

Dernière mise à jour le **24 février 2018**

## La pourriture amère du pommier

**Vincent Phillion**

Depuis quelques années, on aperçoit dans quelques vergers de pommiers une pourriture surprenante des fruits qui apparaît en plein été. La pourriture amère (« bitter rot ») est une maladie sporadique au Québec mais qui est rapportée aux États-Unis depuis plus d'un siècle<sup>1-4</sup> et qui peut malheureusement prendre des proportions importantes certaines années. Cette maladie est parfois considérée comme la plus dommageable sur pommiers parce qu'elle peut causer la perte entière de la récolte. La pourriture amère est présente dans plusieurs pays producteurs de pommes<sup>1</sup>, mais en Amérique la maladie était jadis confinée aux régions au sud des États-Unis<sup>5</sup> où elle est contrôlée par l'élimination des symptômes et des applications répétées de fongicides en été<sup>6</sup>. Au cours du temps, la maladie est devenue de plus en plus fréquente au nord et est même devenue une maladie prioritaire en Ontario<sup>7</sup>. Au Québec, la maladie n'était même pas mentionnée dans les guides de production avant 2015 et est passée rapidement d'anecdotique, à préoccupante dans des vergers sous régie biologique mais aussi en PFI.

### Étiologie (cause)

La pourriture amère est causée par différentes espèces de champignons microscopiques appartenant au genre *Colletotrichum*. Ces champignons qui sont très fréquents en nature causent une maladie qui s'appelle l'antracnose sur la plupart des plantes (à l'exception du pommier) qui peut prendre différentes formes. L'épidémiologie diffère considérablement d'une plante à l'autre pour un même champignon. Les différentes espèces de *Colletotrichum* ne sont pas très spécifiques à leur hôte et coexistent sur les plantes. Le genre *Colletotrichum* est complexe et évolutif; conséquemment la taxonomie et la gamme d'hôtes par espèce ne sont donc pas entièrement résolues<sup>8,9</sup>.

Néanmoins, plusieurs espèces sur pommiers sont maintenant bien connues et regroupés à l'intérieur de deux complexes d'espèces, *C. acutatum*<sup>8</sup> et *C. gloeosporioides*<sup>9</sup>, mais qui sont variables selon les pays ([tableau](#)) et difficilement différenciables sans outils moléculaires. L'espèce ou les espèces impliquées au Québec ne sont pas connues, mais incluent probablement *C. fioriniae*. Même si *C. acutatum* et *C. gloeosporioides* partagent certains traits, leurs différences notamment pour leur température préférentielle et leur sensibilité aux fongicides pourraient avoir un impact pour la lutte, par exemple pour établir le meilleur moment des traitements<sup>10</sup> et le choix des produits<sup>11</sup>.

Les espèces sur pommier s'attaquent à une gamme variée de plantes cultivées tant localement (bleuets, fraises, pommiers, etc.) qu'à l'étranger (amandes, avocats, pêches, etc.) Sur poiriers, la maladie est moins fréquente en Amérique<sup>3,8</sup> mais est rapportée en Chine<sup>12</sup>. À part les plantes cultivées, les espèces sur pommiers s'attaquent à une gamme variée de plantes indigènes et introduites et aussi parfois à des insectes<sup>13</sup> et à d'autres organismes<sup>14</sup>. Par contre, il semble acquis qu'elles ne s'attaquent pas aux graminées<sup>14,15</sup>.

Les espèces impliquées sont plus ou moins spécialisées selon les symptômes qu'elles provoquent. Par exemple, *C. acutatum* ne produit jamais de symptômes sur le feuillage des pommiers alors que c'est le cas dans certains pays pour *C. gloeosporioides*. Les espèces de *C. gloeosporioides* sont aussi

plus agressives sur fruits<sup>11</sup>. Sur les fruits, on distingue la pourriture amère, qui apparaît généralement avant la récolte, des pourritures qui se déclarent durant l'entreposage, appelées aussi gloeosporioses. Les gloeosporioses sont fréquentes en Europe<sup>16</sup> mais assez rares au Québec et sont généralement associées à d'autres champignons<sup>17</sup>. Toutes ces maladies peuvent être facilement confondues sur la base des symptômes, mais la pourriture amère se distingue par une apparition avant récolte.

Symptômes sur pommiers	Groupe ( <i>sensu lato</i> )	Champignon	Pays rapportés pour les espèces sur pommiers	Autres hôtes cultivés atteints (exemples)
Fruits seulement	<i>C. acutatum</i>	<i>C. acerbum</i>	Nouvelle-Zélande	Amandier, avocatier, bleuet, fraisier, framboisier, manguier, pêcher, olivier, poirier, tomate
		<i>C. fioriniae</i> ( <i>Glomerella acutata</i> )	Corée, Italie, Nouvelle-Zélande, Pays-Bas, États-Unis	Amandier, fraisier, framboisier, merisier, olivier, noyer, tamarillo
		<i>C. godetiae</i>	Pays-Bas	Fraisier, olivier
		<i>C. nymphaeae</i>	Brésil, Corée, États-Unis	Poirier
		<i>C. pyricola</i>	Nouvelle-Zélande	Fraisier, tomate, saule
		<i>C. salicis</i>	Allemagne, Nouvelle-Zélande	Avocatier
Fruits et parfois feuillage (« <i>Glomerella</i> leaf spot », GLS <sup>18</sup> )	<i>C. gloeosporioides</i> ( <i>Musae clade</i> )	<i>C. alienum</i>	Nouvelle-Zélande	Avocatier, caféier, fraisier, nachi, poirier
		<i>C. fructicola</i> ( <i>Glomerella cingulata</i> )	Australie, Brésil, Chine, États-Unis	Avocatier, caféier, fraisier, pistachier, poivron, vigne
		<i>C. siamense</i>	États-Unis	États-Unis <sup>11</sup>

#### Apparition des symptômes

La pourriture des fruits est favorisée par les étés chauds, humides et pluvieux. Les fruits peuvent être infectés tout au long de la saison, de la floraison<sup>19</sup> à la récolte. Cependant, la plupart des symptômes apparaissent en cours d'été souvent à la suite de conditions chaudes et orageuses. Les premiers symptômes sont assez discrets. Au début, de petites taches circulaires grises ou brunes et peu distinctives apparaissent sur les fruits<sup>1</sup>, mais pas nécessairement en lien avec les lenticelles. Ces premiers symptômes peuvent être facilement confondus avec d'autres dommages comme la cochenille de San José<sup>20</sup> ou même une phytotoxicité au cuivre.

Par la suite, des lésions circulaires beiges superficielles se forment et s'agrandissent à mesure que le champignon cause une pourriture de la chair du fruit. Le nombre de lésions par fruits peut être très variable. Dans certains cas, le fruit peut être couvert de petites lésions qui progressent peu,

mais la plupart du temps le fruit est atteint de quelques lésions qui progressent rapidement<sup>3</sup>, pouvant atteindre 3 cm en moins d'une semaine<sup>4</sup>. Quand la pomme est tranchée, la progression de la pourriture vers le cœur est souvent en forme de « V » (conique). Quoique caractéristique, ce symptôme n'est pas universel. Quand la température est très élevée, les fruits peuvent se ratatiner, pourrir entièrement et tomber au sol ou alors se momifier et rester collés sur l'arbre<sup>3</sup>. Quand la progression est retardée par du temps plus froid, une marge pourpre apparaît à la marge des symptômes.

À la surface des lésions, des cercles concentriques formés de petites structures appelées acervules apparaissent assez tôt pendant la progression des symptômes<sup>1</sup>. Parfois, les acervules ne suivent pas ce patron et sont plutôt aléatoires<sup>3</sup>. Lorsque les conditions sont très favorables à la sporulation, soit une humidité très élevée et une température entre 20 et 30 °C, une masse gélatineuse rose-orangé ou saumon peut être libérée par les acervules à la surface des fruits. Cette masse de spores (conidies) prend rapidement une allure plus croûtée et racornie par temps sec. La sporulation est un signe caractéristique fiable de l'infection par *Colletotrichum*. La pourriture noire des fruits (*Botryosphaeria* sp.) cause des symptômes similaires, mais sans cette sporulation particulière. Les symptômes plus âgés des deux maladies sont noirs et impossibles à différencier. Sur le bois, les symptômes sont difficiles à distinguer. De plus le champignon colonise souvent des branches affectées par d'autres maladies.

### Épidémiologie

**Survie hivernale au verger.** Les fruits infectés laissés au sol, tous les fruits momifiés et restés dans l'arbre<sup>2</sup> ou tombés au sol<sup>1</sup>, les pédoncules accrochés aux arbres<sup>1</sup>, les bourgeons à fruit<sup>16</sup>, les chancres associés à plusieurs maladies (ex. : feu bactérien<sup>1,5</sup>, pourriture noire, chancre européen, dépérissement nectrien) et les diverses branches mortes laissées dans les arbres<sup>1,2</sup> peuvent héberger *Colletotrichum* et maintenir des sources de spores résidentes du verger, parfois pendant plusieurs années. Comme les sources au sol peuvent se décomposer et ne permettent pas des éclaboussements de spores aussi importants que les sources dans les arbres, elles sont moins inquiétantes.

Dépérissement nectrien dans l'arbre hébergeant *Colletotrichum*, à l'origine de la pourriture amère sur le fruit à proximité. (source : Y. Morin)

**Autres modes de survie.** Sur les feuilles mortes et sur le sol, le champignon peut survivre assez longtemps quand les conditions sont sèches, mais meurt rapidement dès que le sol ou la litière sont humidifiés et colonisés par d'autres micro-organismes. Ce n'est donc pas un mode de survie significatif pour passer l'hiver. De plus, même si certaines espèces du champignon (*Glomerella acutata*, *G. cingulata*) peuvent produire à l'occasion des ascospores à l'intérieur de périthèces sur les surfaces atteintes (reproduction sexuée, stade parfait), cette phase de la maladie est rarement rapportée en nature pour *G. acutata*<sup>11</sup> et ne contribue probablement pas non plus de façon significative à l'épidémiologie de la maladie sous nos conditions<sup>2,14</sup>. Finalement, *C. fioriniae* qui est probablement l'espèce la plus fréquente sur pommiers peut aussi infecter et tuer la cochenille de la pruche<sup>13</sup>. Son association à des écosystèmes forestiers via des insectes laisse donc présager d'autres modes de survie.

**Dissémination et survie estivale.** Les spores produites sur les différents hôtes de ce champignon, incluant les pommes affectées, peuvent se propager par éclaboussement, la plupart du temps à la faveur des pluies. Lors d'orages violents, la pluie entraînée par le vent peut disséminer les spores sur d'assez grandes distances et coloniser d'autres cultures incluant les vergers où la maladie était absente. Les insectes attirés par la masse gélatineuse de spores sur les fruits peuvent aussi

accidentellement aussi transporter les spores<sup>4</sup>.

Les spores qui sont disséminées en cours de saison peuvent survivre assez longtemps sur les surfaces où elles atterrissent sans nécessairement provoquer de symptômes. On parle alors d'infections quiescentes ou latentes qui peuvent par la suite se développer (ou non) si les conditions sont favorables. Parfois le champignon produit même des spores sans passer par une infection et survit donc discrètement, le plus souvent sur des feuilles (épiphyte)<sup>14</sup>. Le champignon se nourrit alors sans nuire à la plante qui l'héberge (biotrophe). Ainsi, d'autres plantes malades ou non comme les pommiers pollinisateurs, les champs de fraisiers avoisinants, des arbres comme le marronnier<sup>21</sup> et même les mauvaises herbes peuvent être impliquées et servir en tant que réservoirs d'inoculum en cours de saison.

**Infection des fruits.** Comme l'agent pathogène est endémique dans plusieurs vergers et que la maladie est sporadique<sup>5</sup>, il faut conclure que l'arrivée des spores de ce champignon à la surface d'un fruit sain suite à une pluie ne suffit pas pour provoquer la pourriture des pommes. Pour que la maladie se déclare, le champignon doit changer de personnalité sur le fruit et passer d'un état bénin (biotrophe) à malin pour entamer l'infection des tissus et causer la pourriture (nécrotrophe). Cette double identité (hémibiotrophe) est complexe et les conditions qui favorisent le passage d'un état à l'autre sont assez mal connues. Dans les régions où la maladie est sporadique, les années favorables à la maladie sont caractérisées par des étés anormalement chauds<sup>5</sup>. La pourriture commence à apparaître quand la température moyenne est au dessus des normales pour plusieurs jours. Les symptômes sont beaucoup plus fréquents (18x) sur la face exposée des fruits que sur la face ombragée et les fruits au pourtour des arbres sont plus infectés que les arbres au centre des arbres<sup>22</sup>. Or, les spores survivent très bien à l'exposition au soleil<sup>23</sup>. Par ailleurs, la température à la surface des fruits peut facilement atteindre 50 °C quand la température extérieure monte à 35 °C. Il est donc possible que le stress hydrique, l'insolation (échaudure) et globalement les dommages liés à la chaleur<sup>21</sup> rendent les fruits plus sensibles à l'infection et que les spores présentes soient activées dans ces conditions.

Ainsi, une taille estivale alliée à un déficit d'irrigation qui précéderait immédiatement une vague de chaleur pourraient stresser la peau des fruits et permettre l'infection par le champignon, alors les fruits non stressés peuvent demeurer exempts de maladie. D'autres stress comme les applications répétées de certaines formulations de calcium ou de soufre pendant les périodes de chaleur sont possiblement impliqués, quoique les applications de calcium<sup>6,24</sup> en dehors de ces périodes sont reconnues bénéfiques pour réduire la maladie. Le calcium interagit avec les mécanismes de défense de la plante et inhibe l'activité enzymatique de dégradation du champignon<sup>24</sup>.

Suite à un premier stress, les infections subséquentes seraient favorisées par l'augmentation des sources de spores<sup>21</sup>. Les spores déposées sur des fruits abimés par des insectes, la grêle ou autrement provoquent rapidement des infections. En absence de stress, de très longues périodes d'humectation des fruits (plus de 24 h à 21 °C) sont requises pour provoquer l'infection<sup>22</sup>.

**Cultivars et moment de l'infection.** La plupart des cultivars sont sensibles à cette maladie. La Rome Beauty, la Délicieuse rouge et Fuji seraient tolérants<sup>2,25</sup> alors que la Ginger Gold et la Honeycrisp<sup>26</sup> seraient particulièrement sensibles<sup>25</sup>. Cependant, les attaques sont plus fréquentes sur les cultivars hâtifs (ex. : Paulared), probablement parce que les fruits qui gagnent en maturité sont plus sensibles quand il fait chaud. La baisse de la température à l'approche de la récolte est habituellement un frein important pour la propagation de la maladie. Des problèmes de pourriture amère sont parfois rapportés dans les cultivars tardifs (ex. : Empire), mais le plus souvent dans des

secteurs de vergers déjà affaiblis par d'autres facteurs (ex. : gel hivernal). Lors d'automnes chauds les infections à la veille de la récolte peuvent provoquer l'apparition de symptômes qui n'apparaîtront que quelques jours après la sortie de l'entreposage. Cependant, la maladie ne serait pas transmise pendant l'entreposage.

**Mécanismes d'infection.** Au moment de la transition de biotrophe inoffensif à nécrotrophe agressif, le champignon augmente localement le pH en produisant de l'ammoniaque, d'où le goût « amer » parfois associé à la chair pourrie par le champignon. Comme le changement de pH intervient après l'infection, il est peu probable que des traitements acidifiants puissent à eux seuls réduire l'incidence de la pourriture amère.

### **Moyens de lutte :**

Dans la plupart des vergers cette maladie est absente et aucune mesure particulière n'est nécessaire. Cependant, une fois la maladie présente et que les conditions sont favorables à l'infection elle peut rapidement prendre des proportions importantes et des mesures strictes sont requises pour l'enrayer. En régie biologique, les pourritures d'été incluant la pourriture amère sont reconnues comme une limite à l'adoption de ce mode de production parce que les outils disponibles ne suffisent pas toujours à contenir la maladie.

#### Assainissement

Même si le champignon est souvent présent dans l'environnement, l'élimination des sources d'inoculum (chancre, branches mortes, fruits au sol et momifiés, etc) demeure la méthode privilégiée pour réprimer cette maladie et son efficacité est reconnue depuis très longtemps<sup>4</sup>. L'assainissement en verger est efficace parce que les spores sont normalement éclaboussées sur de courtes distances. Les sources les plus à risque et qui doivent être priorisées pendant l'hiver sont les branches mortes, notamment celles affectées par le feu bactérien<sup>31</sup>, et les momies dans les arbres. L'enlèvement des fruits pourris à mesure qu'ils apparaissent peut aider quand les symptômes sont visibles tôt en saison (juin ou juillet) mais comme les spores peuvent perdurer sur les autres fruits à l'état quiescent, cette mesure n'est probablement pas rentable plus tard en cours d'été. De même, l'enlèvement rapide des branches récemment affectées par le feu bactérien aura un avantage double en diminuant la propagation du feu et en minimisant la propagation de *Colletotrichum*. Après la récolte, l'enlèvement des fruits pourris au sol ou au minimum leur destruction par fauchage est essentielle. Maintenir un couvre sol de graminées sans mauvaises herbes à feuilles larges pourrait aussi réduire la possibilité d'établissement du champignon pathogène. Éliminer toutes les sources d'inoculum n'est pas possible, mais réprimer la maladie sans réduire les sources locales de spores est très difficile<sup>31</sup>.

#### Atténuation des stress

Avant les périodes de chaleur intense, la réduction du stress hydrique (irrigation), des stress chimiques (bouillies pesticides) et éviter la taille des cultivars à maturité pourraient aussi diminuer les problèmes. Bien que ces facteurs ne soient pas confirmés, il est possible que l'utilisation de filets (ex : anti-grêle) qui limitent aussi les risques d'échaudure ou des applications de Kaolin ou d'autres écrans solaires appliqués avant les épisodes de stress puissent réduire la sévérité des attaques. En présence de stress hydrique, même les meilleurs traitements fongicides ne sont pas efficaces pour réprimer la pourriture amère<sup>25</sup>.

## Traitements réguliers de calcium

En dehors des périodes de stress, des applications régulières de chlorure de calcium ( $\text{CaCl}_2$ ) à un taux faible (0,33kg /100 L au fusil soit environ 5kg/ha) se sont avérées aussi efficaces que des traitements fongicides<sup>32</sup> pour réprimer la maladie. Le nitrate de calcium ne serait pas efficace<sup>33</sup>.

## Traitements fongicides

Les traitements fongicides appliqués pour réprimer la tavelure en été réduisent partiellement la pourriture amère. Cependant quand les conditions climatiques favorisent la maladie, l'intervalle entre les applications est souvent trop important pour ralentir l'épidémie. Quand tous les facteurs sont réunis, des traitements aux deux semaines à partir du début juin jusqu'à la récolte peuvent être nécessaires, toutes chimies confondues. En absence d'autres mesures de contrôle, des traitements plus fréquents pourraient être requis.

Différents produits sont efficaces contre la pourriture amère, incluant les EBDC (mancozeb, metiram, ferbam), le Captan<sup>34</sup>, le cuivre<sup>2,4</sup> (oxychlorure), les strobilurines (QoI)<sup>31</sup>, les SDHI<sup>31</sup> (Aprovia, Fontelis, Luna, Sercadis) etc. Certains fongicides (Allegro et Pristine) sont spécifiquement homologués pour des traitements estivaux contre cette maladie. Cependant, ces deux produits sont proscrits en production PFI. De plus, selon le moment de l'application ils ne sont pas nécessairement plus efficaces que les produits à moindre coût<sup>10</sup>

La bouillie soufrée<sup>4</sup>, le phosphonate et les inhibiteurs d'ergostérols<sup>34</sup> ne sont pas très efficaces. Le fongicide biologique Serenade Max (*Bacillus subtilis*) a une efficacité variable<sup>10,35</sup>. Consultez le tableau sur l'efficacité des fongicides contre les maladies estivales.

La meilleure option fongicide en PFI demeure les applications ciblées de Captan à la veille des périodes de grande chaleur et renouvelées aux 10-14 jours. Comme la pourriture amère est pratiquement la seule pourriture rapportée et que nos conditions sont moins propices que celles rencontrées plus au sud, les applications de fongicides « mur à mur » préconisées chez nos voisins immédiats<sup>36</sup> ne sont pas utiles sous nos conditions.

Aucun traitement fongicide ne peut arrêter le développement des symptômes déjà visibles. Les traitements à la veille de la récolte ou en post récolte ne sont donc pas généralement utiles contre la pourriture amère observée en Amérique. Cependant, en absence de symptômes au moment de la récolte il est possible de traiter les pommes à l'eau chaude dès la sortie des chambres et éviter l'apparition des symptômes. Cette approche est fréquente en production biologique en Europe<sup>37</sup>.

## Stress associés aux bouillies pesticides

À l'inverse du cuivre usuel, l'hydroxide de cuivre appliqué même à dose faible (environ 500g métal/ha) au cours de l'été peut augmenter l'incidence de la pourriture amère, probablement parce que cette formulation est trop agressive sur les fruits<sup>10</sup>.

\* *La taxonomie de ce genre de champignon est complexe et les noms d'espèces rapportés dans la littérature ne sont pas toujours fiables. Certains auteurs réfèrent à C. acutatum et C. gloeosporioides sensu lato qui sont inclusifs de plusieurs espèces. Des noms d'espèces plus anciens comme Gloeosporium fructigenum sont aussi rapportés dans les articles.*

## Références

1. Jones, A. L. & Aldwinckle, H. S. *Compendium of Apple and Pear Diseases*. **1**, (The American Phytopathological Society, 1990).
2. Dunegan, J. C. Bitter Rot of Apples. *Yearb. Agric.* 655-657 (1953).
3. Hesler, L. R. & Whetzel, H. H. *Manual Of Fruit Diseases*. (Kessinger Publishing, LLC, 1917).
4. Roberts, J. W. & Pierce, L. *Apple Bitter Rot and Its Control*. (U.S. Department of Agriculture, 1935).
5. Jones, A. L., Ehret, G. R., Meyer, M. P. & Shane, W. W. Occurrence of bitter rot on apple in Michigan. *Plant Dis.* **80**, 1294-1297 (1996).
6. Biggs, A. R. Effects of Calcium Salts on Apple Bitter Rot Caused by Two *Colletotrichum* spp. *Plant Dis.* **83**, 1001-1005 (1999).
7. Managing Bitter Rot in Apples. Available at:  
<http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/hort/news/orchnews/2014/on-1214a5.htm>.  
(Accessed: 3rd September 2015)
8. Damm, U., Cannon, P. F., Woudenberg, J. H. C. & Crous, P. W. The *Colletotrichum acutatum* species complex. *Stud. Mycol.* **73**, 37-113 (2012).
9. Weir, B. S., Johnston, P. R. & Damm, U. The *Colletotrichum gloeosporioides* species complex. *Stud. Mycol.* **73**, 115-180 (2012).
10. Everett, K. R. *et al.* Evaluation of fungicides for control of bitter and sprinkler rots on apple fruit. *N. Z. Plant Prot.* **68**, 264-274 (2015).
11. Munir, M. Characterization of colletotrichum species causing bitter rot of apples in kentucky orchards. (2015).
12. Jiang, J. *et al.* Identification and characterization of *Colletotrichum fructicola* causing black spots on young fruits related to bitter rot of pear (*Pyrus bretschneideri* Rehd.) in China. *Crop Prot.* **58**, 41-48 (2014).
13. Marcelino, J. *et al.* *Colletotrichum acutatum* var. *fioriniae* (teleomorph: *Glomerella acutata* var. *fioriniae* var. *nov.*) infection of a scale insect. *Mycologia* **100**, 353-374 (2008).
14. Peres, N. A., Timmer, L. W., Adaskaveg, J. E. & Correll, J. C. Lifestyles of *Colletotrichum acutatum*. *Plant Dis.* **89**, 784-796 (2005).
15. Cannon, P. F., Damm, U., Johnston, P. R. & Weir, B. S. *Colletotrichum* - current status and future directions. *Stud. Mycol.* **73**, 181-213 (2012).
16. Børve, J. & Stensvand, A. *Colletotrichum acutatum* on apple in Norway. *IOBC-WPRS Bull.* **110**, 151-157 (2015).
17. Stensvand. *Colletotrichum acutatum* Found on Apple Buds in Norway. *Plant Manag. Netw.* (2007). doi:10.1094/PHP-2007-0522-01-RS
18. Giraud, Michel & Moronvalle, Aude. Biologie et épidémiologie des gloeosporioses. *Infos CTIFL* (2012).
19. Ivic, D., Voncina, D., Sever, Z., Simon, S. & Pejic, I. Identification of *Colletotrichum* species causing bitter rot of apple and pear in Croatia. *J. Phytopathol.* **161**, 284-286 (2013).
20. González, E., Sutton, T. B. & Correll, J. C. Clarification of the etiology of *Glomerella* leaf spot and bitter rot of apple caused by *Colletotrichum* spp. based on morphology and genetic,



- molecular, and pathogenicity tests. *Phytopathology* **96**, 982–992 (2006).
21. Taylor, J. Epidemiology and symptomatology of apple bitter rot. *Phytopathology* (1971).
  22. Different Pests, Similar Damage. Available at: <http://omafra.gov.on.ca/english/crops/hort/news/orchnews/2015/on-0815a4.htm>. (Accessed: 3rd September 2015)
  23. Rosenberger, D. A. Controlling summer fruit rots in apples. (2015).
  24. Brook, P. J. *Glomerella cingulata* and bitter rot of apple. *N. Z. J. Agric. Res.* **20**, 547–555 (1977).
  25. Rosenberger, D. Summer fungicides for apples where bitter rot is an issue. *Scaffolds fruits journal* **23**, (2014).
  26. Brook, P. J. Protective function of an ultraviolet-absorbing compound associated with conidia of *Glomerella cingulata*. *N. Z. J. Bot.* **19**, 299–304 (1981).
  27. Park, E., Solomos, T., McEvoy, J. L., Conway, W. S. & Sams, C. E. The effect of calcium on the expression of polygalacturonase activity by *Colletotrichum acutatum* in apple fruit. *Plant Pathol. J.* **5**, 183–186 (2006).
  28. Baab, G. & Schmitz-Eiberger, M. The nutrient element calcium. *European Fruitgrowers Magazine Best of EFM*, 14–16 (2009).
  29. Alkan, N., Fluhr, R., Sherman, A. & Prusky, D. Role of Ammonia Secretion and pH Modulation on Pathogenicity of *Colletotrichum coccodes* on Tomato Fruit. *Mol. Plant. Microbe Interact.* **21**, 1058–1066 (2008).
  30. Biggs, A. R. & Miller, S. S. Relative Susceptibility of Selected Apple Cultivars to *Colletotrichum acutatum*. *Plant Dis.* **85**, 657–660 (2001).
  31. Lehnert, R. Those rotten Honeycrisp. *Good Fruit Grower* (2015).
  32. Boyd-Wilson, K. S. H. *et al.* Compounds alone and in combination with yeasts to control *Colletotrichum acutatum* in apples. *Australas. Plant Pathol.* **43**, 703–714 (2014).
  33. Lanauskas, J. *et al.* The effect of calcium foliar fertilizers on cv. Ligol apples. *Plant Soil Environ.* **58**, 465–470 (2012).
  34. Rosenberger, D., Cox, K., Rugh, A., Villani, S. & Fredericks, Z. A New Fungicide for Controlling Summer Diseases on Apples? *N. Y. Fruit Q.* **20**, (2012).
  35. Rosenberger, D. A. Factors Limiting IPM-Compatibility of New Disease Control Tactics for Apples in Eastern United States. *Plant Health Prog.* (2003). doi:10.1094/PHP-2003-0826-01-RV
  36. Cox, K. D. & Rosenberger, D. End of season disease management in apples. *Scaffolds fruits journal* **24**, (2015).
  37. Schloffler, K. & Trapman, M. Hot water shower against *Gloeosporium* fruit rot in organic apple production – how to introduce a new system from research to practice. *IOBC-WPRS Bull.* **110**, 191–198 (2015).

Cette fiche est tirée du *Guide de référence en production fruitière intégrée à l'intention des producteurs de pommes du Québec 2015*. © Institut de recherche et de développement en agroenvironnement. Reproduction interdite sans autorisation écrite.

