmenter, peut empêcher la mouche mineuse sud-américaine de pulluler et de ce fait prévenir les plus importants dégâts. Appliquer des insecticides dès l'apparition des premiers insectes adultes.

Pucerons
Famille des *Aphididae*

Identification : En Ontario, plusieurs espèces de pucerons s'attaquent aux cultures maraîchères. Les pucerons sont de petits insectes piriformes à corps mou, dont l'extrémité postérieure est prolongée par une paire de cornicules ressemblant à des tuyères. Ils ont des pattes relativement longues et des antennes proéminentes. Leur couleur varie d'une espèce à l'autre.

Dommages : Les pucerons se rassemblent souvent sur les nouvelles pousses. Ils percent les feuilles et sucent la sève du plant, ce qui provoque des déformations des feuilles, un rabougrissement, un retard dans la maturation et du flétrissement. Ces dommages nuisent à l'absorption de l'eau et des nutriments. Lorsqu'ils se nourrissent, ils exsudent une substance collante appelée « miellat » qui, avec les moisissures qui l'accompagnent, peut réduire la qualité marchande du produit récolté. Les pucerons sont aussi les principaux vecteurs de plusieurs virus, persistants ou non, susceptibles de causer de lourdes pertes économiques. Voir *Nématode cécidogène du nord*, au chapitre 6, pour en savoir plus.

Biologie : La plupart des pucerons hivernent sous la forme d'œufs sur les principaux hôtes, pour ensuite migrer sur les cultures maraîchères l'été. Par temps chaud et sec, leur nombre peut grimper rapidement.

Dépistage et seuils : Les pucerons sont parfois répartis par îlots dans le champ. Ils sont souvent plus nombreux en bordure de champ. Inspecter le revers des feuilles en allant du haut vers le bas des plants. Vérifier s'il y a du miellat sur le feuillage et les fruits. Rechercher aussi la présence d'insectes bénéfiques (prédateurs ou parasites du puceron). Regarder attentivement pour faire la distinction entre les pucerons vivants et les corps morts et la mue.

Moyens de lutte : Pour maîtriser d'autres insectes nuisibles, sélectionner des produits qui ne décimeront pas les insectes utiles, les insecticides à large spectre pouvant tuer des prédateurs naturels et ainsi faire croître les populations de pucerons.

Les chénopodes et l'amarante sont aussi hôtes de certains pucerons s'attaquant aux racines; la rotation des cultures et la lutte contre les mauvaises herbes peuvent contribuer à réduire leur nombre. La destruction des cultures infestées après la récolte peut prévenir une dispersion excessive.

Punaise terne
Lygus lineolaris

Identification : Les nymphes sont verdâtres et possèdent des pattes bien développées ainsi que des antennes de longueur moyenne. Aux stades larvaires plus avancés, elles ont des bourgeons alaires et quatre taches noires sur le thorax et derrière la tête, et une sur l'abdomen. Les adultes sont vert pâle ou jaunes à brun foncé et ornés de taches foncées et ont un petit triangle sur le dos.

Dommages : La punaise terne est dotée de pièces buccales de type suceur qui lui permettent de percer l'épiderme des plantes et d'y injecter une substance salivaire qui détruit le tissu végétal. Dans beaucoup de cas, les dommages de la punaise terne sont découverts bien avant l'insecte lui-même; il est donc très important de savoir reconnaître les symptômes d'une infestation. Lorsque la punaise s'en prend aux fleurs, cela peut les faire tomber (avortement). Les dommages peuvent notamment prendre la forme de petits trous à bordure brune sur les feuilles de laitue. Les légumes-feuilles sont susceptibles d'être attaqués pendant toute la saison de végétation.

Biologie : La punaise terne adulte hiverne dans les résidus de culture et les litières de feuilles mortes de zones protégées, comme les aires boisées, les bordures de champs et les fossés. À leur émergence au printemps, les adultes se nourrissent et pondent leurs œufs sur des mauvaises herbes à feuilles larges, avant de se déplacer vers les cultures. La punaise terne est présente de manière sporadique en Ontario, durant toute la saison de végétation. Deux générations voient le jour par année, et les premiers stades d'une troisième sont visibles dans certaines régions du Sud de l'Ontario. Les adultes de première génération émergent en juillet, et ceux de la deuxième, en août et septembre.

Dépistage et seuils : Pour la laitue, inspecter les feuilles du cœur de 50 à 100 plants par champ au moins deux fois par semaine. Des seuils ne sont établis que pour certaines cultures, et dans de nombreux cas, la décision d'appliquer ou non un traitement dépend uniquement de la présence du ravageur.

Moyens de lutte : La punaise terne se reproduit sur de nombreuses espèces d'adventices communes, dont l'amarante, la stellaire moyenne, le pissenlit, les chénopodes, l'herbe à poux et la vergerette. La lutte contre les mauvaises herbes à l'intérieur et

autour des cultures aide à réduire les éventuelles infestations. La luzerne est une plante hôte très attirante pour la punaise terne. Après la fauche, les adultes se dispersent, envahissant parfois les cultures maraîchères avoisinantes.

Vers-gris (en début de saison)

Agrotis ipsilon (ver-gris noir),
Euxoa messoria (ver-gris moissonneur),
Crymodes devastator (ver-gris vitreux),
Euxoa detersa (ver-gris arénicole)

Identification : En Ontario, les espèces qu'on retrouve couramment dans les cultures maraîchères sont le ver-gris noir, le ver-gris moissonneur et le ver-gris arénicole. Les larves ont un corps mou et plat et se recroquevillent sur elles-mêmes quand on les dérange. À maturité, les vers peuvent atteindre une longueur de 3 à 4 cm (1 ½ à 2 po). Les vers-gris noirs ont une couleur allant du gris au noir, sans rayures, contrairement aux autres vers-gris, qui ont des rayures dorsales ou latérales.

Dommages : Les dommages se produisent le plus souvent à la fin avril et au début mai, en même temps que les semis hâtifs et la levée des semences. Les larves coupent les pétioles ou tiges des plantules sous la surface ou au niveau du sol. La majeure partie des dommages se font en bordure de champ ou dans des champs envahis par les mauvaises herbes. Un ver peut tuer plusieurs plants avant d'atteindre sa taille maximale et d'entamer sa pupaison. Une majorité d'espèces de vers-gris s'alimentent la nuit et se cachent le jour dans le sol, au pied des plants.

Biologie : La plupart des espèces de vers-gris n'hivernent pas en Ontario. Au début du printemps, les insectes adultes (des papillons nocturnes) sont transportés par des alizés venant de régions du sud. Les femelles sont attirées par les couverts denses bien verts, où elles pondent leurs œufs. Souvent, à leur arrivée en Ontario au début du printemps, le principal habitat des femelles est les mauvaises herbes annuelles ou vivaces hivernantes. Les vers-gris sont donc plus fréquents dans les champs ayant un couvert vert au début du printemps, avant le travail du sol. L'éclosion des œufs et la période d'alimentation des larves coïncident souvent avec le semis et la levée des cultures.

Dépistage et seuils : La plupart des espèces de vers-gris s'alimentent la nuit et se cachent le jour sous des pierres éparses ou dans le sol au pied des plants. Il est préférable de faire le dépistage au milieu de la journée, quand les plants ont grandement besoin d'eau. Vérifier s'il y a des dommages en marchant dans le champ pour chercher des plants flétris ou tombés. En cas de dommages, creuser le sol autour de la base; si vers-gris il y a, ils seront à 2,5 cm (1 po) de profondeur dans un rayon de 10 cm (4 po) de la tige. Sélectionner les méthodes de maîtrise en fonction du nombre de larves trouvées et de leur taille. Pour la plupart des cultures maraîchères, une intervention s'impose lorsque 5 % des plants sont endommagés.

Moyens de lutte : Les méthodes de maîtrise sont surtout efficaces sur les petites larves de moins de 2,5 cm (1 po) de longueur. Il est difficile de maîtriser les larves plus grosses au moyen d'insecticides. La lutte devient inutile lorsque les larves sont parvenues en fin de développement (longueur de plus de 2,5 cm [1 po]), car elles se préparent à la pupaison et cessent de s'alimenter. Pulvériser les insecticides en début de soirée, lorsque les vers-gris remontent à la surface du sol pour s'alimenter durant la nuit. Les insecticides sont plus efficaces sur un sol humide.

Troubles physiologiques

Montée à graines

Voir *Brassicacées*, dans ce chapitre.

Légumes de spécialité

Exigences de production

Les légumes de spécialité cultivés en Ontario appartiennent à une vaste gamme de familles (ex. : brassicacées, cucurbitacées, légumineuses). Les stratégies de production et de gestion des ravageurs adaptées aux cultures traditionnelles peuvent être utiles pour établir et gérer les cultures de spécialité apparentées, ces dernières ayant des besoins et des problèmes semblables. Les recommandations fournies dans la présente section s'appuient sur une combinaison d'études et d'expérience en exploitation agricole menées en Ontario ainsi que dans d'autres régions où les préférences du marché, la machinerie disponible et le climat diffèrent considérablement. Il pourrait être nécessaire de faire des analyses dans votre exploitation agricole pour adapter ces recommandations aux conditions de croissance sur place et aux ressources et à la machinerie disponibles.

Commercialisation

Certains marchés de légumes de spécialité exigent des cultivars ou des stades de récolte précis pour répondre à la demande des consommateurs (ex. : melon amer, okra, amarante comestible, aubergine, piments et poivrons, melons, haricot kilomètre). Certaines cultures peuvent être récoltées à différents stades pour répondre à divers segments de marché. Il peut être utile, commercialement parlant, de faire des recherches préliminaires sur les préférences des consommateurs quant aux cultivars ou aux stades de maturité. Très peu de légumes de spécialité ont des calibres établis; c'est donc le marché qui détermine la qualité.

Établissement de cultures de spécialité de saison fraîche

En général, les espèces de légumes de spécialité sont classées selon qu'elles poussent en saison fraîche ou en saison chaude. Les dates de semis varieront selon l'espèce, et certaines cultures pourront être semées plusieurs fois au cours d'une même saison.

Les cultures de saison fraîche peuvent être semées ou repiquées au début du printemps, quand le temps est encore frais. Souvent, leur saison est courte, la récolte ayant lieu entre 30 et 70 jours après l'établissement. Pour cette raison, beaucoup d'entre elles se prêtent bien au semis multiple au cours d'une même saison. Sont synthétisées au Tableau 7–84 les recommandations pour l'établissement des légumes de spécialité de saison fraîche, dont le choix du site.

Tableau 7–84. Recommandations pour l'établissement de cultures de spécialité (saison fraîche)

LÉGENDE : Type de culture : A = annuelle B = bisannuelle V = vivace RA = récolte annuelle
Type de sol : M = sol minéral S = sable L = loam Ar = argile N = terre noire
Irrigation : O = oui BN = bénéfique N = non

Culture	Type de culture	Type de sol	pH optimal	Multiplication et autres indications sur l'établissement[1]	Distance entre les rangs	Espacement sur le rang	Irrigation[2]
Brassicacées							
Bok choy (*Brassica rapa* subsp. *chinensis*)	Voir *Brassicacées*.						
Brocoli chinois (*Brassica alboglabra*)	Voir *Brassicacées*.						
Chou nappa (*Brassica rapa* subsp. *pekinensis*)	Voir *Brassicacées*.						
Chou-rave (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*)	Voir *Brassicacées*.						
Moutardes à feuilles et moutardes pommées (*Brassica juncea, Brassica rapa* subsp. *nipposinica*)	A	M, S (optimal), L	5,5-7,5 [3]	◦ Semis direct de la mi-avril à la mi-septembre ◦ Récolte 20 à 65 jours après le semis direct, selon le cultivar ou l'espèce	30-60 cm (12-24 po)	10-20 cm (4-8 po)	O
Navette comestible à fleurs (*Brassica rapa* subsp. *chinensis* var. *oleifera*)	A	M, S (optimal), L	5,5-7,5[3]	◦ Semis direct de la mi-avril à la mi-septembre ◦ Repiquage de la fin avril à la mi-septembre ◦ Récolte 50 à 55 jours après le semis direct	30-45 cm (12-18 po)	5-10 cm (2-4 po)	O
Pak-choï à fleurs de Shanghai (*Brassica rapa* subsp. *chinensis* Shanghai)	A	M, N optimal	6,0-7,5[3]	◦ Semis direct d'avril à août ◦ Repiquage entre avril et août, environ quatre semaines après le semis ◦ Récolte 45 à 60 jours après le semis direct	45 cm (18 po)	15 cm (6 po)	O
Tat tsai (*Brassica rapa* subsp. *narinosa* var. *rosularis*)	A	M, S (optimal), L, N	5-5-7,5[3]	◦ Semis direct d'avril à septembre ◦ Repiquage entre avril et septembre ◦ Récolte 25 à 45 jours après le semis direct	45-60 cm (18-24 po)	20 cm (8 po)	O

[1] Le délai en jours avant la récolte est fourni à des fins de planification annuelle des cultures.
[2] En Ontario, dans des conditions normales.
[3] Un pH faible et du temps chaud peuvent aggraver les conséquences de la hernie des crucifères.
[4] Pourrait être nécessaire selon le type de sol et la saison.

Tableau 7–84. Recommandations pour l'établissement de cultures de spécialité (saison fraîche)

LÉGENDE : Type de culture : A = annuelle B = bisannuelle V = vivace RA = récolte annuelle
Type de sol : M = sol minéral S = sable L = loam Ar = argile N = terre noire
Irrigation : O = oui BN = bénéfique N = non

Culture	Type de culture	Type de sol	pH optimal	Multiplication et autres indications sur l'établissement[1]	Distance entre les rangs	Espacement sur le rang	Irrigation[2]
Légumes-feuilles							
Bettes à cardes de spécialité (ex. : colorée) (*Beta vulgaris* subsp. *cicla*)	Voir *Épinards et bettes à cardes*.						
Chicorée witloof (*Cichorium intybus*)	Voir *Laitues* dans ce chapitre.						
Laitue-asperge (*Lactuca sativa asparagina, L. sativa angustana*)	A	M, S (optimal), L, N	**Sols minéraux :** 6,1-6,5 **Terres noires :** 5,5	◦ Semis d'avril à début août ◦ Repiquage en avril ◦ Récolte 70 à 90 jours après le semis	30-40 cm (12-16 po)	20-30 cm (8-12 po)	O
Laitue Oreilles du Diable (*Lactuca sativa, L. sativa longifolia*)	A	S, L, N	5,5-7,8	◦ Semis d'avril à début août ◦ Repiquage en avril ◦ Récolte 85 jours après le semis	30-40 cm (12-16 po)	22-30 cm (9-12 po)	O
Rhubarbe (*Rheum rhabarbarum*)	V	M, N	6,0-6,8	◦ Repiquage des souches dormantes d'avril à mai; en octobre, la pointe de la souche vers le haut, entre 30 à 40 cm (12-16 po) de profondeur ◦ Récolte limitée le deuxième printemps après le repiquage	90-150 cm (35-59 po)	60-130 cm (24-51 po)	BN

[1] Le délai en jours avant la récolte est fourni à des fins de planification annuelle des cultures.
[2] En Ontario, dans des conditions normales.
[3] Un pH faible et du temps chaud peuvent aggraver les conséquences de la hernie des crucifères.
[4] Pourrait être nécessaire selon le type de sol et la saison.

Tableau 7–84. Recommandations pour l'établissement de cultures de spécialité (saison fraîche)

LÉGENDE : Type de culture : A = annuelle B = bisannuelle V = vivace RA = récolte annuelle
Type de sol : M = sol minéral S = sable L = loam Ar = argile N = terre noire
Irrigation : O = oui BN = bénéfique N = non

Culture	Type de culture	Type de sol	pH optimal	Multiplication et autres indications sur l'établissement[1]	Distance entre les rangs	Espacement sur le rang	Irrigation[2]
Racines et tubercules							
Carottes de spécialité (ex. : colorée) (*Daucus carota*)	Voir *Carottes*.						
Grande bardane (*Arctium lappa*)	A	S, N	6,5-7,5; croissance difficile en sols acides	◦ Semis direct de fin avril à mai ◦ Récolte 90 à 120 jours après le semis	60-90 cm (24-35 po)	15-30 cm (6-12 po)	BN
Maca (*Lepidium meyenii*)	Voir les notes propres à chaque culture dans ce chapitre.						
Radis de spécialité (ex. : daikon) (*Raohanus sativus* subvar. *longipinnatus*)	A	S, L, N	S, L : 6,0-7,0 N : 5,1-5,5	◦ Semis direct au début du printemps jusqu'à la moitié de l'été ◦ Récolte 50 à 80 jours après le semis, selon le cultivar	30-40 cm (12-16 po)	5-20 cm (2-8 po)	BN[4]
Raifort (*Armoracia rusticana*)	Voir *Brassicacées*.						
Topinambour (*Helianthus tuberosus*)	V, RA	M, sol bien drainé	4,5-8,2; polyvalent, mais préfère les sols légèrement alcalins	◦ Avril à mai ◦ Récolte 125 jours après le repiquage	45-120 cm (18-47 po)	30-60 cm (12-24 po)	N
Autres légumes de spécialité							
Artichaut (*Cynara scolymus*)	A	M, sol bien drainé	6,0-7,5	◦ Repiquage d'avril à mai pour les plants non vernalisés, d'avril à juin pour les plants vernalisés ◦ Récolte 90 à 100 jours après le repiquage	100-150 cm (39-59 po)	80-100 cm (31-39 po)	O
Fenouil de Florence (*Foeniculum vulgare* var. *azoricum*)	A	M, sol bien drainé	6,0-8,0	◦ Repiquage des plantules produites à partir de semences; moins couramment, semis direct ◦ Semis en avril ◦ Repiquage 4 à 6 semaines après le semis ◦ Récolte 70 à 80 jours après le repiquage, 90 à 100 jours après le semis direct	90-120 cm (35-47 po)	20-30 cm (8-12 po)	BN

[1] Le délai en jours avant la récolte est fourni à des fins de planification annuelle des cultures.
[2] En Ontario, dans des conditions normales.
[3] Un pH faible et du temps chaud peuvent aggraver les conséquences de la hernie des crucifères.
[4] Pourrait être nécessaire selon le type de sol et la saison.

Établissement de cultures de spécialité de saison chaude

Les cultures de saison chaude doivent être semées ou repiquées à l'extérieur une fois que le sol s'est réchauffé. Cultures de longue saison, elles ont besoin de plus de 60 jours entre l'établissement et la récolte. En général, une température comprise entre 14 et 15 °C (57-59 °F) dans les 10 à 12 cm (4-6 po) supérieurs du sol indique qu'il est temps de semer ou de repiquer. Certaines cultures peuvent ou doivent être semées à l'intérieur, puis repiquées lorsque le sol s'est réchauffé; toutes les cultures ne se prêtent cependant pas bien au repiquage.



Figure 7–112. Couvertures utilisées pour accélérer l'établissement ou le développement précoce de cultures tendres annuelles

Les cultures de saison chaude sont généralement réceptives à l'utilisation de dispositifs d'allongement de la saison, comme les couvertures (Figure 7–112), le paillis plastique, les tunnels bas (Figure 7–113) et les abris-serres plastique. Ces techniques procurent entre autres avantages la possibilité d'une récolte précoce, une augmentation du rendement, une période de récolte prolongée, une meilleure qualité, la rétention de l'humidité du sol, une incidence réduite des maladies, une réduction du lessivage, des teneurs en nutriments stables pendant la saison et une meilleure maîtrise des mauvaises herbes. Sont synthétisées au Tableau 7–85 les recommandations pour l'établissement des légumes de spécialité de saison chaude, dont le choix du site.



Figure 7–113. Les tunnels bas augmentent les températures en début de saison pour accélérer le développement des cultures de saison chaude

Tableau 7–85. Recommandations pour l'établissement de cultures de spécialité (saison chaude)

LÉGENDE : Type de culture : A = annuelle B = bisannuelle V = vivace CA = cultivé comme annuel en Ontario
Type de sol : M = Sol minéral S = sable L = loam Ar = argile N = terre noire
Irrigation : O = oui BN = bénéfique N = non

Culture	Type de culture	Type de sol	pH optimal	Multiplication et autres indications sur l'établissement[1]	Distance entre les rangs	Espacement sur le rang	Irrigation[2]
Cucurbitacées							
Courge à la cire (*Benincasa hispida*)	A	M, sol bien drainé	5,5-6,5	◦ Repiquage des plantules produites à partir de semences; moins couramment, semis direct ◦ Semis en serre de la fin avril au début mai; semis direct après le dernier gel ◦ Repiquage après le dernier gel, 3 à 5 semaines après le semis ◦ Récolte après 90 à 110 jours	120 cm (47 po) ou plus	50-300 cm (20-118 po)	BN
Gourde (*Lagenaria siceraria* var. *clavata*)	A	M, sol bien drainé	6,0-6,7	◦ Repiquage des plantules produites à partir de semences; moins couramment, semis direct ◦ Semis en serre de la fin avril au début mai; semis direct après le dernier gel ◦ Repiquage après le dernier gel, 3 à 5 semaines après le semis ◦ Première récolte 40 à 90 jours après le repiquage	120-300 cm (47-118 po) ou plus	**En treillis :** 60-300 cm (24-118 po) **Dans le sol :** 240-300 cm (94-118 po)	BN
Luffa/louffa/loofa Louffa (*Luffa cylindrica/Luffa aegyptiaca*) Luffa à fruits anguleux (*Luffa acutangular*)	A	S, L, sol bien drainé	5,5-6,8	◦ Repiquage des plantules produites à partir de semences; moins couramment, semis direct ◦ Semis en serre de la fin avril au début mai; semis direct après le dernier gel ◦ Repiquage après le dernier gel, 4 à 6 semaines après le semis ◦ Première récolte 60 à 90 jours après le repiquage (usage comestible); 100 à 140 jours (usage industriel)	150-200 cm (59-79 po)	40-100 cm (16-39 po)	BN
Melon amer (*Momordica charantia*)	A	M, sol bien drainé	6,0-6,7	◦ Repiquage des plantules produites à partir de semences; moins couramment, semis direct ◦ Semis en serre de la fin avril au début mai; semis direct après le dernier gel ◦ Repiquage après le dernier gel, 3 à 5 semaines après le semis ◦ Première récolte 60 à 90 jours après le repiquage	120-150 cm (47-59 po)	40-50 cm (16-20 po)	BN

[1] Le délai en jours avant la récolte est fourni à des fins de planification annuelle des cultures.
[2] En Ontario, dans des conditions normales.

Tableau 7–85. Recommandations pour l'établissement de cultures de spécialité (saison chaude)

LÉGENDE : Type de culture : A = annuelle B = bisannuelle V = vivace CA = cultivé comme annuel en Ontario
Type de sol : M = Sol minéral S = sable L = loam Ar = argile N = terre noire
Irrigation : O = oui BN = bénéfique N = non

Culture	Type de culture	Type de sol	pH optimal	Multiplication et autres indications sur l'établissement[1]	Distance entre les rangs	Espacement sur le rang	Irrigation[2]
Melon velu (*Benincasa hispida* var. *chieh-gua*)	A	M, sol bien drainé	5,5-6,5	◦ Repiquage des plantules produites à partir de semences; moins couramment, semis direct ◦ Semis en serre de la fin avril au début mai; semis direct après le dernier gel ◦ Repiquage après le dernier gel, 3 à 5 semaines après le semis ◦ Première récolte 60 à 90 jours après le repiquage	120 cm (47 po) ou plus	50-60 cm (20-24 po)	BN
Melons de spécialité (ex. : melon Brilliant) (*Cucumis melo*)	Voir *Cucurbitacées*.						
Zehneria/ concombre à confire (*Melothria scabra, Zehneria scabra*)	A	M, sol bien drainé	6,0-6,8	◦ Repiquage des plantules produites à partir de semences; moins couramment, semis direct ◦ Semis en serre de la fin avril au début mai; semis direct après le dernier gel ◦ Repiquage après le dernier gel, 3 à 5 semaines après le semis ◦ Récolte après 70 à 90 jours	120-200 cm (47-79 po)	40-60-cm (16-24 po)	O
Légumes-fruits							
Aubergines de spécialité (*Solanum melongena*)	Voir *Aubergines*.						
Genre *Physalis* (ex. : tomatille, cerise de terre, groseille du Cap) (*Physalis* spp.)	A	M	6,0-6,8	◦ Repiquage des plantules produites à partir de semences ◦ Semis d'avril à début mai ◦ Repiquage de la fin mai au début juin ◦ Première récolte 80 à 100 jours après le repiquage	40-75 cm (16-30 po)	35-60 cm (14-24 po)	BN
Okra (*Abelmoschus esculentus*)	A	M, sol bien drainé	6,5-7,0	◦ Repiquage des plantules produites à partir de semences; moins couramment, semis direct ◦ Semis en serre début avril ◦ Repiquage ou semis direct après le dernier gel ◦ Récolte 40 à 50 jours après le repiquage et jusqu'au premier gel	90 cm (35 po)	25-45 cm (10-18 po)	O
Poivrons et piments de spécialité (ex. : fort) (*Capsicum annuum, Capsicum chinense*)	Voir *Poivrons et piments*.						

[1] Le délai en jours avant la récolte est fourni à des fins de planification annuelle des cultures.
[2] En Ontario, dans des conditions normales.

Tableau 7–85. Recommandations pour l'établissement de cultures de spécialité (saison chaude)

LÉGENDE : Type de culture : A = annuelle B = bisannuelle V = vivace CA = cultivé comme annuel en Ontario
Type de sol : M = Sol minéral S = sable L = loam Ar = argile N = terre noire
Irrigation : O = oui BN = bénéfique N = non

Culture	Type de culture	Type de sol	pH optimal	Multiplication et autres indications sur l'établissement[1]	Distance entre les rangs	Espacement sur le rang	Irrigation[2]
Légumes-feuilles							
Chrysanthème à couronnes (*Chrysanthemum coronarium*)	A	M, sol bien drainé	5,2-7,5	◦ Repiquage des plantules produites à partir de semences (cultures au début du printemps); semis direct (cultures tardives) ◦ Semis en serre de février à mars ◦ Semis direct de mai à début septembre ◦ Repiquage d'avril à mai ◦ Récolte après 35 à 50 jours	30-45 cm (12-18 po)	15 cm (6 po)	BN
Feuille d'amarante/ calalou (*Amaranthus* ssp.)	A	S, L	6,0	◦ Semis direct; repiquage des plantules produites à partir de semences ◦ Semis en serre en avril; semis direct de mai à juin ◦ Repiquage au champ après le dernier gel ◦ Récolte après 30 à 60 jours	10-50 cm (4-20 po)	4-15 cm (2-6 po)	BN
Pois et haricots							
Edamame (*Glycine max*)	A	M, sol bien drainé	6,0-7,0	◦ Semis direct de début mai à juin ◦ Récolte 65 à 110 jours après le semis	18-75 cm (7-30 po)	10-20 cm (4-8 po)	BN
Haricot kilomètre (*Vigna unguiculata* subp. *sesquipedalis*)	A	M, sol bien drainé	6,0-7,0	◦ Semis direct après le dernier gel ◦ Première récolte 60 à 80 jours après semis	60-150 cm (24-59 po)	15-40 cm (6-16 po)	BN
Pois chiche (frais) (*Cicer arietinum*)	A	M	5,5-8,6	◦ Semis direct de début mai à juin ◦ Première récolte 90 jours après le semis	25-60 cm (10-24 po)	10 cm (4 po)	BN
Racines et tubercules							
Noix tigrée/chufa (*Cyperus esculentus* var. *sativus*)	A	S, L	6,5-7,0	◦ Semis direct après le dernier gel (lit de semence ou butte) ◦ Récolte 120 à 150 jours après le semis	60 cm (24 po)	10 cm (4 po)	N
Patate douce (*Ipomoea batatas*)	Voir *Patates douces*.						
Poire de terre/ yacon (*Smallanthus sonchifolius*)	A	S, L	6,0-6,8	◦ Forçage des tubercules à l'intérieur dès le début avril ◦ Repiquage lorsque les plants mesurent entre 15 et 30 cm (6-12 po) de hauteur, lorsqu'il n'y a plus de risque de gel et que le sol atteint une température supérieure à 15 °C (59 °F) ◦ Récolte 90 à 120 jours après le repiquage	100-120 cm (39-47 po)	75 cm (30 po)	N

[1] Le délai en jours avant la récolte est fourni à des fins de planification annuelle des cultures.
[2] En Ontario, dans des conditions normales.

Fertilisation

Les besoins en engrais d'une culture dépendent de nombreux facteurs, notamment les pluies et irrigations, les températures, le type de sol, la teneur en matière organique et le pH du sol et le cultivar. Vu l'abondance d'espèces cultivées en Ontario, il est impossible de formuler une recommandation générale. Néanmoins, pour des cultures en santé, il est bon d'adopter un programme de fertilisation équilibré établi à partir d'une analyse du sol. L'expérience acquise avec la culture des légumes traditionnels peut également être utile. Pour en savoir plus sur la gestion des sols et sur les besoins des cultures en azote, en phosphore, en potassium et en oligo-éléments, voir le chapitre 1.

En Ontario, il n'existe actuellement pas de lignes directrices en matière de fertilisation pour les légumes de spécialité. Cependant, les études et recommandations pour de nombreuses espèces apparentées peuvent constituer un bon point de départ pour beaucoup des cultures mentionnées dans le présent guide. Les données provenant de l'extérieur de la province ne s'appliquent pas nécessairement aux conditions de croissance ontariennes, le climat et les sols étant différents. Des espèces dont il est question dans ce chapitre, seule la rhubarbe est assortie de recommandations approuvées pour l'Ontario en matière de fertilisation azotée, phosphorée et potassique.

Il peut être ardu de déterminer les apports d'engrais ou de fumier nécessaires pour atteindre les teneurs appropriées d'azote, de phosphore ou de potassium. Une carence peut réduire le rendement et la qualité des cultures, tandis que des apports excessifs peuvent avoir des effets semblables, en plus d'être coûteux et de menacer l'environnement.

Dans le cadre d'un programme de fertilisation pour des légumes de spécialité, certaines actions s'imposent, notamment :

- faire analyser les sols;
- adapter le pH du sol aux besoins de la culture;
- consulter les recommandations en matière de fertilisation en vigueur en Ontario pour les cultures apparentées.

Dans les recommandations pour des cultures apparentées, porter attention aux aspects suivants :

- Familles de plantes : Les cultures de même famille ont souvent des besoins nutritionnels semblables (ex. : aucune recommandation n'est établie en Ontario pour la tomatille, mais celles pour les tomates destinées au marché du frais peuvent donner de bonnes pistes).
- Partie de plante récoltée : Les besoins nutritionnels varient selon la partie de la plante récoltée (feuilles, tiges, racines, tubercules).
- Nombre de jours avant la maturité : Les cultures de saison longue seront généralement plus exigeantes que les cultures apparentées de saison courte.

De plus, les cultures qui produisent une grande quantité de biomasses auront probablement des besoins nutritionnels plus élevés que celles en produisant peu. Par exemple, bien que les légumes-feuilles de spécialité de la famille des brassicacées, comme le pak-choï à fleurs de Shanghai, s'apparentent fortement au chou pommé, il est peu probable qu'ils nécessitent les mêmes quantités d'engrais, le chou pommé mettant 150 jours à atteindre sa maturité (contre 30 à 60 jours pour certains légumes-feuilles de spécialité) et produisant une biomasse beaucoup plus élevée.

Le Tableau 7–86 propose des suggestions de points de départ se fondant sur des essais au champ réalisés en Ontario, des cultures similaires ou les lignes directrices d'autres régions. Pour certaines cultures, il existe pour l'Ontario des recommandations en matière de fertilisation; elles se trouvent dans *Notes sur les différentes cultures*, aussi dans *Légumes de spécialité*, et dans les sections suivantes du chapitre 1 :

- *Évaluation des besoins nutritionnels d'une culture maraîchère*
- *Macronutriments*
- *Oligo-éléments*

Tableau 7–86. Recommandations de fertilisation pour les légumes de spécialité

Culture	Lignes directrices pour l'azote	Remarques	Culture de référence pour les besoins en phosphore et en potassium
Brassicacées			
Bok choy	Voir *Brassicacées*.		*Brassicacées*
Brocoli chinois	Voir *Brassicacées*.		*Brassicacées*
Chou nappa	Voir *Brassicacées*.		*Brassicacées*
Chou-rave	Voir *Brassicacées*.		*Brassicacées*
Moutardes à feuilles et moutardes pommées	80-120 kg/ha (71-107 lb/acre)	À chaque plantation durant la saison de végétation	*Brassicacées*
Navette comestible à fleurs	80-120 kg/ha (71-107 lb/acre)	À chaque plantation durant la saison de végétation	*Brassicacées*
Pak-choï à fleurs de Shanghai	90-120 kg/ha (80-107 lb/acre)	À chaque plantation durant la saison de végétation	*Brassicacées*
Tah tsai	90-120 kg/ha (80-107 lb/acre)	À chaque plantation durant la saison de végétation	*Brassicacées*
Cucurbitacées			
Courge à la cire	110 kg/ha (98 lb/acre)	**Application fractionnée :** 65 kg/ha (58 lb/acre) avant le semis, 45 kg/ha (40 lb/acre) en bandes latérales avant que les vignes commencent à courir ou à grimper	*Cucurbitacées*
Gourde	110 kg/ha (98 lb/acre)	**Application fractionnée :** 65 kg/ha (58 lb/acre) avant le semis, 45 kg/ha (40 lb/acre) en bandes latérales avant que les vignes commencent à courir ou à grimper	*Cucurbitacées*
Luffa/louffa/loofa	110 kg/ha (98 lb/acre)	**Application fractionnée :** 65 kg/ha (58 lb/acre) avant le semis, 45 kg/ha (40 lb/acre) en bandes latérales avant que les vignes commencent à courir ou à grimper	*Cucurbitacées*
Melon amer	110 kg/ha (98 lb/acre)	**Application fractionnée :** 65 kg/ha (58 lb/acre) avant le semis, 45 kg/ha (40 lb/acre) en bandes latérales avant que les vignes commencent à courir ou à grimper	*Cucurbitacées*
Melon velu	110 kg/ha (98 lb/acre)	**Application fractionnée :** 65 kg/ha (58 lb/acre) avant le semis, 45 kg/ha (40 lb/acre) en bandes latérales avant que les vignes commencent à courir ou à grimper	*Cucurbitacées*
Melons de spécialité (ex. : Melon Brilliant)	Voir *Cucurbitacées*.		*Cucurbitacées*
Zehneria/concombre à confire	110 kg/ha (98 lb/acre)	**Application fractionnée :** 65 kg/ha (58 lb/acre) avant le semis, 45 kg/ha (40 lb/acre) en bandes latérales avant que les vignes commencent à courir ou à grimpe	*Cucurbitacées*

Tableau 7–86. Recommandations de fertilisation pour les légumes de spécialité

Culture	Lignes directrices pour l'azote	Remarques	Culture de référence pour les besoins en phosphore et en potassium
Légumes-feuilles			
Amarante comestible/calalou	90-120 kg/ha (80-107 lb/acre)	À chaque plantation durant la saison de végétation	*Laitues*
Bettes à cardes de spécialité (ex. : colorée)	**Sols minéraux :** 110 kg/ha (98 lb/acre)		*Épinards et bettes à cardes*
	Terres noires : 55 kg/ha (49 lb/acre)		
Chicorée witloof	Voir *Laitues*.		*Laitues*
Chrysanthème à couronnes	100 kg/ha (89 lb/acre)		*Laitues*
Laitue-asperge	**Sols minéraux :** 110 kg/ha (98 lb/acre)	**Application fractionnée :** 55 kg/ha (49 lb/acre) avant le semis, 55 kg/ha (49 lb/acre) en bandes latérales, 3 semaines après le repiquage ou l'éclaircissage	*Laitues*
	Terres noires : 120 kg/ha (107 lb/acre) en présemis	Réduire la dose à 100 kg/ha (89 lb/acre) pour les semis à la mi-saison et en fin de saison	
Laitue Oreilles du Diable	**Sols minéraux :** 110 kg/ha (98 lb/acre)	**Application fractionnée :** 55 kg/ha (49 lb/acre) avant le semis, 55 kg/ha (49 lb/acre) en bandes latérales, 3 semaines après le repiquage ou l'éclaircissage	*Laitues*
	Terres noires : 120 kg/ha (107 lb/acre) en présemis	Réduire la dose à 100 kg/ha (89 lb/acre) pour les semis à la mi-saison ou en fin de saison	
Rhubarbe – Cultivée en champ	**Avant le semis :** 100 kg/ha (89 lb/acre)		Voir *Rhubarbe* dans *Notes sur les différentes cultures*.
	Dose annuelle : 200 kg/ha (178 lb/acre)	**Application fractionnée :** 50 % au début du printemps, 50 % après la récolte	
Rhubarbe – Souches destinées au forçage	280 kg/ha (250 lb/acre)	**Application fractionnée :** 100 kg/ha (89 lb/acre) au début du printemps, 180 kg/ha (161 lb/acre) en juillet	
	Un maximum de 100 kg/ha (89 lb/acre) de la dose recommandée peut être distribué par le système d'irrigation après la récolte ou en juillet.		

Tableau 7–86. Recommandations de fertilisation pour les légumes de spécialité

Culture	Lignes directrices pour l'azote	Remarques	Culture de référence pour les besoins en phosphore et en potassium
Légumes-fruits			
Aubergines de spécialité	70 kg/ha (62 lb/acre)	**Application fractionnée :** 35 kg/ha (31 lb/acre) avant le semis, 35 kg/ha (31 lb/acre) en bandes latérales, 3 à 4 semaines après le repiquage	*Aubergines*
Okra	146 kg/ha (130 lb/acre)	**Avant le semis :** 56 kg/ha (50 lb/acre) ET **Épandage en bandes latérales** : deux fois 45 kg/ha (40 lb/acre), 3 à 4 semaines et 6 à 8 semaines après le semis	*Poivrons et piments*
Physalis spp. (ex. : tomatille, cerise de terre)	120 kg/ha (107 lb/acre)		*Tomates*
Poivrons et piments de spécialité (ex. : fort)	Voir *Poivrons et piments*.		*Poivrons et piments*
Pois et haricots			
Edamame	30-40 kg/ha (27-36 lb/acre) en présemis	Ou application en bandes au semoir	*Haricots*
Haricot kilomètre	30-40 kg/ha (27-36 lb/acre) en présemis		*Haricots*
Pois chiches	30-40 kg/ha (27-36 lb/acre) en présemis		*Haricots*
Racines et tubercules			
Carottes de spécialité (ex. : colorée)	Voir *Carottes*.		*Carottes*
Grande bardane	120 kg/ha (107 lb/acre)		*Carottes*
Maca	Voir *Notes sur les différentes cultures*, aussi dans *Légumes de spécialité*.		
Noix tigrée/chufa	0-60 kg/ha (0-54 lb/acre)		*Pommes de terre*
Patates douces	Voir *Patates douces*.		*Patates douces*
Poire de terre/yacon	40 kg/ha (36 lb/acre)		*Pommes de terre*
Radis de spécialité (ex. : daikon)	**Sols minéraux :** 60 kg/ha (54 lb/acre)		*Radis*
	Terres noires : 40 kg/ha (36 lb/acre)		
Raifort	Voir *Brassicacées*.		*Brassicacées*
Topinambour	25-50 kg/ha (22-45 lb/acre)		*Carottes*

Tableau 7–86. Recommandations de fertilisation pour les légumes de spécialité

Culture	Lignes directrices pour l'azote	Remarques	Culture de référence pour les besoins en phosphore et en potassium
Autres légumes de spécialité			
Artichaut	110-120 kg/ha (98-107 lb/acre)	**Application fractionnée :** 25 % avant le semis, 75 % 6 semaines après le semis	Tournesol (voir publication 811F du MAAARO, *Guide agronomique des grandes cultures*)
Fenouil de Florence	**Sols minéraux :** 195 kg/ha (174 lb/acre)	**Application fractionnée :** 135 kg/ha (120 lb/acre) avant le semis, 30 kg/ha (27 lb/acre) en bandes latérales	*Céleris*
	Terres noires : 160 kg/ha (143 lb/acre)	**Application fractionnée :** 80 kg/ha (71 lb/acre) avant le semis, et jusqu'à deux fois 40 kg/ha (36 lb/acre) en bandes latérales	

Récolte et entreposage

La récolte au bon stade de développement pour le marché cible et des conditions d'entreposage adéquates sont cruciales pour les légumes de spécialité. La plupart de ces cultures n'ont pas de calibre établi, et la qualité est déterminée par le marché. Le choix du cultivar et l'uniformité du produit à la récolte peuvent être déterminants dans la commercialisation de ces légumes.

L'équipement de récolte en usage pour les cultures traditionnelles (ex. : concombre, melons) peut être utile pour la récolte d'espèces de spécialité apparentées.

Après la récolte, la plupart des cultures doivent être refroidies le plus vite possible pour prévenir le flétrissement et prolonger la durée de conservation. Un accès à des espaces frigorifiques adéquats entre la récolte et l'emballage et entre l'emballage et l'expédition peut aussi être nécessaire, selon la culture. Le refroidissement peut se faire très rapidement au moyen d'eau glacée, de glace liquide, ou par un traitement à l'eau glacée suivi d'un entreposage dans un espace doté d'un système de refroidissement par air pulsé ou dans une chambre froide traditionnelle.

En raison de la diversité des cultures de spécialité en Ontario, il est impossible de formuler une recommandation unique. Cependant, étant donné que la plupart de ces produits sont vendus sur le marché du frais, il faut conserver une humidité élevée pour prévenir le flétrissement et prolonger leur conservation. Parce qu'une grande humidité favorise le développement de moisissure, ces cultures sont souvent entreposées à des températures très basses, souvent juste au-dessus du point de congélation. Toutefois, le froid peut aussi provoquer des dommages. C'est particulièrement vrai pour de nombreux légumes de saison chaude, habituellement originaires de régions tropicales ou subtropicales. Citons par exemple les patates douces, les tomatilles et de nombreuses cucurbitacées. Sont synthétisés au Tableau 7–87 et le Tableau 7–88 les grands principes de récolte et de manipulation après la récolte des légumes de spécialité. Le Tableau 7–89 et le Tableau 7–90 décrivent quant à eux les conditions d'entreposage idéales.

Tableau 7–87. Recommandations pour la récolte des légumes de spécialité de saison froide

LÉGENDE : MA = récolte manuelle MÉ = récolte mécanique

Culture	Indications pour la récolte (ex. : fréquence, durée)	Méthode de récolte
Brassicacées		
Bok choy	◦ Récolter la plante complète lorsqu'elle mesure environ 15 cm (6 po). ◦ Une seule récolte par semis, plusieurs semis possibles dans une même saison.	MA
Brocoli chinois	◦ Récolter les pieds et les feuilles lorsque les pieds mesurent 12 à 20 cm (5 à 8 po), juste avant la floraison. ◦ Récolter durant les heures fraîches de la journée pour atténuer la déshydratation et les coûts de refroidissement. ◦ Plusieurs récoltes possibles à partir d'un même semis, plusieurs semis consécutifs possibles et compatible avec le système de culture multiple.	MA
Chou nappa	◦ Récolter les pommes en les coupant au ras du sol, lorsqu'elles sont fermes et avant que les feuilles extérieures ne commencent à se décolorer. ◦ Récolter durant les heures fraîches de la journée pour atténuer la déshydratation et les coûts de refroidissement. ◦ Plusieurs récoltes possibles à partir d'un même semis, plusieurs semis consécutifs possibles et compatible avec le système de culture multiple.	MA
Chou-rave	◦ Récolter durant les heures fraîches de la journée pour atténuer la déshydratation et les coûts de refroidissement. ◦ Les cultivars traditionnels se lignifient s'ils dépassent 5 à 10 cm (2 à 4 po). Les cultivars plus imposants (ex. : Kossak) restent tendres même à des tailles entre 15 et 20 cm (6 et 8 po). ◦ Les cultivars traditionnels doivent être récoltés avant qu'ils n'atteignent 5 cm (2 po) de diamètre, particulièrement lorsqu'ils sont cultivés au printemps ou à l'été. Certains marchés préfèrent les produits effeuillés, d'autres non. ◦ Récolte unique, plusieurs semis consécutifs possibles et compatible avec le système de culture multiple.	MA
Moutardes à feuilles et moutardes pommées	◦ Récolter durant les heures fraîches de la journée pour atténuer la déshydratation et les coûts de refroidissement. ◦ Récolte unique, plusieurs semis consécutifs possibles et compatible avec le système de culture multiple.	MA
Navette comestible à fleurs	◦ Récolter quand les boutons inférieurs (les plus matures) sont encore fermés ou lorsqu'ils commencent à s'ouvrir, selon le marché. ◦ Récolter durant les heures fraîches de la journée pour atténuer la déshydratation et les coûts de refroidissement. ◦ Plusieurs semis consécutifs et compatible avec le système de culture multiple.	MA
Pak-choï à fleurs de Shanghai	◦ Récolter durant les heures fraîches de la journée pour atténuer la déshydratation et les coûts de refroidissement. ◦ Plusieurs récoltes possibles à partir d'un même semis, plusieurs semis consécutifs possibles et compatible avec le système de culture multiple.	MA
Tah tsai	◦ Récolter durant les heures fraîches de la journée pour atténuer la déshydratation et les coûts de refroidissement. ◦ Plusieurs récoltes possibles à partir d'un même semis, plusieurs semis consécutifs possibles et compatible avec le système de culture multiple.	MA

Tableau 7–87. Recommandations pour la récolte des légumes de spécialité de saison froide

LÉGENDE : MA = récolte manuelle MÉ = récolte mécanique

Culture	Indications pour la récolte (ex. : fréquence, durée)	Méthode de récolte
Légumes-feuilles		
Bettes à cardes de spécialité (ex. : colorée)	◦ Voir *Épinards et bettes à cardes*.	
Chicorée witloof	◦ Voir *Laitues*.	
Laitue-asperge	◦ Récolter durant les heures fraîches de la journée pour atténuer la déshydratation et les coûts de refroidissement. ◦ Récolte unique.	MA
Laitue Oreilles du Diable	◦ Récolter durant les heures fraîches de la journée pour atténuer la déshydratation et les coûts de refroidissement. ◦ Récolte unique ou plusieurs récoltes en continu possibles à partir de semis consécutifs.	MA
Rhubarbe	◦ Plusieurs récoltes de tiges matures (15 à 20/souche) en laissant environ six tiges par plant. Il faut dépouiller les tiges de leurs feuilles avant de les envoyer sur le marché, car celles-ci contiennent de l'acide oxalique et sont toxiques pour l'humain.	MA
Racines et tubercules		
Carottes de spécialité (ex. : colorée)	◦ Voir *Carottes*.	
Grande bardane	◦ Récolter à l'automne ou au début du printemps avant l'apparition de nouvelles pousses. ◦ Récolte unique.	MA, MÉ
Maca	◦ Voir *Notes sur les différentes cultures*, aussi dans *Légumes de spécialité*.	
Radis de spécialité (ex. : daikon)	◦ Récolte unique ou plusieurs récoltes en continu possibles à partir de semis consécutifs pour de nombreux cultivars, mais certains souffriront de la chaleur estivale.	MA, MÉ
Raifort	◦ Voir *Brassicacées*.	
Topinambour	◦ Retirer les collets après le premier gel, avant la récolte des tubercules. ◦ Éviter de trop manipuler le légume pour minimiser les dommages. ◦ Récolte unique.	MA, MÉ
Autres légumes de spécialité		
Artichaut	◦ Récolter les têtes d'artichaut lorsqu'elles cessent de grossir et que les bractées inférieures commencent à se séparer. ◦ On peut aussi récolter les fleurs, en les coupant, lorsqu'elles sont entièrement déployées. ◦ Plusieurs récoltes possibles à partir d'un même semis.	MA
Fenouil de Florence	◦ Récolter les grandes feuilles à la base avant la montée à graines, lorsque la base de la tige mesure entre 6 et 8 cm (2 et 3 po) de largeur. ◦ La montée à graines donne une texture ligneuse au bulbe. Ce dernier doit être rond et pâle. À la récolte, beaucoup de feuilles et une grande partie des tiges sont coupées, ne laissant au bulbe que quelques centimètres de tige et quelques feuilles. ◦ Récolter durant les heures fraîches de la journée pour atténuer la déshydratation et les coûts de refroidissement. ◦ Récolte unique; semis consécutifs.	MA

Tableau 7–88. Recommandations pour la récolte des légumes de spécialité de saison chaude

LÉGENDE : MA = récolte manuelle MÉ = récolte mécanique

Culture	Indications pour la récolte (ex. : fréquence, durée)	Méthode de récolte
Cucurbitacées		
Courge à la cire	◦ La courge à la cire est un melon velu arrivé à maturité. Récolter lorsque le fruit atteint sa taille maximale et que les vignes commencent à sécher. ◦ Récolter durant les heures fraîches de la journée pour atténuer la déshydratation et les coûts de refroidissement. Refroidir le plus vite possible après la récolte. ◦ Plusieurs récoltes possibles à partir d'un même semis.	MA
Gourde	◦ Suivre les recommandations de récolte des concombres pour les fruits destinés à la consommation. Manipuler délicatement les fruits pour éviter de les endommager. ◦ Récolter durant les heures fraîches de la journée pour atténuer la déshydratation et les coûts de refroidissement. ◦ Plusieurs récoltes possibles à partir d'un même semis.	MA
Luffa/louffa/loofa	◦ Suivre les recommandations de récolte des concombres pour les fruits destinés à la consommation. Manipuler délicatement les fruits pour éviter de les endommager. ◦ Pour l'usage industriel (ex. : production d'éponges), les fruits doivent arriver à maturité sur la tige avant d'être séchés (sur la tige ou non). On en retire la peau, la pulpe et les graines, puis l'éponge est blanchie pour la faire pâlir. ◦ Plusieurs récoltes possibles à partir d'un même semis (fruits immatures destinés à la consommation). Récolte unique des fruits matures (usage industriel).	MA
Melon amer	◦ Récolter les fruits jeunes et fermes lorsqu'ils sont vert pâle et que leur chair est molle et blanche. ◦ Plusieurs récoltes possibles à partir d'un même semis.	MA
Melon velu	◦ Commencer la récolte quand les fruits sont encore couverts de poils soyeux. Suivre les recommandations de récolte des concombres pour les fruits destinés à la consommation. Manipuler délicatement les fruits pour éviter de les endommager. ◦ Récolter durant les heures fraîches de la journée pour atténuer la déshydratation et les coûts de refroidissement. ◦ Plusieurs récoltes possibles à partir d'un même semis.	MA
Melons de spécialité (ex. : melon Brilliant)	◦ Voir *Cucurbitacées*.	
Zehneria/concombre à confire	◦ Suivre les recommandations de récolte des concombres pour les fruits destinés à la consommation. ◦ Refroidir le plus vite possible après la récolte. ◦ Plusieurs récoltes possibles à partir d'un même semis.	MA
Légumes-feuilles		
Amarante/calalou	◦ Récolter les feuilles, les pousses ou les branches avant la floraison. ◦ Récolter durant les heures fraîches de la journée pour atténuer la déshydratation et les coûts de refroidissement. ◦ Plusieurs récoltes possibles à partir d'un même semis; plusieurs récoltes en continu possibles à parti de semis consécutifs.	MA
Chrysanthème à couronnes	◦ Récolter les feuilles avant la floraison. Retirer les boutons floraux pour favoriser la croissance de nouvelles feuilles. À mesure que le plant vieillit, ses feuilles perdent en qualité. ◦ Récolter durant les heures fraîches de la journée pour atténuer la déshydratation et les coûts de refroidissement. ◦ Plusieurs récoltes possibles à partir d'un même semis (feuilles seulement) ou récolte unique (couronne complète), plusieurs semis consécutifs possibles et compatible avec le système de culture multiple.	MA

Tableau 7–88. Recommandations pour la récolte des légumes de spécialité de saison chaude

LÉGENDE : MA = récolte manuelle MÉ = récolte mécanique

Culture	Indications pour la récolte (ex. : fréquence, durée)	Méthode de récolte
Légumes-fruits		
Aubergines de spécialité	◦ Voir *Aubergines*.	
Okra	◦ Récolter les fruits lorsqu'ils atteignent 7 à 12 cm (3 à 5 po) de longueur selon le cultivar et le marché, avant qu'ils ne deviennent fibreux et difficiles à trancher avec une lame de couteau. ◦ Récolter en coupant la tige juste en dessous du fruit. Retirer les fruits trop mûrs des plants pour que la production se poursuive. ◦ Récolter les fruits tous les un ou deux jours pour leur permettre d'atteindre la maturité et la taille voulues. ◦ Plusieurs récoltes possibles à partir d'un même semis.	MA
Pois et haricots		
Edamame	◦ Récolter au stade de grossissement des graines (R6), alors que les gousses sont encore vertes, immatures et gonflées de graines complètement formées et encore bien vertes. ◦ Récolter durant les heures fraîches de la journée pour atténuer la déshydratation et les coûts de refroidissement. ◦ Récolte unique, semis consécutifs.	MA, MÉ (on peut récolter les edamames au moyen d'une cueilleuse-batteuse à petits pois)
Haricot kilomètre	◦ Récolter les haricots lorsqu'ils mesurent 45 à 75 cm (18 à 30 po) de longueur, tous les un à trois jours. La maturité voulue dépend du marché. ◦ Les haricots sont habituellement vendus en bottes, liés au pédoncule. ◦ Plusieurs récoltes possibles à partir d'un même semis.	MA
Pois chiches	◦ Récolter les gousses pleines encore vertes. ◦ Plusieurs récoltes possibles à partir d'un même semis; plusieurs semis consécutifs possibles.	MA
Poivrons et piments de spécialité (ex. : fort)		
Physalis spp. (ex. : tomatille, cerise de terre)	◦ Les tomatilles sont mûres lorsque l'enveloppe se fend, qu'elle prend une couleur chamois ou qu'elle sèche et que le fruit est encore vert. Il arrive que le fruit emplisse toute l'enveloppe sans que celle-ci fende. ◦ Il faut une certaine expérience de récolte pour évaluer correctement le degré de mûrissement des fruits. ◦ Les tomatilles sont sensibles aux températures inférieures à 10 °C (50 °F). ◦ Récolter tous les deux ou trois jours. ◦ Plusieurs récoltes possibles à partir d'un même semis.	MA
Racines et tubercules		
Noix tigrée/chufa	◦ Déterrer les tubercules à la fin de la saison lorsque la majorité ont atteint 1,5 à 2 cm (½ à ¾ po) de diamètre. ◦ Tondre les plants avant la récolte. ◦ Récolte unique.	MA, MÉ (pour les petits tubercules, utiliser une arracheuse modifiée)
Patate douce	◦ Voir *Patates douces*.	
Poire de terre/yacon	◦ Déterrer les tubercules après la floraison, mais avant le premier gel. ◦ Retirer les tiges avant la récolte. ◦ Récolte unique.	MA, MÉ

Tableau 7–89. Recommandations d'entreposage pour les légumes de spécialité de saison froide

LÉGENDE : HR = humidité relative

Culture	Conditions d'entreposage
Brassicacées	
Bok choy	0 °C (32 °F) HR de 95 à 100 % 3 à 4 semaines
Brocoli chinois	0 °C (32 °F) HR de 95 à 100 % 10 à 14 jours
Chou nappa	0 °C (32 °F) HR de 95 à 100 % 2 à 3 mois Ne pas entreposer avec des produits qui dégagent de l'éthylène
Chou-rave	0 °C (32 °F) HR de 98 à 100 % 14 jours (avec les feuilles); 2 à 3 mois (effeuillé)
Moutardes à feuilles et moutardes pommées	0 °C (32 °F) HR de 95 à 100 % 10 à 14 jours
Navette comestible à fleurs	0 °C (32 °F) HR de 95 à 100 % 10 à 14 jours
Pak-choï à fleurs de Shanghai	0 °C (32 °F) HR de 95 à 100 % 2 à 3 semaines
Tah tsai	0-1 °C (32-34 °F) HR de 95 à 100 % 10 à 14 jours
Légumes-feuilles	
Bettes à cardes de spécialité (ex. : colorée)	Voir *Épinards et bettes à cardes*.
Chicorée witloof	Voir *Laitues*.
Laitue-asperge	0 °C (32 °F) HR de 95 à 100 % 10 à 14 jours
Laitue Oreilles du Diable	0 °C (32 °F) HR de 85 à 100 % 15 à 20 jours
Rhubarbe	0 °C (32 °F) HR de 95 % 2 à 4 semaines

Tableau 7–89. Recommandations d'entreposage pour les légumes de spécialité de saison froide

LÉGENDE : HR = humidité relative

Culture	Conditions d'entreposage
Racines et tubercules	
Carottes de spécialité (ex. : colorée)	Voir *Carottes*.
Grande bardane	0 °C (32 °F) HR de 90 à 95 % 20 à 35 jours
Maca	Voir *Notes sur les différentes cultures*, aussi dans *Légumes de spécialité*.
Radis de spécialité (ex. : daikon)	0 °C (32 °F) HR de 95 à 100 % 3 à 4 semaines
Raifort	Voir *Brassicacées*.
Topinambour	0-2 °C (32-36 °F) HR de 95 % 4 à 5 mois
Autres légumes de spécialité	
Artichaut	0 °C (32 °F) HR de 90 à 95 % 2 à 4 semaines
Fenouil de Florence	0-2 °C (32-36 °F) HR de 90 à 95 % 14 à 21 jours

Tableau 7–90. Recommandations d'entreposage pour les légumes de spécialité de saison chaude

LÉGENDE : HR = humidité relative

Culture	Conditions d'entreposage
Cucurbitacées	
Courge à la cire	13-15 °C (55-59 °F) HR de 70 à 75 % 6 mois
Gourde	10-13 °C (50-55 °F) HR de 85 à 90 % 7 à 14 jours
Luffa/louffa/loofa	10-12 °C (50-54 °F) HR de 85 à 90 % 7 à 21 jours **Nota :** Des températures inférieures à 10 °C (50 °F) peuvent causer des dommages au luffa destiné à la consommation
Melon amer	12-13 °C (54-55 °F) HR de 85 à 90 % 2 à 3 semaines
Melon velu	10-13 °C (50-55 °F) HR de 85 à 90 % 7 à 14 jours
Melons de spécialité (ex. : melon Brilliant)	Voir *Cucurbitacées*.
Zehneria/concombre à confire	7-13 °C (45-55 °F) HR de 95 % 10 à 14 semaines
Légumes-feuilles	
Amarante/calalou	0-2 °C (32-36 °F) HR de 95 à 100 % 10 à 14 jours
Chrysanthème à couronnes	0 °C (32 °F) HR de plus de 95 % 2 à 3 semaines
Légumes-fruits	
Aubergines de spécialité	Voir *Aubergines*.
Okra	8-10 °C (46-50 °F) HR de 90 à 100 % 5 à 10 jours

Tableau 7–90. Recommandations d'entreposage pour les légumes de spécialité de saison chaude

LÉGENDE : HR = humidité relative

Culture	Conditions d'entreposage
Pois et haricots	
Edamame	0-2 °C (32-36 °F) HR de 90 à 95 % 1 semaine maximum
Haricot kilomètre	4-7 °C (39-45 °F) (des températures inférieures peuvent endommager le produit) HR de 90 à 95 % 7 à 14 jours
Pois chiches	0-2 °C (32-36 °F) HR de 90 à 95 % 1 semaine maximum
Poivrons et piments de spécialité (ex. : fort)	
Physalis spp. (ex. : tomatille, cerise de terre)	10-15 °C (50-59 °F) HR de 90 à 95 % 1 à 3 semaines
Racines et tubercules	
Noix tigrée/chufa	7-10 °C (45-50 °F) HR de 85 à 90 % 4 à 6 mois
Patates douces	Voir *Patates douces*.
Poire de terre/yacon	Un conditionnement des tubercules à 20-25 °C (68-77 °F) pendant 6 jours peut être nécessaire pour faire augmenter la teneur en sucre pour le marché 10-15 °C (50-59 °F) HR de 70 à 85 % 2 mois

Lutte intégrée contre les ravageurs

La lutte contre les ravageurs présente de grands défis dans les cultures de spécialité, notamment le fait d'avoir à composer avec des ravageurs inconnus, un manque de traitements homologués et la nécessité de recourir à des pratiques de maîtrise préventives ou exigeantes. Pour les légumes de spécialité, les ravageurs passent souvent inaperçus jusqu'à ce que l'on constate des dommages, et à ce stade, il est souvent trop tard. Voici quelques considérations dont il faut tenir compte pour la gestion des ravageurs dans une nouvelle culture :

- Se préparer à lutter contre les ravageurs même si aucun n'est visible. Ils ne posent souvent pas problème pendant les premières années de production. Cependant, avec le temps, les populations atteignent souvent des seuils critiques. La proactivité et la prévention sont donc de mise; effectuer des dépistages régulièrement et se préparer à lutter contre les ravageurs dès leur arrivée.
- S'informer sur les principaux ravageurs de la culture concernée dans les régions où elle est normalement cultivée. Si ces ravageurs sont aussi présents en Ontario ou si des ravageurs locaux leur sont apparentés, ils représentent alors une menace potentielle pour le légume de spécialité. Si la culture est une proche parente d'une culture déjà établie en Ontario, il faut envisager la possibilité que les ravageurs de la culture traditionnelle s'en prennent aussi à la culture de spécialité.
- Déterminer le seuil de dommages tolérable. Certains légumes de spécialité sont plus tolérants que les cultures traditionnelles.
- S'informer si des produits de maîtrise homologués existent pour les cultures envisagées avant de les établir. Beaucoup de légumes de spécialité ne comptent que peu de traitements autorisés. Si c'est le cas, et qu'en plus ils sont des cibles de choix pour les ravageurs, se demander si cela vaut la peine de prendre le risque de perdre un champ entier. Les cultures sont classées en groupes pour l'homologation, et dans certains cas, un produit sera autorisé pour un groupe complet. Cependant, il peut être difficile pour les cultivateurs de déterminer quels produits sont homologués pour une espèce de spécialité donnée.
- Les méthodes non chimiques demandent habituellement une planification rigoureuse. Ces techniques sont souvent efficaces contre les ravageurs; toutefois, elles demandent parfois beaucoup de travail et peuvent être coûteuses. Il faut donc se demander ce que l'on est prêt à investir, idéalement avant de planter. De plus, ces techniques sont majoritairement préventives, elles ne seront donc d'aucune utilité après que les ravageurs ont infesté la culture.
- La sensibilité aux ravageurs peut considérablement varier d'un cultivar à l'autre. C'est donc un élément dont il faut tenir compte dans le choix du cultivar.
- La gestion des mauvaises herbes représente souvent l'un des plus gros défis en production de cultures de spécialité. Comme il n'existe souvent que peu de pesticides homologués, les cultivateurs doivent se tourner vers des méthodes non chimiques, qui sont chronophages et coûteuses.
- Effectuer des dépistages réguliers. Les problèmes de ravageurs se développant habituellement au fil du temps, il est important de surveiller régulièrement les champs, même si des signes de ravageurs ne sont pas visibles ou attendus. La maîtrise des ravageurs sera plus facile si l'on agit dès les premiers stades, et particulièrement avec les légumes de spécialité, pour lesquels on ne peut être sûr des types de ravageurs qui l'attaqueront ou de la disponibilité de traitements chimiques.

La gestion des ravageurs dans les cultures de spécialité demande de la planification et s'appuie sur des méthodes qui sont souvent préventives et parfois coûteuses. En général, il n'est pas sage d'établir une culture en prévoyant de gérer les ravageurs seulement s'ils se présentent. Il faut plutôt tenir compte des moyens de lutte dans le cadre du processus décisionnel menant au choix d'une culture de spécialité. Le Tableau 7–91 se veut un court guide répertoriant les principaux ravageurs ayant causé d'importants dégâts dans les cultures de légumes de spécialité en Ontario jusqu'à maintenant. Ce guide n'est pas exhaustif, beaucoup des cultures de spécialité étant peu répandues dans la province; il est donc possible que des ravageurs importants n'aient tout simplement pas encore été répertoriés. Les complexes de ravageurs de cultures traditionnelles apparentées, si tant est qu'elles soient présentes en Ontario, peuvent servir de point de départ à un programme de dépistage pour une culture de spécialité. Lorsqu'elles existent, les cultures de référence pour chaque culture de spécialité se trouvent au Tableau 7–86.

Tableau 7–91. Maladies, insectes et troubles physiologiques principaux des légumes de spécialité en Ontario en date de 2022

Culture	Maladies, insectes et troubles physiologiques
Brassicacées	
Bok choy	**Maladies :** Hernie des crucifères (*Plasmidiophora brassicae*), mildiou (*Hyaloperonospora parasitica* syn. *Peronospora parasitica*) **Insectes :** Altises (*Phyllotreta* spp.)
Brocoli chinois	**Maladies :** Hernie des crucifères (*Plasmodiophora brassicae*), mildiou (*Hyaloperonospora parasitica*) **Insectes :** Altises (*Phyllotreta* spp.), mineuses des feuilles (*Liriomyza* spp.), cécidomyie du chou-fleur (*Contarinia nasturtii*)
Chou nappa	**Maladies :** Hernie des crucifères (*Plasmidiophora brassicae*), mildiou (*Peronospora parasitica*) **Insectes :** Altises (*Phyllotreta* spp.), cécidomyie du chou-fleur (*Contarinia nasturtii*)
Chou-rave	Pour en savoir plus sur les ravageurs du chou-rave, voir *Brassicacées*.
Moutardes à feuilles et moutardes pommées	**Maladies :** Hernie des crucifères (*Plasmidiophora brassicae*) **Insectes :** Altises (*Phyllotreta* spp.)
Navette comestible à fleurs	**Maladies :** Hernie des crucifères (*Plasmidiophora brassicae*), mildiou (*Peronospora parasitica*) **Insectes :** Altises (*Phyllotreta* spp.)
Pak-choï à fleurs de Shanghai	**Maladies :** Mildiou (*Hyaloperonospora parasitica*) **Insectes :** Altises (*Phyllotreta* spp.)
Tah tsai	**Insectes :** Altises (*Phyllotreta* spp.)
Cucurbitacées	
Concombres de spécialité (ex. : concombre coréen, concombre japonais, concombre Suyo Long)	**Maladies :** Tache angulaire (*Pseudomonas syringae*), anthracnose (*Colletotrichum obriculare*), mildiou (*Pseudoperonospora cubensis*), maladie du blanc (oïdium) (*Sphaerotheca fuliginea, Erysiphe cichoracearum*) **Insectes :** Pucerons (ex. : *Myzus persicae, Brevicoryne brassicae, Lypaphis erysimi, Aphis gossypii*), chrysomèle du concombre (*Acalymma vittata*)
Courge à la cire	**Maladies :** Maladie du blanc (oïdium) (*Sphaerotheca fuliginea, Erysiphe cichoracearum*) **Insectes :** Pucerons (ex. : *Myzus persicae, Brevicoryne brassicae, Lypaphis erysimi, Aphis gossypii*), chrysomèle du concombre (*Acalymma vittata*) Voir *Cucurbitacées*.
Gourde	**Maladies :** Maladie du blanc (oïdium) (*Sphaerotheca fuliginea, Erysiphe cichoracearum*) **Insectes :** Chrysomèle du concombre (*Acalymma vittata*)
Luffa/louffa/loofa	**Maladies :** Brûlure alternarienne (*Alternaria cucumerina*), maladie du blanc (oïdium) (*Sphaerotheca fuliginea, Erysiphe cichoracearum*) **Insectes :** Pucerons (ex. : *Myzus persicae, Brevicoryne brassicae, Lypaphis erysimi, Aphis gossypii*), chrysomèle du concombre (*Acalymma vittata*)
Melon amer	**Maladies :** Brûlure alternarienne (*Alternaria cucumerina*) **Insectes :** Chrysomèle du concombre (*Acalymma vittata*)
Melon velu	**Maladies :** Maladie du blanc (oïdium) (*Sphaerotheca fuliginea, Erysiphe cichoracearum*) **Insectes :** Pucerons (ex. : *Myzus persicae, Brevicoryne brassicae, Lypaphis erysimi, Aphis gossypii*), chrysomèle du concombre (*Acalymma vittata*)
Melons de spécialité (ex. : melon Brilliant)	Pour en savoir plus sur les ravageurs des melons, voir *Cucurbitacées*.
Zehneria/ concombre à confire	**Maladies :** Maladie du blanc (oïdium) (*Sphaerotheca fuliginea, Erysiphe cichoracearum*)

Tableau 7–91. Maladies, insectes et troubles physiologiques principaux des légumes de spécialité en Ontario en date de 2022

Culture	Maladies, insectes et troubles physiologiques
Légumes-feuilles	
Amarante/calalou	**Maladies :** Brûlure phomopsienne (*Phomopsis amaranthicola*), pourriture pythienne des tiges (*Pythium aphanidermatum*) **Insectes :** Pucerons (*Myzus persicae*, autres espèces), altise des navets (*Phyllotreta striolata*), altise trimaculée (*Disonycha triangularis*) Voir *Laitues*.
Bettes à cardes de spécialité (ex. : colorée)	Cette culture s'apparentant étroitement à la bette à cardes traditionnelle, son complexe de ravageurs sera semblable. Voir *Épinards et bettes à cardes*.
Chicorée witloof	Pour en savoir plus sur les ravageurs de la chicorée witloof, voir *Laitues*.
Chrysanthème à couronnes	Pour en savoir plus sur ce ravageur, voir le chapitre 5. On n'a pas encore rapporté de maladies touchant le chrysanthème à couronnes en Ontario. **Insectes :** Scarabée japonais (*Popillia japonica*)
Laitue-asperge	Cette culture s'apparentant étroitement à la laitue traditionnelle, son complexe de ravageurs sera semblable. Voir *Laitues*.
Laitue Oreilles du Diable	Cette culture s'apparentant étroitement à la laitue traditionnelle, son complexe de ravageurs sera semblable. Voir *Laitues*.
Rhubarbe	**Maladies :** Pourriture du collet (*Phytophthora* spp.), nématodes (plusieurs espèces), virus de la mosaïque du navet **Insectes :** Pucerons (plusieurs espèces), fausse-arpenteuse du chou (*Trichoplusia ni*), noctuelle de la pomme de terre (*Hydraecia micacea*), charançon de la rhubarbe (*Lixus concavus*), limaces (*Arion* spp., *Droceras* spp., *Helix* spp., *Limax* spp.) **Troubles physiologiques :** Pollution de l'air, flétrissure du noyer Pour en savoir plus sur ces ravageurs, voir *Rhubarbe* dans *Notes sur les différentes cultures*, aussi dans *Légumes de spécialité*.
Légumes-fruits	
Aubergines de spécialité	Cette culture s'apparentant étroitement à l'aubergine traditionnelle, son complexe de ravageurs sera semblable. Pour en savoir plus, voir *Aubergines*.
Physalis spp. (ex. : tomatille, cerise de terre)	On n'a pas encore rapporté de maladies touchant *Physalis* spp. en Ontario. **Insectes :** Chrysomèle rayée de la pomme de terre (*Lema daturaphila*), tétranyque à deux points (*Tetranychus urticae*), papillon de nuit *Chloridea subflexa* (*Chloridea [Heliothis] subflexa*)
Piments et poivrons de spécialité (ex. : fort)	Cette culture s'apparentant étroitement au poivron traditionnel, son complexe de ravageurs sera semblable. Pour en savoir plus, voir *Poivrons et piments*.
Okra	**Maladies :** Maladie du blanc (oïdium) (*Erysiphe* spp.), moisissure grise (*Botrytis* spp.), cercosporiose (*Cercospora* spp.), flétrissement verticillien (*Verticillium* spp.), pourriture à sclérotes (*Sclerotinia* spp.) **Insectes :** Pucerons (ex. : *Aphis gossypii, Myzus persicae*), fausse-arpenteuse du chou (*Trichoplusia ni*), pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis*), altises (plusieurs espèces), scarabée japonais (*Popillia japonica*), mineuses des feuilles (plusieurs espèces), cicadelle de la pomme de terre (*Empoasca fabae*), chrysomèle maculée du concombre (*Diabrotica undecimpunctata*), chrysomèle rayée du concombre (*Acalymma vittata*), punaise terne (*Lygus lineolaris*), thrips (*Frankliniella occidentalis*), tétranyque à deux points (*Tetranychus urticae*) Voir chapitres 5 et 6.

Tableau 7–91. Maladies, insectes et troubles physiologiques principaux des légumes de spécialité en Ontario en date de 2022

Culture	Maladies, insectes et troubles physiologiques
Pois et haricots	
Edamame	**Maladies :** Tache septorienne (*Septoria cucurbitacearum*), pourriture à sclérotes (*Sclerotinia sclerotiorum*), virus (divers) **Insectes :** Pucerons (*Aphis gossypii*), scarabée japonais (*Popillia japonica*) L'edamame appartenant à la même espèce que le soya traditionnel, son complexe de ravageurs sera semblable. Pour connaître la liste complète des ravageurs, voir la publication 811F du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales (MAAARO), *Guide agronomique des grandes cultures*.
Haricot kilomètre	**Insectes :** Cicadelle de la pomme de terre (*Empoasca fabae*), pentatomes (plusieurs espèces) Parmi les ravageurs et maladies présents en Ontario, certains sont connus pour s'être attaqué à cette culture dans d'autres régions : brûlure bactérienne (*Pseudomonas syringae*), pourridié (*Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp.), pourriture à sclérotes (*Sclerotinia* spp.), maladie du blanc (oïdium) (plusieurs espèces), pucerons (plusieurs espèces), tétranyque à deux points (*Tetranychus urticae*). Pour obtenir des informations générales sur ces ravageurs et maladies, voir les chapitres 5 et 6.
Pois chiches	On ne possède pas d'information sur les ravageurs et maladies du pois chiche en Ontario; cependant, parmi ceux présents, certains sont connus pour s'être attaqué à cette culture dans d'autres régions : ver-gris, sauterelle, ver fil-de-fer, punaises et pucerons, jaunisse fusarienne, pourriture à sclérotes, moisissure grise. Pour obtenir des informations générales sur ces ravageurs et maladies, voir les chapitres 5 et 6.
Racines et tubercules	
Carottes de spécialité (ex. : colorée)	Cette culture appartenant à la même espèce que la carotte traditionnelle, son complexe de ravageurs sera semblable. Pour en savoir plus sur les ravageurs des carottes de spécialité, voir *Carottes*.
Grande bardane	**Maladies :** Virus (plusieurs espèces) **Insectes :** Pucerons (plusieurs espèces), cicadelles (plusieurs espèces) Bien que la situation n'ait pas encore été observée en Ontario, il se peut que cette culture soit ravagée par d'autres insectes se nourrissant de racines, comme les vers blancs, les millipèdes et les vers fil-de-fer. La punaise à quatre raies, qui sévit aussi parfois en Ontario, est un ravageur important dans d'autres régions. Pour obtenir des informations générales sur ces ravageurs, voir les chapitres 5 et 6.
Maca	Inconnu pour l'Ontario.
Noix tigrée/chufa	**Insectes :** Vers blancs (*Rhizotrogus majalis, Popillia japonica, Phyllophaga* spp.), vers fil-de-fer (plusieurs espèces de *Coleoptera*) Pour obtenir des informations générales sur ces ravageurs, voir les chapitres 5 et 6. On possède cependant peu d'information sur les maladies touchant cette culture.
Patates douces	Pour obtenir une liste des ravageurs, voir *Patates douces*.
Poire de terre/yacon	Inconnu pour l'Ontario.
Radis de spécialité (ex. : daikon)	**Insectes :** Mouche du chou (*Delia radicum*), altises (*Phyllotreta* spp.) Voir *Brassicacées* (particulièrement les radis).
Raifort	Pour en savoir plus sur les ravageurs du raifort, voir *Brassicacées*.
Topinambour	**Maladies :** Maladie du blanc (oïdium) (*Erysiphe cichoracearum*), flétrissure causée par *Sclerotinia*, pourriture à sclérotes des tiges et des tubercules (*Sclerotinia sclerotiorum*) **Insectes :** Limaces (*Arion* spp., *Droceras* spp., *Helix* spp, *Limax* spp.) Pour obtenir des informations générales sur ces ravageurs, voir les chapitres 5 et 6. On possède cependant peu d'information sur les maladies touchant cette culture.

Tableau 7–91. Maladies, insectes et troubles physiologiques principaux des légumes de spécialité en Ontario en date de 2022

Culture	Maladies, insectes et troubles physiologiques
Autres légumes de spécialité	
Artichaut	**Maladies :** Brûlure des feuilles d'origine fongique (ex. : *Alternaria* spp.) **Insectes :** Pucerons (*Aphis gossypi*, autres espèces), limaces (*Arion* spp., *Droceras* spp., *Helix* spp, *Limax* spp.) Pour en savoir plus sur ces ravageurs, voir le chapitre 5.
Fenouil de Florence	**Maladies :** Tache bactérienne (*Pseudomonas syringae*), chancre à Itersonilia (*Itersonilia perplexans*), brûlure phoméenne (*Phoma anethi*) **Insectes :** Pucerons (*Aphis gossypi, Myzus persicae*, autres espèces), cicadelles (plusieurs espèces), papillon du céleri (*Papilio polyxenes*) Voir *Fines herbes*.

Notes sur les groupes de cultures

Brassicacées

De nombreuses brassicacées sont sensibles à la durée du jour et monteront en graines si exposées à de longues photopériodes. Des températures élevées ou de longues périodes de sécheresse peuvent favoriser le développement inopportun d'une saveur épicée ou d'un goût âcre dans les feuilles, les tiges ou les racines. Beaucoup de ces espèces peuvent aussi être cultivées l'hiver en serre, à des températures entre 12 et 14 °C (54 et 57 °F).

Cucurbitacées

Pour certaines cucurbitacées, il faut un treillis pour préserver la qualité des fruits (ex. : melon amer, melon velu, gourde, concombre à confire); d'autres pourront pousser sur le sol comme les cultures traditionnelles (ex. : melon d'hiver). La plupart des cucurbitacées de spécialité profiteront de pratiques d'allongement de la saison.

Légumes-fruits

La plupart des légumes-fruits sont repiqués au champ à partir de semis et profiteront de pratiques d'allongement de la saison et d'une irrigation supplémentaire. Ils peuvent être cultivés en serre ou au champ. Certaines cultures, comme l'okra, demandent beaucoup de travail et nécessitent une récolte quotidienne.

Notes sur les différentes cultures

Artichaut

Les jeunes boutures d'artichaut ont besoin d'une période de vernalisation (froide) pour que les boutons floraux se développent. La durée dépend du cultivar; les cultivars Green Globe et Imperial Star sont ceux qui demandent la plus courte période de vernalisation (80 % après 200 heures à une température de 10 °C [50 °F] ou moins). La production commerciale de certains cultivars n'est pas possible en Ontario parce qu'ils ont besoin de trop longues périodes de vernalisation. Les boutures sont habituellement cultivées en serre pendant quatre semaines, puis placées en chambre froide à 10 °C (50 °F) pendant 10 à 14 jours sous lumière artificielle, avant d'être repiquées au champ. Le repiquage direct au début du printemps peut permettre une vernalisation naturelle, mais seulement s'il fait assez frais pendant cette période.

Edamame

L'edamame peut fixer l'azote, mais devrait être inoculé avec *Bradyrhizobium* lorsqu'établi comme nouvelle culture. Les expériences avec l'edamame en Ontario indiquent que la nodulation chez certains cultivars n'est pas aussi bonne que chez le soya traditionnel, et c'est pourquoi des apports en azote peuvent être bénéfiques.

Grande bardane

Il est possible que les récolteuses traditionnelles de légumes-racines n'atteignent pas une profondeur suffisante pour récolter les racines de la grande bardane, à moins que celle-ci soit cultivée sur de

grandes planches surélevées. Ces racines peuvent atteindre plus d'un mètre (39 po) de longueur dans une terre meuble. Des modifications à l'équipement pourraient être nécessaires.

Maca

Le maca a besoin d'une longue saison de végétation, soit de 250 à 280 jours à des températures de croissance fraîches à modérées. En Ontario, les premières expériences en champ n'ont pas permis d'obtenir un produit commercialisable.

Physalis spp.

Bien que de nombreux ravageurs des légumes de spécialité s'attaquent aussi à au moins quelques cultures traditionnelles, certains d'entre eux ne semblent s'en prendre qu'aux espèces de *Physalis*. En Ontario, c'est notamment le cas du papillon de nuit *Chloridea subflexa* et de la chrysomèle rayée de la pomme de terre.

Insectes

Chrysomèle rayée de la pomme de terre
Lema daturaphila

Identification : L'insecte adulte mesure environ 8 mm (⅓ po). Son corps jaune orangé est surmonté d'une tête orange, et trois bandes blanches filent le long de son dos. L'insecte pond en grappes des œufs orange ovales sous la face inférieure des feuilles. Les larves, gris foncé et aux allures de limace, possèdent trois paires de pattes et une tête noire ronde. En se nourrissant, il arrive qu'elles se couvrent d'excréments pour se défendre des prédateurs.

Dommages : La chrysomèle rayée de la pomme de terre se nourrit de solanacées. Bien que rare chez la pomme de terre et la tomate, elle peut causer d'importants dommages aux tomatilles et aux cerises de terre. Adultes et larves se nourrissent uniquement du feuillage des plantes du genre *Physalis*.

Biologie : La chrysomèle rayée de la pomme de terre passe l'hiver dans le sol à l'état d'adulte ou de pupe, puis reprend ses activités en mai, moment où la femelle pond des œufs sur la face inférieure des feuilles de cultures hôtes. L'éclosion a lieu de juin à juillet, et les larves se nourrissent en groupes jusqu'à la moitié ou la fin de l'été, où elles entrent en pupaison. Une à deux générations voient le jour chaque année, selon la région.

Dépistage et seuils : Aucun seuil n'a été établi pour ce ravageur, mais il peut causer des dommages considérables à la cerise de terre, à la groseille du Cap et à la tomatille.

Moyens de lutte : Les couvertures ou les filets peuvent être efficaces pour repousser les chrysomèles, à condition qu'ils soient installés avant l'arrivée du ravageur dans la culture. L'élimination des solanacées adventices environnantes réduira le nombre de plantes hôtes disponibles. En cas d'infestation mineure, il est possible de retirer les insectes des plants à la main.

Papillon de nuit *Chloridea subflexa*
Chloridea (Heliothis) subflexa

Identification : Les larves sont brun orangé; leurs flancs sont ornés de lignes blanches et brunes et de taches sombres. Les ailes antérieures du papillon adulte sont vert pâle avec trois bandes sombres à liseré blanc; ses ailes postérieures sont blanches. On n'observe habituellement pas d'insectes adultes au champ.

Dommages : Les larves se nourrissent des fruits à même le calice. L'enveloppe est donc vide ou porte un fruit partiellement mangé et est remplie d'excréments; il arrive qu'on trouve encore des larves dans l'enveloppe à la récolte.

Biologie : Les larves des espèces de papillons nocturnes du genre *Chloridea subflexa* (anciennement *Heliothis subflexa*) se nourrissent exclusivement des fruits de *Physalis* spp. et constituent un problème assez grave pour la cerise de terre en Ontario. D'autres régions ont aussi rapporté ce ravageur chez la tomatille. On possède peu d'information sur le cycle de vie de cet insecte. Les jeunes chenilles percent de petits trous dans le calice ou dans l'enveloppe qui entoure le fruit pour s'y introduire, puis creusent et s'enfoncent dans le fruit, qu'elles dévorent de l'intérieur, ne laissant dans l'enveloppe que leurs excréments. Les larves passent la majeure partie de leur vie ainsi protégées, et il arrive qu'elles soient encore présentes à la récolte. Il est donc possible que des fruits contaminés se retrouvent sur le marché, s'ils sont vendus dans leur enveloppe.

Dépistage et seuils : Ce ravageur est dur à dépister en raison des œufs qui sont difficiles à repérer. L'ouverture d'enveloppes de fruits au hasard pendant la saison de végétation peut permettre de détecter les larves. Les enveloppes infestées sembleront

plus légères, et le fruit à l'intérieur aura une texture caoutchouteuse. Aucun seuil d'intervention n'a été fixé.

Moyens de lutte : L'information sur la gestion de ce ravageur est limitée. En Ontario, aucun insecticide n'est actuellement homologué.

Pois chiches (frais)

Les pois chiches frais sont simplement des pois chiches qu'on récolte avant qu'ils n'arrivent à maturité. Cette espèce peut fixer l'azote, mais devrait être inoculée avec *Bradyrhizobium* lorsqu'établie comme nouvelle culture; des apports supplémentaires en azote peuvent aussi être bénéfiques.

Rhubarbe

Au printemps, la croissance de la rhubarbe commence lorsque le sol atteint 7 °C (45 °F). Au-delà de 26 °C (79 °F), durant les mois de juillet et d'août, ses feuilles flétrissent et ses tiges montent à graines. La montée à graines diminue la vigueur des pieds de rhubarbe et épuise leurs précieuses réserves nutritives. Les hampes florales doivent être supprimées dès qu'elles sont visibles et avant l'éclosion des fleurs. La rhubarbe peut être cultivée hors saison pendant l'hiver. Après deux ans, les souches doivent être rentrées pour l'hiver. Elles ont besoin de sept à neuf semaines de dormance en deçà de 5 °C (41 °F). Des températures comprises entre 13 et 18 °C (55 et 64 °F) déclencheront la croissance. Les souches doivent demeurer tout ce temps dans l'obscurité pour éviter la synthèse de chlorophylle. On recommande l'utilisation d'acide gibbérellique (Activol GA) pour raccourcir la période de dormance. Consulter l'étiquette pour en connaître le mode d'emploi. Le rendement moyen pour la rhubarbe destinée au marché du frais et à la transformation est de 27 à 33 tonnes métriques par hectare (12 à 15 tonnes américaines par acre) pour des pieds comportant de 15 à 20 tiges. La rhubarbe à tige rouge est la plus recherchée. La couleur, qui dépend souvent du cultivar, peut aussi être influencée par la température. La couleur rouge est plus prononcée chez la rhubarbe cultivée par temps relativement frais. Des températures plus chaudes favoriseront la couleur verte. Avec les années, les yeux migrent du centre de la souche vers la périphérie. Si on ne la divise pas, la partie centrale devient improductive, se met à pourrir et finit par mourir, ce qui réduit considérablement la productivité globale de la culture. Le meilleur rendement s'obtient dans les 8 à 10 premières années suivant la plantation.

Maladies

Nématodes

Identification : En Ontario, plusieurs espèces de nématodes peuvent s'en prendre à une grande diversité de cultures maraîchères. Les symptômes et les seuils varient, selon l'espèce en cause et la culture hôte. Dans certains cas, plusieurs types de nématodes peuvent être présents et ravager la culture.

Biologie et moyens de lutte : La présence de nématodes peut également exacerber l'incidence de certaines maladies fongiques d'origine tellurique, comme la verticilliose. Pour en savoir plus sur les nématodes dans les cultures maraîchères, voir le chapitre 6.

Pourriture du collet
Phytophthora spp.

Identification : Des lésions brunes déprimées apparaissent à la base des tiges. Les feuilles flétrissent et meurent, et il arrive que les tiges s'affaissent. Les plantes infectées sont très sensibles aux pourritures molles secondaires provoquées par des bactéries.

Biologie : Le temps frais et humide favorise l'apparition de la maladie.

Moyens de lutte : On conseille de laisser passer au moins deux ou trois ans avant d'établir une plantation de rhubarbe sur une terre où l'on vient de cultiver des légumes. Planter dans des sols bien drainés.

Virus de la mosaïque du navet (TuMV)

Identification : Les feuilles les plus matures jaunissent et tombent prématurément. Les feuilles qui se déploient après l'infection sont rabougries, gaufrées et couvertes de mouchetures jaunes. Les racines, qui prennent la forme d'un « col de cygne », n'atteignent pas un calibre normal.

Biologie : Ce virus est propagé par les pucerons. On constate en général une flambée de mosaïque au début de juillet, au moment où les colonies de pucerons ailés commencent leurs déprédations. Le virus hiverne principalement sur les repousses de rutabagas et de canola d'automne.

Moyens de lutte : L'application d'insecticides homologués a un effet répulsif contre les pucerons, qui sont porteurs du virus. Cela dit, la lutte contre ce ravageur ne permet pas de prévenir totalement la propagation du virus. En juin, marquer les plants qui ont une croissance vigoureuse. Utiliser ces plants comme matériel de reproduction au printemps suivant. Arracher et détruire tous les individus qui ne sont pas en bonne santé.

Insectes

Charançon de la rhubarbe

Identification : Le charançon de la rhubarbe mesure environ 1,3 cm (½ po) et arbore un museau saillant, arqué vers le bas. De couleur foncée, son dos est couvert d'une poussière jaune qui reste sur les doigts quand on le touche. Les larves sont des vers blancs sans pattes à la tête brune pouvant atteindre environ 1,9 cm (¾ po).

Dommages : Ce ravageur se nourrit des tiges, des souches et des racines de rhubarbe. Les dommages qui en résultent ressemblent à des entailles sur les tiges et aux bords des feuilles. En se nourrissant et en pondant des œufs, les insectes adultes trouent la plante; la sève s'écoule ensuite par ces lésions, et les tiges se mettent à pourrir. Les œufs pondus sur les plants de rhubarbe n'éclosent pas, les dommages sont donc principalement causés par l'activité alimentaire et la ponte.

Biologie : Les insectes sont présents de la fin mai jusqu'au début de l'été. Les adultes apparaissent à la mi-mai et pondent leurs œufs dans des cavités le long des tiges de plantes hôtes (mauvaises herbes et rhubarbe). L'éclosion survient environ 7 à 10 jours plus tard, sauf sur la rhubarbe, dont les tissus en croissance tuent les œufs. Sur les mauvaises herbes hôtes, les larves creusent des tunnels le long des tiges, atteignant la maturité après huit ou neuf semaines. Les adultes émergent, se nourrissent et pondent des œufs sur les mauvaises herbes et la rhubarbe environnantes, puis se mettent en quête d'un abri pour l'hiver.

Dépistage et seuils : Aucun seuil n'a été établi pour ce ravageur.

Moyens de lutte : Cet insecte se reproduisant en juillet sur les mauvaises herbes (patience crépue, chardon et tournesol) qui poussent près des champs de rhubarbe, leur élimination peut être efficace pour en réduire la population. Les coléoptères sont gros, et il est assez facile de les ôter des plants à la main lorsqu'on les détecte.

Fausse-arpenteuse du chou

Identification : La fausse-arpenteuse du chou a un corps lisse, vert pâle et marqué d'un fin trait blanc sur les côtés et de deux raies discrètes au milieu du dos. Elle peut atteindre 4 cm (1 ½ po) de long. Elle se déplace d'une manière très caractéristique, en se repliant en boucle. La pupe est d'abord vert pâle, dans un cocon peu compact, puis foncera au fil de son développement. Les adultes sont des papillons nocturnes de couleur gris-brun et bigarrés aux ailes d'une envergure de 4 cm (1 ½ po). Leurs ailes antérieures comportent un motif argenté distinctif en forme de 8, et l'insecte a une petite touffe de poils derrière la tête. Les œufs sont ronds, petits et de couleur blanc-vert. Ils se trouvent en petits tas sur les bords du revers des feuilles.

Dommages : Les jeunes larves se nourrissent sur le revers des feuilles, tandis que celles plus matures font de grands trous irréguliers partout sur le plant. On peut aussi observer de grandes quantités d'excréments de couleur brun-vert foncé. L'insecte est imprévisible : il peut attaquer un champ, mais épargner l'autre à côté. S'il pose rarement un problème dans les cultures de rhubarbe en Ontario, il peut occasionner des dégâts par endroits.

Biologie, dépistage et seuils et moyens de lutte : Pour en savoir plus sur la biologie, le dépistage et les moyens de lutte, voir *Brassicacées*, dans ce chapitre.

Limaces

Identification : Les limaces sont des mollusques gris au corps mou et sans pattes. Leur couleur peut varier, allant du brun foncé et noir au gris pâle.

Dommages : Avec leurs pièces buccales râpeuses, elles rongent les feuilles inférieures des plants, y découpant des trous à contour très irrégulier. Ces trous ressemblent parfois à des fenêtres lorsque les limaces y ont laissé la couche de cuticule cireuse. En cas d'attaques graves, les limaces dévorent toute la plante, ne laissant que les nervures des feuilles. Lorsqu'elles pullulent, elles s'en prennent aussi aux semences et aux plantules qui lèvent.

Biologie, dépistage et seuils et moyens de lutte : Pour en savoir plus sur la biologie et les moyens de lutte, voir le chapitre 5.

Noctuelle de la pomme de terre
Hydraecia micacea

Identification : Les larves de la noctuelle de la pomme de terre sont rose mauve, et leur tête est brun pâle. Les ailes antérieures du papillon adulte sont brun pâle et arborent des marques vert olive. Les femelles pondent leurs œufs en lignes parallèles sur les feuilles des graminées adventices.

Dommages : Les jeunes larves mangent les feuilles de plantes hôtes. À mesure qu'elles croissent, elles pénètrent les tiges, où elles sont protégées. Elles se nourrissent des tissus vasculaires de la plante, qui rabougrit, puis meurt.

Biologie : La noctuelle de la pomme de terre hiverne sous forme d'œuf. Après l'éclosion à la mi-mai, les larves se nourrissent jusqu'au milieu de l'été, puis entrent en pupaison. Au début de l'automne, le papillon adulte pond des œufs qui passeront l'hiver sur les plantes hôtes et sur des graminées adventices.

Dépistage et seuils : En Ontario, aucun seuil n'a été établi pour ce ravageur. La noctuelle de la pomme de terre est un ravageur occasionnel de la plupart des cultures de la province.

Moyens de lutte : Maîtriser les graminées adventices à l'intérieur et aux abords des champs de rhubarbe. Les traitements chimiques ne sont vraiment efficaces que contre les petites larves. Il faut maîtriser la noctuelle avant qu'elle ne pénètre dans la plante.

Pucerons
Famille des *Aphididae*

Identification : Les pucerons sont de petits insectes piriformes à corps mou, dont l'extrémité postérieure est prolongée par une paire de cornicules ressemblant à des tuyères.

Dommages : Les pucerons percent les feuilles et sucent la sève du plant, ce qui provoque des déformations des feuilles, un rabougrissement, un retard dans la maturation et du flétrissement. Chez la rhubarbe, ils sont aussi les principaux vecteurs de maladies virales.

Biologie, dépistage et seuils et moyens de lutte : En Ontario, plusieurs espèces de pucerons s'attaquent aux cultures maraîchères, dont la rhubarbe. Pour en savoir plus, voir le chapitre 6.

Troubles physiologiques

Dommages causés par la pollution de l'air

Les dommages causés par la pollution de l'air peuvent être confondus avec les symptômes de maladies, d'invasions d'insectes, de carences nutritionnelles et de toxicité ou de dommages causés par les herbicides ou par des conditions météorologiques extrêmes. Ils sont généralement les plus graves par temps chaud, dégagé, calme et humide, lorsque la pression atmosphérique est élevée, puisque ces conditions peuvent causer une inversion d'air. Ce phénomène se produit lorsque l'air à la surface terrestre emprisonne l'air froid au niveau du sol, ce qui entraîne l'accumulation de polluants. Les dommages peuvent être encore plus graves par temps brumeux, lors de fortes rosées ou dans les champs près de routes très achalandées.

Dommages causés par le dioxyde de soufre

La sensibilité au dioxyde de soufre peut varier considérablement d'une espèce, d'un cultivar et même d'un plant à l'autre. Ces variations s'expliquent par les différences d'emplacement et de climat ainsi que de stade de croissance et de maturation. Les symptômes d'une blessure aiguë apparaissent sous forme de lésions nécrotiques entre les nervures et parfois sur le pourtour des feuilles. La couleur peut varier (brun roux pâle ou blanchâtre à rouge orangé ou brun) selon la période, l'espèce végétale et les conditions météorologiques. Les feuilles récemment déployées sont généralement les plus sensibles au dioxyde de soufre, les plus jeunes et les plus matures étant plus résistantes. Les lésions chroniques sont causées par l'absorption à long terme de dioxyde de soufre à une concentration non mortelle. Les symptômes apparaissent sous la forme d'un jaunissement ou d'une chlorose de la feuille et parfois d'un bronzage de la face inférieure des feuilles.

Flétrissure du noyer

La flétrissure du noyer peut se manifester si une culture est plantée dans un rayon de 12 à 15 m (39 à 49 pi) de noyers ou à un endroit d'où on a enlevé des noyers au cours des dernières années. Les plants se fanent et meurent. Peuvent aussi être atteints d'autres plants vulnérables à proximité.

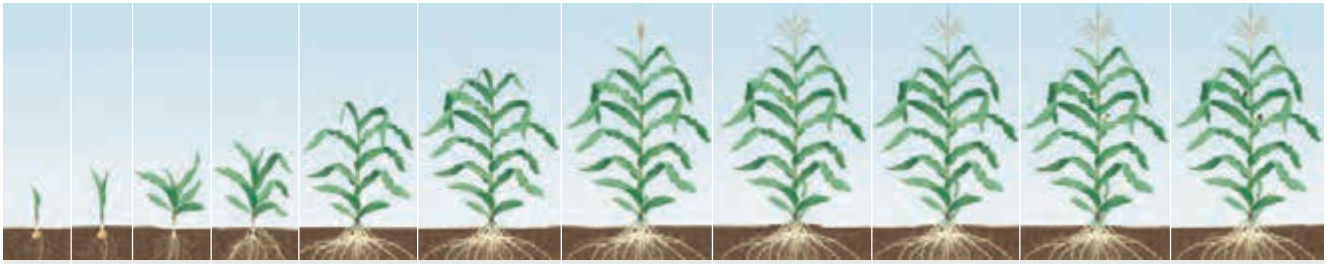
Noix tigrée ou chufa

La noix tigrée (ou chufa) appartient à la même espèce que le souchet comestible (*Cyperus esculentus*), une mauvaise herbe commune en Ontario. Dans la province, les essais au champ laissent cependant croire que les variétés de noix tigrée sont sensibles au froid et ne survivent pas à l'hiver à l'extérieur. Jusqu'à maintenant, on n'a trouvé aucun plant spontané l'année suivant une culture. De petite taille, la plante présente de nombreuses crevasses où peut se loger la terre. Les tubercules, vendus comme des « noix » entières, doivent être nettoyés à fond avant d'être mis sur le marché.

Haricot kilomètre

Le haricot kilomètre a la capacité de fixer l'azote, mais devrait être inoculé avec *Bradyrhizobium* lorsqu'établi comme nouvelle culture; des apports supplémentaires en azote peuvent aussi être bénéfiques.

Maïs sucré



De la plantation à la récolte : 69 à 80 jours

	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.
LÉGENDE : Jamais observé / Souvent observé / Peu commun							
Maladies							
Charbon							
Dépérissement au stade 3 feuilles (pourridié)							
Flétrissement de Stewart							
Helminthosporiose du maïs							
Rouille							
Insectes							
Altise du maïs							
Chrysomèle des racines du maïs (adultes)							
Chrysomèle des racines du maïs (larves)							
Légionnaire d'automne							
Légionnaire uniponctuée							
Limaces							
Mouche des légumineuses							
Puceron du maïs							
Punaise marbrée*							
Pyrale du maïs (bivoltine)							
Pyrale du maïs (chevauchement)							
Pyrale du maïs (univoltine)							
Ver blanc (hanneton européen)							
Ver blanc (hanneton commun)							
Ver de l'épi du maïs (noctuelle de la tomate)							
Ver fil-de-fer							
Ver-gris (en début de saison)							
Ver-gris occidental du haricot							

* Ravageur peu commun en Ontario, mais pouvant être problématique sur d'autres territoires.

Figure 7–114. Stades de développement du maïs sucré et calendrier d'activité des ravageurs. La période réelle d'activité des ravageurs varie considérablement d'une année à l'autre selon des facteurs environnementaux.

Exigences de production

Types de sol :	Les loams sableux conviennent aux productions de début de saison. Les cultures plantées plus tard bénéficieront davantage d'un sol qui retient bien l'humidité, comme les loams limoneux et les loams argileux.
pH du sol :	5,6 à 6,0
Cultures recommandées dans la rotation :	Brassicacées, cucurbitacées, haricots, pois, poivrons et piments, tomates
Cultures déconseillées dans la rotation :	Autres cultures de maïs (sucré, de semence ou de plein champ)
Température minimale du sol :	Normal (su) : 13 °C (55 °F) Au goût sucré renforcé (se) : 16 °C (61 °F) Supersucré (sh2) : 18 °C (64 °F)
Température minimale/maximale de l'air :	10 °C/32 °C (50 °F/90 °F)
Date de semis la plus précoce :	Début avril (plasticulture)

Croissance

Le maïs est une culture à enracinement profond. Il pousse idéalement dans des conditions relativement chaudes et peut tolérer une grande variété de textures du sol. Même si le maïs sucré est moins vigoureux que le maïs de grande culture, sa structure racinaire est assez dense pour ameublir les sols compacts lors de la rotation des cultures. Combiné à de nombreux herbicides, il permet d'éliminer certaines mauvaises herbes.

La période critique de lutte contre les mauvaises herbes va de la levée au stade 8 feuilles. Pour beaucoup d'herbicides appliqués après la levée, il est important de connaître le bon stade de croissance (Figure 7–114).

Plusieurs gènes récessifs sont à l'origine de la sucrosité du maïs sucré. Les gènes ont deux fonctions : soit ils augmentent la teneur en sucre, soit ils retardent la conversion du sucre en amidon. En raison de la plus grande teneur en sucre du maïs sucré, les semences ne sont pas aussi vigoureuses que celles du maïs de grande culture. Elles sont donc plus vulnérables aux problèmes de germination liés à la fraîcheur et à l'humidité du sol, aux infections fongiques ou aux dommages causés par les insectes dans le sol.

Trois gènes principaux sont retenus dans le cadre des programmes de sélection du maïs sucré :

Les cultivars de type normal (su) ont une teneur plus élevée en sucre que le maïs de grande culture. Ils germent bien en sol frais, mais le sucre des grains se transforme rapidement en amidon après la récolte. Les maïs se conservent d'un à trois jours dans de bonnes conditions.

Les cultivars au goût sucré renforcé (se) ont une teneur élevée en sucre. Bien qu'ils ne soient pas aussi vigoureux que les cultivars su, ils peuvent être plantés en sol frais. Les sucres se convertissent également rapidement en amidon, mais comme les maïs se en contiennent plus, ils peuvent maintenir leur qualité optimale de trois à cinq jours dans de bonnes conditions d'entreposage.

De tous les cultivars, ce sont ceux de **type supersucré (sh2)** qui ont la teneur en sucre la plus élevée. Par ailleurs, comme la conversion en amidon est retardée, ces cultivars peuvent se conserver de 5 à 10 jours après la récolte dans des conditions d'entreposage idéales. Les cultivars de type supersucré améliorés ont été choisis pour leur péricarpe très fin, ce qui rend leurs grains plus tendres.

Les cultivars synergiques sont une combinaison des cultivars su et sh2, ce qui fait en sorte qu'ils sont plus vigoureux en début de saison, mais aussi que les maïs se conservent longtemps et gardent leur qualité gustative.

Isolement

Les grains de maïs se développent lorsque les soies reçoivent du pollen des panicules voisines. La pollinisation croisée entre les différents types de maïs peut affecter la sucrosité et la texture ou la couleur des grains. C'est pourquoi il faut isoler les différents types de cultivars, pour éviter l'apparition de caractéristiques non désirées. Voir le Tableau 7–92. Laisser une distance d'au moins 100 m (330 pi) entre des cultivars incompatibles ou échelonner les semis de manière à ce que le pollen soit libéré à deux ou trois semaines d'écart.

Tableau 7–92. Compatibilité des maïs sucrés

Type de maïs sucré	Source de pollen		
	Supersucré (sh2)	Goût sucré renforcé (se)	Normal (su)
Supersucré (sh2)	oui	non	non
Goût sucré renforcé (se)	oui	oui	non
Normal (su)	oui	oui	oui

Chez le maïs, le jaune est la couleur génétiquement dominante. Il faut donc isoler les cultivars blancs pour éviter la contamination de la couleur. Les épis bicolores qui sont pollinisés par des cultivars jaunes présentent une proportion réduite de grains blancs. Isoler le maïs de spécialité (coloré) de tous les types de maïs sucré pour éviter que des grains noirs ne s'y développent.

Semis et espacements

Voir le Tableau 7–93. Toujours semer en sol humide. Pour les cultivars de début de saison et ceux destinés au marché du frais, viser 40 000 à 45 000 plants par hectare (16 000 à 18 000 plants par acre). Pour les cultivars de la culture principale et ceux destinés à la transformation, viser 45 000 à 55 000 plants par hectare (18 000 à 22 000 plants par acre).

Tableau 7–93. Espacement des plants de maïs sucré

Culture	Distance entre les rangs	Espacement sur le rang	Profondeur	Taux de semis
Maïs sucré	75-90 cm (30-36 po)	20-25 cm (8-10 po)	4-7,5 cm (1 ½-3 po)	11-17 kg/ha (10-15 lb/acre)

Fertilisation

Macronutriments

Azote

Quel que soit le type de sol, on recommande d'épandre 90 kg d'azote par hectare (80 lb par acre). Pour le maïs sucré, l'efficacité de l'azote est souvent déterminée par la date de plantation et la quantité de matière organique dans le sol. Les champs semés tôt et comportant peu de matière organique (moins de 3 %) sont plus susceptibles de réagir à des niveaux élevés d'azote. Les champs semés en fin de saison contiennent de l'azote naturel, car le sol se réchauffe et produit de l'azote minéralisé. Ces champs ne réagissent habituellement que très peu à des niveaux d'azote au-delà de la recommandation provinciale de 90 kg/ha (80 lb/acre), surtout si la quantité de matière organique dans le sol dépasse les 3 %.

L'application d'un engrais en bandes latérales est un bon moyen d'apporter de l'azote au maïs sucré. Pour déterminer la quantité optimale à appliquer, économiquement parlant, il peut être bon de procéder à une analyse PSNT (analyse de l'azote des nitrates avant l'épandage en bandes). Selon des études réalisées en Ontario de 2003 à 2010, les sols qui contiennent plus de 30 ppm de nitrate (NO_3) n'auront vraisemblablement pas besoin d'un apport supplémentaire.

L'emploi d'un engrais de démarrage est bénéfique aux semis hâtifs. Appliquer cet engrais en bandes latérales à 5 cm (2 po) à côté du rang et au-dessous de la semence. Pour éviter que l'engrais brûle les plantules, ne pas dépasser les doses maximales du Tableau 7–94.

Tableau 7–94. Doses maximales des apports en bandes latérales pour le maïs sucré

Engrais	Dose maximale des apports en bandes[1]
Azote	75 kg/ha (67 lb/acre)
Azote + potasse	75 kg/ha + 45 kg/ha (67 lb/acre + 40 lb/acre)
Urée	40 kg/ha (36 lb/acre)
Urée + potasse	40 kg/ha + 40 kg/ha (36 lb/acre + 36 lb/acre)

[1] Pour un espacement entre les rangs de 75 cm (30 po).

Une autre méthode consiste à appliquer des engrais de type « Pop-up » dans la raie de semis, directement avec les semences :

- Ne pas dépasser 9 kg d'azote et de potasse par hectare (8 lb par acre).
- Ne pas appliquer d'urée avec les semences.

Éviter les engrais de démarrage de type « Pop-up » dont l'azote est de source uréique. Si leur teneur en azote égale plus de la moitié de leur teneur en potasse, il est probable qu'ils contiennent de l'urée.

Épandre le reste de l'azote en bandes avant que les plants de maïs n'atteignent 30 cm (12 po) de hauteur.

Après un apport de fumier ou l'incorporation au sol d'engrais vert de légumineuses, réduire la fertilisation azotée (N). Voir le Tableau 1–11 et le Tableau 1–13 pour en savoir plus.

Phosphore et potassium

Faire analyser le sol pour déterminer les besoins en phosphore et en potassium. Voir le Tableau 7–95 et le Tableau 7–96.

Magnésium

Si l'analyse de sol révèle que celui-ci contient moins de 20 ppm de magnésium, il faudra en épandre. En cas de carence, les feuilles matures jaunissent entre les nervures, qui elles restent vertes. Sont particulièrement susceptibles aux carences les sols sableux ou les zones au pH faible. Bon nombre de cultures utilisées dans les rotations contenant des quantités élevées de potassium y sont également sensibles. Voir *Macronutriments* et le Tableau 1–7, au chapitre 1, pour en savoir plus.

Oligo-éléments

L'efficacité des apports d'engrais contenant des oligo-éléments varie beaucoup selon les cultures. Voir *Oligo-éléments*, au chapitre 1, pour en savoir plus.

Manganèse

Les carences en manganèse se manifestent d'abord sur les jeunes feuilles. On observe un jaunissement des tissus, alors que les nervures, elles, restent vert foncé. Le plus souvent, cela se produit dans des sols sableux, des sols au pH élevé ou des buttes érodées. Voir le Tableau 1–10, au chapitre 1, pour en savoir plus.

Zinc

Les carences en zinc se produisent parfois dans les loams sableux à gros grains, avec peu de matière organique et un pH élevé. Les plants développent des petites rayures jaunes entre les nervures de leurs feuilles, particulièrement près des aisselles des nouvelles pousses. Les analyses de sol sont utiles pour déceler une possible carence. S'il faut enrichir le sol en zinc, on peut incorporer cet oligo-élément à l'engrais épandu au sol ou l'appliquer en bandes. Voir le Tableau 1–11, au chapitre 1, pour en savoir plus.

Analyse de tissus végétaux

Utilisée en association avec une analyse de sol, l'analyse de tissus végétaux apporte des indications utiles pour diagnostiquer des troubles de croissance ou évaluer un programme de fertilisation. L'analyse des tissus végétaux ne peut remplacer ni l'analyse de sol ni un bon programme de fertilisation du sol. Pour en savoir plus, voir le Tableau 7–97 et *Analyse de tissus végétaux*, au chapitre 1.

Tableau 7–95. Besoins en phosphore du maïs sucré

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN= efficacité nulle

	Teneur en phosphore évaluée par extraction au bicarbonate de sodium (ppm)													
	0-3	4-5	6-7	8-9	10-12	13-15	16-20	21-25	26-30	31-40	41-50	51-60	61-80	81 ou plus
Sols minéraux														
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	110 (98) (EE)	100 (89) (EE)	90 (80) (EE)	70 (63) (EE)	50 (45) (EE)	20 (18) (EM)	20 (18) (EM)	20 (18) (EF)	20 (18) (EF)	0 (ETF)	0 (ETF)	0 (ETF)	0 (EN)	0 (EN)

Tableau 7–96. Besoins en potassium du maïs sucré

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en potassium évaluée par extraction à l'acétate d'ammonium (ppm)											
	0-15	16-30	31-45	46-60	61-80	81-100	101-120	121-150	151-180	181-210	211-250	251 ou plus
Sols minéraux												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	170 (152) (EE)	160 (143) (EE)	140 (125) (EE)	110 (98) (EE)	80 (71) (EE)	50 (45) (EM)	30 (27) (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (ETF)	0 (ETF)	0 (EN)

Tableau 7–97. Teneur en éléments nutritifs du maïs sucré

Moment de l'échantillonnage	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
	Pourcentage (%)						Parties par million (ppm)					
Plantule complète												
Stade 3 feuilles	3-4	0,4-0,5	2,5-4	0,6-0,8	0,25-0,5	0,4-0,6	50-100	40-100	30-40	10-30	5-10	0,1-0,2
Stade 6 feuilles	3-4	0,3-0,5	2,5-4	0,5-0,8	0,25-0,5	0,4-0,6						
Dernière feuille à s'être entièrement formée												
76 cm (30 po) de haut	2,5-4	0,2-0,4	2,5-4	0,5-0,8	0,20-0,4	0,2-0,4	40-100	40-100	25-40	10-30	4-10	0,1-0,2
Juste avant la formation de la panicule	2,5-4	0,2-0,4	2-3,5	0,3-0,6	0,15-0,4	0,2-0,4	30-100	30-100	20-40	10-20	4-10	0,1-0,2
Formation de la panicule	1,5-2,5	0,2-0,4	1,2-2	0,3-0,6	0,15-0,4	0,2-0,4	30-100	20-100	20-40	10-20	4-10	0,1-0,2

Adaptation de HOCHMUTH G., et coll. *Plant Tissue Analysis and Interpretation for Vegetable Crops in Florida*, University of Florida, IFAS Extension, n° HS964, 2018.

Récolte et entreposage

Le maïs sucré se récolte lorsqu'il amorce le stade grain laiteux, soit environ trois semaines après les premières soies. Si on le laisse sur la tige plus longtemps, ses qualités gustatives diminuent rapidement. Pour connaître les rendements moyens, voir le Tableau 7–98.

Tableau 7–98. Rendements moyens du maïs sucré

Type	Rendements moyens
Marché du frais	2 400-3 600 douzaines d'épis/ha (1 000-1 500 douzaines d'épis/acre)
Pour la transformation	17 tonnes/ha (7,6 tonnes/acre)

Le maïs sucré destiné à la transformation est transformé le plus tôt possible après la récolte.

Pour le marché du frais, il est important de refroidir les épis dès que possible après la récolte. Chez tous les cultivars, le sucre se transforme rapidement en amidon à moins que les maïs ne soient refroidis ou transformés rapidement. Lorsque possible, faire la récolte tôt le matin avant que les températures ne commencent à augmenter. En récoltant à une température plus fraîche, le produit se refroidira plus facilement et sera de meilleure qualité. Les méthodes de refroidissement à l'eau glacée, par air pulsé et sous vide conviennent bien à ce légume.

Entreposer à une température avoisinant 0 °C (32 °F) et à une humidité relative de 95 à 98 %. Dans de bonnes conditions d'entreposage, les maïs des cultivars de type supersucré peuvent garder leur fraîcheur pendant une semaine. Les cultivars normal (su) et au goût sucré renforcé (se) perdent leur qualité au bout de deux à trois jours.

Lutte contre les ravageurs et les troubles physiologiques

Voir la Figure 7–114 *Stades de développement du maïs sucré et calendrier d'activité des ravageurs*.

Maladies

Charbon
Ustilago maydis

Identification : Les plants infectés par le charbon développent des tumeurs grisâtres qui peuvent mesurer jusqu'à 10 cm (4 po) de diamètre sur les tiges, les épis ou les panicules. De plus petites tumeurs apparaissent souvent sur les feuilles. Au départ, les tumeurs sont recouvertes d'une membrane blanche qui finit par éclater et libérer des spores sous forme de poussière brun foncé ou noire.

Biologie : Les spores du charbon survivent dans le sol et les résidus de culture pendant de nombreuses années. La progression de la maladie est favorisée par les averses, de forts taux d'humidité et des températures élevées. Les spores sont propagées par le vent et les éclaboussures d'eau. Tous les tissus aériens de la plante sont vulnérables, mais l'infection survient le plus souvent dans les tissus en croissance active.

L'incidence du charbon commun augmente dans les cultures endommagées par la grêle, le gel, la sécheresse, la machinerie, l'écimage, les herbicides, les insectes, une mauvaise pollinisation ou l'abrasion par le vent. La progression de cette maladie est favorisée par de grandes quantités d'azote et de fumier.

Moyens de lutte : La plupart des cultivars de maïs sont assez résistants au charbon pour qu'il n'y ait pas d'épidémies graves; toutefois, d'infimes quantités de la maladie sont présentes dans la plupart des champs. Pour prévenir l'infection, éviter au maximum les dommages causés par la machinerie et les herbicides et adopter un programme de fertilisation équilibré.

Dépérissement au stade 3 feuilles (pourridié)
Penicillium, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*

Voir *Fonte des semis*, au chapitre 6.

Flétrissement de Stewart
Erwinia stewartii

Identification : Les plantes infectées avant le stade 5 feuilles s'étiolent, fanent et meurent. Les infections qui se déclarent après ce stade font apparaître sur les feuilles des stries vert pâle ou jaunes parallèles aux nervures, qui peuvent passer facilement pour une carence en magnésium. À l'intérieur de la tige d'un plant de maïs infecté, les tissus sont mous et bruns.

Biologie : Cette maladie est transmise par l'altise du maïs. Les attaques les plus dommageables sont celles qui frappent les cultivars sensibles qui n'ont pas encore atteint le stade 7 feuilles. Les pertes peuvent dans ce cas aller de 40 à 100 %.

Moyens de lutte : Les hivers doux favorisent la survie de l'altise et augmentent les risques de maladie la saison suivante. Il n'existe aucun produit pour maîtriser cette maladie. Beaucoup de cultivars sont très résistants au flétrissement de Stewart. La lutte contre l'altise du maïs peut limiter la dissémination de la bactérie responsable de la maladie. Voir *Altise du maïs (altise)*, aussi dans *Maïs sucré*, pour en savoir plus.

Helminthosporiose du maïs
Setosphaeria turcica

Identification : Cette maladie se manifeste sous la forme de longues stries elliptiques vert grisâtre ou chamois d'environ 2 à 15 cm (¾ à 6 po) de longueur sur les feuilles inférieures. À mesure que la maladie progresse, les lésions s'étendent aux feuilles supérieures, se fondant pour former de grosses zones « brûlées ». Elle apparaît généralement lors de la formation des premières soies ou après (Figure 7–115).

L'helminthosporiose est plus fréquente chez le maïs de grande culture. Comme leur saison végétative est plus courte, les cultivars de maïs sucrés sont moins susceptibles de subir de grandes pertes des suites de cette maladie.



Figure 7–115. Lésion d'helminthosporiose du maïs

Biologie : L'helminthosporiose survit dans les résidus de maïs sous forme de spores ou de filaments mycéliens (mycélium). Les spores sont disséminées par le vent ou les pluies battantes qui provoquent des éclaboussures.

Les plants infectés agissent comme source d'infection secondaire, produisant des spores qui peuvent se répandre dans les champs voisins. La progression de la maladie est favorisée par des températures douces entre 18 et 27 °C (61 et 81 °F) et de longues périodes de temps humide ou pluvieux.

Dépistage et seuils : Aucun seuil n'a été établi. Les fongicides sont le plus efficaces lorsqu'ils sont pulvérisés dès les premiers signes de la maladie.

Moyens de lutte : Le travail du sol aide à réduire la quantité d'inoculum dans la couche de résidus. Dans les méthodes de travail réduit du sol, il est nécessaire de faire de bonnes rotations et d'utiliser des cultivars résistants. Les pertes les plus graves surviennent lorsque les feuilles au-dessus des épis sont atteintes au moment de la pollinisation ou peu après.

Rouille
Puccinia sorghi

Identification : Des pustules brun rougeâtre (couleur rouille) se forment sur la face supérieure des feuilles. La taille d'une lésion varie entre 1 et 3 mm (< ⅛ po). Avec le temps, les pustules deviennent noirâtres ou brunes (Figure 7–116).



Figure 7–116. Pustules de rouille sur la face supérieure d'une feuille de maïs

Biologie : L'infection à la rouille se fait par temps frais – 16° à 23 °C (61 à 73 °F) – et nécessite que les feuilles soient humides pendant trois à six heures. Les fortes rosées nocturnes favorisent le développement du champignon de la rouille. Ce dernier ne survit pas à l'hiver en Ontario. Les épidémies de rouille sont provoquées par des spores emportées par le vent depuis le Sud des États-Unis et le Mexique.

Le maïs infecté avant la formation des panicules est le plus susceptible à la perte de rendement. Le rendement du maïs sucré est réduit de 6 % pour chaque 10 % de surface foliaire affectée à la récolte. Si l'infection survient après la dissémination du pollen, il n'y aura habituellement pas de perte de rendement.

Dépistage et seuils : Vérifier tous les cultivars de maïs sucré, y compris les résistants, pour des signes de rouille dès que les verticilles sont à moitié sortis. Chercher les symptômes sur les feuilles inférieures et dans le verticille. S'il y a plus de six pustules par feuille avant la formation des soies, il est conseillé d'appliquer un fongicide.

Moyens de lutte : Beaucoup de cultivars de maïs sucré sont résistants à la rouille commune. Ils servent de protection contre les infections par la rouille; mais il n'est pas impossible qu'ils soient infectés si l'incidence de la maladie est forte ou si celle-ci mute.

Insectes

Altise du maïs (altise)
Chaetocnema pulicaria

Identification : L'altise du maïs est un petit (2 mm [⅛ po]) coléoptère noir aux reflets métalliques qui se déplacent rapidement lorsque perturbé.

Dommages : Les coléoptères adultes se nourrissent des plants de maïs, creusant de petits trous circulaires ou laissant des égratignures allongées sur les feuilles. Les dommages causent rarement des pertes économiques. Toutefois, l'altise du maïs est le premier vecteur de la maladie bactérienne du flétrissement de Stewart. Seuls certains cultivars sont sensibles à cette maladie. Voir *Flétrissement de Stewart*, aussi dans *Maïs sucré*. Les dégâts de nutrition n'entraînent pas par eux-mêmes de pertes de rendement.

Biologie : Les altises hivernent dans les 5 cm (2 po) supérieurs du sol ou des couches de résidus. Elles sortent de leur lieu d'hivernation quand les températures du sol atteignent 18 °C (64 °F). La première période de grande activité survient à la fin de juin. Les hivers doux favorisent la survie des altises et augmentent de ce fait le risque de transmission du flétrissement de Stewart.

Dépistage et seuils : Il peut être nécessaire de faire une pulvérisation foliaire sur les cultivars sensibles si plus de 10 % des plants présentent des dégâts importants ou si l'on trouve plus de deux altises par plant.

Moyens de lutte : Les traitements insecticides des semences et l'emploi de cultivars tolérants sont les moyens de maîtrise les plus efficaces contre les altises. La sensibilité au flétrissement de Stewart varie considérablement d'un cultivar à l'autre. De nombreux hybrides hâtifs y sont particulièrement vulnérables. La nature très mobile des coléoptères les rend très difficiles à maîtriser à l'aide d'insecticides foliaires.

Chrysomèle des racines du maïs
Diabrotica virgifera (occidentale),
Diabrotica barberi (septentrionale)

Identification : Les larves de la chrysomèle des racines du maïs sont des vers de forme cylindrique avec un corps blanc, une tête brune et six petites pattes derrière la tête. À maturité, elles mesurent entre 3 mm et 1,5 cm (⅛ à ½ po).

Les adultes ont une coquille dure et mesurent environ 6 mm (¼ po) de long. La chrysomèle occidentale des racines du maïs est jaune avec des bandes noires sur les ailes; la chrysomèle septentrionale des racines du maïs, jaune pâle à verte; et la chrysomèle maculée du concombre (moins commune), jaune avec des points noirs.

Dommages : Tant les adultes que les larves se nourrissent de maïs sucré. Les larves se nourrissent du chevelu racinaire et creusent des galeries dans les racines, ce qui compromet le système racinaire du plant et affecte son apport en eau et en nutriments en plus de sa structure. Les symptômes d'un champ infesté comprennent une faible initiation des racines, la courbure des tiges (col de cygne) ou une grande proportion de plants versés. Les dommages de la chrysomèle touchent à la fois le rendement et la qualité des récoltes.

Plus tard dans la saison, les chrysomèles se nourrissent de jeunes soies de maïs. Si celles-ci sont attaquées avant la formation des grains, la pollinisation est entravée, entraînant la formation d'épis stériles. En cas d'attaques graves, les épis seront dégarnis.

Biologie : Les chrysomèles passent l'hiver dans le sol sous forme d'œufs. Les adultes pondent leurs œufs à l'automne dans les champs de maïs. Au printemps, les œufs éclosent, et les larves commencent à se développer une fois que la température du sol atteint 10 °C (50 °F). Elles se nourrissent des racines du maïs pendant trois à quatre semaines. On ne compte qu'une seule génération par année. Après leur émergence, les adultes chercheront des champs de maïs pour se nourrir et pondre leurs œufs pour l'hiver.

Dépistage et seuils : Aucun seuil n'a été établi.

Moyens de lutte : Les champs de maïs sucré ensemencés tardivement sont moins susceptibles d'être ravagés par les larves de chrysomèles. La rotation des cultures permet presque toujours de maîtriser les populations de ce ravageur; toutefois, une nouvelle variété de la chrysomèle des racines du maïs a fait son apparition en Ontario. Cette variété pond ses œufs dans les cultures de soya. D'autres mesures de lutte peuvent être nécessaires si celle est présente dans des champs où le maïs s'inscrit dans une rotation avec uniquement du soya. Ces populations peuvent normalement être maîtrisées à l'aide d'insecticides contre la pyrale et la noctuelle.

Légionnaire d'automne
Spodoptera frugiperda

Identification : Vert pâle à chamois (parfois plus foncée), la larve de la légionnaire d'automne arbore une ligne dorsale franche, et sa tête brun foncé est ornée d'un « Y » inversé blanc caractéristique. Les adultes ont des ailes antérieures grises mouchetées et des ailes postérieures grises ou blanches. Les œufs, qui sont recouverts de poils, sont pondus par grappes de 150.

Dommages : Les larves découpent de larges trous à bords déchiquetés dans les feuilles et les épis.

Biologie : La légionnaire d'automne est un ravageur migratoire. Elle arrive d'ordinaire en Ontario un peu après le ver de l'épi. Il s'agit d'un papillon nocturne qui pond ses œufs la nuit. Après l'éclosion, les larves se nourrissent de maïs pendant environ 20 jours. En Ontario, la légionnaire d'automne ne produit qu'une seule génération par année.

Dépistage et seuils : Envisager d'utiliser des pièges à phéromones pour surveiller les populations arrivant pendant l'été. Les pièges Unitrap jaunes, blancs et verts sont généralement les plus efficaces contre ce ravageur. Le seuil d'intervention est de 5 % des tiges de maïs attaqués.

Moyens de lutte : Habituellement, les pulvérisations utilisées contre la pyrale du maïs et le ver de l'épi sont également efficaces contre la légionnaire.

Légionnaire uniponctuée
Mythimna unipuncta

Identification : Au stade larvaire, la légionnaire uniponctuée a un corps vert à brun mat flanqué de lignes blanches latérales et est ornée de bandes diagonales sombres au haut de chaque patte ventouse abdominale. À maturité, les larves peuvent atteindre 5 cm (2 po) de longueur.

Dommages : La légionnaire uniponctuée s'attaque aux jeunes plants de maïs, ne laissant souvent que la tige et la nervure centrale des feuilles. Les feuilles endommagées sont déchiquetées et grandement meurtries. Les plants peuvent tolérer des dommages foliaires modérés, tant que le point végétatif n'est pas endommagé. Les premiers dommages se manifestent habituellement lorsque les cultures céréalières avoisinantes commencent à dessécher et que les larves recherchent une nouvelle source de nourriture. Celles-ci sont souvent attirées par les champs avec de grandes quantités de résidus ou de mauvaises herbes graminées.

Biologie : La légionnaire uniponctuée ne survit pas à l'hiver en Ontario. Ce papillon nocturne voyage au début du printemps et pond ses œufs dans les cultures céréalières ou les herbages. Les larves éclosent et se nourrissent la nuit ou les jours couverts pendant approximativement un mois. Les nouveaux adultes sont transportés vers le nord par les fronts atmosphériques, augmentant potentiellement les populations.

Dépistage et seuils : Examiner minutieusement les abords de cultures situés en bordure de champs de céréales. Si possible, effectuer le dépistage tôt le matin ou tard le soir. Pendant la journée, les larves se cachent dans le verticille et les résidus de culture ou sous des mottes de terre. Pendant tout le mois de juin et le début de juillet, rechercher sur les jeunes plantules des signes de dommages causés par la légionnaire, des excréments et des larves.

Pour les plantules de maïs, un traitement insecticide pourrait être justifié si plus de 10 % des plants présentent des dommages. À partir du moment où le verticille est à moitié sorti, les plants deviennent plus tolérants aux dommages causés par l'alimentation de l'insecte; le seuil augmente alors à 50 %. Les larves ayant atteint 3,5 cm (1 ¼ po) sont prêtes pour la pupaison et ne se nourriront plus dans la culture.

Moyens de lutte : Des organismes et des parasites bénéfiques naturellement présents dans l'environnement contribuent souvent à empêcher les populations de légionnaires uniponctuées d'atteindre des niveaux qui pourraient affecter le rendement. Des pulvérisations en bordure de champ pourraient suffire pour maîtriser les ravageurs venus des champs de céréales avoisinants. Maîtriser les mauvaises herbes graminées tant dans le champ qu'aux alentours.

Limaces
Arion sp., *Deroceras* sp., *Helix* sp., *Limax* sp.

Voir chapitre 5.

Mouche des légumineuses
Delia platura

Voir *Mouche des légumineuses*, dans *Pois.*

Pucerons du maïs
Rhopalosiphum maidis

Le puceron du maïs est le puceron qu'on rencontre le plus communément dans le maïs. Il est de couleur bleu-vert et mesure moins de 2 mm (~ 1/16 po). Son corps est en forme de poire avec deux cornicules au bout de l'abdomen.

Dommages : Les pucerons du maïs sont dotés de pièces buccales de type perceur-suceur. Ils se nourrissent des panicules, des épis et des feuilles supérieures des plants de maïs. Il est rare qu'ils causent des pertes de rendement pour cette culture, mais leur présence sur les spathes rend les maïs invendables. Les populations trop nombreuses durant la dissémination du pollen peuvent nuire à la pollinisation ou provoquer le développement d'épis dégarnis, particulièrement si les soies et les panicules sont recouvertes de miellat et de fumagine en raison des dommages.

Biologie : Les pucerons du maïs ne passent pas l'hiver au Canada. Ils migrent vers le nord par les courants aériens durant l'été. Les populations ont tendance à augmenter pendant la saison de végétation et à atteindre leur sommet par temps chaud et sec. Les femelles peuvent se reproduire sans s'accoupler, donnant naissance à des nymphes dépourvues d'ailes. Il y a donc plusieurs générations par année. Les pucerons ne sont pas attirés de la même manière par tous les cultivars de maïs. En général, les cultivars sh2 (supersucré) sont plus susceptibles d'être ravagés que les cultivars su (normal) ou se (au goût sucré renforcé).

Dépistage et seuils : Examiner 10 ensembles de 10 plants par champ à la recherche de colonies en développement sur les épis et les panicules. Noter si la population augmente de semaine en semaine. Utiliser comme seuil d'intervention 10 % d'épis infestés (on considère qu'un épi est infesté quand on y trouve plus de 20 pucerons).

Moyens de lutte : Les pucerons peuvent être attaqués par plusieurs types de prédateurs et de parasites, qui peuvent avoir une incidence significative sur les populations de pucerons (Figure 7–117). Par exemple : les adultes et les larves de coccinelles, les adultes et les nymphes de chrysopes et les larves de syrphes et de cécidomyies. Plusieurs agents pathogènes fongiques gardent également les populations sous contrôle.



Figure 7–117. Larves et pupes de coccinelles s'attaquant à des pucerons de l'asperge sur un épi de maïs sucré

L'emploi continuel d'insecticides à large spectre peut décimer les populations d'insectes utiles et donc favoriser la prolifération des pucerons. Aux stades précoces de la croissance du maïs (avant la formation de la panicule), il n'est généralement pas nécessaire de contrôler les populations de pucerons. Sur les cultivars destinés au marché du frais, il faut le faire seulement si le ravageur est présent en grand nombre sur les panicules ou les soies avant la pollinisation ou si l'on observe une augmentation des populations sur les épis.

Punaise marbrée
Halyomorpha halys

Voir chapitre 5.

Pyrale du maïs
Ostrinia nubilalis

Dans le passé, la pyrale du maïs était le principal ravageur du maïs sucré. Cependant, en raison de l'adoption répandue du maïs de grande culture transgénique (Bt), les populations de pyrales ont décliné un peu partout et ne sont plus aussi prévalentes qu'avant. Toutefois, devant les changements de dynamiques populationnelles et la menace du développement d'une résistance aux cultivars Bt, il demeure important de dépister, d'identifier et de gérer ce ravageur lorsque nécessaire (Figure 7–118). Voir le chapitre 5 pour en savoir plus.



Figure 7–118. Dommages causés par la pyrale du maïs et excréments. Noter la tête noire.

Vers blancs
Rhizotrogus majalis (hanneton européen),
Phyllophaga anxia (hanneton commun),
Popillia japonica (scarabée japonais)

Voir chapitre 5.

Ver de l'épi du maïs (noctuelle de la tomate)
Helicoverpa zea

Identification : Les larves peuvent être jaunâtres, vertes ou brunes et ont deux bandes fines le long du dos. Elles peuvent atteindre 4 cm (1 ½ po) de long (ce qui est un peu plus que la pyrale du maïs). Les larves se trouvent habituellement dans le premier tiers de l'épi. Comme ce ravageur est cannibale, il n'y aura souvent qu'une seule larve survivante par épi (Figure 7–119).



Figure 7–119. Larve de ver de l'épi du maïs

Le ver de l'épi adulte est un papillon nocturne fauve ou chamois dont l'envergure des ailes mesure entre 3,5 et 4 cm (1 ¼ et 1 ½ po). Ses ailes antérieures sont parfois ornées de taches foncées et présentent toujours un point brun central, clairement visible du revers de l'aile, mais moins évident du dessus.

Les vers de l'épi pondent des œufs individuels sur les soies du maïs. Chaque œuf est parfaitement rond et est à peu près de la même couleur et du même diamètre qu'une soie de maïs.

Dommages : Chez le maïs sucré, les vers ne se nourrissent normalement que des grains, commençant par le bout de l'épi et descendant à mesure qu'ils grandissent. Les dommages sont presque toujours concentrés sur le tiers supérieur de l'épi. On peut trouver des excréments, de grosses boulettes humides, sur les soies et au bout de l'épi. La plupart du temps, les dommages ne sont pas apparents jusqu'à ce que l'épi soit dépouillé.

Biologie : Le ver de l'épi du maïs ne survit pas à l'hiver en Ontario. Les adultes arrivent des États-Unis et du Mexique, portés par les alizés (grands courants aériens). Dans le Sud-Ouest de l'Ontario, les adultes apparaissent habituellement dans la deuxième quinzaine de juillet, ou plus tôt, selon la saison. À l'est et au nord de la province, ils arrivent dans la deuxième quinzaine d'août. Durant les années plus fraîches, il peut arriver qu'ils ne gagnent pas ces régions.

L'activité des vers de l'épi est particulièrement forte par temps chaud. Souvent, les vols d'adultes s'intensifient immédiatement après des orages violents.

Dépistage et seuils : Utiliser des pièges à phéromones pour dénombrer les populations de vers de l'épi du maïs. Programmer les pulvérisations d'insecticides en fonction du nombre de papillons attrapés par semaine et de la température diurne. Les seuils d'intervention varieront selon le type de piège utilisé. Voir le Tableau 7–99 et le Tableau 7–100.

Tableau 7–99. Intervalles de pulvérisation d'insecticide contre le ver de l'épi (pièges à *Heliothis*)

Nombre moyen de papillons par piège		Intervalle de pulvérisation (ajusté selon la température maximale quotidienne)	
Nombre de papillons par jour	Nombre de papillons par semaine	Moins de 27 °C (80 °F)	Plus de 27 °C (80 °F)
< 0,2	< 1,4	0	0
0,2-0,5	1,4-3,5	6 jours	6 jours
0,5-1	3,5-7	5 jours	4 jours
1-13	7-91	4 jours	3 jours
> 13	> 91	3 jours	2 jours

Tableau 7–100. Intervalles de pulvérisation d'insecticide contre le ver de l'épi (pièges Hartstack)

Pour les pièges de type Hartstack, il faut aussi tenir compte du stade de croissance des champs voisins de maïs de grande culture. S'ils en sont au stade de la formation des soies, le seuil de pulvérisation sera de plus de 10 papillons par nuit dans un piège. Autrement, pulvériser un insecticide aux intervalles suivants si plus d'un papillon est piégé par nuit.

Papillons par nuit	Papillons par semaine	Intervalle de pulvérisation
< 5	< 35	5 jours
50-100	350-700	2-3 jours

Moyens de lutte : Le maïs sucré n'est vulnérable aux dommages causés par le ver de l'épi du maïs que pendant la période où les soies sont vertes. Il est important de pulvériser l'insecticide de façon qu'il couvre intégralement les soies en pleine croissance. On a découvert que les vers de l'épi du maïs en provenance des régions de culture du coton dans le Sud des États-Unis ont développé une résistance aux pyréthrinoïdes.

Les cultivars transgéniques (maïs sucré Bt) sont totalement résistants à la pyrale et partiellement résistants au ver de l'épi et à la légionnaire d'automne. Il peut arriver cependant qu'il faille les protéger avec une pulvérisation si d'autres insectes ravageurs posent une menace. Se renseigner auprès de son fournisseur de semences pour savoir quels cultivars résistants sont disponibles et quelles restrictions sont associées à leur utilisation.

Ver fil-de-fer
Limonius spp.

Voir chapitre 5.

Ver-gris occidental du haricot
Striacosta albicosta

Identification : Les adultes, des papillons nocturnes, ont une bande blanche le long de leurs ailes, ainsi qu'une marque en forme de « lune » et une autre en forme de boomerang. Les larves, de couleur chamois à rose, ont deux bandes brunes caractéristiques sur le pronotum (une structure derrière leur tête qui ressemble à un bouclier). Les femelles pondent leurs œufs par grappes, sur la face supérieure des trois à quatre feuilles supérieures des plants de maïs. D'abord blancs, les œufs ronds deviennent mauves à mesure qu'ils approchent du moment de l'éclosion (Figure 7–120).



Figure 7–120. Œufs du ver-gris occidental du haricot

Dommages : Les jeunes larves se nourrissent de la panicule mâle et des soies jusqu'à ce qu'elles soient assez grosses pour creuser un tunnel dans l'épi et dévorer les grains.

Biologie : Le ver-gris occidental du haricot passe l'hiver au dernier stade larvaire. Il entre en pupaison à la fin mai, et les adultes émergent en juillet. La population adulte atteint son pic fin juillet début août. Les œufs éclosent en cinq à sept jours. Durant la ponte, les adultes préfèrent les maïs dont la panicule n'est pas encore formée. Après la formation des panicules mâles, ils se dirigent parfois vers les cultures de maïs sucré pour compléter leur génération. Bien qu'on les retrouve dans les champs de maïs sucré, ils y sont généralement présents en moins grand nombre que dans les champs de maïs de grande culture.

Dépistage et seuils : Surveiller les populations du ver-gris occidental en utilisant des pièges à phéromones Unitrap verts. Commencer le dépistage des champs de maïs aussitôt que les premiers papillons sont capturés dans une zone.

Moyens de lutte : Normalement, les insecticides contre la pyrale du maïs fonctionnent aussi pour les larves du ver-gris occidental. Bien qu'aucun seuil n'ait été établi, il peut être nécessaire de pulvériser si on observe un nombre considérable de grappes d'œufs dans le champ avant la formation des panicules mâles.

Vers-gris (en début de saison)
Agrotis ipsilon (ver-gris noir)
Euxoa messoria (ver-gris moissonneur)
Crymodes devastator (ver-gris vitreux)
Euxoa detersa (ver-gris arénicole)

Voir chapitre 5.

Troubles physiologiques

Épis arqués

Une pollinisation incomplète sur un côté de l'épi peut le faire courber vers l'avant. On appelle également ce trouble « épi banane » ou « épi en zipper ». Bien que l'on croie qu'il s'agit d'un problème de pollinisation, les causes ne sont pas encore bien comprises.

Épis dégarnis (syndrome de l'arrêt de croissance)

Les grains de l'extrémité apicale de l'épi sont manquants ou vides. Une absence totale de grains à l'extrémité apicale indique de mauvaises conditions durant la formation des soies, surtout vers la fin de cette période, l'épi étant pollinisé de bas en haut. Ce trouble est notamment causé par le stress hydrique, les dommages des insectes qui se nourrissent des soies ou la piètre viabilité du pollen. Les grains vides témoignent de la sécheresse du sol durant le stade de développement de l'épi.

Formation incomplète des grains

Une mauvaise pollinisation peut entraver le développement des grains ou entraîner un développement inégal de ceux-ci. Les problèmes de pollinisation peuvent être causés par des conditions environnementales (trop d'humidité, sécheresse ou chaleur excessives, temps trop venteux) durant la dissémination du pollen et la formation des soies. Autre cause de ce trouble : les dommages causés par les insectes qui se nourrissent des soies.

Oiseaux

Carouges à épaulettes et corneilles

Agelaius phoeniceus, *Corvus brachyrhynchos*

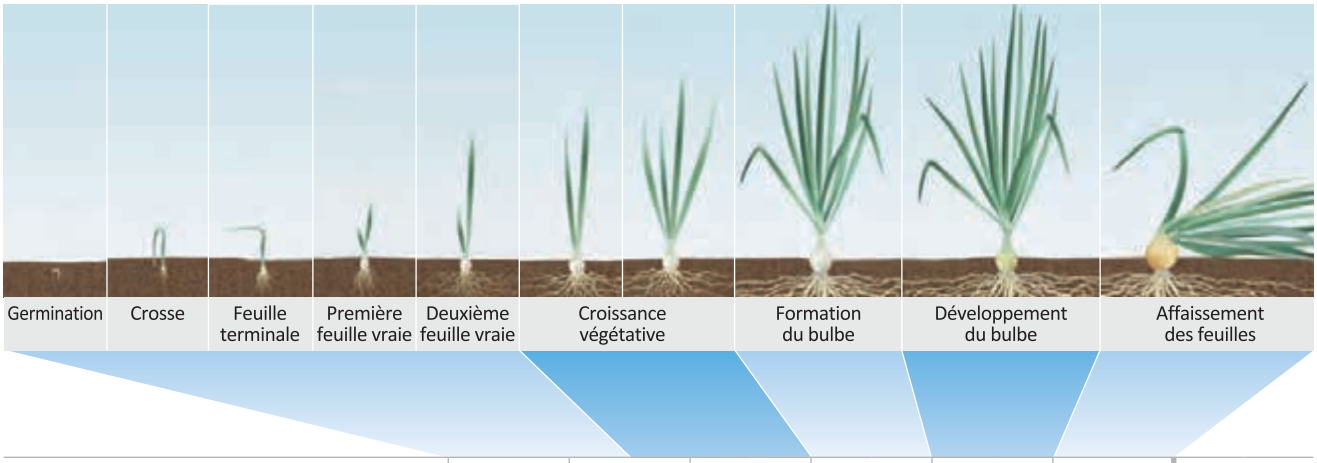
Les oiseaux se nourrissent des extrémités des épis, les rendant ainsi non commercialisables. Les cultivars dont les spathes entourent étroitement les épis sont relativement protégés des oiseaux. Ces derniers sont souvent attirés par les épis déjà endommagés par les insectes, comme le ver de l'épi du maïs. En grand nombre, les oiseaux peuvent avoir d'importantes répercussions sur le rendement et la qualité marchande des deux cultures. Ils sont souvent plus nombreux près des zones marécageuses et boisées.

De façon générale, un propriétaire terrien peut – pour protéger sa terre – capturer, abattre ou repousser des espèces fauniques protégées par la *Loi de 1997 sur la protection du poisson et de la faune*, dont des oiseaux, comme les corneilles, les vachers, les étourneaux sansonnets, les mainates religieux et les merles. Cependant, les producteurs doivent détenir un permis les autorisant à utiliser une arme à feu pour repousser ou abattre les mouettes et autres oiseaux migrateurs ou chanteurs. Pour obtenir le permis, appeler le coordonnateur de l'application des règlements du Service canadien de la faune d'Environnement Canada au 905 336-4464.

Les producteurs ont souvent recours à des effaroucheurs sonores, comme des détonateurs au propane et des dispositifs qui imitent les appels de détresse des oiseaux, pour les éloigner des champs de maïs sucré. Pour une efficacité optimale, mettre en service ces effaroucheurs sonores au moins 10 jours avant que les grains ne commencent à se remplir et à mûrir. Dans certains cas, l'utilisation d'effaroucheurs sonores au début du printemps peut dissuader les oiseaux de faire leur nid à proximité des champs de maïs sucré.

À noter que la variété des sons émis est beaucoup plus importante que leur fréquence et leur intensité. Il est aussi judicieux de les déplacer fréquemment. Des moyens de dissuasion visuels peuvent être utilisés en combinaison avec les appareils acoustiques, ou seuls, dans des situations où on ne pourrait utiliser d'effaroucheurs sonores. Il existe des ballons effaroucheurs, des rubans réfléchissants, des miroirs et des cerfs-volants en forme de prédateur, mais ces dispositifs sont généralement moins efficaces que les effaroucheurs sonores.

Oignons, poireaux et échalotes



	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Entreposage
LÉGENDE : Jamais observé — Souvent observé — Peu commun							
Maladies							
Anguillule des céréales et des bulbes							
Anthracnose de l'oignon							
Brûlure des feuilles (*Botrytis*)							
Brûlure stemphylienne							
Charbon de l'oignon							
Fonte des semis							
Fusariose du plateau							
Jaunisse de l'aster							
Maladie des racines roses							
Mildiou							
Pourriture blanche*							
Pourriture du col							
Pourritures bactériennes							
Tache pourpre							
Virus des taches jaunes de l'iris*							
Insectes							
Chenille zébrée*							
Mouche de l'oignon							
Mouche des légumineuses							
Mouche mineuse du poireau*							
Teigne du poireau							
Thrips de l'oignon							
Ver fil-de-fer							
Ver-gris							
Troubles physiologiques							
Dommages causés par la pollution de l'air							
Dommages causés par les inhibiteurs de germination							
Insolation							

* Ravageur peu commun en Ontario, mais pouvant être problématique sur d'autres territoires.

Figure 7–121. Stades de développement de l'oignon et calendrier d'activité des ravageurs. La période réelle d'activité des ravageurs varie considérablement d'une année à l'autre selon des facteurs environnementaux.

Exigences de production

Types de sol :	Sols minéraux et terres noires
pH du sol :	Sols minéraux : 5,8 à 7 Terres noires : 5,0 à 7
Cultures recommandées dans la rotation :	Carottes, légumes-feuilles, panais
Cultures déconseillées dans la rotation :	Alliacées
Température minimale du sol :	2 °C (36 °F)
Température optimale de l'air :	13 à 24 °C (55 à 75 °F)
Date de semis la plus précoce :	Début à la fin avril

Types d'alliacées

Plusieurs sortes d'oignons sont cultivées en Ontario. Il est courant de semer directement au champ les oignons jaunes et rouges à cuire, mais certains sont produits à partir de plants à repiquer en vue d'une mise en marché hâtive. Les oignons à cuire sont surtout cultivés dans des terres noires. Les oignons espagnols – qui deviennent plus gros que les oignons à cuire lorsque produits dans les bonnes conditions – ont généralement un goût plus doux et contiennent plus d'eau (bulbes plus mous). Souvent cultivés dans des sols minéraux, ils prennent plus de temps à parvenir à maturité et sont produits à partir de plants à repiquer. Les échalotes françaises, quant à elles, ont une forme de torpille et sont d'un calibre plus petit et généralement d'un goût plus doux que les oignons à cuire. Elles sont cultivées tant dans des terres noires que des sols minéraux.

Les oignons doux sont des cultivars très sucrés qui sont cultivés dans des sols pauvres en soufre pour en diminuer le piquant. Ils prennent aussi plus de temps à parvenir à maturité que les oignons à cuire et espagnols. Certains d'entre eux, comme l'oignon Vidalia, sont dits de « jour court » et peinent à produire des bulbes dignes de ce nom au Canada, où la durée du jour est trop longue. C'est pourquoi il n'existe pas de culture commerciale d'oignons doux en Ontario.

Les poireaux, dont on consomme la tige, ne forment pas de bulbe. Produits à partir de plants à repiquer, ils sont principalement cultivés dans des sols minéraux. On butte la plante pour favoriser la formation d'une longue tige blanche. Opter pour des cultivars tolérants au gel en cas de plantation tardive. Il existe des cultivars hivernants, mais ils ne sont généralement pas utilisés dans les cultures commerciales de l'Ontario.

L'oignon vert est communément appelé « oignon à botteler ». On sème un peuplement dense et récolte la plante avant qu'elle ne forme de bulbe. Il est possible de consommer beaucoup de cultivars d'oignons secs, comme des oignons verts, quand ils sont récoltés avant le début de la bulbaison. En raison de leur faible coût, les cultivars à pollinisation libre sont couramment employés.

On plante les oignonets à un taux de semis élevé pour favoriser une croissance contrôlée et uniforme. Ces petits bulbes sont récoltés pour servir de matériel de reproduction l'année suivante. Ils sont vendus aux maraîchers ou aux propriétaires fonciers qui ont besoin d'un oignon parvenant rapidement à maturité ou qui cultivent le légume dans un environnement sous-optimal.

Le présent guide traite d'autres alliacées. Voir *Ciboulette*, dans *Fines herbes,* et *Ail* pour en savoir plus.

Semis et espacements

En prévision d'une récolte hâtive, il est possible de produire des plants d'oignons secs dans des plateaux alvéolés pour les repiquer au champ dès que l'état du sol le permet. Ce mode de culture facilite la lutte contre les maladies et les mauvaises herbes et permet de récolter plus tôt. Les oignons ainsi produits sont souvent destinés au marché du frais et ne sont pas entreposés longtemps. On utilise alors des cultivars différents de ceux destinés à être semés directement au champ, soit des cultivars qui parviennent rapidement à maturité et ne se prêtent généralement pas à un entreposage à long terme. Pour produire des plants d'oignon espagnol à repiquer, on sème une graine par cellule. Toutefois, pour les bulbes à repiquer dans des terres noires, on met souvent trois semences par cellule, car ces oignons peuvent facilement s'écarter les uns des autres pendant leur croissance au champ, et ce, sans nuire à la taille ou à la forme du légume. Voir le Tableau 7–101 et la fiche technique du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales (MAAARO) *Production de plants de légumes en plateaux alvéolés*.

Les plants d'oignon à repiquer ont des besoins en engrais modérés. Appliquer 100 à 200 ppm d'azote par semaine; diminuer l'apport par temps frais et nuageux. Voir le Tableau 7–102.

Tableau 7–101. Conditions de germination et de croissance des plants d'oignons, de poireaux et d'échalotes françaises

Poids de semences pour obtenir 10 000 plants	Profondeur de semis	Température de germination			Délai semis-levée (jours)[1]	Température de croissance optimale		Tolérance au pH	Durée de production (sem.)
		Min.	Opt.	Max.		Jour	Nuit		
85 g	0,6 cm (¼ po)	10 °C (50 °F)	24 °C (75 °F)	35 °C (95 °F)	4	16-18 °C (61-64 °F)	8-15 °C (46-59 °F)	5,5-6,8	8-12

[1] À une température de germination optimale.

Tableau 7–102. Taux de semis et distances de plantation des oignons, des poireaux et des échalotes françaises

LÉGENDE : – = sans objet

Culture	Distance entre les rangs	Espacement sur le rang	Profondeur[1]	Taux de semis	Densité de plantation Nombre de plants par hectare (nombre de plants par acre)
Oignon à cuire (semis direct)	35-43 cm (14-17 po)	2,5-3,5 cm (1-1,5 po)	0,5-2,5 cm (0,2-1 po)	4-4,5 kg/ha (3,5-4 lb/acre)	990 000 (400 000)
Oignon à cuire (plants repiqués)	35-43 cm (14-17 po)	10-12,5 cm (4-5 po)	–	1,7-3,5 kg/ha[2] (1,5-3 lb/acre)	850 000 (345 000)
Oignon espagnol	35-43 cm (14-17 po)	10-12,5 cm (4-5 po)	0,5-2,5 cm (0,2-1 po)	1,7-3,5 kg/ha[2] (1,5-3 lb/acre)	250 000 (100 000)
Poireau (plants repiqués)	50-90 cm (20-35 po)	10-15 cm (4-6 po)	–	1,0-2,2 kg/ha[2] (1-2 lb/acre)	120 000 (50 000)
Oignon vert (à botteler)	30-38 cm (12-15 po)	1-2,5 cm (0,4-1 po)	0,5-2,5 cm (0,2-1 po)	7 kg/ha (6,3 lb/acre)	1 100 000 (450 000)
Oignonet	Culture dense		2 cm (1 po)	75-90 kg/ha (67-80 lb/acre)	20 000 000 (8 000 000)
Oignon à mariner	Culture dense		2 cm (1 po)	75-90 kg/ha (67-80 lb/acre)	20 000 000 (8 000 000)
Échalote française	46-60 cm (18-24 po)	7,5-10 cm (3-4 po)	0,5-2,5 cm (0,2-1 po)	220-330 kg/ha[3] (196-295 lb/acre)	250 000 (100 000)
Échalote française cultivée à partir de graines	10-20 cm (4-8 po)	3-4 cm (1,2-1,6 po)	2 cm (1 po)	2,5 kg/ha (2,2 lb/acre)	800 000 (320 000)

[1] Semer à faible profondeur dans les sols minéraux lourds ou ayant tendance à former une croûte. Dans les sols secs et les zones où l'érosion par le vent et l'eau pose problème, semer à une profondeur de 3 à 4 cm (1 à 1 ½ po).
[2] Les taux de semis indiqués donnent assez de plants pour 1 ha (1 acre).
[3] Bulbes.

Fertilisation

Macronutriments

Azote

Éviter les engrais ayant une forte teneur en sel, car ils peuvent endommager les semences. Voir le Tableau 7–103.

Réduire la fertilisation azotée (N) après un apport de fumier ou l'incorporation au sol d'engrais vert de légumineuses. Voir le Tableau 1–12 et le Tableau 1–13, au chapitre 1, pour en savoir plus.

Phosphore et potassium

Faire analyser le sol pour déterminer les besoins en phosphore et en potassium. Voir le Tableau 7–104 et le Tableau 7–105.

Tableau 7–103. Besoins en azote des oignons et des poireaux

Type de sol	Azote actif
Oignons (sols minéraux)	
Dose maximale	110 kg/ha (98 lb/acre)
Oignons (terres noires)	
Présemis	90 kg/ha (80 lb/acre)
Épandage en bandes latérales[1]	30 kg/ha (27 lb/acre)
Total	**120 kg/ha (107 lb/acre)**
Poireaux	
Présemis	100 kg/ha (89 lb/acre)
Épandage en bandes latérales au début juin	60 kg/ha (54 lb/acre)
Épandage en bandes latérales à la fin juin	40 kg/ha (36 lb/acre)
Total	**200 kg/ha (178 lb/acre)**

[1] Un épandage en bandes latérales n'est nécessaire qu'en cas de précipitations supérieures à la normale.

Tableau 7–104. Besoins en phosphore des oignons

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en phosphore évaluée par extraction au bicarbonate de sodium (ppm)													
	0-3	**4-5**	**6-7**	**8-9**	**10-12**	**13-15**	**16-20**	**21-25**	**26-30**	**31-40**	**41-50**	**51-60**	**61-80**	**81 ou plus**
Sols minéraux														
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	180 (161) (EE)	170 (152) (EE)	170 (152) (EE)	160 (143) (EE)	160 (143) (EE)	150 (134) (EE)	140 (125) (EE)	120 (107) (EE)	100 (89) (EM)	80 (71) (EM)	50 (45) (EF)	30 (27) (ETF)	0 (ETF)	0 (EN)
Terres noires														
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	90 (80) (EM)	90 (80) (EM)	80 (71) (EM)	70 (63) (EM)	60 (54) (EM)	50 (45) (EF)	30 (27) (EF)	20 (18) (EF)	0 (ETF)	0 (EN)

Tableau 7–105. Besoins en potassium des oignons

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en potassium évaluée par extraction à l'acétate d'ammonium (ppm)											
	0-15	16-30	31-45	46-60	61-80	81-100	101-120	121-150	151-180	181-210	211-250	251 ou plus
Sols minéraux												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	230 (205) (EE)	220 (196) (EE)	210 (187) (EE)	190 (170) (EE)	160 (143) (EE)	130 (115) (EE)	100 (89) (EM)	80 (71) (EM)	50 (45) (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (EN)
Terres noires												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	230 (205) (EE)	220 (196) (EE)	210 (187) (EE)	200 (178) (EE)	170 (152) (EM)	150 (134) (EM)	120 (107) (EM)	80 (71) (EM)	40 (36) (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (EN)

Oligo-éléments

L'efficacité des apports d'engrais contenant des oligo-éléments varie beaucoup selon les cultures. Voir *Oligo-éléments*, au chapitre 1, pour en savoir plus.

Cuivre

La carence en cuivre (Cu) est un phénomène associé aux sols organiques (sols tourbeux et terres noires). La tunique des bulbes est alors pâle. Mélanger le nutriment avec l'engrais et appliquer un taux de 14 à 29 kg par hectare sur les terres noires nouvellement mises en culture. Par la suite, on peut faire un épandage tous les deux ou trois ans en utilisant le tiers de ce taux.

Manganèse

En cas de carence en manganèse, les tissus foliaires entre les nervures – voire l'ensemble des feuilles – se mettent à jaunir. Commencer à faire des applications foliaires de sulfate de manganèse quand les plants sont au stade 3 feuilles. Incorporer 1,5 à 2,75 kg de ce nutriment par hectare dans 300 litres d'eau. Faire quatre ou cinq applications supplémentaires à 10 jours d'intervalle. Utiliser la dose inférieure quand les plants sont petits et l'augmenter graduellement au fil de la saison. Les épandages au sol ne sont pas efficaces dans les cultures d'oignons. Voir le Tableau 1–10, au chapitre 1, pour en savoir plus.

Molybdène

Les oignons développent parfois une carence en molybdène quand ils sont cultivés dans des terres noires modérément ou fortement acides (pH de 5,5 ou moins, particulièrement en bas de 5,0). Les plants seront alors très petits et vont pratiquement cesser de croître. Pour les semences non traitées (non enrobées), il s'est avéré utile de faire un traitement en dissolvant 15 g de molybdate de sodium dans 45 ml d'eau. Pulvériser cette solution avec un atomiseur sur une fine couche de 2,3 kg de graines étalées sur une toile de plastique. Ne pas trop humecter les semences, car la substance chimique pourrait pénétrer dans l'embryon de la semence et l'endommager. Bien mélanger les semences et les laisser sécher. Quand on utilise des semences enrobées, il peut également être utile de faire une application foliaire après la plantation, avant que les plants atteignent une hauteur de 10 cm.

Zinc

Les plants manquant de zinc ont un feuillage strié de jaune. Ils deviennent rabougris, tordus et courbés. La carence en zinc se produit surtout dans les sols au pH supérieur à 7,2, soit souvent des terres noires peu profondes ou mélangées au sous-sol calcaire. Voir le Tableau 1–11, au chapitre 1, pour en savoir plus.

Analyse de tissus végétaux

Utilisée en association avec une analyse de sol, l'analyse de tissus végétaux apporte des indications utiles pour diagnostiquer des troubles de croissance ou évaluer un programme de fertilisation. L'analyse des tissus végétaux ne peut remplacer ni l'analyse de sol ni un bon programme de fertilisation du sol.

Pour en savoir plus, voir *Analyse de tissus végétaux*, au chapitre 1, et le Tableau 7–106.

Tableau 7–106. Teneurs en éléments nutritifs des oignons

LÉGENDE : – = aucune donnée disponible

Parties du plant	Moment de l'échantillonnage	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	B	Cu
		Pourcentage (%)						Parties par million (ppm)				
Dernière feuille à s'être entièrement formée	Juste avant le début de la bulbaison	2-3	0,2-0,5	1,5-3	0,6-0,8	0,15-0,3	0,2-0,6	–	10-20	15-20	10-25	5-10

Adaptation de HOCHMUTH G., et coll. *Plant Tissue Analysis and Interpretation for Vegetable Crops in Florida*, University of Florida, IFAS Extension, nº HS964, 2018.

Irrigation

Les alliacées réagissent bien à l'irrigation.

Effets du stress hydrique : Calibre des bulbes, rendement et qualité moindres

Période critique d'irrigation : Bulbaison et grossissement des bulbes

Profondeur d'enracinement : 30 à 60 cm (12 à 24 po)

Si le taux d'humidité disponible dans la zone racinaire atteint 60 % pendant la période critique d'irrigation, un arrosage peut contribuer à préserver le rendement et la qualité des cultures. Dans les cultures d'oignons irriguées avec un système goutte à goutte, irriguer lorsque la quantité d'eau du sol disponible pour les plantes tombe à 85 %.

Dans les terres noires profondes, maintenir la nappe phréatique 85 cm (34 po) sous la surface du sol. Une fois le bulbe parvenu à maturité, l'irrigation peut être inutile et même réduire le rendement ou la qualité.

Pour en savoir plus sur la programmation de l'irrigation, voir *Les pratiques de gestion optimales : Gestion de l'irrigation* (publication nº BMP08F) et la fiche technique du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales (MAAARO) *Surveiller l'humidité du sol pour améliorer les décisions d'irrigation*.

Récolte

Oignons secs à cuire : Le légume parvient habituellement à maturité en 90 à 110 jours. La récolte s'étend de la fin août à octobre. La date de récolte et la qualité des oignons dépendent souvent du cultivar, des conditions météorologiques et de l'état du sol. On sait que la culture est parvenue à maturité quand les tissus du col ramollissent, les feuilles s'affaissent (se couchent) et les racines meurent. Les oignons récoltés à maturité se conservent plus longtemps.

Pour beaucoup de cultivars, un traitement à l'hydrazide maléique (Royal MH 60) effectué au bon moment empêchera les bulbes de germer durant l'entreposage et allongera la durée de conservation. Il est inutile pour les cultivars qui se conservent peu longtemps.

Idéalement, il faut effectuer le traitement quand la partie aérienne de 50 % des plants est couchée, mais encore verte (5 à 8 feuilles vertes), soit généralement 8 à 14 jours avant la récolte. Ne pas faire de traitement dans les 10 jours précédant la récolte. L'hydrazide maléique n'est pas absorbé par les plants comptant moins de trois feuilles vertes ou au feuillage très maladif.

Les oignons sont andainés au champ pour ensuite être mis dans des caisses-palettes en prévision de leur conditionnement. Idéalement, le conditionnement se fait avec un système à air pulsé à une température de 30 °C (86 °F) et à un taux d'humidité relative de 60 % pendant trois ou quatre jours.

Oignons espagnols : Le légume arrive habituellement à maturité en 110 à 125 jours. La récolte s'étend de la fin septembre à octobre. On détermine le moment de la récolte grosso modo de la même manière que pour les oignons à cuire, mais la partie aérienne de certains plants pourrait ne pas s'affaisser en raison de l'épaisseur de la tige.

Oignons doux : Il est généralement difficile de produire ces cultivars en Ontario, car ils prennent au moins 125 jours pour parvenir à maturité et atteindre le calibre recherché par le marché. On les cultive toujours à partir de plants à repiquer et les récolte avant le premier gel automnal. Ces cultivars sont plus sucrés, surtout quand ils poussent dans des sols pauvres en soufre.

Oignons verts : Normalement, les plants sont récoltés 45 à 60 jours après le semis, quand leur plateau a un diamètre de 0,5 à 1,25 cm (¼ à ½ po). Quand ils sont vendus avec les feuilles, les bottes se composent généralement de 6 à 10 oignons retenus ensemble par un élastique. Les oignons verts se conservent mieux quand on les retire du champ tout de suite après la récolte pour les refroidir à l'eau froide dans les deux à trois heures suivantes.

Échalotes françaises : On plante le légume au printemps à partir de graines ou d'oignonets. Quand des graines sont utilisées, il s'agit en fait d'un oignon hybride présentant certaines caractéristiques d'une échalote française. La véritable échalote française traditionnelle, elle, se multiplie par voie végétative, et le bulbe mère produit une touffe de 4 à 15 bulbes-fils, selon le cultivar. La plupart des échalotes françaises commerciales sont produites à partir de graines; elles parviennent habituellement à maturité 80 à 100 jours après le semis et sont récoltées de la fin août à octobre, en fonction de la densité du semis.

Poireaux : Le légume arrive habituellement à maturité en 150 jours ou plus. Une fois que le plant a atteint le calibre souhaité, il est récolté en entier d'août à octobre. On coupe les racines près du plateau du bulbe et enlève les pelures externes, plus vieilles. Les poireaux sont généralement vendus en bottes de trois, ce qui donne 24 bottes par caisse.

Tableau 7–107. Rendements moyens des cultures d'oignons

Culture	Rendement	Contenant standard
Oignon à cuire (semis direct)	1 500-2 700 sacs/ha (600-1 100 sacs/acre)	Sacs de 50 lb
Oignon à cuire (plants repiqués)	1 500-2 500 sacs/ha (600-1 100 sacs/acre)	Sacs de 50 lb
Oignon espagnol	1 500-2 500 sacs/ha (600-1 000 sacs/acre)	Sacs de 50 lb
Poireau	1 250 caisses/ha (500 caisses/acre)	Deux douzaines de bottes de trois poireaux par caisse
Oignon vert (à botteler)	1 000-1 500 kg/ha (900-1 200 lb/acre)	Caisse-palette
Oignonet	22 400-33 600 kg/ha (20 000-30 000 lb/acre)	Caisse-palette

Entreposage

Les méthodes de refroidissement en chambre froide et par air pulsé conviennent bien aux oignons secs. Il faut refroidir les légumes graduellement pour prévenir la formation de condensation en entrepôt. On doit abaisser la température d'un ou deux degrés par semaine; ainsi, cela peut prendre un ou deux mois pour atteindre la température d'entreposage désirée, soit 0 °C (32 °F). Refroidir les oignons verts à l'eau glacée, dans la glace ou sous vide.

Voir le Tableau 7–108.

Tableau 7–108. Conditions d'entreposage des oignons

Culture	Température d'entreposage	Humidité relative	Durée
Oignon sec	0 °C (32 °F)	65-70 %	1-8 mois
Oignon vert	0 °C (32 °F)	95-100 %	3-4 semaines
Oignonet	0-5 °C (32-41 °F)	70-80 %	6-8 mois

Lutte contre les ravageurs et les troubles physiologiques

Voir la Figure 7–121 *Stades de développement de l'oignon et calendrier d'activité des ravageurs*.

Maladies

Anguillule des céréales et des bulbes
Ditylenchus dipsaci

Identification : Ce nématode phytoparasite microscopique entre dans le plant par les racines ou des blessures du bulbe. Une fois qu'il a trouvé un hôte convenable, il y injecte en se nourrissant une toxine qui provoque des lésions et des déformations. Les plants gravement atteints ont un feuillage et un col épais, jaunissent, sont rabougris et entament leur sénescence prématurément. Parfois, le plateau commence à pourrir, et tout le bulbe devient noir ou se dégrade. Certains symptômes peuvent être confondus avec ceux de la fusariose du plateau.

Moyens de lutte : La prévention est la clé de la lutte contre ce ravageur. Elle implique par exemple de planter les oignons dans un sol sain. Faire un test de dépistage du nématode dans le sol avant la plantation et faire une rotation de trois ans avec des cultures ne servant pas d'hôte. Le nématode peut être dispersé par l'eau d'irrigation, des semences contaminées, la machinerie, les humains et les animaux. En Ontario, les pics de population dans le sol et les racines sont généralement observés en mai et juin, puis en septembre et octobre. Les mois d'automne sont une bonne période pour échantillonner les sols et évaluer le nombre de nématodes, car ils sont alors nombreux, et il est possible d'intervenir bien avant le semis de la culture suivante.

Anthracnose de l'oignon
Colletotrichum circinans

Identification : La maladie fait apparaître des anneaux noirs concentriques près du col et sur les pelures externes du bulbe. Elle touche surtout les bulbes d'oignons blancs ou espagnols après la récolte, mais n'épargne pas forcément les bulbes en développement au champ.

Biologie : L'agent pathogène, un champignon tellurique, peut demeurer dans le sol pendant plusieurs années. Les spores sont dispersées par les éclaboussures de pluie et se répandent dans l'air. Le développement de la maladie est favorisé par du temps chaud et humide.

Moyens de lutte : Pratiquer une rotation culturale de trois ans et retirer tous les rebuts d'oignons du champ. Un conditionnement et un séchage bien effectués diminuent le développement de maladies durant l'entreposage, tout comme le maintien d'un taux d'humidité relative optimal (60 à 70 %). L'anthracnose se développe plus rapidement lorsque le taux d'humidité relative est élevé dans l'entrepôt. L'ajout de chaleur artificielle peut réduire les problèmes dans les régions humides de la province. Avant l'entreposage, trier les oignons en retirant ceux qui ont un gros col, des entailles ou des meurtrissures. Les oignons jaunes et rouges sont résistants à la maladie, mais les oignons blancs y sont généralement plus vulnérables.

Brûlure des feuilles (*Botrytis*)
Botrytis squamosa

Identification : Des taches blanches ovales d'une longueur de 1 à 5 mm (~⅛ po), ceinturées d'un halo argenté, se forment sur les feuilles infectées. Le halo est un signe que la lésion est relativement nouvelle et « active ». Les lésions anciennes sont souvent blanc brunâtre et desséchées. En cas d'attaque grave, les feuilles ont tendance à dépérir à partir de leur extrémité. L'infection risque davantage de se produire si des feuilles sont endommagées ou meurtries ou ont commencé à se nécroser (Figure 7–122).



Figure 7–122. Taches foliaires blanches ovales ceinturées d'un halo argenté

Biologie : La maladie se manifeste habituellement après la mi-juin. L'infection se produit surtout quand les feuilles demeurent humides pendant 12 heures à des températures oscillant entre 15 et 18 °C (59 et 64 °F). Elle est plus rare au-delà de 27 °C (81 °F). *Botrytis* hiverne dans les débris de récolte.

Les sclérotes peuvent demeurer en dormance de nombreuses années.

Dépistage et seuils : Un modèle de prévision appelé BOTCAST aide à prévoir les éclosions de la maladie. Voir *Modèles de prédiction des maladies*, au chapitre 4. Si ce modèle n'est pas disponible, compter les lésions « actives » sur les trois feuilles les plus matures de 50 à 100 plants et amorcer un programme de pulvérisation de fongicide quand ces feuilles présentent chacune trois lésions en moyenne.

Pour les oignons secs et espagnols, il faut faire un traitement en présence de conditions idéales au développement de la maladie. Après la première pulvérisation, en faire une nouvelle huit jours plus tard si les possibilités de précipitations sont supérieures à 30 %.

Moyens de lutte : La lutte contre la maladie est essentiellement préventive. Pratiquer une rotation culturale de quatre ans et retirer tous les rebuts d'oignons du champ. Pour favoriser une diminution des maladies foliaires, réduire le plus possible l'humidité sur les feuilles et améliorer la circulation de l'air dans le champ (ex. : espacement des plants et irrigation la nuit ou en mi-journée pour que les feuilles sèchent rapidement).

Brûlure stemphylienne
Stemphylium vesicarium

Identification : Les symptômes se présentent d'abord sous forme de petites lésions aqueuses jaunes à chamois qui s'allongent et virent au brun olive foncé à noir quand des spores se forment. La feuille peut en être entièrement recouverte lorsque les lésions convergent. Parfois les feuilles de l'oignon meurent prématurément, ce qui réduit le rendement.

De plus, les oignons destinés à l'entreposage sont habituellement aspergés d'un inhibiteur de germination avant qu'ils se couchent. Ils doivent avoir cinq à huit feuilles vertes au moment du traitement. Si la brûlure stemphylienne tue la plupart des feuilles, il est impossible d'appliquer un inhibiteur de germination, ce qui réduit la durée de conservation et la durée utile de stockage. Les symptômes de la maladie sont parfois confondus avec ceux de la tache pourpre, qui est causée par *Alternaria porri* (Figure 7–123).



Figure 7–123. Les lésions de la tache pourpre vont de chamois à blanc et sont mauves au centre (A), alors que celles de la brûlure stemphylienne sont chamois et ont le centre strié de noir (B et D). Les lésions de la brûlure des feuilles (*Botrytis*) sont grises ou blanches, plus petites et de forme irrégulière (C).

Biologie : Le champignon peut infecter des feuilles saines, mais s'attaque plus facilement aux tissus foliaires endommagés, maladifs ou nécrosés. Les spores sont dispersées par le vent. La maladie se développe surtout par temps humide et chaud, soit à une température de 18 à 25 °C (64 à 77 °F). Il vaut mieux éviter que le feuillage reste humide longtemps en irriguant tôt le matin ou en utilisant un système d'irrigation goutte à goutte.

Moyens de lutte : Faire une rotation sans alliacées pendant trois ans. Retirer les rebuts et repousses du champ. On peut aussi employer d'autres pratiques culturales, comme limiter le temps où les feuilles demeurent humides en irriguant au milieu de la journée ou tôt le matin pour que la culture s'assèche le plus vite possible. Comme l'agent pathogène est plus susceptible d'infecter des feuilles endommagées par la machinerie, des herbicides ou d'autres maladies, il est important d'assurer la santé des peuplements et de maîtriser les autres maladies foliaires de l'oignon.

Faire une rotation des fongicides employés. Si possible, incorporer au sol des fongicides à large spectre multisites efficaces et des biofongicides : ils présentent un faible risque de développement de résistance. Comme pour les autres maladies foliaires de l'oignon, la prévention constitue le nerf de la guerre.

Charbon de l'oignon

Urocystis colchici, *Urocystis cepulae*

Identification : Les plants infectés sont rabougris et ont un feuillage légèrement tordu plus sombre et épais. Les feuilles malades se fendent, révélant à l'intérieur des masses de téliospores noires. Les plants peuvent mourir prématurément (Figure 7–124).



Figure 7–124. Le feuillage paraît plus foncé et dense, et les feuilles peuvent se fendre, laissant voir des masses de téliospores noires (A et B).

Biologie : Les spores peuvent demeurer longtemps dans le sol, jusqu'à 20 ans. Elles déclenchent l'infection en entrant en contact avec la feuille terminale à sa sortie du sol, à la faveur de températures oscillant entre 10 et 12 °C (50 et 54 °F) dans les deux à trois semaines suivant le semis. L'incidence de la maladie est plus élevée en cas de printemps frais et humide, car les plantules d'oignons poussent lentement et la feuille terminale reste ainsi plus longtemps dans le sol. Lorsque les feuilles amorcent leur sénescence, les spores retournent dans le sol, où elles sont dispersées par le ruissellement d'eau de surface, la machinerie, le vent et les animaux.

Moyens de lutte : La plupart des terres noires contiennent des spores du champignon. Sans traitement, on peut enregistrer des pertes de 50 à 80 %. Le seul moyen concret de maîtriser la maladie chez les oignons produits à partir de graines est de traiter les semences ou d'appliquer un fongicide dans le sillon. Cependant, les plants d'oignons produits dans un substrat sans sol seront résistants à la maladie au moment de leur repiquage au champ. En éliminant les plants atteints, il y a aura moins de spores pouvant potentiellement infecter les oignons cultivés au champ les années suivantes, mais cette méthode de lutte n'est praticable que si le champ vient tout juste d'être infecté.

Fonte des semis

Pythium sp., *Phytophthora* sp., *Fusarium* sp.

Identification : La maladie peut se déclarer avant la levée (les semences infectées avant de sortir de terre pourrissent et ne produisent pas de plantule) ou après celle-ci (les plantules sortent de terre, mais sont faibles, manquent de vigueur et peuvent présenter une lésion au niveau du sol). Les plants infectés ont tendance à se replier vers le bas ou à fondre. Cette maladie se manifeste aussi par de la moisissure sur les semences, des lésions ou des chancres sur la racine, l'hypocotyle ou le bas des tiges.

Biologie : *Pythium* et *Phytophthora* sont des champignons aquatiques. Ils sont particulièrement destructeurs quand le sol est humide et frais. L'infection se produit habituellement dans des sols lourds, ou dans des champs mal drainés.

L'eumycète *Fusarium* se trouve dans la plupart des sols agricoles. Les spores hivernent dans la terre pendant plusieurs années. L'infection peut se déclencher dans toutes sortes de sols et à toutes sortes de températures selon l'espèce et la culture.

Moyens de lutte : Faire pousser les plants de légumes en serre dans des terrines stérilisées et des substrats sans sol stériles. Éviter de trop arroser les plantules et les plants repiqués. Avant le repiquage au champ, vérifier si tous les plants sont en santé, exempts de maladies et vigoureux.

Pour le semis direct, utiliser des semences traitées avec un fongicide homologué qui maîtrise les agents pathogènes causant la fonte des semis. Éviter de semer trop profond.

Faire du dépistage dans les champs tôt au printemps après le semis pour évaluer le peuplement et son établissement. Vérifier s'il y a des zones où le peuplement est clairsemé ou la levée, faible. Déterrer les plantules ou plants qui ne sortent pas de terre et vérifier s'il y a des signes de pourriture.

Fusariose du plateau
Fusarium oxysporum f. sp. *cepae*

Identification : Les premiers symptômes sont le jaunissement des feuilles, qui finissent par dépérir de l'apex vers le bas. Au fil de la progression de la maladie, toute la plante peut s'affaisser au sol. Le plateau de l'oignon devient brun rosâtre. Par temps humide, de la moisissure blanche peut s'y former. Dans certaines conditions, il arrive que des spores allant d'orange à chamois apparaissent. D'autres maladies bactériennes causant la pourriture du plant peuvent aussi se développer. Si l'infection se produit en fin de saison, il est possible que les symptômes ne se manifestent qu'une fois les oignons mis en entrepôt (Figure 7–125).



Figure 7–125. Plateau infecté virant au brun et racines se détachant quand l'oignon est arraché

Biologie : La maladie se déclare lorsque le sol est chaud, surtout à une température de 29 °C (84 °F). Elle ne sévit pas chaque année dans toutes les régions.

Moyens de lutte : Faire une longue rotation des cultures et utiliser des plantules exemptes de maladie produites dans un milieu de culture stérile. Nettoyer fréquemment le matériel de repiquage. Certains cultivars d'oignons sont tolérants à *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*; les utiliser si le champignon est détecté au champ. Envisager d'employer un produit biologique qui assure une maîtrise partielle du développement de *Fusarium*. Laisser le sol sécher entre chaque arrosage.

Maladie des racines roses
Pyrenochaeta terrestris

Identification : Les racines infectées deviennent d'abord rouge rosâtre, puis d'un noir teinté de mauve. La maladie compromet le système racinaire et finit par le tuer; en conséquence, le plant va jaunir, se flétrir et se rabougrir (Figure 7–126).



Figure 7–126. Racines roses visibles lorsque le plant est arraché

Biologie : L'agent pathogène peut demeurer dans le sol plusieurs années en l'absence de plantes hôtes. Il s'attaque aux racines des oignons surtout quand la température du sol oscille entre 24 et 28 °C (75 et 82 °F). La maladie touche couramment les racines de plants matures, mais si la température du sol est suffisante au printemps, le champignon peut s'attaquer aussi à celles des jeunes plants, entraînant de lourdes pertes. *Pyrenochaeta terrestris* infecte différentes plantes hôtes, notamment bon nombre de mauvaises herbes à feuilles larges, les pois, les piments et poivrons, les pommes de terre, les épinards et les tomates.

Moyens de lutte : Dans les champs problématiques, il faut faire une rotation de trois à cinq ans sans cultures de pois, d'épinard, d'alliacées et de solanacées. Certains cultivars d'oignons sont tolérants à la maladie.

Mildiou

Peronospora destructor

Identification : L'infection se manifeste habituellement par îlots dans le champ. De la moisissure violette ou grisâtre se forme sur les feuilles vertes et fait rapidement mourir les tissus, ce qui provoque la formation de lésions couleur paille et, ultimement, la mort du plant (Figure 7–127).

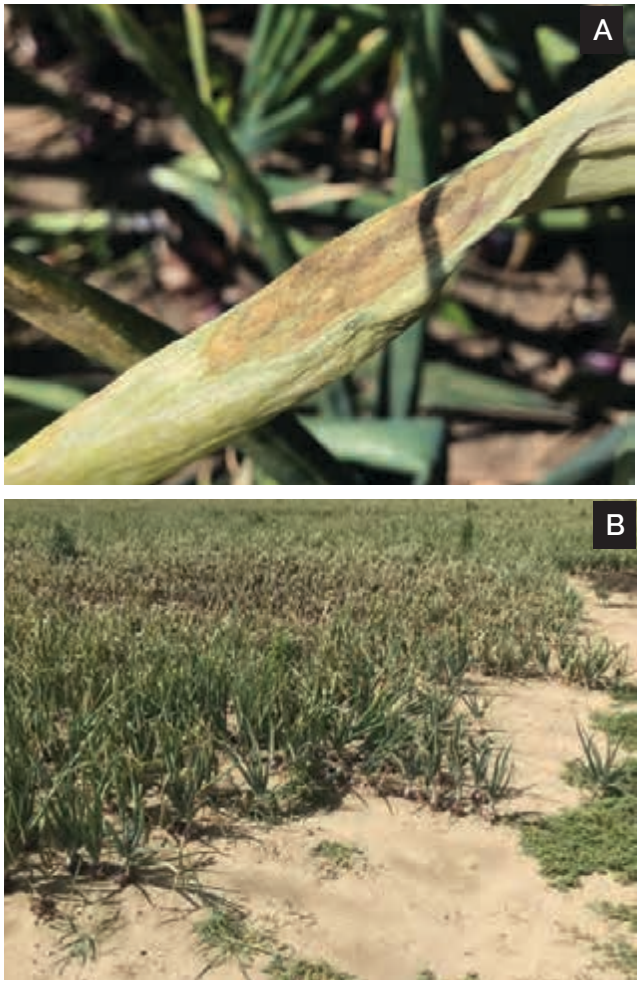


Figure 7–127. Moisissure grise duveteuse sur la feuille (A) qui engendre des lésions couleur paille. Les plants meurent rapidement et en infectent d'autres, ce qui crée des îlots dans le champ (B).

Biologie : La maladie se déclare surtout par temps frais et humide. L'infection se produit quand le feuillage demeure humide pendant deux à six heures à une température de 3 à 14 °C (37 à 57 °F). Chez l'oignon, la période d'incubation est de 10 à 16 jours. Un taux d'humidité relative de 95 % ou plus favorise également la sporulation et la propagation de l'infection. L'agent pathogène hiverne dans les débris de récolte.

Dépistage et seuils : Un modèle de prévision appelé DOWNCAST aide à prévoir les éclosions de mildiou. Voir *Modèles de prédiction des maladies*, au chapitre 4. Si ce modèle n'est pas disponible, appliquer des fongicides de manière préventive par temps frais et humide ou si la maladie a été décelée dans d'autres champs des environs. Faire du dépistage pour le mildiou en même temps que pour la pourriture du col ou la brûlure stemphylienne.

Moyens de lutte : La lutte contre le mildiou est essentiellement préventive. Si le modèle DOWNCAST n'est pas disponible, appliquer des fongicides de manière préventive par temps frais et humide. Une rotation de quatre ans, s'il n'y a pas de culture d'oignons dans les champs avoisinants, peut contribuer à réduire l'incidence du mildiou. Les sporanges, transportés par des courants atmosphériques, peuvent parcourir de grandes distances quand les conditions sont favorables. Toujours retirer les rebuts d'oignons du champ et éviter de les entasser. Recourir à des pratiques culturales comme l'espacement des plants et la programmation de l'irrigation pour limiter l'humidité sur les feuilles et améliorer la circulation de l'air au champ.

Pourriture bactérienne molle (aussi appelée pourriture bactérienne)

Pantoea sp. (pourriture du centre)
Burkholderia gladioli pv. *alliicola* (pourriture bactérienne)
Dickeya chrysanthemi (pourriture molle)
Pectobacterium carotovorum subsp. *carotovorum*, *Erwinia rhapontici*
Pseudomonas marginalis pv. *marginalis*
Burkholderia cepacia (pourriture bactérienne)

Identification : Ces maladies se caractérisent par une pourriture aqueuse des bulbes et une forte odeur. Les oignons atteints de la pourriture bactérienne causée par *Burkholderia gladioli* pv. *alliicola* peuvent paraître sains de l'extérieur. Pourtant, une simple pression sur le bulbe fait glisser les parties internes, pourries, hors du col. Parfois, une ou deux feuilles au centre du plant sont jaunies et flétries. La pourriture bactérienne provoquée par *Burkholderia cepacia* se manifeste d'abord sous forme de feuilles nécrosées chamois ou brunes, puis une pourriture molle se développe près du col.

Biologie : Ces maladies sont causées par des bactéries telluriques. L'infection se produit lorsque le champ est humide, à la faveur de temps chaud. Les tissus rongés par la mouche de l'oignon et les feuilles endommagées par des brûlures d'herbicides, l'irrigation, la grêle ou d'autres maladies sont plus susceptibles d'être infectés.

Moyens de lutte : Enfouir les repousses d'oignons et résidus infectés. Opter pour des cultivars au col étroit et éviter ceux qui peinent à se coucher. Faire une rotation de quatre ans avec des cultures ne servant pas d'hôte, comme des céréales. Faire de l'irrigation goutte à goutte, et non par aspersion. Cesser l'irrigation trois semaines avant que les plants se couchent. Réduire la quantité d'azote épandue par acre, surtout vers la fin de la saison. Maîtriser le mildiou et lutter contre les thrips toute la saison. Réduire le plus possible les dommages aux feuilles (insolation, meurtrissures, dommages causés par la machinerie ou les herbicides). Arracher les oignons une fois que la plupart d'entre eux sont couchés. Laisser la partie aérienne sécher complètement au champ avant la récolte. Procéder à l'arrachage avant des épisodes de forte précipitation et les sécher par air pulsé pendant cinq jours si les prévisions météorologiques annoncent des conditions défavorables. Bien conditionner les oignons avant de les mettre en entrepôt.

Pourriture blanche
Stromatinia cepivorum

Identification : Les symptômes foliaires comprennent le jaunissement, la nécrose des feuilles de l'apex vers le bas, le flétrissement et le rabougrissement des plants. Il arrive que de la moisissure blanche et de petits sclérotes noirs de la taille d'une tête d'épingle soient visibles à la base du plant. Pour différencier cette maladie de *Fusarium*, placer un échantillon dans un sac de plastique scellé pendant trois jours et vérifier si des sclérotes noirs se forment. Le champignon colonise le plateau et produit du mycélium blanc; simultanément, une pourriture aqueuse se forme et les bulbes infectés se désintègrent. Les symptômes ne sont pas toujours présents au moment de la récolte, mais peuvent apparaître durant l'entreposage (Figure 7–128).

Biologie : Les sclérotes et le mycélium hivernent dans le sol et les débris de plants. Les particules de sol contaminé par ce champignon sont dispersées par la machinerie, les animaux, les caisses-palettes, le vent et l'eau. La maladie peut aussi être transmise par les bulbes d'ail, les oignonets et les plants à repiquer. Elle se développe surtout quand le sol est frais et humide, et moins lorsque la température est supérieure à 24 °C (75 °F).



Figure 7–128. Mycélium blanc près de la base des plants (A) et bulbes couverts de sclérotes noirs de la grosseur d'une tête d'épingle (B). *Source :* Mary Ruth McDonald, Ph. D.

Moyens de lutte : Éviter d'introduire l'agent pathogène dans les champs sains en lavant la machinerie pour éliminer toute particule de sol après avoir quitté un champ infecté. Le champignon peut demeurer 40 ans dans le sol. Au champ, éliminer les plants infectés et retirer les rebuts d'oignons. On peut diminuer la quantité de sclérotes en effectuant une fumigation du sol, une solarisation ou une inondation localisées par temps chaud.

Pourriture du col
Botrytis aclada, *Botrytis allii*

Identification : Les tissus du col du bulbe infectés par *Botrytis* se ramollissent et prennent une teinte grisâtre. De la moisissure blanche ou grise peut aussi se former. Des sclérotes noirs finissent par apparaître sur les tissus touchés.

Biologie : La pourriture du col apparaît surtout après la récolte, mais elle peut aussi s'attaquer aux bulbes en développement dans le champ. Le champignon peut demeurer dans le sol pendant plusieurs années. L'infection à *Botrytis* se produit par temps frais et humide.

Moyens de lutte : Pratiquer une rotation culturale de deux ou trois ans et retirer tous les rebuts d'oignons du champ. Un conditionnement et un séchage bien effectués diminuent le développement de maladies durant l'entreposage. L'ajout de chaleur artificielle permet souvent de réduire les problèmes dans les régions humides de la province.

Avant l'entreposage, trier les oignons en retirant ceux qui ont un col épais, des entailles ou des meurtrissures. Éviter la formation de condensation dans l'entrepôt. La plupart des cultivars commerciaux d'oignons, surtout les oignons espagnols et les oignons blancs, sont sensibles à la pourriture du col.

Tache pourpre
Alternaria porri

Identification : La maladie se caractérise par de petites taches brunes de 1 à 3 cm (½ à 1 ¼ po) au centre teinté de mauve. Ces taches finissent par former des lésions ovales, lesquelles sont parfois ceinturées de jaune. Les feuilles infectées s'affaiblissent et se renversent facilement sous l'effet du vent. Les symptômes peuvent être confondus avec les lésions de la brûlure stemphylienne, lesquelles, toutefois, n'ont pas de teinte mauve (Figure 7–129).

Biologie : L'infection se produit quand du temps chaud – température de 18 à 30 °C (64 à 86 °F) – coïncide avec une humidité prolongée des feuilles. Les feuilles matures endommagées par des brûlures d'herbicides ou la grêle sont très vulnérables. Il n'est pas rare qu'*Alternaria* infecte des feuilles précédemment endommagées par le mildiou.

L'agent pathogène hiverne sur les débris de récolte, au champ ou dans les entrepôts. Les spores sont dispersées par le vent, les éclaboussures d'eau, les instruments aratoires, les insectes ou les travailleurs.



Figure 7–129. Lésions creuses circonscrites chamois et teintées de mauve de la maladie de la tache pourpre

Dépistage : Faire régulièrement du dépistage dans les champs. Porter une attention particulière aux feuilles matures, car elles sont touchées plus couramment que les jeunes tissus. Cependant, quand les plants d'oignons sont infestés de thrips de l'oignon, les jeunes feuilles sont plus vulnérables, et la maladie est alors bien plus grave.

Moyens de lutte : Faire une rotation de quatre ans avec des cultures ne servant pas d'hôte. Réduire l'inoculum en retirant les rebuts d'oignons du champ. Surveiller et maîtriser les populations de thrips de l'oignon pour diminuer les dommages foliaires.

Virus des taches jaunes de l'iris (IYSV)

Identification : Parmi les symptômes, on compte notamment la présence sur les feuilles de lésions décolorées ou couleur paille en forme de diamant ou de plaques décolorées irrégulières. Lorsque les lésions sont actives, on peut parfois voir sur les feuilles un îlot de tissus vert entouré d'un halo jaune, mais ce phénomène est plus courant sur les tiges florales. Des lésions apparaissent souvent sur les plus jeunes feuilles, là où la plupart des thrips se nourrissent. Les plants infectés peuvent donner des bulbes de bonne qualité en Ontario. Toutefois, en cas de stress (ex. : sécheresse, forte chaleur), ils se couchent prématurément et le bulbe cesse de grossir. La maladie a déjà été détectée en Ontario, mais demeure rare.

Biologie : Le thrips de l'oignon, seul vecteur connu de cette maladie, est très répandu dans toutes les régions ontariennes où l'oignon est cultivé. Il se multiplie rapidement par temps chaud et sec et est présent durant toute la saison de végétation. L'insecte attrape le virus sur des plants infectés

d'oignon, d'ail, de poireau, de stramoine commune, de tabac et d'amarante à racine rouge et peut ensuite le transmettre pendant le reste de sa vie. Souvent, les symptômes du virus se manifestent d'abord sur les jeunes tissus foliaires, nourriture de choix des thrips. Le virus affaiblit les plants et les rend plus vulnérables à d'autres agents pathogènes.

Les symptômes de la maladie se manifestent généralement en juillet ou en août quand l'oignon est produit à partir de graines ou de plants repiqués. Les cultures à partir d'oignonets deviennent souvent symptomatiques plus tôt en juillet.

Moyens de lutte : Lutter contre les populations de thrips de l'oignon tout au long de la saison pour limiter la propagation de la maladie. Il est aussi important d'adopter de bonnes pratiques de désinfection et de retirer les rebuts et repousses d'oignon et les mauvaises herbes pour réduire l'incidence de ce virus. En cas d'achat d'oignonets, discuter de la maladie avec le distributeur et envisager de faire tester les semences pour l'IYSV.

Insectes

Cercopes

Voir chapitre 5.

Collemboles

Voir chapitre 5.

Mouche de l'oignon et mouche des légumineuses

Delia antiqua, Delia platura

Identification : La mouche de l'oignon adulte est gris-noir et mesure 5 mm (¼ po), tandis que la mouche des légumineuses est noire et deux fois plus petite. La femelle pond ses œufs autour de la base du plant, lesquels éclosent quelques jours plus tard. Les larves – souvent appelées asticots – commencent aussitôt à se nourrir des racines du plant hôte (Figure 7–130).

Dommages : Les larves creusent des galeries dans le plateau du plant. Le type de dommages est directement lié au stade de développement des cultures au moment de l'attaque. Les jeunes plants sont surtout vulnérables en avril et mai : à ce stade de leur développement, les dommages sont fatals. Parfois plusieurs plantules mortes se succèdent dans un rang, puisque les larves passent au plant suivant lorsque l'une d'elles meurt. Les ravages durant la bulbaison peuvent entraîner la formation de bulbes difformes impropres à la vente.



Figure 7–130. Flétrissement que la larve de la mouche de l'oignon a provoqué en se nourrissant des racines (A). Dommages de la larve sur un plant d'oignon (B). Mouche de l'oignon adulte (C).

Biologie : La mouche de l'oignon et la mouche des légumineuses hivernent sous forme de pupe dans les 15 premiers centimètres (6 po) du sol. Les trois générations de ces ravageurs présents en Ontario émergent respectivement à la fin mai ou au début juin, en juillet et à la fin août.

Dépistage et seuils : Le dépistage permet de déterminer le risque de dommages de ces ravageurs, mais on traite les semences avant qu'un tel risque ne soit décelé. Dans la plupart des zones de culture commerciale de l'oignon en Ontario, la mouche de l'oignon sera immanquablement présente. Il est possible de surveiller les populations avec des pièges collants jaunes. Installer quatre pièges (constitués chacun de trois plaquettes adhésives) au centre de chaque bordure du champ pour vérifier l'efficacité du traitement des semences. Évaluer le pourcentage de dommages dans quatre parcelles de 100 plants d'oignons dans le champ.

Un modèle de degrés-jours, fondé sur une température de base de 4 °C, a été créé pour prévoir l'émergence des formes adultes de la mouche de l'oignon et de la mouche des légumineuses. Les première, deuxième et troisième générations d'insectes adultes émergent respectivement après 210, 1 025 et 1 772 degrés-jours pour la mouche de l'oignon, et après 200, 600 et 1 000 degrés-jours pour la mouche des légumineuses. Pour en savoir plus, voir *Degrés-jours de croissance*, au chapitre 4.

Moyens de lutte : Faire une rotation de quatre ans et éviter de planter des oignons près de l'endroit utilisé pour cette culture l'année précédente. Éviter d'utiliser des champs où les ravageurs ont été très présents l'année précédente. Utiliser des semences traitées. Quand le traitement des semences est efficace, les dommages de la première génération de l'insecte sont parfois négligeables. La mort des plants causée par la première génération de mouches est souvent compensée par une croissance plus rapide des oignons voisins.

Il n'est pas recommandé de faire des traitements contre les mouches de l'oignon adultes de la première et de la deuxième générations sur les oignons secs, à cuire ou espagnols. Selon les expériences passées, les traitements dirigés contre elles ne permettent pas de prévenir ou de renverser les dommages.

La société Phytodata a mis au point une technologie de stérilisation des insectes pour lutter contre la mouche de l'oignon. Des mouches mâles stériles sont relâchées dans le champ chaque semaine, et ainsi les femelles déjà présentes pondent des œufs infertiles, ce qui fait diminuer le nombre d'insectes indigènes fertiles au fil du temps. Aucune méthode de lutte du genre n'a été commercialisée pour la mouche des légumineuses.

Mouche des légumineuses

Voir *Mouche de l'oignon et mouche des légumineuses*, dans *Oignons, poireaux et échalotes*.

Teigne du poireau
Acrolepiopsis assectella

Identification : Les larves, élancées et vert jaunâtre, peuvent atteindre une longueur de 14 mm (½ po) à maturité. Elles produisent de grandes quantités d'excréments de couleur pâle en se nourrissant. Brun rougeâtre, la pupe se fabrique un cocon tissé peu serré habituellement sur le revers des feuilles. L'adulte est un petit papillon nocturne d'environ 5 à 7 mm (⅛ à ¼ po), brun rougeâtre, avec une tache blanche en forme de triangle visible quand l'insecte est au repos.

Dommages : Les larves creusent des galeries et créent de petites « fenêtres » dans les feuilles d'oignons, ce qui cause parfois des déformations. À mesure que la culture s'assèche, elles peuvent migrer vers les bulbes. Les oignons endommagés risquent davantage de développer d'autres maladies bactériennes ou fongiques (Figure 7–131).



Figure 7–131. « Fenêtres » (A) créées par la larve de la teigne du poireau visibles quand on coupe les feuilles du plant (B)

Biologie : L'insecte donne naissance à trois générations en Ontario : la première en juin, la deuxième en juillet et la troisième en août. L'adulte hiverne dans des zones abritées et émerge au printemps lorsque la température atteint 9,5 °C (49 °F) pendant deux jours consécutifs, généralement entre la fin avril et la mi-mai.

Dépistage et seuils : Surveiller les populations de teigne du poireau au moyen de pièges à phéromones commerciaux dotés de plaquettes adhésives remplaçables. Selon des études menées en Ontario, souvent, le traitement insecticide atteint son efficacité maximale quand il est effectué 7 à 10 jours après un pic de captures d'insectes dans les pièges. Installer les appâts (phéromones) aux alentours de la bordure du champ entre le début et la mi-avril et assurer une surveillance jusqu'à la récolte.

Moyens de lutte : Les mesures de maîtrise comprennent la rotation des cultures, une plantation tardive, le retrait des feuilles matures infestées, l'élimination des pupes ou des larves, une récolte hâtive (pour éviter les dommages causés par la dernière génération de larves et l'augmentation des populations), l'éloignement des cultures vulnérables des zones infestées et la destruction des débris de plantes après la récolte. Ces mesures peuvent permettre de réduire les populations suffisamment pour que le ravageur ne cause plus de dommages.

Thrips de l'oignon

Thrips tabaci, Frankliniella occidentalis

Identification : Les thrips sont de petits insectes à corps mou de moins de 3 mm (⅛ po) de longueur. Les adultes, de couleur brun paille, ont quatre ailes bordées de poils. Les nymphes sont plus petites, dépourvues d'ailes et d'une couleur blanc délavé (Figure 7–132).

Dommages : Les thrips endommagent les feuilles en les suçant et en les râpant avec leurs pièces buccales. Ils provoquent ainsi l'apparition de marques argentées, marques qui peuvent complètement recouvrir la feuille en cas de forte attaque. Pendant la bulbaison, les populations peuvent augmenter et provoquer une sénescence prématurée.



Figure 7–132. Thrips de l'oignon se cachant derrière l'aisselle des feuilles

Biologie : En Ontario, les adultes et les nymphes hivernent sur les céréales d'automne, le trèfle et la luzerne. Ils se tournent vers les champs de légumes lorsque les bords de route s'assèchent et quand le blé d'hiver et la luzerne sont récoltés. Les femelles pondent des œufs blancs en forme de haricot dans les tissus foliaires. Il faut de 10 à 30 jours pour que l'insecte passe de l'œuf au stade adulte, selon la température. À maturité, les femelles peuvent commencer à pondre et assurer la reproduction même si elles ne s'accouplent pas. Ainsi, la population de thrips peut augmenter très rapidement, surtout par temps chaud et sec. Il y a plusieurs générations qui se chevauchent chaque année.

Dépistage et seuils : Échantillonner 50 plants d'oignons dans une zone représentative du champ. Le seuil d'intervention pour les légumes à bulbes est de trois thrips par feuille.

Moyens de lutte : Dans les cultures de légumes à bulbes, il est primordial de détecter rapidement les thrips pour que les traitements soient efficaces. L'utilisation de grands volumes d'eau facilite la pénétration de l'insecticide à l'intérieur des aisselles des feuilles où se trouvent la majorité des thrips de l'oignon. Par ailleurs, les pulvérisations faites en soirée donnent de meilleurs résultats que celles qui sont faites de jour. Une forte pluie débarrasse le feuillage des thrips pendant un court laps de temps, mais des moyens de lutte peuvent quand même s'imposer quand les populations de ravageurs sont importantes. Différents prédateurs naturels ciblent les thrips, comme les anthocorides, les chrysopes, les acariens prédateurs, les coccinelles et les araignées.

Ver fil-de-fer
Limonius spp.

Identification : Les vers fil-de-fer sont des larves de taupins. De couleur cuivre, ces insectes ont un corps cylindrique dur et sont dotés de trois paires de petites pattes. On les confond souvent avec les millipèdes et les symphyles. Ils peuvent atteindre 2 à 3 cm (~ 1 po) de longueur.

Dommages : On peut trouver des vers fil-de-fer en train de s'insinuer dans des semences ou dans les racines et les parties souterraines des tiges des plantes. Les plantes infestées s'étiolent, et les plantules sont malingres ou ne lèvent pas. Les dégâts sont souvent parsemés dans le champ. Les dommages causés à l'automne peuvent rendre les patates douces, les carottes et les pommes de terre impropres à la vente.

Ce ravageur est présent tout au long de la saison. Comme les jeunes plantes sont les plus à risque, il est essentiel de traiter tôt en saison. Ce ravageur est susceptible d'être présent dans les champs ayant récemment servi à la culture de gazon en plaques ou été envahi par des graminées adventices.

Biologie : Le ver fil-de-fer prend parfois cinq ans pour passer de l'œuf au stade adulte. Il passe la majeure partie de ce temps dans le sol, sous forme de larve. Les coléoptères adultes sont actifs au printemps et pondent dans le sol ou à proximité de racines de graminées. L'éclosion a lieu de deux à quatre semaines plus tard, et les larves se déplacent en quête de nourriture. Les mouvements verticaux dans le sol se font en fonction de la température, de l'humidité et de la présence de nourriture ou de dioxyde de carbone. Après trois à cinq ans, les larves entrent en pupaison juste sous la surface. Les nouveaux adultes hivernent dans le sol pour émerger au printemps suivant, pondre et poursuivre le cycle.

Dépistage et seuils : Il est possible de surveiller les populations de vers fil-de-fer avant le semis en installant des pièges-appâts à l'automne (ou au début du printemps en cas de semis tardif). Enfoncer des carottes entières dans le sol à une profondeur de 7,5 cm (3 po) à 10 endroits différents identifiés. Les inspecter deux ou trois jours plus tard. La présence de 0,5 à 1 ver fil-de-fer par piège, en moyenne, peut être un signe d'infestation. Vérifier si les semences sont endommagées dans les parties du champ où les plantules n'ont pas levé.

Moyens de lutte : Semer dans un sol chaud bien ameubli et éviter de placer les semences plus profondément que nécessaire, de manière à hâter la germination et la levée, ce qui réduira l'incidence des vers fil-de-fer. Il existe plusieurs espèces de vers fil-de-fer en Ontario, qui sont sensibles à différents degrés aux insecticides homologués pour le traitement des semences. Des études sont actuellement menées en vue de réduire les populations par le recours à une rotation des cultures défavorable à la ponte et à des pièges-appâts qui font sortir l'insecte des rangs pour le diriger vers des zones où il est possible de le maîtriser avec des insecticides ou d'autres amendements.

Vers-gris
Agrotis ipsilon (ver-gris noir),
Euxoa messoria (ver-gris moissonneur),
Crymodes devastator (ver-gris vitreux),
Euxoa detersa (ver-gris arénicole)

Identification : En Ontario, les espèces qu'on retrouve couramment dans les cultures maraîchères sont le ver-gris noir, le ver-gris moissonneur et le ver-gris arénicole. Les larves sont des chenilles au corps mou et plat qui se recroquevillent sur elles-mêmes quand on les dérange. À maturité, les vers peuvent atteindre une longueur de 3 à 4 cm (1 ½ à 2 po). Ils ont une couleur allant du gris au noir, sans rayures, contrairement aux autres vers-gris, qui ont des rayures dorsales ou latérales.

Dommages : Les dommages se produisent le plus souvent à la fin avril et au début mai, en même temps que les semis hâtifs et la levée des semences. Les larves coupent les pétioles ou tiges des plantules sous la surface ou quelques centimètres au-dessus du sol. La majeure partie des dommages se font en bordure de champ ou dans des champs envahis par les mauvaises herbes. Un ver peut tuer plusieurs plants avant d'atteindre sa taille maximale et d'entamer sa pupaison. Une majorité d'espèces de vers-gris s'alimentent la nuit et se cachent le jour dans le sol, au pied des plants.

Biologie : La plupart des espèces de vers-gris n'hivernent pas en Ontario. Au début du printemps, des insectes adultes (des papillons nocturnes) sont transportés par des alizés venant de régions du sud. Les femelles sont attirées par les couverts denses bien verts, où elles pondent leurs œufs. Souvent, à leur arrivée en Ontario au début du printemps, le principal habitat des femelles est les mauvaises

herbes annuelles ou vivaces hivernantes. Les vers-gris sont donc plus fréquents dans les champs ayant un couvert vert au début du printemps, avant le travail du sol. L'éclosion des œufs et la période d'alimentation des larves coïncident souvent avec le semis et la levée des cultures.

Dépistage et seuils : La plupart des espèces de vers-gris s'alimentent la nuit et se cachent le jour sous des pierres éparses ou dans le sol au pied des plants. Il est préférable de faire le dépistage au milieu de la journée, quand les plants ont grandement besoin d'eau. Vérifier s'il y a des dommages en marchant dans le champ pour chercher des plants flétris ou tombés. L'allure des dommages peut donner l'impression que la plante a été coupée au ciseau à sa base. Si dommage il y a, creuser le sol autour de la base; les vers-gris, s'ils sont présents, seront à 2-3 cm (environ 1 po) de profondeur dans un rayon de 10 cm (4 po) du plant endommagé.

Pour la plupart des cultures maraîchères, une intervention s'impose lorsque 5 % des plants sont endommagés.

Moyens de lutte : Sélectionner les méthodes de maîtrise en fonction du nombre de larves trouvées et de leur taille. Les méthodes de maîtrise sont surtout efficaces sur les petites larves de moins de 2,5 cm (1 po) de longueur. Il est difficile de maîtriser les larves plus grosses au moyen d'insecticides. La lutte devient inutile lorsque les larves sont parvenues en fin de développement (longueur de plus de 2,5 cm [1 po]), car elles se préparent à la pupaison et cessent de s'alimenter. Pulvériser les insecticides en début de soirée, lorsque les vers-gris remontent à la surface du sol pour s'alimenter durant la nuit. Les insecticides sont plus efficaces sur un sol humide.

Troubles physiologiques

Dommages causés par la pollution de l'air

Les dommages causés par la pollution de l'air peuvent être confondus avec les symptômes de maladies, d'invasions d'insectes, de carences nutritionnelles et de toxicité ou de dommages causés par les herbicides ou par des conditions météorologiques extrêmes. Ils sont généralement les plus graves par temps chaud, dégagé, calme et humide, lorsque la pression atmosphérique est élevée, puisque ces conditions peuvent causer une inversion d'air. Ce phénomène se produit lorsque l'air à la surface terrestre emprisonne l'air froid au niveau du sol, ce qui entraîne l'accumulation de polluants. Les dommages peuvent être encore plus graves par temps brumeux, lors de fortes rosées ou dans les champs près de routes très achalandées.

Ozone : L'ozone est le principal polluant atmosphérique dans le complexe de smog oxydant. Ses niveaux varient considérablement au cours de la saison de végétation, comme le montrent les alertes au smog en Ontario. Les dommages modérés se présentent sous forme de petites taches jaunes au bout de feuilles vertes. Dans les cas graves, les tissus endommagés se nécrosent.

Dommages causés par les inhibiteurs de germination

Si les bulbes sont traités à l'hydrazide maléique avant de parvenir à maturité, ils risquent de devenir spongieux. Idéalement, il faut procéder à la pulvérisation quand la moitié des plants sont couchés, mais la partie aérienne est encore verte, soit habituellement 8 à 14 jours avant la récolte. La plante doit avoir des feuilles vertes pour pouvoir absorber l'hydrazide maléique. Consulter l'étiquette pour le mode d'emploi détaillé.

Insolation

Souvent, les oignons sont sujets à l'insolation lorsque les bulbes récoltés sont exposés au plein soleil et à des températures élevées pendant le conditionnement au champ. Les tissus endommagés sont généralement décolorés et mous au toucher. Retourner les oignons pendant le conditionnement pour éviter ces dommages. L'insolation ouvre la voie à des maladies bactériennes, ce qui peut entraîner d'importantes pertes pendant l'entreposage.

Panais

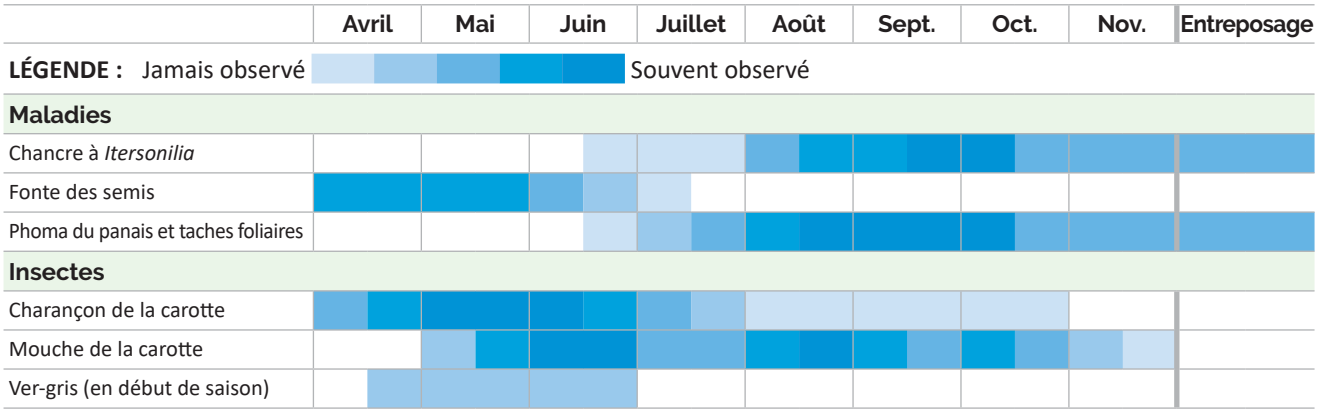


Figure 7–133. Calendrier d'activité des ravageurs du panais. La période réelle d'activité des ravageurs varie considérablement d'une année à l'autre selon des facteurs environnementaux.

Exigences de production

Types de sol :	Loams sableux profonds, friables et fertiles et terres noires bien drainées
pH du sol :	Terres noires : 5,5 Loams sableux : 6,5
Cultures recommandées dans la rotation :	Betteraves, céréales, épinards, oignons
Cultures déconseillées dans la rotation :	Brassicacées, autres cultures d'apiacées/ombellifères (ex. : carottes, céleri, persil)
Température minimale du sol :	2 °C (36 °F)
Température optimale de l'air :	15 à 18 °C (59 à 64 °F)
Date de semis la plus précoce :	Début à la fin avril

Tableau 7–109. Distance de plantation des panais

Culture	Distance entre les rangs	Espacement sur le rang	Profondeur[1]	Taux de semis
Panais	45-75 cm (18-30 po)	3-6 cm (1-2 ½ po)	6-20 mm (< 1 po)	3-5,5 kg/ha (3-5 lb/acre)

[1] Toujours semer en sol humide.

Semis et espacements

Les conditions de plantation sont idéales lorsque la température du sol se situe entre 10 et 21 °C (50 et 70 °F). La plantation dans un sol froid peut affecter le peuplement, car cela nuit à la germination et à la vigueur des plants et accroît le risque de pourriture des semences.

La levée peut aussi être entravée par un travail excessif du sol (ce qui augmente le risque de dessèchement ou de croutage). Pour en savoir plus sur les façons d'améliorer la structure du sol et prévenir le croutage, voir le chapitre 2.



Figure 7–134. Jeunes plantules de panais

Fertilisation

Macronutriments

Azote

Les besoins en engrais du panais sont similaires à ceux de la carotte.

Réduire la fertilisation azotée (N) après un apport de fumier ou d'engrais vert de légumineuses. Voir le Tableau 1–12 et le Tableau 1–13, au chapitre 1, pour en savoir plus.

Phosphore et potassium

Faire analyser le sol pour déterminer les besoins en phosphore et en potassium. Voir le Tableau 7–111 et le Tableau 7–112.

Tableau 7–110. Besoins en azote du panais

Type de sol	Azote actif
Sols minéraux	
Présemis	70 kg/ha (62 lb/acre)
Épandage en bandes latérales	40 kg/ha (36 lb/acre)
Total	**110 kg/ha (98 lb/acre)**
Terres noires	
Présemis	60 kg/ha (54 lb/acre)

Tableau 7–111. Besoins en phosphore du panais

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en phosphore évaluée par extraction au bicarbonate de sodium (ppm)													
	0-3	4-5	6-7	8-9	10-12	13-15	16-20	21-25	26-30	31-40	41-50	51-60	61-80	81 ou plus
Sols minéraux														
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	180 (161) (EE)	170 (152) (EE)	170 (152) (EE)	160 (143) (EE)	160 (143) (EE)	150 (134) (EE)	140 (125) (EE)	120 (107) (EM)	100 (89) (EM)	80 (71) (EM)	50 (45) (EF)	30 (27) (ETF)	0 (ETF)	0 (EN)
Terres noires														
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	90 (80) (EM)	90 (80) (EM)	80 (71) (EM)	70 (63) (EM)	60 (54) (EM)	50 (45) (EF)	30 (27) (EF)	20 (18) (EF)	0 (ETF)	0 (EN)

Tableau 7–112. Besoins en potassium du panais

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en potassium évaluée par extraction à l'acétate d'ammonium (ppm)											
	0-15	16-30	31-45	46-60	61-80	81-100	101-120	121-150	151-180	181-210	211-250	251 ou plus
Sols minéraux												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	230 (205) (EE)	220 (196) (EE)	210 (187) (EE)	190 (170) (EE)	160 (143) (EE)	130 (116) (EE)	100 (89) (EM)	80 (71) (EM)	50 (45) (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (EN)
Terres noires												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	230 (205) (EE)	220 (196) (EE)	210 (187) (EE)	200 (178) (EE)	170 (152) (EM)	150 (134) (EM)	120 (107) (EM)	80 (71) (EM)	40 (36) (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (EN)

Irrigation

Les panais sont généralement sensibles à l'irrigation.

Effets du stress hydrique : Faible germination, taille et qualité moindres
Période critique pour l'irrigation : Germination et développement des racines
Profondeur d'enracinement : 30 à 60 cm (12 à 24 po)

Si le taux d'humidité disponible dans la zone racinaire atteint 60 % pendant la période critique d'irrigation, un arrosage peut contribuer à préserver le rendement et la qualité des cultures.

Pour en savoir plus sur la programmation de l'irrigation, voir *Les pratiques de gestion optimales : Gestion de l'irrigation* (publication nº BMP08E) et la fiche technique du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales (MAAARO) *Surveiller l'humidité du sol pour améliorer les décisions d'irrigation*.

Récolte

La saison végétative du panais est longue, celui-ci atteignant la maturité en 110 à 130 jours. En Ontario, une récolte partielle se fait à la fin d'août pour le marché du frais. La récolte principale a cependant lieu en octobre et en novembre pour la conservation en entrepôt. Une partie de la culture peut être laissée dans le sol pendant l'hiver et récoltée dès le début du printemps suivant.

On peut récolter les racines avec une récolteuse qui les sort par le haut, comme celles utilisées pour les carottes ou les betteraves. Il est également possible de couper les fanes pour ensuite déterrer les panais avec une arracheuse de pommes de terre.

Le panais acquiert un goût sucré de noisette après avoir été exposé à des températures proches du point de congélation (fin septembre et octobre). Commencer la récolte à la fin de l'automne (octobre et novembre) après quelques gels modérés ou pailler fortement pour laisser les saveurs se développer durant l'hiver.

Entreposage

Si les racines matures ne sont pas exposées à des températures basses au champ, les entreposer pour deux semaines entre 0 et 1 °C (32 à 34 °F) pour développer leur goût avant de les expédier.

Température d'entreposage : 0 °C (32 °F)
Humidité relative : 98 à 100 %
Durée : 4 à 6 mois
Dommages causés par le froid : Endommagement des tissus de la racine
Les panais gèlent à -1,7 °C (29 °F).

Mise en garde

Les feuilles de panais contiennent des substances naturelles, les furocoumarines, auxquelles certaines personnes sont sensibles. La concentration de ces substances est plus élevée dans le feuillage de panais malades. Pour éviter une réaction cutanée à ces substances urticantes, il est conseillé de porter des gants de caoutchouc pour manipuler le feuillage du panais et de se protéger les jambes quand on marche au milieu de la culture.

Lutte contre les ravageurs et les troubles physiologiques

Voir la Figure 7–133 *Calendrier d'activité des ravageurs du panais*.

Maladies

Chancre à *Itersonilia*
Itersonilia perplexans, I. pastinacae

Identification : Le chancre à *Itersonilia* se forme généralement sur le collet et l'épaulement de la racine. Les lésions sont rugueuses et passent du brun rougeâtre au noir (Figure 7–135).

Biologie : Le chancre à *Itersonilia* se développe dans des conditions humides et fraîches (environ 20 °C [68 °F]). Ce champignon hiverne dans les racines infectées et se répand dans le champ par les spores. Il peut aussi être propagé par les semences infectées.



Figure 7–135. Lésions racinaires brun rougeâtre caractéristiques du chancre à *Itersonilia*

Moyens de lutte : Pour réduire au minimum les infections, couvrir l'épaulement des racines avec des buttes de terre hautes. La lutte contre la mouche de la carotte contribue aussi à réduire les infections secondaires dues à *Itersonilia*.

Adopter une longue rotation et enfouir les résidus infectés.

Fonte des semis (pourriture des racines)
Pythium sp., *Phytophthora* sp., *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp.

Voir chapitre 6.

Nématode cécidogène du nord
Meloidogyne hapla

Identification : Apparaissent dans le champ des îlots de plants rabougris, jaunes ou vert pâle et faibles. Le long des racines se forment des galles blanches, de forme irrégulière et de différentes tailles. Un peu en dessous de ces galles, des racines secondaires et tertiaires poussent en abondance, donnant à la racine une apparence chevelue.

Dans certains cas, plusieurs types de nématodes peuvent être présents et ravager la culture. La présence de nématodes peut également exacerber l'incidence de certaines maladies fongiques d'origine tellurique, comme la verticilliose.

Dépistage et seuils : Le seuil pour le panais est de 500 nématodes par kilogramme de sol.

Moyens de lutte : Avant de choisir une méthode de lutte contre les nématodes, faire un test de sol pour déterminer leur nombre. En Ontario, les pics de population dans le sol et les racines sont généralement observés en mai et juin, puis en septembre et octobre. Les mois d'automne sont une bonne période pour échantillonner les sols et évaluer le nombre de nématodes, car ils sont alors nombreux, et il est possible d'intervenir bien avant le semis de la culture suivante.

Phoma du panais et taches foliaires
Phoma complanata

Identification : Sur les feuilles, les symptômes sont de petites taches (1 mm) auréolées de vert-jaune. Sur le pétiole se forment des lésions brun pâle elliptiques. À mesure que la maladie progresse, les lésions convergent, les feuilles jaunissent, flétrissent, puis meurent et des chancres apparaissent sur le pétiole. Se développent généralement sur le collet et l'épaulement des racines de panais infectés des chancres bruns dotés de petites spores noires.

Biologie : Les lésions dues à *Phoma* apparaissent vers la mi-août. Le développement du champignon est favorisé par des températures modérées, la pluie et une humidité de l'air élevée. Cette maladie hiverne dans les résidus de récolte. Les semences transmettent également la maladie. Le phoma du panais et les taches foliaires sont transmis par la pluie, les fortes rosées et les insectes.

Moyens de lutte : On peut freiner le développement de *Phoma* en récoltant les panais avant le développement maximal de la racine et de la couronne. Adopter une longue rotation et enfouir les résidus infectés.

Insectes

Charançon de la carotte
Listronotus oregonensis

Identification : L'insecte adulte est un coléoptère brun foncé d'environ 6 mm (¼ po) de longueur. De couleur blanc crème, les larves sont dépourvues de pattes, ont une tête ambrée et mesurent autour de 5 à 8 mm (environ ¼ po) de longueur.

Dommages : Les larves du charançon de la carotte creusent des galeries dans les racines des panais. Elles s'attaquent généralement au tiers supérieur de la racine. Les larves en développement creusent des galeries dans les jeunes racines grêles, ce qui provoque le flétrissement et la mort des plants.

Biologie : Les adultes hivernent dans les déchets végétaux des champs précédemment infectés. Les femelles pondent de la mi-mai au début de juin. Les œufs éclosent au bout d'une à deux semaines.

Pendant au moins les trois semaines suivantes, les larves rongent les racines, puis entrent en pupaison. Les adultes émergent deux semaines plus tard. Une seconde génération peut se développer dans les cultures hâtives quand il fait chaud.

Dépistage et seuils : On peut se fonder sur les degrés-jours de croissance (DJC) (température de base : 7 °C) pour prévoir l'activité du charançon de la carotte. La première ponte se fait normalement quand on a enregistré 147 DJ, ce qui correspond à la période comprise entre la deuxième quinzaine de mai et les premiers jours de juin. Au 455e DJC, on peut s'attendre à ce que la phase de ponte soit terminée à 90 %. Pour en savoir plus, voir *Degrés-jours de croissance*, au chapitre 4.

Surveiller l'activité des adultes en utilisant des pièges en bois appâtés avec des carottes ou des morceaux de carottes matures enterrés dans le champ. Installer les pièges au champ avant le début du mois de mai dans le centre de l'Ontario, et plus tôt dans les régions du Sud de la province. Pour chaque piège en bois, tenir un registre du nombre cumulatif de charançons trouvés :

- Plus de 1,5 charançon par piège = appliquer un traitement au stade 2 feuilles.
- Plus de 5 charançons par piège = appliquer un premier traitement au stade 2 feuilles et un deuxième au stade 4 feuilles.

Pour les parties souterraines de la carotte, envisager de faire un traitement quand 25 % des carottes comportent des dommages causés par l'oviposition, qui se présentent sous forme de petits trous dans la racine.

Moyens de lutte : Programmer les traitements de façon à détruire les charançons adultes avant la ponte. Les femelles adultes ne sont pas attirées par les cultures avant l'apparition de la première feuille vraie. La rotation des cultures et le désherbage des bordures de champs permettent de réduire les populations hivernantes. La prédation d'un parasite des œufs, *Anaphes sordidatus* (un petit braconide), contribue à diminuer les populations.

Mouche de la carotte
Psila rosae

Identification : L'insecte adulte est une mouche noire aux reflets métalliques qui a environ 6 mm (¼ po) de longueur. Il a une tête orange, des yeux bruns et des pattes jaune pâle. Les larves sont des asticots blanc crème, dépourvus de pattes et munis de crochets buccaux sombres.

Dommages : Les larves rongent les poils absorbants de la racine jusqu'à un mois durant avant de pénétrer dans le panais, où elles continueront de se nourrir. Habituellement, ces dommages sont concentrés dans les deux tiers inférieurs de la racine.

Biologie : La mouche de la carotte hiverne sous forme de pupe et produit habituellement deux générations par année. La première apparaît souvent au moment où le lilas est en fleur et la seconde à partir de la mi-août. Certains étés, l'accumulation de degrés-jours de croissance est suffisamment élevée pour permettre l'éclosion d'une troisième génération à la fin de septembre ou en octobre. Toutefois, cette dernière arrive trop tard en saison pour pouvoir réellement nuire à la culture.

Dépistage et seuils : Maîtriser les adultes en cas de dénombrement de 0,1 mouche par piège par jour. Pour en savoir plus sur le piégeage de la mouche de la carotte, voir *Piégeage*, au chapitre 4. Ce ravageur n'est plus une menace quand la culture est à 21 jours ou moins de la récolte.

Les degrés-jours de croissance (DJC) (température de base : 3 °C) permettent de prévoir l'émergence de la mouche de la carotte. Les adultes de la première génération émergent entre 329 et 395 DJC, et ceux de la deuxième, entre 1 399 et 1 711 DJC. Pour en savoir plus, voir *Degrés-jours de croissance*, au chapitre 4.

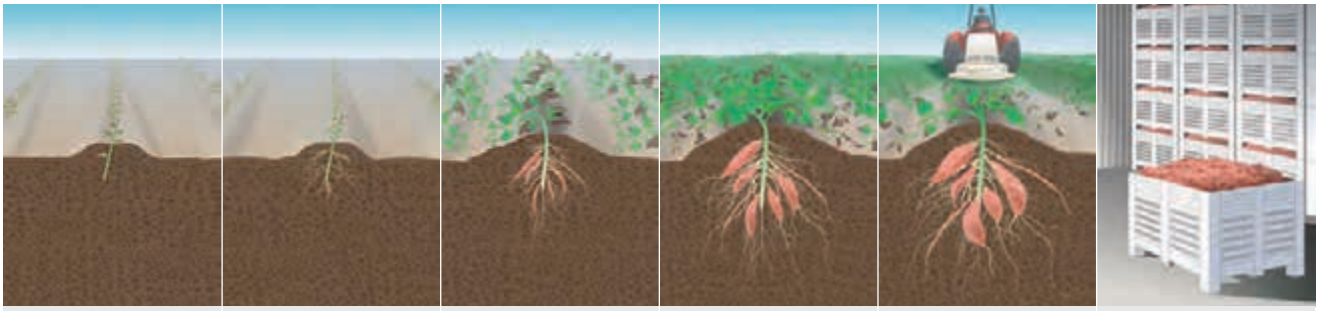
Pour le panais, maîtriser les adultes si les dépistages en font ressortir la nécessité.

Moyens de lutte : La rotation des cultures réduit les populations résidentes. Envisager de retarder les semis pour éviter les dégâts de la première génération de larves. Éviter de cultiver des panais dans des endroits abrités, où la mouche de la carotte a tendance à se réfugier.

Vers-gris (en début de saison)
Agrotis ipsilon (ver-gris noir),
Euxoa messoria (ver-gris moissonneur),
Crymodes devastator (ver-gris vitreux)
Euxoa detersa (ver-gris arénicole)

Voir chapitre 5.

Patates douces



Repiquage | Formation de racines adventices | Formation de racines tubéreuses | Croissance des rameaux et grossissement des racines tubéreuses | Maturité, défanage et récolte | Entreposage

	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Entreposage
LÉGENDE : Jamais observé / Souvent observé / Peu commun							
Maladies							
Maladies de conservation (après la récolte)							
Nématode cécidogène							
Nématode cécidogène (dommages aux racines)							
Pellicules							
Pourriture noire							
Virus							
Insectes							
Altises (adultes)*							
Altises (dommages aux racines)*							
Altises (larves)*							
Casside dorée							
Chenilles s'attaquant au feuillage							
Chrysomèle maculée du concombre (adultes)							
Chrysomèle des racines du maïs (dommages aux racines)*							
Chrysomèle maculée du concombre (larves)*							
Millipèdes							
Millipèdes (dommages aux racines)							
Pucerons							
Scarabée japonais (adultes)							
Ver blanc							
Ver blanc (dommages aux racines)							
Ver fil-de-fer							
Ver fil-de-fer (dommages aux racines)							
Ver-gris							
Troubles physiologiques							
Chimères/mutations							
Craquelures de croissance / œdème							
Desquamation							
Dommages causés par le froid							
Ravageurs vertébrés							
Cervidés							
Rongeurs							

* Ravageur peu commun en Ontario, mais pouvant être problématique sur d'autres territoires.

Figure 7–136. Stades de développement de la patate douce et calendrier d'activité des ravageurs. La période réelle d'activité des ravageurs varie considérablement d'une année à l'autre selon des facteurs environnementaux.

Exigences de production

Types de sol :	Sols sableux ou loams sableux pauvres en matière organique. La patate douce peut pousser dans des loams argileux, mais vu les conditions de croissance en Ontario, il est possible que ces derniers ne se réchauffent pas assez rapidement au printemps.
pH du sol :	5,0 à 7,5; croissance optimale entre 5,8 et 6,2
Cultures non recommandées dans la rotation :	Cultures qui font augmenter les populations de nématodes ou de vers fil-de-fer dans le sol (ex. : autres légumes-racines, graminées, gazon); champs avec des problèmes de mauvaises herbes (particulièrement le liseron et d'autres plantes de la famille de l'ipomée) Pratiquer une rotation avec des cultures autres que la patate douce pendant 3-4 ans.
Température minimale du sol :	> 18 °C (64 °F) au semis
Température optimale de l'air :	25 à 28 °C (77 à 82 °F); sensible aux températures inférieures à 10 °C (50 °F)
Date de semis la plus précoce :	Fin mai à début juin, quand il n'y a plus de risques de gel

Croissance

La patate douce est une plante grimpante tropicale vivace indigène de l'Amérique du Sud, cultivée comme annuelle dans les climats tempérés. Comme le plant ne tolère pas le gel, la plupart des productions commerciales se situent dans des régions chaudes comportant de très longues périodes sans gel. En Ontario, la production commerciale à grande échelle est optimale dans les régions recevant au moins 3 000 unités thermiques de croissance et ayant de profonds sols de sable fin qui se réchauffent rapidement au printemps. La plupart des productions de patates douces de la province se concentrent le long du rivage nord du lac Érié. Cousine de l'ipomée (*Convulvulaceae*), la patate douce n'est pas liée à la pomme de terre à chair blanche, dont les caractéristiques de production et les ravageurs diffèrent considérablement.

Voir la Figure 7–136 pour en savoir plus sur les stades de développement de la patate douce. La multiplication se fait par voie végétative, et la culture commerciale au champ, à partir de boutures (boutures ou pousses non racinées) (voir Figure 7–137). Les boutures sont produites en planche de semis (couches chaudes) où les tubercules mères, ou tubercules semenceaux (petits tubercules datant de l'année précédente), sont plantés sous une mince couche de terre jusqu'à ce qu'ils produisent des rameaux, qui sont coupées manuellement ou mécaniquement environ 2,5 cm (1 po) au-dessus du sol, environ huit semaines plus tard. S'entendent des boutures soit une portion du rameau, soit le plant en entier (pousse). La multiplication devant s'enclencher dès début mars, la production sur planche de semis dans les champs de boutures destinées à être cultivées en Ontario ne se fait que dans le Sud des États-Unis. En Ontario, les boutures ne peuvent être produites qu'en serre, toutefois, ce mode de production est moins courant que l'importation.

Les boutures sont habituellement repiquées sur planches surélevées ou sur buttes, où le sol se réchauffe plus rapidement et est bien drainé. En Ontario, les nouveaux plants de patates douces perdent souvent beaucoup de feuilles en raison du stress associé au repiquage ou au transport depuis le Sud des États-Unis (Figure 7–138). Si les boutures sont en santé et les conditions du sol, idéales, elles formeront rapidement de nouvelles racines et feuilles. Peu de temps après le repiquage, des racines blanches adventives se forment à partir des nœuds souterrains et des tissus situés à l'extrémité entaillée des boutures. Pendant cette période d'implantation, il arrive que quelques feuilles se forment sur les boutures, mais la croissance hors terre est lente.



Figure 7–137. Boîtes remplies de boutures de patate douce (A et B)



Figure 7–138. Champ de patate douce peu après la plantation

La phase d'initiation des racines tubéreuses – pendant laquelle les racines adventives se transforment en racines tubéreuses – commence quelques semaines après le repiquage. Les racines adventives deviendront l'un de trois types de racines suivants, selon les conditions de croissance.

- Racines tubéreuses : Ces racines secondaires grosses et charnues, mesurant au moins 2 cm de diamètre (⅘ po) à la récolte, se forment dans des conditions de croissance idéale et constituent la partie commercialisable de la plante.
- Racines fasciculées : Ces racines blanches et minces sont celles qui absorbent les éléments nutritifs et l'eau.
- Racines fines : Ces racines, légèrement épaisses, allongées et ligneuses, font moins de 2 cm (⅘ po) une fois à maturité.

Des recherches ont montré que 90 % des racines adventives ont le potentiel de se développer en racines tubéreuses, ce qui se produit peu après le repiquage. Toutefois, si les conditions environnementales sont défavorables pendant cette période, ou si les nœuds ou les racines adventives sont endommagés avant ou pendant le repiquage, il peut y avoir développement de racines fines ou prolifération de racines fasciculées.

Une production maximale de racines tubéreuses à partir des racines adventives, et donc un rendement maximal, dépend largement des conditions environnementales et biotiques (humidité du sol, température, taux et durée de fertilité, qualité des boutures) pendant les 30 à 40 jours qui suivent le repiquage. Les décisions agronomiques et les températures dominantes au cours de cette période peuvent avoir une incidence importante sur le rendement final. Des recherches menées dans le Sud des États-Unis montrent que la variabilité annuelle du rendement de la patate douce peut souvent être attribuée à la variabilité des conditions entourant l'implantation et le développement des jeunes plants après le repiquage.

Vers la fin juin ou au début de juillet, la croissance hors terre commence à s'accélérer; des rameaux se forment et grossissent rapidement. Vers la moitié de l'été, les rameaux recouvrent habituellement presque la totalité du champ (Figure 7–139). Pendant le dernier tiers de la saison de végétation, la croissance hors terre ralentit, puis finit par s'arrêter.

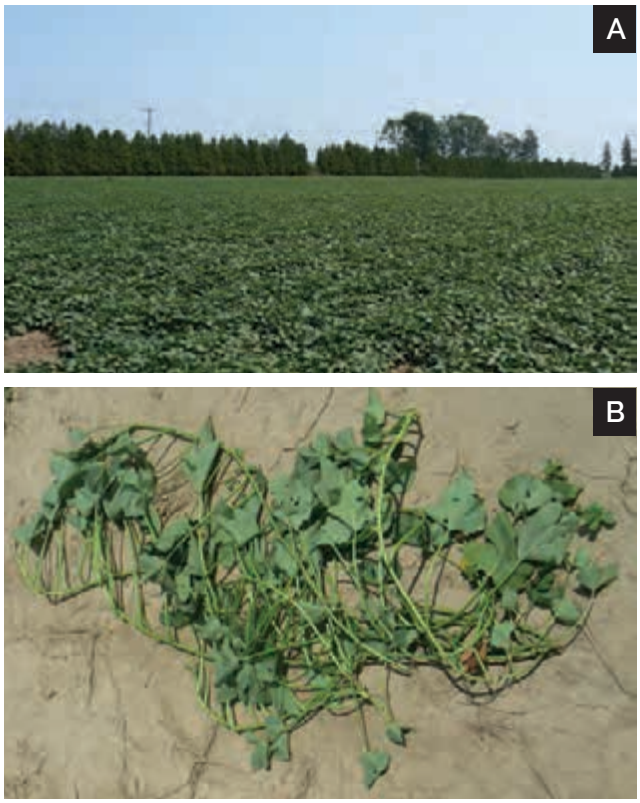


Figure 7–139. Les rangs de patates douces se couvrent de rameaux vers la moitié ou la fin de l'été (A); tige d'un seul plan de patate douce, 9 ou 10 semaines après le repiquage (B)

Cette période se caractérise par un grossissement rapide des racines tubéreuses. En Ontario, les patates douces sont habituellement prêtes à être récoltées entre 95 et 150 jours après le repiquage, selon les conditions environnementales pendant la saison de végétation.

Semis et espacements

La majorité des boutures de patate douce repiquées en Ontario sont achetées auprès de fournisseurs ou de propagateurs du Sud-Est des États-Unis, particulièrement de la Caroline du Nord, bien que récemment, certains cultivars aient été produits commercialement dans des serres au Canada. Consulter l'Agence canadienne d'inspection des aliments pour connaître les exigences nationales associées à l'importation de produits végétaux destinés au repiquage.

Les boutures devraient être repiquées un à trois jours (maximum sept) après avoir été coupées de la planche de semis, pour éviter de compromettre l'initiation de racines tubéreuses et le rendement. Il n'est pas recommandé d'importer les boutures américaines par la poste ou par service de messagerie, puisque des délais inattendus pourraient survenir à la frontière, ce qui nuirait à la viabilité du produit. En Ontario, beaucoup de cultivateurs commerciaux optent pour le transport à température contrôlée, qui permet une livraison rapide des boutures à l'exploitation agricole.

Les patates douces sont sensibles aux mutations et à l'accumulation de virus avec le temps, ce qui peut réduire le rendement et la qualité. Pour éviter ces problèmes, s'approvisionner de boutures (« semences ») certifiées sans virus auprès de propagateurs reconnus. Éviter de cultiver les patates douces à partir du même matériel pendant plus de trois saisons.

Une repiqueuse à pinces (1-8 rangs) convient à la plantation des boutures (Figure 7–140).



Figure 7–140. Repiquage de patates douces

Un espacement uniforme est important pour favoriser le grossissement des racines; tout espace oublié par la repiqueuse est habituellement comblé manuellement. On fait normalement suivre le repiquage d'une irrigation. L'espacement idéal varie considérablement selon le cultivar utilisé. Voir le Tableau 7–113 pour connaître les recommandations en la matière.

Tableau 7–113. Distance de plantation des patates douces

Culture	Distance entre les rangs	Espacement sur le rang	Profondeur	Taux de semis
Patates douces	102-122 cm (40-48 po)	30-40 cm (12-16 po)	7-13 cm (3-5 po)	20 218-32 348 plants/ha (8 168-13 069 plants/acre)

S'assurer de placer plusieurs nœuds sous la surface du sol pour maximiser la formation de racines tubéreuses. Les boutures les plus grandes (> 20 cm [8 po] de l'entaille au point végétatif) connaissent un meilleur rendement et ont de meilleures chances de survie après le repiquage. Planter les boutures sur des billions ou des buttes d'environ 15 cm (6 po) de hauteur et de 40 à 45 cm (15 à 17 po) de largeur.

On travaille mécaniquement les champs de patates douces plusieurs fois pour réchauffer le sol, maîtriser les mauvaises herbes et former des buttes qui faciliteront la récolte. Cette étape se fait habituellement avant le pic de croissance des rameaux, vers le début ou la moitié de l'été. Dans les régions recevant moins d'unités thermiques de croissance, l'utilisation de plastique noir sur les rangs peut aider à réchauffer le sol au moment du repiquage, mais cela fera aussi augmenter les coûts de production et compliquera l'irrigation et la récolte.

Fertilisation

Pour la patate douce, les programmes de fertilisation varient souvent en fonction du cultivar. En Ontario, le taux d'azote recommandé pour la variété Beauregard est de 50 kg/ha (44 lb/acre). Toutefois, d'autres cultivars (ex. : Covington) exigent des taux d'azote plus élevés.

Des recherches menées dans le Sud des États-Unis montrent qu'il est bénéfique pour les boutures de patates douces d'appliquer l'azote en deux fois, une partie avant le repiquage et le reste (ou l'ensemble du traitement) environ trois à quatre semaines après. Cela serait lié au fait que l'initiation des premières racines demande peu d'azote, les racines tubéreuses l'assimilant principalement de 23 à 40 jours après le repiquage. La fertilisation avec d'autres éléments nutritifs, comme la potasse, se fait aussi en plusieurs fois dans certaines exploitations agricoles des États-Unis. En Ontario, il n'existe toujours pas d'exigences en matière de fertilisation de la patate douce pour les autres éléments nutritifs. Toutefois, un programme de fertilisation équilibrée étayé par des analyses de sol constitue la base d'une bonne santé culturale. Pour en savoir plus, voir le chapitre 1.

L'établissement d'un programme de fertilisation dans le cas de la patate douce peut s'appuyer sur certaines orientations générales. Les apports en phosphore (P) et en potassium (K) devraient être basés sur les résultats de l'analyse de sol. Lorsque cette dernière indique une teneur de 60 mg en P_2O_5 ou plus, il est peu probable que la patate douce réponde à des apports supplémentaires de phosphore. En deçà de ce seuil, on peut envisager un apport supplémentaire au moment du repiquage. Les cultures de patates douces ont besoin de quantités relativement grandes de potassium, cet élément représentant environ 1,5 % du poids sec de la racine tubéreuse. Toutefois, on ne connaît pas encore leurs besoins précis pour cet élément nutritif en Ontario.

Analyse de tissus végétaux

Utilisée en association avec une analyse de sol, l'analyse de tissus végétaux apporte des indications utiles pour diagnostiquer des troubles de croissance ou évaluer un programme de fertilisation. L'analyse de tissus végétaux ne peut remplacer ni l'analyse de sol ni un bon programme de fertilité du sol. Pour en savoir plus, voir le Tableau 7–114 et la section *Analyse de tissus végétaux*, au chapitre 1.

Irrigation

Malgré l'idée répandue selon laquelle les patates douces sont une culture tolérante à la sécheresse, un arrosage insuffisant, excessif ou irrégulier peut nuire au rendement et à la qualité. Il est particulièrement important de maintenir une humidité adéquate du sol pendant les 40 jours qui suivent le repiquage pour assurer une initiation maximale de racines tubéreuses. Si le taux d'humidité disponible du sol dans la zone des racines tombe en deçà de 50 % entre le repiquage et le mois d'août, une irrigation supplémentaire peut favoriser le rendement et la qualité des cultures. Il est important d'assurer un apport constant en eau tout au long de la saison de végétation, autrement les racines tubéreuses risquent de développer des craquelures de croissance. On cesse généralement l'irrigation de deux à quatre semaines avant la récolte.

Pour en savoir plus sur la programmation de l'irrigation, voir *Les pratiques de gestion optimales : Gestion de l'irrigation* (publication n° BMP08F) et la fiche technique du MAAARO *Surveiller l'humidité du sol pour améliorer les décisions d'irrigation*.

Tableau 7–114. Teneur en éléments nutritifs de la patate douce

Parties du plant	Moment de l'échantillonnage	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	B	Cu
		Pourcentage (%)						Parties par million (ppm)				
Dernière feuille à s'être entièrement formée	Premiers rameaux	4-5	0,3-0,5	2,5-4	0,8-1,6	0,4-0,8	0,2-0,6	40-100	40-100	25-50	20-50	5-10
	Mi-saison : avant le grossissement des racines	3-4	0,2-0,3	2-4	0,8-1,8	0,25-0,5	0,2-0,4	40-100	40-100	25-40	25-40	5-10
	Grossissement des racines	3-4	0,2-0,3	2-4	0,8-1,6	0,25-0,5	0,2-0,6	40-100	40-100	25-50	20-50	5-10
	Juste avant la récolte	2,8-3,5	0,2-0,3	2-4	0,8-1,6	0,25-0,5	0,2-0,6	40-100	40-100	25-50	20-50	5-10

Adaptation de HOCHMUTH, G., et coll. *Plant Tissue Analysis and Interpretation for Vegetable Crops in Florida*. University of Florida, IFAS Extension, nº HS964, 2018.

Récolte

Selon le cultivar, les racines tubéreuses arriveront à maturité entre 95 et 150 jours après le repiquage. La récolte peut se faire dès qu'elles atteignent le calibre commercialisable souhaité. Fin août ou début septembre, on creuse habituellement le sol pour en évaluer l'état; on procède à la récolte lorsque chaque plant présente un nombre maximal de racines de première qualité (voir ci-dessous pour en savoir plus sur les différents calibres de patate douce). La récolte doit être terminée avant que la température du sol ne descende régulièrement en dessous de 10 °C (50 °F), pour éviter les dommages causés par le froid. Pour en savoir plus, voir la section *Dommages causés par le froid*, aussi dans *Patates douces*.

En Ontario, la récolte s'étend généralement de début ou mi-septembre à fin octobre. Les patates douces ont une peau très mince et délicate, propice aux déchirures révélant la chair sous-jacente (c'est ce qu'on appelle la « desquamation »). Ce type de lésions peut entraîner des pertes postrécoltes, car elles provoquent une perte d'eau et de poids et constituent un point d'entrée pour des agents pathogènes responsables de pourritures. Il faut donc faire preuve d'une grande vigilance pendant la récolte pour ne pas endommager les patates douces.

On peut réduire la desquamation en tondant les plants à la surface du sol de trois à sept jours (pas plus) avant la récolte (Figure 7–141).

En Ontario, les patates douces sont récoltées mécaniquement, au moyen d'une arracheuse de pommes de terre modifiée qui peut récolter de deux à huit rangs à la fois (Figure 7–142). Le classement des racines se fait habituellement au moment de la récolte, celles qui sont déformées ou qui n'ont pas le calibre suffisant étant retiré. On dispose ensuite délicatement les bonnes dans des bennes d'entreposage en bois ou en plastique qui permettent l'aération.



Figure 7–141. Tonte de plants de patates douces avant la récolte



Figure 7–142. Récolte de patates douces

Il n'est pas rare de mettre au rebut 30 à 40 % des patates douces, parce qu'elles présentent un calibre insuffisant, des dommages ou des difformités.

Rendement commercialisable (tous les calibres) : 13 450-20 175 kg/ha (12 000-18 000 lb/acre)

Contenant standard : Boîte de 40 lb
Boîte de 50 lb (1 boisseau)

La taille des patates douces varie considérablement; celles-ci sont habituellement vendues en fonction de leur calibre pour satisfaire les exigences du marché en matière d'uniformité de taille, de forme et de qualité. Au Canada, il n'existe pas de calibres pour les patates douces, mais le service de commercialisation agricole du département de l'Agriculture des États-Unis a fixé des normes pour les marchés américains. Le plus haut calibre de patates douces est souvent la « Number 1 » ou la « U.S. No. 1 », mais il existe aussi plusieurs autres calibres commercialisables (ex. : Jumbo, Canner). Même si les normes américaines peuvent fournir des lignes directrices en matière de calibre aux nouveaux cultivateurs de patates douces, les détaillants canadiens n'ont pas tous les mêmes exigences. Il est donc important de vérifier les préférences de l'acheteur avant d'emballer le produit.

Conditionnement et entreposage

Pour réduire le risque de dommages par le froid ou l'insolation, il faut envoyer les patates douces dans les établissements de conditionnement dès qu'elles sont récoltées. Le conditionnement est essentiel pour que les éventuelles lésions épidermiques puissent guérir (ce qui réduira les pertes liées au rétrécissement et aux maladies), pour que la peau durcisse, réduisant ainsi le risque de desquamation pendant l'emballage, et pour améliorer la saveur du produit en permettant la conversion de l'amidon en sucres. Pendant le conditionnement, assurer une température de 29 °C (85 °F) et une humidité relative entre 85 % et 90 % pendant trois à cinq jours. Il est essentiel de maintenir une aération et une circulation d'air adéquates dans le séchoir. Arrêter le conditionnement lorsqu'il commence à y avoir des pousses. Pendant les premières années de production, les cultivateurs utilisent parfois des séchoirs à tabac et d'autres bâtiments, mais il devient généralement essentiel de recourir à des établissements spécialisés pour le conditionnement et l'entreposage lorsqu'on se lance dans la production à grande échelle et dans l'entreposage à long terme (plus de quelques mois) (Figure 7–143).

Après l'étape du conditionnement, entreposer les patates douces à une température de 13 °C (55 °F) et à une humidité relative entre 85 % et 90 %, dans un lieu bien ventilé. Dans ces conditions, les racines bien sèches et exemptes de maladies peuvent être entreposées de 1 à 13 mois.



Figure 7–143. Installation de conditionnement et d'entreposage de patates douces

Lutte contre les ravageurs et les troubles physiologiques

Voir la Figure 7–136 *Stades de développement de la patate douce et calendrier d'activité des ravageurs.*

Maladies

Maladies de conservation (après la récolte)
Erwinia spp., *Rhizopus stolonifer*, *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum*

Les patates douces sont vulnérables à de nombreuses maladies de conservation, qui surviennent après la récolte. Bien que plusieurs agents pathogènes bactériens et fongiques puissent en être la cause, ce sont les champignons des genres *Rhizopus* et *Fusarium* qui ont été le plus souvent responsables de pertes encourues après la récolte au cours des dernières années en Ontario.

Identification : Chez la patate douce, la maladie de conservation la plus courante après la récolte est la pourriture molle causée par *Rhizopus*. Le premier symptôme visible est une moisissure blanche et duveteuse qui finit par produire de grandes quantités de spores sous forme de poudre noire à la surface des racines (Figure 7–144). Une pourriture molle et humide se développe et peut s'étendre rapidement sur de grandes portions du légume. Un flétrissement bactérien peut également survenir lorsque le champignon infecte la portion centrale de la racine. Les tissus infectés dégagent souvent une odeur sucrée prononcée, qui peut attirer les mouches des fruits.



Figure 7–144. Patate douce présentant des symptômes de la pourriture molle causée par *Rhizopus*

La pourriture fusarienne, causée par le champignon *Fusarium solani*, cause des lésions circulaires concentriques brun pâle à brun foncé sur la peau de la patate douce, qui, avec le temps, finissent par fusionner et se chevaucher (Figure 7–145). La pourriture fusarienne est généralement sèche, et les racines infectées restent fermes. Les symptômes se manifestent habituellement d'abord à l'extrémité apicale. Les lésions finissent par envahir la chair, occasionnant des cavités circulaires brun pâle à brun foncé où pousse souvent un mycélium blanc (Figure 7–145). Si les patates douces infectées sont entreposées dans un environnement humide, une moisissure blanche peut se développer en surface près de la zone d'infection.



Figure 7–145. Tubercule présentant une lésion superficielle caractéristique de la pourriture fusarienne (A); tubercule dont la lésion a pénétré la chair (B)

Causée par le champignon *Fusarium oxysporum* et par certaines souches de *F. solani,* la pourriture fusarienne superficielle se manifeste sous forme de lésions circulaires brun pâle sèches et fermes au toucher à la surface de la racine. Ces lésions, qui ne touchent habituellement pas la chair, se produisent souvent au site d'une blessure. Les premiers symptômes sont souvent confondus avec ceux du pourridié, leurs symptômes externes étant très semblables. La différence? La pourriture superficielle ne touche pas les tissus internes, se limitant aux tissus externes. Les infections causées par *F. oxysporum* et par *F. solani* se développent lentement, et de ce fait, ne se déclenchent habituellement pas après l'emballage (Figure 7–146).



Figure 7–146. Patate douce présentant les lésions caractéristiques de la pourriture fusarienne superficielle *Source :* Gerald Holmes, Strawberry Center, Cal Poly San Luis Obispo, Bugwood.org.

Les infections bactériennes causées par l'espèce *Erwinia* provoquent généralement des pourritures molles externes ou internes extrêmement humides. Elles se développent habituellement dans des conditions chaudes et humides. D'autres maladies de conservation ont été rapportées ailleurs dans le monde, mais leur présence n'a pas encore été confirmée en Ontario (Figure 7–147).



Figure 7–147. Patates douces présentant des lésions caractéristiques de la pourriture bactérienne molle *Source :* Charles Averre, North Carolina State University, Bugwood.org.

Biologie : Couramment présents dans le sol et dans l'air, *Rhizopus*, *Fusarium*, *Erwinia* et d'autres champignons et bactéries entrent dans la patate douce par les lésions causées pendant la récolte et la manipulation. Il arrive aussi à l'occasion que l'infection se développe dans le champ, les petites racines ou les craquelures de croissance leur ouvrant la voie. Une fois installés dans la racine, ces agents pathogènes peuvent causer des pourritures pendant l'entreposage et le transport, et chez les détaillants. Un sol humide et frais lors de la récolte peut vulnérabiliser les racines à la pourriture molle causée par *Rhizopus*. Les cultivars à chair blanche sont plus fragiles devant les espèces de *Rhizopus* que ceux à chair orange, mais tous subissent des pertes à cause de ces agents pathogènes lorsque les conditions sont favorables à leur croissance (temps frais et humide à la récolte, dommages aux légumes pendant la récolte ou l'emballage). Les deux espèces de *Fusarium* sont des agents pathogènes telluriques persistants; pour que l'infection se déclenche, ils doivent pénétrer la chair de la racine tubéreuse par une lésion. Souvent causées par la récolte mécanique, ces lésions sont à l'origine des maladies de conservation les plus courantes. Toutefois, il arrive que ces champignons colonisent les racines tubéreuses au champ; ils pénètrent les tissus par des blessures causées par des insectes, des nématodes ou des rongeurs et par des craquelures de croissance. Ils ne se propageront pas aux autres racines pendant l'entreposage, à moins que de nouveaux dommages soient causés. Toutefois, *F. solani* peut être transmis par un tubercule mère aux boutures, qui peuvent alors développer le chancre de la tige. Les plants de patates douces touchés par une infection mineure à *F. solani* peuvent sembler sains, mais s'ils sont utilisés comme matériel de reproduction, ils pourraient transmettre l'agent pathogène aux boutures.

Favorisent l'infection par tous les agents pathogènes responsables des maladies de conservation les dommages causés par le froid et par la chaleur, la desquamation excessive (ex. : sol extrêmement sec avant la récolte) et une humidité relative élevée pendant l'entreposage ou le transport.

Moyens de lutte : L'ensemble des organismes pathogènes qui affectent les patates douces après la récolte sont largement répandus dans l'environnement et sont probablement présents dans tous les champs de patates douces. Toutefois, puisqu'ils ne peuvent entrer dans les racines tubéreuses que par des lésions dans la peau, la gestion optimale de ces maladies passe par de bonnes pratiques d'assainissement et une manipulation précautionneuse des patates douces afin de minimiser les points d'entrée.

Manipuler délicatement les racines au moment de la récolte pour éviter d'abîmer la peau. Récolter avant l'arrivée du temps froid (périodes prolongées entre 10 et 12 °C [50 et 54 °F] ou moins), qui peut rendre les racines tubéreuses vulnérables aux

agents pathogènes responsables des maladies de conservation. Si possible, éviter de récolter lorsque le sol est très humide, ou au contraire, très sec, ce qui peut augmenter la desquamation et provoquer davantage de sites potentiels d'infection. Sécher adéquatement les racines le plus rapidement possible après la récolte, pour permettre la guérison des éventuelles blessures. Assurer une aération adéquate dans les entrepôts afin de maintenir en permanence une température (13 à 16 °C [55 à 61 °F]) et un taux d'humidité optimaux. Dans certains cas, on a rapporté une incidence plus forte des maladies de conservation sur les racines se trouvant au fond de contenants solides ou près des murs extérieurs, là où l'aération et le chauffage sont inadéquats.

Les dommages causés pendant l'emballage peuvent aussi entraîner le développement de la pourriture molle causée par *Rhizopus* après que les patates douces ont quitté l'entrepôt. Manipuler délicatement les racines à cette étape et minimiser ou atténuer les chocs le long de la chaîne d'emballage, ce qui aidera à réduire l'incidence de la maladie. En cas d'infections graves ou de propagation rapide, appliquer des traitements fongicides postrécoltes (là où ils sont homologués). Utiliser de l'eau propre dans la chaîne d'emballage. Certains cultivars sont plus résistants à la pourriture fusarienne des racines.

Nématodes cécidogènes du nord
Meloidogyne hapla

Plusieurs espèces de nématodes sont des ravageurs importants de la patate douce dans le Sud des États-Unis et d'autres régions qui la cultivent. Toutefois, les principales espèces qui y causent des dommages, le nématode cécidogène du sud (*Meloidogyne incognita*) et le nématode réniforme (*Rotylenchulus reniformis*), ne se trouvent pas dans les régions nordiques comme l'Ontario.

Identification : Chez la patate douce, les nématodes cécidogènes peuvent causer un jaunissement et un rabougrissement généralisés des plants, pouvant faire penser à tort à une carence nutritionnelle. Cependant, ces vers sont rarement présents en Ontario. Les racines tubéreuses attaquées par les nématodes cécidogènes peuvent se déformer ou craquer, prendre une texture rugueuse et présenter des galles (Figure 7–148).

Dans certains cas, on peut distinguer les nématodes femelles à la loupe en regardant sous les bosses qu'elles forment sur la racine tubéreuse.



Figure 7–148. Patate douce présentant des craquelures, résultat des dommages causés par le nématode cécidogène du sud *Source :* Hunter Collins et Lina Quesada, laboratoire des pathologies maraîchères de la North Carolina State University

Biologie : En Ontario, la principale espèce de nématodes susceptible de causer des dommages chez la patate douce est le nématode cécidogène du nord, *Meloidogyne hapla*. Toutefois, les dommages qu'elle cause semblent être plutôt sporadiques et moins constants que ceux causés par ses cousins du sud. Des recherches menées aux États-Unis ont aussi montré que les nématodes cécidogènes étaient plus susceptibles d'infester les racines tubéreuses dans des sols chauds; les sols plus frais de l'Ontario pourraient ainsi constituer une protection. Chez la patate douce, on a rapporté des dommages mineurs causés par les nématodes radicicoles (*Pratylenchus* spp.), toutefois, on n'a jamais rapporté de dommages causés par l'espèce présente en Ontario, *P. penetrans*. Pour en savoir plus sur la biologie de *M. hapla* et de *P. penetrans*, voir *Nématodes*, au chapitre 6.

Au début des années 2000, une nouvelle espèce invasive de nématodes, le nématode à galles du goyavier (*M. enterolobii*), a été rapportée en Floride et a depuis été détectée en Louisiane et en Caroline du Nord et du Sud. Ce nématode constitue un problème dans le Sud des États-Unis parce que sa population peut croître très rapidement et qu'il s'attaque à des cultivars normalement résistants à d'autres espèces de nématodes cécidogènes. On n'a pas encore rapporté la présence de *M. enterolobii* au Canada et on ignore si cette espèce peut survivre aux hivers nordiques. Toutefois, les cultivateurs de l'Ontario devraient rester à l'affût des symptômes, notamment des quantités anormalement élevées de galles sur les racines tubéreuses, car *M. enterolobii* ne peut être visuellement différencié des autres nématodes cécidogènes.

Moyens de lutte : Toujours acheter des plants cultivés selon les lignes directrices d'un programme reconnu de multiplication de plants. Effectuer une rotation des cultures avec des espèces non hôtes (graminées, céréales, maïs) peut aider à réduire les populations de nématodes cécidogènes dans le sol avant le repiquage. En ce qui concerne le nématode cécidogène du sud, certains cultivars de patate douce sont plus résistants (ex. : Evangeline, Burgundy, Covington) que d'autres (ex. : Orleans, Beauregard). On ignore cependant si cette résistance s'étend aux espèces de nématodes cécidogènes présentes en Ontario. Là où ils sont présents en grand nombre, on peut envisager la biofumigation, l'utilisation de fumigants ou la plantation de cultures couvre-sol pour faire diminuer les populations avant le repiquage. En Ontario, pour d'autres cultures de légumes-racines, on a fixé un seuil de 500 nématodes/kg de sol, toutefois, on ignore s'il est adapté aux patates douces.

Pellicules

Monilochaetes infuscans

Identification : Lorsqu'atteintes de pellicules, les racines tubéreuses de patate douce présentent des lésions épidermiques superficielles brun grisâtre ou brun mauve à noires (Figure 7–149). Ces lésions, qui grossissent lentement, peuvent finir par recouvrir de grandes portions de la surface racinaire, mais ne pénètrent pas les tissus internes. Elles n'altèrent pas non plus leur qualité gustative; toutefois, l'altération de leur apparence peut nuire à la qualité marchande. Elles peuvent enfin faire augmenter les pertes hydriques pendant l'entreposage, réduisant la masse des patates douces.



Figure 7–149. Patate douce présentant des lésions caractéristiques des pellicules

Biologie : Les pellicules se répandent principalement par du matériel végétal infecté. Si un tubercule infecté est utilisé pour produire des boutures, le champignon se propagera de la racine à la portion inférieure de la pousse située sous terre. Si cette portion infectée se rattache à la bouture, le champignon sera alors transporté au champ, où il descendra des rameaux infectés vers les racines filles après le repiquage. Habituellement, les lésions apparaissent d'abord sur les racines tubéreuses au champ et continuent de grossir pendant l'entreposage, particulièrement lorsque l'humidité relative de l'entrepôt est élevée. La propagation de l'agent pathogène de racines tubéreuses infectées aux racines saines est généralement limitée dans l'entrepôt. Le champignon peut demeurer dans le sol pendant un à deux ans. Dans les sols lourds ou à forte teneur en matière organique, ses chances de survie sont meilleures. L'agent pathogène qui cause les pellicules chez la patate douce est différent de celui de la pomme de terre : il n'infecte que les patates douces et ses proches cousines de la famille de l'ipomée.

Moyens de lutte : Utiliser du matériel végétatif exempt de pellicules et éviter de planter dans des champs où les pellicules ont déjà sévi. Puisque l'agent pathogène ne touche que les portions souterraines de la bouture, la mesure de maîtrise la plus importante est de s'assurer que les fournisseurs de boutures coupent les rameaux au moins à 2,5 cm (1 po) de la surface du sol, sans que la lame n'entre en contact avec la terre. Effectuer la rotation des cultures avec des plantes éloignées de la patate douce, tous les deux ou trois ans dans des sols de texture légère ou tous les trois ou quatre ans dans des sols lourds ou dans des champs où l'agent pathogène a déjà été trouvé. Ne pas se débarrasser des racines tubéreuses rejetées pendant la récolte dans des champs destinés à la culture de patates douces.

Pourriture noire
Ceratocystis fimbriata

Identification : Les symptômes de la pourriture noire peuvent être présents dès la récolte, mais il est plus courant de les observer après l'étape du conditionnement ou de l'entreposage. Les racines touchées présentent des lésions circulaires déprimées et sombres (Figure 7–150), sèches et fermes au toucher, qui ne pénètrent habituellement pas les tissus internes (Figure 7–151).



Figure 7–150. Patate douce présentant les lésions superficielles caractéristiques de la pourriture noire *Source :* Lina Quesada, Ph. D., North Carolina State University.



Figure 7–151. La pourriture noire se limite généralement aux tissus externes, ne touchant pas la chair *Source :* Lina Quesada, Ph. D. North Carolina State University.

À la loupe, on peut parfois observer des moisissures blanches et des structures reproductives noires, qu'on appelle des « périthèces ». Souvent petites au départ, les lésions peuvent s'étendre avec le temps et affecter d'autres racines saines pendant l'entreposage. Les produits touchés développeront un goût amer et un arôme fruité. Les lésions peuvent survenir sur les boutures dans les champs, ce qui peut causer le rabougrissement, le flétrissement et la mort des jeunes plants; toutefois, cela n'est pas courant en Ontario.

Biologie : La pourriture noire peut s'étendre dans les planches de semis à partir des tubercules mères (« semenceaux ») jusqu'aux portions souterraines des pousses avoisinantes, qui pourraient être coupées pour la production de boutures. Si des boutures infectées sont repiquées au champ, le champignon peut continuer de se développer sur les tiges inférieures des plants, puis sur les nouvelles racines tubéreuses. Le champignon produit de grandes quantités de spores (conidies) sur les racines infectées, qui peuvent ensuite propager la maladie pendant l'entreposage et contaminer l'équipement, les trémies et les chaînes d'emballage, contribuant ainsi à la prolifération de l'infection même après que les patates douces aient quitté l'exploitation agricole. Le champignon responsable de la pourriture noire produit aussi des spores hivernantes qui lui permettent de survivre dans le sol pendant plusieurs années ou de persister sur les racines de mauvaises herbes de la famille de l'ipomée.

Moyens de lutte : Les fongicides n'étant pas efficaces si l'infection est déjà établie, la pourriture noire se maîtrise principalement au moyen de bonnes pratiques culturales. S'assurer que les fournisseurs de boutures disposent de protocoles pour maîtriser la maladie, notamment l'utilisation de tubercules mères exempts de maladies et traités avec un fongicide homologué ainsi que la désinfection fréquente des outils pendant la récolte des boutures. Il est essentiel qu'ils coupent les rameaux au moins 2 à 4 cm (¾ à 1 ½ po) au-dessus du sol, car c'est là que le champignon responsable de la pourriture noire se situe habituellement. Repiquer les boutures uniquement dans des champs où la patate douce n'a pas été cultivée depuis trois ou quatre ans. Éviter ceux où l'incidence de la pourriture noire est élevée, et éliminer les mauvaises herbes de la famille de l'ipomée, qui peuvent aussi servir d'hôtes à l'agent pathogène. Ne pas se débarrasser des racines tubéreuses rejetées pendant la récolte dans des champs destinés à la culture de patates douces. Pendant l'entreposage, les lésions peuvent constituer des points d'entrée pour les infections secondaires; il faut donc s'assurer que les patates douces ont été conditionnées adéquatement et rapidement après

la récolte pour permettre la guérison des plaies. Éliminer celles qui sont visiblement infectées avant l'étape du nettoyage. Avant la récolte, retirer tout débris des caisses destinées à l'entreposage et désinfecter fréquemment l'équipement agricole, les caisses d'entreposage, les trémies et les chaînes d'emballage.

Les contenants d'entreposage en plastique sont beaucoup plus faciles à désinfecter que ceux en bois. Lorsque c'est possible, rincer les patates douces avant de les placer dans la trémie pour retirer la terre et les matières organiques qui pourraient altérer l'efficacité des assainisseurs.

Virus

Divers virus ont été détectés sur des plants de patates douces, et ils sont extrêmement communs lorsqu'on n'utilise pas des plants sains.

Identification : Omniprésent partout dans le monde, le virus de la marbrure plumeuse de la patate douce a été détecté en Ontario dans tous les champs inspectés. Les symptômes varient selon le cultivar et l'environnement, mais citons notamment des marbrures chlorotiques (en « plumes ») et des taches chlorotiques, souvent bordées de mauve (Figure 7–152), et un léger rabougrissement des plants. Chez certains cultivars et avec certaines souches du virus, les racines tubéreuses présentent parfois des symptômes, comme des fissures roussâtres causant des lésions nécrotiques qui peuvent ceindre les racines (Figure 7–153).

Chez beaucoup de cultivars de la patate douce, lorsque le plant est seulement infecté par le virus de la marbrure plumeuse, il ne manifestera que des symptômes légers; toutefois, lorsqu'il y a concomitance avec un autre virus – le virus chlorotique du nanisme de la patate douce – l'interaction entre les deux peut déclencher la maladie, qui a déjà mené à des pertes de rendement allant jusqu'à 80 % dans certains pays. Le virus chlorotique du nanisme de la patate douce n'a pas encore été détecté en Ontario, mais il est présent dans de nombreux pays.

Aujourd'hui, plus de 28 autres virus de la patate douce ont été rapportés dans le monde. La présence de la plupart d'entre eux n'a pas été confirmée en Ontario. Toutefois, peu d'analyses y ont été menées jusqu'ici.



Figure 7–152. Feuilles de patate douce présentant les symptômes du virus de la marbrure plumeuse



Figure 7–153. Patates douces présentant des fissures roussâtres

Biologie : Le virus de la marbrure plumeuse se transmet de manière non persistante par les pucerons, notamment le puceron vert du pêcher et le puceron du melon. Lorsqu'un puceron se pose sur un plant infecté, il peut acquérir le virus non persistant par ses pièces buccales, en moins d'une minute. En se nourrissant ensuite d'un plant sain, il lui injecte le virus et s'en débarrasse. Alors, la transmission du virus s'arrête. Une fois que le problème est détecté, les pucerons sont déjà partis, ce qui rend les traitements insecticides inefficaces.

Les virus peuvent se propager rapidement dans un champ durant la saison, mais chaque année ils sont majoritairement transmis par le matériel végétatif, particulièrement lorsque les boutures sont coupées à partir de tubercules mères issus de la culture de l'année précédente.

Moyens de lutte : La principale méthode pour maîtriser les virus de la patate douce est de planter des boutures saines. Des programmes de

certification sans virus existent dans beaucoup d'États américains, d'où viennent la plupart des boutures. Toujours acheter les produits de propagateurs certifiés par ces programmes. Même si les boutures sont saines, les virus peuvent être réintroduits par les pucerons. Le cas échéant, les conséquences risquent d'être mineures durant la saison; il sera cependant important de ne pas conserver ces tubercules pour en extraire des boutures l'année suivante. De nombreux programmes de reproduction ont aussi produit des cultivars résistants ou tolérants aux virus.

Voir *Virus*, au chapitre 6.

Insectes

Bien que de nombreux insectes se nourrissent du feuillage des plants de patates douces, l'imposante biomasse produite par la plante lui permet de tolérer des dommages considérables sans que cela ait de conséquences importantes sur le rendement. En Ontario, la plupart des dommages économiques sont causés par des insectes terricoles, qui se nourrissent des racines, en particulier plusieurs espèces de vers fil-de-fer et de vers blanc.

Altises
Systena blanda, *Systena frontalis*, *Chaetocnema confinis*

Identification : Petits coléoptères souvent noirs, les altises ont de grandes pattes postérieures distinctives leur permettant de sauter très rapidement lorsqu'elles se font déranger. Plusieurs espèces se nourrissent du feuillage de la patate douce, notamment l'altise à bandes pâles (*Systena blanda*), l'altise à tête rouge (*S. frontalis*) et l'altise de l'igname (*Chaetocnema confinis*). Les altises à tête rouge adultes sont noires, mesurent environ 4 mm de long et sont ornées d'une tache rouge foncé sur la tête. Les altises à bandes pâles adultes sont noir pâle à noir foncé, mesurent de 3 à 4 mm de long et arborent deux bandes jaunes qui descendent le long de leur dos. Enfin, les altises de l'igname adultes, bien plus petites (< 2 mm de long), sont noires avec une teinte de bronze; leurs pattes sont jaune rougeâtre, et leurs élytres, irréguliers. Les larves des altises sont délicates et minces comme du fil; elles sont blanches avec une tête brune et arborent trois paires de petites pattes.

Dommages : Les altises à bandes pâles et les altises à tête rouge adultes grignotent de petits trous irréguliers dans le feuillage de la patate douce, laissant ce qui ressemble à des trous de balles de fusil. Les altises de l'igname creusent de longs canaux étroits sur la face supérieure des feuilles, souvent parallèles aux nervures. Les dommages qu'occasionnent les altises au feuillage en se nourrissant ont rarement des conséquences économiques. Au Sud des États-Unis, les larves de l'altise de l'igname posent occasionnellement des problèmes, car bien qu'elles se nourrissent principalement des racines fasciculées, elles creusent parfois d'étroits tunnels creux et sinueux dans les racines tubéreuses. En Ontario, on attribue rarement de dommages aux altises.

Biologie : Les altises adultes survivent aux hivers ontariens dans le sol ou dans des lieux protégés et reprennent leurs activités quand les températures se réchauffent au printemps. Elles se nourrissent alors de mauvaises herbes et de cultures plantées tôt et pondent dans le sol à la base de plantes hôtes. Les larves se nourrissent de racines dans le sol pendant plusieurs semaines avant la pupaison. Une à trois générations voient le jour chaque année, selon les espèces.

Dépistage et seuils : En Ontario, aucun seuil n'a été établi. Les altises sont très mobiles, ce qui rend leur dénombrement difficile. Il faut ouvrir l'œil et rechercher des altises qui sautent des plants lorsqu'on en approche ou des signes de dommages. On peut aussi les attraper dans des filets fauchoirs.

Moyens de lutte : Le feuillage des patates douces est très résistant aux dommages causés par les altises. Il n'est donc nécessaire de maîtriser ces insectes qu'en cas de dommages considérables aux jeunes boutures. Les dommages aux racines sont rares.

Chrysomèle maculée du concombre
Diabrotica undecimpunctata

Identification : La chrysomèle maculée du concombre adulte mesure environ 6 mm (¼ po); son corps est jaune vert, ses ailes sont ornées de 12 points noirs et sa tête, ses antennes et ses jambes sont noires (Figure 7–154). Ses larves sont parfois confondues avec celles de la chrysomèle des racines du maïs (*Diabrotica virgifera*) et de la chrysomèle septentrionale des racines du maïs (*Diabrotica barberi*), d'autres espèces plus courantes. Elles sont difficiles à différencier des autres espèces de chrysomèles, avec leur corps ridé jaune blanc pouvant mesurer jusqu'à 12 mm (½ po) de long une fois à maturité et leurs trois paires de pattes brunâtres et courtes localisées près de leur tête gris brun (Figure 7–154).

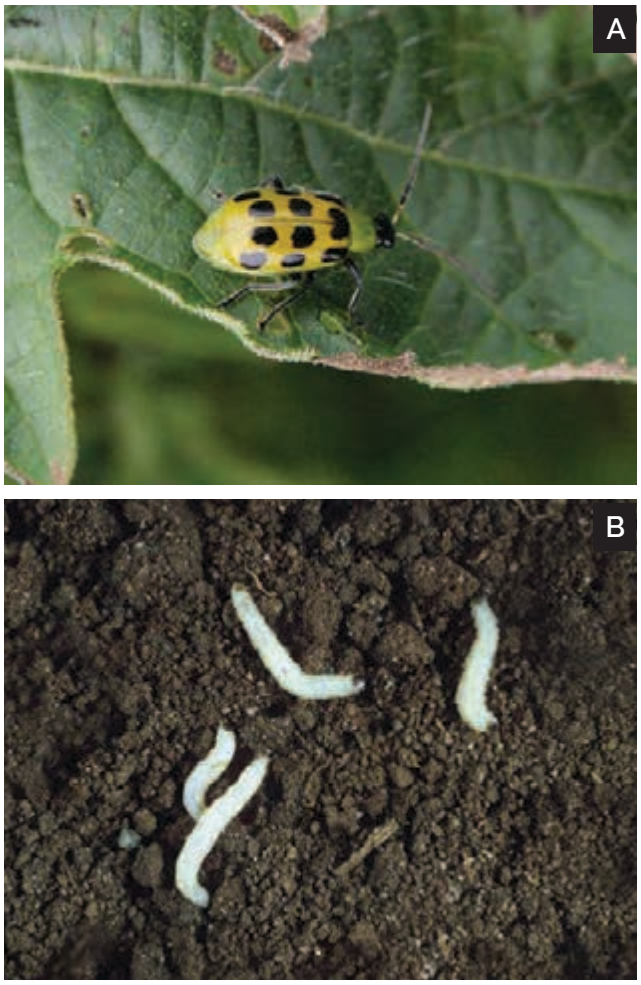


Figure 7–154. Chrysomèle maculée du concombre : Adulte (A). *Source :* Jim Jasinski, Ohio State University Extension, Bugwood.org.
Larves (B). *Source :* John C. French Sr., retraité. Universités : Auburn University, University of Georgia, Clemson University et University of Montana, Bugwood.org.

Dommages : Les insectes adultes grignotent des trous irréguliers dans le feuillage, mais ces dommages ne sont généralement pas assez importants pour affecter le rendement. Toutefois, dans le Sud des États-Unis, les larves nuisibles aux racines grignotent la peau des patates douces en maturation, causant des lésions de 1 à 3 mm (< ⅛ po) de large et des cavités sous la peau. Les trous sont généralement plus petits que ceux creusés par les vers fil-de-fer, et les cavités, moins profondes. Les dommages peuvent se produire tout au long de la saison, mais ils semblent augmenter à mesure qu'elle avance. En Ontario, ces ravageurs ne causent habituellement pas de dommages aux racines tubéreuses de patate douce.

Biologie : Bien qu'il arrive que les adultes de la chrysomèle maculée du concombre survivent à l'hiver ontarien, on pense que la plupart d'entre eux émigrent du sud à la fin du printemps. Les insectes pondent dans le sol à la base de plantes hôtes, et les larves se nourrissent des racines pendant environ deux à six semaines, selon la température, avant la pupaison. Les coléoptères adultes émergent environ une ou deux semaines plus tard et se nourrissent du feuillage de diverses plantes. Il n'y a probablement qu'une seule génération par saison dans les régions nordiques, et la plupart des individus migrent vers le sud à la fin de la saison pour y passer l'hiver. Bien que présente dans presque toute l'Amérique du Nord, la chrysomèle maculée du concombre cause des dommages bien plus importants dans les régions méridionales, où elle survit aux hivers et met au monde de multiples générations.

Dépistage et seuils : En Ontario, aucun seuil n'a été établi pour cet insecte. Les dommages aux feuilles représentent rarement un problème, toutefois, si de nombreux coléoptères adultes sont détectés, vérifier si les racines sont atteintes.

Moyens de lutte : Pour la patate douce, il n'est normalement pas nécessaire de maîtriser cet insecte; les dommages que causent les adultes au feuillage des plantes n'affectent habituellement pas le rendement, et les racines tubéreuses sont rarement touchées. Dans d'autres types de cultures, les méthodes de gestion culturale comprennent l'installation de minitunnels ou de cultures-appâts de cucurbitacées à proximité, mais on ignore si ces méthodes seraient efficaces pour maîtriser ce ravageur dans les cultures de patates douces. Certains cultivars sont moins vulnérables à la chrysomèle maculée du concombre que d'autres, comme le Beauregard.

Insectes s'attaquant au feuillage — Sphinx du liseron, casside dorée, scarabée japonais, arpenteuses, légionnaires

Beaucoup d'espèces d'insectes se nourrissent du feuillage de patates douces, mais, parce que les rameaux matures sont bien feuillus, les plants peuvent tolérer d'importants dommages causés par les ravageurs avant que les effets ne se fassent sentir sur les récoltes.

Identification et dommages : Le sphinx du liseron (*Agrius convolvuli*) – une autre espèce que celle qui s'attaque aux tomates – se nourrit principalement de

feuilles de patates douces et d'autres plantes de la famille de l'ipomée. Les larves, dont la couleur varie de vert à brun, se distinguent par les lignes sombres diagonales sur leurs côtés, leurs cornes sombres au bout de l'abdomen et les trois bandes foncées sur le côté de la tête (Figure 7–155). À maturité, ces grandes chenilles peuvent atteindre plus de 90 mm (3 ½ po) de long. Les larves grignotent de grands trous irréguliers dans les feuilles, tandis que les chenilles peuvent manger les feuilles en entier, en commençant par les bords, ne laissant que le pétiole. En Ontario, les sphinx du liseron sont bien moins nombreux que dans les régions du sud ou des tropiques. Dans le Sud des États-Unis, chaque saison voit naître plusieurs générations entre juin et septembre, mais le cycle de vie de cet insecte est encore méconnu dans les régions nordiques.



Figure 7–155. Chenille du sphinx du liseron

Les cassides dorées (*Charidotella sexpunctata* bicolor), adultes et larves, se nourrissent exclusivement de feuilles de patates douces et de ses cousines, qu'elles laissent ponctuées de trous. Les jeunes larves mangent d'abord la membrane des feuilles, mais en grandissant, elles finissent par y creuser des trous. Le corps des cassides adultes, ovale, légèrement aplati et aux rebords allongés, couvre la majeure partie de la tête et des pattes, ce qui donne à l'insecte une allure de tortue (Figure 7–156).



Figure 7–156. Cassides sur une feuille de patate douce

Comme son nom l'indique, cet insecte est d'une couleur dorée métallique, mais il prend une teinte orange et se ponctue de taches noires lorsqu'on le dérange. Larges et aplaties, les larves mesurent environ 9 mm (⅓ po) de long; leurs flancs sont épineux, et elles ont un crochet le long de leur abdomen qui leur sert à se couvrir d'excrément pour tromper leurs prédateurs. Les cassides adultes émergent de mai à juin pour se nourrir de mauvaises herbes de la famille de l'ipomée et se déplacent vers les cultures après le repiquage pour pondre sur la face inférieure des feuilles. L'éclosion des œufs survient dans les 7 à 10 jours, et les larves se nourrissent pendant trois à quatre semaines avant la pupaison. Les adultes émergent au début du mois d'août. Dans les régions du sud, quelques générations voient le jour chaque année, mais il arrive qu'une seule complète son cycle dans les régions nordiques.

Les scarabées japonais (*Popillia japonica*) adultes dévorent voracement le feuillage d'une grande diversité d'espèces de légumes, de fruits et de plantes ornementales. Ces grands coléoptères (10 à 13 mm [½ po] de long) vert métallique à bronze verdâtre ont des ailes rouge cuivré et sont ornés de petites touffes de poils blancs sur les côtés de leur abdomen. Les adultes apparaissent à la fin juin et restent dans les cultures tout au long de l'été, à se nourrir et à se reproduire en grand nombre sur le feuillage des plantes. Ils dévorent les tissus végétaux entre les nervures, ne laissant des feuilles que le squelette. Les scarabées japonais s'attaquent aux patates douces dans certaines régions de l'Ontario, mais ne causent que rarement de dommages significatifs aux rameaux matures. Toutefois, les larves se nourrissent des racines sous terre et font partie du complexe d'espèces de vers blancs qui peuvent nuire à de nombreuses cultures. Voir la section *Ver blanc*, aussi dans *Patates douces*, pour en savoir plus sur ce stade de développement.

Les arpenteuses, et plus particulièrement la fausse-arpenteuse du chou (*Trichoplusia ni*), s'attaquent occasionnellement aux plants de patates douces. Les chenilles vert pâle, ornées d'une ligne blanche de chaque côté de leur corps et de deux fines bandes au milieu du dos, atteignent une taille d'environ 4 cm (1 ⅝ po) une fois à maturité. Les pattes, situées seulement à l'avant et à l'arrière du corps, sont à l'origine de leur déplacement caractéristique en « boucles ». En se nourrissant, les chenilles perforent les feuilles, les laissant criblées de trous. Les larves apparaissent généralement vers la mi-juillet.

Plusieurs espèces de **légionnaires** sont parfois rapportées comme ravageurs de la patate douce. Ces insectes dévorent les feuilles et les tiges d'un grand nombre de plantes hôtes, y compris de nombreuses cultures maraîchères et grandes cultures.

La légionnaire uniponctuée (*Mythimna unipuncta*) a un corps vert à brun mat, flanqué de lignes blanches latérales et orné de bandes diagonales sombres au haut de chaque patte ventouse abdominale. La chenille peut atteindre 5 cm (2 po) de longueur à maturité. Les larves sont présentes de trois à quatre semaines, de la fin mai au début juillet, selon les années.

Vert pâle à chamois, la chenille de la légionnaire d'automne (*Spodoptera frugiperda*) arbore une ligne dorsale franche, et sa tête brun foncé est ornée d'un « Y » inversé blanc caractéristique. En Ontario, sa population atteint généralement un pic de fin août à septembre.

Dépistage et seuils : Les rameaux matures de la patate douce peuvent tolérer une quantité considérable de dommages foliaires. Dans le Sud des États-Unis, on ne note généralement pas de perte de rendement tant que 30 % ou plus du feuillage n'a été mangé. Les insectes qui se nourrissent de feuilles nuiront davantage au rendement aux premiers stades de croissance, quand la plante pousse moins rapidement.

Moyens de lutte : En Ontario, pour les patates douces, il est rarement nécessaire de chercher à maîtriser les insectes qui se nourrissent du feuillage. Les prédateurs et parasites bénéfiques naturellement présents dans l'environnement contribuent souvent à empêcher les populations de ravageurs d'atteindre des niveaux qui pourraient affecter le rendement. Au moment de choisir des insecticides pour d'autres ravageurs, opter pour des produits qui ne décimeront pas ces alliés naturels. Maîtriser adéquatement les graminées et les mauvaises herbes de la famille de l'ipomée dans les champs et aux alentours, puisqu'elles pourraient attirer certains de ces ravageurs.

Millipèdes

***Cylindroiulus caeruleocinctus*, *Blaniulus guttulatus*, *Pseudopolydesmus* spp.**

Les millipèdes sont des ravageurs occasionnels de la patate douce engendrant rarement de dommages. Lorsqu'ils en causent, on observe habituellement de fins tunnels dans la chair ou des cavités aux rebords accidentés, qui peuvent être confondus avec les dommages causés par les vers fil-de-fer (Figure 7–157). Voir *Millipèdes*, au chapitre 5.



Figure 7–157. Millipède se nourrissant d'une patate douce

Pucerons

Myzus persicae*, *Aphis gossypii

Les pucerons sont de petits insectes au corps mou souvent trouvés en colonie sur la face inférieure des feuilles. Ils s'attaquent à différentes parties de la plante avec leurs pièces buccales suceuses. Le puceron du melon et le puceron vert du pêcher sont des espèces s'en prenant couramment aux patates douces. En Ontario, tous deux sont des ravageurs sporadiques, et les dommages qu'ils causent ont habituellement des effets négligeables sur le rendement. Toutefois, les pucerons sont des vecteurs de plusieurs virus de la patate douce. Dans le Sud des États-Unis, le puceron du melon est un des principaux vecteurs du virus de la marbrure plumeuse. Voir *Virus*, aussi dans *Patates douces*.

Pour en savoir plus sur l'identification des pucerons et les moyens de lutte contre ce ravageur, voir le chapitre 5.

Ver blanc

Amphimallon majale, *Phyllophaga* spp., *Popillia japonica*

Identification : Les vers blancs sont les larves du hanneton commun (*Phyllophaga* spp.), du hanneton européen (*Amphimallon majale*) et, dans certaines régions, du scarabée japonais (*Popillia japonica*). En Ontario, il arrive que ces trois espèces se nourrissent de la patate douce, mais c'est le hanneton européen qui est le plus répandu. Les vers ont un corps blanc arqué en forme de « C », six pattes bien développées et une tête sombre. La partie postérieure de leur abdomen peut également être sombre en raison de la terre qu'ils ingèrent. Dans une optique de maîtrise, il peut être important d'identifier l'espèce précise de ver blanc. Pour ce faire, il faut examiner la disposition des poils qui se trouvent à l'extrémité abdominale de l'insecte (écusson anal) :

Hanneton européen :	Écusson en forme de « Y »
Hanneton commun :	Écusson ovale en deux rangées parallèles
Scarabée japonais :	Écusson en forme de « V »

Dommages : Économiquement parlant, les vers fil-de-fer et les vers blancs sont les insectes qui causent le plus de dommages aux patates douces en Ontario. En se nourrissant, les larves de vers blancs creusent des tunnels larges et profonds sur toute la surface des racines tubéreuses, lesquels peuvent s'étendre considérablement et s'accentuer à mesure que la racine grossit (Figure 7–158), ce qui peut grandement dévaloriser les patates douces.



Figure 7–158. Patate douce présentant les dommages caractéristiques des vers blancs

Biologie : Les insectes adultes des trois espèces se nourrissent de la partie aérienne de la plante (feuillage, fleurs, fruits), tandis que les larves s'attaquent aux racines. Les hannetons communs adultes se nourrissent à même les arbres et les plantes ornementales, mais ne s'attaquent pas aux cultures. Les hannetons européens adultes causent peu de dommages, sinon aucun. Les scarabées japonais adultes, grands polyphages, se nourrissent du feuillage de nombreuses cultures et plantes ornementales, y compris la patate douce, bien qu'ils causent peu de dommages foliaires.

Le hanneton européen (une espèce annuelle) hiverne à l'état de larve de premier stade. La larve commet l'essentiel de ses ravages d'avril à la mi-mai, entrant en pupaison à la fin du printemps. Les adultes émergent et pondent leurs œufs en juin, œufs qui écloront en août. Les jeunes larves se nourriront de racines jusqu'à ce que le sol gèle.

Le scarabée japonais (une espèce annuelle) hiverne à l'état de larve du troisième stade larvaire, laquelle recommence à s'alimenter à la fin du printemps jusqu'à la mi-juin. Même si ces larves préfèrent les racines des graminées, elles se nourriront aussi des racines de légumes et d'autres cultures. Les adultes émergent à la fin juin et sont actifs jusqu'à la fin août, se nourrissant du feuillage de diverses cultures maraîchères et ornementales. Les cultures maraîchères n'étant pas un lieu de ponte privilégié, lorsqu'il s'y produit des dommages, c'est habituellement parce que le champ contenait précédemment des cultivars de graminées et que des larves sont encore présentes dans le sol. La ponte a lieu pendant l'été; les nouvelles larves se nourriront des racines jusqu'au début du mois d'octobre.

La larve du hanneton commun demeure dans le sol pendant trois ans. Les dommages sont les plus apparents à la fin du printemps. Toutefois, les légumes-racines peuvent être ravagés tout au long de la saison de végétation.

Dans le cas du hanneton européen et du scarabée japonais, c'est la nouvelle génération de larves qui éclora à l'été qui cause des dommages aux patates douces, puisque la pupaison des vers hivernants, qui se nourrissent au printemps, a déjà eu lieu lorsque se forment les racines tubéreuses de la patate douce. Les larves de hanneton commun sont présentes dans le sol tout au long de la saison et

peuvent endommager toutes les racines, jeunes et matures.

Dépistage et seuils : Aucun seuil n'a été établi. Fouiller dans le sol à la recherche de larves, à approximativement 5 cm (2 po) de profondeur. Les larves matures du hanneton commun peuvent s'en prendre aux racines à une profondeur pouvant atteindre 25 cm (10 po).

Moyens de luttes : En Ontario, les traitements insecticides homologués sont limités pour maîtriser les vers blancs, ce qui complique la lutte contre ces insectes. Pour que les insecticides soient efficaces, il faudrait que leur action se prolonge jusqu'à la moitié de l'été et au-delà, moment où est commis l'essentiel des ravages. Pour éviter les infestations de vers blancs, attendre au moins deux ans avant de cultiver des terres ayant servi à la culture de gazon. Dans les champs où l'on a trouvé des vers blancs avant le semis (ou le repiquage) des légumes, semer si possible une culture qui n'est pas hôte de ce ravageur, par exemple des haricots. Parce que les vers blancs continuent de se nourrir des patates douces jusqu'au début de l'automne, envisager de devancer la récolte (lorsque c'est possible) si une infestation grave est suspectée. Pour en avoir plus, voir *Ver blanc/hanneton européen*, au chapitre 5.

Vers fil-de-fer
Limonius spp., *Agriotes* spp., autres

Identification : En Ontario, les vers fil-de-fer, larves des taupins, s'en prennent aux racines, aux semences et aux tiges d'une grande diversité de cultures et de mauvaises herbes. Reconnaissables à leur corps cuivré cylindrique et raide, les vers fil-de-fer possèdent trois paires de pattes courtes situées près de leur tête brune et aplatie. Une fois arrivés à maturité, ils atteignent 2 à 3 cm (¾ à 1 ¼ po) de longueur. Les adultes sont des coléoptères allongés brun rougeâtre à noirs, généralement nocturnes.

Dommages : Économiquement parlant, les vers fil-de-fer et les vers blancs sont les insectes qui causent le plus de dommages aux patates douces en Ontario. Les vers fil-de-fer creusent, en se nourrissant, de petits trous ronds à la surface des racines tubéreuses (Figure 7–159).



Figure 7–159. Patate douce présentant des dommages causés par le ver fil-de-fer

Les vers fil-de-fer sont présents dans les champs pendant toute la saison, mais ils commencent généralement à ravager les patates douces au moment de l'élongation des racines jusqu'à la récolte. Bien que les premiers trous causés par les larves soient généralement peu profonds (6 mm [< ¼ po]), ils s'approfondiront au fil de la croissance de la racine. Les dégâts sont souvent parsemés dans le champ. À l'automne, les dommages causés par les vers fil-de-fer peuvent empêcher la commercialisation des patates douces.

Biologie : Selon les espèces, les vers fil-de-fer peuvent mettre jusqu'à cinq ans pour compléter leur cycle complet, d'œuf à adulte, la majorité du temps étant passé sous forme de larves dans le sol. Les coléoptères adultes sont actifs au printemps et pondent dans le sol ou à proximité de racines de graminées. L'éclosion a lieu de deux à quatre semaines plus tard, et les larves s'enfouissent dans le sol en quête de nourriture, où elles demeureront jusqu'à la pupaison, de trois à cinq ans plus tard. Les vers fil-de-fer sont donc présents dans les champs pendant toute la saison, mais se déplacent de haut en bas dans les couches de sol en fonction de la température, de l'humidité et de la présence de nourriture ou de dioxyde de carbone. Les larves entrent en pupaison près de la surface. Les nouveaux adultes hivernent dans le sol pour émerger au printemps suivant, pondre et poursuivre le cycle.

Les vers fil-de-fer sont le plus susceptible d'être présents dans les champs ayant récemment servi à la culture de gazon en plaques ou été envahis

par des graminées adventices. Dans un même champ, les populations sont souvent clairsemées, et de ce fait, les dommages aux racines tubéreuses constatés à la récolte ne sont pas uniformément distribués. Sont plus susceptibles d'être envahies les zones sableuses ou limoneuses, particulièrement les buttes ou les zones comportant beaucoup de graminées adventices.

Dépistage et seuils : La distribution clairsemée des vers fil-de-fer dans les champs de patates douces et leur habitude de se déplacer de haut en bas dans les couches de sol en réponse à l'humidité les rendent difficiles à détecter pendant la saison de végétation; ils peuvent ainsi causer des dommages considérables. Il est possible de surveiller les populations en installant des pièges-appâts en automne (ou au début du printemps avant le repiquage). Ce peuvent être des carottes entières, des morceaux de pommes de terre, du maïs ou un mélange de maïs et de blé, enterrés à environ 7,5 cm (3 po) de profondeur, dans cinq à dix endroits identifiés dans le champ. Inspecter les pièges deux ou trois jours plus tard. La présence de 0,5 à 1 ver fil-de-fer par piège, en moyenne, peut être un signe d'infestation.

Moyens de lutte : En Ontario, les traitements insecticides homologués sont limités pour maîtriser les vers fil-de-fer chez la patate douce, ce qui complique la lutte contre cet insecte. Pour que les insecticides soient efficaces, il faudrait que leur action se prolonge jusqu'à la moitié de l'été et au-delà, moment où est commis l'essentiel des ravages. Idéalement, éviter de planter des patates douces dans des champs dont on sait qu'ils ont été infestés, soit à la lumière d'un dépistage à l'aide de pièges, soit en fonction des récoltes antérieures. Ne pas planter de patates douces immédiatement après des cultures fourragères, de gazon ou de plantes hôtes du ravageur (ex. : céréales, graminées, carottes, pommes de terre). Maîtriser les graminées adventices dans le champ et en périphérie, afin d'éliminer toute source supplémentaire de nourriture. Le sarclage des champs avant le repiquage ou après la récolte peut aider à éliminer les sources de nourriture et à exposer les vers fil-de-fer aux prédateurs. Parce que les vers continuent de se nourrir des patates douces jusqu'au début de l'automne, envisager de devancer la récolte (lorsque c'est possible) si une infestation grave est suspectée. Pour en savoir plus, voir *Ver fil-de-fer*, au chapitre 5.

Vers-gris

Agrotis ipsilon (ver-gris noir)
Peridroma saucia (ver-gris panaché)

Identification : Les larves ont un corps mou et plat et se recroquevillent sur elles-mêmes quand on les dérange. À maturité, les vers peuvent atteindre une longueur de 3 à 4 cm (1 ⅛ à 2 ⅝ po). Les vers-gris noirs ont une couleur allant du gris au noir, sans rayures, contrairement aux autres vers-gris, qui ont des rayures dorsales ou latérales. Le ver-gris panaché, plus grand que les autres espèces, se présente plus tard dans la saison. Gris à brun, il présente des bandes longitudinales et des taches en forme de diamant jaune pâle le long de son dos et sur les côtés de son corps.

Dommages : En Ontario, parce que le repiquage se fait en juin, les cultures de patates douces échappent à une grande partie des dommages causés en début de saison par les vers-gris, dont la première génération cesse de se nourrir autour de cette période. Les dommages aux pétioles ou aux tiges des nouvelles boutures sont rares. Plus tard dans la saison, les générations subséquentes de vers-gris se nourrissent du feuillage pendant la nuit, laissant de grands trous irréguliers. Chez les pommes de terre, les vers-gris grignotent des trous dans les tubercules sous la terre, mais on ignore s'ils peuvent s'attaquer aussi aux racines de la patate douce. Dans certaines régions, le papillon du ver-gris pond ses œufs sur les racines de patates douces ou à proximité au moment de la récolte, et les larves endommagent les racines tubéreuses une fois qu'elles sont entreposées.

Biologie : La plupart des espèces de vers-gris n'hivernent pas en Ontario. Au début du printemps, des insectes adultes (des papillons nocturnes) sont transportés par des alizés venant de régions du sud. Les femelles sont attirées par les couverts denses bien verts, où elles pondent leurs œufs. Souvent, à leur arrivée en Ontario au début du printemps, le principal habitat des femelles est les mauvaises herbes annuelles ou vivaces hivernantes. Les vers-gris sont donc plus fréquents dans les champs ayant un couvert vert au début du printemps, avant le travail du sol. L'éclosion des œufs et la période d'alimentation des larves coïncident souvent avec le semis et la levée des cultures.

Dépistage et seuils : La plupart des espèces de vers-gris s'alimentent la nuit et se cachent le jour sous des pierres éparses ou dans le sol au pied des plants. Il est préférable de faire le dépistage au milieu de la

journée, quand les plants ont grandement besoin d'eau. Examiner les plants à la recherche des traces caractéristiques du ver-gris. En cas de dommages, creuser le sol autour de la base; si vers-gris il y a, ils seront à 2,5 cm (1 po) de profondeur dans un rayon de 10 cm (4 po) de la tige. Pour la patate douce, aucun seuil n'a été établi.

Moyens de lutte : Pour maîtriser efficacement les vers-gris, il faut s'attaquer aux petites larves (< 2,5 cm [< 1 po]), les plus grosses étant plus difficiles à tuer avec des insecticides. La lutte devient inutile lorsque les larves sont parvenues en fin de développement (> 2,5 cm [> 1 po] de longueur), car elles se préparent à la pupaison et cessent de s'alimenter. Là où ils sont homologués, pulvériser les insecticides en début de soirée, lorsque les vers-gris remontent à la surface du sol pour s'alimenter durant la nuit. Les insecticides agissent plus efficacement dans un sol humide. Les papillons du ver-gris aiment généralement pondre leurs œufs dans les zones de mauvaises herbes dans les parties basses du champ. Il faut donc maîtriser les mauvaises herbes dans ces secteurs.

Troubles physiologiques

Chimères/mutations

Les chimères sont des anomalies génétiques aléatoires chez les plantes qui provoquent l'apparition de couleurs bigarrées sur les feuilles ou les racines tubéreuses (ex. : motifs blancs ou jaunes mêlés à la couleur normale [Figure 7–160 et Figure 7–161]). Ces symptômes sont parfois confondus avec ceux d'autres maladies ou troubles physiologiques. Les patates douces sont particulièrement sujettes aux mutations, les mutations de la couleur de la chair étant courantes.



Figure 7–160. Chimère de feuilles de patate douce



Figure 7–161. Chimère d'un tubercule de patte douce

Les symptômes de chimères peuvent parfois être confondus avec ceux d'autres maladies (ex. : virus) ou troubles physiologiques (ex. : carence nutritionnelle, lésions causées par un herbicide). En général, les chimères ne touchent qu'un seul plant, contrairement aux maladies ou aux troubles physiologiques.

Dommages causés par le froid

Les dommages causés par le froid sont les lésions qui apparaissent sur les fruits et légumes exposés à des températures au-dessus du point de congélation, mais en dessous d'un certain seuil minimal. Les patates douces sont très sensibles au froid, réagissant si la température descend à 12 °C (54 °F) ou moins, pendant la récolte ou l'entreposage. Bien qu'elles puissent sembler intactes lors de la récolte, les racines touchées par le froid montreront rapidement des signes de pourriture pendant le séchage, ou présenteront des symptômes après plusieurs semaines d'entreposage. Les symptômes du froid chez la patate douce peuvent être difficiles à diagnostiquer; citons des taches déprimées sur la peau, une perte de matière sèche, une nécrose interne et la décoloration des tissus exposés à l'air (Figure 7–162). Le froid peut augmenter grandement la susceptibilité des racines à la pourriture pendant l'entreposage à cause d'une diversité de champignons. Il peut aussi altérer la couleur, la texture, le goût et l'odeur des patates douces, et son cœur peut rester dur après la cuisson (durcissement du cœur).



Figure 7–162. Patate douce ayant été exposée au froid, présentant des taches déprimées sur la peau et des signes de pourriture causée par un champignon

Ces dommages sont dus à deux facteurs : la température et la durée d'exposition. Une exposition d'une ou deux heures à 4 °C (39 °F) peut causer les mêmes dégâts qu'une exposition de plusieurs heures à 8 °C (46 °F). Les effets peuvent aussi être cumulatifs, par exemple il pourrait n'y avoir aucun dommage si la température du sol descend en deçà de 10 °C (50 °F) pendant un court instant, mais les dommages risquent d'être plus importants si la situation se répète pendant plusieurs jours.

Pour éviter les blessures causées par le froid, s'organiser pour terminer la récolte avant que la température du sol ne tombe régulièrement en deçà de 10 °C (50 °F). S'il est nécessaire de récolter plus tard dans la saison, penser à séparer les différentes récoltes, les patates douces récoltées en dernier étant plus susceptibles de développer des pourritures de conservation causées par des champignons. S'assurer de sortir les légumes récoltés du champ le plus rapidement possible si la température de l'air descend en dessous de 12 °C (54 °F) et ne jamais les laisser dans le champ pendant la nuit. Après le séchage, s'assurer que les températures dans l'entrepôt ne descendent jamais en dessous de 13 °C (55 °F), et qu'une ventilation adéquate permet des températures stables.

Craquelures de croissance

Les racines tubéreuses de patates douces peuvent développer des craquelures ou des fendillements de croissance pendant l'élongation des racines, lorsque des conditions inégales de croissance font en sorte que les tissus racinaires internes grossissent plus rapidement que les tissus externes et la peau. Ces craquelures longitudinales le long des grosses racines tubéreuses peuvent parfois être très profondes (Figure 7–163). La peau qui recouvre la fissure peut être partiellement guérie ou non, ou nécrosée, selon le temps écoulé entre l'apparition de la craquelure et la récolte.

Les craquelures non guéries peuvent constituer une porte d'entrée pour des agents pathogènes secondaires. Elles sont le plus souvent attribuées à des fluctuations dans les taux d'humidité du sol, particulièrement lorsque des périodes de grande sécheresse sont suivies par des épisodes prolongés de pluies abondantes ou d'irrigation, ce qui entraîne une absorption hydrique rapide et inégale par les racines. Les craquelures sont aussi liées à des températures basses du sol (12 à 16 °C ou 54 à 61 °F) pendant la période de développement racinaire et, moins souvent, à des excès d'azote ou à des carences en bore. Elles peuvent aussi être causées par certaines espèces de nématodes, mais pas par celles présentes en Ontario.



Figure 7–163. Patates douces présentant des craquelures de croissance à la récolte (A et B)

Desquamation

La desquamation, ou l'abrasion de la surface, se produit lorsque l'épiderme racinaire, ou la couche externe de peau, se sépare des tissus racinaires sous-jacents, à la récolte ou, moins souvent, pendant l'emballage et l'expédition (Figure 7–164). La peau des racines tubéreuses de patate douce est extrêmement fragile, ce qui les rend bien plus sensibles à la desquamation que la plupart des autres légumes. Les patates douces fraîchement récoltées, dont la peau est très mince, sont extrêmement vulnérables à la desquamation, cette sensibilité pouvant augmenter pendant plusieurs jours après la récolte.



Figure 7–164. Patates douces présentant des symptômes de desquamation

Si les racines tubéreuses desquamées ne sont pas adéquatement séchées immédiatement après la récolte, les lésions peuvent devenir sombres et déprimées, faisant alors penser à celles causées par les maladies de conservation. Les blessures qui en résultent ne posent pas seulement un problème esthétique; elles peuvent entraîner une perte hydrique et faire diminuer le poids des racines pendant l'entreposage, en plus de fournir un point d'entrée pour d'autres agents pathogènes causant des pourritures. Il y a aussi un risque de desquamation lorsque les patates douces sont manipulées pendant l'emballage et l'expédition, bien qu'il soit moindre une fois qu'elles ont été adéquatement conditionnées et entreposées pendant plusieurs semaines. Encore méconnue chez ce légume, la desquamation a été liée à de nombreux facteurs, dont l'environnement et le cultivar, certains étant plus vulnérables que d'autres.

Pour éviter la desquamation, il faut manipuler délicatement les patates douces, idéalement avec des gants, pendant la récolte. L'équipement agricole destiné à la récolte est souvent modifié pour minimiser les chocs, et les racines tubéreuses doivent être déposées, et non lancées, dans les contenants d'entreposage. Un sol très sec au moment de la récolte peut faire augmenter les risques de desquamation. Éviter de récolter les patates douces lorsque le sol est sec ou irriguer le sol au préalable. Un conditionnement adéquat rapidement après la récolte aide à la solidification ou au durcissement de la peau. La tonte des plants trois à sept jours avant la récolte s'est aussi révélée efficace pour réduire la desquamation; toutefois, les intervalles entre la tonte et la récolte ne doivent pas être trop longs, sinon les racines tubéreuses pourraient être endommagées par le froid ou les agents pathogènes telluriques pouvant pénétrer leur chair par les lésions.

Ravageurs vertébrés

Cervidés

Les vertébrés constituent souvent un problème pour beaucoup de cultures horticoles. Les feuilles et les rameaux de patate douce sont très attrayants pour le cerf de Virginie, qui viendra se nourrir dans les champs seul ou en groupe, surtout la nuit. Si les dommages foliaires sont importants, la croissance des racines en sera affectée; les déplacements de l'animal dans le champ pourraient aussi détruire les buttes. Occasionnellement, les cerfs creuseront dans les buttes en quête de racines. Bien qu'on ait signalé plusieurs fois des dommages mineurs, en particulier en périphérie des champs, il est rare que les cervidés causent des dommages économiques sur de grandes portions de champs en Ontario, et ces dégâts tendent à se produire principalement dans des champs entourés de forêts ou d'autres habitats du cerf (Figure 7–165).



Figure 7–165. Dommages causés par des cervidés dans un champ de patates douces

Œdème

Des épisodes prolongés de pluie pendant des périodes fraîches et nuageuses, particulièrement à l'automne avant la récolte, peuvent aussi mener au développement d'œdèmes sur les racines tubéreuses et les feuilles. Ce symptôme se manifeste lorsque les racines absorbent l'eau plus rapidement qu'elle n'est exsudée par les feuilles, ce qui cause une accumulation dans les cellules foliaires et racinaires, augmentant la pression et faisant exploser leurs parois. Les cellules mortes ont l'apparence d'ampoules ou de bosses sur la surface des racines tubéreuses ou sur la face inférieure des feuilles (Figure 7–166).



Figure 7–166. L'explosion des cellules et les ampoules sont caractéristiques de l'œdème

Rongeurs

Les rongeurs, particulièrement les souris et les campagnols, se nourrissent des racines de patate douce quand la saison est bien avancée. Les campagnols, qui préfèrent les zones naturellement couvertes, sont attirés par les feuillages denses des champs de plants matures. Ils ont tendance à se nourrir des parties de la racine qui sortent du sol ou qui sont juste sous la surface, dont ils grignotent de gros morceaux. Les dommages causés par les souris ou les campagnols peuvent généralement être distingués de ceux laissés par les insectes terricoles, par les marques que laissent leurs dents et la grosseur des morceaux mangés. En creusant, les campagnols peuvent exposer les racines à l'insolation ou au froid; les prédateurs qui creusent dans les buttes pour s'en prendre aux campagnols peuvent aussi causer des dommages, bien que ce phénomène ne soit pas répandu à l'ensemble du champ. Comme les dommages directs ont tendance à se limiter à la partie de la racine qui sort de terre, les rongeurs n'ont en général qu'une faible répercussion économique en Ontario (Figure 7–167).

Pour en savoir plus sur les vertébrés dans les cultures horticoles, rechercher le mot « vertébré » ou « campagnol » au www.ontario.ca. Prendre note que certains moyens de lutte contre les vertébrés indiqués pour les cultures arboricoles ne le sont pas forcément pour les cultures maraîchères. Les rodenticides, les pièges ou les répulsifs mentionnés dans ces ressources doivent être homologués pour être utilisés légalement dans un champ de patates douces ou aux alentours.



Figure 7–167. Patates douces présentant des dommages causés par un campagnol

Pois



De la plantation à la récolte : 50 à 60 jours

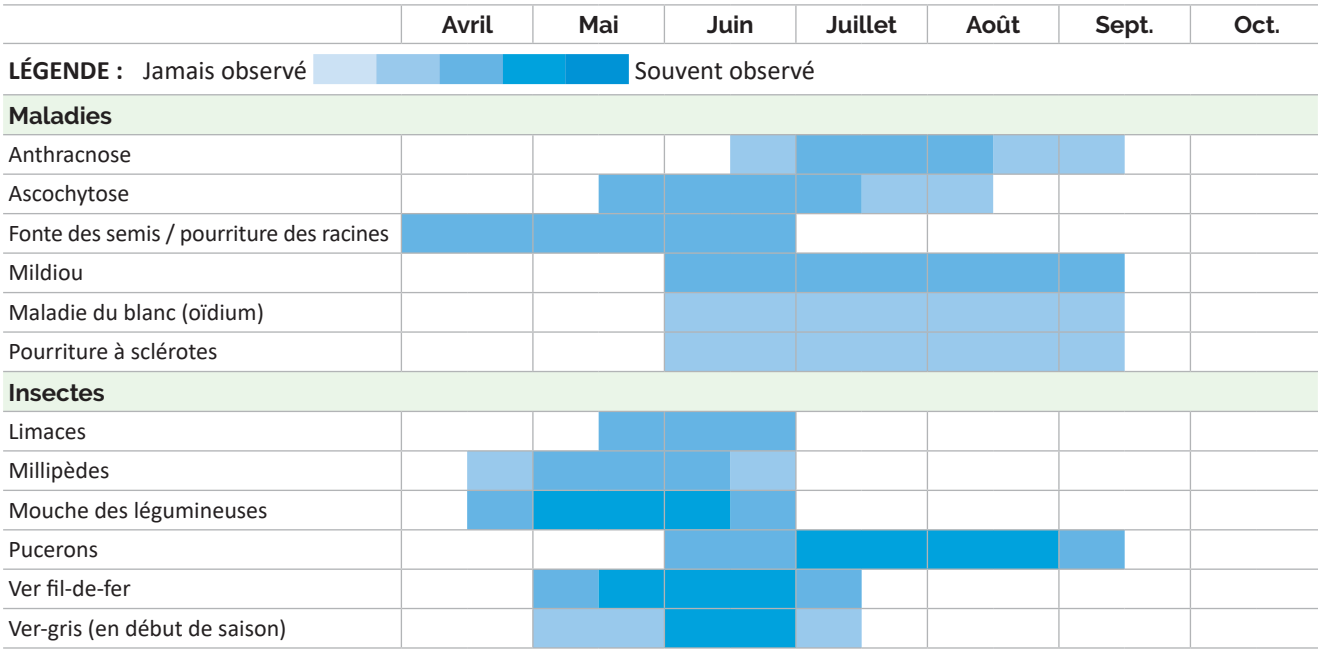


Figure 7–168. Stades de développement du pois et calendrier d'activité des ravageurs. La période réelle d'activité des ravageurs varie considérablement d'une année à l'autre selon des facteurs environnementaux.

Exigences de production

Types de sols :	Les pois aiment les sols bien drainés. Éviter de planter les semis hâtifs dans les sols lourds ou les champs à texture variable, car ils y seront plus exposés aux pourritures des racines et aux insectes ravageurs.
pH du sol :	5,8 à 6,8
Cultures recommandées dans la rotation :	Brassicacées, céréales, cucurbitacées, légumes racines, maïs, poivrons, piments, tomates
Cultures déconseillées dans la rotation :	Haricots, pois
Température minimale du sol :	4 °C (39 °F)
Température optimale de l'air :	15 à 18 °C (59 à 64 °F)
Date de semis la plus précoce :	Dès que l'humidité du sol et la température conviennent

Croissance

La majorité des pois cultivés en Ontario sont destinés à la transformation, mais ils sont aussi vendus en gros et frais (petits pois et pois mangetout). Les petits pois doivent être récoltés à l'aide d'un équipement spécialisé.

Le pois est un légume de saison fraîche. Il peut souffrir d'un stress dû à la chaleur dès que la température monte au-delà de 24 °C (75 °F), surtout durant la récolte. On peut commencer les semis dès que le sol se réchauffe au printemps. La culture hâtive destinée à la transformation commence souvent à la fin mars. Les plantations suivantes se poursuivent jusqu'au début juin dans le Sud-Ouest de l'Ontario et jusqu'à la fin juin ailleurs dans la province.

Les mauvaises herbes qui posent un problème sont le chardon du Canada et la morelle noire de l'Est, qui peut contaminer les cultures durant la récolte.

Pour les cultures destinées à la transformation, c'est le transformateur qui sélectionne le cultivar et qui détermine les dates de plantation et de récolte. Les pois protéagineux sont habituellement cultivés pour la transformation. Comme ils sont pourvus de beaucoup de vrilles, ils n'ont pas besoin de tuteur.

Semis et espacements

La taille des semences varie considérablement d'un cultivar à l'autre. Le taux de semis doit donc être ajusté en fonction de ce paramètre et du pouvoir germinatif. Toujours planter en sol humide. Voir le Tableau 7–115.

Inoculation

Chez les pois, les nodules sont formés par l'organisme bactérien *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae*. Si le champ n'a pas accueilli récemment de culture de pois, l'inoculation peut être nécessaire. En général, les légumineuses n'ont pas un système racinaire robuste, ce qui réduit la nodulation. La courte durée de croissance et de maturation de ces cultivars limite également leur possibilité à fixer de grandes quantités d'azote atmosphérique et le crédit-azote pour les cultures en rotation. Dans les champs où des pois ont été cultivés précédemment, il n'y a pas de réel avantage à l'inoculation côté rendement.

Cultures couvre-sol

La culture hâtive de pois est l'occasion idéale d'intégrer dans la rotation des cultures couvre-sol. Le choix d'un mélange d'espèces à racines pivotantes et à racines fasciculées permet d'atténuer le compactage du sol occasionné durant les récoltes. Les cultures couvre-sol sont surtout importantes après certaines activités, comme le scarifiage profond, pour garder le sol « ouvert » et friable. Elles aident aussi à capturer et à conserver l'azote résiduel lors de la décomposition de la culture de pois. Voir *Cultures couvre-sol*, au chapitre 2, pour en savoir plus.

Tableau 7–115. Distance de plantation des pois

Culture	Distance entre les rangs	Espacement sur le rang	Profondeur	Taux de semis
Pois	15-20 cm (6-8 po)	4-5 cm (1 ½-2 po)	2,5-5 cm (1-2 po)	100-300 kg/ha (90-270 lb/acre)

Tableau 7–116. Besoins en phosphore des pois

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en phosphore évaluée par extraction au bicarbonate de sodium (ppm)													
	0-3	4-5	6-7	8-9	10-12	13-15	16-20	21-25	26-30	31-40	41-50	51-60	61-80	81 ou plus
Sols minéraux														
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	80 (71) (EE)	60 (54) (EE)	50 (45) (EE)	40 (36) (EE)	30 (27) (EM)	20 (18) (EM)	0 (EF)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (ETF)	0 (ETF)	0 (ETF)	0 (EN)	0 (EN)

Tableau 7–117. Besoins en potassium des pois

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en potassium évaluée par extraction à l'acétate d'ammonium (ppm)											
	0-15	16-30	31-45	46-60	61-80	81-100	101-120	121-150	151-180	181-210	211-250	251 ou plus
Sols minéraux												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	120 (107) (EE)	110 (98) (EE)	90 (80) (EE)	80 (71) (EE)	60 (54) (EM)	40 (36) (EM)	30 (27) (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (ETF)	0 (ETF)	0 (EN)

Fertilisation

Macronutriments

Azote

S'il faut épandre du phosphate et de la potasse, appliquer 15 kg d'azote par hectare (13 lb par acre) lors des semis. Sinon, on peut omettre l'azote.

Phosphore et potassium

Faire analyser le sol pour déterminer les besoins en phosphore et en potassium. Voir le Tableau 7–116 et le Tableau 7–117.

Oligo-éléments

Les pois peuvent souffrir de carence en manganèse, surtout dans les sols dont le pH est supérieur à 6,5. On observe alors un jaunissement des feuilles les plus matures, tandis que les nervures, elles, restent vert foncé. Dans les champs que l'on sait carencés, envisager d'utiliser une pulvérisation foliaire de manganèse. L'épandage au sol n'est pas conseillé en raison des grandes quantités d'engrais que cela nécessiterait. Les pois sont sensibles au bore. Éviter d'en cultiver dans les champs où on utilise de l'engrais au bore pour les cultures utilisées pour la rotation.

Irrigation

Habituellement, on n'irrigue pas les cultures de pois. Toutefois, une irrigation peut être bénéfique pour les plants cultivés au milieu de l'été.

Effets du stress hydrique : Coulure, mauvaise grenaison et cosses vides
Période critique d'irrigation : Floraison et remplissage des gousses
Profondeur d'enracinement : 30 cm (12 po)

Si le taux d'humidité disponible dans la zone racinaire atteint 60 % pendant la période critique d'irrigation, un arrosage peut contribuer à préserver le rendement et la qualité des cultures.

Pour en savoir plus sur la programmation de l'irrigation, voir *Les pratiques de gestion optimales : Gestion de l'irrigation* (publication nº BMP08E) et la fiche technique du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales (MAAARO) *Surveiller l'humidité du sol pour améliorer les décisions d'irrigation*.

Récolte

La plupart des cultivars de pois atteignent la maturité 50 à 60 jours après la plantation. Lorsque les cultures sont presque mûres, surveiller les champs quotidiennement, les pois pouvant rapidement devenir trop mûrs et perdre de leur qualité, particulièrement par temps chaud. Récolter lorsque les cosses sont complètement vertes et bien remplies, mais encore tendres. Les pois destinés à la transformation sont évalués (et payés) selon leur score au tendéromètre. Ce dernier mesure la force requise pour écraser un échantillon de taille normale. Le score peut aller de 80 à 133. Plus le score est haut, moins l'échantillon est tendre. Un haut score fait également baisser le prix de vente par tonne. L'intervalle optimal de tendreté se situe entre 105 et 115. Pour le rendement moyen des pois destinés à la transformation, voir le Tableau 7–118.

Tableau 7–118. Rendement moyen des petits pois

Système de production	Rendement
Traditionnel	4,7 tonnes métriques/ha (2,1 tonnes américaines/acre)
Biologique	2,7 tonnes métriques/ha (1,2 tonne américaine/acre)

Entreposage

Les pois destinés à la transformation sont transformés le plus rapidement possible après la récolte. Pour ceux destinés au marché du frais, il faut les refroidir le plus tôt possible après la récolte. La teneur en sucre des pois se convertit rapidement en amidon, c'est pourquoi il est important de les refroidir ou de les transformer rapidement. Les méthodes de refroidissement par air pulsé, dans la glace et sous vide conviennent bien à ce légume. Pour les pois destinés au marché du frais, envisager de récolter le matin, lorsque le légume n'est pas encore trop chaud, pour mieux en conserver la qualité.

Température d'entreposage : 0 °C (32 °F)
Humidité relative : 95 à 98 %
Durée : 1 à 2 semaines

Lutte contre les ravageurs et les troubles physiologiques

Voir la Figure 7–168 *Stades de développement du pois et calendrier d'activité des ravageurs*.

Maladies

Anthracnose
Colletotrichum lindemuthianum

Identification : L'anthracnose se manifeste d'abord par des taches brun rougeâtre tirant sur le mauve le long des nervures de la face inférieure des feuilles. Les infections graves se propagent sur la face supérieure des feuilles où des lésions brunes plus grosses et de forme irrégulière apparaissent. Les lésions de la tige et du pétiole sont de forme circulaire à elliptique, ceinturées d'une bordure rouge foncé à brune.

Les infections de la cosse se présentent comme des petites mouchetures brunes, qui, en grossissant, deviennent circulaires et creuses. Ces lésions, dont le centre est souvent brun pâle, sont ceinturées d'une marge plus foncée. On peut observer de petites pustules noires (appelées acervules) au centre de la lésion. Dans des conditions très humides, ces lésions deviennent rosées.

Biologie : L'anthracnose se propage par les semences infectées et les résidus de récolte. En revanche, la bactérie survit mal sur les résidus de récolte. Le vent et une humidité relative d'au moins 92 % sont propices à l'infection. La propagation se fait surtout autour de 17 °C (63 °F), même si les spores sont produites à n'importe quelle température entre 13 et 26 °C (55 à 79 °F).

Moyens de lutte : Utiliser seulement des semences certifiées. Éviter la rotation avec d'autres cultures hôtes, dont le haricot. Éviter de travailler dans les champs quand ils sont humides. Même lorsque peu présente, l'infection peut se répandre rapidement par les machines agricoles ou le va-et-vient des travailleurs.

Ascochytose (anthracnose du pois)
Ascochyta sp.
Mycosphaerella pinodes
Phoma pinodella (pois)
Phoma exigua (haricot)

Identification : Les plantules infectées développent des symptômes ressemblant à ceux de la fonte des semis. Les tissus de la tige au-dessus du niveau du sol se nécrosent. N'étant plus assez alimentée en eau et en éléments nutritifs, la plante se rabougrit et dépérit.

Sur les plantes établies, les infections par *Mycosphaerella* causent des taches chamois à brun pâle sur les feuilles et les tiges. Une bordure noire délimite nettement ces taches. On peut observer de petites pustules noires (appelées « acervules ») au centre de la lésion. Les feuilles infectées finissent par jaunir et flétrir. Les plants restent cependant debout, et leurs tiges prennent l'apparence de la paille.

Biologie : Cet ensemble de maladies est transmis par les spores véhiculées par les semences, le sol et le vent. Celles-ci peuvent ainsi franchir de longues distances et infecter de vastes territoires. L'infection peut se déclencher entre 15 et 25 °C (59 à 68 °F) et lorsque les feuilles sont humides pendant au moins deux heures.

Moyens de lutte : Utiliser seulement des semences certifiées et exemptes de maladies. Pratiquer une rotation de quatre ou cinq ans sans pois et autres cultures de légumineuses. Assurer aux plantes un démarrage vigoureux en semant dans un sol bien réchauffé et en réduisant le compactage le plus possible.

Fonte des semis (pourriture des racines)
Pythium sp.
Phytophthora sp.
Rhizoctonia sp.
Fusarium sp.

La fonte des semis peut être très problématique chez les pois destinés à la transformation. Pour les pois ayant un système racinaire délicat, même une légère fonte des semis peut avoir un effet sur la vigueur des cultures et le rendement. Un système racinaire compromis peut aussi dégrader rapidement la qualité des récoltes (le score au tendéromètre). Il est primordial de faire une longue rotation des cultures pour contrer ce trouble. Voir le chapitre 6 pour en savoir plus.

Mildiou
Peronospora viciae f. sp. *pisi*

Identification : L'infection foliaire commence par l'apparition de lésions jaune pâle de forme irrégulière sur la face supérieure de la feuille. Il se forme alors un duvet dense de couleur grise sur le revers des feuilles et sur la tige. Les infections graves, combinées à des conditions humides, donnent un aspect visqueux aux plants et les rendent vulnérables à la verse. Une moisissure blanche se développe à l'intérieur des cosses infectées, puis les pois se décolorent et se déforment (Figure 7–169).



Figure 7–169. Hyphes fongiques du mildiou sur la face inférieure d'une feuille de pois

Biologie : Chez les pois, le mildiou se transmet à la fois par les semences et par le sol, même si la plupart des semences infectées ne lèvent pas ou se flétrissent et meurent peu après la levée. Les oospores dans le sol, qui sont actives entre 10 et 15 °C (50 et 59 °F), infectent le feuillage au bas des plants. La maladie se propage plus rapidement dans des conditions venteuses ou pluvieuses. Les conditions optimales d'infection sont des températures entre 8 et 20 °C (46 et 68 °F) et la présence d'humidité sur les feuilles pendant six heures.

Moyens de lutte : Il est difficile de maîtriser le mildiou chez les pois à l'aide de fongicides foliaires. Pratiquer une rotation de trois à quatre ans entre les cultures de pois. Certains cultivars sont plus vulnérables que d'autres à la maladie. Dans la mesure du possible, utiliser des cultivars résistants.

Maladie du blanc (oïdium)
Erysiphe pisi, *Oïdium* sp.

Identification : Chez la plupart des cultures maraîchères, les premiers symptômes apparaissent habituellement sur les feuilles plus matures se trouvant à l'ombre. Un duvet fongique blanc dense (poudreux) se forme sur la face inférieure de la feuille. Il arrive aussi que la face supérieure de la feuille prenne une couleur vert pâle ou jaunâtre. Les taches poudreuses blanches gagnent ensuite la face supérieure des feuilles et les pétioles. Les feuilles et les tiges infectées jaunissent, se flétrissent et meurent prématurément.

Biologie : Les agents pathogènes causant la maladie n'hivernent pas au champ en Ontario. Le vent apporte généralement les spores (du Sud des États-Unis et du Mexique) au milieu de l'été. L'infection se produit surtout entre 20 et 26 °C (68 et 79 °F); au-delà de ce seuil, la maladie se développe lentement.

Les infections peuvent se déclarer à des taux d'humidité relativement faibles, mais elles s'intensifient par temps humide et en cas de fortes rosées. Dans ces conditions, on peut voir apparaître les premiers symptômes trois à sept jours après l'infection.

Moyens de lutte : Les cultivars ont des niveaux de résistance variés. Il existe des fongicides pouvant assurer une suppression partielle de la maladie, mais il faut bien recouvrir les faces inférieure et supérieure des feuilles.

Il est difficile de déceler le blanc aux premiers stades de la maladie. Pour détecter la croissance des spores, il faut vérifier la face inférieure des feuilles. Lorsque les taches blanches et le jaunissement atteignent la face supérieure de la feuille, la maladie est déjà avancée, et il est peu probable que des applications de fongicides arrivent à l'éliminer.

Comme beaucoup de cultures sont hôtes du blanc, la lutte culturale est peu efficace.

Pourriture à sclérotes
Sclerotinia sclerotiorum

Identification : Des taches aqueuses vert foncé apparaissent sur les cosses, les tiges ou les ramifications. Elles grossissent rapidement et finissent par gagner les tiges et les pétioles, entraînant le jaunissement et la mort des feuilles. À l'approche de la récolte, un duvet blanc cotonneux apparaît sur les cosses et les tiges. On y trouve généralement des sclérotes noirs durs de la grosseur d'un pois. Si la pourriture se forme à l'intérieur de la cosse, cette dernière peut propager la maladie durant la transformation.

Biologie : Le champignon de la pourriture à sclérotes passe l'hiver dans le sol sous forme de sclérotes. L'infection se manifeste d'abord au moment de la floraison ou de la formation des cosses. Le développement de la maladie est favorisé par des températures comprises entre 20 et 25 °C (68 et 77 °F) et une humectation continue des feuilles (humidité de l'air élevée et rosées abondantes). Les sclérotes du champignon (*Sclerotinia*) peuvent persister plusieurs années dans le sol.

Moyens de lutte : Pratiquer une rotation de trois ou quatre ans sans cultures sensibles à la maladie (cucurbitacées, haricots comestibles, soya, canola, carottes et laitues). Éviter d'appliquer des doses élevées d'azote, car en trop grande quantité, il favorise un développement exagéré du feuillage, ce qui réduit la circulation de l'air au sein des plants et crée des conditions favorables pour le champignon. Voir *Pourriture à sclérotes*, au chapitre 6.

Insectes

Limaces
Diverses espèces

Voir chapitre 5.

Millipèdes
Cylindroiulus caeruleocinctus, *Blaniulus guttulatus*, *Pseudopolydesmus* spp.

Voir chapitre 5.

Mouche des légumineuses
Delia platura

Identification : De petite taille, translucides et blancs, les jeunes asticots mesurent moins de 5 mm (¼ po) de longueur et sont dépourvus de pattes. Ils ont une forme oblongue, pointée à l'avant. Les pupes sont petites, de 4 à 5 mm (¼ po) de longueur, et sont brunes et oblongues. L'adulte, quant à lui, est une petite mouche élancée de couleur gris-noir qui mesure 5 mm (¼ po).

Dommages : Les asticots creusent dans les semences en germination et dans les parties souterraines des plantules sortant de terre. Les semences infectées ne lèvent pas ou si elles lèvent, elles meurent peu après. Un peuplement clairsemé est souvent le symptôme d'une infestation.

Biologie : L'insecte hiverne sous forme de pupe dans le sol. Les adultes émergent au début du printemps. Les femelles sont attirées par les sols humides qui dégagent une odeur de matière organique en décomposition, comme les résidus de récolte, des zones où du fumier vient d'être épandu ou un sol fraîchement travaillé. On compte de trois à six générations par année en Ontario, mais généralement c'est la première qui est la plus destructrice. Les femelles de la première génération pondent d'avril à la mi-juin. Les œufs éclosent en 7 à 10 jours, et les larves restent au champ d'une à trois semaines, se nourrissant de résidus, de graines et de jeunes plantules. C'est dans des conditions froides et humides que les dommages sont le plus importants.

Dépistage et seuils : Rechercher des signes de mauvaise levée et des lésions à la base des plants nouvellement levés. Aucun seuil d'intervention n'a été fixé.

Moyens de lutte : Il n'existe pas de traitement correctif. Le principal moyen de gestion est l'utilisation d'un traitement insecticide des semences. Les femelles pondeuses sont attirées par les sols humides et l'odeur de la matière organique en décomposition. Éviter de les attirer en épandant du fumier ou en incorporant au sol des cultures couvre-sol d'hiver bien avant le moment des semis.

Pucerons
Famille des *Aphididae*, diverses espèces

Voir chapitre 5.

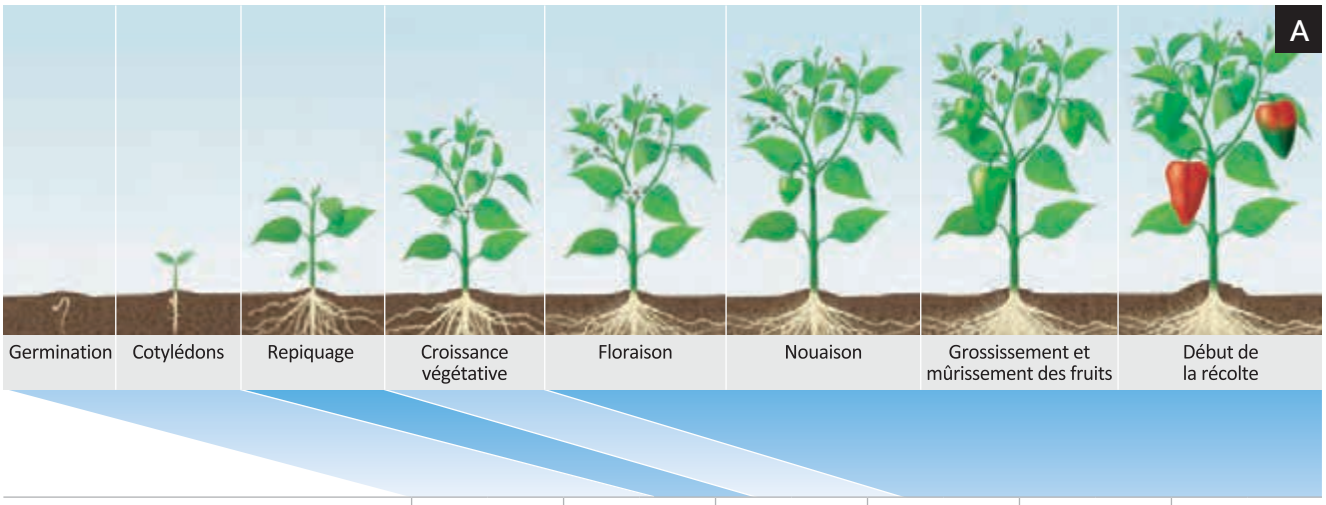
Vers fil-de-fer
Diverses espèces

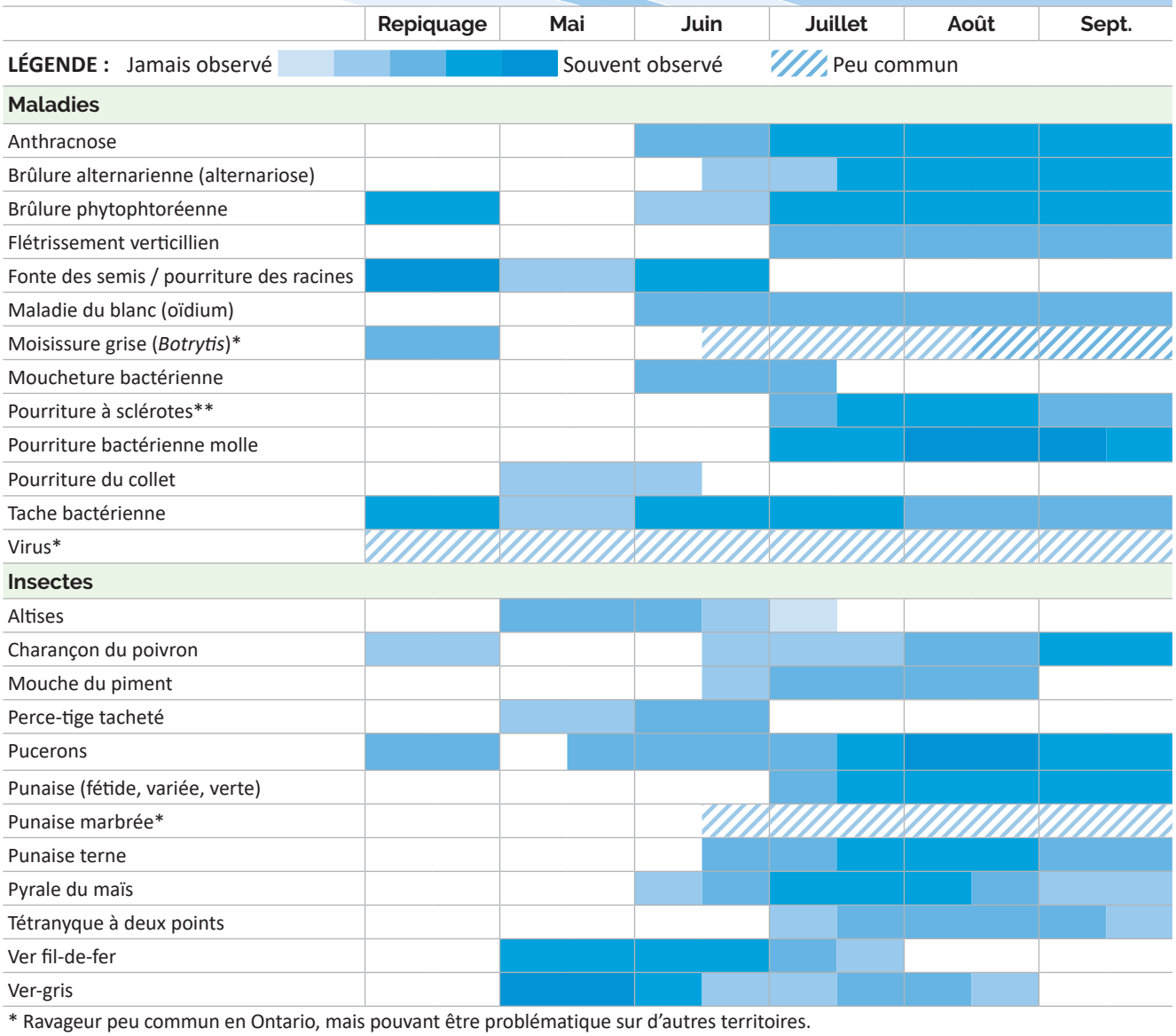
Voir chapitre 5.

Vers-gris (en début de saison)
Agrotis ipsilon (ver-gris noir)
Euxoa messoria (ver-gris moissonneur)
Crymodes devastator (ver-gris vitreux)
Euxoa detersa (ver-gris arénicole)

Voir chapitre 5.

Poivrons et piments





* Ravageur peu commun en Ontario, mais pouvant être problématique sur d'autres territoires.

** Peut aussi causer la pourriture du collet chez les plantules et les jeunes plants. Voir *Pourriture du collet*.

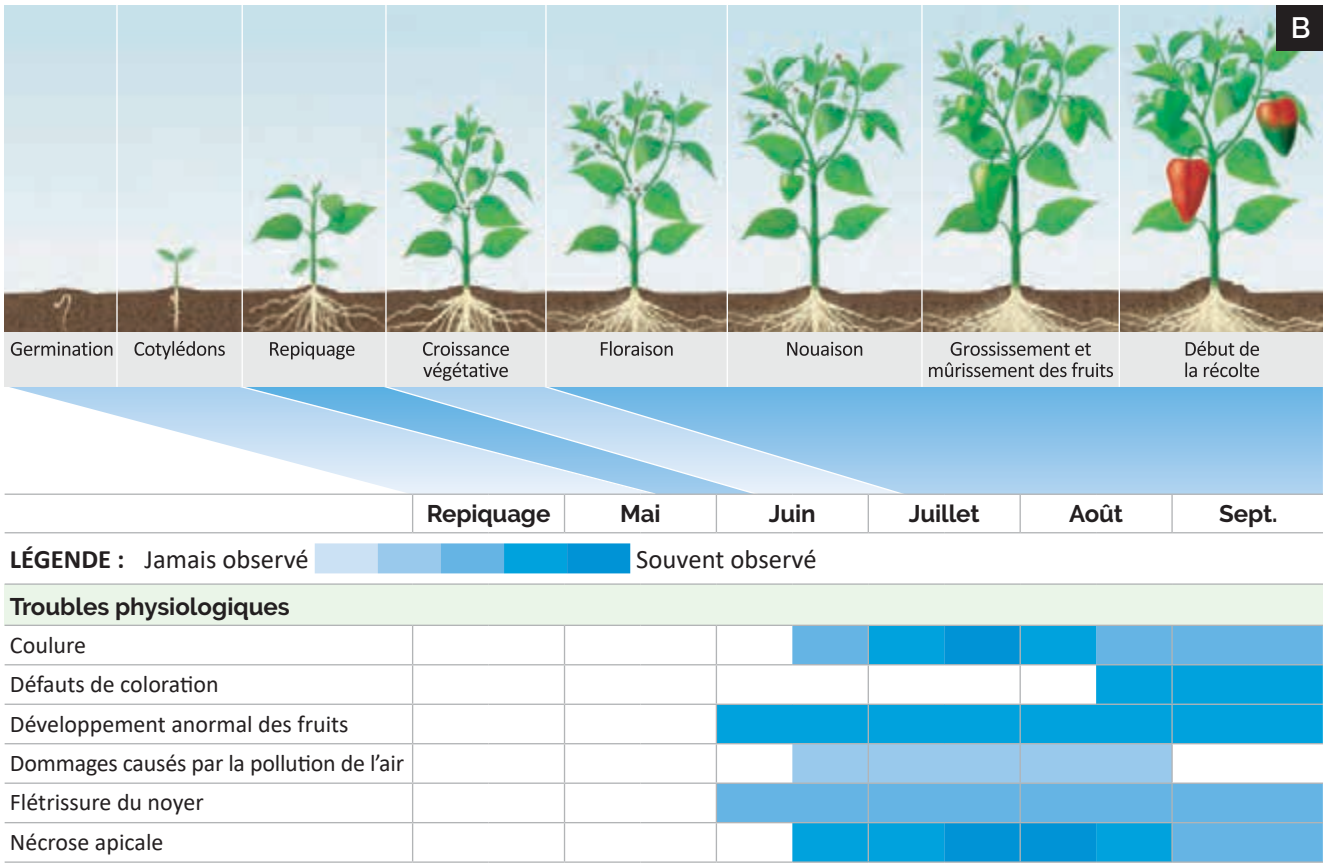


Figure 7–170. Stades de développement du poivron et du piment et calendrier d'activité des ravageurs. La période réelle d'activité des ravageurs varie considérablement d'une année à l'autre selon des facteurs environnementaux.

Croissance des plants de poivron et de piment

En Ontario, le poivron et le piment sont cultivés en champ à partir de plants de repiquage produits en serre pendant 8 à 10 semaines environ. La germination des semences prend entre 8 et 10 jours après les semis; deux feuilles primordiales ovales et allongées poussent, les cotylédons. Les deux feuilles suivantes sont les premières feuilles vraies; elles ont la forme d'une vraie feuille de poivron ou de piment. En général, les plants destinés à la transformation sont plantés au champ lorsqu'ils atteignent une hauteur de 5 à 10 cm (2 à 4 po) et comportent quatre feuilles vraies ou plus. Pour les plants destinés au marché du frais, on attend qu'ils soient un peu plus grands (entre 10 et 20 cm [4 à 8 po]) et qu'ils aient au moins six feuilles vraies.

Une fois repiqué, le plant poursuit la croissance de son système racinaire et sa croissance végétative (maturation des feuilles). Le stade de la floraison commence dès que les premières fleurs sont visibles. La première fleur s'appelle la « fleur centrale ». La pollinisation est majoritairement assurée par les insectes, de petits fruits verts commençant à se former de 7 à 10 jours plus tard. La présence de fleurs et de petits fruits verts marque l'étape de la floraison et de la fructification. Débute ensuite l'étape de la croissance, où les fruits, qui demeurent verts, commencent à grossir. On considère que le fruit a commencé à mûrir dès le moindre changement de couleur. Pour les poivrons et les piments destinés à la transformation, la récolte commence lorsqu'environ un tiers des fruits du plant sont mûrs. La couleur du fruit à la récolte dépendra de la demande du marché. Les poivrons et les piments destinés à la transformation sont cueillis environ deux à trois fois par saison. Ceux destinés au marché du frais le sont lorsque plus de 75 % de leur peau est colorée. Les fruits mûrs sont cueillis une à deux fois par semaine jusqu'à ce que la température baisse, marquant la fin de la production.

Exigences de production

Types de sol :	Grande diversité de sols minéraux bien drainés
pH du sol :	5,5 à 6,8
Cultures recommandées dans la rotation :	Brassicacées, céréales, haricots, maïs, pois, soya
Cultures déconseillées dans la rotation :	Aubergines, cucurbitacées, pommes de terre, tabac, tomates
Température minimale du sol :	16 °C (61 °F)
Température optimale de l'air :	22 à 30 °C (72 à 86 °F)
Date de semis la plus précoce :	Tard en mai, quand il n'y a plus de risques de gel

Tableau 7–119. Conditions de germination et de croissance des plants de poivrons et de piments

Poids de semences pour obtenir 10 000 plants	Profondeur de semis	Temperature de germination[1]			Délai semis-levée (jours)	Température de croissance optimale		Tolérance au pH	Durée de production (sem.)
		Min.	Opt.	Max.		Jour	Nuit		
198 g (7 oz)	0,6 cm (¼ po)	18 °C (64 °F)	29 °C (84 °F)	35 °C (95 °F)	8	18-24 °C (64-75 °F)	15-18 °C (59-64 °F)	5,5-6,8	5-9

[1] De nombreux légumes peuvent germer à une température plus basse ou plus élevée, mais le pourcentage de germination et la rapidité et l'uniformité de la levée pourraient être moindres.

Production de plants de repiquage

Les plants de repiquage pour les champs à production hâtive sont placés dans des plateaux multicellules de 50 ou de 72 cellules. Pour les cultures principales, on utilise de plus petites cellules (plateaux comportant de 128 à 200 cellules). Planter 200 g de graines pour avoir suffisamment de plants pour couvrir 1 hectare (2 ½ acres). Voir le Tableau 7–119.

Les plants de poivron et de piment réagissent fortement aux engrais. Pour une fertilisation à chaque arrosage, utiliser environ 100 ppm d'azote. Augmenter la concentration si l'application est plus espacée. Voir le Tableau 1–14.

La qualité de l'eau est un aspect important de la production de plants de repiquage. Voir le Tableau 1–16, au chapitre 1.

Distances de plantation au champ

Ne planter que des plants correctement endurcis, sains et en pleine croissance. Ne pas interrompre l'arrosage ou la fertilisation pour endurcir ou entreposer les plants. Au lieu de cela, réduire les températures de jour, augmenter la circulation de l'air et, si possible, placer les plants dans un endroit abrité à l'extérieur pendant quelques jours avant la plantation. Voir le Tableau 7–120.

Tableau 7–120. Distance de plantation des poivrons et des piments

Culture	Distance entre les rangs	Espacement sur le rang
Rangs simples		
Cultivars hâtifs	100 cm (39 po)	30 cm (12 po)
Cultivars normaux	100 cm (39 po)	45 cm (18 po)
Rangs doubles[1]	45 cm (18 po)	45 cm (18 po)

[1] Distance entre les planches (de centre à centre) : 1,5 m (5 pi)

Plasticulture

Les piments et les poivrons répondent bien à l'emploi de paillis plastique, de couvertures (bâches et minitunnels) et de système d'irrigation goutte à goutte. Il faut cependant se rappeler que ce sont des plantes très sensibles aux basses températures. Les couvertures pourraient ne pas assurer une protection suffisante contre le gel. Surveiller régulièrement la température et ventiler quand elle atteint 35 °C (95 °F) ou plus. Retirer les couvertures une fois que les conditions sont favorables à une bonne croissance et avant la pollinisation. Pour limiter la croissance des mauvaises herbes sous le paillis, en choisir un qui bloque la plupart des rayons lumineux; il peut s'agir d'un paillis noir, blanc sur noir ou plastique infrarouge.

Fertilisation

Macronutriments

Azote

Pour les poivrons ou les piments cultivés sans fertirrigation, épandre en pleine surface et incorporer au sol la quantité d'azote recommandée avant la plantation, en même temps que le phosphate et la potasse s'il en faut. Si nécessaire, épandre la quantité restante d'azote en bandes le long des rangs quand les premiers fruits se sont formés. Voir le Tableau 7–121.

Pour les cultures fertirriguées, épandre en pleine surface et incorporer au sol la quantité d'azote recommandée avant la plantation ainsi que la quantité totale de phosphate requise et la moitié de la potasse nécessaire. Intégrer dans le système d'irrigation goutte à goutte des doses égales d'azote et de potasse, selon le calendrier figurant au Tableau 7–121.

Réduire la fertilisation azotée après un apport de fumier ou d'engrais vert de légumineuses. Voir le Tableau 1–12 et le Tableau 1–13, au chapitre 1.

Tableau 7–121. Calendrier de la fertilisation azotée des poivrons et des piments

Méthode	Azote actif
Épandage sur le sol	
Présemis	35 kg/ha (31 lb/acre)
Épandage en bandes latérales	35 kg/ha (31 lb/acre)
Total	**70 kg/ha (62 lb/acre)**
Fertirrigation	
Présemis (épandage en pleine surface)	35 kg/ha (31 lb/acre)
Du repiquage à la fructification	3-5 kg/ha/semaine (3,5-4,5 lb/acre/semaine)
Grossissement des fruits	7-10 kg/ha/semaine (6-9 lb/acre/semaine)
Récolte	3-5 kg/ha (3,5-4,5 lb/acre/semaine)

Phosphore et potassium

Faire analyser le sol pour déterminer les besoins en phosphore et en potassium. Voir le Tableau 7–122 et le Tableau 7–123.

Tableau 7–122. Besoins en phosphore des poivrons et des piments

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en phosphore évaluée par extraction au bicarbonate de sodium (ppm)													
	0-3	4-5	6-7	8-9	10-12	13-15	16-20	21-25	26-30	31-40	41-50	51-60	61-80	81 ou plus
Sols minéraux														
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	270 (241) (EE)	260 (232) (EE)	250 (223) (EE)	240 (214) (EE)	230 (205) (EE)	220 (196) (EE)	200 (178) (EE)	170 (152) (EE)	140 (125) (EM)	110 (98) (EM)	80 (71) (EM)	50 (45) (EF)	0 (ETF)	0 (ETF)

Tableau 7–123. Besoins en potassium des poivrons et des piments

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en potassium évaluée par extraction à l'acétate d'ammonium (ppm)											
	0-15	16-30	31-45	46-60	61-80	81-100	101-120	121-150	151-180	181-210	211-250	251 ou plus
Sols minéraux												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	270 (241) (EE)	250 (223) (EE)	230 (205) (EE)	200 (178) (EE)	170 (152) (EE)	130 (116) (EE)	100 (89) (EM)	80 (71) (EM)	50 (45) (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (EN)

Engrais de démarrage

Lors du repiquage des plants, appliquer un engrais de démarrage riche en phosphore. Cet apport est particulièrement important quand le sol est froid. Voir *Engrais de démarrage dans les cultures maraîchères*, au chapitre 1. Ajuster les quantités recommandées selon les températures indiquées dans le Tableau 7–124.

Tableau 7–124. Solution de démarrage pour plants de poivrons et de piments à repiquer

Température du sol	Concentration de la solution de démarrage[1]
Inférieure à 18 °C (64 °F)	Utiliser la quantité recommandée sur l'étiquette.
Entre 18 et 27 °C (64 et 81 °F)	Utiliser la moitié de la quantité recommandée sur l'étiquette.
Supérieure à 27 °C (81 °F)	Aucun engrais de démarrage n'est ordinairement requis.

[1] Par temps sec ou dans des sols sableux renfermant moins de 2 % de matière organique, utiliser la moitié de la dose recommandée.

Analyse de tissus végétaux

Utilisée en association avec une analyse de sol, l'analyse de tissus végétaux apporte des indications utiles pour diagnostiquer des troubles de croissance ou évaluer un programme de fertilisation. L'analyse des tissus végétaux ne peut remplacer ni l'analyse de sol ni un bon programme de fertilisation du sol.

Pour en savoir plus, voir le Tableau 7–125 et *Analyse de tissus végétaux*, au chapitre 1.

Irrigation

Nota : Quiconque veut puiser plus de 50 000 l (13 209 gal) d'eau en une même journée, que ce soit d'une eau de surface ou d'une nappe souterraine, doit s'adresser au ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs de l'Ontario pour obtenir un permis de prélèvement d'eau.

La plupart des cultures maraîchères exigent des apports en eau réguliers tout au long de la saison de croissance. En Ontario, il tombe en moyenne 70 mm (2 ¾ po) de pluie par mois pendant la saison de végétation, ce qui ne couvre que 65 % de la quantité d'eau dont la plupart des cultures maraîchères ont besoin pour donner un rendement optimal. Les statistiques montrent que l'humidité du sol est souvent à son plus bas niveau en juillet et en août, les deux mois où les plantes ont le plus besoin d'eau.

Les poivrons et les piments sont généralement sensibles à l'irrigation. Le stress hydrique peut causer des problèmes comme la coulure, la nécrose apicale et l'insolation et nuire à la taille des fruits, au rendement et à la qualité. Les périodes critiques d'irrigation pour ces plantes sont la floraison, la fructification et le grossissement. Si le taux d'humidité disponible dans la zone racinaire (30 à 60 cm [1 à 2 pi] de profondeur) atteint 50 % durant la période critique d'irrigation, un arrosage peut aider à préserver le rendement et la qualité des cultures. Pour les systèmes d'irrigation goutte à goutte, envisager d'irriguer dès que le taux d'humidité disponible du sol tombe sous les 85 %.

Tableau 7–125. Teneurs en éléments nutritifs des poivrons et des piments

LÉGENDE : – = aucune donnée disponible

Parties du plant	Moment de l'échantillonnage	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	B	Cu
		Pourcentage (%)						Parties par million (ppm)				
Feuille la plus récemment mature	Avant la floraison	4-5	0,3-0,5	5-6	0,9-1,5	0,35-0,6	0,3-0,6	30-150	30-100	25-80	20-50	5-10
	Premières fleurs	3-5	0,3-0,5	2,5-5	0,9-1,5	0,3-0,5	0,3-0,6					
	Premiers fruits	2,9-4	0,3-0,4	2,5-4	1-1,5	0,3-0,4	0,3-0,4					
	Récolte hâtive	2,5-3	0,2-0,4	2-3	1-1,5	0,3-0,4	0,3-0,4					

Adaptation de HOCHMUTH G., et coll. *Plant Tissue Analysis and Interpretation for Vegetable Crops in Florida*, University of Florida, IFAS Extension, nº HS964, 2018.

Il existe divers types de systèmes d'irrigation adaptés à la production maraîchère : asperseurs déplacés à la main, canons d'arrosage automoteurs, rampes mobiles à pivot central et rampes mobiles en ligne et systèmes d'irrigation goutte à goutte. Quel que soit le type de système, il est important de programmer les irrigations de manière à éviter aux plantes le stress hydrique et de distribuer l'eau aux moments critiques. Des arrosages effectués au bon moment réduisent les risques de pertes d'éléments nutritifs et l'incidence des maladies attribuables à un excès d'eau. Les irrigations peuvent être programmées suivant l'une ou l'autre des deux méthodes fondamentales : le bilan hydrique ou la mesure de l'humidité du sol.

Pour plus d'information sur l'irrigation, consulter les ressources suivantes :

- *Pratiques de gestion optimales – La gestion de l'eau*
- *Pratiques de gestion optimales – Gestion de l'irrigation*
- Fiche technique du MAAARO – *Surveiller l'humidité du sol pour améliorer les décisions d'irrigation*
- Fiche technique du MAAARO – *Comment assurer l'irrigation en cas de pénurie d'eau*

Fertirrigation

On appelle fertirrigation la méthode qui consiste à utiliser le réseau d'irrigation goutte à goutte pour apporter aux plantes à la fois eau et éléments nutritifs. Elle permet d'améliorer le rendement et la qualité de nombreuses cultures maraîchères.

Dissoudre une solution-mère d'engrais soluble dans un réservoir. Au moyen d'une valve, laisser entrer la solution dans le réseau d'irrigation, par aspiration ou par pression. Veiller à ce que la solution fertilisante s'introduise lentement dans l'eau d'irrigation. Une fois que tout l'engrais a été distribué, continuer à irriguer pour bien rincer les canalisations. Ne pas utiliser les gaines perforées pour appliquer du phosphore, car certaines formes de cet élément peuvent obstruer les goutteurs. Par ailleurs, les engrais phosphatés stimulent la croissance des algues dans les tuyaux-goutteurs et risquent de les boucher.

L'adjonction d'engrais à l'eau du système de fertirrigation a lieu d'ordinaire une fois par semaine. Elle peut cependant être plus ou moins fréquente en fonction des caractéristiques techniques du système, du type de sol et des contraintes de temps. Il est important que le cycle d'irrigation se poursuive un certain temps après chaque injection d'engrais pour que le système soit rincé à fond, mais attention à ne pas trop arroser après la fertirrigation, car un surplus d'eau risque de lessiver l'engrais sous la zone racinaire. Pour un calendrier hebdomadaire de fertirrigation, voir le Tableau 7–121.

Récolte

Les poivrons atteignent la maturité entre 65 et 80 jours après le repiquage. On récolte les poivrons verts quand ils sont gros et fermes et que leur peau est luisante, avant qu'ils commencent à mûrir. Les poivrons de couleur peuvent être récoltés une fois qu'ils sont mûrs et bien colorés.

Les piments banane atteignent leur maturité entre 60 et 80 jours après le repiquage. On récolte les piments verts lorsque les fruits ont atteint leur taille finale, avant qu'ils ne mûrissent. Les piments de couleur peuvent être récoltés une fois qu'ils sont mûrs et bien colorés.

Il existe plusieurs variétés de poivrons et de piments de spécialité, qui mettent plus ou moins de temps à mûrir. En général, ce fruit atteint la maturité entre 65 et 85 jours après le repiquage. Les exigences des cultivars et des marchés déterminent à quel stade de maturation la culture devrait être récoltée.

Les poivrons et les piments sont des fruits non climactériques, c'est-à-dire qu'ils ne produisent pas d'éthylène après la récolte et qu'ils ne continueront donc pas de mûrir une fois cueillis, même si leur couleur peut légèrement changer.

La récolte commence généralement au début août et se poursuit jusqu'au premier gel (octobre, selon la région). Les cultivateurs qui utilisent des techniques d'allongement de la saison peuvent prolonger la récolte au-delà de ces dates. Les rendements moyens des poivrons et des piments de transformation et de ceux destinés au marché du frais figurent au Tableau 7–126.

Tableau 7–126. Rendements moyens pour les cultures de poivrons et de piments (Ontario)

Culture	Rendement
Pour la transformation	22-27 tonnes/ha (10-12 tonnes/acre)
Marché du frais	13-18 tonnes/ha (6-8 tonnes/acre)

Tableau 7–127. Conditions d'entreposage des poivrons et des piments

Culture	Température d'entreposage	Humidité relative	Durée	Dommages causés par le froid
Poivrons	7-13 °C (45-55 °F)	90-95 %	2-3 semaines (verts) ~1 semaine (mûrs)	Aspect aqueux, noircissement, pourriture du fruit
Piments rouges (séchés)	0-10 °C (32-50 °F)	60-70 %	6 mois	

Entreposage

Après la récolte, les poivrons et les piments destinés au marché du frais sont lavés dans de l'eau chlorée (100-150 ppm de chlore) ou un autre désinfectant de surface homologué pour les débarrasser des agents de pourriture. Un refroidissement rapide et efficace est le moyen le plus sûr de maintenir la qualité et la durée de conservation des fruits frais. Il est essentiel que seuls les fruits et légumes frais de bonne qualité soient placés en entrepôts frigorifiques. Pour les poivrons et les piments, les méthodes les plus courantes sont le refroidissement en chambre froide et par air pulsé. Voir le Tableau 7–127.

Refroidissement en chambre froide

Les contenants de produits sont placés dans une chambre réfrigérée où l'air froid qui circule sur les serpentins de l'évaporateur fait lentement descendre leur température. Il est très long d'abaisser la température des fruits et légumes frais à une température d'entreposage convenable. L'air froid ne pénètre pas toujours profondément à l'intérieur des contenants. Les produits hautement périssables sont donc exposés à des pertes importantes de qualité et leur durée de conservation s'en trouve raccourcie.

Refroidissement par air pulsé

Les produits sont placés dans une chambre réfrigérée et l'air froid est aspiré à travers les contenants à l'aide de ventilateurs de forte puissance. Un système bien conçu permet un contact adéquat entre les produits et l'air froid. Le refroidissement ne se fait pas aussi rapidement par air pulsé que par eau glacée. Toutefois, ce procédé convient à une plus grande diversité de fruits et légumes frais et il s'adapte bien aux exploitations plus petites. Le refroidissement par air pulsé doit se faire rapidement afin que les fruits et légumes frais ne se déshydratent pas trop.

Refroidissement sous vide

Cette méthode repose sur l'évaporation de l'eau à une pression atmosphérique très basse. La réfrigération sous vide convient particulièrement aux légumes qui présentent une grande surface par rapport à leur volume, comme la laitue et les légumes-feuilles. Étant donné que cette méthode fait perdre au produit environ 1 % de son poids (surtout en eau) avec chaque baisse de température de 6 °C (43 °F), certains refroidisseurs sont munis d'un système qui pulvérise de l'eau à la surface du produit pendant le refroidissement. Les coûts d'investissement du matériel pour le refroidissement sous vide étant élevés, ce procédé convient mieux aux grandes exploitations.

Lutte contre les ravageurs et les troubles physiologiques

Voir la Figure 7–170 *Stades de développement du poivron et du piment et calendrier d'activité des ravageurs.*

Maladies

Alternariose
Alternaria solani

Alternaria n'est pas un agent pathogène redoutable dans les champs de poivrons et de piments puisqu'il n'infecte en général que les fruits blessés ou endommagés (ex. : par la pourriture apicale ou une insolation).

Anthracnose
Colletotrichum coccodes*, *C. gloeosporioides*, *C. dematium*, *C. acutatum*, *C. scovillei

Identification : Les lésions sur les feuilles passent inaperçues. Sur les fruits de la tomate, du poivron ou du piment et de l'aubergine, elles prennent la forme de petites taches circulaires, creuses et gorgées d'eau. Ces lésions grossissent progressivement en formant des anneaux concentriques, pour atteindre 20 mm (¾ po) de diamètre. Elles noircissent, et leur centre se couvre de petites structures fongiques noires (Figure 7–171). À un stade avancé, les lésions peuvent aussi produire des spores de couleur saumon.



Figure 7–171. Lésion d'anthracnose sur un poivron

Biologie : L'anthracnose hiverne dans les résidus de plants infectés. Elle peut aussi survivre dans le sol pendant une courte période. De nombreuses mauvaises herbes communes et certaines cultures hôtes ne présentent aucun symptôme. L'anthracnose est également véhiculée par les semences. Une fois les lésions installées sur les feuilles ou les fruits, elles agissent comme inoculum et répandent l'infection.

Les infections peuvent se déclencher n'importe quand, lorsque la température est comprise entre 10 et 30 °C (50 et 86 °F). Les foyers s'étendent rapidement durant les périodes prolongées d'humectation des feuilles. Chez le piment et le poivron, les symptômes peuvent se développer tant sur les fruits immatures que matures.

Moyens de lutte : Pratiquer une rotation d'au moins trois ans sans culture de la famille des solanacées. Maîtriser les mauvaises herbes qui peuvent être les hôtes du champignon de l'anthracnose. Utiliser des semences traitées ou exemptes de maladies.

Il faut appliquer les fongicides avant le déclenchement d'infections – donc bien avant l'apparition des premiers symptômes. Lorsque c'est possible, utiliser le service TOMcast pour planifier les traitements fongicides (voir *Modèles de prédiction des maladies*, au chapitre 4). Une pulvérisation au bon moment est efficace pour réduire l'importance des pertes que cette maladie peut engendrer.

Si TOMcast n'est pas disponible, commencer le programme de pulvérisations préventives quand les premiers fruits ont à peu près la grosseur d'un pois. Pulvériser à intervalles de 5 à 7 jours durant les longues périodes de temps humide. Par temps chaud et sec, et lorsque la maladie est peu menaçante, pulvériser plutôt à intervalles de 10 à 12 jours. Poursuivre le programme presque jusqu'à la récolte. Des lésions d'anthracnose peuvent apparaître sur des fruits non protégés en moins de 5 à 6 jours si les conditions y sont favorables.

Brûlure alternarienne/alternariose

Voir *Tomates*, dans ce chapitre.

Brûlure phytophtoréenne
Phytophthora capsici

Identification : Selon le moment de l'infection, les symptômes de la brûlure phytophtoréenne comprennent la pourriture du collet, la brûlure du feuillage, la pourriture du fruit et le rabougrissement des plants (Figure 7–172).



Figure 7–172. Symptômes de pourriture dus à *Phytophthora capsici* sur un poivron

Chez le poivron et le piment, les lésions de la tige sont de couleur vert foncé et aqueuses, se desséchant par la suite et prenant une couleur violacée à brune. Lorsqu'on entaille la tige principale, on peut observer une décoloration brune des tissus vasculaires. De manière générale, la partie du plant se trouvant au-dessus de la zone infectée flétrit. Peuvent apparaître sur les feuilles des lésions aqueuses et irrégulières, qui se dessèchent par la suite et virent au chamois ou au blanc.

Les fruits infectés développent des taches aqueuses qui flétrissent et noircissent. Une moisissure blanche à grise peut apparaître sur la lésion ou à

l'intérieur du fruit. En général, les fruits flétrissent mais ne tombent pas. Les symptômes ne sont pas toujours apparents.

Biologie : *Phytophthora* survit entre les cultures dans la terre sous forme d'oospore à paroi épaisse ou sur des résidus de culture sous forme de mycélium. Les oospores peuvent survivre dans le sol de 5 à 10 ans. Dans des systèmes de production intensive de solanacées et de cucurbitacées, où les périodes de rotation des cultures sont courtes, les niveaux d'inoculum s'accumulent, ce qui peut à terme provoquer un problème de production grave.

Les spores se disséminent sur de longues distances dans l'air et par éclaboussures. Dans un milieu saturé d'eau, l'agent pathogène relâche des zoospores. Ces dernières sont mobiles et peuvent se déplacer sur la surface de la plante, si elle est humide, et dans l'eau du sol. Elles sont aussi attirées par les exsudats racinaires des cultures hôtes. *Phytophthora* se répand souvent par les réseaux de drainage. Dans les champs, les zones basses et mal drainées sont les plus susceptibles d'être touchées par la maladie. L'eau d'irrigation peut aussi être une source de zoospores.

Phytophthora se propage rapidement par temps chaud et humide. Les conditions les plus propices à l'infection sont les sols humides à plus de 18 °C (64 °F) et les températures entre 24 et 29 °C (75 à 84 °F).

Moyens de lutte : *Phytophthora* est de plus en plus courant dans certaines régions de l'Ontario. Une fois établi dans un champ, il est extrêmement difficile à éliminer. C'est donc sur la prévention qu'il faut miser.

Pratiquer une rotation des cultures incluant au moins trois ans de cultures non hôtes. Ne pas installer de poivrons, de piments ou de cucurbitacées dans des champs qui ont déjà été infectés par *Phytophthora*. Choisir des champs bien drainés. Lorsque c'est impossible, utiliser des voies d'eau engazonnées pour dévier les eaux de surface des cultures.

Dans la mesure du possible, planter des piments et des poivrons résistants. Certains cultivars ont une tolérance aux infections foliaires ou racinaires.

Limiter le compactage du sol et éviter l'irrigation excessive surtout si celle-ci se fait par aspersion. Nettoyer systématiquement le matériel agricole avant de passer d'un champ infecté à un champ sain.

La culture sur planches surélevées et l'emploi de paillis plastique réduisent considérablement les infections à *Phytophthora capsici*. Ces planches doivent avoir la forme de dômes pour prévenir l'accumulation d'eau à la base des plants. S'assurer que le semoir ne creuse pas de fossé au pied des plants.

Flétrissement verticillien
Verticillium albo-atrum, V. dahliae

Identification : Au départ, on observe un flétrissement et un rabougrissement des plants. Ces derniers peuvent se rétablir durant la nuit ou par temps très humide. Les feuilles inférieures jaunissent et finissent par tomber. Tôt ou tard, des zones nécrosées apparaissent à la pointe et sur le pourtour des feuilles, jusqu'à ce que les feuilles en tombent. Un assombrissement du tissu vasculaire peut être observé si la tige est entaillée dans le sens de la longueur près du sol.

Biologie : L'inoculum fongique survit dans le sol et sur des résidus de plantes hôtes. Certaines espèces de mauvaises herbes peuvent aussi servir d'hôtes, comme l'herbe à poux, les chénopodes, l'amarante, l'abutilon et les mauvaises herbes de la famille des solanacées.

Les symptômes s'intensifient souvent après la fructification ou durant les périodes sèches. La présence de nématodes phytoparasites peut aggraver les conséquences de la maladie.

Moyens de lutte : Suivre une rotation culturale de quatre à six ans. Ne pas cultiver dans la rotation avec d'autres espèces hôtes. À titre d'exemple, les céréales et les graminées n'en font pas partie. Supprimer les mauvaises herbes hôtes de la famille des solanacées dans les champs.

Prélever des échantillons de sol aux fins d'analyse pour vérifier la présence de *Verticillium* et de nématodes. S'ils sont présents en grande quantité, une fumigation du sol peut être nécessaire. Les meilleurs moments pour prélever des échantillons sont les mois de mai, de juin, de septembre et d'octobre. Prélever les échantillons au même moment chaque année et les faire analyser par le même laboratoire, afin de pouvoir comparer les résultats d'année en année. Ces derniers seront plus faibles au printemps ou à l'automne. Les seuils sont établis en fonction des échantillons du printemps.

Fonte des semis et pourritures des racines
Voir chapitre 6.

Maladie du blanc (oïdium)
Leveillula taurica

Contrairement aux autres cultures maraîchères, on trouve habituellement le blanc sur le revers des feuilles du poivron ou du piment. Sur la face supérieure, seulement une petite tache jaune est visible. Les symptômes se manifestent généralement en premier sur les feuilles les plus matures dans la partie inférieure du plant. Voir le chapitre 6 pour en savoir plus.

Moisissure grise (*Botrytis*)
Botrytis cinerea

Identification : Le principal symptôme de la moisissure grise est l'apparition de taches spectrales sur le fruit. Ces taches sont auréolées d'un halo ou d'un anneau pâle, avec un petit point brun-noir en leur centre. Il arrive que le fruit pourrisse. Une couche de spores duveteuses et grises peut parfois recouvrir les feuilles, les tiges, les fleurs fanées ou les fruits nécrosés. L'infection apparaît d'abord sur les feuilles qui touchent au sol, ou sur les feuilles ou les fleurs abîmées. L'infection peut ceinturer entièrement les tiges atteintes.

Cet agent pathogène touche aussi les plants de repiquage (voir *Fonte des semis*, au chapitre 6).

Biologie : Possédant un large éventail d'hôtes, l'agent pathogène responsable de la moisissure grise se dissémine par le vent et croît aussi dans la matière organique du sol. Pour infecter des tissus vivants, il doit pénétrer dans la plante par une blessure ou des tissus nécrosés.

Sont favorables au développement de la moisissure grise les périodes prolongées d'humidité élevée et de temps frais (18 à 24 °C [64 à 75 °F]).

Moyens de lutte : Pour les poivrons et les piments, la moisissure grise est sporadique; il est donc rarement nécessaire de les traiter. Certains fongicides homologués sont efficaces, mais il est important de bien asperger les feuilles inférieures (les premières touchées), ce qui peut être difficile à faire.

Pratiquer une bonne rotation avec des céréales et d'autres cultures non hôtes.

Moucheture bactérienne
Pseudomonas syringae

Identification : Cette bactérie cause le jaunissement des feuilles et des lésions graves sous forme de taches. Cette maladie encore méconnue qui ne touche habituellement pas les fruits n'entraîne pas de conséquences économiques. Même si les symptômes peuvent sembler très graves au départ, une fois que les conditions sont devenues moins favorables à l'infection, les nouvelles feuilles ne sont pas touchées.

Biologie : La moucheture bactérienne se développe plus rapidement entre 16 et 24 °C (61 à 75 °F) par temps très humide et le plus souvent sur des feuilles humides.

Dépistage : Si des lésions foncées et nécrotiques apparaissent et que les feuilles jaunissent, vérifier la présence de lésions sur les fruits. *Pseudomonas syringae* ne semble pas créer de lésions sur les fruits, au contraire de *Xanthomonas* (l'agent pathogène de la tache bactérienne) qui peut y causer des lésions galeuses.

Il peut être nécessaire d'effectuer des tests en laboratoire pour distinguer les deux maladies. *Xanthomonas* préfère cependant les températures plus chaudes.

Pourriture à sclérotes
Sclerotinia sclerotiorum

Identification : Chez le poivron et le piment, le premier symptôme de la pourriture à sclérotes est le blanchissement des tiges. Lorsqu'entaillée sur le sens de la longueur, la tige a en son cœur des moisissures blanches et des sclérotes durs et noirs. Au stade avancé de la maladie, des moisissures blanches et duveteuses se forment autour de la tige (Figure 7–173).



Figure 7–173. Blanchissement des tiges et excroissance fongique causée par la pourriture à sclérotes sur un plant de poivrons

Biologie : Le champignon de la pourriture à sclérotes survit à l'hiver dans le sol sous forme de petits sclérotes noirs. Le développement de la pourriture sclérotique est favorisé par des températures comprises entre 20 et 25 ˚C (68 à 77 °F) et une humectation continue des feuilles (humidité de l'air élevée ou rosées abondantes). Les sclérotes du champignon (*Sclerotinia*) peuvent persister plusieurs années dans le sol.

Moyens de lutte : Chez le poivron et le piment, on peut observer la maladie par temps très humide, mais elle pose rarement un problème. Faire une rotation des cultures de trois à quatre ans sans plants vulnérables. Éviter d'appliquer des doses élevées d'azote, car en trop grande quantité, il favorise un développement exagéré du feuillage, ce qui réduit la circulation de l'air au sein des plants et crée des conditions favorables pour le champignon.

Pourriture bactérienne molle
Pectobacterium carotovorum ssp. *carotovorum* (auparavant *Erwinia carotovora*)

Identification : Des taches aqueuses creuses se forment autour des régions touchées du piment ou du poivron. Les lésions gorgées d'eau grossissent rapidement. Un bouillon bactérien peut se développer, rendant le plant vulnérable à l'invasion d'organismes secondaires. Le fruit peut entièrement se dégrader en une masse aqueuse et visqueuse maintenue par la fine peau externe (Figure 7–174).

L'infection peut se déclarer sur des fruits sans lésions, possiblement en raison de la pénétration de l'humidité sous le calice ou la tige. Cependant, l'infection est plus fréquente chez les poivrons et piments déjà endommagés par des insectes.

Biologie : La pourriture bactérienne molle entraîne de grandes pertes au champ, et durant le transport et l'entreposage. Les lésions causées par les insectes, la machinerie ou la grêle peuvent rendre les plants plus vulnérables. La pourriture molle se répand rapidement quand il fait chaud et humide, la propagation se faisant par contact direct et par la manipulation, les outils, la terre, les insectes et les éclaboussures de pluie ou de l'irrigation.

La bactérie hiverne dans des tissus infectés dans le sol et sur l'équipement et les contenants contaminés, de même que chez certains insectes, comme la mouche des légumineuses.

Le temps chaud et humide est propice aux infections.



Figure 7–174. Piments banane atteints de la pourriture bactérienne molle

Moyens de lutte : Cultiver les poivrons et les piments dans des sols bien drainés et favoriser une circulation de l'air maximale à travers les plants et le feuillage. Éviter d'irriguer par aspersion une fois que la maladie a été diagnostiquée dans un champ. Faire une rotation avec des cultures moins sensibles (céréales ou maïs) et maîtriser les insectes broyeurs. Un excès d'azote peut faciliter l'infection.

L'infection peut se déclencher après la récolte si l'eau utilisée à ce stade n'a pas été traitée pour tuer les agents pathogènes, et particulièrement si le fruit absorbe l'eau. Dans les trémies humides, maintenir l'eau environ 5 °C (42 °F) au-dessus de la température interne du fruit et ne pas immerger les fruits pendant plus de trois minutes, pour réduire les risques d'absorption. Les cicatrices pédonculaires sèches sont plus résistantes aux infiltrations d'eau après la récolte. À l'inverse, les fruits récoltés dans des conditions humides présentent un risque plus élevé d'infection après la récolte.

Pourriture du collet
Voir chapitre 6.

Tache bactérienne
Xanthomonas euvesicatoria,
Xanthomonas perforans,
Xanthomonas gardneri,
Xanthomonas vesicatoria

Identification : L'agent pathogène qui cause la tache bactérienne peut provoquer des lésions sur toutes les parties aériennes du plant : feuilles, tiges, fleurs et fruits.

Chez le poivron et le piment, les symptômes foliaires peuvent varier. Au départ, les lésions sont petites, de forme circulaire à irrégulière, aqueuses ou verdâtres. Parfois, elles sont entourées d'un halo jaune, mais généralement, ce sont les feuilles qui jaunissent. Ensuite, les taches noircissent et peuvent atteindre jusqu'à 5 mm de diamètre (¼ po). La zone centrale des lésions foliaires, qui tourne souvent au chamois, finit parfois par se trouer. Lorsqu'il y a beaucoup de taches, les feuilles sont déformées, ou peuvent jaunir et finir par tomber. Sur le fruit, les symptômes sont similaires à ceux observés chez la tomate.

Biologie : Les sources et les méthodes d'infection sont semblables à celles de la moucheture bactérienne (voir *Moucheture bactérienne*, aussi dans *Poivrons et piments*).

L'agent pathogène responsable de la tache bactérienne aime les températures chaudes entre 24 et 30 °C (75 et 86 °F). Des pluies abondantes et une humidité élevée favorisent l'infection. La période critique s'étend du repiquage jusqu'à l'apparition des premières fleurs et la fructification.

Moyens de lutte : Toutes les semences doivent être désinfectées par le fournisseur à l'aide d'un traitement à l'acide ou au chlore. Ne pas utiliser de plants malades. En Ontario, les populations de bactéries responsables de la tache bactérienne se sont montrées relativement résistantes au cuivre. Certains cultivars de poivron et de piment sont résistants à une espèce ou plus de tache bactérienne.

Insectes

Altises
Phyllotreta sp.

Les altises sont de très petits coléoptères noirs brillants (2 à 3 mm [~⅛ po] de long). Les adultes sont vifs et sautent lorsqu'ils sont dérangés.

Les cultures de poivrons et de piments sont occasionnellement ravagées par certaines espèces d'altises, dont l'altise de la pomme de terre (*Epitrix cucumeris*) et potentiellement l'altise à bandes pâles (*Systena blanda*) et l'altise de l'épinard (*Disonycha xanthomelas*). Sont plus susceptibles d'être grignotés par ces insectes les petits plants qui poussent dans des conditions sous-optimales. La plupart des plants sont souvent capables de se remettre des premiers dégâts, ce qui n'entraîne pas de pertes économiques. Voir le chapitre 5 pour en savoir plus.

Charançon du poivron
Anthonomus eugenii

Identification : Il est vraiment difficile de distinguer le charançon du poivron d'espèces de non ravageurs similaires (Figure 7–175). Les charançons trouvés dans les champs de poivrons et de piments doivent être recueillis et envoyés au personnel de l'horticulture du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales (MAAARO) aux fins d'identification.



Figure 7–175. Charançon adulte sur un plant (A) et larves de charançon à l'intérieur d'un fruit (B)

Dommages : Ce ravageur ne passe pas l'hiver en Ontario (il a besoin d'hôtes vivants à l'année), donc sa présence ne devient problématique que lorsqu'il s'échappe d'une serre ou d'un hangar d'emballage, ou qu'on en trouve sur les débris végétaux qui se font évacuer de ces installations durant la saison végétative.

Les adultes se nourrissent des fruits et des fleurs, mais également des tiges et des feuilles avant la floraison. La présence de larves dans les fruits est cependant plus problématique, car celles-ci s'en nourrissent, ce qui les fait tomber prématurément.

Biologie : Les charançons adultes pondent habituellement leurs œufs dans la paroi du fruit du poivron ou du piment, mais peuvent également pondre sur les fleurs ou les bourgeons. Après l'éclosion, les larves se dirigent directement à l'intérieur du fruit, ce qui rend la détection difficile et les protège contre les insecticides. À la fin de leur cycle, elles entrent en pupaison à l'intérieur du fruit, et les adultes émergent en grignotant un trou dans la peau. Ce ravageur peut produire plusieurs générations en une seule saison végétative. Sont hôtes les poivrons et les piments, les solanacées et les aubergines, de même que les tomates, les pétunias, les orties royales et autres mauvaises herbes de la famille des solanacées. Le charançon ne peut pas passer l'hiver dehors en Ontario.

Dépistage : Si on suspecte la présence de charançons du poivron dans la région, les pièges à phéromones peuvent aider à en surveiller les populations. Une liste non exhaustive des fournisseurs de matériel de surveillance se trouve sur le site du MAAARO à l'adresse ontario.ca/tn30. Les appâts à phéromones et les collants jaunes sont recommandés (disponibles chez les fournisseurs Trécé).

Ces pièges peuvent être utilisés dans les champs ou les serres de production de plants à repiquer. Les dommages aux plants de repiquage causés par le charançon ne sont pas problématiques, mais il est possible que des adultes soient transportés de la serre vers le champ lors du repiquage. Dans le champ, installer deux pièges par acre, soit en direction du vent, soit du côté où l'on s'attend à ce que les charançons entrent (ex. : à côté d'une zone où on en a trouvé ou d'un tas de rebuts ou de mauvaises herbes de la famille des solanacées). Les pièges devraient être placés dans la troisième ou quatrième rangée du champ pour intercepter les adultes à leur entrée. Remplacer les appâts toutes les deux à quatre semaines. Installer les pièges avant la floraison et remplacer les collants jaunes toutes les deux semaines ou lorsque nécessaire s'il y a accumulation de saleté ou d'insectes.

Lors du dépistage au champ, vérifier la présence de dommages sur les bourgeons et d'adultes sur les plants. On peut couper les fruits tombés à la recherche de larves.

Moyens de lutte : L'industrie des cultures de serre a mis en place un protocole de surveillance et de gestion des charançons du poivron pour protéger leurs récoltes et celles autour. Pour en savoir plus, communiquer avec l'Ontario Greenhouse Vegetable Growers au 519 326-2604 ou au 1 800 265-6926 ou écrire à admin@ontariogreenhouse.com.

Hanneton européen
Amphimallon majale

Voir chapitre 6.

Mouche du piment
Zonosemata electa

Identification : L'identification de ce ravageur se fait principalement par l'observation des dégâts sur les fruits. Les larves sont des asticots blanchâtres de 12 mm (½ po) de long ou moins (Figure 7–176). L'adulte est à peu près de la même taille qu'une mouche domestique. Les ailes sont transparentes avec des marques noires distinctes. Trois bandes jaunes courent le long du dos. À noter que la mouche du piment ressemble à de nombreuses autres espèces de mouches qui seront attirées par les appâts à l'ammoniac (par exemple, la mouche de la pomme et la mouche des brous du noyer).

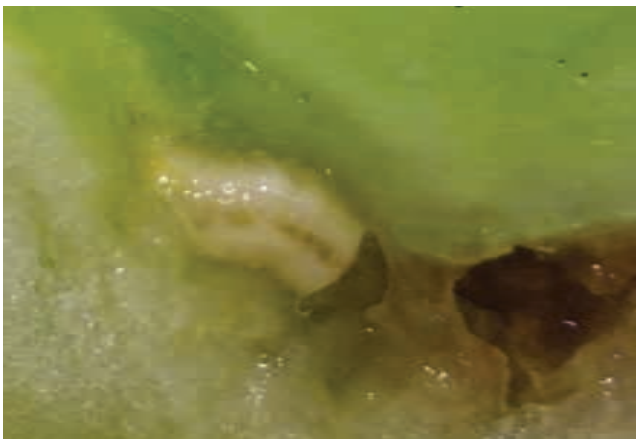


Figure 7–176. Larve de mouche du piment à l'intérieur d'un poivron

Dommages : Les premiers signes de dommages sont de petites piqûres à la surface du fruit, causées par la femelle qui pond des œufs dans sa paroi. À mesure que le fruit grossit, une fossette se crée à l'endroit de la piqûre. Les larves émergent directement dans le fruit et se nourrissent principalement dans le placenta ou le cœur. Les larves matures sortent par le côté du fruit pour entamer leur pupaison dans le sol. Au moment où les fruits endommagés commencent à pourrir, l'asticot est souvent déjà parti.

Biologie : Cet insecte est présent de façon sporadique dans le Sud-Ouest de l'Ontario, mais on peut le trouver dans l'est, jusqu'à la péninsule du Niagara. Il passe l'hiver au stade de pupe. Le moment de l'émergence dépend de la température du sol, mais cela se produit généralement à la fin juin. Les œufs sont pondus peu après l'émergence et éclosent au bout de 8 à 10 jours. Les asticots se nourrissent dans le fruit pendant deux à trois semaines. Il n'y a qu'une seule génération par année.

Dépistage et seuils : Un dépistage minutieux permet de trouver les cicatrices de ponte, mais il est trop tard pour traiter à ce stade. Des pièges collants jaunes avec des appâts à l'ammoniac peuvent être utilisés pour surveiller les adultes. Ils doivent être placés dans des arbres à proximité, idéalement à 6,5 m (21 pi) de hauteur dans le feuillage des érables. Quelques espèces de mouches similaires sont également attirées par cet appât, il faut donc inspecter attentivement les pièges pour vérifier qu'il s'agit bien de mouches du piment. Des évaluations visuelles ou des filets fauchoirs peuvent également s'avérer utiles pour la surveillance. Les poivrons et les piments n'ont aucune tolérance pour les asticots.

Moyens de lutte : Certains insecticides utilisés contre la pyrale du maïs ne permettent pas de maîtriser la mouche du piment. Il faut donc inclure dans le programme de pulvérisation des insecticides adaptés si cet insecte est détecté. Le cas échéant, traiter la culture dès l'apparition des premières mouches et renouveler le traitement à intervalles de cinq à huit jours tant que les mouches sont présentes. Si les données de surveillance ne sont pas disponibles, mais qu'il y a des antécédents de dommages, il peut être nécessaire d'inclure des insecticides contre la mouche du piment dans le programme de pulvérisation à la fin juin et au début juillet. Comme ce ravageur préfère les piments cerises forts, ceux-ci ont été utilisés avec succès comme cultures pièges dans certaines régions. Le ravageur préfère également les fruits charnus et oblong-court aux fruits minces et à parois fines. L'ortie royale, une autre plante hôte, doit être maîtrisée à proximité des champs de poivrons et de piments.

Limaces
Arion sp., *Deroceras* sp., *Helix* sp., *Limax* sp.

Les limaces sont des mollusques gris au corps mou et sans pattes. Leur couleur peut varier, allant du brun foncé et noir au gris pâle. En Ontario, elles mesurent de 0,5 à 10 cm (¼ à 4 po), selon l'espèce. Elles sont enduites d'une substance visqueuse qui les empêche de sécher. Avec leurs pièces buccales râpeuses, elles rongent les feuilles inférieures des plants, y découpant des trous à contour très irrégulier. Voir chapitre 6.

Perce-tige tacheté
Papaipema nebris

Identification : Ce n'est qu'au stade larvaire que le perce-tige tacheté cause des dommages notables aux piments ou aux poivrons. Les jeunes larves sont brun-mauve et arborent trois stries blanches sur le long de leur corps. Une large « selle » pourpre recouvre la première moitié du corps. Les larves plus âgées sont complètement grises. Lorsque dérangées, elles se déplacent en faisant des mouvements en boucles.

Dommages : Le perce-tige tacheté s'attaque à plus de 100 espèces végétales, dont les plants de tomates et de poivrons et piments en Ontario. Les dommages sont le plus souvent observables aux abords des champs. Les larves creusent un tunnel dans les tiges, ce qui conduit à leur flétrissement ou à leur effondrement.

Biologie : Ce ravageur hiverne au stade de l'œuf, la larve émergeant en mai et en juin. Le stade larvaire dure entre 9 et 12 semaines.

Dépistage : Examiner les tiges des plants flétris ou cassés à la recherche de trous. Entailler la tige pour voir s'il y a des signes de tunnels ou des larves, si elles sont toujours présentes. La pyrale du maïs peut également entrer dans les tiges de poivron et de piment, donc il est important de savoir distinguer les deux types de larves.

Moyens de lutte : Les dommages se limitent habituellement aux pourtours des champs, près de zones herbeuses ou de zones où poussent des graminées adventices, et il n'est généralement pas nécessaire d'appliquer de traitement. Les insecticides ne sont pas efficaces une fois que la larve a pénétré la tige.

Pucerons
Famille des *Aphididae*

Le puceron est un ravageur courant de nombreuses cultures; on le trouve souvent en train de se nourrir de jeunes feuilles. Son activité peut causer la déformation des feuilles, et sa sécrétion de miellat collant favorise la croissance de fumagine sur celles-ci. Aucun seuil n'a été établi pour les poivrons et les piments; cependant, au-delà de 10 pucerons par feuille, des dommages sont probables. Voir le chapitre 5 pour en savoir plus.

Pentatomes (punaise fétide, variée et verte)
Euschistus servus (punaise fétide),
Euschistus variolarius (punaise variée)
Chinavia hilaris (punaise verte)

Identification : La punaise verte est vert vif avec une mince bordure jaune orangé ceinturant son « bouclier ». Les adultes mesurent de 12 à 19 mm (½ à ¾ po) de long. La punaise fétide est brunâtre et d'une couleur plus pâle sur la partie ventrale; elle atteint une longueur d'environ 12 mm (½ po). La punaise variée ressemble à la punaise fétide, à la différence que les mâles ont une tache noire sur la partie ventrale. Les nymphes n'ont pas d'ailes et sont plus petites et arrondies que les adultes. Selon l'espèce, elles peuvent être d'une autre couleur que les adultes.

Certaines espèces de pentatomes se nourrissent d'insectes ravageurs et sont donc bénéfiques. On les distingue des punaises herbivores (ravageurs) par leur rostre (bec). Le rostre des punaises prédatrices (qui sont utiles) est large pour attaquer les autres insectes, tandis que celui des espèces herbivores est étroit et allongé en forme d'aiguille pour percer les plants.

Dommages : Les punaises adultes et les nymphes se nourrissent des fruits du poivron ou du piment, causant des taches jaune sombre directement sous la peau.

Biologie : Les punaises adultes hivernent et émergent au début du printemps. Une à deux nouvelles générations verront le jour chaque année, selon l'espèce et l'emplacement. Les pentatomes se rabattent souvent sur les champs de tomates ou de poivrons et de piments quand elles quittent les champs de blé ou les endroits couverts de mauvaises herbes qui se dessèchent au milieu de l'été.

Dépistage : Examiner les poivrons et les piments pour repérer tout dommage. Vérifier la présence de ravageurs (adultes et nymphes) dans la partie inférieure des plants et sur le sol sous le plant. Secouer le feuillage au-dessus d'un plateau ou d'un drap. Les dommages se produisent souvent aux pourtours des champs.

Moyens de lutte : Dans le cas des poivrons et des piments (transformation et marché du frais), un traitement insecticide pourrait être nécessaire pour maintenir leur attrait commercial. Les dommages causés par les pentatomes ne représentent pas un problème pour les poivrons ou les piments de transformation destinés à être tranchés. Ailleurs, l'utilisation de cultures-appâts a permis de réduire les dommages, mais cette méthode n'a pas été testée en Ontario.

Punaise marbrée
Halyomorpha halys

La punaise marbrée est un nouvel insecte ravageur en Ontario. Elle a le potentiel d'endommager un grand nombre de cultures agricoles, mais n'a pas encore causé de dommages économiques dans les cultures de poivrons et de piments. Voir le chapitre 5 pour en savoir plus.

Punaise terne
Lygus lineolaris

Identification : Les nymphes sont verdâtres et possèdent des pattes bien développées ainsi que des antennes de longueur modérée. Les invididus aux stades larvaires plus avancés ont des bourgeons alaires; ils ont quatre taches noires réparties sur le thorax et derrière la tête, ainsi qu'une autre sur l'abdomen. Les adultes sont vert pâle ou jaunes à brun foncé et ornés de taches foncées et ont un petit triangle sur le dos.

Dommages : La punaise terne est dotée de pièces buccales de type suceur qui lui permettent de percer l'épiderme des plantes et d'y injecter une substance salivaire qui détruit le tissu végétal. Dans beaucoup de cas, les dommages de la punaise terne sont découverts bien avant l'insecte lui-même; il est donc très important de savoir reconnaître les symptômes d'une infestation. L'insecte cause des piqûres et des taches sur le poivron ou le piment avec, en dessous, des tissus liégeux, qui ressemblent aux dommages causés par les pentatomes.

Biologie : La punaise terne adulte hiverne dans les résidus de culture et les litières de feuilles mortes de zones protégées, comme les aires boisées, les bordures de champ et les fossés. À leur émergence

au printemps, les adultes se nourrissent et pondent leurs œufs sur des mauvaises herbes à feuilles larges, avant de se déplacer vers les cultures. La punaise terne est présente de manière sporadique en Ontario, durant toute la saison de végétation. Deux générations voient le jour par année, et les premiers stades d'une troisième sont visibles dans certaines régions du Sud de l'Ontario. Les adultes de première génération émergent en juillet, et ceux de la deuxième, en août et septembre.

Dépistage et seuils : Examiner les points végétatifs des plants et des fruits en mûrissement à la recherche de dommages. Il n'y a pas de seuil établi pour les poivrons et les piments.

Moyens de lutte : La punaise terne se reproduit sur de nombreuses espèces d'adventices communes, dont l'amarante, la stellaire moyenne, le pissenlit, les chénopodes, l'herbe à poux et la vergerette. La lutte contre les mauvaises herbes à l'intérieur et autour des cultures aide à réduire les éventuelles infestations. La luzerne est une plante hôte très attirante pour la punaise terne. Après la fauche, les adultes se dispersent, envahissant parfois les cultures maraîchères avoisinantes.

Pyrale du maïs
Ostrinia nubilalis

Identification : Les adultes sont des papillons de nuit de couleur crème à brune, avec des lignes en zigzag sur leurs ailes. Les œufs, blancs et irisés, pondus par groupes de 30, font penser à des écailles de poisson. À maturité, les larves mesurent 2,5 cm (1 po) de long au dernier stade de leur développement. Elles ont un corps blanc huileux, une tête sombre et des taches sur chaque segment (Figure 7–177).



Figure 7–177. Larve de pyrale du maïs à l'intérieur d'un poivron

Dommages : Chez les poivrons et les piments, c'est au stade larvaire que la pyrale du maïs est préjudiciable. Pénétrant dans le fruit sous le calice (capuchon de la tige) et s'y développant, les larves se nourrissent des graines. Les fruits sont susceptibles lorsqu'ils atteignent un diamètre de 1,5 à 3 cm (½ à 1 ¼ po). Les poivrons et piments infestés sont plus sensibles aux maladies fongiques et à la pourriture bactérienne molle. Avant la fructification, les larves peuvent creuser des tunnels dans les tiges, mais cela n'a généralement pas de conséquences économiques.

Les larves de la pyrale du maïs produisent des déjections, ou « excréments », de couleur jaunâtre à brune ayant l'aspect de la sciure de bois. Il est parfois possible d'en voir là où est entrée la larve, près de l'extrémité pédonculaire.

Biologie : L'insecte passe l'hiver au dernier stade larvaire dans les chaumes de maïs. Dans le Sud-Ouest de l'Ontario, la race bivoltine produit deux générations par année. D'ordinaire, les adultes de la première génération émergent vers la mi-juin et l'infestation atteint son sommet vers la mi-juillet. L'infestation par la deuxième génération est à son plus fort en août. Lors des années inhabituellement chaudes, il arrive de voir les premiers stades d'une troisième génération.

Dans le reste de la province, la race univoltine (qui ne produit qu'une génération par année) émerge habituellement à la fin juin ou au début juillet. La population à son plus fort de fin juillet à début août.

Dans de nombreux secteurs du Sud-Ouest de l'Ontario (Lambton, Middlesex, Oxford, Brant, Norfolk et Niagara), les populations des deux races se chevauchent (bivoltine et univoltine). On y signale donc des vols continus de pyrales pendant la majeure partie de juillet et d'août.

Il est aussi possible de prédire le développement de la pyrale du maïs en fonction des degrés-jours de croissance. Voir le Tableau 7–128 pour les prévisions selon une température de base de 10 °C.

Tableau 7–128. Prévisions en fonction des degrés-jour selon une température de base de 10 °C – Pyrale du maïs

Moment	Univoltine	Première génération bivoltine	Deuxième génération bivoltine
Première capture	300	150	700
Pic des captures	650-700	300-350	1 050-1 100

Dépistage : Il est très difficile déceler la présence de la pyrale du maïs dans les poivrons et les piments par dépistage. Le seul moyen fiable de détecter son activité est d'utiliser des pièges de surveillance.

Surveiller les populations adultes à l'aide d'un piège à lumière ultraviolette ou d'un piège à phéromones. Les installer dans les zones d'herbe non tondues près des limites du champ. Utiliser des pièges à *Heliotis* ou des pièges collants (souvent, on utilise les modèles ailés ou en carton de lait). En Ontario, la pyrale du maïs est attirée par les appâts des phéromones de type Iowa (souche Z). Vérifier les pièges deux fois par semaine et remplacer les appâts chaque semaine.

Moyens de lutte : Les piments et les poivrons ne tolèrent pas ce ravageur. Surveiller les populations en utilisant des pièges à phéromones et appliquer un insecticide peu de temps après la floraison, lorsque le jeune fruit commence à se développer. Les cultures de poivrons et de piments doivent être protégées quand la pyrale du maïs vole autour des cultures et que les fruits ont commencé à germer. La deuxième génération attaque directement les poivrons et les piments.

Pyrale sud-européenne des marais
Duponchelia fovealis

Identification : Mesurant 12 mm (½ po) de long, les adultes sont gris avec des lignes jaunâtres à blanches. Leur abdomen, qui se replie vers le haut au repos, fait penser à un « doigt » qui pointe vers le bord arrière de leur aile. Les larves, de couleur crème à brune, mesurent entre 20 et 30 mm (¾ à 1 ¼ po) de long lorsqu'elles atteignent leur plein développement. Elles tissent souvent des toiles à l'intérieur et autour de la base des plants. Les larves tissent un cocon pour la pupaison, en y incorporant des morceaux de terre et d'autres débris, ce qui les rend difficiles à détecter.

Dommages : Les larves peuvent causer des dommages aux feuilles et aux tiges. Elles préfèrent les sols hautement organiques ou les substrats de culture utilisés dans les serres aux sols minéraux. Il y a peu de chances qu'elles endommagent les cultures au champ, mais peuvent représenter un risque pour les légumes de serre comme les poivrons ou les piments cultivés pour leur fruit ou la production de plants de repiquage.

Biologie : Ravageur non indigène, la pyrale sud-européenne des marais ne survit pas aux hivers ontariens. Dans les climats nordiques, il s'agit plutôt d'un ravageur des serres, même si on peut en trouver dehors durant l'été.

Dépistage et seuil : Il est possible de surveiller les populations adultes à l'aide de pièges à phéromones. Dans les serres infestées, vérifier la présence de larves dans les plants de repiquage. Aucun seuil n'a été établi.

Moyens de lutte : En prévention, appliquer un insecticide homologué aux plants de poivrons, de piment ou de tomates de serre.

Tétranyque à deux points
Voir chapitre 5.

Ver fil-de-fer
Limonius spp.

Le ver fil-de-fer est un ravageur de début de saison qui se nourrit des tiges de jeunes plants de poivrons et de piments au niveau du sol ou y creuse des tunnels, ce qui peut tuer le plant. Les larves cuivrées sont de texture lisse. Voir le chapitre 5 pour en savoir plus.

Ver-gris (début de saison)
Agrotis ipsilon (ver-gris noir)

De tous les vers-gris, c'est le noir qui s'attaque le plus souvent au piment et au poivron. Sévissant en début de saison, il peut sérieusement endommager les jeunes plants. Ces derniers auront l'air d'avoir été coupés au ras du sol avec des ciseaux. Voir le chapitre 5 pour en savoir plus.

Troubles physiologiques

Coulure

La coulure ou la faible fructification peut se produire lorsque la température atteint plus de 30 à 32 °C (86 à 90 °F) ou tombe sous les 15 °C (59 °F) en journée. La nuit, les températures au-dessus de 21 °C (70 °F) ou en dessous 15 °C (59 °F) peuvent également affecter la fructification. Chez les poivrons et les piments, la coulure peut aussi être causée par le stress hydrique, l'excès d'azote ou les dommages de la punaise terne. Certains cultivars y sont plus vulnérables que d'autres.

Défauts de coloration

Rayage violet : Par temps frais, des rayures violettes peuvent se développer sur les fruits en croissance.

Argenture : L'argenture est causée par la séparation des cellules externes de la peau du poivron ou du piment. Certains cultivars semblent y être plus vulnérables. La cause est inconnue, mais les conditions environnementales peuvent être un facteur. Les engrais à l'azote ne semblent pas efficaces.

Taches ou stries de couleur : Il s'agit d'un trouble physiologique causant de petites taches noires (< 7 mm [¾ po] de diamètre) sur le poivron ou le piment. La cause exacte est inconnue, mais ce défaut est habituellement associé aux températures fraîches. Il peut aussi être associé à un manque de calcium ou à un apport excessif en azote ou en potassium. La vulnérabilité varie selon le cultivar.

Développement anormal des fruits

Les piments et les poivrons exposés à des températures élevées (32 °C [90 °F] le jour, 21 °C [70 °F] la nuit) pendant plusieurs jours lors de la formation des bourgeons peuvent prendre une forme oblong-court avec des segments supplémentaires (loges). L'exposition à des températures froides (15 °C [59 °F] le jour, 5 °C [41 °F] la nuit) pendant la floraison peut quant à elle créer des poivrons ou des piments anormalement aplatis, sans pépins et avec une extrémité apicale pointue.

Les températures extrêmes durant la fructification affectent également la coloration des poivrons et des piments. Pour un pigment rouge, la température idéale est de 18 à 24 °C (64 à 75 °F). Au-dessus de cet intervalle, on verra plutôt un pigment jaune. En dessous de 13 °C (55 °F), la coloration s'arrête (Figure 7–178).



Figure 7–178. Poivron plat en raison des températures froides durant la pollinisation

Dommages causés par l'action du sable ou du vent et par dessiccation

Les dommages causés par le vent peuvent prendre plusieurs formes. Ils peuvent être causés par l'abrasion du sable, par des vents forts qui fouettent les végétaux et par dessiccation.

Les dommages causés par l'action du sable (abrasion) se produisent par grands vents dans des sols sableux et exposés, à texture légère. Les tiges et les feuilles orientées du côté du vent peuvent présenter des zones rugueuses ocre pâle. Dans des cas graves, la croissance peut s'arrêter ou le plant peut même mourir, ce qui réduit considérablement les rendements.

Les dommages causés par l'action du vent peuvent se produire dans tous les types de sols. Les jeunes plants fouettés et tordus par des vents violents peuvent être gravement endommagés, voire tués. Les très grands plants de poivrons ou de piments sont particulièrement vulnérables à l'action du vent.

Les dommages causés par dessiccation sont plus courants chez les jeunes plants fragiles lors d'épisodes de grands vents et de températures extrêmes. Une acclimatation adéquate des plants avant l'installation en champ aide à réduire les effets dévastateurs du vent.

Tous les types de dommages causés par le vent peuvent prédisposer les plants à des maladies foliaires. L'installation de bandes de protection contre le vent, les cultures de couverture et les brise-vent contribuent à atténuer les problèmes causés par le vent et le sable.

Dommages causés par la pollution de l'air

Les dommages causés par la pollution de l'air peuvent être confondus avec les symptômes de maladies, d'invasions d'insectes, de carences nutritionnelles et de toxicité ou de dommages causés par les herbicides ou par des conditions météorologiques extrêmes. Ils sont généralement les plus graves par temps chaud, dégagé, calme et humide, lorsque la pression atmosphérique est élevée, puisque ces conditions peuvent causer une inversion d'air. Ce phénomène se produit lorsque l'air à la surface terrestre emprisonne l'air froid au niveau du sol, ce qui entraîne l'accumulation de polluants. Les dommages peuvent être encore plus graves par temps brumeux, lors de fortes rosées ou dans les champs près de routes très achalandées.

Parmi les polluants en cause, on trouve l'ozone, le dioxyde de soufre, le nitrate de peroxyacétyle (PAN) et l'éthylène.

Ozone : L'ozone est le principal polluant atmosphérique dans le complexe de smog oxydant. Ses niveaux varient considérablement au cours de la saison de végétation, comme le montrent les alertes au smog en Ontario. Les poivrons et les piments ne sont habituellement pas sensibles à l'ozone.

Dioxyde de soufre : La sensibilité au dioxyde de soufre peut varier considérablement d'une espèce, d'un cultivar et même d'un plant à l'autre. Ces variations s'expliquent par les différences d'emplacement et de climat ainsi que de stade de croissance et de maturation. Les poivrons et les piments ne sont habituellement pas sensibles au dioxyde de soufre.

Nitrate de peroxyacétyle (PAN) : Les poivrons et les piments sont couramment affectés par le PAN.

Ce polluant cause habituellement des bandes ou des taches lustrées ou argentées, qui finissent par prendre une teinte bronze après deux ou trois jours. Sont les plus vulnérables les petits plants et les feuilles tout juste parvenues à maturité (environ cinq jours après l'émergence).

Éthylène : L'éthylène provient des gaz d'échappement des fournaises et des appareils de chauffage qui fonctionnent aux combustibles fossiles ou par combustion du bois, utilisés pour chauffer les serres ou les abris-serres plastique. L'éthylène influence la croissance et le développement des tissus végétaux. Les gaz d'échappement qui pénètrent une serre ou un abri peuvent endommager les cultures sensibles, comme la tomate. Au nombre des symptômes mentionnons torsions ou enroulements, déformation du feuillage, défoliation et coulure.

Dommages dus à la foudre

L'apparition soudaine de sections circulaires (3 à 20 m [10 à 66 pi] de diamètre) de plants endommagés est souvent causée par la foudre. Les plants situés en bordure des zones touchées sont souvent moins endommagés que les autres.

Chez la plupart des cultures maraîchères, les feuilles aux extrémités des branches se recourbent d'abord, puis flétrissent et, dans les cas graves, le plant meurt. Il arrive qu'un côté de la tige soit entaillé comme s'il y avait une fissure sur la longueur. La tige semble creuse si on la sectionne, et le tissu interne peut être en forme d'échelle.

Fentes et fendillements

Sur les fruits, les fentes apparaissent à l'extrémité pédonculaire comme des fissures qui se propagent de manière radiale ou concentrique. Selon le cultivar, les fissures peuvent apparaître dès le stade vert-mûr jusqu'au stade du mûrissement complet. La vulnérabilité varie selon le cultivar. Les fentes peuvent être causées par des altérations de la vitesse de croissance ou des fluctuations de l'humidité ou de la température.

Les fendillements causés par la pluie apparaissent comme des microfissures concentriques ou roussissements sur le collet du fruit. Pouvant se fondre et s'élargir, ils sont rugueux au toucher et peuvent prendre une texture fibreuse. La zone atteinte ne mûrira pas bien. Les fendillements sont moins fréquents chez les variétés dont le feuillage est abondant puisque les fruits sont protégés de la pluie et de la rosée. Lorsque les plants sont recouverts, comme dans les abris-serres, les fendillements causés par la pluie sont grandement réduits.

Flétrissure du noyer

La flétrissure du noyer peut se manifester si une culture est plantée dans un rayon de 12 à 15 m (39 à 49 pi) de noyers ou à un endroit d'où on a enlevé des noyers au cours des dernières années. Les plants se fanent et meurent. Peuvent aussi être atteints d'autres plants vulnérables à proximité.

Insolation

L'insolation peut affecter les feuilles, les tiges et les fruits. Peut en présenter les signes un fruit qui est soudainement exposé au soleil, à la suite d'une défoliation du plant, surtout par temps chaud et humide. Les tissus atteints s'affaissent et deviennent brun pâle à blanc. Les fruits peuvent alors être envahis par des organismes secondaires qui risquent de les faire pourrir. On peut observer des symptômes similaires dans les cultures de concombre si leur feuillage s'est éclairci à cause d'une maladie.

Chez les poivrons et les piments, l'insolation peut ressembler aux lésions de la nécrose apicale sur le côté du fruit. En fonction de l'emplacement des lésions, déterminer si elles peuvent être dues à une exposition au soleil.



Figure 7–179. Poivron présentant des dommages modérés à la suite d'une insolation

Les pratiques de production qui favorisent une couverture de feuillage adéquate sur les fruits (irrigation, choix du cultivar, fertilisation adéquate) aideront à réduire les dommages causés par l'insolation. Prévenir la défoliation, qui peut se produire à la suite d'une maladie, d'une chaleur excessive, de dommages causés par les insectes ou de l'utilisation d'Ethrel (pour la tomate de transformation).

Nécrose apicale

Une petite lésion aqueuse ou brun pâle apparaît à l'extrémité apicale ou sur le côté des fruits immatures ou en maturation. Les lésions foncent et s'étendent rapidement, s'enfonçant et tournant au noir. Les symptômes peuvent toucher plus de la moitié des fruits. Des agents pathogènes fongiques ou bactériens peuvent envahir la lésion, ce qui lui confère une apparence nécrosée (Figure 7–180).

On suppose que la nécrose apicale est déclenchée par une carence locale en calcium dans l'extrémité apicale du fruit, généralement associée à l'interruption de l'apport en eau et non par une carence en calcium du sol. Des études ont toutefois démontré que d'autres facteurs peuvent être en cause, notamment :

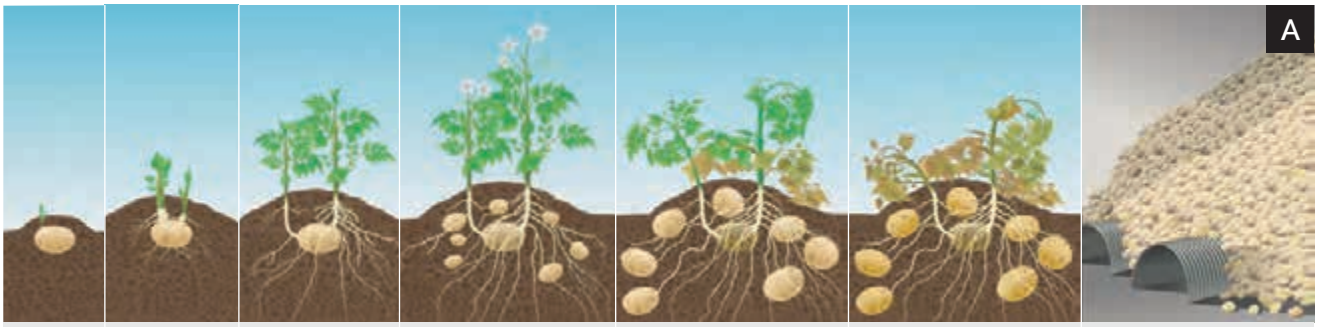
- Température élevée et ensoleillement intense, particulièrement après du temps frais et couvert;
- Sols à forte teneur en azote ammoniacal;
- Cultivars vulnérables;
- Stress pendant les périodes de croissance rapide des fruits;
- Ratio de potassium et de calcium des fruits;
- Apports d'azote élevé;
- Fluctuations dans les niveaux d'hormones de croissance du plant.



Figure 7–180. Nécrose apicale chez un piment banane

Ni des apports supplémentaires de nitrate de calcium ni la pulvérisation de calcium sur les feuilles ne se sont révélés efficaces. Éviter les sarclages trop profonds qui peuvent priver les plants d'une partie de leurs racines et occasionner du stress. Choisir des cultivars moins vulnérables à la nécrose apicale et programmer soigneusement les irrigations pour assurer aux plants un apport constant en eau et en calcium.

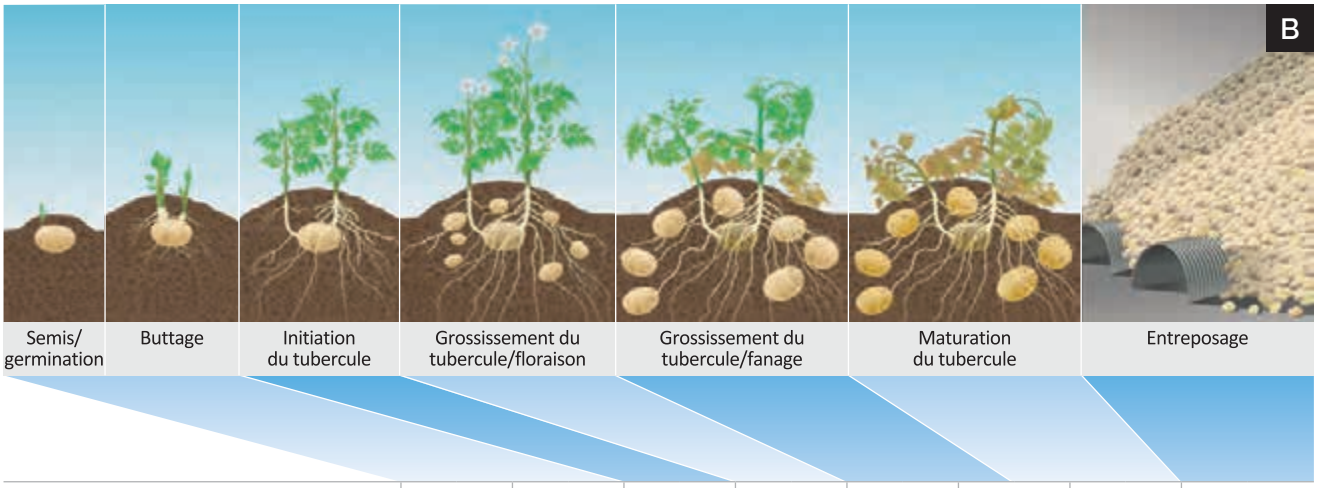
Pommes de terre





LÉGENDE : Jamais observé — Souvent observé

	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Entreposage
Maladies								
Brûlure alternarienne								
Chancre de la tige (rhizoctone)								
Dartrose								
Flétrissement verticillien								
Gale argentée								
Gale commune								
Jambe noire								
Maladie des taches brunes/alternariose								
Mildiou								
Moisissure grise (*Botrytis*)								
Mort prématurée de la pomme de terre								
Nématodes								
Pourriture à sclérotes								
Pourriture aqueuse								
Pourriture des tiges								
Pourriture molle des tubercules								
Pourriture rose								
Pourriture sèche fusarienne et pourriture des semences causée par *Fusarium*								
Rhizoctone brun								
Virus								
Insectes								
Altises								
Cicadelle de la pomme de terre								
Doryphore de la pomme de terre								
Pucerons								
Punaise terne								
Ver fil-de-fer								
Ver-gris								



	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Entreposage
LÉGENDE : Jamais observé — Souvent observé								
Troubles physiologiques								
Brûlure apicale								
Brunissement interne et cœur creux								
Cœur noir								
Dommages causés par la pollution de l'air								
Maladie des taches noires								
Nécrose de chaleur								
Rosissement des œilletons								

Figure 7–181. Stades de développement de la pomme de terre et calendrier d'activité des ravageurs. La période réelle d'activité des ravageurs varie considérablement d'une année à l'autre selon des facteurs environnementaux.

Exigences de production

Types de sol :	Loams profonds, friables, bien drainés, sableux, riches en matières organiques et sans pierre
pH du sol:	6 à 7
Cultures recommandées dans la rotation :	Céréales (surtout le seigle), maïs, oignons
Cultures déconseillées dans la rotation :	Carottes, piments, poivrons, soya, tomates
Température minimale du sol :	8 °C (46 °F)
Température optimale de l'air :	15 à 18 °C (59 à 64 °F)
Date de semis optimale :	Mi-avril à mi-juin

Variétés

En Ontario, la plupart des pommes de terre sont cultivées pour la transformation (production de croustilles), le marché du frais (produits de table) et les semences. Les pommes de terre rondes et blanches sont cultivées pour la production de croustilles et la consommation de table; les jaunes et les Russet, pour la consommation de table et parfois la transformation; celles à peau rouge et de spécialité (pommes de terre de couleur, Fingerling), pour la consommation de table. En outre, la production de pommes de terre grelots est de plus en plus fréquente dans la province même si elle demeure rare.

Une description complète des variétés de pommes de terre communes se trouve sur le site Web de l'Agence canadienne d'inspection des aliments : inspection.canada.ca/. Rechercher « Variétés de pommes de terre au Canada – Descriptions ».

Les semences de nouvelles variétés ou de variétés de spécialité sont souvent difficiles à trouver sur le marché en Ontario. Pour tout renseignement sur les contrats et sur la disponibilité des semences, visiter le site Web de l'Ontario Potato Seed Growers Association (association des producteurs de semences de pommes de terre de l'Ontario) : www.ospga.ca/. Pour s'informer sur les essais réalisés avec ces variétés

en Ontario, s'adresser au spécialiste de la culture de la pomme de terre du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales (MAAARO) ou à l'Ontario Potato Board.

Semis et espacements

Au Canada, la production de pommes de terre de semence se fait selon un système à nombre restreint de générations, ce qui signifie que les semences qui réussissent l'inspection sont admises à la classe inférieure après chaque génération.

Les semences de base (le matériel nucléaire), des minitubercules produits dans un environnement contrôlé, sont au sommet de la pyramide de production des pommes de terre de semence. Elles peuvent être cultivées pendant sept ans. Par conséquent, il existe sept classes de pommes de terre de semence. Chaque classe a un seuil de tolérance défini pour la présence de certaines maladies. Voir le Tableau 7–129 et la Figure 7–182.

Tableau 7–129. Classes des pommes de terre de semence au Canada

Classe	Génération[1]
Pré-Élite (PE)	1
Élite I (E1)	2
Élite II (E2)	3
Élite III (E3)	4
Élite IV (E4)	5
Fondation (F)	6
Certifiée (C)	7

[1] Après chaque saison au champ et une inspection positive, la semence passe à la classe inférieure.



Figure 7–182. Échantillons de matériel nucléaire en éprouvette

Des semences saines pesant environ 55 g (1,9 oz) donnent des pieds de pommes de terre vigoureux. Avec des semences de moins de 40 g (1,4 oz), la levée est en général plus lente et les plants, moins vigoureux. Le risque que les semences pourrissent avant d'avoir donné naissance à des plants bien établis est plus élevé. En revanche, l'utilisation de semences pesant plus de 55 g (1,9 oz) augmente le coût sans augmenter significativement le rendement à la récolte.

Planter les pommes de terre de semence dans des buttes en les recouvrant d'au moins 5 cm (2 po) de terre. Peu après la levée, butter les pommes de terre à une profondeur finale de 10 à 15 cm (4 à 6 po) afin de laisser de l'espace pour la formation maximale des tubercules et d'empêcher leur verdissement. Dans certains cas, il faudra les butter plusieurs fois pour recouvrir les tubercules ou pour maîtriser les mauvaises herbes. Certaines planteuses permettent de planter et de butter les pommes de terre en même temps. Voir le Tableau 7–130.

Tableau 7–130. Espacement des pommes de terre

Dans l'hypothèse d'un espacement des rangs de 91 cm (36 po)

Culture	Espacement sur le rang	Taux de semis estimé
Variétés à forte tubérisation	30 cm (12 po)	2 018 kg/ha (16 q/acre)
Variétés à faible tubérisation	20-25 cm (8-10 po)	2 385-3 012 kg/ha (19-24 q/acre)
Variétés pour la production de pommes de terre grelots	10 cm (4 po)	4 770 kg/ha (38 q/acre)

Plusieurs facteurs physiologiques influencent l'établissement du peuplement.

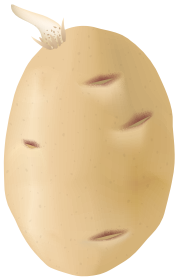
Dominance apicale : Les bourgeons apicaux sont habituellement les premiers à germer. La croissance du bourgeon apical (le germe qui se développe au sommet de la couronne du tubercule) peut inhiber la germination des autres bourgeons. Quand on utilise des semences sectionnées de variétés caractérisées par une forte dominance apicale, par exemple Jemseg et Yukon Gold, le retard de germination des bourgeons non apicaux entraîne une levée irrégulière. Les semences sectionnées de variétés à faible dominance apicale, comme Superior, produisent des peuplements plus uniformes.

Âge physiologique de la semence : Les conditions de croissance déterminent l'âge du tubercule (qui subit l'effet du stress durant sa croissance) dès qu'il commence à se former. Si la saison est chaude ou sèche, les tubercules auront un âge physiologique plus avancé à la récolte que ceux qui ont connu des conditions de croissance plus favorables. La température de conservation entre aussi en jeu : si elle dépasse 10 °C (50 °F), les tubercules vieilliront plus vite. Des facteurs de stress comme la manipulation brutale, la pré-section et le réchauffement ou le refroidissement peuvent accélérer le processus de vieillissement des semences.



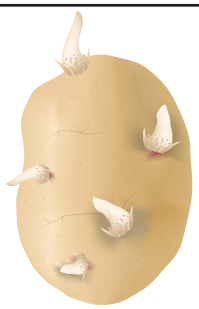
Dormance

- Les pommes de terre ne germent pas du tout.
- La période de dormance varie selon le cultivar.
- Il existe des moyens chimiques et non chimiques pour mettre fin à la période de dormance.



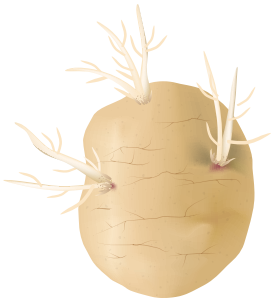
Jeune semence

- Les jeunes semences présentent une forte dominance apicale.
- Elles produisent une à deux jeunes pousses qui émergent lentement des germes au sommet du tubercule, ou « extrémité apicale ».
- Plus le nombre de tiges est faible, plus le nombre de tubercules le sera aussi, ce qui signifie qu'il y aura moins de tubercules à la récolte, mais qu'ils seront plus gros.
- Les tubercules de jeunes semences prennent du temps à grossir, ce qui constitue un avantage pour les variétés tardives.



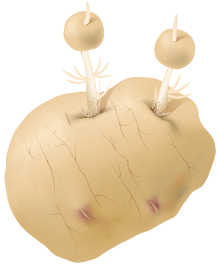
Semence d'âge moyen

- Les semences d'âge moyen lèvent plus rapidement que les jeunes semences.
- L'absence de dominance apicale bien déterminée favorise la formation de plusieurs pousses, de sorte que le nombre de tubercules produits, et donc le rendement des cultures, est plus élevé.



Vieille semence

- Les vieilles semences produisent des pousses ramifiées, sans qu'il y ait dominance apicale.
- En général, les plants issus de vieilles semences produisent un plus grand nombre de tubercules, mais ne sont pas assez vigoureux pour amener ceux-ci à un calibre souhaitable.



Très vieille semence

- De petits tubercules se forment sur les pousses, donnant lieu au « boulage ».
- Il n'est pas recommandé d'utiliser des semences de cet âge.

Figure 7–183. Aspects à prendre en compte – Âge physiologique des semences

Les tubercules peuvent être classés selon leur âge physiologique :

- Les jeunes semences présentent une forte dominance apicale. Elles produisent une à deux jeunes pousses qui émergent lentement des germes au sommet du tubercule, ou « extrémité apicale ». Plus le nombre de tiges est faible, plus le nombre de tubercules le sera aussi, ce qui signifie qu'il y aura moins de tubercules à la récolte, mais qu'ils seront plus gros. Les tubercules de jeunes semences prennent du temps à grossir, ce qui constitue un avantage pour les variétés tardives.
- Les semences d'âge moyen lèvent plus rapidement que les jeunes semences. L'absence de dominance apicale bien déterminée favorise la formation de plusieurs pousses, de sorte que le nombre de tubercules produits, et donc le rendement des cultures, est plus élevé.
- Les vieilles semences produisent des pousses ramifiées, sans qu'il y ait dominance apicale. En général, les plants issus de vieilles semences produisent un plus grand nombre de tubercules, mais ne sont pas assez vigoureux pour amener ceux-ci à un calibre souhaitable.

Disposition des œilletons : La disposition des œilletons sur le tubercule joue un rôle important. Chez certaines variétés (Superior), les œilletons sont répartis uniformément sur toute la surface du tubercule. Chez d'autres, en revanche, ils sont groupés autour de l'extrémité apicale (Ambra). Ainsi, lorsque les tubercules sont tranchés à la machine, le nombre de semenceaux stériles (dépourvus d'œilletons) est élevé. Cet inconvénient est encore plus grave chez les tubercules de gros calibre; il est donc préférable de les déclasser et de les sectionner à la main.

Examiner les semences sectionnées sortant de la machine pour s'assurer qu'elles sont suffisamment grosses et qu'elles sont pourvues d'œilletons et sans craquelures (le Figure 7–184 et le Figure 7–185).

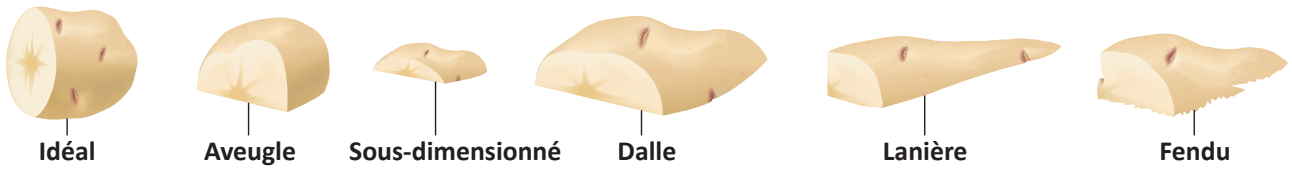


Figure 7–184. Aspects à prendre en compte – Formes des semences sectionnées

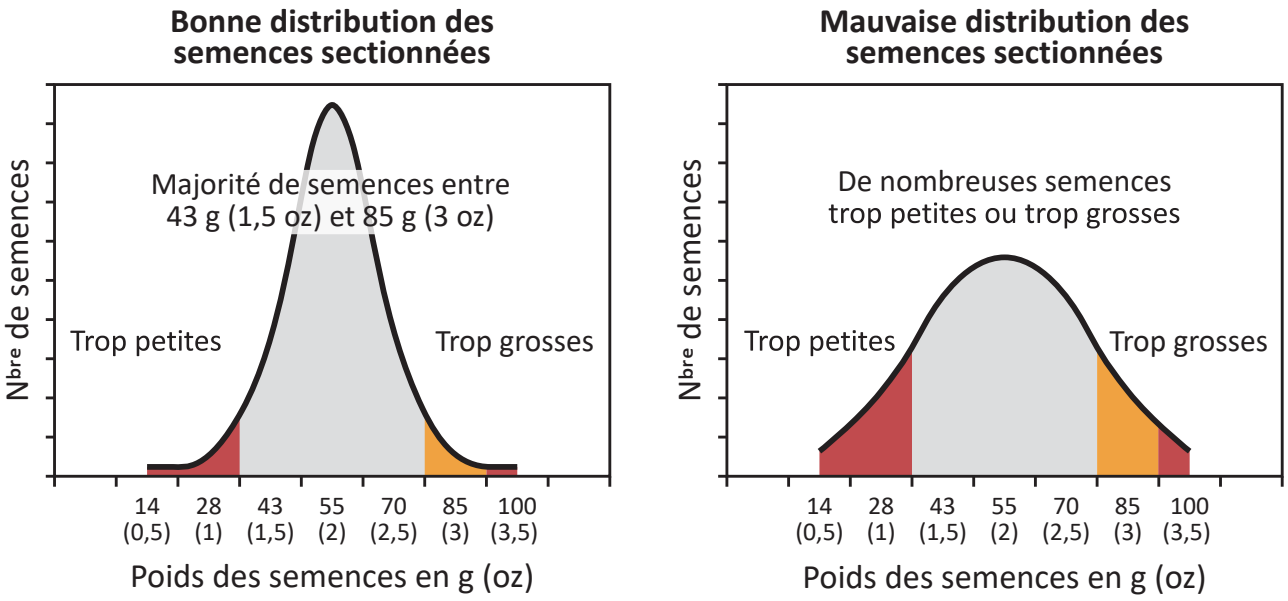


Figure 7–185. Aspects à prendre en compte – Distribution optimale selon la taille des semences sectionnées

Manipulation et traitement des semences

Utiliser des tubercules de semence de classe Élite ou Fondation afin de diminuer le risque posé par le virus de l'enroulement, la mosaïque, *Fusarium* spp. et les maladies bactériennes. Dès réception, inspecter les tubercules pour s'assurer qu'ils ne présentent pas de symptômes consécutifs à un échauffement, à un gel ou à une infection. Il est possible de demander un reclassement des semences à l'inspecteur des pommes de terre de semence d'Agriculture et Agroalimentaire Canada de la région. La demande doit être faite dans les deux jours ouvrables suivant la réception des tubercules de semence.

Le producteur doit exiger au moins deux étiquettes de certification pour chaque lot de semences en vrac, l'une à apposer sur la cellule d'entreposage, l'autre à classer dans ses dossiers. Le numéro figurant sur l'étiquette permet de joindre directement le producteur de semences. Les tubercules demandent à être manipulés, entreposés et plantés avec soin. Un peuplement et un rendement insatisfaisants ne sont pas toujours à mettre sur le compte du producteur de semences.

Pour réduire le risque de maladie, éliminer tous les tubercules entiers ou sectionnés qui présentent des signes de pourriture. Adopter de bonnes pratiques de désinfection des locaux d'entreposage, des couteaux, des contenants et du matériel de manutention.

Pour limiter les chocs et les meurtrissures, le matériel de manutention des tubercules de semence doit être matelassé (de la même façon que le matériel de récolte), et les hauteurs de chute ne doivent pas dépasser 15 cm (6 po). Les couteaux doivent être bien aiguisés. Étant donné que les tubercules froids sont plus sensibles aux chocs, il faut remonter leur température à au moins 7 à 10 °C (45 à 50 °F) avant de les manipuler. Les blessures et les meurtrissures ouvrent la voie aux agents pathogènes et au développement ultérieur de pourritures. Une mauvaise manipulation peut accélérer le vieillissement physiologique des semences; celles-ci produiront plus de tiges et donc des tubercules de plus petit calibre et plus vulnérables au stress.

Lorsque les semences sectionnées ne peuvent pas être plantées immédiatement, les précautions suivantes permettent de favoriser la cicatrisation et la subérisation des surfaces coupées :

- Mettre les semences en tas de faible hauteur et y faire passer de l'air pulsé.
- Maintenir une température entre 10 et 15 °C (50 et 59 °F).
- Maintenir l'humidité relative entre 90 et 95 % (ne pas laisser de condensation se former à la surface des tubercules).

Maintenir ces conditions pendant trois à quatre jours. Il est ensuite possible d'abaisser la température, mais il faudra maintenir l'humidité et faire fonctionner les ventilateurs par intermittence.

Les semences sectionnées ne devraient jamais être exposées en plein soleil ni en plein vent. Les minuscules craquelures que ce stress provoque favorisent l'entrée des bactéries et des champignons pathogènes. Ne jamais planter de tubercules qui ont été lavés.

Prégermination ou germination en vert

Cette méthode peut être envisagée par les producteurs qui cultivent des pommes de terre dans les zones où la saison de croissance est courte ou ceux qui exploitent des superficies restreintes et qui tiennent de ce fait à accélérer la levée et à maximiser le rendement. La prégermination, qui consiste à placer les tubercules à la lumière pour contrôler la germination, favorise la levée et le grossissement. Comme ce procédé peut prendre plusieurs semaines, il faut s'y prendre bien avant la date prévue des plantations.

Les tubercules entiers de petit calibre sont placés dans des contenants en se gardant d'empiler plus de deux ou trois tubercules. Il est essentiel que l'air circule et que la lumière pénètre à l'intérieur des tas. La prégermination peut se faire dans un entrepôt sous des lampes fluorescentes ou dans une serre à la lumière naturelle. L'objectif est d'obtenir des germes courts, trapus et vert foncé, qui résisteront à la plantation. Lorsqu'elle est faite dans un local frais (ex. : à 8 °C [46 °F]) sous un éclairage fluorescent, la prégermination donne des germes plus courts que si elle était faite dans un local chaud. Les tubercules qui sortent de l'entrepôt d'hiver maintenu entre 3 et 4 °C (37 et 39 °F) ont besoin d'environ 250 DJ (degrés-jours) calculés par rapport au seuil thermique de 4 °C. La méthode de calcul des degrés-jours est expliquée à la section *Degrés-jours de croissance*, au chapitre 4.

Si la température maximale quotidienne est de 15 °C (59 °F) et la température minimale quotidienne de 5 °C (41 °F) (le seuil thermique ou la température de base étant de 4 °C), la prégermination des tubercules durera environ 41 jours (250 DJ divisés par 6). Il est conseillé de planter les tubercules prégermés avec une planteuse à godets, car elle endommage moins les germes. Éviter les planteuses à ergots. L'uniformité de calibre des tubercules aide à rendre la levée plus égale. Même sans serre, on peut parvenir aux mêmes résultats en mettant les tubercules à prégermer à la lumière naturelle douce, à 20 °C (68 °F), pendant environ deux semaines. On peut aussi les placer à la chaleur dans un germoir. L'éclairage fluorescent doit alors être plus intense. Dans tous les cas, il importe de maintenir l'humidité relative à environ 80 % pour empêcher la déshydratation des tubercules, sans toutefois stimuler l'émission des racines.

Fertilisation

Macronutriments

Azote

Si la quantité totale d'azote et de potasse appliquée dépasse 360 kg/ha (321 lb/acre), épandre au moins une partie de celle-ci en pleine surface avant la plantation pour réduire la concentration de l'engrais près des semences et des racines de pommes de terre. Épandre la quantité restante d'azote en bandes latérales avant de rebutter les pommes de terre afin de l'incorporer à la butte. Il est généralement déconseillé d'épandre de l'azote en pleine surface ou en bandes après que les plants de pommes de terre ont atteint 20 cm (8 po) de hauteur, pour ne pas retarder la maturité.

Chaque variété a des besoins différents en azote et réagit différemment selon la dose reçue. Souvent, le sélectionneur peut vous communiquer les apports optimaux pour ses variétés. Si vous ne pouvez obtenir ces renseignements, voir le Tableau 7–131. Servez-vous de ces recommandations comme d'un guide selon l'utilisation de la culture. Les variétés tardives à haut rendement nécessitent plus d'azote que les variétés précoces, ainsi qu'un traitement fractionné. Il est déconseillé d'épandre trop d'azote sur les pommes de terre cultivées pour la transformation, car cela peut nuire à la qualité du processus plus tard dans la saison.

Tableau 7–131. Besoins en azote de la pomme de terre

Sol	Azote actif kg/ha	Rendement commercialisable prévu
Sols minéraux		
Culture principale	50 kg/ha (45 lb/acre)	15 t/ha (120 q/acre)
	75 kg/ha (67 lb/acre)	20 t/ha (159 q/acre)
	130 kg/ha (116 lb/acre)	25 t/ha (199 q/acre)
	200 kg/ha (178 lb/acre)	> 30 t/ha (239 q/acre)
Culture hâtive	70 kg/ha (62 lb/acre)	—
Terres noires		
Culture hâtive et culture principale	Au maximum 60 kg/ha (54 lb/acre)	—

Réduire la fertilisation azotée après un apport de fumier ou d'engrais vert de légumineuses. Voir le Tableau 1–12 et le Tableau 1–13, au chapitre 1.

Phosphore

Faire analyser le sol pour déterminer les besoins en phosphore. Voir le Tableau 7–132.

Sur les sols minéraux pauvres ou moyennement pourvus en phosphate, appliquer en bandes une partie ou la totalité de l'engrais phosphaté, au moment des plantations, à 2,5 cm (1 po) en dessous des semences et à 6 cm (2 ½ po) de part et d'autre du rang. Dans les terres noires ou les sols minéraux riches en phosphate, l'épandage localisé est moins crucial, et l'engrais peut être épandu en pleine surface.

Potassium

Faire analyser le sol pour déterminer les besoins en potassium. Voir le Tableau 7–133.

Magnésium

Les pommes de terre peuvent souffrir d'une carence en magnésium. Les symptômes habituels sont le jaunissement des feuilles les plus matures, entre les nervures et le bord qui restent vert foncé. Voir *Macronutriments*, au chapitre 1.

Calcium

Jouant un rôle important dans la tubérisation, la subérisation et pour la peau des tubercules, le calcium peut aussi aider à réduire le stress causé par la chaleur. Plus le sol est riche en calcium, moins la tubérisation est élevée. Certaines maladies qui s'attaquent aux tubercules, comme le cœur creux et le brunissement interne, sont dues à une carence en calcium. Le calcium se présente souvent sous forme insoluble; or, la zone des racines a besoin de calcium soluble pour l'absorber adéquatement. Il est recommandé d'épandre du calcium soluble en couverture lors du rebuttage pour que les cultures en aient suffisamment.

Tableau 7–132. Besoins en phosphore de la pomme de terre

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en phosphore évaluée par extraction au bicarbonate de sodium (ppm)													
	0-3	**4-5**	**6-7**	**8-9**	**10-12**	**13-15**	**16-20**	**21-25**	**26-30**	**31-40**	**41-50**	**51-60**	**61-80**	**81 ou plus**
Sols minéraux														
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	200 (178) (EE)	200 (178) (EE)	190 (170) (EE)	190 (170) (EE)	180 (161) (EE)	170 (152) (EE)	160 (143) (EE)	140 (125) (EM)	120 (107) (EM)	90 (80) (EM)	50 (45) (EM)	30 (27) (EF)	30 (27) (EF)	30 (27) (EF)
Terres noires														
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	90 (80) (EM)	90 (80) (EM)	80 (71) (EM)	70 (63) (EM)	60 (54) (EM)	50 (45) (EF)	30 (27) (EF)	20 (18) (EF)	0 (EF)	0 (EF)

Tableau 7–133. Besoins en potassium de la pomme de terre

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en potassium évaluée par extraction à l'acétate d'ammonium (ppm)											
	0-15	**16-30**	**31-45**	**46-60**	**61-80**	**81-100**	**101-120**	**121-150**	**151-180**	**181-210**	**211-250**	**251 ou plus**
Sols minéraux												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	230 (205) (EE)	220 (196) (EE)	210 (187) (EE)	190 (170) (EE)	160 (143) (EE)	130 (116) (EE)	100 (89) (EM)	80 (71) (EM)	50 (45) (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (EN)
Terres noires												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	230 (205) (EE)	220 (196) (EE)	210 (187) (EE)	200 (178) (EE)	170 (152) (EM)	150 (134) (EM)	120 (107) (EM)	80 (71) (EM)	40 (36) (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (EN)

Oligo-éléments

L'efficacité des apports d'engrais contenant des oligo-éléments varie beaucoup selon les cultures, et l'on voit surtout des carences dans les sols sableux pauvres en matière organique. La question est traitée en profondeur dans *Oligo-éléments*, au chapitre 1.

Bore

Les carences en bore sont généralement observées dans des sols sableux pauvres en matière organique ou dans des terres noires à pH élevé. Le bore joue un rôle dans la distribution des sucres des feuilles jusqu'au tubercule. Pour accélérer ce processus, appliquer le bore sur les feuilles en fin de saison, lorsque le plant commence à se faner et les tubercules, à grossir.

Fertirrigation

Les engrais hydrosolubles comme l'azote, le phosphore, le potassium et le soufre peuvent être appliqués par un système d'irrigation par aspersion selon les besoins de la culture. Les éléments nutritifs sont incorporés dans la zone des racines avec l'eau servant à l'irrigation. Il faut savoir gérer la fertirrigation avec précaution pour éviter le lessivage des nutriments. Vérifier préalablement la compatibilité des engrais avec l'eau d'irrigation pour éviter la précipitation des nutriments et l'obstruction des buses.

Analyse de tissus végétaux

Utilisée en association avec une analyse de sol, l'analyse de tissus végétaux apporte des indications utiles pour diagnostiquer des troubles de croissance ou évaluer un programme de fertilisation. Un bon programme de fertilisation vise à maintenir les teneurs en éléments nutritifs de la plante dans la fourchette basse des intervalles de suffisance. Une fertilisation qui viserait la fourchette haute risquerait d'aboutir à une surfertilisation et de coûter plus cher qu'elle ne rapporte. Voir *Analyse de tissus végétaux*, au chapitre 1.

Utiliser les intervalles de suffisance à titre de référence. L'analyse de tissus végétaux ne peut remplacer ni l'analyse de sol ni un bon programme de fertilisation du sol. Prélevés idéalement le matin au début de la floraison, les échantillons de tissus doivent provenir d'au moins 50 plants situés à différents endroits dans la zone choisie. On recommande de prélever la quatrième feuille (en partant du sommet de la tige) avec son pétiole. Placer les échantillons dans un sac en papier propre et les envoyer immédiatement à un laboratoire pour analyse. Prélever un échantillon distinct pour les zones à problème. Voir le Tableau 7–134.

Tableau 7–134. Pomme de terre : interprétation des résultats d'analyse des tissus végétaux

Concentrations mesurées dans la quatrième feuille (à partir du sommet de la tige) et son pétiole, au début de la floraison.

Élément	Concentration critique[1]	Concentration normale maximale[2]
Azote	2,50 %	3,50 %
Phosphore	0,15 %	0,50 %
Potassium	1,20 %	2,50 %
Calcium	1,50 %	—
Magnésium	0,10 %	0,60 %
Soufre	0,14 %	—
Bore	2,0 ppm (µg/g)	25,0 ppm (µg/g)
Cuivre	2,0 ppm	25,0 ppm
Manganèse	15,0 ppm	150,0 ppm
Zinc	14,0 ppm	70,0 ppm

[1] Si la concentration tombe au niveau critique ou sous celui-ci, s'attendre à une baisse de rendement due à une carence.

[2] Les concentrations normales maximales sont supérieures à la concentration dont la culture a besoin, mais ne sont pas nécessairement toxiques.

Irrigation

Cultivées dans des milieux frais, les pommes de terre ont besoin d'un pouce d'eau par semaine pour un rendement optimal. Elles sont plus sensibles au stress hydrique que la plupart des autres cultures pour deux raisons :

Un système racinaire superficiel : Le système racinaire des pommes de terre est relativement peu profond. La plupart de ses racines n'atteignent pas les 30 cm (12 po) de profondeur.

Type de sol : Les pommes de terre poussent idéalement dans les sols et loams sableux, des sols qui ont une capacité de rétention d'eau faible à moyenne.

Pour obtenir un rendement élevé et des pommes de terre de grande qualité, il faut maintenir des niveaux optimaux d'humidité dans le sol tout au long de la saison de croissance. En l'absence de précipitations régulières, une irrigation fréquente est nécessaire. La situation devient critique lorsque la quantité d'eau du sol disponible pour les plantes tombe en dessous de 60 % à 65 %. L'incidence du stress hydrique dépend de la gravité, du moment et de la durée de celui-ci.

Le Tableau 7–135 indique la quantité d'eau nécessaire à chaque stade de croissance pour obtenir un rendement élevé et des pommes de terre de bonne qualité. Des recherches menées aux États-Unis ont montré qu'il y a perte de rendement si la quantité d'eau du sol disponible pour les plantes tombe en dessous des niveaux requis pendant plus de cinq jours.

Tableau 7–135. Pommes de terre : quantité d'eau nécessaire pour un rendement optimal

Stade de croissance	Quantité d'eau du sol disponible pour les plantes	Perte de rendement si la quantité d'eau tombe sous le seuil exigé
Germination	75 %	De courtes périodes sèches n'affectent pas le rendement.
Croissance végétative	75 %	5 %
Initiation du tubercule	80 %	10 %
Grossissement du tubercule	90 %	40 % à 60 % Stade où la demande en eau est la plus élevée. Une quantité d'eau suffisante est nécessaire pour un rendement élevé. Les conditions sèches favorisent les malformations du tubercule.
Maturation du tubercule	60 % à 65 %	Le manque d'eau peut causer la déshydratation du tubercule.

Si les précipitations sont insuffisantes, il faut irriguer pour maintenir l'eau du sol dans la zone racinaire au-dessus du niveau d'épuisement admissible. Ainsi, la culture ne souffrira pas de stress hydrique et produira un rendement maximal.

Défanage

Le défanage est nécessaire à la maturation de la peau des tubercules, ou « durcissement de la peau », un procédé qui prend entre 14 et 21 jours après le défanage. Il est recommandé d'attendre au moins 18 jours après le défanage pour commencer les récoltes. Une peau mature est une excellente barrière protectrice pour les tubercules et est vitale pour l'entreposage des cultures à long terme.

Le moment du défanage est déterminé par un certain nombre de facteurs, mais surtout par la taille commercialisable. Une fois que la culture a atteint la taille commercialisable souhaitée par le producteur, les fanes sont éliminées. Le choix du moment du défanage est particulièrement important pour les producteurs de semences et les transformateurs. Pratiqué suffisamment tôt, il permet de limiter le calibre des semences et la propagation des viroses par les pucerons. Pour les producteurs de pommes de terre destinées à la transformation, lorsque la culture a atteint la maturité chimique (teneur en saccharose et en glucose) et le poids souhaités, le défanage améliore la qualité de la transformation.

En général, les fanes des premières pommes de terre hâtives (celles qui sont récoltées entre juillet et début août) ne sont pas détruites. Ces pommes de terre étant consommées rapidement, le durcissement de la peau n'est pas si important. Cependant, lorsqu'il est nécessaire de contrôler le calibre des tubercules pour diminuer l'incidence du cœur creux, le défanage chimique peut, à l'occasion, avoir son utilité.

Un autre avantage du défanage est la lutte contre les mauvaises herbes, qui peuvent être détruites, de préférence avant qu'elles ne grènent.

Récolte

Quand la peau a durci, la récolte doit commencer assez tôt pour être achevée avant le premier gel important. Une fois que la récolte a débuté, l'humidité et la température du sol doivent être surveillées de près. Les conditions optimales de récolte se situent entre 60 % et 65 % d'humidité dans le sol. Les tubercules récoltés quand le sol est humide et froid sont susceptibles d'être meurtris et guérissent difficilement, ce qui les rend plus enclins à pourrir pendant l'entreposage. Les tubercules provenant de sols humides peuvent également manquer d'oxygène, ce qui peut fait élargir leurs lenticelles. Ces conditions augmentent la susceptibilité des tubercules à la pourriture. Une terre sèche et creuse peut provoquer de graves meurtrissures sur les tubercules au moment de la récolte.

La température de la pulpe des tubercules doit se situer entre 10 et 18 °C (50 et 64 °F). Au-delà de 20 °C (68 °F), les tubercules sont très sensibles à la pourriture bactérienne molle. De plus, il est difficile d'abaisser leur température une fois qu'ils sont entreposés. Par conséquent, par temps chaud, le début de la matinée peut être le meilleur moment pour la récolte.

Le calendrier des récoltes est toujours imprévisible en raison des conditions météorologiques. Il faut s'appuyer sur les conditions du sol, les prévisions météorologiques et l'expérience de l'agriculteur.

Inhibition de la germination

Après une période de dormance ou repos végétatif, les pommes de terre se mettent rapidement à germer. Il est cependant possible de conserver des pommes de terre à une température de 10 °C (50 °F) ou plus sans qu'elles germent, pourvu qu'elles soient traitées avec un inhibiteur de germination.

Aucun des deux traitements ci-dessus ne peut être appliqué aux pommes de terre de semence. Ne pas entreposer les semences dans un local où se trouvent des pommes de terre traitées au chlorprophame (CIPC) ou dans des cageots qui se trouvaient dans un local au moment d'un traitement au CIPC.

Traitement au champ

L'hydrazide maléique est un régulateur de croissance que l'on applique sur les plants, dans le champ, en vue d'inhiber la germination des tubercules pendant leur conservation. Il est indispensable d'effectuer la pulvérisation de ce produit avec le plus grand soin (celui-ci doit atteindre uniformément tout le feuillage). Il importe également de faire le traitement au moment optimal. Les dernières recherches dans ce domaine indiquent que, sur certaines variétés, un traitement trop précoce peut être phytotoxique et entraver la croissance des tubercules. Consulter l'étiquette du fabricant pour plus d'information sur le dosage et la période propice au traitement. Le traitement s'effectue parfois dès la 2^{e} ou 3^{e} semaine après la pleine floraison. Ne traiter que si le feuillage est encore vert et exempt d'insectes, de maladies ou d'autres dommages.

Durant l'entreposage, la présence de tubercules traités à l'hydrazide maléique sera sans conséquence pour des pommes de terre de semence qui seraient entreposées à proximité; en outre, on peut entreposer sans danger des pommes de terre de semence dans des cageots ayant déjà contenu des tubercules traités à l'hydrazide maléique.

Traitement en cours de conservation

Le CIPC (chlorprophame) est une autre substance chimique couramment utilisée pour empêcher les pommes de terre de germer. L'utilisation de ce produit sous forme gazeuse, dans les cellules de conservation, ne peut être faite que par un applicateur agréé. Il est possible de traiter les tubercules au CIPC (certaines formulations) durant le tri, juste avant l'ensachage pour la mise en marché. D'autres produits peuvent également être appliqués dans les entrepôts, notamment l'ipsenol et le 1,4-diméthylnaphtalène.

Entreposage

Entreposer séparément les semences et les pommes de terre de consommation ou de transformation, dans des locaux désinfectés. Ne pas conserver dans le même local des pommes de terre traitées au CIPC et des pommes de terre de semence.

Les coupures et les meurtrissures se cicatrisent plus vite quand les tubercules sont placés à une température de 15 °C (59 °F). Il est donc préférable de régler la température de l'entrepôt à ce niveau au cours des 10 à 14 premiers jours. Par la suite, il faudra l'abaisser de 1 °C tous les un ou deux jours jusqu'à atteindre la température souhaitée. Les pommes de terre de semence devraient être conservées entre 3 et 4 °C (37 et 39 °F) afin de prévenir la germination. Les pommes de terre destinées à la consommation de table peuvent être entreposées entre 4,5 et 5,5 °C (40 et 42 °F). Les tubercules destinés à la transformation industrielle devraient être conservés entre 10 et 12 °C (50 et 53 °F) et ne jamais être soumis à des températures inférieures à 5 °C (41 °F) pour éviter l'accumulation des sucres. Il faudra employer un inhibiteur de germination s'ils sont conservés à 10 °C (50 °F) pendant une période prolongée.

L'humidité relative à l'intérieur de l'entrepôt doit être aussi élevée que possible, mais sans entraîner de condensation sur les tubercules ou sur les structures. Cependant, en cas de foyers de pourriture molle ou si les tubercules sont mouillés quand on les met en entrepôt, il vaut mieux abaisser l'humidité ambiante jusqu'à ce qu'ils soient secs.

Lutte contre les ravageurs et les troubles physiologiques

Voir la Figure 7–181 *Stades de développement de la pomme de terre et calendrier d'activité des ravageurs*.

Maladies

Brûlure alternarienne
Alternaria solani

Identification : Les premiers signes de la maladie apparaissent souvent sur les feuilles les plus matures, qui restent humides à l'intérieur du couvert végétal. Les premiers symptômes sont de petites taches foliaires foncées de 8 à 13 mm de diamètre (¼ à ½ po). Les lésions en anneaux concentriques foncés (en forme de cible) sont circulaires ou anguleuses et grossissent avec le temps. Elles sont habituellement délimitées par les grosses nervures et sont cernées par un halo étroit jaune-vert. En cas d'infection grave, le feuillage sera entièrement recouvert de lésions et se dessèchera (Figure 7–186).



Figure 7–186. Lésions en anneaux concentriques ou en forme de cible sur la face inférieure d'une feuille, caractéristiques de la brûlure alternarienne

Sur les tubercules de pomme de terre, les lésions sont brun foncé à noires, légèrement enfoncées et de forme ronde à irrégulière. Elles sont souvent entourées d'une marge bleu-violet en relief. Le tissu interne pourri est généralement brun foncé, sec et liégeux.

Biologie : Les spores du champignon de la brûlure alternarienne hivernent au champ dans les résidus de culture, sur les tubercules infectés et sur les mauvaises herbes hôtes, telles que la morelle poilue. L'infection se déclenche à des températures chaudes (20 à 30 °C [68 à 86 °F]) et pendant les périodes d'humidité prolongée des feuilles, provoquées par un temps pluvieux ou de fortes rosées. Les spores sont principalement disséminées par le vent et les éclaboussures. Pour ces raisons, la maladie progresse rapidement pendant les périodes d'alternance entre temps humide et temps sec.

L'infection par la brûlure alternarienne est souvent plus grave chez les cultures de pommes de terre matures ou ayant subi un stress causé par la malnutrition, des piqûres ou morsures d'insecte, la sécheresse, etc. Les plants infectés par *Verticillium* ou qui montrent des symptômes de mosaïque commune sont très vulnérables à la brûlure alternarienne.

Au moment de la récolte, l'infection des tubercules se produit principalement à la faveur des entailles, des meurtrissures ou des blessures.

Moyens de lutte : La lutte contre la brûlure alternarienne requiert un programme intégré de pratiques culturales et chimiques pour minimiser les sources d'inoculum et de stress.

Pour la pomme de terre, pratiquer une rotation des cultures de deux ou trois ans et récolter lorsque la peau a durci pour éviter les blessures mécaniques.

Chancre de la tige et rhizoctone brun
Rhizoctonia solani

Identification : *Rhizoctonia solani* cause deux symptômes aux pommes de terre à différents moments de leur croissance :

Le chancre de la tige se caractérise par des lésions brunes qui pincent les germinations avant qu'elles émergent, ce qui endommage gravement les récoltes. Des pousses secondaires se développent à partir des pousses affectées. Elles sont moins vigoureuses et émergent beaucoup plus tard, ce qui provoque des peuplements irréguliers et inégaux. Les chancres sur les jeunes tiges provoquent la levée de plantes faibles, d'apparence chétive. Au milieu et à la fin de la saison, les infections se traduisent par des chancres longs, profonds et enfoncés sur les tiges. Un tapis de mycélium fongique blanc à gris peut se développer à la base des tiges. Les feuilles infectées s'enroulent vers le haut et peuvent devenir rougeâtres. Des tubercules aériens se forment à l'aisselle des feuilles ou près du sol.

Le rhizoctone brun se produit lorsqu'un sclérote se forme sur la peau des tubercules filles. Les sclérotes, qui sont des structures noires et dures de différentes tailles et formes, s'attachent fermement à la peau du tubercule, lui donnant une apparence disgracieuse.

Biologie : *Rhizoctonia solani* est un champignon ubiquiste tellurique qui peut survivre dans le sol pendant de nombreuses années. Des infections peuvent survenir durant toute la saison par temps chaud et humide ou très humide. Chez la pomme de terre, le rhizoctone survit également sur les semenceaux.

Moyens de lutte : Planter seulement des semenceaux certifiés et sans maladie. Il existe des fongicides pour maîtriser le rhizoctone.

Dartrose
Colletotrichum coccodes

Identification : Les symptômes peuvent apparaître sur la tige, les racines, les stolons et les tubercules des pommes de terre. Des lésions brunâtres à grises se développent d'abord sur les tiges; les lésions plus anciennes ont quant à elles un aspect décoloré. Des microsclérotes ressemblant à de minuscules points noirs se forment sur les lésions. Elles peuvent se former sur n'importe quelle partie infectée de la plante. Les tiges et les stolons infectés peuvent prendre une couleur rougeâtre ou pourpre distincte. Les feuilles supérieures des plantes infectées peuvent commencer à mourir et à se flétrir plus tard dans la saison. Sur les tubercules, l'infection prend la forme d'une décoloration brune à grise, et de minuscules microsclérotes se forment souvent dans ces zones.

Biologie : Le champignon de la dartrose a une large gamme d'hôtes et se trouve dans la plupart des sols où l'on cultive des pommes de terre. Il peut être transmis à la fois par les tubercules et par le sol. Les microsclérotes produits peuvent survivre longtemps dans le sol. La dartrose est souvent associée à des sols sableux, à un faible taux d'azote, à des températures élevées et à un mauvais drainage.

Moyens de lutte : Planter des semences saines et éviter le stress et l'irrigation excessive. Récolter les tubercules lorsque leur peau a durci pour éviter les blessures mécaniques.

Flétrissement verticillien
Verticillium albo-atrum, *V. dahliae*

Identification : Le premier symptôme du flétrissement verticillien est le jaunissement des feuilles, menant possiblement à leur flétrissement (particulièrement pendant les heures chaudes de la journée et se résorbant la nuit). Des lésions foliaires jaunes, souvent en forme de V, se développent entre les nervures et le rebord de la feuille, d'abord sur les feuilles inférieures. Les tissus dans les lésions peuvent se nécroser et sont habituellement auréolés d'une zone jaune irrégulière. Il arrive que les feuilles environnantes jaunissent sans toutefois brunir au début. C'est ce qui permet de distinguer le flétrissement verticillien de la brûlure alternarienne. Ces symptômes ne touchent souvent qu'un côté de la plante ou une face des feuilles. Lorsqu'entaillée sur le sens de la longueur, la tige principale révèle un tissu vasculaire brun, particulièrement au niveau du sol. En général, les symptômes apparaissent immédiatement après la floraison.

Biologie : L'inoculum fongique survit dans le sol et sur les débris végétaux des plantes hôtes. Sont hôtes beaucoup de cultures, notamment les pommes de terre, les piments et poivrons, les aubergines, les fraises, les framboises, les betteraves, les cucurbitacées, certaines crucifères et la luzerne. Certaines espèces de mauvaises herbes peuvent aussi servir d'hôtes, comme l'herbe à poux, les chénopodes, l'amarante, l'abutilon et les mauvaises herbes de la famille des solanacées.

Les symptômes s'intensifient souvent durant les périodes sèches. La présence de nématodes des racines peut aggraver la maladie.

Moyens de lutte : Pratiquer une rotation culturale de quatre à six ans. Ne pas faire de rotation avec d'autres cultures hôtes. À titre d'exemple, les céréales et les graminées n'en font pas partie. Supprimer les mauvaises herbes hôtes de la famille des solanacées dans les champs.

Les variétés telles que Superior et Goldrush sont particulièrement sensibles au flétrissement verticillien.

Prélever des échantillons de sol aux fins d'analyse pour vérifier la présence de *Verticillium* et de nématodes. S'ils sont présents en grande quantité, une fumigation du sol peut être nécessaire. Les meilleurs moments pour prélever des échantillons sont les mois de mai, de juin, de septembre et d'octobre.

Gale argentée
Helminthosporium solani

Identification : La gale argentée affecte seulement les tubercules. Les lésions apparaissent d'abord à la tige du tubercule comme des petites taches circulaires ou irrégulières d'apparence argentée. Elles peuvent s'agrandir jusqu'à couvrir la majorité du tubercule.

Les lésions qui se développent sur les tubercules entreposés sont de forme circulaire et de couleur brun foncé à noire. Dans un entrepôt, les tubercules infectés perdent de l'eau par leurs lésions, causant le flétrissement et le plissement de la peau (Figure 7–187).



Figure 7–187. Lésions à la surface de tubercules caractéristiques de la gale argentée

Biologie : Le champignon de la gale argentée hiverne principalement sur les semenceaux de tubercules infectés. Les spores produites sur les semenceaux se retrouvent sur les nouveaux tubercules, y pénétrant soit par les lenticelles, soit directement par la peau. L'infection n'atteint que les tissus de la peau, faisant ratatiner le tubercule.

L'incidence de la maladie augmente lorsque les pommes de terre sont laissées dans le sol après la maturité et sont récoltées tardivement. Une humidité élevée à la fin de la saison et pendant l'entreposage augmente les dommages causés par la gale argentée. La maladie n'affecte pas le rendement, mais elle compromet la qualité des pommes de terre fraîches emballées pour le marché de consommation.

Dépistage : La gale argentée se développe en fin de saison. Les lésions peuvent être difficiles à détecter lors de la récolte, surtout si les tubercules ne sont pas lavés. Déterrer des tubercules au hasard après le défanage pour évaluer l'incidence de la maladie avant la récolte.

Moyens de lutte : Utiliser des semences saines, exemptes de lésions de la gale argentée. Récolter dès que la peau du tubercule a durci pour éviter les blessures causées par la machinerie. Nettoyer et désinfecter soigneusement les entrepôts avant d'y entreposer une nouvelle récolte.

Gale commune
Streptomyces scabies, *S. scabiei*

Identification : Sur les plants de pommes de terre, il n'y a pas de symptômes visibles en surface. Les lésions des tubercules varient en taille et en forme. Les taches peuvent être peu nombreuses et dispersées ou couvrir la majorité de la surface. La gale superficielle ou rousselure produit des lésions superficielles et liégeuses. La gale plate provoque des lésions superficielles en forme de filet. Dans le cas de la gale profonde, les lésions forment des cavités d'une profondeur pouvant atteindre 1 cm (½ po). Le tissu entourant l'intérieur de la moelle est liégeux. Les lésions de la gale verruqueuse sont surélevées, rugueuses et liégeuses (Figure 7–188).



Figure 7–188. Lésions de la gale commune sur un tubercule (A) et variation de sa gravité et de son incidence (B)

Biologie : La bactérie causant la gale survit dans le sol indéfiniment. Les sols chauds et secs et un pH compris entre 5,5 et 7,5 facilitent le développement de la maladie (Figure 7–189).

Chez la pomme de terre, la plupart des infections par la gale ont lieu au moment de la formation des tubercules. La bactérie pénètre dans les tubercules nouvellement formés par les lenticelles immatures. Ces taches s'élargissent à mesure que les tubercules grossissent, et la maladie s'aggrave. La plantation de semences infectées ou l'épandage de fumier de bétail contaminé introduisent la bactérie dans des champs qui en étaient jusqu'alors exempts. Les tubercules qui semblent sains peuvent porter la bactérie sur leur peau.

Chez les pommes de terre, une espèce de gale acidophile (S. acidiscabies) peut infecter les tubercules dans les sols à un pH de seulement 5 (Figure 7–189).

Dépistage : Pour évaluer l'incidence de la maladie, arracher des plantes au hasard pour en examiner les tubercules ou les racines. L'évaluation de la maladie peut commencer dès que les tubercules filles ont la taille d'une pièce de cinq cents.

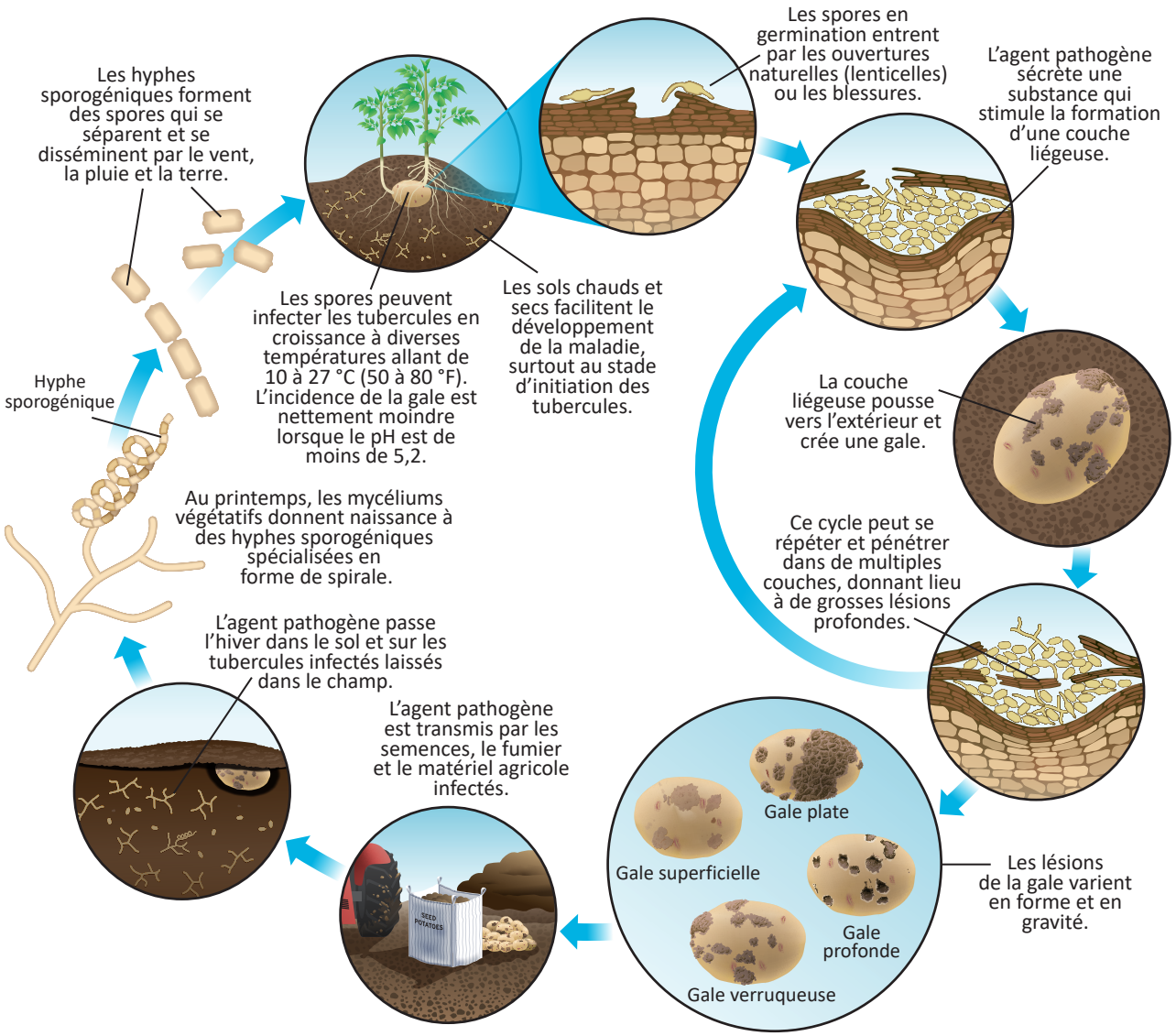


Figure 7–189. Cycle de vie de *Streptomyces* spp., causant la gale commune chez la pomme de terre

Moyen de lutte : Planter des semences non galeuses, et dans les champs infectés, ne planter que des variétés tolérantes à la gale commune, comme Superior, Dakota Pearl, Norland, Goldrush, Pike et GemStar. L'incidence et la gravité de la gale peuvent être réduites en maintenant l'humidité disponible du sol à 80 % de sa capacité de rétention pendant environ trois semaines, de la formation des tubercules jusqu'à ce qu'ils atteignent la taille d'une balle de golf. On a constaté que l'épandage de sulfate d'ammonium en bandes latérales pouvait réduire la gravité de la maladie.

Ne pas utiliser de fumier provenant d'animaux de ferme qui se sont nourris de tubercules infectés. Le chaulage du sol tend à augmenter l'incidence de la gale. Éviter de déplacer de la terre infectée sur du matériel agricole d'un champ contaminé à un champ sain. La rotation des cultures n'est pas très efficace, car la bactérie survit indéfiniment dans le sol.

Ne pas cultiver de radis en rotation avec des pommes de terre, des carottes ou des betteraves. La rotation avec des céréales contribue à réduire partiellement le niveau de contamination du sol par le champignon de la gale. On peut diminuer l'incidence des infections en maintenant les sols très humides durant la phase de grossissement des racines.

Jambe noire
Pectobacterium carotovorum var. *atrosepticum*, *Dickeya* sp.

Identification : Sur les tubercules, les lésions, qui commencent à la fin de la tige, sont renfoncées, circulaires et noires. La pourriture s'étend de l'extrémité de la tige à la moelle. D'abord de couleur crème, les tissus infectés deviennent grisâtre-noir et pâteux à mesure que la maladie progresse (Figure 7–190).



Figure 7–190. Flétrissement et pourriture noire de la tige, typiques de la jambe noire

Les jeunes plants issus de tubercules infectés sont atrophiés et ont l'air raides. Leur feuillage est jaunâtre, les folioles ont tendance à s'incurver en cuillère et les feuilles finissent par se flétrir et mourir. Une pourriture noire s'étend de la semence vers le haut de la tige. La pourriture est molle et visqueuse par temps humide. Les tissus infectés sont souvent envahis par des bactéries secondaires qui dégagent une odeur de poisson. Voir *Pourriture bactérienne molle*, aussi dans *Pommes de terre*.

Biologie : La bactérie responsable de la jambe noire est principalement véhiculée par les semences. Elle se répand rapidement lors des opérations de sectionnement, particulièrement en l'absence de conditions propices à la guérison. Une fois plantées, les semences infectées risquent de produire des plants infectés ou de pourrir. La maladie émerge principalement dans les zones basses et humides du champ. Les tubercules peuvent être attaqués pendant toute la saison de croissance ou au moment de la récolte. Si des tubercules malades sont entreposés, ils peuvent être une source d'inoculum à la saison suivante.

Moyens de lutte : Planter des semences certifiées. Réchauffer les semences avant le sectionnement. Nettoyer et désinfecter les couteaux et les planteuses entre chaque lot de semences. Planter dans un champ bien drainé et, si possible, lorsque la température du sol est d'au moins 10 °C (50 °F). Ne pas trop irriguer.

Récolter les tubercules lorsque la peau a durci pour éviter les blessures mécaniques et ne pas récolter lorsque les conditions sont humides. Pendant l'entreposage, maintenir les pommes de terre à basse température avec une aération adéquate afin de créer un environnement sec et d'éviter la condensation de l'humidité à la surface des tubercules.

Maladie des taches brunes/alternariose
Alternaria alternata

Identification : De minuscules cercles bruns ou « taches de poivre » se développent sur les feuilles de la pomme de terre. Les lésions plus anciennes sont rondes avec des anneaux concentriques. À mesure que la maladie progresse, les lésions peuvent fusionner pour former de plus grandes zones nécrosées aux marges brun foncé près des bords des folioles. Les feuilles situées au milieu de la plante sont les plus sensibles aux taches brunes,

et c'est là que l'incidence de la maladie est la plus élevée. Sur les tiges, de petites lésions brunes et allongées peuvent apparaître dans les cas graves. Les tubercules peuvent être infectés au moment de la récolte. S'y développent alors de petites dépressions noires (trous noirs). Ces trous sont similaires aux piqûres causées par la gale commune, mais ils sont plus profonds, plus étroits et plus noirs.

Biologie : Le champignon de la tache brune hiverne dans les débris végétaux du sol, sur les mauvaises herbes et sur d'autres hôtes sensibles, tels que les cucurbitacées, les haricots et les brassicacées. L'infection se produit lorsque les spores transportées par le vent germent sur le feuillage de la pomme de terre. Bien que les symptômes de la tache brune se développent généralement en juillet ou en août, ils peuvent se manifester tout au long de la saison. L'infection est plus fréquente pendant les saisons chaudes. Y sont propices l'humidité élevée, l'humidité des feuilles, comme la rosée prolongée, et les températures chaudes.

Moyens de lutte : Pratiquer une rotation des cultures de deux à trois ans, en évitant toutes les cultures sensibles à l'infection, éviter le stress et ne pas trop irriguer. Récolter les tubercules lorsque leur peau a durci pour éviter les blessures mécaniques. Les moyens de protection appliqués pour prévenir la brûlure alternarienne peuvent également réduire l'incidence de la tache brune.

Mildiou
Phytophthora infestans

Le mildiou est l'une des maladies les plus dévastatrices de la pomme de terre. Sans mesures de contrôle et dans des conditions météorologiques favorisant son développement, elle peut détruire un champ de pommes de terre en sept jours.

Identification : Sur les feuilles, les premiers symptômes sont des petites taches aqueuses, vert clair ou vert foncé, de forme circulaire ou irrégulière. Les lésions deviennent ensuite grises ou brunes et s'entourent d'un halo vert pâle. Dans des conditions humides, une excroissance fongique blanche duveteuse (mycélium et spores) se forme à la périphérie des lésions, habituellement sur le revers des feuilles. Par temps humide, des feuilles entières peuvent flétrir en quelques jours, car de nouvelles infections se produisent et les lésions existantes se regroupent.

Sur les pétioles et les tiges, les lésions prennent la forme de petites taches brunes à noires. Elles peuvent mesurer plusieurs pouces de long. L'excroissance fongique blanche peut également se développer sur ces lésions par temps frais et humide (Figure 7–191 et Figure 7–192).

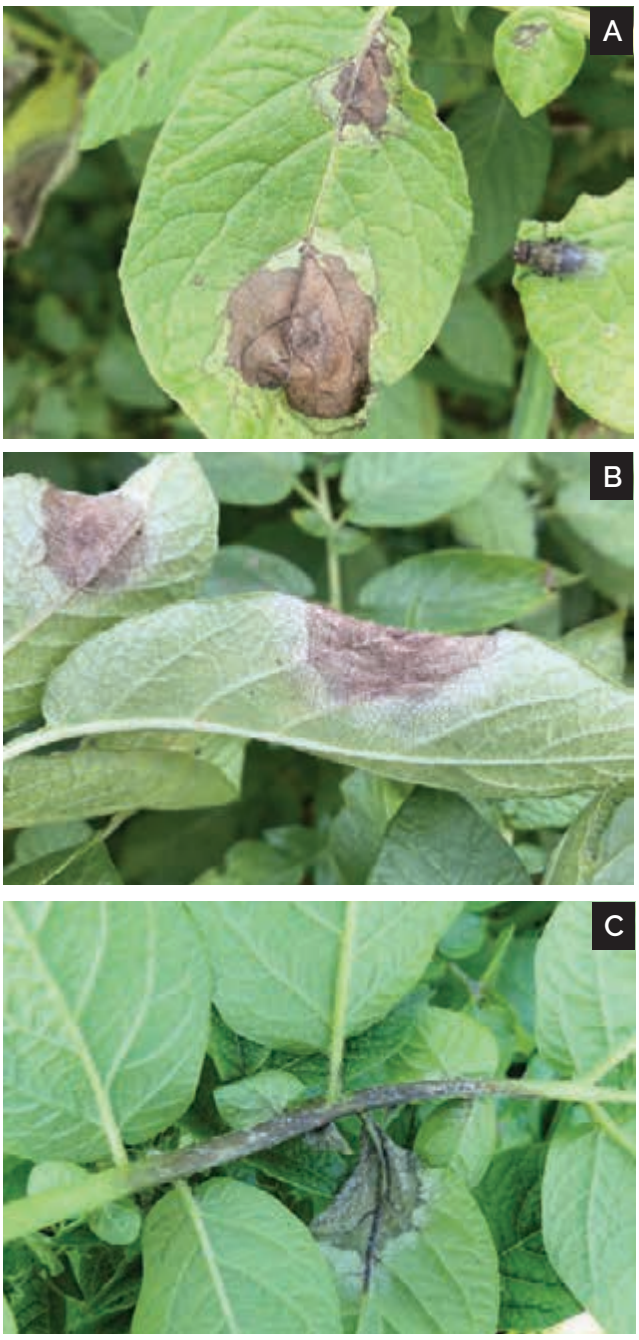


Figure 7–191. Taches brunes infectant la nervure principale, entourées d'un halo jaune, caractéristiques du mildiou (A), sporulation blanche et duveteuse sur la face inférieure des lésions de mildiou (B) et tige présentant des lésions imbibées d'eau caractéristiques du mildiou (C)

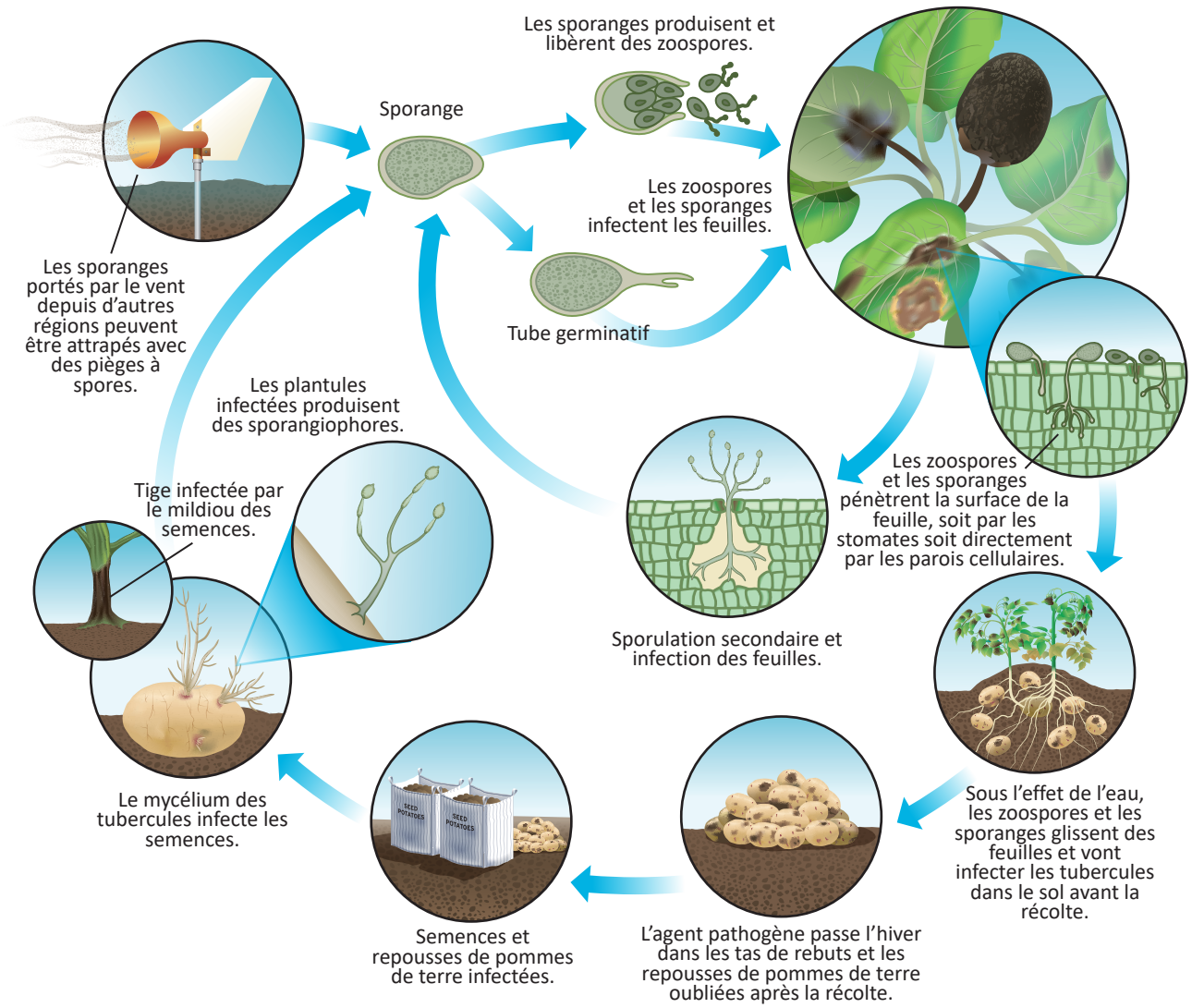


Figure 7–192. Cycle de vie de *Phytophthora infestans* causant le mildiou chez la pomme de terre

Sur les tubercules, le mildiou se traduit par des taches, petites et grandes, allant du brun au violacé, de forme irrégulière, légèrement concaves. Une pourriture sèche granuleuse brun-rouge se développe sous les lésions. Il n'y a pas de séparation nette entre les tissus infectés et les tissus sains. Les tubercules infectés par le mildiou sont la proie de pourritures bactériennes secondaires, qui sont visqueuses et ont une odeur nauséabonde.

Biologie : Le mildiou est causé par l'oomycète *Phytophthora infestans*. Les spores sont produites entre 10 et 27 °C (50 et 81 °F), et plus activement entre 18 et 21 °C (64 à 70 °F) avec une humidité relative de 90 %. Pour qu'elles germent et pénètrent les tissus végétaux, il faut que le feuillage reste humide pendant au moins huit heures. Une fois la plante infectée, les symptômes du mildiou se développent en trois à cinq jours.

Le mildiou survit seulement sur les tissus végétaux vivants (ex. : tas de rebuts, pommes de terre laissées dans le champ après la récolte, semenceaux de pomme de terre infectés). La plupart des tubercules infectés pourrissent avant de germer. Toutefois, il arrive que certains germent et produisent des plants infectés. L'agent pathogène produit des spores dans les lésions des plantes infectées en tout temps pendant la saison de végétation. Les spores sont ensuite dispersées par la pluie sur les plantes saines avoisinantes ou par le vent dans d'autres zones du champ. Elles peuvent ainsi franchir de grandes distances.

Les tubercules peuvent être infectés par les spores entraînées dans le sol par l'eau qui s'écoule du feuillage infecté et s'ils sont déterrés alors que les feuilles infectées présentent encore des lésions actives.

Il existe deux types sexuels du champignon du mildiou, les types A1 et A2. Si les deux types s'établissent dans une même zone, ils peuvent se reproduire et produire des spores à paroi épaisse (oospores) capables d'hiverner dans le sol sans hôte vivant. En Ontario, la présence d'oospores n'a pas été décelée. Il existe de nombreuses souches de mildiou, et de nouvelles continuent d'émerger. Leur virulence est variable chez la tomate et la pomme de terre, tout comme leur sensibilité aux fongicides.

Dépistage et seuils : Cette maladie nécessite une approche de tolérance zéro puisqu'elle se dissémine facilement par le vent et peut rapidement détruire des cultures entières. Commencer le dépistage dès la levée. Inspecter de près les champs, au moins deux fois par semaine, pour détecter le mildiou aux premiers stades. Porter une attention particulière aux pistes des pivots centraux, aux zones de dépression et aux autres zones soumises à une humidité élevée pendant de longues périodes. Vérifier la présence de mildiou dans le bas des plants, où le feuillage demeure humecté plus longtemps et où la maladie est la plus susceptible de se déclarer.

Un seul plant infecté dans tout le champ suffit à déclencher une épidémie. Arracher, mettre en sac et enlever les premières plantes infectées trouvées. Marquer ces zones d'un drapeau et y revenir régulièrement. Toujours inspecter les champs infectés à la fin de la journée de travail pour éviter de propager l'infection dans les champs sains.

Moyens de lutte : Pour les pommes de terre, commencer le programme de pulvérisations fongicides préventives avant que le feuillage recouvre complètement le sol. Il est important de faire les pulvérisations avant les périodes humides ou propices à l'infection. Pour plus de renseignements importants sur la gestion du mildiou chez la pomme de terre, voir *Comment gérer le mildiou chez la pomme de terre*, également dans *Pommes de terre*.

Retirer immédiatement tout tissu végétal infecté repéré dans un champ. Si possible, attendre que les feuilles soient sèches pour qu'il y ait moins de spores. Éliminer les plantes infectées en les mettant dans des sacs de poubelle en plastique, en les détruisant par travail du sol, en les enterrant ou en les regroupant sous une bâche (la chaleur s'accumulera par effet de serre, tuant plantes et agents pathogènes).

Rincer tout l'équipement agricole après avoir quitté un champ infecté. Les pièces d'équipement transportant des tissus végétaux contaminés peuvent contribuer à disséminer l'agent pathogène dans des champs sains. Poursuivre le dépistage intensif et retirer tous les plants présentant des symptômes.

Il est important de surveiller les souches détectées en Ontario. Si vous soupçonnez la présence du mildiou dans votre champ, communiquer avec le spécialiste de la culture de la pomme de terre du MAAARO pour lui soumettre des échantillons en vue de l'identification de la souche.

Comment gérer le mildiou chez la pomme de terre

Planter seulement des semences saines et utiliser un traitement contre le mildiou lorsque possible. Les semences portant une étiquette de classe (Élite ou Fondation) ne sont pas garanties exemptes de mildiou.

Avant la levée des cultures, détruire tous les tas de rebuts (les enterrer, les hacher, les geler ou les donner à manger au bétail). Surveiller l'emplacement des tas et traiter toute germination émergente avec un herbicide à destruction chimique. Détruire les repousses de pomme de terre ainsi que les morelles dans les champs avoisinants.

Pour prévenir les infections, il est important, lors du buttage, de couvrir adéquatement le tubercule et de sceller les fissures au sol.

Veiller à la bonne circulation de l'air dans le feuillage en maîtrisant les mauvaises herbes. Si possible, irriguer le jour pour éviter que le feuillage reste mouillé longtemps pendant la nuit. Ne pas irriguer vers la fin de la saison si l'on remarque de nouveaux foyers de mildiou.

Ne pas récolter par temps humide. Ne récolter les pommes de terre que lorsque le feuillage est totalement fané pour qu'il n'y ait plus de spores vivantes, qui se retrouveraient éparpillées sur les tubercules. Manipuler les tubercules avec soin pour éviter les dommages causés par la machinerie et réduire le risque d'infection. Retirer les tubercules endommagés ou en décomposition et appliquer de l'acide phosphoreux sur les tubercules qui seront entreposés. Surveiller fréquemment les entrepôts. Vérifier qu'il n'y a pas de condensation sur les murs et le plafond. Maintenir la température et le taux d'humidité le plus bas possible pour réduire la propagation du mildiou dans les tubercules entreposés.

Moisissure grise (*Botrytis*)
Botrytis cinerea

Voir chapitre 6.

Mort prématurée de la pomme de terre
Voir *Flétrissement verticillien*, aussi dans *Pommes de terre*, et *Nématode des lésions racinaires*, au chapitre 6.

Nématodes
Voir chapitre 6.

Pourriture aqueuse causée par *Pythium*
Pythium ultimum et autres espèces de *Pythium*

Identification : Des lésions grises à brunâtre d'apparence aqueuse se développent sur les tubercules. Elles apparaissent généralement autour des blessures, des coupures ou des meurtrissures. Les tissus végétaux infectés sont de couleur crème et deviennent bruns lorsqu'exposés à l'air. Délimitée par une ligne sombre, la pourriture devient noire comme de l'encre avec le temps. Un tubercule atteint de pourriture aqueuse laisse échapper un liquide brunâtre transparent quand on le presse. Il n'est pas rare que le tubercule pourrisse entièrement de l'intérieur et qu'il ne reste qu'une fine coquille externe.

Biologie : Le champignon de la pourriture aqueuse se trouve naturellement dans le sol. L'agent pathogène ne peut infecter les tubercules que par des meurtrissures et des blessures. Bien que l'infection puisse se produire avant la récolte, c'est à ce moment que les tubercules sont le plus à risque, particulièrement par temps chaud et humide, ou s'ils sont exposés à la chaleur pendant plusieurs heures après la récolte.

La pourriture aqueuse se développe très rapidement et peut causer de graves pertes dans les entrepôts, durant le transport ou lors de la mise en marché. Lorsque des pommes de terre infectées sont entreposées, le liquide des tubercules pourris s'écoule et répand ainsi l'infection.

En cas de températures chaudes et humides, la dégradation des semences de tubercules immédiatement après leur plantation peut être causée par la pourriture aqueuse causée par *Pythium*.

Dépistage : Généralement, la pourriture aqueuse se développe lors de la récolte. Surveiller l'apparition de la maladie avant de laver et de mettre en sac les pommes de terre.

Moyens de lutte : Éviter la récolte par temps chaud et humide. Réduire au minimum les dommages causés par la machinerie. Veiller au maintien d'une bonne circulation de l'air et garder la température des entrepôts le plus bas possible.

Pourriture à sclérotes
Sclerotinia sclerotiorum

Voir chapitre 6.

Pourriture bactérienne molle
Pectobacterium carotovorum ssp. *Carotovorum* (auparavant *Erwinia carotovora*), *P. parmentieri*

Identification : La pourriture bactérienne molle se caractérise par une pourriture humide, molle et pâteuse qui commence à la surface du tubercule. L'infection interne est souvent différenciée par une marge brun foncé ou noire. La pourriture molle dégage une très mauvaise odeur en raison des infections secondaires. Elle peut également provoquer la décomposition des graines et entraîner le flétrissement et la mort des plants dans les champs.

Biologie : La pourriture bactérienne molle entraîne de grandes pertes au champ et durant le transport et l'entreposage. Les morsures ou piqûres d'insectes, les dommages mécaniques et les meurtrissures peuvent rendre les plants plus vulnérables. La pourriture molle se répand rapidement quand il fait chaud et humide, la propagation se faisant par contact direct et par le sectionnement, la manipulation, les outils, l'eau du sol, les insectes et les éclaboussures de pluie ou de l'irrigation.

La bactérie hiverne dans les tissus infectés et le sol, sur l'équipement et les contenants contaminés.

Le temps chaud et humide est propice aux infections à la pourriture bactérienne molle.

Moyens de lutte : S'assurer que le sol est bien drainé et favoriser une circulation de l'air maximale à travers les plants et le feuillage. Éviter d'irriguer par aspersion une fois que la maladie a été diagnostiquée dans un champ. Faire une rotation avec des cultures moins sensibles (céréales ou maïs) et maîtriser les insectes broyeurs. Un excès d'azote peut faciliter l'infection.

Une température d'entreposage sous les 4 °C (39 °F) peut inhiber le développement de nouvelles infections dans les cultures de brassicacées et de radis. En cas de signes d'infection durant l'entreposage, enlever et détruire les récoltes infectées. Employer de bonnes pratiques d'assainissement des installations d'entreposage.

Pourriture des tiges
Pectobacterium carotovorum var. *carotovora*

L'infection par la pourriture des tiges commence sur des pétioles ou des tiges cassés ou endommagés. Les lésions sont similaires à celles causées par la jambe noire sur les tiges (voir *Jambe noire*, aussi dans *Pommes de terre*). La principale différence entre ces deux maladies est que la jambe noire provient des tubercules de semence. La jambe noire est favorisée par des températures inférieures à 21 °C (70 °F), et la pourriture des tiges, par des températures supérieures à 21 °C (70 °F).

Voir *Pourriture molle des tubercules et décomposition des semences*, aussi dans *Pommes de terre*.

Pourriture sèche fusarienne et pourriture des semenceaux causée par *Fusarium*

Fusarium solani var. *coeruleum* et *Fusarium sambucinum* sont les principaux champignons responsables de la pourriture sèche. Chez la pomme de terre, celle-ci peut aussi être causée par *F. avenaceum, F. culmorum, F. oxysporum* et *F. graminearum*.

Identification : Les premiers symptômes se présentent sous forme de dépressions noires à la surface du tubercule. À mesure que les lésions grossissent, la peau se plisse en cercles concentriques et les tissus sous-jacents se dessèchent. De couleur brune ou grisâtre à noire, les tissus pourris ont un aspect sec et grumeleux. Souvent, des cavités tapissées de moisissures blanches, jaunes, roses ou bleues se développent dans les tissus pourris. Si la pourriture gagne la majorité du tubercule, celui-ci se momifie. La pourriture sèche fusarienne est inodore.

Les semences de tubercules infectées par *Fusarium* sont généralement envahies dans le sol par les bactéries de la pourriture molle. Voir *Pourriture bactérienne molle*, aussi dans *Pommes de terre*. Les semences infectées par la pourriture molle comportent des taches de couleur rougeâtre à brun noir sur leur surface. Ces taches peuvent ensuite devenir noires et visqueuses. Les tubercules pourriront, ne laissant qu'une masse odorante de tissus corrompus.

Biologie : *F. solani* et *F. sambucinum* se trouvent dans tous les types de sols et peuvent survivre plusieurs années sous forme de spores résistantes. Ces organismes pathogènes ne peuvent pénétrer une peau intacte; ils ne peuvent entrer que par les blessures.

Dépistage : Commencer le dépistage immédiatement après la levée de la culture. Pour évaluer l'incidence de la maladie, creuser les endroits où la levée est faible à la recherche de traces d'infection.

Moyens de lutte : Utiliser des semences certifiées saines et s'assurer que l'entrepôt a été correctement désinfecté. Avant le sectionnement, réchauffer les semences pour favoriser une cicatrisation rapide et éliminer toute semence malade. Désinfecter souvent le matériel de coupe et de manipulation des semences. Des couteaux bien aiguisés permettent d'obtenir des coupes nettes qui cicatrisent rapidement. Ne pas conserver les semences sectionnées plus de 10 jours avant la plantation. Utiliser un fongicide homologué pour le traitement des semences et consulter toutes les informations locales disponibles sur la résistance aux fongicides liée à *Fusarium*.

Récolter les tubercules lorsque leur peau a durci et que leur température interne est supérieure à 10 °C (50 °F). Minimiser les dommages mécaniques durant la récolte et la manipulation. Appliquer un traitement fongicide homologué après la récolte. Entreposer les semences dans un environnement propice à la cicatrisation. Pendant les deux à trois premières semaines d'entreposage, maintenir la température à 12,8 °C (55 °F) et une humidité relative d'au moins 95 % et assurer une bonne ventilation. Surveiller fréquemment l'apparition de pourriture sèche chez les tubercules entreposés.

Pourriture molle des tubercules et décomposition des semences
Pectobacterium carotovorum var. *carotovora*, *Fusarium* spp.

Identification : Des taches brun rougeâtre à noires se développent à la surface des semences coupées. Ces taches peuvent ensuite devenir noires et visqueuses. Les tubercules pourriront, ne laissant qu'une masse odorante de tissus corrompus.

Sur les tiges, les lésions apparaissent d'abord comme des taches imbibées d'eau qui finissent par devenir brun pâle et visqueuses. Les infections des tubercules se produisent généralement sur des blessures, des coupures ou des lenticelles. Les tubercules infectés développent une pourriture molle, inodore et de couleur crème. Le bord du tissu pourri est brun à noir. Des bactéries secondaires envahissent les tissus pourris et donnent à la pourriture une odeur nauséabonde. Les lésions

autour des lenticelles sont enfoncées, imbibées d'eau et circulaires. Elles peuvent se dessécher pendant l'entreposage.

Voir *Pourriture des tiges*, aussi dans *Pommes de terre*.

Biologie : La bactérie de la pourriture molle hiverne dans les tubercules infectés, dans les sources d'eau de surface ou dans le sol. La bactérie ne peut pas pénétrer la peau intacte, il faut donc des blessures pour qu'il y ait infection.

Une humidité élevée et des températures supérieures à 21 °C (70 °F) favorisent le développement de la pourriture molle.

Dépistage : Commencer le dépistage immédiatement après la levée de la culture. Pour évaluer l'incidence de la pourriture des semences, creuser les endroits où la levée est faible à la recherche de symptômes. En juillet et en août, observer les signes de pourriture des tiges. Les lésions sont plus fréquentes sur les plantes endommagées par les tracteurs ou les pulvérisateurs.

Moyens de lutte : Planter seulement des semences certifiées. Désinfecter fréquemment le matériel de coupe et de manipulation des semences et veiller à ce que les couteaux soient bien aiguisés afin de garantir une coupe lisse qui se cicatrise facilement. Éviter les dommages causés par la machinerie lors de la plantation, de la récolte et de toute manipulation.

Subériser les tubercules après la récolte en les maintenant entre 10 et 13 °C (50 et 55 °F) et à 95 % d'humidité relative pendant 10 à 14 jours avec une bonne ventilation. Voir *Manipulation et traitement des semences*, aussi dans *Pommes de terre*.

Éviter les couches d'humidité sur les pommes de terre en vrac; les sécher autant que possible avant de les emballer.

Pourriture rose

Phytophthora cryptogea*, *P. drechsleri*, *P. erythroseptica*, *P. megasperma*, *P. nicotianae* var. *parasitica

Identification : Causant la dégradation des tubercules, la pourriture rose se produit de façon sporadique, habituellement en fin de saison. Elle affecte les racines, les stolons et les tubercules. Les zones touchées à la surface du tubercule deviennent violacées à noires. Elles sont souvent délimitées par une ligne sombre. La peau infectée de la pomme de terre se détache facilement.

Au départ, les tissus végétaux infectés sont de couleur crème à brun clair et sont d'aspect caoutchouteux. Lorsqu'exposée à l'air, la pourriture devient rose saumon, puis ensuite grise et enfin noire. Parfois, des symptômes de flétrissement peuvent se manifester sur le feuillage (Figure 7–193).

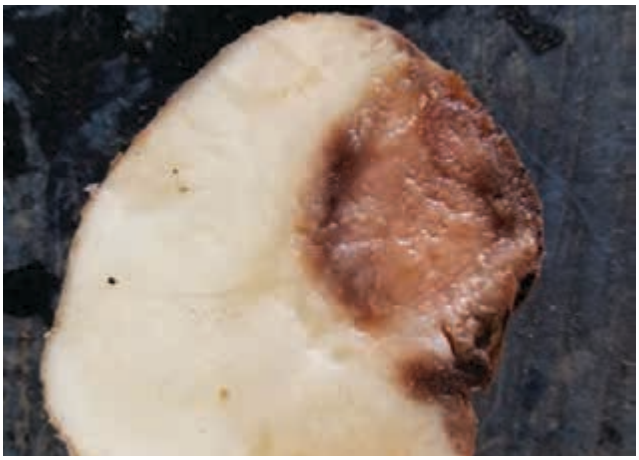


Figure 7–193. Infection d'un tubercule par la pourriture rose

Biologie : Le champignon de la pourriture rose survit dans le sol pendant de nombreuses années sous forme de spore aux parois épaisses. L'infection se déclenche en général avant la récolte ou lors de celle-ci. Cette maladie sévit plus particulièrement dans les sols très humides, les zones basses des champs et les terrains trop irrigués ou mal drainés. Le champignon pénètre dans les tubercules principalement par les stolons. Toutefois, les lenticelles et les œilletons peuvent également être infectés. L'agent pathogène peut également infecter les tubercules par les blessures causées durant la récolte et la manipulation.

Sont très sensibles à la pourriture rose les variétés Superior, Russet Norkotah, Goldrush, Snowden et Kennebec.

Dépistage : La pourriture rose se développe en fin de saison. Déterrer des tubercules au hasard après le défanage pour évaluer l'incidence de la maladie avant la récolte.

Moyens de lutte : On peut réduire l'incidence de la pourriture rose en appliquant un fongicide systémique efficace lorsque les tubercules sont encore petits. Si la pourriture rose est détectée dans un champ, éviter la récolte dans les zones touchées.

Éviter de récolter des tubercules humides. Maintenir la température de l'entrepôt au plus bas possible; l'agent pathogène de la pourriture rose cesse de se répandre sous les 4,4 °C (40 °F). Garder l'entrepôt bien aéré.

Virus

Voir chapitre 6.

Insectes

Altises

Voir chapitre 5.

Cicadelle de la pomme de terre
Empoasca fabae

Identification : Mesurant environ 3 mm (~⅛ po) de long, l'adulte est petit, vert pâle et cunéiforme. Sa tête et son thorax sont larges, et son corps, fuselé à hauteur des ailes. Les cicadelles sont très actives et s'envolent rapidement. Les nymphes ressemblent aux adultes, mais leurs ailes ne sont pas complètement formées. Lorsque perturbées, elles courent de côté comme des crabes pour se cacher sur la face intérieure des folioles (Figure 7–194). Il ne faut pas confondre les nymphes et les pucerons. Les nymphes de cicadelles marchent rapidement de côté alors que les pucerons se déplacent très lentement.

Dommages : Les adultes et les nymphes se nourrissent de la sève des feuilles et des tiges, ce qui a d'abord pour effet de faire jaunir, puis brunir la pointe et le pourtour des feuilles. Le pourtour finit par se rabougrir et s'enrouler; c'est ce qu'on appelle la « brûlure de la cicadelle ». On commence à remarquer des lésions environ quatre à cinq jours après le passage des cicadelles. Pour éviter des pertes de rendement, on recommande de maîtriser la population avant l'apparition de brûlures.



Figure 7–194. Nymphes de cicadelles de la pomme de terre se nourrissant sur le revers d'une feuille

Biologie : La cicadelle n'hiverne pas en Ontario. Transportée par les vents de haute altitude en provenance des États-Unis, elle peut arriver dans la province dès le mois de mai. Les femelles pondent leurs œufs sur la luzerne. Les nymphes éclosent en 10 jours environ. Il y a cinq instars nymphaux, qui atteignent l'âge adulte en 10 à 25 jours. En fonction des conditions météorologiques, de deux à quatre générations peuvent se développer au cours de la saison. Les pommes de terre adjacentes aux champs de luzerne présentent un risque élevé d'infestation par la cicadelle lorsque le foin est coupé.

Dépistage et seuils d'intervention : Pour la pomme de terre, surveiller les cicadelles adultes à l'aide d'un filet fauchoir. Effectuer un minimum de 25 balayages par champ. Chaque balayage consiste en un seul passage qui touche tout juste le haut des feuilles sans blesser les plants. Après chaque passage, vider le filet dans un sac en plastique et noter le nombre de cicadelles dans le filet.

Les nymphes peuvent être surveillées dans les mêmes zones que celles sélectionnées pour les doryphores. Dans chaque zone, choisir cinq plants et compter les nymphes sur une feuille. En début de saison, examiner les feuilles de la partie centrale ou de la moitié inférieure de la plante. En juillet et en août, n'examiner que les feuilles vertes et non les feuilles jaunissantes. Indiquer le nombre de nymphes immatures sur 50 feuilles. Les seuils d'intervention pour les pommes de terre sont d'un adulte ou plus par balayage ou 20 nymphes pour 50 feuilles.

Moyens de lutte : Les cicadelles peuvent se multiplier rapidement quand il fait chaud. Par conséquent, le dépistage assidu constitue la première ligne de défense contre cet insecte. Quand on cultive des pommes de terre à proximité d'un champ de luzerne, inspecter le champ deux fois par semaine. Appliquer un insecticide efficace lorsque le seuil est atteint.

Doryphore de la pomme de terre
Leptinotarsa decemlineata

Identification : De forme plutôt arrondie, le doryphore adulte mesure environ 10 mm (½ po) de long et 7 mm (¼ po) de large. Les couvertures alaires, de couleur jaune crème, sont ornées de 10 lignes noires longitudinales.

Les œufs du doryphore sont jaune orangé, allongés et cylindriques. Les grappes d'œufs, qui contiennent entre 25 et 40 œufs, sont généralement pondues sur la face inférieure des feuilles. Les œufs qui viennent

d'être pondus sont jaune vif, prenant une teinte orange foncé à l'approche de l'éclosion.

Les larves, rouge orangé, ont une tête noire distincte, un dos bombé et une double rangée de ponctuations noires de chaque côté du corps. Elles mesurent entre 2 et 12 mm (1/16 à ½ po) de long (Figure 7–195).

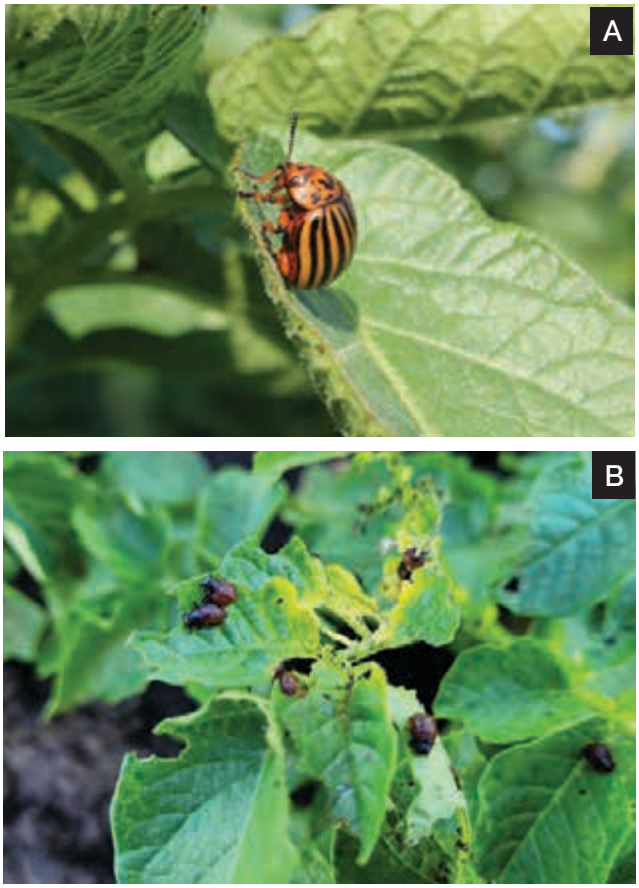


Figure 7–195. Doryphores adultes (A) et jeunes larves de doryphores (B)

Dommages : Les adultes et les larves du doryphore se nourrissent principalement du feuillage, grignotant des trous irréguliers à l'intérieur et sur le pourtour des feuilles. Lorsqu'il ne reste plus de feuilles, le doryphore se rabat sur la tige, les tubercules des pommes de terre ou le fruit de l'aubergine ou de la tomate. Les pertes de rendement sont le plus susceptibles de se produire durant les étapes du semis, du repiquage ou de la floraison.

Biologie : Le doryphore adulte hiverne dans le sol du champ qu'il a colonisé l'année précédente ou dans les zones protégées environnantes. La première génération de doryphore adulte émerge au début du mois de mai, sur une période de quatre à six semaines. Le moment exact de l'émergence varie selon la région et les conditions météorologiques.

Tout de suite après l'émergence, la majorité des doryphores marchent jusqu'au champ. Certains peuvent voler sur de longues distances jusqu'à un autre champ contenant des espèces hôtes. Les premiers signes d'infestation et d'attaques des feuilles apparaissent aux abords des champs de pommes de terre, près des zones d'hivernation.

Les doryphores de première génération s'accouplent et pondent peu de temps après leur émergence. Les femelles peuvent pondre jusqu'à 400 œufs en quatre à cinq semaines. Les œufs éclosent quatre à neuf jours plus tard. Les larves passent par quatre stades larvaires (instars), atteignant leur maturité au bout de 10 à 20 jours. Les adultes de deuxième génération émergent habituellement en juillet. Lors d'étés très chauds, il arrive de voir les premiers stades d'une troisième génération.

Dépistage et seuils d'intervention : Commencer le dépistage dès la levée des cultures. Choisir 10 zones au hasard. Pour chaque zone, examiner cinq plants. Chaque plant doit provenir d'un rang différent.

Compter le nombre de doryphores par plant jusqu'à ce que ces derniers aient atteint 15 cm (6 po) de hauteur. Pour les plus gros plants, compter le nombre de doryphores sur une seule tige. Suivre de près l'évolution des grappes d'œufs, des adultes et de chaque stade de développement des larves. En début de saison, vérifier les rangs limitrophes séparément pour déterminer s'il est mieux d'opter pour la pulvérisation localisée ou par rangée.

Toujours examiner soigneusement les plants en entier. Les doryphores et les larves se cachent sur le revers des feuilles ou à la base des tiges par temps frais, chaud ou venteux. Voir le Tableau 7–136.

Tableau 7–136. Seuils d'intervention pour les doryphores de la pomme de terre à différents stades du développement des cultures

Culture	Stade de développement	Seuil d'intervention		
		Faible	Moyen	Élevé
Pomme de terre	Petites larves	—	1-74	> 75
	Grosses larves	1-30	31-74	> 75
	Adultes	1-15	16-24	> 25
	Grappes d'œufs	La présence de 4 grappes sur 50 plants est potentiellement problématique.		

Moyens de lutte : La rotation des cultures est un moyen très efficace pour réduire la première génération de doryphores. Si une forte infestation est attendue, appliquer un traitement des semences ou un insecticide dans la raie de semis au moment de la plantation. Continuer de parcourir le champ à la recherche du ravageur, même si un insecticide systémique a été appliqué à la plantation.

Le doryphore a développé une résistance à la plupart des insecticides homologués pour sa maîtrise. Pour déterminer l'efficacité d'un insecticide, délimiter les zones à forte infestation et y évaluer la mortalité des insectes dès qu'il est de nouveau possible d'accéder au champ après le traitement. Envisager l'utilisation de tests de pulvérisation ou de trempage pour déterminer l'insecticide le plus efficace contre certaines populations de doryphores.

Pucerons
Voir chapitre 5 et Figure 7–196.



Figure 7–196. Pucerons sur la face inférieure de feuilles de pommes de terre

Punaise terne
Voir chapitre 5.

Pyrale du maïs
Voir chapitre 5.

Vers fil-de-fer
Voir chapitre 5.

Vers-gris
Voir chapitre 5.

Troubles physiologiques

Brûlure apicale
Les feuilles deviennent brunes aux extrémités, s'enroulent vers le haut et finissent par mourir. La brûlure apicale se produit lorsqu'il y a une perte excessive d'humidité des feuilles dans des conditions chaudes, sèches et venteuses après un temps frais. Elle peut être confondue avec le mildiou ou la brûlure de la cicadelle.

Cœur noir
Le cœur noir est une décoloration noire de forme irrégulière au centre du tubercule, avec une ligne distincte entre les tissus sains et les tissus malades. Cette décoloration est due à une faible teneur en oxygène dans les champs saturés d'eau, les contenants de transport ou les entrepôts.

Dommages causés par la pollution de l'air
Les dommages causés par la pollution de l'air peuvent être confondus avec les symptômes de maladies, d'invasions d'insectes, de carences nutritionnelles ou de toxicité ou de dommages causés par les herbicides ou par des conditions météorologiques extrêmes. Ils sont généralement les plus graves par temps chaud, dégagé, calme et humide, lorsque la pression atmosphérique est élevée, puisque ces conditions peuvent causer une inversion d'air. Ce phénomène se produit lorsque l'air à la surface terrestre emprisonne l'air froid au niveau du sol, ce qui entraîne l'accumulation de polluants. Les dommages peuvent être encore plus graves par temps brumeux, lors de fortes rosées ou dans les champs près de routes très achalandées. Parmi les polluants en cause, on trouve l'ozone, le dioxyde de soufre, le nitrate de peroxyacétyle (PAN) et l'éthylène (Figure 7–197).

Ozone : Les symptômes d'une exposition à l'ozone ont tendance à apparaître sur la face supérieure des feuilles touchées sous forme de mouchetures ou de brûlures blanches ou bronze. Ces symptômes n'ont pas toujours d'incidence sur le rendement. Influencée par beaucoup de facteurs liés à l'environnement ou à la croissance, la sensibilité aux dommages causés par l'ozone peut notamment être exacerbée par un taux d'humidité relative élevé, des quantités d'azote optimales dans le sol et la disponibilité de l'eau. Habituellement, les jeunes feuilles sont résistantes à ces dommages. En se développant, elles deviennent successivement sensibles dans leurs zones médiane et basale. Elles retrouvent leur résistance une fois parvenue à maturité.



Figure 7–197. Blanchiment internerval et décoloration cuivre à la suite d'une exposition à l'ozone (A) et aspect métallique brillant causé par le PAN (B)

Dioxyde de soufre : Les symptômes d'une blessure aiguë apparaissent sous forme de lésions nécrotiques entre les nervures et parfois sur le pourtour des feuilles. La couleur peut varier (brun roux pâle ou blanchâtre à rouge orangé ou brun) selon la période, l'espèce végétale et les conditions météorologiques. Les feuilles récemment déployées sont généralement les plus sensibles au dioxyde de soufre, les plus jeunes et les plus matures étant plus résistantes.

Les lésions chroniques sont causées par l'absorption à long terme de dioxyde de soufre à une concentration non mortelle. Les symptômes apparaissent sous la forme d'un jaunissement ou d'une chlorose de la feuille et parfois d'un bronzage de la face inférieure des feuilles.

Nitrate de peroxyacétyle (PAN) : Ce polluant cause habituellement des bandes ou des taches lustrées ou argentées, qui finissent par prendre une teinte bronze après deux ou trois jours. Sont les plus vulnérables les petits plants et les feuilles tout juste parvenues à maturité (environ cinq jours après l'émergence).

Maladie des taches noires

La maladie des taches noires est causée par la manipulation brutale des tubercules. Les blessures peuvent laisser la peau intacte, mais provoquer une décoloration ronde gris-noir sous la peau.

Brunissement interne et cœur creux

Le brunissement interne et le cœur creux sont deux phases d'une même maladie. Le brunissement interne est plus fréquent lorsque le sol est frais et humide pendant la tubérisation. Le centre de la chair devient alors brun. Si la croissance des tubercules est lente, le brunissement disparaît au fil du mûrissement. En revanche, si elle est rapide, le centre brun se scinde, créant une cavité communément appelée « cœur creux ». Les parois sont de couleur havane ou brune, et la cavité s'étend de 1 cm (~½ po) à l'ensemble de la chair au centre du tubercule. Le cœur creux est plus grave lorsque les niveaux d'humidité du sol fluctuent. Un large espacement entre les plants peut augmenter l'incidence du cœur creux, auquel sont sensibles les tubercules souffrant d'une carence en bore. Les variétés Atlantic et Yukon Gold sont très sensibles au brunissement interne et au cœur creux. La variété Superior est sensible au brunissement interne, mais développe rarement un cœur creux.

Nécrose de chaleur

La nécrose de chaleur se produit quand une période de grossissement lent des tubercules est suivie d'une brusque élévation des températures. Des taches ou des plages nécrotiques, de forme ronde ou irrégulière, se forment dans le tissu vasculaire, mais la peau ne se décolore pas. Les variétés Atlantic et Chieftain y sont très sensibles (Figure 7–198).



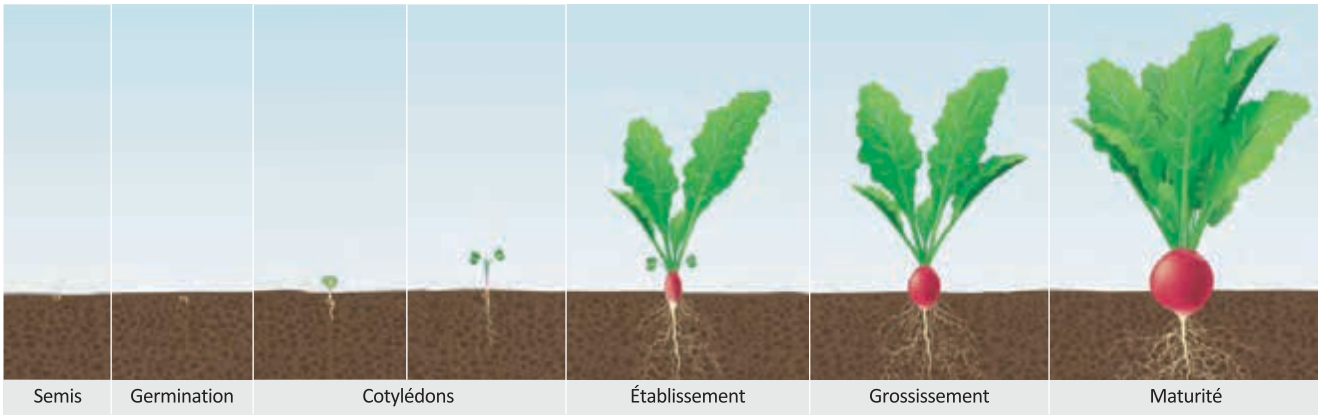
Figure 7–198. Brunissement interne de la vasculature du tubercule causé par les hautes températures durant la saison de croissance

Rosissement des œilletons

Des tuméfactions rosâtres se développent sur la peau, généralement autour des œilletons et à l'extrémité apicale (tige) des tubercules. Le tissu sous-jacent est sain, à moins que la maladie ne soit grave, auquel cas il devient rouge-brun, et des cavités ou une pourriture molle peuvent se développer. Le rosissement est plus facile à observer sur les pommes de terre fraîchement déterrées, lorsque la peau est encore humide, et difficile à observer sur les pommes de terre sèches et non lavées. La peau affectée se dessèche si les tubercules sont stockés à des températures fraîches et à un faible taux d'humidité, avec une bonne circulation d'air.

Ce trouble se manifeste sporadiquement, d'ordinaire en fin de saison de végétation, lorsque le sol est très humide. Il se manifeste souvent dans le sillage des infections causées par *Verticillium* et *Rhizoctonia*. Une lutte efficace contre ces champignons permet de réduire l'incidence du rosissement. Des variétés comme Kennebec, Superior et Shepody y sont très sensibles.

Radis



De la plantation à la récolte : 22 à 30 jours

	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.
LÉGENDE : Jamais observé — Souvent observé								
Maladies								
Alternariose								
Fonte des semis								
Hernie des crucifères								
Mildiou								
Pourriture bactérienne molle								
Pourriture des racines (rhizoctone)								
Pourriture noire								
Insectes								
Altises								
Cécidomyie du chou-fleur								
Fausse-arpenteuse du chou								
Fausse-teigne des crucifères								
Mouche du chou								
Piéride du chou								
Pucerons								
Ver-gris noir								
Troubles physiologiques								
Craquelures								
Dommages causés par la pollution de l'air								

Figure 7–199. Stades de développement du radis et calendrier d'activité des ravageurs. La période réelle d'activité des ravageurs varie considérablement d'une année à l'autre selon des facteurs environnementaux.

Exigences de production

Types de sol :	Loams sableux et terres noires
pH du sol :	Loams sableux : 6,5 Terres noires : 5,1 à 5,5
Cultures recommandées dans la rotation :	Épinards, laitue, piments, poivrons, tomates
Cultures déconseillées dans la rotation :	Betteraves, brassicacées, carottes et pommes de terre
Température minimale du sol :	4 °C (38 °F)
Température optimale de l'air :	10 à 18 °C (50 à 64 °F)
Date de semis la plus précoce :	Début à la fin avril

Tableau 7–137. Distance de plantation des radis

Culture	Distance entre les rangs	Espacement sur le rang	Profondeur	Taux de semis
Radis (récolte manuelle)	20-30 cm (8-12 po)	2-2,5 cm (1 po)	1,5 cm (½ po)	11-17 kg/ha (10-15 lb/acre)
Radis (récolte mécanique)	10-15 cm (4-6 po)	2-2,5 cm (1 po)	1,5 cm (½ po)	22-34 kg/ha (20-30 lb/acre)

Types de radis

Il existe deux grandes catégories de radis cultivés en Ontario : le radis et le radis asiatique. Les cultivars du radis (*Raphanus sativus*) sont de formes et de tailles variées : radis rouge, *candy cane*, radis jaune et radis melon d'eau. Le radis asiatique (*Raphanus sativus* var. *longipinnatus*) est connu sous de multiples noms comme le daïkon, le radis chinois, yeol moo, lo bok ou luobo. Ces radis ont une longue racine blanche et sont cultivés pratiquement comme la carotte (Figure 7–200).

Semis et espacements

On peut semer les radis au printemps dès qu'il est possible de travailler le sol. Pour l'espacement des plants, voir le Tableau 7–137. La température minimale du sol nécessaire à la germination des semences est de 4 à 7 °C (39 à 45 °F). Les gels printaniers ou les chutes de neige ne représentent pas de réel danger une fois que les plantules ont levé. Quand le temps est favorable, celles-ci lèvent deux ou trois jours après le semis. L'échelonnement des semis au printemps permet une récolte continue.



Figure 7–200. Exemple de radis rouge (A) et de radis daïkon (B)

Fertilisation

Macronutriments

Azote

Épandre au maximum 60 kg d'azote par hectare (45 lb par acre) en sols minéraux et 40 kg par hectare (36 lb par acre) en terres noires. Réduire la fertilisation azotée (N) après un apport de fumier ou l'incorporation au sol d'engrais vert de légumineuses. Voir le Tableau 1–12 et le Tableau 1–13 au chapitre 1 pour en savoir plus.

Phosphore et potassium

Faire analyser le sol pour déterminer les besoins en phosphore et en potassium. Voir le Tableau 7–138 et le Tableau 7–139.

Oligo-éléments

L'efficacité des apports d'engrais contenant des oligo-éléments varie beaucoup selon les cultures. La question est traitée en profondeur dans *Oligo-éléments*, au chapitre 1.

La peau des racines de radis souffrant d'une carence en bore peut se fendre ou craquer. Utiliser le bore avec prudence : il peut très rapidement atteindre des concentrations toxiques pour les autres cultures de la rotation.

Les carences en calcium causent un enroulement des feuilles vers le pétiole et la décoloration du bord des feuilles.

Les carences en magnésium et en manganèse se traduisent par le bronzage ou le jaunissement des tissus foliaires entre les nervures.

Tableau 7–138. Besoins en phosphore du radis

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en phosphore évaluée par extraction au bicarbonate de sodium (ppm)													
	0-3	4-5	6-7	8-9	10-12	13-15	16-20	21-25	26-30	31-40	41-50	51-60	61-80	81 ou plus
Sols minéraux														
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	80 (71) (EE)	70 (63) (EE)	60 (53) (EE)	60 (53) (EE)	50 (45) (EM)	50 (45) (EM)	40 (36) (EF)	40 (36) (EF)	30 (27) (EF)	30 (27) (EF)	20 (18) (EF)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (EN)
Terres noires														
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	90 (80) (EM)	90 (80) (EM)	80 (71) (EM)	70 (64) (EM)	60 (54) (EM)	50 (45) (EF)	30 (27) (EF)	20 (18) (EF)	0 (ETF)	0 (EN)

Tableau 7–139. Besoins en potassium du radis

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en potassium évaluée par extraction à l'acétate d'ammonium (ppm)											
	0-15	16-30	31-45	46-60	61-80	81-100	101-120	121-150	151-180	181-210	211-250	251 ou plus
Sols minéraux												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	60 (54) (EE)	60 (54) (EE)	50 (45) (EE)	50 (45) (EE)	40 (36) (EM)	30 (27) (EM)	30 (27) (EM)	20 (18) (EM)	20 (18) (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (EN)
Terres noires												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	100 (89) (EE)	100 (89) (EE)	90 (80) (EE)	80 (71) (EE)	60 (54) (EM)	40 (36) (EM)	30 (27) (EM)	20 (18) (EM)	20 (18) (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (EN)

Tableau 7–140. Teneur en éléments nutritifs du radis

LÉGENDE : – = aucune donnée disponible

Parties du plant	Moment de l'échantillonnage	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
		Pourcentage (%)						Parties par million (ppm)					
Dernière feuille à s'être entièrement formée	À la récolte	3,0-4,5	0,3-0,4	1,5-3	1-2	0,3-0,5	–	30-50	20-40	30-50	15-30	3-10	0,1-2

Adaptation de HOCHMUTH G., et coll. *Plant Tissue Analysis and Interpretation for Vegetable Crops in Florida*, University of Florida, IFAS Extension, nº HS964, 2018.

Analyse de tissus végétaux

Utilisée en association avec une analyse de sol, l'analyse de tissus végétaux apporte des indications utiles pour diagnostiquer des troubles de croissance ou évaluer un programme de fertilisation. L'analyse des tissus végétaux ne peut remplacer ni l'analyse de sol ni un bon programme de fertilisation du sol.

Pour en savoir plus, voir le Tableau 7–140 et *Analyse de tissus végétaux*, au chapitre 1.

Récolte

Les radis atteignent leur maturité en 22 à 30 jours. Les récolter lorsqu'ils ont atteint un diamètre entre 1,3 et 2,5 cm (½ à 1 po). Récolter ceux de printemps avant les températures chaudes de juillet et ceux d'hiver avant que le sol ne gèle. Leur qualité est optimale en mai, en juin, en septembre et en octobre. Habituellement, les radis en bottes sont récoltés à la main. Ceux dont les fanes ont été coupées peuvent être récoltés à la main ou à la machine. Il faut les récolter fréquemment, car leur qualité optimale ne dure que quelques jours.

Les radis asiatiques atteignent leur maturité en 60 à 90 jours. Ils peuvent être récoltés à la main, avec une récolteuse qui les sort du sol vers le haut ou avec une arracheuse de pommes de terre.

Entreposage

Les radis doivent être refroidis immédiatement après la récolte. Ils peuvent se conserver pendant trois à quatre semaines à 0 ˚C (32 °F) et à une humidité relative de 95 à 100 %. Pour en savoir plus sur l'entreposage, voir le Tableau 3–1 au chapitre 3.

Lutte contre les ravageurs et les troubles physiologiques

Voir la Figure 7–199 *Stades de développement du radis et calendrier d'activité des ravageurs.*

Maladies

Alternariose

Alternaria brassicae, *A. brassicicola*, *A. raphani*

Identification : De petites lésions jaunâtres apparaissent sur les feuilles les plus matures. Lorsque les taches grossissent, l'alternance de leurs cercles concentriques clairs et foncés les fait ressembler à des cibles.

Biologie : L'alternariose se transmet par les semences et le vent tout l'été. Le temps frais et humide favorise l'apparition de taches noires.

Dépistage : Inspecter 10 feuilles de 20 plants choisis aléatoirement dans le champ. Vérifier les feuilles nouvelles et matures. Prendre note du pourcentage de feuilles infectées et du nombre moyen de lésions par feuille.

Moyens de lutte : Une bonne circulation de l'air contribue à assécher l'atmosphère au sein du feuillage. Éviter d'irriguer par aspersion une fois que la maladie a été diagnostiquée dans un champ. Vérifier que les radis ne sont pas atteints par la maladie avant de les entreposer. Dans l'entrepôt, une température inférieure à 4 °C (39 °F) inhibe le développement de nouvelles infections. Si la maladie a été détectée dans le champ, protéger les plants avec un fongicide avant la récolte.

Le traitement des semences à l'eau chaude élimine l'infection interne et l'infestation à la surface de la semence, tandis que le traitement fongicide des semences n'enlèvera que les spores présentes à la surface.

Faire une rotation avec des cultures moins sensibles (céréales ou maïs) et maîtriser les insectes broyeurs.

Fonte des semis ou pourridié
Pythium sp., *Phytophthora* sp., *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp.

Voir chapitre 6.

Gale commune
Streptomyces scabies, *S. scabiei*

Identification : Des petites taches creuses, liégeuses et squameuses se développent sur les racines infectées. Leurs bords sont souvent surélevés. Elles grossissent généralement jusqu'à atteindre 1,5 cm (¾ po) (Figure 7–201).



Figure 7–201. Symptômes de la gale commune sur la peau d'une racine de radis

Biologie : La bactérie causant la gale survit dans le sol indéfiniment. Les sols chauds et secs, et un pH compris entre 5,5 et 7,5 facilitent le développement de la maladie. Voir la Figure 7–189.

Dépistage : Pour évaluer l'incidence de la maladie, arracher des plantes au hasard pour en examiner les tubercules ou les racines. L'évaluation de la maladie peut commencer dès que les tubercules filles ont la taille d'une pièce de cinq cents.

Moyens de lutte : Ne pas cultiver des radis en rotation avec des pommes de terre, des carottes ou des betteraves. La rotation avec des céréales contribue à réduire partiellement le niveau de contamination du sol par le champignon de la gale. On peut diminuer l'incidence des infections en maintenant les sols très humides durant la phase de grossissement des racines.

Hernie des crucifères
Plasmodiophora brassicae

Voir chapitre 6 et Figure 7–202.



Figure 7–202. Gales de la racine causées par la hernie des crucifères sur des radis

Maladie du blanc (oïdium)
Voir chapitre 6.

Mildiou
Peronospora parasitica = *Hyaloperonospora parasitica*

Identification : Les symptômes du mildiou sont des taches jaunes sur la face supérieure des feuilles et un duvet fongique blanc grisâtre sur la face inférieure. Sur les racines infectées, on observe des zones décolorées et sombres qui s'étendent depuis le collet vers le bas. Elles peuvent se fendre ou être envahies par des organismes secondaires causant la pourriture (Figure 7–203).



Figure 7–203. Lésions jaunes avec moisissure blanche typiques du mildiou sur la face inférieure des feuilles d'un radis

Biologie : L'infection peut se produire à n'importe quel stade de développement de la plante. Le champignon causant la maladie se développe surtout par temps froid – entre 10 à 15 °C (50 à 59 °F) – et quand les feuilles sont humides ou qu'il y a présence de rosée ou de brume de manière prolongée. Ce champignon passe l'hiver dans les semences et sur les plants infectés. Il survit pendant au moins un an dans le sol et deux ans dans les semences infectées.

Moyens de lutte : S'assurer que le sol est bien drainé. Éviter de trop irriguer par aspersion. Pratiquer une rotation de deux ans avec des cultures qui ne sont pas hôtes du champignon. Il existe des cultivars de radis tolérants.

Pourriture bactérienne molle

Voir *Brassicacées*, dans ce chapitre.

Pourriture des racines et du collet, chancre de la tige (rhizoctone)
Rhizoctonia solani

Biologie : *Rhizoctonia solani* est un champignon ubiquiste tellurique qui peut survivre dans le sol de nombreuses années. Des infections peuvent survenir durant toute la saison par temps chaud et humide ou très humide (Figure 7–204).

Rhizoctonia solani est l'une des espèces fongiques qui cause la fonte des semis. Voir *Fonte des semis*, au chapitre 6.



Figure 7–204. Chancres noirs causés par *Rhizoctonia* sur un radis rouge

Moyens de lutte : Éviter de planter des cultures sensibles dans des zones où la maladie s'est déclarée précédemment. Faire des rotations de plusieurs années avec du maïs ou des petites céréales. Appliquer des procédures rigoureuses d'assainissement pour éviter d'amener de la terre infectée dans d'autres champs.

Pourriture noire
Xanthomonas campestris pv. *campestris*

Identification : Chez les cultures atteintes, les nervures et les faisceaux vasculaires noircissent. Le moyen le plus facile de le voir est de couper les tiges ou les racines dans le sens de la longueur ou de la largeur. Du pourridié peut s'ensuivre.

Biologie : Il suffit parfois qu'un seul plant sur 10 000 soit infecté pour entraîner une épidémie au champ. La pourriture noire se propage rapidement par temps chaud et humide, surtout entre 27 et 30 °C (81 et 86 °F) et à un taux d'humidité de 80 à 100 %. Une fois présente dans le sol, elle est disséminée par le vent et les éclaboussures provoquées par la pluie. Elle pénètre à l'intérieur des plants par les blessures ou par les « hydatodes », orifices naturels qui se trouvent sur le bord des feuilles.

Moyens de lutte : Utiliser des semences certifiées, exemptes de maladies ou traitées à l'eau chaude. Chez le radis, les cultivars de saison longue sont les plus vulnérables à la pourriture noire. Ne jamais entreposer de légumes atteints par la maladie. Chaque printemps, nettoyer et désinfecter les locaux d'entreposage. Faire une rotation de deux ou trois ans avec des cultures autres que des brassicacées et détruire toutes les mauvaises herbes de cette famille.

Racine noire
Aphanomyces raphani

Identification : Les plantules infectées finissent par dépérir, de la cime vers le bas. Les infections qui surviennent à un stade plus avancé causent le rabougrissement des plants et le noircissement de l'intérieur et de l'extérieur de la racine. L'infection commence généralement par une pourriture sèche. Celle-ci ouvre la voie aux pourritures bactériennes secondaires qui provoquent la désintégration de la racine (Figure 7–205).



Figure 7–205. Symptômes internes et externes de la racine noire

Biologie : Cette maladie transmise par le sol est favorisée par des conditions de sol humides et chaudes. Se déclenchant entre 16 et 32 °C (61 et 90 °F), l'infection cause le plus de dommages à 27 °C (81 °F).

Moyens de lutte : Cultiver les radis dans des sols bien drainés et pratiquer une rotation culturale de quatre ans avec des cultures n'appartenant pas à la même famille. Éliminer toutes les mauvaises herbes de la famille des brassicacées (ex. : moutarde sauvage, barbarée vulgaire). Il existe des cultivars résistants à la racine noire. Enfouir les résidus infestés dans le sol par labour profond.

Rouille blanche
Albugo candida

Identification : La maladie se manifeste d'abord par de petites taches jaunes sur la face supérieure des feuilles et des pustules blanches sur la face inférieure.

Biologie : Des journées chaudes et ensoleillées, suivies de nuits fraîches avec de la rosée, favorisent le développement de la maladie, qui peut se déclencher à n'importe quel moment de la saison.

Moyens de lutte : Éviter de planter des cultures d'automne dans des champs ou près de champs dont la culture de printemps était infectée. Faire une rotation des cultures de trois ans.

Virus de la mosaïque du navet (TuMV)

Identification : Les feuilles les plus matures jaunissent et tombent prématurément. Celles qui se déploient après l'infection sont rabougries, gaufrées et couvertes de mouchetures jaunes. Les racines, qui prennent la forme d'un « col de cygne », n'atteignent pas un calibre normal.

Biologie : Ce virus est propagé par les pucerons. On constate en général une flambée de mosaïque au début de juillet, au moment où les colonies de pucerons ailés commencent leurs déprédations. Le virus hiverne principalement sur les repousses de rutabagas et de canola d'automne.

Moyens de lutte : L'application d'huile minérale a un effet répulsif contre les pucerons, qui sont porteurs du virus. Cela dit, la lutte contre ce ravageur ne permet pas de prévenir totalement la propagation du virus.

Insectes

Altises
Phyllotreta sp.

Identification : L'altise est un petit coléoptère noir de 2 à 3 mm (~⅛ po) de longueur aux reflets métalliques. Les adultes sont vifs et sautent lorsqu'ils sont dérangés.



Figure 7–206. Feuille de radis criblée de trous creusés par des altises adultes noires aux reflets métalliques

Dommages : Les feuilles rongées par les altises sont criblées de trous minuscules de 1 à 5 mm (< ¼ po) de diamètre. Les trous plus anciens sont parfois auréolés de tissu foliaire nécrosé brun, tandis que les bords des plus récents sont verts. Ces dommages peuvent entraîner la mort des jeunes plantules. Les radis dont le feuillage a été attaqué par les altises sont invendables. Les racines rongées par les larves sont dépréciées sur le marché.

Biologie : En Ontario, les altises produisent habituellement une génération par année. Comme elles peuvent passer de l'œuf à la forme adulte en à peine sept semaines, il peut y avoir une deuxième génération certaines années. Les adultes, qui hivernent dans les feuilles mortes, émergent et commencent à se nourrir sur les jeunes plants à la mi-mai. Ils pondent près des racines des plants hôtes au printemps et au début de l'été. Les larves se développent ensuite sur les racines. À la fin juillet, les adultes sortent du sol, se nourrissent, puis, à l'automne, se mettent en quête d'un lieu d'hivernation.

Dépistage : Commencer le dépistage des altises dès que les plants sont semés au champ.

Moyens de lutte : On peut protéger les cultures hâtives avec des couvertures. Les altises préfèrent le radis daïkon aux autres brassicacées. Il est important de lutter contre ce ravageur dans les champs où l'on a observé la présence de pourriture noire, car cet insecte peut propager la maladie lorsqu'il se nourrit.

Cécidomyie du chou-fleur

Voir *Brassicacées*, dans ce chapitre.

Fausse-arpenteuse du chou
Trichoplusia ni

Voir chapitre 5.

Fausse-teigne des crucifères
Plutella xylostella

Voir chapitre 5.

Mouche du chou
Delia radicum

Identification : La mouche du chou adulte est grise et deux fois plus petite environ que la mouche domestique. La femelle pond ses œufs dans le sol, au pied des plantules. Les œufs, petits (1 mm [< 1/16 po]) et blancs, ressemblent à de minuscules grains de riz. Les larves sont petites (7 mm [⅓ po]), blanches et dépourvues de pattes (Figure 7–207).



Figure 7–207. Dommages de la mouche du chou sur l'extérieur d'un radis daïkon

Dommages : Les asticots creusent des galeries et se nourrissent le long des racines des radis, ce qui cause de lourdes pertes économiques. Ces blessures servent aussi de porte d'entrée à la bactérie causant la pourriture bactérienne molle.

Biologie : Les larves hivernent dans le sol à l'état de pupe. Il y a trois périodes de ponte par saison végétative. La première génération est la plus active et la plus destructrice. Elle sévit durant la deuxième moitié de mai et le début juin (floraison de la barbarée vulgaire). La deuxième apparaît à la mi-juillet (floraison des hémérocalles) et la troisième, à la fin d'août (floraison de la verge d'or).

Le temps chaud et sec réduit le taux de survie des larves, en particulier pour les deuxième et troisième générations. On peut s'attendre à des dommages des trois générations dans les régions froides de la province. Les cultures irriguées, les cultures racines et la plupart des brassicacées de spécialité sont plus vulnérables à ce ravageur.

Dépistage et seuils : Un programme de surveillance des populations d'adultes de la mouche du chou à l'aide de pièges collants peut aider à décider du moment le plus opportun pour traiter. On peut se fonder sur les degrés-jours de croissance (DJC) (température de base : 6 °C) pour prévoir l'activité de ce ravageur. Les adultes issus de la première génération émergent entre 314 et 398 DJC, ceux de la deuxième, entre 847 et 960 DJC, et ceux de la troisième, entre 1 446 et 1 604 DJC. Voir la section *Degrés-jours de croissance*, au chapitre 4, pour en savoir plus.

Moyens de lutte : La lutte contre la mouche du chou est essentiellement préventive. Les plantations tardives de brassicacées n'ont souvent pas besoin d'être protégées contre ce ravageur. Faire une rotation des cultures de trois ou quatre ans. Faire coïncider les pulvérisations avec la ponte de chaque génération.

Piéride du chou
Pieris rapae (L.)

Voir chapitre 5.

Pucerons

Voir chapitre 5.

Vers-gris (en début de saison)

Agrotis ipsilon (ver-gris noir),
Euxoa messoria (ver-gris moissonneur),
Crymodes devastator (ver-gris vitreux),
Euxoa detersa (ver-gris arénicole)

Voir chapitre 5.

Troubles physiologiques

Craquelures

Voir *Rutabagas et navets*, dans ce chapitre.

Rutabagas et navets

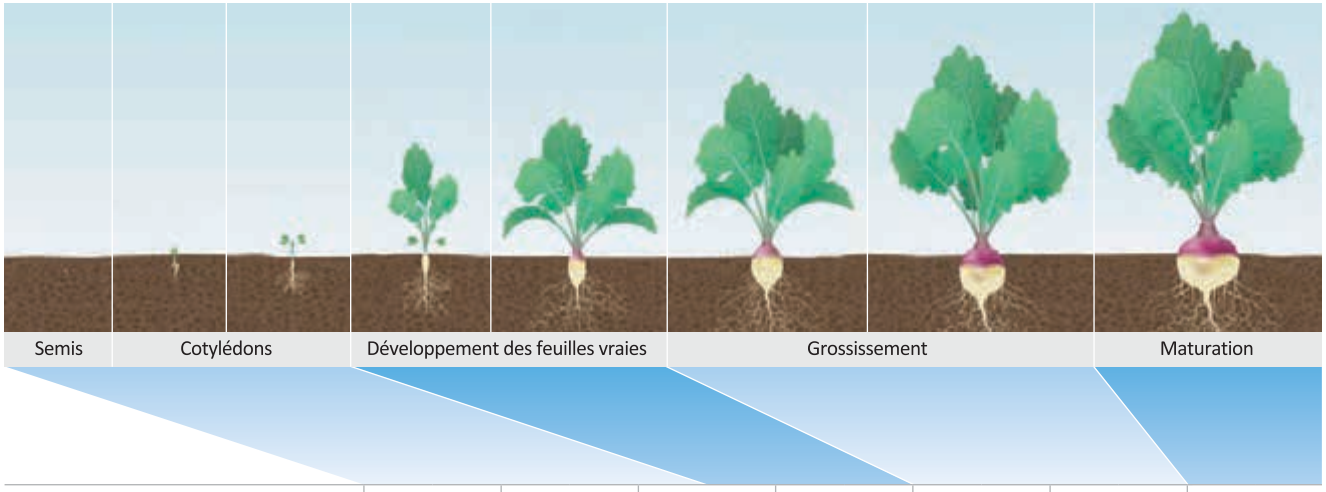


Figure 7–208. Stades de développement du rutabaga et du navet et calendrier d'activité des ravageurs. La période réelle d'activité des ravageurs varie considérablement d'une année à l'autre selon des facteurs environnementaux.

Exigences de production

Types de sol :	Vaste gamme de sols minéraux, mais idéalement les loams ou les loams sableux profonds et bien drainés
pH du sol :	6,1 à 6,5
Cultures recommandées dans la rotation :	Céréales, piments, poivrons, pommes de terre, tomates
Cultures déconseillées dans la rotation :	Autres brassicacées, dont le canola
Température minimale du sol :	5 °C (41 °F)
Température minimale de l'air :	16 °C (61 °F)
Dates de semis la plus précoce :	Avril

Rutabaga ou navet?

Les termes rutabaga et navet sont souvent utilisés de façon interchangeable, mais décrivent en fait deux espèces différentes aux saisons de végétation distinctes. Le rutabaga (*Brassica campestris* var. *napobrassica*) est le résultat d'un croisement entre le navet et le chou. De gros calibre, sa racine est blanche à jaune avec un collet violet. Sa saison de végétation est longue. En Ontario, on cultive principalement le type Laurentian. Le navet (*Brassica rapa* var. *rapa*) est quant à lui plus petit que le rutabaga. Généralement violette dans le haut, sa racine de forme arrondie et trapue est blanche à jaune. Même si leurs saisons de végétation sont différentes, ces deux légumes sont sensibles à des maladies et à des ravageurs similaires (Figure 7–209).

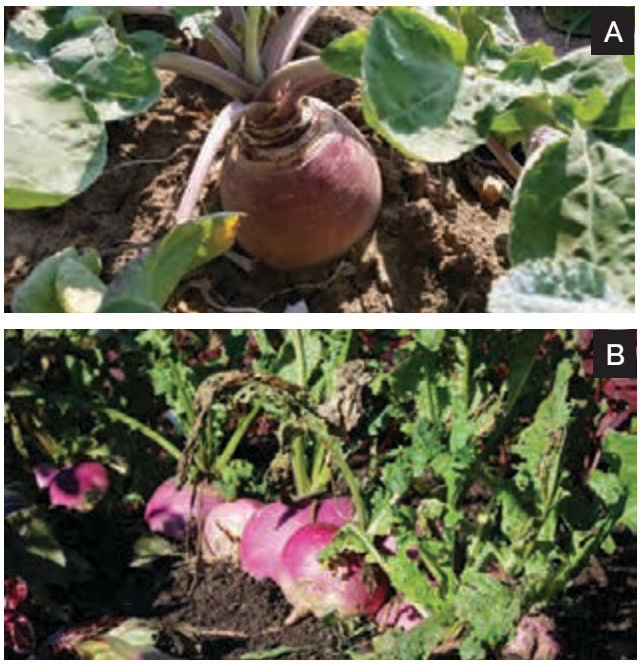


Figure 7–209. Grosse racine mature d'un plant de rutabaga (A) comparée à celle d'un plant de navet mature, qui est plus petite (B). *Source (B) :* shutterstock.com

Semis et espacements

La température de germination optimale se situe entre 16 et 29 °C (61 à 84 °F). Les rutabagas hâtifs, semés en avril et en mai, suscitent très peu d'intérêt sur le marché. La culture principale, celle qui sera conservée pendant une partie de l'hiver, doit être semée entre la fin du mois de mai et la fin du mois de juin. Les rutabagas plantés à ce moment pourront former des racines plus grosses et de meilleure qualité durant les journées fraîches de l'automne. La germination des cultures plantées au début juillet peut parfois être entravée par des températures élevées et un manque d'humidité.

On peut également faire pousser des rutabagas à partir de plants de repiquage pour une mise en marché précoce. On choisira alors généralement le cultivar York, puisqu'il pousse mieux dans un plateau alvéolé et atteint sa maturité un peu plus rapidement que le Laurentian.

Il faut bien préparer les planches de semence pour favoriser une germination rapide et une levée uniforme. Planter à une profondeur de 0,6 à 1,2 cm (¼ à ½ po). Il est important d'assurer une germination vigoureuse et égale pour des racines de bonne qualité. Outre créer un peuplement réduit, les semences qui ne germent pas laissent plus d'espace aux plants voisins, qui se développeront de façon excessive, produiront des craquelures de croissance ou seront plus gros que le reste de la culture, produisant ainsi des légumes de trop gros calibre non commercialisables.

Pour atteindre le peuplement désiré, utiliser un semoir monograine ou éclaircir le champ après la levée. Si vous prévoyez éclaircir le champ, semer à un taux plus élevé et éliminer les plants avec une houe après que la germination a atteint 90 %. L'éclaircissage nécessite un travail agricole important, mais il peut s'agir de la meilleure option si la germination n'est pas optimale. Voir le Tableau 7–141.

Tableau 7–141. Distance de plantation des rutabagas et des navets

Culture	Distance entre les rangs	Espacement sur le rang	Population visée	Taux de semis
Rutabaga	60-90 cm (24-36 po)	13-15 cm (5-6 po)	87 722-101 217 plants/ha (35 500-40 961 plants/acre)	Environ 500 g de semence/ha (environ ½ lb de semence/acre)
Rutabaga (repiqué)	60-90 cm (24-36 po)	15 cm (6 po)	87 722 plants/ha (35 500 plants/acre)	Environ 500 g de semence/ha (environ ½ lb de semence/acre)
Navet	36-76 cm (14-30 po)	5-7 cm (2-3 po)	1,5 million de plants/ha (600 000 plants/acre)	Environ 6,7 kg de semence/ha (environ 6 lb de semence/acre)

Fertilisation

Pour les navets, aucune recommandation de fertilisation n'a été établie en Ontario. Se référer aux lignes directrices d'autres récoltes de courte saison de la famille des brassicacées, comme le radis. Nous traiterons ici des recommandations de fertilisation pour le rutabaga.

Macronutriments

Azote

Épandre au maximum 35 kg d'azote par hectare (31 lb par acre). On peut épandre du fumier durant la rotation, à condition de le faire au moins une année avant la culture du rutabaga. Ne pas épandre d'azote en quantité excessive, puisque cela peut causer une croissance excessive, des fendillements et des craquelures de croissance, rendant le produit final invendable.

Réduire la fertilisation azotée (N) après un apport de fumier ou l'incorporation au sol d'engrais vert de légumineuses. Voir le Tableau 1–12 et le Tableau 1–13, au chapitre 1.

Phosphore et potassium

Faire analyser le sol pour déterminer les besoins en phosphore et en potassium. Voir le Tableau 7–142 et le Tableau 7–143.

Magnésium

Pour le rutabaga, si la teneur du sol en magnésium est inférieure à 100 ppm, diminuer les quantités de potasse recommandées, jusqu'à un minimum de 50 % à 50 ppm de magnésium par litre de sol. Par exemple, un sol dont la teneur en magnésium est de 75 ppm recevra seulement 75 % de la quantité de potasse habituellement recommandée. Pour un sol dont la teneur en magnésium est de 50 ppm ou moins, appliquer 50 % de la recommandation totale.

Tableau 7–142. Besoins en phosphore du rutabaga et du navet

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en phosphore évaluée par extraction au bicarbonate de sodium (ppm)													
	0-3	4-5	6-7	8-9	10-12	13-15	16-20	21-25	26-30	31-40	41-50	51-60	61-80	81 ou plus
Sols minéraux														
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	180 (161) (EE)	170 (152) (EE)	170 (152) (EE)	160 (143) (EE)	160 (143) (EE)	150 (134) (EE)	140 (125) (EE)	120 (107) (EM)	100 (89) (EM)	80 (71) (EM)	50 (45) (EF)	30 (27) (ETF)	0 (ETF)	0 (EN)

Tableau 7–143. Besoins en potassium du rutabaga et du navet

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en potassium évaluée par extraction à l'acétate d'ammonium (ppm)											
	0-15	16-30	31-45	46-60	61-80	81-100	101-120	121-150	151-180	181-210	211-250	251 ou plus
Sols minéraux												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	340 (303) (EE)	330 (294) (EE)	310 (277) (EE)	280 (250) (EE)	250 (223) (EE)	200 (178) (EE)	150 (134) (EM)	90 (80) (EM)	50 (45) (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (EN)

Oligo-éléments

L'efficacité des apports d'engrais contenant des oligo-éléments varie beaucoup selon les cultures. La question est traitée en profondeur dans *Oligo-éléments*, au chapitre 1.

Bore

Le bore est un élément essentiel à la qualité des cultures de rutabagas et pour prévenir la nécrose interne. La nécrose interne, ou maladie du cœur brun, est causée par une carence en bore. Elle se manifeste d'abord sur les jeunes racines en développement par des plaques dures, brunâtres et aqueuses. Le cœur des rutabagas très carencés ramolli et bruni durant l'entreposage.

En présemis, on peut incorporer du bore au sol en le mélangeant aux autres engrais nécessaires. L'épandage doit être aussi uniforme que possible. Souvent, des applications foliaires de Solubor agissent aussi bien que des doses élevées de bore épandues au sol. Traiter pour une première fois les feuilles lorsque les racines atteignent environ 1,5 à 2,5 cm (environ 1 po) de diamètre. Les deuxième et troisième traitements peuvent être effectués à intervalles de 10 à 14 jours.

Ne pas incorporer de pesticides aux pulvérisations boratées sauf si l'étiquette du pesticide indique expressément la compatibilité des produits. Utiliser le bore avec prudence. Bon nombre de cultures utilisées dans des rotations sont sensibles aux teneurs élevées en bore.

Récolte

En général, le rutabaga atteint sa maturité en 90 jours après la plantation. Les racines mesurent entre 102 et 178 mm (4 à 7 po) de diamètre. La récolte hâtive des plants de repiquage de rutabagas peut commencer dès le mois de juillet, tandis que celle de la culture principale ne se fait habituellement qu'en octobre. On récolte généralement les rutabagas jusqu'à la mi-novembre.

On peut les récolter avec une récolteuse à courroie, qui les sort du sol par le haut, pour protéger les collets en priorité. Il est aussi possible de couper les fanes pour ensuite déterrer les rutabagas avec une arracheuse de pommes de terre. Éviter autant que possible de trop les endommager avec la machinerie. Les meurtrissures, les coupures et les éraflures affectent l'apparence et créent un point d'entrée pour les agents pathogènes et la pourriture.

Entreposage

Il est important d'abaisser la température des rutabagas le plus vite possible et de les entreposer à 0 °C (32 °F) avec une humidité relative de 90 à 95 %. Les rutabagas endommagés ou meurtris se conservent mal, car ils sont envahis rapidement par des pourritures. On peut les entreposer dans des caisses-palettes ou en vrac dans un entrepôt réfrigéré ou muni d'un système de ventilation à air pulsé (Figure 7–210).



Figure 7–210. Rutabagas entreposés en vrac avec ventilation à air pulsé

Les rutabagas sains se conservent jusqu'à six mois. Pour un entreposage à long terme, les garder à une température de 0 °C (32 °F) et à une humidité relative de 90 à 95 %. Les rutabagas gèlent à environ -1 °C (30 °F), c'est pourquoi il faut éviter que la température de l'entrepôt ne descende en dessous de -0,5 °C (31 °F). Il est important de garder un haut taux d'humidité relative pour prévenir la perte d'eau excessive et le flétrissement. Il est indispensable de maintenir une bonne ventilation et une bonne circulation de l'air partout dans l'entrepôt. Pour en savoir plus, voir le chapitre 3.

Paraffinage et coupe

Avant la mise en marché, il faut couper les feuilles des rutabagas. Enlever les racines secondaires sur la moitié inférieure de la racine. Les rutabagas passent normalement dans un bain de paraffine chaude juste avant d'être envoyés dans les magasins. Le paraffinage améliore leur apparence, les garde propres, protège les surfaces fraîchement sectionnées contre les agents pathogènes et empêche une perte excessive d'humidité et de poids durant la mise en marché. Le paraffinage est déconseillé pour les rutabagas gardés en entrepôt.

Plonger les rutabagas propres et secs dans un bain de paraffine pour « rutabaga/navet » à 126 °C (259 °F), pendant une seconde, puis les conditionner pour la mise au commerce. Après le paraffinage, les rutabagas doivent être gardés à basse température, car ils peuvent pourrir en quelques jours à température ambiante.

Lutte contre les ravageurs et les troubles physiologiques

Voir la Figure 7–208 *Stades de développement du rutabaga et du navet et calendrier d'activité des ravageurs.*

Maladies

Alternariose

Voir *Brassicacées*, dans ce chapitre.

Jambe noire (brassicacées)

Leptosphaeria maculans
(anamorphe : *Phoma lingam*)

Identification : Les plantules infectées par la jambe noire peuvent mourir ou seulement perdre leurs cotylédons. Des taches circulaires de couleur brun pâle à gris se forment sur les feuilles. Les tiges des plants infectés présentent des lésions brunes aux bords violacés ou noirs. Chez les plants mûrs, des chancres se forment sur la racine. Des taches sèches, déprimées, bordées de noir, apparaissent sur les rutabagas entreposés. Les rutabagas paraffinés pourrissent rapidement.

Biologie : L'infection peut se déclarer n'importe quand au champ. Les rutabagas y sont sensibles au stade de plantule et à maturité, ainsi que durant l'entreposage.

Moyens de lutte : Faire une rotation de quatre ou cinq ans sans culture de la famille des brassicacées. Maîtriser les mauvaises herbes de la famille des brassicacées. Ne pas épandre de fumier ou de compost contenant des résidus de rutabagas ni rejeter de rutabagas malades sur les terres où l'on projette de cultiver ce légume. L'organisme responsable de la jambe noire peut être transporté par le vent et l'eau depuis les champs voisins. Ne jamais mettre de rutabagas malades en entrepôt. Chaque printemps, nettoyer et désinfecter les locaux d'entreposage.

Fonte des semis ou pourridié

Pythium sp., *Phytophthora* sp., *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp.

Identification : En général, les semences infectées avant de sortir de terre pourrissent et ne produisent pas de plantule. Si elles lèvent, la plante est généralement faible et manque de vigueur. En cas d'infection après la levée, les plantules pourrissent au niveau du sol. L'infection se produit généralement entre deux et quatre semaines après le début de la levée (ou du repiquage). Les plants malades ont tendance à se recourber vers l'intérieur ou à fondre dans le sol. Cette maladie se manifeste aussi par de la moisissure sur les semences, des lésions ou des chancres sur la racine, l'hypocotyle ou le bas des tiges (Figure 7–211).



Figure 7–211. Racine pivot et racines secondaires brunes et rabougries en raison des agents pathogènes causant la fonte des semis

Biologie : *Pythium* et *Phytophthora* sont des champignons aquatiques. Ils sont particulièrement destructeurs quand le sol est humide et frais. L'infection se produit habituellement dans des sols plus lourds, ou dans des champs mal drainés.

On trouve *Fusarium* dans la plupart des sols agricoles. Ce champignon hiverne dans le sol pendant de longues périodes. L'infection peut se déclencher dans toutes sortes de sols et à toutes sortes de températures selon l'espèce et la culture. Beaucoup d'espèces de *Fusarium* infectent également le feuillage ou les fruits en fin de saison. Pour en savoir plus, voir le chapitre 5.

Rhizoctonia solani reste dans le sol sous forme de structures dures (sclérotes) et se développe sous forme de fils microscopiques. Comparativement aux champignons aquatiques, cet agent pathogène

causant la fonte des semis préfère généralement des sols légèrement plus chauds et secs. Souvent, *Rhizoctonia* ceinture les tiges de cultures vulnérables un peu au-dessus et au-dessous du niveau du sol. Voir *Rhizoctone commun*, aussi dans *Rutabagas.*

Moyens de lutte : Utiliser des semences traitées avec un fongicide homologué qui maîtrise les agents pathogènes causant la fonte des semis. Éviter de semer trop profond. Semer uniquement quand le sol et les conditions météorologiques sont favorables à une germination, à une levée et à une croissance vigoureuse rapides.

Faire du dépistage dans les champs tôt au printemps après le semis pour évaluer le peuplement et son établissement. Vérifier s'il y a des zones où le peuplement est clairsemé ou la levée, faible. Déterrer les plantules ou plants qui ne sortent pas de terre et vérifier s'il y a des signes de pourriture ou de ceinturage des tiges.

Hernie des crucifères
Plasmodiophora brassicae

Voir chapitre 6 et Figure 7–212.



Figure 7–212. Formation de galles sur les racines d'un rutabaga atteint de la hernie des crucifères

Maladie du blanc (oïdium)
Erysiphe polygoni

Identification : Les premiers symptômes apparaissent habituellement sur les feuilles plus matures se trouvant à l'ombre. Un duvet fongique blanc dense (poudreux) se forme sur la face inférieure de la feuille. Il arrive aussi que la face supérieure de la feuille prenne une couleur vert pâle ou jaunâtre. Les taches poudreuses blanches gagnent ensuite la face supérieure des feuilles et les pétioles. Les feuilles et les tiges infectées jaunissent, se flétrissent et meurent prématurément. Chez le rutabaga, les feuilles infectées deviennent souvent violettes (Figure 7–213).



Figure 7–213. Duvet fongique blanc et poudreux sur la face supérieure d'une feuille de rutabaga

Biologie : Les agents pathogènes causant la maladie n'hivernent pas au champ en Ontario. Le vent apporte généralement les spores (du Sud des États-Unis et du Mexique) au milieu de l'été. L'infection se produit surtout entre 20 et 26 °C (68 et 79 °F); au-delà de ce seuil, la maladie se développe lentement.

Les infections peuvent se déclarer à des taux d'humidité relativement faibles (< 20 %), mais elles s'intensifient par temps humide et en cas de fortes rosées. Dans ces conditions, on peut voir apparaître les premiers symptômes trois à sept jours après l'infection.

Dépistage : Il est difficile de déceler le blanc aux premiers stades de la maladie. Pour détecter la croissance des spores, il faut vérifier la face inférieure des feuilles. Lorsque les taches blanches et le jaunissement atteignent la face supérieure de la feuille, la maladie est déjà avancée, et il est peu probable que des applications de fongicides arrivent à l'éliminer.

Moyens de lutte : Le cultivar Laurentian est très sensible à la maladie du blanc. Les spores du champignon sont transportées sur de longues distances par le vent. Il faut traiter dès les premiers symptômes. Il existe des fongicides pouvant assurer une suppression partielle de la maladie, mais il faut bien recouvrir les faces inférieure et supérieure des feuilles. Comme beaucoup de cultures sont hôtes du blanc, la lutte culturale est peu efficace.

Mildiou

Peronospora parasitica = *Hyaloperonospora parasitica*

Identification : Les symptômes du mildiou sont des taches jaunes sur la face supérieure des feuilles et un duvet fongique blanc grisâtre sur la face inférieure. Les racines infectées peuvent se fendre ou être envahies par des organismes causant la pourriture. Chez le rutabaga, les feuilles infectées deviennent souvent violettes (Figure 7–214).

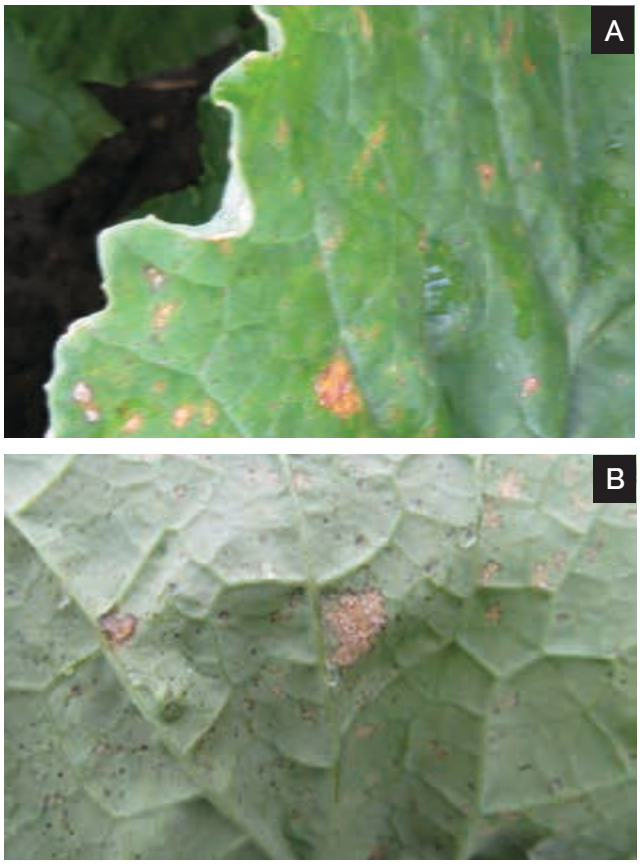


Figure 7–214. Taches jaunes du mildiou sur la face supérieure des feuilles (A) et duvet fongique blanc causé par ces lésions sur la face inférieure des feuilles (B)

Biologie : L'infection peut se produire à n'importe quel stade de développement de la plante. Le champignon causant la maladie se développe surtout par temps froid – entre 10 à 15 °C (50 à 59 °F) – et quand les feuilles sont humides ou qu'il y a présence de rosée ou de brume de manière prolongée. Ce champignon passe l'hiver dans les semences et sur les plants infectés. Il survit pendant au moins un an dans le sol et deux ans dans les semences infectées.

Moyens de lutte : S'assurer que le sol est bien drainé. Éviter de trop irriguer par aspersion. Pratiquer une rotation de deux ans avec des cultures qui ne sont pas hôtes du champignon.

Nématodes

Voir chapitre 6.

Pourriture à sclérotes

Voir *Brassicacées*, dans ce chapitre.

Pourriture bactérienne molle

Pectobacterium carotovorum, ssp. *Carotovorum* (auparavant *Erwinia carotovora*)

Identification : Les tissus des feuilles ou des racines deviennent souvent chamois, flasques et humides et dégagent une odeur nauséabonde. La maladie peut toucher le plant sous la surface du sol, en particulier si des mouches du chou sont présentes (Figure 7–215).



Figure 7–215. Aspect aqueux et flasque d'un rutabaga infecté par la pourriture bactérienne molle

Biologie : La pourriture bactérienne molle entraîne de grandes pertes au champ et durant le transport et l'entreposage. Les lésions causées par les insectes, la machinerie ou la grêle peuvent rendre les plants plus vulnérables. La pourriture molle se répand rapidement quand il fait chaud et humide, la propagation se faisant par contact direct et par la manipulation, les outils, l'eau du sol, les insectes et les éclaboussures de pluie ou de l'irrigation.

La bactérie hiverne dans les tissus infectés et le sol, sur l'équipement et les contenants contaminés, et dans les insectes comme la mouche du chou.

Le temps chaud et humide est propice aux infections à la pourriture bactérienne molle.

Moyens de lutte : S'assurer que le sol est bien drainé et favoriser une circulation de l'air maximale à travers les plants et le feuillage. Éviter d'irriguer par aspersion une fois que la maladie a été diagnostiquée dans un champ. Faire une rotation avec des cultures moins sensibles (céréales ou maïs) et maîtriser les insectes broyeurs. Un excès d'azote peut faciliter l'infection.

Une température d'entreposage sous les 4 °C (39 °F) peut inhiber le développement de nouvelles infections dans les cultures de brassicacées et de radis. En cas de signes d'infection durant l'entreposage, enlever et détruire les plants infectés. Employer de bonnes pratiques d'assainissement des installations d'entreposage.

Pourriture noire
Xanthomonas campestris pv. *campestris*

Identification : Chez les cultures atteintes, les nervures et les faisceaux vasculaires noircissent. Le moyen le plus facile de le voir est de couper les tiges ou les racines dans le sens de la longueur ou de la largeur. Parfois, les racines commenceront aussi à pourrir. Les plantules atteintes de pourriture noire finissent habituellement par en mourir. Les plants plus développés au moment de l'infection se rabougrissent, et les feuilles jaunissent puis flétrissent.

Biologie : Il suffit parfois qu'un seul plant sur 10 000 soit infecté pour entraîner une épidémie au champ. La pourriture noire se propage rapidement par temps chaud et humide, surtout entre 27 et 30 °C (81 et 86 °F) et à un taux d'humidité de 80 à 100 %. Une fois présente dans le sol, elle est disséminée par le vent et les éclaboussures provoquées par la pluie. Elle pénètre à l'intérieur des plants par les blessures ou par les « hydatodes », orifices naturels qui se trouvent sur le bord des feuilles. Les rutabagas y sont sensibles au stade de plantule et à maturité, ainsi que durant l'entreposage.

Moyens de lutte : Utiliser des semences certifiées, exemptes de maladies ou traitées à l'eau chaude. Ne pas épandre de fumier ou de compost contenant des résidus de rutabaga ni rejeter de rutabagas malades sur les terres où l'on projette de cultiver ce légume. Ne jamais mettre de rutabagas malades en entrepôt. Chaque printemps, nettoyer et désinfecter les locaux d'entreposage. Pratiquer une rotation de quatre ou cinq ans sans culture de la famille des brassicacées. Maîtriser les mauvaises herbes de la famille des brassicacées.

Rhizoctone commun
Rhizoctonia solani

Biologie : *Rhizoctonia solani* est un champignon ubiquiste tellurique qui peut survivre dans le sol pendant de nombreuses années. Des infections peuvent survenir durant toute la saison par temps chaud et humide ou très humide. Connu sous plusieurs noms, cet agent pathogène peut causer toutes sortes de symptômes.

C'est l'une des espèces fongiques qui cause la fonte des semis. Voir *Fonte des semis*, au chapitre 6, et la Figure 7–216.



Figure 7–216. Pourriture sèche brune, ceinturant habituellement le collet du rutabaga, causée par une espèce de *Rhizoctonia*

Moyens de lutte : Éviter de planter des cultures sensibles dans des zones où la maladie s'est déclarée précédemment. Faire des rotations de plusieurs années avec du maïs ou des petites céréales. Appliquer des procédures rigoureuses d'assainissement pour éviter d'amener de la terre infectée dans d'autres champs.

Tige noire
Voir *Brassicacées*, dans ce chapitre.

Virus de la mosaïque du navet (TuMV)
Identification : Les feuilles les plus matures jaunissent et tombent prématurément. Les feuilles qui se déploient après l'infection sont rabougries, gaufrées et couvertes de mouchetures jaunes. Les racines, qui prennent la forme d'un « col de cygne », n'atteignent pas un calibre normal.

Biologie : Ce virus est propagé par les pucerons. On constate en général une flambée de mosaïque au début de juillet, au moment où les colonies de pucerons ailés commencent leurs déprédations. Le virus hiverne principalement sur les repousses de rutabagas et le canola d'automne.

Moyens de lutte : Les pertes dues au virus de la mosaïque du navet sont particulièrement grandes dans les cultures de rutabagas semées après la mi-juin. L'application d'huile minérale a un effet répulsif contre les pucerons. Cela dit, la lutte contre ce ravageur ne permet pas de prévenir totalement la propagation du virus. Pour en savoir plus, voir *Tableau 6–1. Cultures maraîchères attaquées par Rhizoctonia solani*, au chapitre 5 et *Nématode cécidogène du nord*, au chapitre 6.

Insectes

Altises
Phyllotreta sp.

Identification : L'altise est un petit coléoptère noir de 2 à 3 mm (~⅛ po) de longueur aux reflets métalliques. Les adultes sont vifs et sautent lorsqu'ils sont dérangés (Figure 7–217).



Figure 7–217. Dommages de l'altise adulte sur une jeune plantule de rutabaga

Dommages : Bien que tous les crucifères soient attaqués par ces coléoptères, les altises préfèrent les crucifères exotiques non cireuses. Les feuilles rongées par les altises sont criblées de nombreux trous minuscules de 1 à 5 mm (⅛ po) de diamètre. Les trous plus anciens sont parfois auréolés de tissu foliaire nécrosé brun, tandis que les bords des plus récents sont verts. Ces dommages peuvent entraîner la mort des jeunes plantules. C'est d'ailleurs à ce stade que les rutabagas sont les plus vulnérables. Les racines rongées par les larves sont dépréciées sur le marché.

Les adultes et les larves se nourrissent de cotylédons, de feuilles et de parties de la tige sous la terre. Elles risquent peu de causer des dommages importants, sauf si elles sont très nombreuses et s'attaquent à de jeunes plantules, surtout si ces dernières poussent lentement en raison de temps frais.

Biologie : En Ontario, les altises produisent habituellement une génération par année. Comme elles peuvent passer de l'œuf à la forme adulte en à peine sept semaines, il peut y avoir une deuxième génération certaines années. Les adultes, qui hivernent dans les feuilles mortes, apparaissent et commencent à se nourrir sur les jeunes plants à la mi-mai. Ils pondent près des racines des plants hôtes au printemps et au début de l'été. Les larves se développent ensuite sur les racines. À la fin juillet, les adultes sortent du sol, se nourrissent, puis, à l'automne, se mettent en quête d'un lieu d'hivernation.

Dépistage et seuils : Pour toutes les cultures, commencer le dépistage dès que les plants sont repiqués au champ. Inspecter 25 plants choisis aléatoirement dans le champ pour vérifier la présence d'altises et de dommages. Jusqu'au stade 6 feuilles, une altise par plantule est le maximum tolérable. Passé ce stade, les dégâts ne nuisent pas vraiment à la croissance des plantes, mais peuvent entraîner des répercussions sur la qualité du produit et sa commercialisation.

Moyens de lutte : Il est important de lutter contre les altises dans les champs où l'on a observé la présence de pourriture noire, car cet insecte peut propager la maladie lorsqu'il se nourrit. Pour le rutabaga, les interventions de lutte doivent être dirigées contre les altises adultes. Il n'existe aucun moyen de maîtriser les larves installées dans les racines. Commencer les traitements dès que l'insecte est détecté dans le champ. Comme ce ravageur peut migrer dans la plantation par vagues sur plusieurs semaines, il faut parfois traiter plusieurs fois. Les traitements par trempage du sol contre les larves de la mouche du chou peuvent aussi être efficaces contre les altises.

Cécidomyie du chou-fleur
Contarinia nasturtii

Voir *Brassicacées*, dans ce chapitre.

Fausse-arpenteuse du chou
Trichoplusia ni

Voir *Brassicacées*, dans ce chapitre.

Fausse-teigne des crucifères
Plutella xylostella

Voir *Brassicacées*, dans ce chapitre.

Limaces

Voir *Brassicacées*, dans ce chapitre.

Mouche du chou
Delia radicum

Identification : La mouche du chou adulte est grise et deux fois plus petite environ que la mouche domestique. La femelle pond ses œufs dans le sol, au pied des plantules. Les œufs, petits (1 mm [1⁄16 po]) et blancs, ressemblent à de minuscules grains de riz. Les larves sont de petits asticots blancs de 7 mm (¼ po) dépourvus de pattes. Elles se nourrissent des racines du rutabaga en y creusant des galeries, rendant les légumes invendables (Figure 7–218).

Dommages : Les larves creusent des galeries et se nourrissent le long des racines des rutabagas et des navets. Les plantules de brassicacées sont très vulnérables aux dommages de ce ravageur. Chez les brassicacées racines, en particulier le rutabaga, les larves provoquent de lourdes pertes économiques. Les générations tardives, en se nourrissant, ravagent les parties commercialisables des racines. Ces blessures servent aussi de porte d'entrée à la bactérie causant la pourriture bactérienne molle.

Biologie : Les larves hivernent dans le sol à l'état de pupe. Il y a trois périodes de ponte par saison végétative. La première génération – la plus active et la plus destructrice – sévit de la deuxième moitié de mai jusqu'au mois de juin (floraison de la barbarée vulgaire). La deuxième apparaît à la mi-juillet (floraison des hémérocalles) et la troisième, à la fin d'août (floraison de la verge d'or). Ces dates sont approximatives, l'activité de ce ravageur étant conditionnée par les températures de la région et le type de sol.

Le temps chaud et sec réduit le taux de survie des larves, en particulier pour les deuxième et troisième générations. On peut s'attendre à des dommages des trois générations dans les régions froides de la province. Les cultures irriguées, les cultures racines et la plupart des brassicacées de spécialité sont plus vulnérables à ce ravageur.

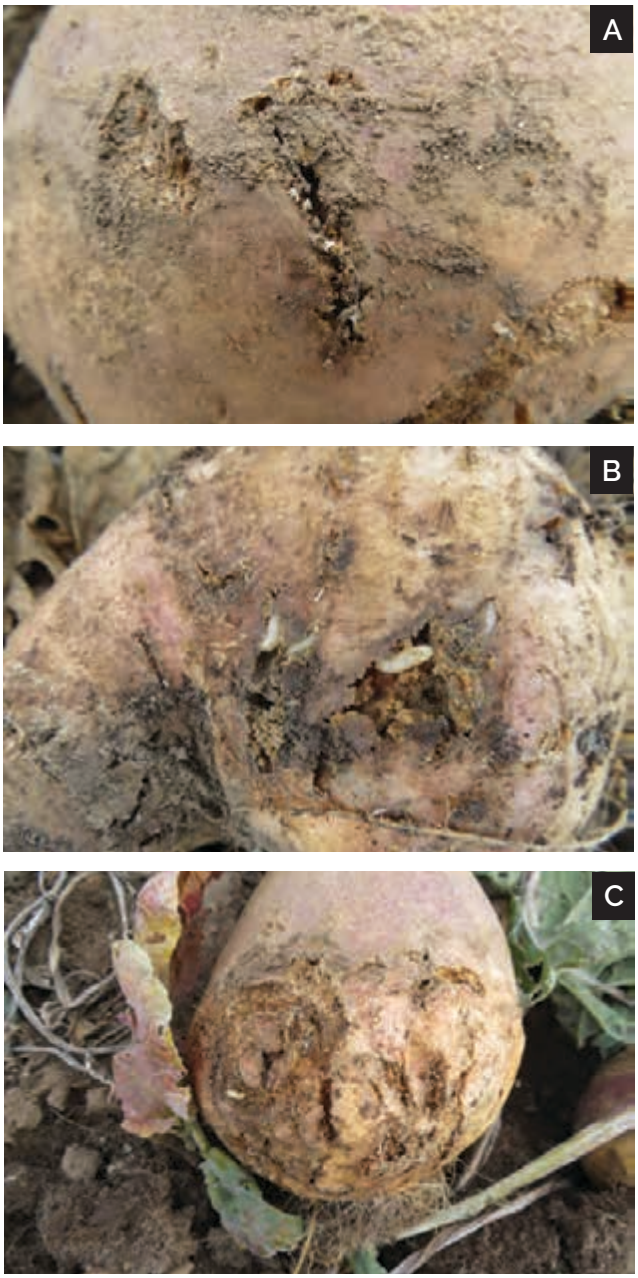


Figure 7–218. Dommages considérables causés par des larves de mouche du chou sur des racines de rutabaga (A) (B) (C)

Dépistage et seuils : Un programme de surveillance des populations d'adultes de la mouche du chou à l'aide de pièges collants peut aider à décider du moment le plus opportun pour traiter. On peut se fonder sur les degrés-jours de croissance (DJC) (température de base : 6 °C) pour prévoir l'activité de la mouche du chou. Les adultes issus de la première génération apparaissent entre 314 et 398 DJC, ceux de la deuxième, entre 847 et 960 DJC, et ceux de la troisième, entre 1 446 et 1 604 DJC. Voir la section *Degrés-jours de croissance*, au chapitre 4, pour en savoir plus.

Moyens de lutte : La lutte contre la mouche du chou est essentiellement préventive. Faire une rotation des cultures de trois ou quatre ans. Ne pas cultiver de rutabagas hâtifs et tardifs dans le même champ, ou à proximité de canola d'automne ou encore de variétés hâtives de brocoli, de chou pommé ou de chou-fleur. Faire coïncider les pulvérisations avec la ponte de chaque génération.

Piéride du chou
Pieris rapae (L.)

Voir *Brassicacées*, dans ce chapitre.

Pucerons
Famille des Aphididae

Identification : En Ontario, plusieurs espèces de pucerons s'attaquent aux cultures maraîchères. Les pucerons sont de petits insectes piriformes à corps mou, dont l'extrémité postérieure est prolongée par une paire de cornicules ressemblant à des tuyères. Ils ont des pattes relativement longues et des antennes proéminentes. Leur couleur varie d'une espèce à l'autre et selon la plante hôte. Quelques espèces qui s'attaquent aux cultures maraîchères ont une texture cireuse ou laineuse (Figure 7–219).



Figure 7–219. Colonie de pucerons sur le revers d'une feuille de rutabaga

Dommages : Les pucerons sont les principaux vecteurs du virus de la mosaïque du navet, lequel peut causer de lourdes pertes économiques dans les cultures de rutabagas et de navets.

Les pucerons se rassemblent souvent sur les nouvelles pousses. Ils percent les feuilles et sucent la sève du plant, ce qui provoque des déformations des feuilles, un rabougrissement, un retard dans la maturation et du flétrissement. Lorsqu'ils se nourrissent, ils exsudent une substance collante appelée « miellat » qui, avec les moisissures qui l'accompagnent, peut réduire la qualité marchande du produit récolté.

Biologie : La plupart des pucerons hivernent sous la forme d'œufs sur les principaux hôtes, pour ensuite migrer sur les cultures maraîchères l'été. Les pucerons sont présents pratiquement d'un bout à l'autre de la saison de végétation. Les populations augmentent rapidement lorsque les conditions sont propices, notamment par temps chaud et sec. Les prédateurs naturels (coccinelles, chrysopes, anthocorides, etc.) ou les parasitoïdes (espèces d'*Aphelinus* et d'*Aphidius*) contribuent souvent à maintenir les populations de pucerons sous les seuils d'intervention.

Dépistage et seuils : Les pucerons sont parfois répartis par îlots dans le champ. Ils sont souvent plus nombreux en bordure de champ. Inspecter le revers des feuilles en allant du haut vers le bas des plants. Vérifier s'il y a du miellat sur le feuillage et les racines. Rechercher aussi la présence d'insectes bénéfiques (prédateurs ou parasites du puceron). Regarder attentivement pour faire la distinction entre les pucerons vivants et les corps morts et la mue.

Moyens de lutte : Pour maîtriser d'autres insectes nuisibles, sélectionner des produits qui ne décimeront pas les insectes utiles, les insecticides à large spectre pouvant tuer des prédateurs naturels et ainsi faire croître les populations de pucerons.

Vers-gris (en début de saison)
Agrotis ipsilon (ver-gris noir),
Euxoa messoria (ver-gris moissonneur),
Crymodes devastator (ver-gris vitreux),
Euxoa detersa (ver-gris arénicole)

Voir chapitre 5.

Ver fil-de-fer
Voir chapitre 5.

Ver-gris noir
Voir *Brassicacées*, dans ce chapitre.

Troubles physiologiques

Craquelures de croissance
S'entendent des craquelures de croissance des fentes profondes longitudinales ou horizontales dans les racines. De manière générale, elles sont causées par des conditions de croissance inégales, particulièrement lorsque des périodes de grande sécheresse sont suivies par des pluies ou des irrigations abondantes. Elles peuvent également être causées par un peuplement inconstant. Rendant

les racines non commercialisables, les craquelures peuvent aussi ouvrir la voie aux infections par des agents pathogènes.

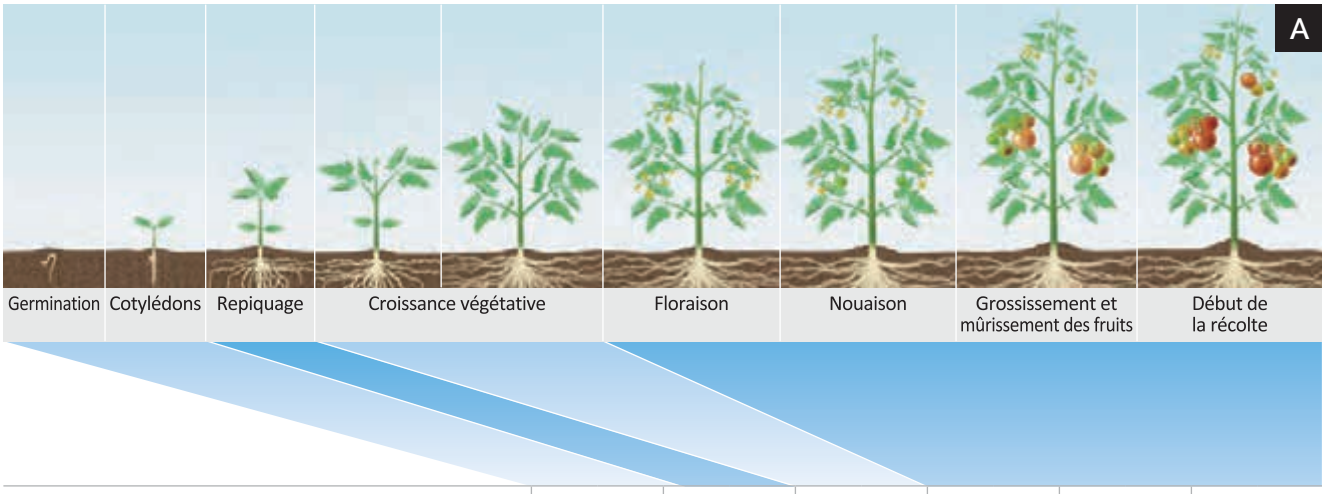
Nécrose interne ou maladie du cœur brun

Comme les symptômes se manifestent à l'intérieur de la plante, ils ne sont habituellement pas visibles de l'extérieur. De petites fentes se forment dans la tige et prennent de l'ampleur au fur et à mesure que le plant se développe. Ces cavités peuvent se décolorer, en particulier si la plante a aussi une carence en bore (Figure 7–220). Dans certains cas, il arrive que le plant se décompose. Ce trouble est souvent associé à des déséquilibres nutritifs (c.-à-d. carence en bore, taux élevé d'azote ou de potassium) ou à des fluctuations de la croissance découlant de stress (chaleur ou humidité). Voir le Tableau 1–8 et le Tableau 1–9, au chapitre 1.



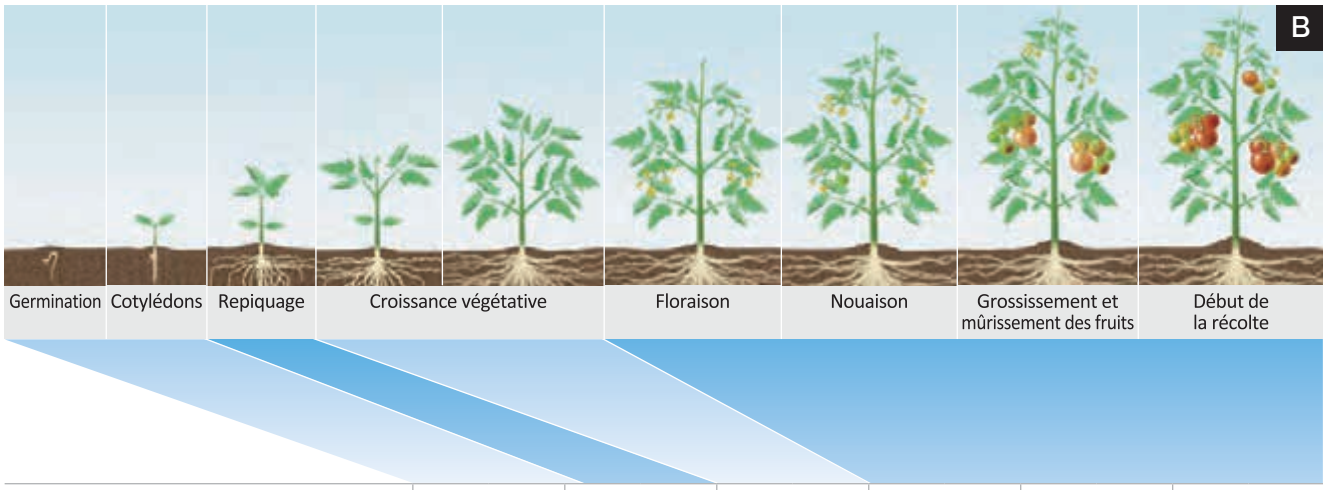
Figure 7–220. Coupe transversale d'un rutabaga avec des zones aqueuses typiques de la nécrose interne ou maladie du cœur brun

Tomates



	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.
LÉGENDE : Jamais observé — Souvent observé — Peu commun						
Maladies						
Anthracnose						
Brûlure alternarienne/alternariose**						
Chancre bactérien						
Flétrissement verticillien						
Fonte des semis/pourridié						
Maladie du blanc (oïdium)						
Mildiou						
Moisissure grise (*Botrytis*) * **						
Moisissure olive						
Moucheture bactérienne						
Pourridié phytophthoréen						
Pourriture à sclérotes**						
Pourriture bactérienne molle						
Pourriture du collet						
Pourriture du collet et des racines causée par *Phytophthora*						
Tache bactérienne						
Tache septorienne						
Virus*						

* Ravageur peu commun en Ontario, mais pouvant être problématique sur d'autres territoires.
** Peut aussi causer la pourriture du collet des plantules et des jeunes plants. Voir *Pourriture du collet*.



	Repiquage	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.

LÉGENDE : Jamais observé — Souvent observé — Peu commun

	Repiquage	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.
Insectes						
Altises						
Doryphore de la pomme de terre						
Fausse-arpenteuse du chou						
Noctuelle de la tomate						
Pentatomes						
Perce-tige tacheté						
Pucerons						
Punaise marbrée*						
Punaise terne						
Sphinx de la tomate et sphinx du tabac						
Tétranyque à deux points						
Thrips						
Ver fil-de-fer						
Ver-gris						
Troubles physiologiques						
Coulure						
Défauts de coloration						
Développement anormal des fruits						
Dommages causés par la pollution de l'air						
Flétrissure du noyer						
Nécrose apicale						

* Ravageur peu commun en Ontario, mais pouvant être problématique sur d'autres territoires.

Figure 7–221. Stades de développement de la tomate et calendrier d'activité des ravageurs. La période réelle d'activité des ravageurs varie considérablement d'une année à l'autre selon des facteurs environnementaux.

Croissance

En Ontario, les tomates sont cultivées en champ à partir de plants de repiquage produits en serre pendant 6 à 8 semaines environ. La germination des semences prend entre 8 et 10 jours après les semis; deux feuilles primordiales ovales et allongées poussent, les cotylédons. Les deux feuilles suivantes sont les premières feuilles vraies. Les jeunes plants de tomates de transformation, qui mesurent généralement entre 5 et 10 cm (2 à 4 po), ont habituellement quatre feuilles vraies ou plus lorsqu'ils sont plantés au champ. Les plants pour le marché du frais, qui sont un peu plus grands (entre 10 et 20 cm [4 à 8 po]), ont quant à eux six feuilles vraies ou plus.

Une fois repiqué, le plant de tomate poursuit la croissance de son système racinaire et sa croissance végétative (développement des feuilles). Le stade de la floraison commence dès que les premières fleurs sont visibles. Les fleurs sont principalement pollinisées par le vent, à la suite de quoi de petits fruits verts commencent à se former. C'est le stade de la nouaison. Suit le stade du grossissement. Encore verts, les fruits prennent du volume. Une fois qu'ils ont atteint leur taille maximale, on dit qu'ils sont à l'état vert-mûr. C'est à ce stade que les fruits deviennent sensibles à l'Ethrel, un agent de maturation utilisé par les producteurs de tomates de transformation. Une fois que l'apex du fruit prend une teinte orangée, c'est que le fruit a commencé à mûrir. Pour les tomates de transformation, la récolte commence une fois que la majorité des fruits sont mûrs et bien rouges. Pour celles destinées au marché du frais, la couleur et l'état de mûrissement à la récolte dépendront du marché de destination final, se situant entre l'état vert-mûr et le terme de la maturité (Figure 7–222). La récolte se fait une à deux fois par semaine jusqu'à la chute des températures et la fin de la période de production des plants.

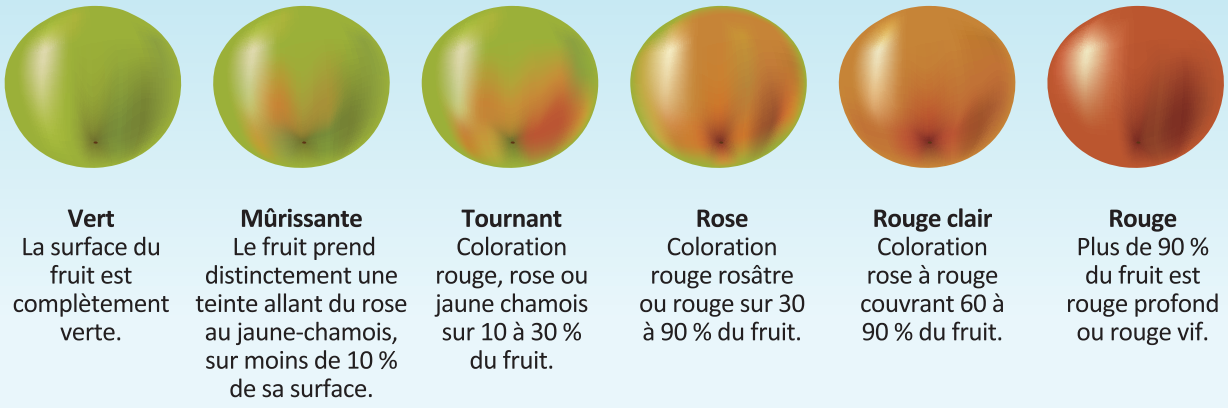


Figure 7–222. Stades de mûrissement de la tomate

Exigences de production

Types de sol :	Vaste gamme de sols minéraux; les sols doivent être bien drainés
pH du sol :	6,0 à 6,8
Cultures recommandées dans la rotation :	Brassicacées, céréales, haricots, maïs, pois, soya
Cultures déconseillées dans la rotation :	Aubergines, piments, poivrons, pommes de terre, tabac
Température minimale du sol :	10 °C (50 °F)
Température minimale de l'air :	10,5 °C (51 °F)
Date de semis la plus précoce :	Début à la fin mai

Repiquage et espacements

En Ontario, on cultive les tomates à partir de plants de repiquage. Il faut semer environ 85 g (3 oz) de semences pour obtenir 10 000 plants. Le Tableau 7–144 indique les distances à laisser entre les rangs et entre les plants pour les deux types de tomates (marché du frais et transformation). Les cultivars dont les fruits seront récoltés à la machine peuvent être plantés en rangs jumelés ou en rangs simples, sur des planches planes ou sur des planches surélevées. La culture en rangs simples et le tuteurage dans la production pour le marché du frais peuvent contribuer à réduire les maladies des feuilles et des fruits, puisque ces techniques améliorent la circulation de l'air.

Tableau 7–144. Espacement des plants de tomates

	Distance entre les rangs	Espacement sur le rang
Marché du frais		
Très buissonnant (croissance indéterminée)	1,5-1,8 m (5-6 pi)	50-70 cm (20-27 po)
Peu buissonnant (croissance déterminée et semi-déterminée)	0,9-1,5 m (3-5 pi)	30-60 cm (12-24 po)
Transformation (récolte mécanique)		
Rangs jumelés[1]	45 cm (18 po)	38-45 cm[2] (15-18 po)
Rangs simples	75 cm (30 po)	38-45 cm[2] (15-18 po)

[1] Distance entre les planches (de centre à centre) : 1,5-1,65 m (5-5 ½ pi).
[2] On peut réduire l'espacement sur le rang à 33-38 cm (13-15 po) dans le cas des tomates hâtives de transformation produites sur de petits plants.

Fertilisation

Macronutriments

Azote

Tomates destinées au marché du frais

Dans le cas des tomates destinées au marché du frais, qu'elles soient ou non soumises à la fertirrigation, épandre l'azote conformément aux recommandations présentées dans le Tableau 7–145. Éviter de l'épandre tardivement en bandes latérales, car la machinerie risque de sectionner des racines, ce qui favorisera le développement de la nécrose apicale.

Tableau 7–145. Recommandations pour la fertilisation azotée des tomates

Moment	Azote actif
TOMATES NON SOUMISES À LA FERTIRRIGATION	
Tomates destinées au marché du frais	
Présemis	35-50 kg/ha (31-44 lb/acre)
En bandes latérales (épandage réalisé après l'apparition des premiers fruits)	35-50 kg/ha (31-44 lb/acre)
Total	**70-100 kg/ha (62-88 lb/acre)**
Tomates de transformation – Hybrides	
Sable grossier et loam sableux < 2 % de matière organique	160-180 kg/ha (142-160 lb/acre)
Loams, loams limoneux et loams sableux > 2 % de matière organique	90-120 kg/ha (80-107 lb/acre)
Tomates de transformation – Pollinisation libre	
Sable grossier et loam sableux < 2 % de matière organique	100-120 kg/ha (89-07 lb/acre)
Loams, loams limoneux et loams sableux > 2 % de matière organique	70-90 kg/ha (62-80 lb/acre)
TOMATES CULTIVÉES AVEC FERTIRRIGATION Ne pas appliquer plus de 300 kg/ha (267 ½ lb/acre) d'azote durant la saison.	
Tomates destinées au marché du frais : tous les sols Tomates de transformation : tous les sols (sauf les sols à texture grossière renfermant moins de 3,2 % de matière organique)	
Présemis (en pleine surface)	35-50 kg/ha (31-44 lb/acre)
Du repiquage à la nouaison	2,5 kg/ha/semaine (2 lb/acre/semaine)
Du grossissement des fruits à la récolte	5 kg/ha/semaine (4 lb/acre/semaine)
Récolte	2,5 kg/ha/semaine (2 lb/acre/semaine)
Tomates de transformation : sols à texture grossière renfermant moins de 3,2 % de matière organique seulement	
Présemis (en pleine surface)	85-120 kg/ha (76-107 lb/acre)
Semaines 1-3 (du repiquage à la floraison)	Aucune fertirrigation
Semaine 4 (début de la nouaison)	20-25 kg/ha/semaine (18-22 lb/acre/semaine)
Semaines 5-7 (début du grossissement des fruits)	25-35 kg/ha/semaine (22–31 lb/acre/semaine)
Semaines 8-9	20-25 kg/ha/semaine (18-22 lb/acre/semaine)
Semaine 10	Continuer l'irrigation, sans fertirrigation
De la semaine 11 à la récolte	Aucune irrigation ni fertirrigation

Tomates de transformation

La quantité d'azote à apporter varie énormément, en fonction du cultivar, du type de sol, de la rotation culturale, de la teneur en matière organique du sol et des méthodes de gestion du sol. Si les tomates ne sont pas soumises à la fertirrigation, épandre l'azote en pleine surface, en présemis, aux doses recommandées dans le Tableau 7–145.

Dans le cas des tomates cultivées avec fertirrigation, épandre en pleine surface et incorporer au sol la dose d'azote recommandée en présemis. Épandre la quantité restante d'azote selon les recommandations du Tableau 7–145.

Tableau 7–146. Besoins en phosphore des tomates (à pâte, à conserves entières; marché du frais)

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en phosphore évaluée par extraction au bicarbonate de sodium (ppm)													
	0-3	**4-5**	**6-7**	**8-9**	**10-12**	**13-15**	**16-20**	**21-25**	**26-30**	**31-40**	**41-50**	**51-60**	**61-80**	**81 ou plus**
Quantité de phosphate (P_2O_5) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	230 (205) (EE)	230 (205) (EE)	220 (196) (EE)	220 (196) (EE)	210 (187) (EE)	190 (170) (EE)	170 (152) (EE)	140 (125) (EM)	110 (98) (EM)	80 (71) (EM)	50 (45) (EM)	30 (27) (EF)	0 (ETF)	0 (EN)

Tableau 7–147. Besoins en potassium des tomates

Pour la tomate, si la teneur du sol en magnésium (Mg) est inférieure à 100 ppm, diminuer les quantités de potasse recommandées, jusqu'à un minimum de 50 % à 50 ppm de Mg par litre de sol. Par exemple, un sol dont la teneur en Mg est de 75 ppm recevra seulement 75 % de la quantité de potasse habituellement recommandée. Pour un sol dont la teneur en Mg est de 50 ppm ou moins, appliquer 50 % de la recommandation totale.

LÉGENDE : EE = efficacité élevée EM = efficacité moyenne EF = efficacité faible ETF = efficacité très faible EN = efficacité nulle

	Teneur en potassium évaluée par extraction à l'acétate d'ammonium (ppm)											
	0-15	**16-30**	**31-45**	**46-60**	**61-80**	**81-100**	**101-120**	**121-150**	**151-180**	**181-210**	**211-250**	**251 ou plus**
À pâte												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	230 (205) (EE)	220 (196) (EE)	200 (178) (EE)	180 (161) (EE)	140 (125) (EE)	100 (89) (EE)	70 (62) (EM)	50 (45) (EM)	40 (36) (EM)	0 (EF)	0 (ETF)	0 (EN)
Marché du frais												
Quantité de potasse (K_2O) à appliquer en kg/ha (lb/acre)	660 (589) (EE)	640 (571) (EE)	600 (535) (EE)	560 (500) (EE)	480 (428) (EE)	400 (357) (EE)	340 (303) (EM)	300 (268) (EM)	280 (250) (EM)	140 (125) (EM)	70 (62) (EM)	0 (EF)

La dose d'azote applicable aux tomates de transformation cultivées avec fertirrigation dans des sols à texture grossière ayant des teneurs en matière organique de 2,5 à 3,2 % est très particulière à ces sols. Les études qui le montrent ont été menées près de Harrow, sur des loams sableux Granby et des sables loameux Granby. Aucune étude ne révèle d'avantages à utiliser des doses de fertirrigation plus élevées sur d'autres types de sols.

Les recommandations de fertirrigation sont valables pour tous les autres types de sols.

Après la récolte de cultures maraîchères, il est recommandé d'établir sans tarder une culture de couverture, afin de gérer l'azote résiduel présent dans le sol et la libération d'azote par les résidus de végétaux.

Phosphore et potassium

Les analyses de sol sont indispensables pour déterminer les besoins en phosphore et en potassium (voir le Tableau 7–146, le Tableau 7–147 et le Tableau 7–148).

Tableau 7–148. Recommandations pour la fertilisation potassique des tomates soumises à la fertirrigation

Les apports de potassium peuvent aussi se faire entièrement en présemis, conformément au Tableau 7–147.

Moment	K_2O actif
Présemis	35-50 kg/ha (31-45 lb/acre)
Du repiquage à la nouaison	2,5 kg/ha/semaine (2 lb/acre/semaine)
Du grossissement des fruits à la récolte	5 kg/ha/semaine (4 ½ lb/acre/semaine)
Récolte (marché du frais)	2,5 kg/ha/semaine (2 lb/acre/semaine)

Engrais de démarrage (toutes les sortes de tomates)

Mélanger un engrais de démarrage riche en phosphore dans l'eau de repiquage. Cet apport est particulièrement important quand le sol est froid. Il existe plusieurs sortes d'engrais de démarrage, notamment sous formes liquides (10-34-0 ou 6-24-6), solubles ou granulaires (10-30-20 ou 10-52-10). Appliquer l'engrais conformément aux recommandations du Tableau 7–149.

Tableau 7–149. Recommandations concernant la fertilisation de démarrage des plants de tomates

Température du sol	Concentration de l'engrais de démarrage[1]
Inférieure à 18 °C (64 °F)	Utiliser la pleine dose recommandée sur l'étiquette.
18-27 °C (64-81 °F)	Utiliser la moitié de la dose recommandée.
Supérieure à 27 °C (81 °F)	Aucun engrais de démarrage n'est ordinairement requis.

[1] Par temps sec ou dans des sols sableux renfermant moins de 2 % de matière organique, utiliser la moitié de la dose recommandée.

Oligo-éléments

Magnésium

Les plants de tomates peuvent souffrir de carence en magnésium. Les symptômes habituels sont le jaunissement du limbe des feuilles les plus matures, entre les nervures qui restent vert foncé. Des apports de potasse excessifs peuvent induire une carence en magnésium. Réduire les quantités d'engrais potassiques sur les terres qui affichent une teneur en magnésium inférieure à 100 ppm. Réduire la dose de potassium en proportion, mais sans descendre sous 50 % à 50 ppm de Mg. Voir *Oligo-éléments*, au chapitre 1, pour en savoir plus.

Analyse de tissus végétaux

Utilisée en association avec une analyse de sol, l'analyse de tissus végétaux apporte des indications utiles pour diagnostiquer des troubles de croissance ou évaluer un programme de fertilisation. L'analyse des tissus végétaux ne peut remplacer ni l'analyse de sol ni un bon programme de fertilité du sol. Pour plus d'information, voir le Tableau 7–150.

Tableau 7–150. Teneurs en éléments nutritifs des tomates

Les échantillons proviennent des dernières feuilles à s'être entièrement formée.

Moment de l'échantillonnage	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
	Pourcentage (%)						Parties par million (ppm)					
Stade 5 feuilles	3-5	0,3-0,6	3-5	1-2	0,3-0,5	0,3-0,8	40-100	30-100	25-40	20-40	5-15	0,2-0,6
Première fleur	2,8-4	0,2-0,4	2,5-4	1-2	0,3-0,5	0,3-0,8	40-100	30-100	25-40	20-40	5-15	0,2-0,6
Premiers fruits	2,5-4	0,2-0,4	2,5-4	1-2	0,25-0,5	0,3-0,6	40-100	30-100	20-40	20-40	5-10	0,2-0,6
Premier fruit mûr	2-3,5	0,2-0,4	2-4	1-2	0,25-0,5	0,3-0,6	40-100	30-100	20-40	20-40	5-10	0,2-0,6
Période des récoltes	2-3	0,2-0,4	1,5-2,5	1-2	0,25-0,5	0,3-0,6	40-100	30-100	20-40	20-40	5-10	0,2-0,6

Adaptation de HOCHMUTH G., et coll. *Plant Tissue Analysis and Interpretation for Vegetable Crops in Florida*, University of Florida, IFAS Extension, nº HS964, 2018.

Irrigation

Nota : Quiconque veut puiser plus de 50 000 l (13 209 gal) d'eau en une même journée, que ce soit d'une eau de surface ou d'une nappe souterraine, doit s'adresser au ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs de l'Ontario pour obtenir un permis de prélèvement d'eau.

La plupart des cultures maraîchères exigent des apports en eau réguliers tout au long de la saison de croissance. En Ontario, il tombe en moyenne 70 mm (2 ¾ po) de pluie par mois pendant la saison de végétation, ce qui ne couvre que 65 % de la quantité d'eau dont la plupart des cultures maraîchères ont besoin pour donner un rendement optimal. Les statistiques montrent que l'humidité du sol est souvent à son plus bas niveau en juillet et en août, les deux mois où les plantes ont le plus besoin d'eau.

Chez la tomate, les défauts couramment provoqués par un stress hydrique sont la nécrose apicale, les craquelures de croissance et la difformité des fruits.

Les périodes critiques d'irrigation pour cette plante sont la floraison, la nouaison et le grossissement. Il existe divers types de systèmes d'irrigation adaptés à la production maraîchère : asperseurs déplacés à la main, canons d'arrosage automoteurs, rampes mobiles à pivot central et rampes mobiles en ligne, et systèmes d'irrigation goutte à goutte. Quel que soit le type de système, il est important de programmer les irrigations de manière à éviter aux plantes le stress hydrique et de distribuer l'eau aux moments critiques. Des arrosages effectués au bon moment réduisent les risques de pertes d'éléments nutritifs et l'incidence des maladies attribuables à un excès d'eau. Les irrigations peuvent être programmées suivant l'une ou l'autre des deux méthodes fondamentales : le bilan hydrique ou la mesure de l'humidité du sol.

Pour plus d'information sur l'irrigation, consulter les ressources suivantes :

- *Pratiques de gestion optimales – La gestion de l'eau*
- *Pratiques de gestion optimales – Gestion de l'irrigation*
- Fiche technique du MAAARO – *Programme d'irrigation des tomates – Méthode du bilan hydrique*
- Fiche technique du MAAARO – *Surveiller l'humidité du sol pour améliorer les décisions d'irrigation*
- Fiche technique du MAAARO – *Comment assurer l'irrigation en cas de pénurie d'eau*

Fertirrigation

On appelle fertirrigation la méthode qui consiste à utiliser le réseau d'irrigation goutte à goutte pour apporter aux plantes à la fois eau et éléments nutritifs. Elle permet d'améliorer le rendement et la qualité de nombreuses cultures maraîchères.

Dissoudre une solution-mère d'engrais soluble dans un réservoir. Au moyen d'une valve, laisser entrer la solution dans le réseau d'irrigation, par aspiration ou par pression. Veiller à ce que la solution fertilisante s'introduise lentement dans l'eau d'irrigation. Une fois que tout l'engrais a été distribué, continuer à irriguer pour bien rincer les canalisations. Ne pas utiliser les gaines perforées pour appliquer du phosphore, car certaines formes de cet élément peuvent obstruer les goutteurs. Par ailleurs, les engrais phosphatés stimulent la croissance des algues dans les tuyaux-goutteurs, ce qui risque de les boucher.

L'adjonction d'engrais à l'eau du système de fertirrigation se fait d'ordinaire une fois par semaine. Elle peut cependant être plus ou moins fréquente en fonction des caractéristiques techniques du système, du type de sol et des contraintes de temps. Il est important que le cycle d'irrigation se poursuive un certain temps après chaque injection d'engrais pour que le système soit rincé à fond, mais attention à ne pas trop arroser après la fertirrigation, car un surplus d'eau risque de lessiver l'engrais sous la zone racinaire.

Récolte

Signes que la culture est prête pour la récolte

Les tomates atteignent leur maturité entre 60 et 90 jours après le repiquage.

Les tomates sont des fruits climactériques. Une fois arrivées à maturité, elles produisent de l'éthylène, ce qui leur permet de continuer à mûrir même après la cueillette. Pour déterminer si une tomate a atteint le stade vert-mûr, entailler le fruit avec un couteau bien affûté. Si le fruit est mature, le contenu des lobes est gélifié et protège les graines de la lame. À l'inverse, dans un fruit immature, comme le gel ne s'est pas encore formé, la lame coupera les graines. L'état de mûrissement au moment de la récolte dépendra des besoins du marché. Les rendements moyens des tomates de transformation et de celles destinées au marché du frais figurent au Tableau 7–151.

Tableau 7–151. Rendements moyens des tomates des champs (Ontario)

Culture	Rendement	Contenant standard
Tomates (cerises)	5,5-8 tonnes métriques/ha (2 ½-3 ½ tonnes américaines/acre) 8 600-9 800 pintes/ha (3 500-4 000 pintes/acre)	Pinte
Tomates (marché du frais)	22-31 tonnes métriques/ha (10-14 tonnes américaines/acre) 2 800 boîtes/ha (1 100 boîtes/acre)	Boîtes de 20 lb
Tomates (de transformation)	89-112 tonnes métriques/ha (40-50 tonnes américaines/acre)	s. o.

Durée de la récolte

La récolte des tomates commence habituellement vers le début du mois d'août et se poursuit jusqu'à la fin septembre ou jusqu'au premier gel, selon la date de la plantation, la saison, le marché et le cultivar. Les cultivateurs qui utilisent des techniques d'allongement de la saison peuvent prolonger la récolte au-delà de ces dates. La récolte pour le marché du frais se fait en plusieurs cueillettes, tandis que les tomates de transformation sont cueillies à la machine, en une seule fois.

Après la récolte des tomates, il est conseillé de semer une plante couvre-sol pour protéger le sol et réduire l'érosion. De surcroît, la plante couvre-sol assimilera et fixera l'engrais azoté résiduel, ce qui en réduira le lessivage.

Après la récolte

Certaines lignes d'emballage utilisent des trémies humides lors du déchargement des bennes de tomates en provenance des champs. Lorsque les tomates sont immergées dans l'eau, il est essentiel d'y mélanger un assainisseur homologué à la bonne concentration. Pour certains assainisseurs, comme le chlore, il faut maintenir le pH de l'eau dans une certaine fourchette. Par ailleurs, l'eau doit être environ 5 °C (41 °F) au-dessus de la température interne des fruits pour éviter toute infiltration d'eau – et de microorganismes – par la cicatrice pédonculaire. Pour la même raison, il ne faut jamais immerger les tomates pendant plus de deux minutes ou les plonger trop profondément. Il faut aussi éviter l'accumulation de fruits sur plus d'une couche dans les cuves ou les canaux. Comme de la terre, des débris et des microorganismes s'accumulent dans l'eau, il est nécessaire de drainer et de nettoyer régulièrement les cuves, et de les remplir d'eau potable. Les matières organiques dans l'eau peuvent aussi affecter l'efficacité de l'assainisseur. Après avoir utilisé un agent assainissant, rincer l'équipement pour prévenir la corrosion ou les réactions de produits chimiques incompatibles (ex. : le chlore et l'ammonium quaternaire).

Il faut vérifier le niveau d'efficacité de l'assainisseur tout au long de la journée. Dans le cas du chlore, maintenir l'eau de la cuve entre 150 et 200 ppm de chlore libre et à un pH entre 6,5 et 7,5. Une surveillance continue est nécessaire. Suivre les instructions sur l'étiquette de chaque agent assainissant pour garantir son efficacité.

Entreposage

Un refroidissement rapide et efficace est le moyen le plus sûr de maintenir la qualité et la durée de conservation des tomates fraîches. Il est essentiel que seuls les produits de bonne qualité soient placés en entrepôts frigorifiques. Pour les tomates, les méthodes les plus courantes sont le refroidissement en chambre froide et par air pulsé.

Refroidissement en chambre froide

Les contenants de produits sont placés dans une chambre réfrigérée où l'air froid qui circule sur les serpentins de l'évaporateur fait lentement descendre leur température. Il est très long d'abaisser la température des fruits et légumes frais à une température d'entreposage convenable. L'air froid ne pénètre pas toujours profondément à l'intérieur des contenants. Les produits hautement périssables sont donc exposés à des pertes importantes de qualité et leur durée de conservation s'en trouve raccourcie.

Refroidissement par air pulsé

Les produits sont placés dans une chambre réfrigérée, et l'air froid est aspiré à travers les contenants à l'aide de ventilateurs de forte puissance. Un système bien conçu permet un contact adéquat entre les produits et l'air froid. Le refroidissement ne se fait pas aussi rapidement par air pulsé que par eau glacée. Toutefois, ce procédé convient à une plus grande diversité de fruits et légumes frais et il s'adapte bien aux petites exploitations. Le refroidissement par air pulsé doit se faire rapidement afin que les fruits et légumes frais ne se déshydratent pas trop.

Les tomates à l'état vert-mûr destinées au marché du frais peuvent être conservées à 13 °C (55 °F) pendant une à trois semaines, mais le mûrissement exige une température entre 18 et 21 °C (64 et 70 °F). Les tomates fermes et mûres doivent être entreposées entre 8 et 10 °C (46 et 50 °F) pour un maximum de quatre à sept jours. Maintenir une humidité relative de 90 à 95 % dans l'entrepôt.

Lutte contre les ravageurs et les troubles physiologiques

Voir la Figure 7–221 *Stades de développement de la tomate et calendrier d'activité des ravageurs*.

Maladies

Anthracnose

Colletotrichum coccodes, *C. gloeosporioides*, *C. dematium*

Identification : Les lésions sur les feuilles de tomates passent inaperçues. Sur les fruits, elles prennent la forme de petites taches circulaires, creuses et gorgées d'eau. Ces lésions grossissent progressivement en formant des anneaux concentriques, pour atteindre 20 mm (¾ po) de diamètre. Elles noircissent, et leur centre se couvre de petites structures fongiques noires. Dans des conditions humides, des spores pleines de mucus rosé peuvent apparaître à la surface des lésions.

Biologie : Les espèces de *Colletotrichum* hivernent dans les résidus de plants infectés. Elles peuvent aussi survivre dans le sol pendant une courte période. De nombreuses mauvaises herbes communes et certaines cultures hôtes ne présentent aucun symptôme. L'anthracnose est également véhiculée par les semences. Une fois les lésions installées sur les feuilles ou les fruits, elles agissent comme inoculum et répandent l'infection.

Les infections peuvent se déclencher n'importe quand, lorsque la température est comprise entre 10 et 30 °C (50 et 86 °F). Les foyers s'étendent rapidement durant les périodes prolongées d'humectation des feuilles. Chez la tomate, bien que les symptômes ne se manifestent que sur les fruits mûrs, l'infection peut débuter sur les fruits verts.

Moyens de lutte : Pratiquer une rotation d'au moins trois ans sans culture de la famille des solanacées. Contrôler les mauvaises herbes qui peuvent être les hôtes du champignon de l'anthracnose. Utiliser des semences traitées ou exemptes de maladies.

Il faut appliquer les fongicides avant le déclenchement d'infections – donc bien avant l'apparition des premiers symptômes. Lorsque c'est possible, utiliser le service TOMcast pour planifier les traitements fongicides (voir *Modèles de prédiction des maladies*, au chapitre 4). Une pulvérisation au bon moment est efficace pour réduire l'importance des pertes que cette maladie peut engendrer. Si le service n'est pas disponible, commencer le programme de pulvérisations préventives quand les premières tomates ont à peu près la grosseur d'une noix de Grenoble.

Le seuil de tolérance est très bas en ce qui concerne les tomates de transformation (elles doivent rester sur le pied jusqu'à maturité), car l'anthracnose altère leur saveur.

Brûlure alternarienne (alternariose, moisissure noire)

Alternaria solani, *Alternaria tomatophila*

Identification : Les premiers signes d'infection apparaissent souvent sur les feuilles les plus matures, qui restent humides à l'intérieur du couvert végétal. Les lésions, souvent petites au départ, peuvent être confondues avec celles de la tache bactérienne ou de la moucheture bactérienne. Les premiers symptômes sont de petites taches foliaires foncées de 8 à 13 mm (¼ à ½ po) de largeur. Les lésions en anneaux concentriques foncés (en forme de cible) sont circulaires ou anguleuses et grossissent avec le temps. Elles sont habituellement délimitées par les grosses nervures et sont cernées par un halo étroit jaune-vert (Figure 7–223).

En cas d'infection grave, le feuillage sera entièrement recouvert de lésions et se desséchera. Ces dernières peuvent aussi toucher les tiges et les boutons floraux (l'une des causes de la chute des boutons de tomates).



Figure 7–223. Feuille de tomates présentant les anneaux concentriques caractéristiques de la brûlure alternarienne

Chez la tomate, l'infection des fruits est peu courante; elle prend la forme de taches noirâtres ou à l'apparence du cuir, semblables aux lésions de la nécrose apicale, mais à l'extrémité pédonculaire. Les symptômes sur les fruits apparaissent le plus souvent vers la fin de la saison, particulièrement lorsque de longues périodes d'humidité se produisent pendant la récolte. Les fruits trop mûrs peuvent développer de la moisissure noire causée par une autre espèce, *Alternaria alternata*. Les symptômes peuvent aller de petites taches foncées à de grandes grandes taches déprimées. Par temps chaud et humide, les lésions s'emplissent de moisissures molles, duveteuses et noires, d'où le nom de la maladie.

Biologie : Les structures fongiques hivernent dans le champ sur des résidus de récolte, des semences infectées et des mauvaises herbes hôtes, comme la morelle poilue.

L'infection se déclenche à des températures chaudes (20 à 30 °C [68 à 86 °F]) et pendant les périodes d'humidité prolongée des feuilles, provoquées par un temps pluvieux ou de fortes rosées. Les spores sont principalement disséminées par le vent et les éclaboussures. Pour ces raisons, la maladie progresse rapidement pendant les périodes d'alternance entre temps humide et temps sec.

Moyens de lutte : La lutte contre la brûlure alternarienne requiert un programme intégré de pratiques culturales et chimiques pour minimiser les sources d'inoculum et de stress.

Réduire l'inoculum de la brûlure alternarienne en pratiquant une rotation culturale de trois ou quatre ans. Dans toute la mesure du possible, utiliser des plants vigoureux et exempts de maladies. La tolérance à la brûlure alternarienne varie selon les cultivars de tomates. L'irrigation par aspersion peut favoriser les maladies cryptogamiques du feuillage, puisque les feuilles resteront humides longtemps.

Dans certaines des régions où les tomates sont cultivées en plein champ, les producteurs peuvent s'aider du service TOMcast pour déterminer le moment optimal des fongicides à pulvériser contre la brûlure alternarienne, la tache septorienne et l'anthracnose. Voir *Modèles de prédiction des maladies*, au chapitre 4. Si le service n'est pas disponible, commencer le programme de pulvérisations préventives quand les premières tomates ont à peu près la grosseur d'une noix de Grenoble.

Dans le cas des tomates de transformation, une bonne planification des récoltes permettant d'éviter de conserver des fruits trop mûrs dans les champs aidera à réduire les problèmes de moisissure noire sur les fruits. Une forte incidence de la nécrose apicale favorise la prolifération des moisissures.

Chancre bactérien
Clavibacter michiganensis ssp. *michiganensis*

Identification : Bien que peu courantes en Ontario, les infections hâtives (systémiques) provoquées par des semences ou des plantules contaminées sont les plus ravageuses. Elles entraînent le flétrissement du plant, souvent d'un seul côté. Les tiges peuvent se couvrir de stries ou de chancres ouverts et, juste au-dessus du niveau du sol, leurs tissus vasculaires peuvent révéler une légère coloration brun rougeâtre.

Les infections secondaires (qui ne touchent pas le réseau vasculaire) sont plus courantes et moins graves. Elles apparaissent plus tard dans la saison. Le bord des feuilles devient brun ou noir, délimité par une auréole étroite, jaune. Le bord des folioles s'incurve habituellement vers le haut. Les fruits infectés peuvent présenter des taches ocellées, en « œil d'oiseau ». Ces petites lésions, au centre brun pâle, sont d'ordinaire entourées d'une auréole blanche d'aspect huileux (Figure 7–224).



Figure 7–224. Lésions provoquées par une infection secondaire au chancre bactérien

Biologie : Les semences infectées sont sans doute la plus grande source d'infections systémiques. Mais celles-ci peuvent aussi être causées par la taille ou les coupes pendant le repiquage, qui permettent à la bactérie de s'introduire directement dans le système vasculaire de la plante.

Le chancre bactérien entre dans la plante par ses ouvertures naturelles et ses blessures, notamment dans le système racinaire. Peuvent aussi être la cause d'infection des résidus de récolte, des mauvaises herbes et des plants de tomates spontanés infectés et de l'équipement contaminé. L'agent pathogène se propage par les éclaboussures, notamment pendant les orages. Dans les champs, la transmission par la machinerie ou les travailleurs n'est sans doute pas aussi importante que dans les serres de production de plants à repiquer, où la densité de peuplement est élevée et où les conditions sont optimales pour la prolifération des bactéries.

Les infections peuvent se déclencher dès la levée et jusqu'à la récolte. Le temps chaud et humide, avec des températures comprises entre 24 et 32 °C (75 et 89 °F), favorise la propagation de la maladie.

Moyens de lutte : Utiliser des semences désinfectées ou exemptes de maladies et des plants exempts de maladies. Les fongicides cupriques à pulvériser peuvent ralentir l'infection; commencer l'application à l'étape de la production des plants de repiquage. L'expérience a montré qu'en retardant l'éclosion de la maladie bactérienne jusqu'après la nouaison, il est possible de minimiser les dommages aux cultures.

Flétrissement verticillien
Verticillium albo-atrum, V. dahliae

Identification : Chez la tomate, le premier symptôme du flétrissement verticillien est le jaunissement des feuilles, souvent suivi d'un flétrissement (particulièrement pendant les heures chaudes de la journée, et se résorbant la nuit). Des lésions foliaires jaunes, souvent en forme de V, se développent entre les nervures et le rebord de la feuille, d'abord sur les feuilles inférieures (Figure 7–225).



Figure 7–225. Feuille de tomates présentant une lésion caractéristique en forme de V causée par le flétrissement verticillien

Les tissus dans les lésions peuvent se nécroser et sont habituellement auréolés d'une zone jaune irrégulière.

Il arrive souvent que les feuilles environnantes jaunissent sans toutefois brunir au début. C'est ce qui permet de distinguer le flétrissement verticillien de la brûlure alternarienne. Ces symptômes ne touchent souvent qu'un côté de la plante ou une face des feuilles. Lorsque coupée sur le sens de la longueur, la tige principale révèle un tissu vasculaire brun, particulièrement au niveau du sol.

Biologie : L'inoculum fongique survit dans le sol et sur des résidus de plantes hôtes. Sont hôtes beaucoup de cultures, notamment les pommes de terre, les piments et poivrons, les aubergines, les fraises, les framboises, les betteraves, les cucurbitacées, certaines crucifères et la luzerne. Certaines espèces de mauvaises herbes peuvent aussi servir d'hôtes, comme l'herbe à poux, les chénopodes, l'amarante, l'abutilon et les mauvaises herbes de la famille des solanacées.

Les symptômes s'intensifient souvent après la nouaison ou durant les périodes sèches. La présence de nématodes phytoparasites peut aggraver les conséquences de la maladie.

Moyens de lutte : Suivre une rotation culturale de quatre à six ans. Ne pas cultiver dans la rotation avec d'autres espèces hôtes. À titre d'exemple, les céréales et les graminées n'en font pas partie. Supprimer les mauvaises herbes hôtes de la famille des solanacées dans les champs.

Il existe des cultivars de tomates tolérants au flétrissement verticillien. Prélever des échantillons de sol aux fins d'analyse pour vérifier la présence de *Verticillium* et de nématodes. S'ils sont présents en grande quantité, une fumigation du sol peut être nécessaire. Les meilleurs moments pour prélever des échantillons sont les mois de mai, de juin, de septembre et d'octobre. Prélever les échantillons au même moment chaque année et les faire analyser par le même laboratoire, afin de pouvoir comparer les résultats d'année en année. Les populations seront plus faibles au printemps qu'à l'automne. Les seuils sont établis en fonction des échantillons du printemps.

Fonte des semis et pourridié

Voir chapitre 6.

Maladie du blanc (oïdium)

Leveillula taurica, Oidium neolycopersici

La maladie du blanc, ou oïdium, s'observe habituellement sur la face supérieure des feuilles de tomates. Les symptômes se manifestent généralement en premier sur les feuilles les plus matures dans la partie inférieure du plan. Voir le chapitre 6 pour en savoir plus.

Mildiou

Phytophthora infestans

Le mildiou est l'une des maladies les plus dévastatrices de la tomate. S'il n'est pas maîtrisé, et si les conditions météorologiques favorisent son développement, le mildiou peut détruire un champ en sept jours.

Identification : Les premiers symptômes foliaires sont des taches aqueuses vert pâle ou brunes s'étendant rapidement, devenant brune ou noir violacé et prenant une apparence huileuse. Un halo jaune pâle ou vert peut encercler les lésions. Dans des conditions d'humidité élevée, un duvet fongique gris ou blanc peut se développer au revers des feuilles infectées (Figure 7–226).



Figure 7–226. Feuilles de tomates présentant des lésions huileuses gris-brun caractéristiques du mildiou

Des taches gris-brun peuvent apparaître sur les pétioles des feuilles et sur les tiges. Les lésions aux tiges peuvent rapidement les ceinturer et les tuer. Dans des conditions favorables, l'agent pathogène peut détruire le feuillage si rapidement qu'il donne l'impression que la plante a été brûlée par le gel. Sur les fruits les lésions prennent la forme de taches vert grisâtre ou brun, fermes, rugueuses et irrégulières, qui s'étendent rapidement. La texture des taches est comparable à celle d'une pelure d'orange (Figure 7–227).



Figure 7–227. Tomates présentant des lésions gris-brun bosselées causées par le mildiou

Biologie : Le mildiou est causé par l'oomycète *Phytophthora infestans*. Les spores sont produites entre 10 et 27 °C (50 et 81 °F), et plus activement entre 18 et 21 °C (64 et 70 °F) avec une humidité relative de 90 %. Pour qu'elles germent et pénètrent les tissus végétaux, il faut que le feuillage reste humide pendant au moins huit heures. Une fois la plante infectée, les symptômes du mildiou se développent en trois à cinq jours.

Le mildiou survit seulement sur des tissus vivants (ex. : tas de rebuts de récolte). L'agent pathogène produit des spores dans les lésions des plantes infectées en tout temps pendant la saison de végétation. Les spores sont ensuite dispersées par la pluie sur les plantes saines avoisinantes ou par le vent dans d'autres zones du champ. Elles peuvent ainsi franchir de grandes distances.

Il existe deux types sexuels du champignon du mildiou, les types A1 et A2. Si les deux types s'établissent dans une même zone, ils peuvent se reproduire, donnant naissance à des spores à paroi épaisse (oospores) capables d'hiverner dans le sol sans hôte vivant. En Ontario, aucune oospore n'a été décelée. Il existe de nombreuses souches de mildiou, et de nouvelles continuent d'émerger. Les différentes souches de *P. infestans* répondent différemment aux divers traitements fongicides, et leur virulence varie chez la tomate. Voir le Tableau 7–152.

Tableau 7–152. Souches et hôtes du mildiou

Souche	Type sexuel	Température de croissance optimale	Hôtes
US-8	A2	18-24 °C (64-75 °F)	Plus virulente chez la pomme de terre.
US-22	A2	24 °C (75 °F)	Peut infecter la tomate et la pomme de terre; n'a pu infecter le feuillage de certains cultivars de tomatillo, d'aubergines, de piments et poivrons et de cerises de terre; a pu infecter le feuillage des morelles poilue, noire et douce-amère (sporulation limitée).
US-23	A1	18 °C (64 °F)	Virulent chez la tomate et la pomme de terre (souche la plus courante ces dernières années en Ontario).
US-24	A1	20 °C (68 °F)	Plus virulente chez la pomme de terre.

Dépistage : Cette maladie nécessite une approche de tolérance zéro puisqu'elle se dissémine facilement par le vent et peut rapidement détruire des cultures entières. Commencer le dépistage du mildiou vers la mi ou la fin juin. Inspecter de près les champs, au moins deux fois par semaine, pour détecter le mildiou aux premiers stades. Porter une attention spéciale aux dépressions et aux autres zones soumises à une humidité élevée pendant de longues périodes. Vérifier la présence de mildiou dans le bas des plants, où le feuillage demeure humecté plus longtemps et où la maladie est la plus susceptible de se déclarer. Les meilleurs moments pour détecter les symptômes de mildiou sont les matins brumeux avec une forte rosée.

Moyens de lutte : Certains fongicides préventifs à pulvériser contre la brûlure alternarienne, la tache septorienne et l'anthracnose protègent aussi les tomates contre le mildiou. Au besoin, pulvériser un fongicide à intervalles de cinq à sept jours, en utilisant des produits qui sont spécifiquement recommandés pour lutter contre le mildiou chez la tomate. Pour savoir où a été détecté le mildiou de la tomate en Ontario et dans les régions avoisinantes, visiter le site ONvegetables.com.

Retirer immédiatement tout tissu végétal infecté repéré dans un champ. Lorsque c'est possible, attendre que les feuilles soient sèches afin de disperser un minimum de spores. Éliminer les plantes infectées en les mettant dans des sacs de poubelle en plastique, en les détruisant par travail du sol, en les enterrant ou en les regroupant sous une bâche (la chaleur s'accumulera par effet de serre, tuant plantes et agents pathogènes).

Rincer tout l'équipement agricole après avoir quitté un champ infecté. Les pièces d'équipement transportant des tissus végétaux contaminés peuvent contribuer à disséminer l'agent pathogène dans des champs sains. Continuer le dépistage intensif et retirer tous les plants présentant des symptômes.

Les mauvaises herbes de la famille des solanacées, comme les morelles poilue, noire et douce-amère, sont aussi des hôtes du mildiou. On a rapporté des infections légères chez l'aubergine, le piment et le poivron et le pétunia hybride ornemental.

Il est important de surveiller les souches détectées en Ontario. Rapporter tous les cas de mildiou au ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales (MAAARO) afin qu'il puisse recueillir des échantillons et suivre la progression de la maladie dans la province.

Moisissure grise (*Botrytis*)
Botrytis cinerea

Identification : Le principal symptôme de la moisissure grise est l'apparition de taches spectrales sur le fruit. Ces taches sont auréolées d'un halo ou d'un anneau pâle, avec un petit point brun-noir en leur centre. Il arrive que le fruit pourrisse. Une couche de spores duveteuses et grises peut parfois recouvrir les feuilles, les tiges, les fleurs fanées ou les fruits nécrosés. L'infection apparaît d'abord sur les feuilles qui touchent au sol, ou sur les feuilles ou les fleurs abîmées. L'infection peut ceinturer entièrement les tiges atteintes.

Ce pathogène touche aussi les plants de repiquage (voir *Fonte des semis*, au chapitre 6).

Biologie : Possédant un large éventail d'hôtes, l'agent pathogène responsable de la moisissure grise se dissémine par le vent et croît aussi dans la matière organique du sol. Pour infecter des tissus vivants, il doit pénétrer dans la plante par une blessure ou des tissus nécrosés. De plus, les tissus tendres, comme les boutons floraux, sont plus vulnérables.

Sont favorables au développement de la moisissure grise les périodes prolongées d'humidité élevée et de temps frais (18 à 24 °C [64 à 75 °F]).

Moyens de lutte : Pour la plupart des cultures maraîchères, la moisissure grise est sporadique; il est donc rarement nécessaire de les traiter. Certains fongicides homologués sont efficaces, mais il est important de bien asperger les feuilles inférieures (les premières touchées), ce qui peut être difficile à faire.

Moisissure olive
Passalora fulva

Identification : La moisissure olive affecte rarement la tomate cultivée en champ, mais est courante lorsqu'elle est cultivée sous tunnels. Touchant d'abord les feuilles les plus matures, des taches vert pâle ou jaunes apparaissent sur la face supérieure. Au revers, une moisissure vert olive ou grise se développe. Ces symptômes finissent par recouvrir presque toute la feuille, qui se fane, s'enroule et tombe. L'agent pathogène s'attaque aussi aux tiges, aux fleurs et aux fruits.

Biologie : Les structures fongiques de ce pathogène peuvent survivre au moins un an sans hôte vivant. Le champignon persiste sur les résidus de récolte et dans les semences infectées.

Moyens de lutte : Une humidité élevée et de longues périodes d'humectation des feuilles favorisent le développement de la maladie, et ce, sous une vaste fourchette de température. Maintenir une bonne circulation dans les tunnels. Éliminer tous les résidus de récolte après la récolte.

Moucheture bactérienne
Pseudomonas syringae pv. tomato

Identification : Sur les feuilles, de petites taches brun foncé ou noires apparaissent; elles font moins de 2 mm (⅛ po) de diamètre et sont parfois cernées d'un halo jaune. Les lésions apparaissent habituellement à la pointe des feuilles, là où s'accumule l'humidité (Figure 7–228).



Figure 7–228. Feuilles de tomate présentant des lésions causées par la moucheture bactérienne

Les lésions peuvent mener à la déformation des feuilles. Les plantules gravement atteintes peuvent se rabougrir.

Seuls les fruits verts de moins de 3 cm (1 ⅛ po) de diamètre sont vulnérables à la moucheture bactérienne. De petites taches (< 1 à 3 mm [< ⅛ po]) noires et légèrement surélevées se développent. Elles sont d'ordinaire superficielles et se détachent avec l'ongle. Les tiges et les boutons floraux peuvent aussi être atteints et se couvrir de lésions. Les infections graves peuvent entraîner une défoliation.

Biologie : Les sources majeures d'infection sont les semences et les résidus de récoltes contaminés. Les bactéries pénètrent à l'intérieur des plants par les ouvertures naturelles ou les blessures causées par les insectes, la terre projetée par le vent, la manutention, la taille, le vent, les pulvérisateurs à haute pression et les sarcloirs.

La transmission se fait principalement par éclaboussures d'eau, surtout pendant les orages. Dans les champs, la transmission par la machinerie ou les travailleurs n'est pas aussi importante que dans les serres de production de plants à repiquer, sauf en cas de blessure des plants.

L'agent pathogène responsable de la moucheture bactérienne aime les températures entre 18 et 24 °C (64 et 75 °F). Les pluies abondantes et une humidité élevée favorisent les infections. L'activité de cette bactérie est fortement réduite lorsque la température moyenne quotidienne dépasse 21 °C (70 °F).

Moyens de lutte : Toutes les semences de tomates doivent être désinfectées par le fournisseur à l'aide d'un traitement à l'acide ou au chlore. Ne pas utiliser de plants malades. En Ontario, les populations de bactéries responsables de la moucheture se sont montrées résistantes au cuivre.

Les lésions sur les fruits, qui ont des répercussions majeures sur le rendement commercialisable, ne se produisent que sur les jeunes tomates encore vertes; les traitements appliqués avant la nouaison sont donc les plus efficaces.

Nettoyer et désinfecter la machinerie après avoir travaillé dans un champ infecté. Si possible, programmer les irrigations par aspersion le matin pour que le feuillage ait tout le temps de sécher avant la tombée de la nuit ou, mieux, installer un système d'irrigation goutte à goutte. Éviter de travailler dans la culture lorsque le feuillage est mouillé.

Nématodes

Voir chapitre 6.

Pourridié phytophthoréen (brûlure phytophthoréenne)

Phytophthora spp. (sauf *P. infestans*)

Identification : Le pourridié phytophthoréen se déclenche principalement sur les fruits verts immatures qui entrent en contact avec le sol. Des anneaux concentriques gris à brun foncé apparaissent, mais la surface du fruit reste lisse. Des conditions humides peuvent aussi déclencher une sporulation sur les fruits (Figure 7–229).



Figure 7–229. Tomate présentant des cercles concentriques gris-brun caractéristiques du pourridié phytophthoréen

Les feuilles et les tiges sont plus rarement affectées que les fruits. Les taches foliaires n'ont pas de caractéristiques particulières, sinon qu'elles sont brun foncé et s'accompagnent souvent de lésions sur les fruits. Voir *Pourriture du collet et des racines causée par* Phytophthora, aussi dans *Tomates*.

Biologie : *Phytophthora* survit entre les cultures dans la terre sous forme d'oospore à paroi épaisse ou sur des résidus de récolte sous forme de mycélium. Les oospores peuvent survivre dans le sol de 5 à 10 ans. Dans des systèmes de production intensifs de solanacées et de cucurbitacées, où les périodes de rotation des cultures sont courtes, les niveaux d'inoculum s'accumulent, ce qui peut à terme provoquer un problème de production grave.

Les spores se disséminent sur de longues distances dans l'air et par éclaboussures. Dans un milieu saturé d'eau, l'agent pathogène relâche des zoospores. Ces dernières sont mobiles et peuvent se déplacer sur la surface de la plante et dans les flaques au sol. Elles sont aussi attirées par les exsudats racinaires des cultures hôtes. L'eau d'irrigation peut aussi être une source de zoospores.

Moyens de lutte : *Phytophthora capsici* est de plus en plus courant dans certaines régions de l'Ontario. Une fois établi dans un champ, il est extrêmement difficile à éliminer. C'est donc sur la prévention qu'il faut miser.

Pratiquer une rotation des cultures incluant au moins trois ans de cultures non hôtes. Ne pas planter de tomates, de piments et poivrons ou de cucurbitacées dans des champs ayant déjà été infectés par *P. capsici*, qui peut par ailleurs aussi

infecter certaines espèces de haricots. Choisir des champs bien drainés. Lorsque c'est impossible, utiliser des voies d'eau engazonnées pour dévier les eaux de surface des cultures.

Limiter le compactage du sol et éviter l'irrigation excessive surtout si celle-ci se fait par aspersion. Nettoyer et désinfecter systématiquement l'équipement agricole lors du passage entre champs infectés et non infectés pour prévenir la contamination des sols. L'eau d'irrigation peut aussi être une source d'infection, particulièrement l'eau de surface; il est d'ailleurs recommandé de l'analyser.

La culture sur planches surélevées et l'emploi de paillis plastique réduisent considérablement les infections à *P. capsici*. Les planches surélevées doivent avoir la forme de dômes pour prévenir l'accumulation d'eau à la base des plants. S'assurer que le semoir ne creuse pas de fossé au pied des plants.

Pourriture à sclérotes
Sclerotinia sclerotiorum

Identification : Chez la tomate, le premier symptôme de la pourriture à sclérotes est la liquéfaction ou la « fonte » du feuillage, suivie du blanchissement des tiges. Lorsque coupée sur le sens de la longueur, la tige a en son cœur des moisissures blanches et des sclérotes durs et noirs. Au stade avancé de la maladie, des moisissures blanches et duveteuses se forment autour de la tige.

Biologie : *S. sclerotiorum* survit à l'hiver dans le sol sous forme de petits sclérotes noirs. Le développement de la pourriture sclérotique est favorisé par des températures comprises entre 20 et 25 °C (68 et 77 °F) et une humectation continue des feuilles (humidité de l'air élevée et rosées abondantes). Les sclérotes du champignon (*Sclerotinia*) peuvent persister plusieurs années dans le sol.

Moyens de lutte : Pratiquer une rotation de trois ou quatre ans sans cultures hôtes (solanacées, brassicacées, cucurbitacées, haricots comestibles, soya, carotte et laitue). Éviter d'appliquer des doses élevées d'azote, car en trop grande quantité, l'excès de cet élément favorise un développement exagéré du feuillage, ce qui réduit la circulation de l'air au sein des plants et crée des conditions favorables pour le champignon.

Pourriture bactérienne molle
Pectobacterium carotovorum ssp. *carotovorum* (auparavant *Erwinia carotovora*)

Identification : Des taches aqueuses creuses se forment autour des régions touchées de la tomate. Les lésions gorgées d'eau grossissent rapidement. Un bouillon bactérien peut se développer, rendant le plant vulnérable à l'invasion d'organismes secondaires. Le fruit peut entièrement se dégrader en une masse aqueuse et visqueuse maintenue par la fine peau externe.

Biologie : La pourriture bactérienne molle entraîne de grandes pertes au champ, et durant le transport et l'entreposage. Les lésions causées par les insectes, la machinerie ou la grêle peuvent rendre les plants plus vulnérables. La pourriture molle se répand rapidement quand il fait chaud et humide, la propagation se faisant par contact direct et par la manipulation, les outils, l'eau, la terre, les insectes et les éclaboussures de pluie ou de l'irrigation.

La bactérie hiverne dans des tissus infectés, dans le sol et sur l'équipement et les contenants contaminés.

Le temps chaud et humide est propice aux infections.

Moyens de lutte : Cultiver les tomates dans des sols bien drainés et favoriser une circulation de l'air maximale à travers les plants et le feuillage. Éviter d'irriguer par aspersion une fois que la maladie a été diagnostiquée dans un champ. Faire une rotation avec des cultures moins sensibles (céréales ou maïs) et maîtriser les insectes broyeurs. Un excès d'azote peut faciliter l'infection.

L'infection peut se déclencher après la récolte si l'eau utilisée à ce stade n'a pas été traitée pour tuer les agents pathogènes, et particulièrement si le fruit absorbe l'eau. Dans les trémies humides, maintenir l'eau environ 5 °C (41 °F) au-dessus de la température interne du fruit et ne pas immerger les tomates pendant plus de trois minutes, pour réduire les risques d'absorption. Les cicatrices pédonculaires sèches sont plus résistantes aux infiltrations d'eau après la récolte. À l'inverse, les fruits récoltés dans des conditions humides présentent un risque plus élevé d'infection après la récolte.

Pourriture du collet
Voir chapitre 6.

Pourriture du collet et des racines causée par *Phytophthora*

Phytophthora capsici

Identification : Les infections primaires à *Phythophthora capsici* se caractérisent par des lésions brun foncé sur les tiges à la surface du sol pouvant atteindre le pédoncule de la tomate. À l'incision de la tige sur le sens de la longueur, on observe un tissu vasculaire brun foncé qui part de la motte de racines et qui remonte dans la plante. Souvent, cette dernière flétrira, et les feuilles prendront une teinte vert pâle ou jaune avant l'effondrement complet du plant. Ce type d'infection s'accompagne souvent de lésions sur les fruits (voir *Pourridié phytophthoréen (brûlure phytophthoréenne)*, aussi dans *Tomates*).

Biologie : Pour en savoir plus sur la biologie de *Phythophthora capsici*, voir *Pourridié phytophthoréen (brûlure phytophthoréenne)*.

Moyens de lutte : Pour en savoir plus sur les stratégies de lutte, voir *Pourridié phytophthoréen (brûlure phytophthoréenne)*.

Tache bactérienne

Xanthomonas gardneri, X. perforans

Identification : L'agent pathogène qui cause la tache bactérienne peut provoquer des lésions sur toutes les parties aériennes du plant : feuilles, tiges, fleurs et fruits. Sur le feuillage, les premiers symptômes sont de petites taches circulaires foncées parfois cernées d'un halo jaune. Les lésions, qui peuvent atteindre un diamètre de 3 à 5 mm (⅛ à ¼ po), sont souvent concentrées sur les rebords et les pointes des feuilles, où l'humidité s'accumule. Les symptômes sont durs à distinguer de la moucheture bactérienne. En cas d'atteinte grave, les feuilles jaunissent et finissent par se nécroser, ce qui entraîne la défoliation de la partie inférieure du plant. Les lésions sur les pédicelles peuvent provoquer l'avortement floral, ce qui nuit au rendement et à la nouaison.

Seuls les fruits encore verts sont touchés par la tache bactérienne, qui se manifeste d'abord sous forme de petites taches foncées en relief, parfois entourées d'un halo blanc, ce qui peut faire penser aux lésions du chancre bactérien. Au fil de la maturation, ces halos disparaissent. Pouvant atteindre entre 4 et 6 mm (environ ¼ po) de diamètre, les lésions de la tache bactérienne peuvent prendre un aspect huileux et parfois galeux et fissuré (Figure 7–230).



Figure 7–230. Tomate présentant des lésions causées par la tache bactérienne

Biologie : Les espèces de *Xanthomonas* ne survivent pas aux hivers ontariens. Les autres sources d'infection et modes de dissémination s'apparentent à celles de la moucheture bactérienne (voir *Moucheture bactérienne*, aussi dans *Tomates*).

L'agent pathogène responsable de la tache bactérienne aime les températures chaudes entre 24 et 30 °C (75 et 86 °F). Des pluies abondantes et une humidité élevée favorisent l'infection. La période critique s'étend du repiquage jusqu'à l'apparition des premières fleurs et la nouaison.

Moyens de lutte : Les moyens de lutte sont semblables à ceux de la moucheture bactérienne. En Ontario, les populations de bactéries responsables de la tache bactérienne se sont montrées résistantes au cuivre.

Tache septorienne

Septoria lycopersici

Identification : De petites taches aqueuses circulaires apparaissent au revers des feuilles les plus matures. Elles se développent en petites lésions circulaires foncées pouvant mesurer de 5 à 6 mm (¼ po) de diamètre. Les taches sont généralement grises ou chamois, bordées de brun foncé et cernées d'un étroit halo jaune. Dans ces lésions se développent de petites structures fongiques noires, de la taille d'une tête d'épingle. Ces structures, les pycnides, permettent de distinguer ces lésions de celles de la brûlure alternarienne et sont visibles au microscope à dissection ou à la loupe.

La maladie se transmet à partir des feuilles et tiges inférieures vers les feuilles plus jeunes. Les premiers signes d'infection sont souvent enfouis dans le feuillage, là où l'humidité demeure plus longtemps.

La tache septorienne provoque un jaunissement moins important que la brûlure alternarienne. Dans les cas graves, elle peut faire tomber rapidement toutes les feuilles.

Biologie : Le champignon survit dans des résidus de récolte infectés et des mauvaises herbes hôtes. Les éclaboussures d'eau permettent aux spores de passer des résidus au feuillage d'un plant sain ou d'une lésion existante vers de nouveaux sites d'infection.

Maladie courante, la tache septorienne peut se déclencher à tous les stades de développement des plants. Toutefois, ces derniers sont plus vulnérables après la nouaison. Les infections peuvent se déclencher entre 15 et 27 °C (59 et 81 °F), mais les températures entre 20 et 25 °C (68 et 77 °F) et les longues périodes d'humectation du feuillage causées par l'irrigation par aspersion, la pluie ou les fortes rosées consituent les conditions idéales au développement du pathogène.

Moyens de lutte : Autant que possible, utiliser des semences et des plants exempts de maladies. Cultiver la tomate en rotation avec des cultures non apparentées et éliminer les mauvaises herbes de la famille des solanacées, comme les morelles.

Dans certaines des régions où les tomates sont cultivées en plein champ, les producteurs peuvent s'aider du service TOMcast pour déterminer le moment optimal des pulvérisations fongicides contre la brûlure alternarienne, la tache septorienne et l'anthracnose. Voir *Modèles de prédiction des maladies*, au chapitre 4. Si le service n'est pas disponible, commencer le programme de pulvérisations préventives quand les premières tomates ont à peu près la grosseur d'une noix de Grenoble.

Virus

Les virus sont rares chez la tomate de champs. Parmi les symptômes courants, mentionnons la déformation et la marbrure des feuilles ainsi que les retards de croissance. Il est important de connaître l'existence des virus et de faire analyser rapidement les plantes touchées. Il existe des bandelettes de test pour détecter rapidement et facilement certains virus, directement sur place. Pour en savoir plus, voir le Tableau 7–153 et le chapitre 6.

Tableau 7–153. Virus courant chez la tomate

Virus	Plantes hôtes	Mode de transmission
Virus de la mosaïque de la tomate (ToMV)	Plus de 150 plantes hôtes, dont la plupart des légumes	Transmission par les semences. Le virus peut survivre dans les résidus de récolte. Les plantes infectées agissent comme réservoir. Transmission mécanique.
Virus de la mosaïque du pépino (VMPép)	Principalement les solanacées (tomates, piments et poivrons, aubergines, pommes de terre)	Transmission par les semences. Le virus peut survivre dans les résidus de récolte. Les plantes infectées agissent comme réservoir. Transmission mécanique.
Virus de la mosaïque du tabac (TMV)	Plus de 150 plantes hôtes, dont la plupart des légumes	Transmission par les semences. Le virus peut survivre dans les résidus de récolte. Les plantes infectées agissent comme réservoir. Transmission mécanique.
Virus des taches bronzées de la tomate (TSWV)	Plus de 900 plantes hôtes, dont la plupart des cultures maraîchères et beaucoup de mauvaises herbes	Transmission par les thrips.
Virus des taches en anneaux du tabac (TRSV)	Plus de 20 familles de plantes hôtes, dont la plupart des légumes fruits	Transmission par les semences et le pollen ainsi que les pucerons, les acariens et le nématode du genre *Xiphinema*.
Virus du fruit rugueux brun de la tomate (ToBRFV)	Tomates, piments et poivrons, aubergines, certaines espèces de mauvaises herbes (la liste des plantes hôtes s'allonge rapidement)	Transmission par les semences. Le virus peut survivre dans les résidus de récolte. Les plantes infectées agissent comme réservoir. Transmission mécanique. Peut survivre sur les surfaces au plus un mois.

Insectes

Altises

Voir *Brassicacées*, dans ce chapitre.

Doryphore de la pomme de terre
Leptinotarsa decemlineata

Identification : De forme plutôt arrondie, le doryphore adulte mesure environ 10 mm (⅜ po) de long et 7 mm (¼ po) de large. Les couvertures alaires, de couleur jaune crème, sont ornées de 10 lignes noires longitudinales.

Les œufs du doryphore sont jaune orangé, allongés et cylindriques. Les grappes d'œufs contiennent entre 25 et 40 œufs. Cet insecte pond généralement sur la face inférieure des feuilles de la plante hôte. Les œufs qui viennent d'être pondus sont jaune vif, prenant une teinte orange foncé à l'approche de l'éclosion.

Les larves, rouge orangé, ont une tête noire distincte, un dos bombé et une double rangée de ponctuations noires de chaque côté du corps. Elles peuvent mesurer entre 2 et 12 mm (1⁄16 et ½ po) de long (Figure 7–231).



Figure 7–231. Larve du doryphore de la pomme de terre en train de manger une feuille de tomate

Dommages : Les adultes et les larves du doryphore se nourrissent principalement du feuillage, grignotant des trous irréguliers à l'intérieur et sur le pourtour des feuilles. Quand il ne reste plus de feuilles, le doryphore se rabat sur la tige ou les fruits. Les pertes de rendement sont le plus susceptibles de se produire au stade du repiquage.

Biologie : Le doryphore adulte hiverne dans le sol du champ qu'il a colonisé l'année précédente, ou dans les zones protégées environnantes. La première génération de doryphore adulte émerge au début du mois de mai, sur une période de quatre à six semaines. Le moment exact de l'émergence varie selon la région et les conditions météorologiques.

Tout de suite après l'émergence, la majorité des doryphores marchent jusqu'au champ. Certains peuvent voler sur de longues distances jusqu'à un autre champ contenant des espèces hôtes. Les premiers signes d'infestation et d'attaques des feuilles apparaissent aux abords des champs se trouvant près des sites d'hivernation de l'insecte.

Les doryphores de première génération s'accouplent et pondent peu de temps après leur émergence. Les femelles peuvent pondre jusqu'à 400 œufs en quatre à cinq semaines. Les œufs éclosent quatre à neuf jours plus tard. Les larves passent par quatre stades larvaires (instars), atteignant leur maturité au bout de 10 à 20 jours. Les adultes de deuxième génération émergent habituellement en juillet. Lors d'étés très chauds, il arrive de voir les premiers stades d'une troisième génération.

Dépistage et seuils : Pour la tomate, le seuil est de 0,5 adulte ou larve par plant au cours des deux premières semaines suivant le repiquage. Plus tard, il est d'un adulte ou larve par plant.

Moyens de lutte : La culture en rotation d'espèces éloignées des espèces hôtes (pomme de terre, aubergine) est très efficace pour réduire la première génération de doryphores. Si une forte infestation est attendue, appliquer un insecticide dans la raie de semis au moment de la plantation. Continuer de parcourir le champ à la recherche du ravageur, même si un insecticide systémique a été appliqué à la plantation.

Le doryphore a développé une résistance à la plupart des insecticides homologués pour sa maîtrise. Pour déterminer l'efficacité d'un insecticide, délimiter les zones à forte infestation et y évaluer la mortalité des insectes dès qu'il est de nouveau possible d'accéder au champ après le traitement. Envisager l'utilisation de tests de pulvérisation ou de trempage pour déterminer l'insecticide le plus efficace contre certaines populations de doryphore. Pour plus d'informations sur les tests de trempage, voir le site du MAAARO au www.ontario.ca/cultures.

Mesure de suppression non chimique : Il est possible de tapisser des tranchées de toiles en plastique pour emprisonner les adultes de première génération entre les sites d'hivernation et la nouvelle culture hôte.

Fausse-arpenteuse du chou

Voir *Brassicacées*, dans ce chapitre.

Noctuelle de la tomate (ver de l'épi du maïs)
Helicoverpa zea

Identification : Les larves peuvent être jaunâtres, vertes ou brunes et ont deux bandes fines le long du dos. Elles peuvent atteindre 4 cm (1 ½ po) de long.

La noctuelle adulte est un papillon nocturne fauve ou chamois dont l'envergure des ailes mesure entre 3,5 et 4 cm (1 ¼ et 1 ½ po). Ses ailes antérieures sont parfois ornées de taches foncées et présentent toujours un point brun central, clairement visible du revers de l'aile, mais moins évident du dessus.

Les noctuelles pondent leurs œufs sur la face inférieure des feuilles situées près des fleurs et des fruits. Chaque œuf est parfaitement rond et est à peu près de la même couleur et du même diamètre qu'une soie de maïs. Les plants de tomates sont un lieu de ponte attrayant au cours de la floraison et de la nouaison, particulièrement si la culture de maïs avoisinante ne présente pas les conditions favorables.

Dommages : La noctuelle creuse de profonds trous ou tunnels, habituellement dans les tomates vertes. On trouve souvent des larves à l'intérieur des fruits, ce qui les fait rapidement pourrir.

Biologie : La noctuelle de la tomate ne survit pas à l'hiver en Ontario. Les adultes arrivent des États-Unis et du Mexique, portés par les alizés (grands courants aériens), habituellement dans la deuxième quinzaine de juillet, ou plus tôt, selon la saison. Durant les années plus fraîches, il est probable qu'elles ne gagnent pas les secteurs agricoles du Nord et de l'Est de l'Ontario.

L'activité de la noctuelle est particulièrement forte par temps chaud. Souvent, les vols d'adultes s'intensifient immédiatement après des orages violents.

Dépistage et seuils : Utiliser des pièges à phéromones pour dénombrer les populations de noctuelles. Programmer les pulvérisations d'insecticides en fonction du nombre de papillons attrapés par semaine et de la température diurne moyenne. Dans les cultures de tomates, ce ravageur n'est habituellement pas suffisamment nombreux pour occasionner des pertes économiques. Toutefois, il faut procéder à un dépistage intensif dès l'atteinte du seuil de sept papillons par piège par semaine.

Moyens de lutte : Pour la tomate, le traitement n'est nécessaire que pendant la floraison, car les femelles ne pondront pas après ce stade. Si le dénombrement des pièges atteint le seuil et que le dépistage indique une forte présence de larves, il faut appliquer des insecticides. À noter que, pour la tomate, les traitements insecticides sont le plus efficaces s'ils sont appliqués avant l'éclosion des œufs et avant que les larves ne pénètrent les fruits.

Pentatomes (espèces indigènes)
Euchistus servus (punaise fétide),
Euchistus variolarius (punaise variée),
Chinavia hilaris (punaise verte)

Identification : La punaise verte est vert vif avec une mince bordure jaune orangé, ceinturant son « bouclier ». Les adultes mesurent de 12 à 19 mm (½ à ¾ po) de long. La punaise fétide est brunâtre et d'une couleur plus pâle sur la partie ventrale; elle atteint une longueur d'environ 12 mm (½ po). La punaise variée ressemble à la punaise fétide, à la différence que les mâles ont une tache noire sur la partie ventrale. Les nymphes n'ont pas d'ailes et sont plus petites et arrondies que les adultes. Selon l'espèce, elles peuvent être d'une autre couleur que les adultes.

Certaines espèces de pentatomes se nourrissent d'insectes ravageurs et sont donc bénéfiques. On les distingue des punaises herbivores (ravageurs) par leur rostre (bec). Le rostre des punaises prédatrices (qui sont utiles) est large pour attaquer les autres insectes, tandis que celui des espèces herbivores est étroit et allongé en forme d'aiguille pour percer les plants.

Dommages : Les punaises adultes et les nymphes se nourrissent des fruits de la tomate, causant des taches jaune sombre directement sous la peau.

Biologie : Les punaises adultes hivernent et émergent au début du printemps. Une à deux nouvelles générations verront le jour chaque année, selon l'espèce et l'emplacement. Les pentatomes se rabattent souvent sur les champs de tomates après la récolte des champs de blé ou lorsqu'ils quittent les endroits couverts de mauvaises herbes qui se dessèchent au milieu de l'été.

Dépistage : Examiner les tomates pour repérer tout dommage. Vérifier la présence de ravageurs (adultes et nymphes) dans la partie inférieure des plants et sur le sol sous le plant. Secouer le feuillage au-dessus d'un plateau ou d'un drap. Les dommages se produisent souvent aux pourtours des champs.

Moyens de lutte : Dans le cas des tomates (transformation et marché du frais) destinées à être pelées, un traitement insecticide pourrait être nécessaire pour maintenir leur attrait commercial. Les dommages causés par les pentatomes ne représentent pas un problème pour les tomates de transformation destinées à être mises en pâte ou en jus. Ailleurs, l'utilisation de cultures-appâts a permis de réduire les dommages, mais cette méthode n'a pas été testée en Ontario.

Perce-tige tacheté
Papaipema nebris

Identification : Les jeunes larves sont brun-mauve et arborent trois stries blanches sur le long de leur corps. Une large « selle » pourpre recouvre la première moitié du corps. Les larves plus âgées sont complètement grises. Lorsque dérangées, elles se déplacent en faisant des mouvements en boucles.

Dommages : Le perce-tige tacheté s'attaque à plus de 100 espèces végétales, dont les plants de tomates en Ontario. Les dommages sont le plus souvent observables aux abords des champs. Les larves creusent un tunnel dans les tiges, ce qui conduit à leur flétrissement ou à leur effondrement.

Biologie : Ce ravageur hiverne au stade de l'œuf, la larve émergeant en mai et en juin. Le stade larvaire dure entre 9 et 12 semaines.

Dépistage : Examiner les tiges des plans flétris ou cassés à la recherche de trous. Entailler la tige pour voir s'il y a des signes de tunnels ou des larves, si elles sont toujours présentes.

Moyens de lutte : Les dommages se limitent habituellement aux pourtours des champs, près de zones herbeuses ou de zones où poussent des graminées adventices, et il n'est généralement pas nécessaire d'appliquer de traitement. Les insecticides ne sont pas efficaces une fois que la larve a pénétré la tige.

Pucerons
Famille des *Aphididae*

Le puceron est un ravageur courant de nombreuses cultures; on le trouve souvent en train de se nourrir de jeunes feuilles, mais il cause rarement des dommages économiques. Son activité peut causer la déformation des feuilles, et sa sécrétion de miellat collant favorise la croissance de fumagine sur celles-ci. Voir le chapitre 5 pour en savoir plus.

Punaise marbrée
Halyomorpha halys

La punaise marbrée est un nouvel insecte ravageur en Ontario. Elle a le potentiel d'endommager un grand nombre de cultures agricoles, mais n'a pas encore causé de dommages économiques dans les cultures de tomates. Voir le chapitre 5 pour en savoir plus.

Punaise terne
Lygus lineolaris

Identification : Les nymphes sont verdâtres et possèdent des pattes bien développées ainsi que des antennes de longueur moyenne. Aux stades larvaires plus avancés, elles ont des bourgeons alaires et quatre taches noires sur le thorax, derrière la tête, et une sur l'abdomen. Les adultes sont vert pâle ou jaunes à brun foncé et ornés de taches foncées, et ont un petit triangle sur le dos.

Dommages : La punaise terne est dotée de pièces buccales de type suceur qui lui permettent de percer l'épiderme des plantes et d'y injecter une substance salivaire qui détruit le tissu végétal. Dans beaucoup de cas, les dommages de la punaise terne sont découverts bien avant l'insecte lui-même; il est donc très important de savoir reconnaître les symptômes d'une infestation. L'insecte cause des piqûres et des taches sur la tomate avec, en dessous, des tissus liégeux, qui ressemblent aux dommages causés par les pentatomes.

Biologie : La punaise terne adulte hiverne dans les résidus de récolte et les litières de feuilles mortes de zones protégées, comme les aires boisées, les

bordures de champs et les fossés. À leur émergence au printemps, les adultes se nourrissent et pondent leurs œufs sur des mauvaises herbes à feuilles larges, avant de se déplacer vers les cultures. La punaise terne est présente de manière sporadique en Ontario, durant toute la saison de végétation. Deux générations voient le jour par année, et les premiers stades d'une troisième sont visibles dans certaines régions du Sud de l'Ontario. Les adultes de première génération émergent en juillet, et ceux de la deuxième, en août et septembre.

Dépistage et seuils : Examiner les points végétatifs des plants et des fruits en mûrissement à la recherche de dommages. Pour la tomate, le seuil pour la punaise terne est d'une nymphe ou d'un adulte pour 30 plants (après la nouaison).

Moyens de lutte : La punaise terne se reproduit sur de nombreuses espèces d'adventices communes, dont l'amarante, la stellaire moyenne, le pissenlit, les chénopodes, l'herbe à poux et la vergerette. La lutte contre les mauvaises herbes à l'intérieur et autour des cultures aide à réduire les éventuelles infestations. La luzerne est une plante hôte très attirante pour la punaise terne. Après la fauche, les adultes se dispersent, envahissant parfois les cultures maraîchères avoisinantes.

Sphinx de la tomate et sphinx du tabac
Manduca sexta (sphinx du tabac)
Manduca quinquemaculata (sphinx de la tomate)

Identification : Les sphinx sont de grands vers lisses et verts. Les larves matures mesurent 8 cm (3 po) de long. De chaque côté de son corps, la chenille arbore soit sept marques blanches diagonales dans le cas du sphinx du tabac, soit huit marques en forme de « V » dans le cas du sphinx de la tomate; son extrémité postérieure est prolongée par une « corne » proéminente.

Dommages : Le sphinx se nourrit des feuilles, des tiges et des fruits de la tomate.

Biologie : Ce ravageur hiverne dans le sol à l'état de pupe.

Dépistage et seuils : Vérifier la présence de dommages, comme des feuilles entières dévorées, laissant les pétioles et les tiges à nu, ou des fruits très abîmés. À titre de comparaison, la fausse-arpenteuse du chou ne perce que de relativement petits trous dans les feuilles, et le ver-gris panaché fait des trous dans les feuilles et des entailles ou des trous dans les fruits.

Avec de l'expérience, il est aussi possible de reconnaître ce type de ravageur par ses excréments, lorsqu'il est impossible de trouver la chenille elle-même. Le seuil de traitement est d'une larve pour 30 plants.

Moyens de lutte : Il est rarement nécessaire de traiter les plants de tomates pour ce type de ravageur.

Tétranyque à deux points
Tetranychus urticae

Le tétranyque à deux points est un ravageur courant pour de nombreuses cultures agricoles. Il se nourrit de feuilles et tisse des toiles qui recouvrent le feuillage, les tiges et les points végétatifs. Voir le chapitre 5 pour en savoir plus.

Thrips des petits fruits
Frankliniella occidentalis

Identification : Les thrips sont de petits insectes à corps mou de moins de 3 mm (⅛ po) de longueur. Les adultes, de couleur brun paille, ont quatre ailes bordées de soies. Les nymphes sont plus petites, dépourvues d'ailes et d'une couleur blanc délavé.

Dommages : Les thrips endommagent les feuilles en les suçant et en les râpant avec leurs pièces buccales. S'ils sont généralement inoffensifs pour la tomate, ils peuvent transmettre le virus des taches bronzées de la tomate.

Biologie : En Ontario, les adultes et les nymphes hivernent dans les céréales d'automne, le trèfle et la luzerne. Ils se rabattent sur les tomates lorsque les bords de route s'assèchent et que le blé d'automne et la luzerne ont été fauchés. Les femelles pondent des œufs blancs en forme de haricot dans les tissus foliaires. Il faut de 10 à 30 jours pour que l'insecte passe de l'œuf au stade adulte, selon la température. Les femelles commencent à pondre dès qu'elles sont matures, pouvant d'ailleurs se reproduire asexuellement (sans accouplement). De ce fait, la population de thrips peut se multiplier très rapidement, surtout par temps chaud et sec. Plusieurs générations se chevauchent chaque année.

Dépistage et seuils : Les cultures établies à proximité d'établissement de production de tomates de serre, de plantes ornementales ou de plantes à massif courent un risque élevé de contamination au virus des taches bronzées de la tomate. Aucun seuil d'intervention n'est établi.

Moyens de lutte : Il n'existe pas de traitement efficace contre le thrips ou le virus des taches bronzées de la tomate.

Ver fil-de-fer
Limonius spp.

Le ver fil-de-fer est un ravageur de début de saison qui se nourrit des tiges de jeunes plants de tomates au niveau du sol ou y creuse des tunnels. Les larves cuivrées sont de texture lisse. Voir le chapitre 5 pour en savoir plus.

Vers-gris
Agrostis ipsilon (ver-gris noir)

De tous les ver-gris, c'est le noir qui s'attaque le plus souvent à la tomate. Sévissant en début de saison, il peut sérieusement endommager les jeunes plants. Ces derniers auront l'air d'avoir été coupés au ras du sol avec des ciseaux. Voir le chapitre 5 pour en savoir plus.

Ver-gris panaché
Peridroma saucia

Identification : Les larves matures atteignent 3,5 à 5,0 cm (1 ½ à 2 po) de longueur, mais les larves nouvellement écloses sont bien plus petites. Habituellement brun gris et couvertes de mouchetures, elles ont une rangée de points orange à jaune le long de leur dos, ainsi que des bandes orange sur leurs flancs. Leur coloration varie de pâle à très foncée. Elles s'enroulent lorsqu'elles sont dérangées (Figure 7–232).



Figure 7–232. Feuille et fruit de tomate présentant des dommages causés par le ver-gris panaché

Dommages : Ce ravageur grignote les feuilles de tomates de manière aléatoire, s'attardant surtout à leur pourtour. Quant aux fruits les dommages vont d'un grignotage léger en surface à des trous profonds. Les fruits abîmés deviennent alors vulnérables aux microorganismes secondaires.

Biologie : Le ver-gris panaché apparaît tard dans la saison et est plus grand que les autres espèces de ver-gris. Bien qu'il lui arrive d'hiverner dans nos régions agricoles, une grande proportion de sa population migrerait en Ontario chaque saison. Des études ontariennes ont détecté trois pics de population dans le comté d'Essex (juillet, août et septembre), et deux dans le comté de Norfolk (juillet et août). La période et le nombre de pics peuvent varier d'une année à l'autre, selon le moment où les populations méridionales arrivent en Ontario et les températures estivales et automnales. Il est aussi possible de dépister un petit nombre de papillons nocturnes en juin, issus de la population hivernante.

Dépistage et seuils : Le nombre d'adultes peut être évalué au moyen de pièges à lumière noire ou à phéromones, tôt dans la saison. Une fois que les larves se sont transformées en papillons, le dépistage en champ peut déterminer le niveau d'infestation larvaire. Les bons moments pour procéder au dépistage de ce ravageur sont tôt le matin ou le soir, lorsque les températures sont fraîches.

Si, à l'issue du dépistage en champ, on dénombre une larve pour 30 plants de tomates, un traitement peut être nécessaire. En ce qui concerne les pièges, un seuil de sept papillons par piège par semaine est suggéré pour les tomates. Ce seuil a été établi au moyen des pièges à phéromones de type delta ou wing, bien qu'il ait été constaté, dans le cadre d'un programme de piégeage, que les pièges entonnoirs sont plus efficaces.

Moyens de lutte : Les petites larves (premier ou deuxième stade larvaire) sont bien plus susceptibles de réagir aux insecticides que les larves matures. Une fois que la larve a atteint la taille de 3,5 à 5,0 cm (1 ½ à 2 po), non seulement est-elle difficile à tuer, mais elle a probablement terminé de se nourrir dans les cultures et se prépare à passer à l'état de pupe. Les populations méridionales qui arrivent en Ontario pourraient avoir été exposées à des traitements intensifs d'insecticides dans des champs de coton et d'autres cultures. Des études ontariennes ont montré qu'il existe de faibles niveaux de résistance pour certains insecticides. Examiner les champs après le traitement pour vérifier l'efficacité de l'insecticide utilisé et évaluer le besoin de traitements de suivi.

Dans le traitement contre le ver-gris panaché, il est essentiel de bien couvrir l'ensemble du feuillage de produits insecticides (volume d'eau adéquat). Il est bien plus courant d'échouer à la maîtrise de l'espèce en raison d'une mauvaise application insecticide qu'en raison d'une résistance au produit utilisé. Les traitements insecticides sont parfois plus efficaces lorsque le sol est humide et lorsque l'application a lieu tard le soir ou tôt le matin.

Troubles physiologiques

Coulure

La nouaison des tomates ralentit lorsque la température dépasse 32 °C (90 °F) le jour et 21 °C (70 °F) la nuit, ou lorsqu'elle tombe en dessous de 10 °C (50 °F). Une série de journées fraîches (en dessous de 17 °C [63 °F] le jour et de 10 °C [50 °F] la nuit), jusqu'à 35 jours avant l'ouverture des fleurs, peut entraver le développement normal des fleurs.

Défauts de coloration

Mûrissement en plaque : Le fruit a un aspect marbré vert, jaune et rouge. La chair est couverte de grandes plaques dures grises à jaunâtre qui ne mûrissent pas. En tranchant le fruit, on observe des fils brunâtres de tissu vasculaire. Ces symptômes sont aussi désignés sous le nom de « taches immatures ». Ceux-ci peuvent faire penser aux symptômes d'une infection virale. Le mûrissement en plaque est lié à un déficit en bore ou en potassium, à un excès d'azote, à une humidité élevée, à des fluctuations de température, à des taux élevés d'humidité du sol et à la compaction du sol.

Chair blanche : Bien qu'à l'extérieur, la tomate soit rouge, la chair des fruits atteints est blanche et dure au collet et parfois vers l'intérieur du fruit. On croit que ce trouble est une variante du collet jaune.

Insolation : Certains défauts de coloration découlent d'une insolation. Une température élevée à la surface du fruit peut interférer avec le développement de la couleur rouge, même si les tissus n'ont aucun dommage évident. Un développement inégal des couleurs peut aussi être dû à certains virus.

Collet jaune : L'extrémité pédonculaire du fruit ne mûrit pas bien. La chair sur le collet demeure verte (collet vert) ou vire au jaune. Il arrive qu'un seul anneau de tissu (en forme d'œil) soit touché autour de la cicatrice pédonculaire. La vulnérabilité varie selon le cultivar. On croit aussi que les concentrations de potassium et de magnésium dans le sol pourraient avoir un rôle à jouer dans l'apparition de ce trouble, qui se manifeste bien avant le mûrissement du fruit; les zones touchées ne mûriront pas, même si la récolte est retardée.

Développement anormal des fruits

La face de chat est plus courante sur les premiers fruits des cultivars à gros fruits. Les tomates présentent des cicatrices et des orifices dans la zone apicale. Les températures en dessous de 15 °C (59 °F) pendant le développement des fleurs (même des semaines avant la floraison) ont tendance à hausser l'incidence de ce trouble. D'autres facteurs qui interviennent au cours du développement des fleurs, comme les blessures hormonales infligées par herbicide, peuvent aussi être en cause. Des niveaux d'azote élevés dans le sol et une taille excessive peuvent également contribuer au problème. La vulnérabilité à ce trouble varie grandement entre les cultivars de tomates destinées au marché du frais (Figure 7–233).



Figure 7–233. Cicatrices causées par la face de chat

Les « fermetures éclairs », de fines cicatrices linéaires s'étendant de l'extrémité pédonculaire de la tomate à la moitié du fruit ou à l'extrémité apicale, découlent de problèmes de pollinisation, souvent dû à des températures anormalement chaudes ou froides ou à une forte humidité. Des orifices peuvent se creuser dans la pelure du fruit le long de la cicatrice.

La bouffissure se manifeste par des fruits légers et aplatis. Les loges sont élargies et manquent de gel. Ce trouble est dû à une mauvaise pollinisation, potentiellement causée par des températures extrêmes au cours de la nouaison, une mauvaise nutrition, de grandes variations dans l'humidité du sol et des facteurs génétiques.

Le développement de la couleur rouge chez la tomate est inhibé lorsque le fruit atteint des températures qui dépassent 30 °C (86 °F).

Dommages causés par l'action du sable ou du vent et par dessiccation

Les dommages causés par le vent peuvent prendre plusieurs formes. Ils peuvent être causés par l'abrasion du sable, par des vents forts qui fouettent les végétaux et par dessiccation.

Les dommages causés par l'action du sable (abrasion) se produisent par grands vents dans des sols sableux et exposés, à texture légère. Les tiges et les feuilles orientées du côté du vent peuvent présenter des zones rugueuses ocre pâle. Dans des cas graves, la croissance peut s'arrêter ou le plant peut même mourir, ce qui réduit considérablement les rendements.

Les dommages causés par l'action du vent peuvent se produire dans tous les types de sols. Les jeunes plants fouettés et tordus par des vents violents peuvent être gravement endommagés, voire tués. Les très grands plants de tomates sont particulièrement vulnérables à l'action du vent.

Les dommages causés par dessiccation sont plus courants chez les jeunes plants fragiles lors d'épisodes de grands vents et de températures extrêmes. Une acclimatation adéquate des plants avant l'installation en champ aide à réduire les effets dévastateurs du vent.

Tous les types de dommages causés par le vent peuvent prédisposer les plans à des maladies foliaires. L'installation de bandes de protection contre le vent, les cultures de couverture et les brise-vent contribuent à atténuer les problèmes causés par le vent et le sable.

Dommages causés par la pollution de l'air

Les dommages causés par la pollution de l'air peuvent être confondus avec les symptômes de maladies, d'invasions d'insectes, de carences nutritionnelles, de toxicité, de dommages causés par les herbicides ou par des conditions météorologiques extrêmes. Ils sont généralement les plus graves par temps chaud, dégagé, calme et humide, lorsque la pression atmosphérique est élevée, puisque ces conditions peuvent causer une inversion d'air. Ce phénomène se produit lorsque l'air à la surface terrestre emprisonne l'air froid au niveau du sol, ce qui entraîne l'accumulation de polluants. Les dommages peuvent être encore plus graves par temps brumeux, lors de fortes rosées ou dans les champs près de routes très achalandées. Parmi les polluants en cause, on trouve l'ozone, le dioxyde de soufre, le nitrate de peroxyacétyle (PAN) et l'éthylène.

Ozone : L'ozone est le principal polluant atmosphérique dans le complexe de smog oxydant. Ses niveaux varient considérablement au cours de la saison de végétation, comme le montrent les alertes au smog en Ontario. Les tomates sont sensibles à l'ozone.

Les symptômes d'une exposition à l'ozone ont tendance à apparaître sur la face supérieure des feuilles touchées sous forme de petits points ou de brûlures blanches ou bronze. Ces symptômes n'ont pas toujours d'incidence sur le rendement. Influencée par beaucoup de facteurs liés à l'environnement ou à la croissance, la sensibilité aux dommages causés par l'ozone peut notamment être exacerbée par un taux d'humidité relative élevé, des quantités d'azote optimales dans le sol et la disponibilité de l'eau. Habituellement, les jeunes feuilles sont résistantes à ces dommages. En se développant, elles deviennent successivement sensibles dans leurs zones médiane et basale. Elles retrouvent leur résistance une fois parvenue à maturité.

Dioxyde de soufre : La sensibilité au dioxyde de soufre peut varier considérablement d'une espèce, d'un cultivar et même d'un plant à l'autre. Ces variations s'expliquent par les différences d'emplacement et de climat ainsi que de stade de croissance et de maturation. Les tomates ne sont habituellement pas sensibles au dioxyde de soufre.

Nitrate de peroxyacétyle (PAN) : Les tomates sont couramment affectées par le PAN. Ce polluant cause habituellement des bandes ou des taches lustrées ou argentées, qui finissent par prendre une teinte bronze après deux ou trois jours. Sont les plus vulnérables les petits plants et les feuilles tout juste parvenues à maturité (environ cinq jours après la levée).

Éthylène : L'éthylène provient des gaz d'échappement des fournaises et des appareils de chauffage qui fonctionnent aux combustibles fossiles ou par combustion du bois, utilisés pour chauffer les serres ou les abris-serres plastiques. L'éthylène influence la croissance et le développement des tissus végétaux. Les gaz d'échappement qui pénètrent une serre ou un abri peuvent endommager les cultures sensibles, comme la tomate. Au nombre des symptômes mentionnons torsions ou enroulements, déformation du feuillage, défoliation et coulure.

Dommages dus à la foudre

L'apparition soudaine de sections circulaires (3 à 20 m [10 à 66 pi] de diamètre) de plants endommagés est souvent causée par la foudre. Les plants situés en bordure des zones touchées sont souvent moins endommagés que les autres.

Les feuilles aux extrémités des branches se recourbent d'abord, puis flétrissent et, dans les cas graves, le plant meurt. Il arrive qu'un côté de la tige soit entaillé comme s'il y avait une fissure sur la longueur. La tige semble creuse si on la sectionne, et le tissu interne peut être en forme d'échelle.

Enroulement foliaire

Chez la tomate, l'enroulement foliaire se produit habituellement par temps chaud et sec ou lorsque le sol se gorge d'eau. Des dommages aux racines peuvent aussi provoquer l'enroulement des feuilles. Leurs extrémités s'enroulent vers le haut et vers l'intérieur et leur texture devient fibreuse. Certains cultivars sont prédisposés à l'enroulement foliaire; ce pourrait être un mécanisme pour conserver l'humidité qui se manifeste de façon permanente. Ce défaut ne semble pas compromettre le rendement des plants de tomates. Il est souvent confondu avec les blessures causées par les herbicides et les maladies virales.

Fentes et fendillements

Sur les fruits, les fentes apparaissent à l'extrémité pédonculaire comme des fissures qui se propagent de manière radiale ou concentrique. Selon le cultivar, les fissures peuvent apparaître dès le stade vert-mûr jusqu'au stade du mûrissement complet. La vulnérabilité varie selon le cultivar. Les fentes peuvent être causées par des altérations de la vitesse de croissance ou des fluctuations de l'humidité ou de la température.

Les fendillements causés par la pluie apparaissent comme des microfissures concentriques ou roussissements sur le collet du fruit. Pouvant se fondre et s'élargir, ils sont rugueux au toucher et peuvent prendre une texture fibreuse. La zone atteinte ne mûrira pas bien. Les fendillements sont moins fréquents chez les variétés dont le feuillage est abondant puisque les fruits sont protégés de la pluie et de la rosée. Lorsque les plants sont recouverts, comme dans les abris-serres, les fendillements causés par la pluie sont grandement réduits.

Flétrissure du noyer

La flétrissure du noyer peut se manifester si une culture est plantée dans un rayon de 12 à 15 m (39 à 49 pi) de noyers ou à un endroit d'où on a enlevé des noyers au cours des dernières années. Les plants se fanent et meurent. Peuvent aussi être atteints d'autres plants vulnérables à proximité.

Insolation

Chez la tomate, l'insolation peut affecter les feuilles, les tiges et les fruits. Peut en présenter les signes un fruit qui est soudainement exposé au soleil, à la suite d'une défoliation du plant, surtout par temps chaud et humide. Les tissus atteints s'affaissent et deviennent brun pâle à blanc. Les fruits peuvent être envahis par des organismes secondaires qui risquent de les faire pourrir.

En début de saison, les jeunes pousses et les tiges peuvent aussi être endommagées. Chez la tomate, l'exposition à un ensoleillement intense peut aussi augmenter la température à l'intérieur du fruit au point où il ne réussira pas à rougir. Dans ce cas, les tissus exposés au soleil jaunissent.

Les pratiques de production qui favorisent une couverture de feuillage adéquate sur les fruits (irrigation, choix du cultivar, fertilisation adéquate) aideront à réduire les dommages causés par l'insolation. Prévenir la défoliation, qui peut se produire à la suite d'une maladie, d'une chaleur excessive, de dommages causés par les insectes ou de l'utilisation d'Ethrel (pour la tomate de transformation).

Nécrose apicale

Une petite lésion aqueuse ou brun pâle apparaît à l'extrémité apicale des fruits immatures ou en maturation. Les lésions foncent et s'étendent rapidement, s'enfonçant et tournant au noir. Les symptômes peuvent toucher plus de la moitié des fruits. Des agents pathogènes fongiques ou bactériens peuvent envahir la lésion, ce qui lui confère une apparence nécrosée. Des symptômes atypiques de la nécrose apicale peuvent se produire, notamment la nécrose apicale interne, parfois invisible de l'extérieur du fruit.

On suppose que la nécrose apicale est déclenchée par une carence locale en calcium dans l'extrémité apicale du fruit, généralement associée à l'interruption de l'apport en eau et non par une carence en calcium du sol. Des études ont toutefois démontré que d'autres facteurs peuvent être en cause, notamment :

- Température élevée et ensoleillement intense, particulièrement après du temps frais et couvert;
- Sols à forte teneur en azote ammoniacal;
- Cultivars vulnérables;
- Stress pendant les périodes de croissance rapide des fruits;
- Ratio de potassium et de calcium des fruits;
- Apports d'azote élevé;
- Fluctuations dans les niveaux d'hormones de croissance du plant.

Ni des apports supplémentaires de nitrate de calcium ni la pulvérisation de calcium sur les feuilles ne se sont révélés efficaces. Éviter les sarclages trop profonds qui peuvent priver les plants d'une partie de leurs racines et occasionner du stress. Choisir des cultivars moins vulnérables à la nécrose apicale et programmer soigneusement les irrigations pour assurer aux plants un apport constant en eau et en calcium.

Ravageurs vertébrés

Les ravageurs comme les oiseaux, les chevreuils et les ratons laveurs sont courants dans les cultures horticoles. Pour en savoir plus, voir *Ravageurs vertébrés*, dans la section *Maïs sucré*.

Annexes



Annexe A. Coordonnées du personnel consultant en culture maraîchère, ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (au 1er septembre 2023)

La liste complète des membres du personnel consultant peut être consultée sur le site web du MAAARO, au www.ontario.ca/cultures.

Bureau ou spécialité	Personne-ressource (au 1er janvier 2023)	Tél. et téléc.	Courriel
Bureau du MAAARO à Guelph 1 Stone Rd. W., Guelph (Ontario) N1G 4Y2			
Spécialiste de la protection des cultures	Denise Beaton	Tél. : 519 400-3636	denise.beaton@ontario.ca
Coordonnateur des mesures de lutte à emploi limité	Joshua Mosiondz	Tél. : 226 971-3407	joshua.mosiondz@ontario.ca
Spécialiste de la culture des légumes – Pomme de terre, carotte, panais, radis, raifort, rutabaga et navet	Dennis Van Dyk	Tél. : 519 766-5337	dennis.vandyk@ontario.ca
Spécialiste de la culture des légumes – Oignons, ail, brocoli, chou-fleur, chou de Bruxelles, chou pommé, chou frisé, épinard, céleri et légumes-feuilles	Travis Cranmer	Tél. : 519 835-3382	travis.cranmer@ontario.ca
Centre de recherche et de développement de Harrow 2585 County Rd. 20, RR nº 2, Harrow (Ontario) N0R 1G0			
Spécialiste de la lutte contre les mauvaises herbes – Cultures horticoles	Kristen Obeid	Tél. : 519 965-0107	kristen.obeid@ontario.ca
Centre de ressources de Ridgetown Édifice Agronomy, Université de Guelph, campus de Ridgetown, rue Main E., C. P. 400, Ridgetown (Ontario) N0P 2C0			
Spécialiste de la gestion des sols – Cultures horticoles	Danny Jefferies	Tél. : 519 359-6707	danny.jefferies@ontario.ca
Spécialiste de la culture des légumes – Tomate, piment et poivron, aubergine, betterave à sucre et betterave potagère	Amanda Tracey	Tél. : 519 350-7134	amanda.tracey@ontario.ca
Spécialiste de la culture des légumes – Maïs sucré, cucurbitacées, haricots, pois et asperge	Elaine Roddy	Tél. : 519 401-5890	elaine.roddy@ontario.ca
Centre de ressources de Simcoe C.P. 587, Blueline Rd. et route 3, Simcoe (Ontario) N3Y 4N5		Tél. : 519 426-7120	
Spécialiste des technologies d'application	Jason Deveau	Tél. : 519 209-1883	jason.deveau@ontario.ca
Spécialiste de la qualité, Marché du frais – Cultures horticoles	Jennifer DeEll	Tél. : 519 410-1806	jennifer.deell@ontario.ca
Spécialiste du ginseng et des fines herbes	Sean Westerveld	Tél. : 519 420-7440	sean.westerveld@ontario.ca
Spécialiste de la lutte intégrée contre les ravageurs – Cultures horticoles	Melanie Filotas	Tél. : 519 428-4340	melanie.filotas@ontario.ca
Spécialiste du développement des nouvelles cultures	Evan Elford	Tél. : 519 420-9343	evan.elford@ontario.ca
Centre de recherche et d'innovation de Vineland Édifice Advisory Services, C. P. 8000, 4890 av. Victoria N. Vineland Station (Ontario) L0R 2E0		Tél. : 905 562-4147	
Spécialiste de la durabilité – Cultures horticoles	Stephanie Vickers	Tél. : 519 852-5627	stephanie.vickers@ontario.ca
Université de Guelph 50 Stone Rd. E., Guelph (Ontario) N1G 2W1		Tél. : 519 824-4120	
Entomologiste – Cultures horticoles Édifice Edmund Bovey	Hannah Fraser	Tél. : 905 708-8014	hannah.fraser@ontario.ca
Nutrition – Cultures horticoles Écoles des sciences environnementales, Alexander Hall	Tejendra Chapagain	Tél. : 519 835-5794	tejendra.chapagain@ontario.ca
Phytopathologiste – Cultures horticoles Édifice Edmund Bovey	Katie Goldenhar	Tél. : 519 835-3382	katie.goldenhar@ontario.ca

Le Portail ontarien pour la protection des cultures est un outil Web convivial, personnalisable et dynamique conçu pour vous orienter dans la recherche et le choix de produits de protection des cultures qui répondent aux besoins de votre entreprise. Il vient remplacer nos publications annuelles sur la protection des cultures. Pour y accéder, c'est par ici : ontario.ca/protectiondescultures.

Annexe B. Coordonnées des bureaux régionaux du ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs de l'Ontario (au mois d'août 2022)

Région/comté	Adresse	Téléphone et télécopieur
Centre Barrie, Halton-Peel, Toronto, York-Durham	5775, rue Yonge, 8e étage Toronto (Ontario) M2M 4J1	Tél. : 416 326-6700 Sans frais : 1 800 810-8048 Téléc. : 416 325-6345
Centre-ouest Guelph, Hamilton, Niagara	Édifice Ellen Fairclough 119, rue King O., 12e étage Hamilton (Ontario) L8P 4Y7	Tél. : 905 521-7640 Sans frais : 1 800 668-4557 Téléc. : 905 521-7820
Est	1259 Gardiners Rd., Unit 3 C. P. 22032 Kingston (Ontario) K7M 8S5	Tél. : 613 549-4000 Sans frais : 1 800 267-0974 Téléc. : 613 548-6908
Sud-Ouest London, Owen Sound, Sarnia	733 Exeter Rd. London (Ontario) N6E 1L3	Tél. : 519 873-5000 Sans frais : 1 800 265-7672 Téléc. : 519 873-5020
Nord Sudbury, Thunder Bay, Timmins	435, rue James S., bureau 331 Thunder Bay (Ontario) P7E 6S7	Tél. : 807 475-1205 Sans frais : 1 800 875-7772 Téléc. : 807 475-1745
Licences et permis - pesticides – Direction des services à la clientèle et des permissions	40, av. St. Clair O., 1er étage Toronto (Ontario) M4V 1L5	Tél. : 416 314-8001 Sans frais : 1 800 461-6290 Téléc. : 416 314-8452

Annexe C. Laboratoires de l'Ontario agréés pour effectuer des analyses de sol

Les laboratoires suivants sont agréés pour analyser les sols de l'Ontario (détermination des pH et pH tampon, dosage de P, K et Mg, de l'indice de biodisponibilité du manganèse et du zinc et de N des nitrates dans les sols en Ontario).

Nom du laboratoire	Adresse	Téléphone, télécopieur et courriel	Personne-ressource (au mois d'août 2022)
A & L Canada Laboratories Inc. www.alcanada.com	2136 Jetstream Rd. London (Ontario) N5V 3P5	Tél. : 519 457-2575 Téléc. : 519 457-2664 Courriel : aginfo@alcanada.com	Greg Patterson Dave Stallard
Agriculture & Food Laboratories Université de Guelph https://afl.uoguelph.ca	Université de Guelph C. P. 3650 95 Stone Rd. W. Guelph (Ontario) N1H 8J7	Tél. : 519 767-6299 1 877 863-4235 Téléc. : 519 767-6240 Courriel : aflinfo@uoguelph.ca	Nick Schrier
Activation Laboratories ltée	41, rue Bittern Ancaster (Ontario) L9G 4V5	Tél. : 905 648-9611 1 888 228-5227 Téléc. : 905 648-9613	Carolyn Fraser
Brookside Laboratories, Inc. www.blinc.com	200 White Mountain Dr. New Bremen (Ohio) 45871 États-Unis	Tél. : 419 977-2766 Téléc. : 419 977-2767 Courriel : info@blinc.com	Jackie Brackman
Eurofins Environment Testing Canada Inc.	146, ch. Colonnade, bureau 8 Ottawa (Ontario) K2E 7Y1	Tél. : 613 727-5692 Téléc. : 613 727-5222 Courriel : infocanada@eurofins.com	Amy Walpole-James Addrine Thomas
Honeyland Ag Services	3918 West Corner Dr. Ailsa Craig (Ontario) N0M 1A0	Tél. : 226 377-8485 Courriel : croelands@honeylandag.com	Chris Roelands
SGS – Agrifood Laboratories www.agtest.com	503 Imperial Rd., Unit 1 Guelph (Ontario) N1H 6T9	Tél. : 519 837-1600 1 800 265-7175 Téléc. : 519 837-1242 Courriel : ca.agri.guelph.lab@sgs.com	Jack Legg David Boyle
Stratford Agri-Analysis www.stratfordagri.ca	1131, rue Erie, C. P. 760 Stratford (Ontario) N5A 6W1	Tél. : 519 273-4411 1 800 323-9089 Téléc. : 519 273-2163 Courriel : info@stratfordagri.ca	Nelmy Narvaez Barbara Spanjers

Il n'existe aucun agrément officiel en Ontario pour l'analyse des tissus végétaux, mais tous les laboratoires agréés pour effectuer des analyses de sol font l'objet de contrôle pour ce type d'analyse.

Annexe D. Assurance-production

L'Assurance-production est un programme d'assurance fondé sur la production qui protège les agriculteurs contre les baisses de rendement et les pertes de récoltes dues au mauvais temps et à d'autres périls assurés, comme la pluie excessive, la grêle, la sécheresse et les maladies des plantes. En Ontario, c'est Agricorp qui administre le programme au nom du gouvernement provincial et d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Plus de 16 000 producteurs et de 2 millions d'hectares (5 millions d'acres) sont assurés chaque année dans la province.

Les gouvernements fédéral et provincial paient un maximum de 60 % des primes d'assurance exigées et 100 % des frais d'administration du programme. Les primes payées par les producteurs sont versées dans un fonds unique qui sert à payer les indemnisations. Ainsi, les indemnisations versées à un petit nombre de producteurs sont réparties sur l'ensemble des adhérents au programme. Elles sont limitées au rendement garanti au producteur et au montant assuré.

L'Assurance-production est accessible à l'ensemble des agriculteurs, des propriétaires fonciers et des métayers de l'Ontario qui produisent une culture admissible. Sont couvertes 100 cultures commerciales de la province dans les secteurs de production suivants :

- cultures fourragères;
- arbres fruitiers et raisin;
- fraises;
- apiculture;
- céréales et oléagineux;
- légumes;
- maïs de semence, betterave à sucre, chanvre et tabac.

Pour obtenir de plus amples renseignements, téléphoner à Agricorp entre 7 h et 17 h en semaine au 1 888 247-4999 ou visiter le www.agricorp.com.

Agricorp
1 Stone Rd. W., P.O. Box 3660, Stn. Central
Guelph (Ontario) N1H 8M4

Tél. : 1 888 247-4999
Téléc. : 519 826-4118
Courriel : contact@agricorp.com

Cultures couvertes par l'Assurance-production en Ontario

Légumes destinés au marché du frais – Perte de superficie

- **Légumes-racines** (betterave potagère, carotte, céleri rave, échalote française, ail, oignon vert, poireau, oignon, panais, radis, rutabaga, navet, patate douce)
- **Légumes-feuilles** (bok choy, brocoli, chou de Bruxelles, chou-fleur, céleri, chou chinois, brocoli chinois, chou frisé, laitue, mesclun, feuilles de moutarde, épinard, chou d'été et chou d'hiver, yu choy)
- **Légumes-fruits** (concombre, aubergine, melons, piment, poivron, citrouille, courges, tomate, melon d'eau, courgette)
- **Autres légumes** (féverole à gros grains, haricot vert et haricot beurre, pois vert, maïs sucré)

Cultures fruitières

- Pomme (fruit et arbre)
- Cerise acide et cerise douce (fruit et arbre)
- Raisin (fruit et vigne)
- Pêche et nectarine (fruit et arbre)
- Poire (fruit et arbre)
- Prunes (fruit et arbre)
- Fraise

Cultures diverses

- Orge de printemps ou d'automne
- Canola de printemps et d'automne
- Haricot pour consommation humaine (adzuki, noir, canneberge, rognon, japonais ou autre, blanc)
- Maïs (grain, ensilage, biologique)
- Cultures fourragères (régime d'assurance précipitations pour les cultures fourragères)
- Apiculture et santé des abeilles
- Chanvre industriel
- Moutarde
- Nouveau semis fourrager (standard et qualité supérieure)
- Arachides
- Maïs à éclater
- Soya (semences certifiées, tofu, natto, produits biologiques)
- Céréales de printemps, avoine
- Maïs de semence
- Blé de printemps et semences certifiées de blé de printemps
- Betterave à sucre
- Tournesol
- Épeautre d'automne biologique
- Blé de force rouge d'hiver
- Blé d'hiver biologique
- Blé tendre rouge d'hiver
- Blé tendre blanc d'hiver
- Semences certifiées blé d'hiver

Cultures légumières – Rendement moyen à la ferme ou production totale

- Asperge
- Piment banane
- Poivron
- Haricot vert et haricot beurre de transformation
- Courge Butternut de transformation
- Carotte fraîche
- Carotte de transformation
- Concombre de transformation
- Haricot de Lima de transformation
- Pois de transformation
- Pomme de terre fraîche
- Pomme de terre de transformation
- Betterave potagère de transformation
- Rutabaga
- Oignon de semence
- Oignon à repiquer
- Oignon d'Espagne
- Maïs sucré de transformation
- Tomate de transformation

Tabac

- Noir
- Burley
- Jaune

Annexe E. Autres ressources

CENTRES DE RECHERCHES D'AGRICULTURE ET AGROALIMENTAIRE CANADA

www.agriculture.canada.ca/fr/science/centres-recherche-lagriculture-lagroalimentaire

Centre de recherche et de développement d'Ottawa
960, avenue Carling
Ottawa (Ontario) K1A 0C6
Tél. : 613 759-1858

Centre de recherche et de développement de Guelph
95 Stone Rd. W.
Guelph (Ontario) N1G 5C9
Tél. : 226 217-8200

Centre de recherche et de développement de Harrow
2585 County Road 20
Harrow (Ontario) N0R 1G0
Tél. : 519 738-2251

Centre de recherche et de développement de London
1391, rue Sandford
London (Ontario) N5V 4T3
Tél. : 519 457-1470

Ferme expérimentale de Vineland
4902, av. Victoria N.
Vineland (Ontario) L0R 2E0
Tél. : 905 562-4113

Ferme expérimentale de Delhi
P.O. Box 186, Schafer Rd.
Delhi (Ontario) N4B 2W9
Tél. : 519 582-1950

BUREAUX RÉGIONAUX (PHYTOPROTECTION) DE L'AGENCE CANADIENNE D'INSPECTION DES ALIMENTS

www.inspection.gc.ca/francais/tocf.shtml

Barrie
500 Huronia Rd., # 103
Barrie (Ontario) L4N 8X3
Tél : 705 739-0008

Belleville
345, rue College E.
Belleville (Ontario) K8N 5S7
Tél. : 613 969-3320

Brantford
625 Park Rd. N., Ste. 6
Brantford (Ontario) N3T 5L8
Tél. : 519 753-3478

Guelph
259 Woodlawn Rd. W., Suite A
Guelph (Ontario) N1H 8J1
Tél. : 519 217-1200

Hamilton
709, rue Main O., bureau 101
Hamilton (Ontario) L8S 1A2
Tél. : 905 572-2201

Kingsville
106, av. Wigle, bureau 1
Kingsville (Ontario) N9Y 2J8
Tél: 519-733-5013

Londres
19–100 Commissioners Rd. E.
London (Ontario) N5Z 4R3
Tél. : 519 691-1300

North Bay
107, av. Sherreff
North Bay (Ontario) P1B 7K8
Tél : 705 495-5995

District d'Ottawa
38, ch. Auriga, bureau 8
Ottawa (Ontario) K2E 8A5
Tél. : 613 773-8660

Peterborough
163, rue Simcoe
Peterborough (Ontario) K9H 2H6
Tél. : 705 742-6917

St. Catharines
350, rue Ontario
St. Catharines (Ontario) L2R 5L8
Tél. : 905 937-7434

Thunder Bay
977 Alloy Dr.
Thunder Bay (Ontario) P7B 5Z8
Tél. : 807 683-4370

Toronto
1122, av. Finch O., bureau 22
North York (Ontario) M3J 3J5
Tél. : 647 790-1100

Walkerton
19 Ontario Rd.
Walkerton (Ontario) N0G 2V0
Tél. : 519 881-2431

UNIVERSITÉ DE GUELPH

www.plant.uoguelph.ca

Campus principal
50 Stone Rd. E.
Guelph (Ontario) N1G 2W1
Tél. : 519 824-4120
www.uoguelph.ca

Campus de Ridgetown
120 Main St. E.
Ridgetown (Ontario) N0P 2C0
Tél. : 519 674-1500
www.ridgetownc.com

Département de phytotechnie, Guelph
50 Stone Rd. E.
Guelph (Ontario) N1G 2WI
Tél. : 519 824-4120, p. 56083

Département de phytotechnie, Simcoe
1283 Blueline Rd., P.O. Box 587
Simcoe (Ontario) N3Y 4N5
Tél. : 519 426-7127

Département de phytotechnie, Vineland
4890, av. Victoria N., C. P. 7000
Vineland Station (Ontario) L0R 2E0
Tél. : 905 562-4141

Division des services de laboratoire
www.uoguelph.ca/labserv
P.O. Box 3650, 95 Stone Rd. W.
Guelph (Ontario) N1H 8J7
Tél. : 519 767-6299

Annexe F. Service de diagnostic

Les échantillons destinés au diagnostic de maladies, à l'identification d'insectes ou de mauvaises herbes, au dénombrement de nématodes ou au dépistage du champignon *Verticillium* peuvent être expédiés à la :

Plant Disease Clinic
Laboratory Services Division University of Guelph

95 Stone Rd. W.
Guelph (Ontario) N1H 8J7
Tél. : 519 823-1268, p. 57256
Téléc. : 519 767-6240
Courriel : aflinfo@uoguelph.ca

Tout échantillon doit être accompagné du paiement. Les formulaires nécessaires se trouvent au www.afl.uoguelph.ca/submitting-samples.

Grille tarifaire

Pour en savoir plus sur les prix des analyses, visiter le site www.afl.uoguelph.ca ou appeler le laboratoire.

Comment prélever les échantillons destinés au dénombrement des nématodes

Sol

Moment de prélèvement des échantillons

Les échantillons de sol et de racines peuvent être prélevés à n'importe quel moment de l'année, lorsque le sol n'est pas gelé. En Ontario, les populations de nématodes dans le sol sont généralement à leur apogée en mai et en juin, puis de nouveau en septembre et en octobre.

Comment prélever les échantillons

Prélever les échantillons à l'aide d'une sonde tubulaire, d'un transplantoir ou d'une pelle à lame étroite, à une profondeur de 20 à 25 cm (8 à 10 po). Si le sol est dénudé, enlever au préalable les deux premiers centimètres (1 po) de terre. Un échantillon doit réunir au moins 10 sous-échantillons, que l'on mélange bien et dont on ne conserve que 0,5 à 1 l. Aucun échantillon ne doit représenter plus de 2,5 ha (6 ¼ acres). Les sous-échantillons devraient être mélangés dans un seau propre ou un sac de plastique.

Schéma d'échantillonnage

Si la zone de prélèvement contient des plantes cultivées vivantes, faire les prélèvements dans le rang au niveau de la zone des poils absorbants (pour les arbres, à la périphérie du feuillage).

Nombre de sous-échantillons

Selon la superficie totale échantillonnée :

500 m^2	10 sous-échantillons
500 m^2-0,5 ha	25 sous-échantillons
0,5-2,5 ha	50 sous-échantillons

Racines

Pour les petites plantes, échantillonner tout le système racinaire plus le sol qui y adhère. Pour les grosses plantes, il faut prélever de 10 à 20 g en poids frais dans la zone des poils absorbants.

Zones atteintes

Prélever des échantillons de sol et de racines en périphérie de la zone atteinte, là où les plants sont encore vivants. Dans la mesure du possible, prélever aussi dans le même champ des échantillons provenant de zones saines. Soumettre si possible des échantillons de racines et de sol provenant à la fois des zones atteintes et des zones saines dans le même champ.

Manipulation des échantillons

Échantillons de sol

Les placer dans des sacs de plastique dès que possible après le prélèvement.

Échantillons de racines

Les placer dans des sacs de plastique et les recouvrir de sol humide prélevé au même endroit.

Entreposage

Entreposer les échantillons entre 5 et 10 °C (41 et 50 °F). Ne pas les exposer aux rayons du soleil ou à des températures extrêmement chaudes ou froides (congélation). Seuls les nématodes vivants peuvent être comptés. La précision du dénombrement dépend du soin accordé aux échantillons.

Plantes présentées pour identification ou diagnostic

Formulaires de demande d'analyse

On peut obtenir les formulaires nécessaires en s'adressant à son bureau régional du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario. Prendre soin de bien remplir chacune des sections du formulaire. Dans l'espace prévu, dessiner les symptômes les plus évidents et la forme que prend la zone atteinte dans le champ. Il est important d'indiquer les cultures des trois dernières années dans la zone et les pesticides qui ont été employés au cours de la dernière année.

Choisir un échantillon complet et représentatif montrant les premiers symptômes. Présenter un échantillon aussi complet que possible de la plante, y compris le système racinaire ou plusieurs plants montrant une gamme de symptômes. Si les symptômes sont étendus à tout le champ, prélever l'échantillon à un endroit où les dommages sont modérés. Les tissus complètement morts sont habituellement inutiles à des fins de diagnostic.

Les spécimens de plantes présentés à des fins d'identification devraient comporter une portion d'au moins 20 à 25 cm (8 à 10 po) de la partie supérieure de la tige et des bourgeons latéraux, des feuilles, des fleurs ou des fruits dans un état qui permet de les identifier. Envelopper les plants dans du papier journal et les mettre dans un sac de plastique. Il faut placer le système racinaire dans un sac de plastique séparé, bien attaché, pour éviter le dessèchement et la contamination des feuilles par le sol. Ne PAS ajouter d'eau, de façon à ne pas favoriser la décomposition durant le transport. Coussiner les spécimens et les emballer dans une boîte rigide pour éviter les dommages durant le transport.

Éviter de laisser des spécimens exposés à des températures extrêmes dans un véhicule ou dans un endroit où ils pourraient se détériorer.

Expédition

Expédier les échantillons au laboratoire (Pest Diagnostic Clinic) le plus tôt possible, pourvu que ce soit en début de semaine, par courrier de première classe ou par messagerie.

Spécimens d'insectes présentés pour identification

Prélèvement des échantillons

Placer les cadavres d'insectes et araignées à corps dur dans des éprouvettes ou des boîtes en prenant soin de les entourer de papier-mouchoir ou de coton hydrophile (ouate). Dans le cas des insectes à corps mou et des chenilles, les placer dans des éprouvettes contenant de l'alcool. Ne pas utiliser d'eau, car cela ferait pourrir le spécimen. Pour l'expédition, il ne faut pas fixer les insectes sur du papier au moyen de ruban gommé, ni les laisser libres dans une enveloppe.

En ce qui concerne les insectes vivants, les placer dans une boîte avec suffisamment de « nourriture » pour le transport. Ne pas oublier d'inscrire la mention « vivant » sur l'emballage.



Plant Disease Clinic Sample Submission Form

95 Stone Road West
Guelph, ON
Mail parcels: N1H 8J7
Courier parcels: N1G 2Z4
Tel: (519) 767-6299
Web: www.AFLuoguelph.ca

LABORATORY USE ONLY:
Rec'd By:_____ **Date Received:** _____
Delivered By: ☐ **Mail** ☐ **Courier** ☐ **In-Person**
LS Sample No: _____ **to** _____
Payment Rec'd: $_____ **Receipt #:**_____

Submitted By:			Owner (if different from submitter):		
Business Name (if applicable):			Business Name (if applicable):		
Street:			Street:		
City:	Prov:	Postal Code:	City:	Prov:	Postal Code:
Tel: ( ) -	Fax: ( ) -		Tel: ( ) -	Fax: ( ) -	
Email:			Email:		

Unless otherwise indicated, report and invoice will be sent to submitter
Report to: ☐ Submitter ☐ Owner Required Report Format: ☐ Fax ☐ E-Mail ☐ Mail

Invoice to: ☐ Submitter ☐ Owner Quotation #: PO# / U of G G/L Code:

Services Required: Please select a test from below. If unsure of which test to select, please check Plant Disease Diagnosis and our diagnostician will choose the most appropriate testing based on symptoms.

☐ **Plant Disease Diagnosis** ☐ **Plant Virus Test** ☐ **Insect Identification**
☐ **Nematodes:** ☐ Count from Soil ☐ Cyst & Egg Count from Soil ☐ Count From Roots ☐ Bulb & Stem

DNA Scan*: Water† ☐ Basic ☐ Diagnostic Soil ☐ Basic ☐ Diagnostic Plant ☐ Basic ☐ Diagnostic ☐ Turf
*For pathogens detected by DNA scans see our website for more detailed information.

PCR: ☐ Agrobacterium (Ri & Ti plasmids) ☐ Fire Blight ☐ Phytoplasmas ☐ Tomato Bacterial Canker

☐ **Other** (please specify test required and/or pathogen suspected):

Important: Please read

By submitting samples to the Plant Disease Clinic (PDC), the submitter acknowledges and agrees that summarized plant disease results, without any link to client or location, can be published yearly in the Canadian Plant Disease Survey. The submitter also agrees that PDC may share results and contact information with government regulators to be in compliance with relevant government legislation regarding regulated or reportable plant diseases.

†**If submitting WATER SAMPLES, you must complete this section:**

Is the purpose of the water test request to assess the quality of water for human consumption? ☐ **YES** ☐ **NO**

Date: **Signature:**

Plant or Host Affected:			**Grower's sample ID:**
Size of Planting:	% of Plants Affected:	Symptoms First Appeared in Past: ☐ Days ☐ Weeks ☐ Months ☐ Years	Degree of Injury: ☐ Severe ☐ Moderate ☐ Light

Describe the problem in detail (i.e. symptoms, plant parts affected, distribution of symptoms, cropping history):

Were chemicals applied? Please specify type of product(s) used and date(s) of application. Provide additional comments and specific requests.

Annexe G. Système international d'unités et abréviations

Unités du Système international (SI)

Unités de longueur

10 millimètres (mm) = 1 centimètre (cm)
100 centimètres (cm) = 1 mètre (m)
1 000 mètres = 1 kilomètre (km)

Unités de surface

100 m x 100 m = 10 000 m^2 = 1 hectare (ha)
100 ha = 1 kilomètre carré (km^2)

Unités de volume

Solides

1 000 millimètres cubes (mm^3) = 1 centimètre cube (cm^3)
1 000 000 cm^3 = 1 mètre cube (m^3)

Liquides

1 000 millilitres (ml) = 1 litre (l)
100 l = 1 hectolitre (hl)

Équivalences poids-volume (pour l'eau)

(1,00 kg) 1 000 grammes = 1 litre (1,00 l)
(0,50 kg) 500 g = 500 ml (0,50 l)
(0,10 kg) 100 g = 100 ml (0,10 l)
(0,01 kg) 10 g = 10 ml (0,01 l)
(0,001 kg) 1 g = 1 ml (0,001 l)

Unités de poids

1 000 milligrammes (mg) = 1 gramme (g)
1 000 g = 1 kilogramme (kg)
1 000 kg = 1 tonne métrique (t)
1 mg/kg = 1 partie par million (ppm)

Équivalences solides-liquides

1 cm^3 = 1 ml
1 m^3 = 1 000 l

Conversions SI

5 ml = 1 c. à thé
15 ml = 1 c. à table
28,5 ml = 1 once liquide (imp.)

Facteurs de conversion utiles (approximations)

litres par hectare × 0,4 = litres par acre
kilogrammes par hectare × 0,4 = kilogrammes par acre

Conversions des taux d'application

Du SI au système impérial ou américain (approximations)

litres par hectare × 0,09 = gallons par acre (imp.)
litres par hectare × 0,11 = gallons par acre (amér.)
litres par hectare × 0,36 = pintes par acre (imp.)
litres par hectare × 0,43 = pintes par acre (amér.)
litres par hectare × 0,71 = chopines par acre (imp.)
litres par hectare × 0,86 = chopines par acre (amér.)
millilitres par hectare × 0,014 = onces liquides par acre (amér.)
grammes par hectare × 0,014 = onces par acre
kilogrammes par hectare × 0,89 = livres par acre
tonnes par hectare × 0,45 = tonnes par acre

Du système impérial ou américain au SI (approximations)

gallons par acre (imp.) × 11,23 = litres par hectare (l/ha)
gallons par acre (amér.) × 9,35 = litres par hectare (l/ha)
pintes par acre (imp.) × 2,8 = litres par hectare (l/ha)
pintes par acre (amér.) × 2,34 = litres par hectare (l/ha)
chopines par acre (imp.) × 1,4 = litres par hectare (l/ha)
chopines par acre (amér.) × 1,17 = litres par hectare (l/ha)
onces liquides par acre (imp.) × 70 = millilitres par hectare (ml/ha)
onces liquides par acre (amér.) × 73 = millilitres par hectare (ml/ha)
tonnes (amér.) par acre × 2,24 = tonnes métriques par hectare (t/ha)
livres par acre × 1,12 = kilogrammes par hectare (kg/ha)
livres par acre × 0,45 = kilogrammes par acre (kg/acre)
onces par acre × 70 = grammes par hectare (g/ha)

Équivalences de poids (approximations)

Métrique		Impérial
grammes ou kilogrammes/hectare		**onces ou livres/acre**
100 g/ha	=	1 ½ oz/acre
200 g/ha	=	3 oz/acre
300 g/ha	=	4 ¼ oz/acre
500 g/ha	=	7 oz/acre
700 g/ha	=	10 oz/acre
1,10 kg/ha	=	1 lb/acre
1,50 kg/ha	=	1 ¼ lb/acre
2,00 kg/ha	=	1 ¾ lb/acre
2,50 kg/ha	=	2 ¼ lb/acre
3,25 kg/ha	=	3 lb/acre
4,00 kg/ha	=	3 ½ lb/acre
5,00 kg/ha	=	4 ½ lb/acre
6,00 kg/ha	=	5 ¼ lb/acre
7,50 kg/ha	=	6 ¾ lb/acre
9,00 kg/ha	=	8 lb/acre
11,00 kg/ha	=	10 lb/acre
13,00 kg/ha	=	11 ½ lb/acre
15,00 kg/ha	=	13 ½ lb/acre

Tables de conversion – Du SI au système impérial (approximations)

Longueur		
1 millimètre (mm)	=	0,04 pouce
1 centimètre (cm)	=	0,40 pouce
1 mètre (m)	=	39,40 pouces
1 mètre (m)	=	3,28 pieds
1 mètre (m)	=	1,09 verge
1 kilomètre (km)	=	0,62 mille
Superficie		
1 centimètre carré (cm^2)	=	0,16 pouce carré
1 mètre carré (m^2)	=	10,77 pieds carrés
1 mètre carré (m^2)	=	1,20 verge carrée
1 kilomètre carré (km^2)	=	0,39 mille carré
1 hectare (ha)	=	107 636 pieds carrés
1 hectare (ha)	=	2,5 acres
Volume (solides)		
1 centimètre cube (cm^3)	=	0,061 pouce cube
1 mètre cube (m^3)	=	1,31 verge cube
1 mètre cube (m^3)	=	35,31 pieds cubes
1 000 mètres cubes (m^3)	=	0,81 acre-pied
1 hectolitre (hl)	=	2,8 boisseaux
Volume (liquides)		
1 millilitre (ml)	=	0,035 once liquide (imp.)
1 litre (l)	=	1,76 chopine (imp.)
1 litre (l)	=	0,88 pinte (imp.)
1 litre (l)	=	0,22 gallon (imp.)
1 litre (l)	=	0,26 gallon (amér.)
Poids		
1 gramme (g)	=	0,035 once
1 kilogramme (kg)	=	2,21 livres
1 tonne métrique (t)	=	1,10 tonne (imp.)
1 tonne métrique (t)	=	2 205 livres
Pression		
1 kilopascal (kPa)	=	0,15 livre/po^2
Vitesse		
1 mètre par seconde	=	3,28 pieds par seconde
1 mètre par seconde	=	2,24 milles à l'heure
1 kilomètre à l'heure	=	0,62 mille à l'heure
Température		
°F	=	(°C × 1,8) + 32

Tables de conversion – Du système impérial au SI (approximations)

Longueur		
1 pouce	=	2,54 cm
1 pied	=	0,30 m
1 verge	=	0,91 m
1 mille	=	1,61 km
Superficie		
1 pied carré	=	0,09 m^2
1 verge carrée	=	0,84 m^2
1 acre	=	0,40 ha
Volume (solides)		
1 verge cube	=	0,76 m^3
1 boisseau	=	36,37 l
Volume (liquides)		
1 once liquide (imp.)	=	28,41 ml
1 chopine (imp.)	=	0,57 l
1 gallon (imp.)	=	4,55 l
1 gallon (amér.)	=	3,79 l
Poids		
1 once	=	28,35 g
1 livre	=	453,6 g
1 tonne imp.	=	0,91 tonne métrique
Pression		
1 livre par pouce carré	=	6,90 kPa
Température		
°C	=	(°F - 32) × 0,5556

Abréviations

cm	=	centimètre
cm^2	=	centimètre carré
SC	=	concentré à pulvériser
CE	=	conductivité électrique
E	=	émulsion
g	=	gramme
Gr	=	granulé
DG	=	granulé dispersable
WDG	=	granulé dispersable dans l'eau
WG	=	granulé mouillable
ha	=	hectare
i. a.	=	ingrédient actif
kg	=	kilogramme
km/h	=	kilomètre à l'heure
kPa	=	kilopascal
l	=	litre
m	=	mètre
m^2	=	mètre carré
m/s	=	mètre par seconde
ml	=	millilitre
mm	=	millimètre
ex. :	=	par exemple
F	=	pâte fluide
DF	=	pâte granulée
AP	=	poudre à usage agricole
DP	=	poudre dispersable
W	=	poudre mouillable
WP	=	poudre mouillable
SP	=	poudre soluble
%	=	pour cent
CS	=	suspension de capsules
T	=	tonne



ontario.ca/cultures