

# 16. Maladies des grandes cultures

Un grand nombre d'agents pathogènes sont responsables des maladies des grandes cultures courantes en Ontario. La maîtrise de ces maladies est une composante importante de tout système de production de grandes cultures. Par ailleurs, le dépistage et la bonne identification des maladies sont des composantes essentielles à la mise en place de mesures de lutte. Les descriptions suivantes visent donc à faciliter l'identification des maladies des grandes cultures et la lutte contre celles-ci.

## Généralités sur les pourritures des semences et la fonte des semis dans les grandes cultures

**Incidence :** Les temps frais ou pluvieux qui retardent la germination des semences ou la croissance des plantules peuvent entraîner la pourriture des semences,

la fonte des semis et la pourriture des racines en début de saison. Un peuplement clairsemé, une levée irrégulière, des trous ou des plants manquants sont des signes évidents d'infection des semences ou des plantules. De nombreux champignons peuvent être à l'origine de ces maladies; certains (p. ex. *Fusarium solani* et *Rhizoctonia solani*) infectent différentes cultures, alors que d'autres sont spécifiques à une culture (p. ex. *Phytophthora sojae*, qui infecte le soya).

Les agents pathogènes sont difficiles à combattre parce qu'ils parviennent à survivre dans de nombreux types de sol. Selon l'année et les conditions du champ, leurs répercussions sont de mineures à graves (reprise des semis nécessaire). Les maladies apparaissent souvent en premier dans les zones basses ou mal drainées du champ. Les pourritures des semences et la fonte des semis peuvent sévir davantage dans les champs en semis direct ou dans les champs soumis à un travail

Des recherches menées par l'Université de Guelph et le MAAARO démontrent que l'utilisation appropriée de fongicides peut être rentable en fonction des facteurs de risque suivants :

- Fréquence et nature de la maladie (fongique ou bactérienne).
- Vulnérabilité de l'hybride ou du cultivar (une plus grande vulnérabilité peut entraîner de plus grandes pertes).
- Cultures précédentes (l'absence de rotation augmente le risque).
- Présence de maladies dans le passé.
- Conditions environnementales.
- Peuplement.
- Fertilité.
- Travail du sol (plus il y a de résidus, plus le risque d'éclosion de la maladie est grand dans certaines conditions météorologiques).

Plus il y a de facteurs de risque, plus l'utilisation de fongicides est susceptible d'être rentable. Comme il n'y a cependant aucune garantie, il faut tenir compte des aspects suivants avant d'employer des fongicides.

1. **Identification :** Première étape d'une lutte efficace, la bonne identification des maladies est cruciale puisque de nombreux signes de maladies

bactériennes ressemblent à ceux des maladies fongiques, mais les fongicides n'ont aucun effet sur les bactéries. Des renseignements sur les différentes maladies et les méthodes de lutte correspondantes figurent dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*.

2. **Moment de l'application :** Le moment et la zone d'application des fongicides sont importants puisque de nombreuses maladies doivent être traitées avant qu'elles progressent. Cependant, l'application de fongicides combinés à des herbicides aux premiers stades de croissance est rarement avantageuse puisque l'incidence est alors faible. Une seconde application de fongicides peut être nécessaire ultérieurement, lorsque la maladie progressera.
3. **Résistance aux fongicides :** Une résistance aux fongicides a fait son apparition aux États-Unis. Même si aucune résistance n'a encore été observée en Ontario, l'utilisation inappropriée des produits peut en entraîner l'apparition et compromettre l'utilité des fongicides. En effet, les agents pathogènes peuvent développer une résistance après une utilisation répétée de produits ayant les mêmes modes d'action, surtout s'ils n'agissent que sur un site.

réduit du sol, du fait que les épaisses couches de résidus qui s'y trouvent maintiennent le sol plus frais et plus humide que dans les sols soumis à une méthode de travail traditionnelle. La fonte des semis survient lorsque la culture est semée tôt dans des conditions propices à l'éclosion de la maladie ou lorsque les conditions environnementales font en sorte que la semence reste longtemps dans le sol. D'autres facteurs qui retardent la germination et la levée, notamment le compactage du sol, son encroûtement ou le semis profond, peuvent également donner un peuplement clairsemé. Il est important de faire la distinction entre les maladies des plantules et d'éventuels problèmes causés par les insectes, les herbicides, le compactage du sol, etc.

**Aspect :** Il peut être difficile de distinguer les agents pathogènes en cause, car certains signes sont assez similaires. Les pourritures des semences sont des maladies qui attaquent les semences avant ou peu après la germination et qui provoquent leur pourriture et leur mort. Les semences endommagées ou ayant une faible vigueur sont les plus sensibles aux pourritures. Sont particulièrement à risque les semences qui restent longtemps dans un sol frais (10 à 13 °C) et humide après les semis. Les plantules qui mettent longtemps à lever sont les plus vulnérables aux infections fongiques.

La fonte des semis se divise en deux groupes, selon qu'elle survienne avant ou après la levée. En prélevée, elle affecte les plantules avant qu'elles sortent de terre. Les plantules atteintes peuvent mourir ou croître plus lentement que les plantules saines, ce qui donne des peuplements clairsemés ou irréguliers. Les plantules levées peuvent aussi être atteintes. En postlevée, la fonte des semis s'attaque aux racines ou à la partie inférieure des plantules de la levée au stade 2 ou 3 feuilles. La maladie se manifeste par un retard de croissance, le flétrissement, le dépérissement ou la mort du plant. Dans la plupart des cas, la fonte des semis cause un ceinturage ou un pincement de la tige des plantules près de la surface du sol.

Les organismes responsables des pourritures des racines infectent le système racinaire des plantules, y compris les racines latérales et les poils absorbants. Les plants atteints peuvent se rabougrir, changer de couleur ou manquer de vigueur. Les plantules gravement atteintes peuvent mourir, et les plants malades peuvent être plus sensibles aux pourritures de la tige plus tard dans la saison.

**Cycle biologique :** Voir la section consacrée à chaque culture.

**Stratégies de lutte :** L'utilisation de semences ayant un bon taux de germination et une bonne vigueur réduit considérablement les risques de pourritures des semences et de fonte des semis. Les semences fissurées ou qui ont été endommagées pendant la récolte ou la manutention doivent être jetées, car elles sont les plus vulnérables aux infections. Les pratiques favorisant la germination rapide (p. ex. réduction au minimum du compactage du sol, drainage du sol pour enlever l'excès d'humidité, élimination des résidus de culture abondants) peuvent également réduire la gravité des infections.

Le traitement des semences aux fongicides offre une certaine protection aux plantules vulnérables. Ce type de traitement est recommandé pour toutes les semences afin de réduire au minimum l'apparition de maladies en début de saison, avant ou après la levée. En moyenne, un traitement fongicide procure deux semaines de protection tout au plus. Aucune protection n'est aussi efficace que le semis au bon moment dans un bon lit de semence. Des lignes directrices sur le traitement des semences figurent d'ailleurs dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*.

## Maladies du maïs

### Maladies des plantules de maïs

#### POURRITURE DES SEMENCES, FONTE DES SEMIS ET POURRITURES DES RACINES

Voir la section *Généralités sur les pourritures des semences et la fonte des semis dans les grandes cultures* en début de chapitre.

**Cycle biologique :** Dans les cultures de maïs, le plus souvent, les agents pathogènes en cause sont *Pythium*, *Fusarium*, *Gibberella*, *Trichoderma* et *Penicillium*, mais il peut aussi s'agir d'autres champignons, notamment *Diplodia* et *Rhizoctonia*. Les semences, plantules et racines infectées par *Pythium* sont le plus souvent molles (mouillées) et sombres, alors que les racines infectées par *Fusarium*, *Gibberella*, *Diplodia* et *Rhizoctonia* sont fermes ou ont l'aspect du cuir. La couleur des racines est souvent un bon indicateur de l'organisme ou des organismes présents : un blanc grisâtre correspond à *Diplodia*; une couleur allant du chamois au rose, à *Fusarium* ou à *Gibberella*; un brun rougeâtre, à *Rhizoctonia*; et un bleu-vert, à *Penicillium* ou à *Trichoderma*.

*Pythium*, *Fusarium*, *Gibberella*, *Diplodia*, *Rhizoctonia*, *Penicillium* et *Trichoderma* vivent et prospèrent tous dans le sol. Presque tous ces organismes peuvent infecter d'autres cultures que le maïs. À l'exception de *Pythium*, tous ces organismes peuvent vivre sur la semence de maïs ou à l'intérieur de celle-ci.

## Maladies foliaires du maïs

### ANTHRACNOSE (*Colletotrichum graminicola*)

**Incidence :** L'antracnose peut devenir grave les années chaudes et pluvieuses. Elle est souvent la première maladie foliaire du maïs à apparaître. Elle se manifeste d'abord sur les feuilles inférieures et progresse vers le haut du plant. Les signes disparaissent souvent à mesure que le plant de maïs amorce sa phase de croissance rapide. Le champignon responsable de l'antracnose provoque non seulement une brûlure des feuilles, mais aussi une pourriture de la tige (voir section *Pourritures de la tige*). Les producteurs devraient noter où les signes de l'antracnose se sont manifestés sur le feuillage au début de la saison et retourner dans ces zones quelques semaines avant la récolte afin de vérifier la présence de pourriture sur les tiges. Les méthodes de travail du sol qui laissent une épaisse couche de résidus de végétaux infectés à la surface du sol peuvent aggraver la maladie et en augmenter l'incidence.

**Aspect :** L'antracnose s'attaque à la fois aux feuilles et à la tige. Elle se manifeste surtout par des taches sur les feuilles, le dépérissement du sommet du plant et la pourriture de la tige. Les taches sur les feuilles sont ovales, peuvent atteindre 15 mm (6 po) de long, ont un centre chamois et un contour brun rougeâtre (voir photo 16-1). Les lésions isolées peuvent s'amalgamer, formant ainsi des stries le long du pourtour ou de la nervure principale de la feuille. Il est fréquent que les tissus entourant les zones infectées jaunissent. De petites taches noires (acervules) sont visibles à la loupe au centre des lésions. Un examen attentif révèle la présence de soies noires raides qui sortent de ces taches noires. La maladie se manifeste d'abord sur les feuilles du bas avant de gagner les feuilles supérieures. Le dépérissement du sommet du plant peut se produire tard dans la saison, à mesure que les feuilles atteintes se flétrissent et meurent, donnant l'impression d'avoir été endommagées par le gel.



**Photo 16-1** – S'attaquant à la fois aux feuilles et à la tige, l'antracnose se manifeste surtout par des taches sur les feuilles, le dépérissement du sommet du plant et la pourriture de la tige

**Cycle biologique :** Les résidus jouent un rôle important dans la progression de l'antracnose, étant donné que le champignon survit (hivérne) à l'état de mycélium ou de sclérote dans les résidus ou la semence de maïs. La pluie éclabousse les spores contenues dans les résidus de maïs sur les feuilles inférieures et la tige. C'est pourquoi la deuxième année de culture du maïs rend celui-ci plus vulnérable aux infections par l'antracnose, surtout par temps chaud et pluvieux.

**Stratégies de lutte :** Le choix d'hybrides résistants à la forme foliaire de l'antracnose peut contribuer à combattre cette maladie. Toutefois, la résistance à la pourriture de la tige causée par l'antracnose est distincte de la résistance à la forme foliaire de l'antracnose; la résistance des hybrides à la pourriture de la tige causée par l'antracnose ne garantit donc pas la résistance aux infections des feuilles en début de saison. Dans les champs de maïs travaillés selon des méthodes traditionnelles, l'enlèvement des résidus de maïs par le travail du sol diminue les risques d'infection, surtout lorsque le maïs suit le maïs. Dans les champs en semis direct ou soumis à des méthodes de travail réduit du sol, la rotation des cultures (éviter de cultiver du maïs pendant deux années consécutives) et l'utilisation d'hybrides résistants sont les meilleurs moyens de combattre la forme foliaire de l'antracnose. L'application de fongicides n'est pas rentable dans les champs de maïs, étant donné qu'un seul traitement ne suffit pas à maîtriser la maladie, mais elle peut l'être dans les champs de maïs de semence.

## DESSÈCHEMENT (*Setosphaeria turcica*)

**Incidence :** Le dessèchement a déjà compté parmi les maladies foliaires du maïs les plus dévastatrices. L'utilisation d'hybrides résistants ou tolérants limitait les pertes de rendement attribuables à cette maladie dans les cultures commerciales de maïs; toutefois, la maladie gagne du terrain depuis quelques années, ce qui laisse croire que le degré de tolérance diminue en raison de l'apparition de races de l'agent pathogène responsable qui sont capables de contourner la résistance. Des pertes considérables continuent d'être enregistrées dans les cultures de maïs de semence où sont semées des lignées extrêmement sensibles.

**Aspect :** La maladie se manifeste par de longues stries elliptiques de 2 à 15 cm (1 à 6 po), vert grisâtre ou chamois, apparaissant habituellement d'abord sur les feuilles inférieures. À mesure que la maladie progresse, les lésions peuvent s'amalgamer et former de grosses zones brûlées (voir photo 16-2). Il arrive que des feuilles entières soient brûlées. Les pertes les plus graves occasionnées par le dessèchement surviennent lorsque les feuilles au-dessus des épis sont atteintes durant ou peu après la pollinisation. La maladie est souvent confondue avec la maladie de Stewart (voir section *Maladie de Stewart*).



**Photo 16-2** – Le dessèchement entraîne la formation de longues stries elliptiques vert grisâtre ou chamois

**Cycle biologique :** Le champignon survit dans les résidus de maïs sous forme de spores ou de filaments mycéliens (mycélium). Les spores du champignon se propagent aux plants de maïs en croissance par le vent ou les éclaboussures d'eau depuis les résidus à la surface du sol. Même si le champignon hiverne en Ontario, une majorité de spores provient du Corn Belt du Midwest des États-Unis et des États voisins des

Grands Lacs. Les plants infectés constituent une source d'infection secondaire qui peut se propager à d'autres champs. La progression de la maladie est favorisée par des températures douces (de 18 à 27 °C) et de longues périodes de temps humide ou pluvieux.

**Stratégies de lutte :** Il existe différentes races de l'agent pathogène responsable du dessèchement. La plupart des hybrides de maïs commerciaux ont une résistance ou une tolérance aux races les plus communes (voir photo 16-3). Une augmentation des signes du dessèchement dans une région pourrait indiquer l'apparition d'une nouvelle race et doit de ce fait être signalée. La rotation des cultures et le travail du sol réduisent la quantité d'inoculum dans les résidus qui jonchent le sol. Dans les méthodes de travail réduit du sol, la rotation et l'utilisation d'hybrides résistants sont une nécessité. L'emploi de fongicides foliaires peut être avantageux dans les champs de maïs, surtout si l'on sème un hybride sensible et que la maladie apparaît tôt dans la saison. Des lignes directrices en la matière figurent dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*.



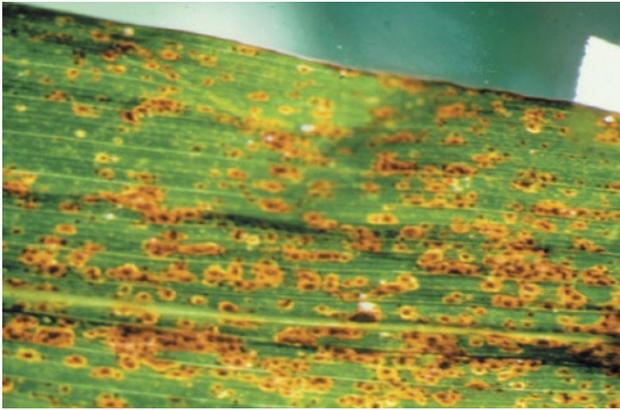
**Photo 16-3** – Dessèchement sur un cultivar sensible (à gauche) et sur un cultivar résistant (à droite), moins affecté

## PIÉTIN-VERSE (*Aureobasidium zeae*)

**Incidence :** Même si le piétin-verse endommage normalement peu le maïs, la maladie prend de l'ampleur en Ontario à mesure que se répand la pratique de laisser une couche plus épaisse de résidus de maïs dans le champ.

**Aspect :** La maladie produit des taches rondes ou ovales caractéristiques pouvant atteindre 4 mm (0,1 po) de diamètre, au centre chamois ou brun et au pourtour brun ou violacé (voir photo 16-4). Ces

lésions sont entourées d'un halo jaune translucide visible quand la feuille est face à une source lumineuse. Il arrive que la feuille paraisse brûlée lorsque ces lésions s'amalgament et tuent une bonne partie des tissus de la feuille. La maladie peut être confondue avec des taches foliaires physiologiques non infectieuses ou avec des dommages causés par des insectes.



**Photo 16-4** – Le piétin-verse se manifeste par des taches rondes ou ovales au centre chamois ou brun et au pourtour brun ou violacé, entourées d'un halo jaune translucide bien visible devant une source lumineuse

**Cycle biologique** : La prévalence de la maladie est plus grande dans les monocultures de maïs et dans les champs soumis à des méthodes de travail réduit du sol, étant donné que le champignon hiverne dans les résidus de maïs. La progression de la maladie est favorisée par du temps frais et pluvieux.

**Stratégies de lutte** : Le choix de cultivars résistants, la rotation des cultures et l'enfouissement propre des résidus de culture contribuent à réduire la gravité de la maladie, contre laquelle l'emploi de fongicides foliaires est rarement justifié dans les cultures de maïs. Des lignes directrices sur les fongicides foliaires figurent d'ailleurs dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*.

### **MALADIE DE STEWART** (*Erwinia stewartii*)

**Incidence** : Même si la maladie de Stewart est présente partout en Ontario, elle n'est préoccupante que dans le Sud-Ouest de la province. Les comtés d'Essex et de Kent, où se trouve la majorité des cultures de maïs de semence, ont tendance à être particulièrement touchés. La maladie sévit surtout après des hivers plus doux que la normale, auxquels survit en grand nombre l'altise du maïs, qui en est le vecteur. Le traitement des semences aux néonicotinoïdes pour lutter contre cet insecte a

grandement réduit l'incidence de la maladie dans la province et dans le Corn Belt des États-Unis.

**Aspect** : La maladie comporte deux phases distinctes : la phase du flétrissement et la phase tardive. La phase du flétrissement touche surtout les lignées de maïs de semence extrêmement sensibles et les hybrides de maïs sucré au début de la saison (des stades V2 à V4). Le premier signe perceptible de la maladie consiste en de longues stries jaunes qui s'étendent sur la longueur de la feuille (voir photo 16-5). Ces stries deviennent gorgées d'eau et finissent par céder la place à des lésions brunes de tissu mort (nécrosé). Les bactéries interrompent la circulation de l'eau et des éléments nutritifs dans la plante en obstruant son système vasculaire, ce qui provoque un flétrissement rapide et même la mort du plant. Comme la nouvelle pousse est touchée, le flétrissement et la mort des tissus progressent de haut en bas. Une coupe longitudinale révèle un point végétatif pourri ou évidé de couleur altérée.



**Photo 16-5** – La maladie de Stewart, dont l'altise du maïs est le vecteur, se produit après la formation des panicules; la phase du flétrissement coïncide avec les stades V2 à V4

La phase tardive de la maladie, qui se manifeste par la brûlure des feuilles, survient souvent après la formation des panicules; c'est la phase la plus fréquente. Les signes comprennent des stries parallèles aux nervures allant du vert pâle au jaune et aux pourtours irréguliers ou sinueux. Ces stries peuvent s'étendre sur toute la longueur de la feuille. Les feuilles infectées finissent par s'assécher et par brunir. Souvent, les marques laissées par l'alimentation des altises du maïs sont visibles à l'intérieur des lésions. La mort prématurée des feuilles peut réduire le rendement et aggraver les pourritures de la tige étant donné que les plants affaiblis y sont plus vulnérables.

**Cycle biologique :** La bactérie hiverne dans l'appareil digestif des altises du maïs adultes, qui se cachent pendant l'hiver dans des zones abritées (voir la section *Altise du maïs* du chapitre 15, *Insectes et animaux nuisibles aux grandes cultures*). Les hivers doux peuvent entraîner l'augmentation des populations d'altises. Les adultes qui hivernent se nourrissent de maïs, du stade plantule à celui de verticille; ils causent ainsi le flétrissement de la tige des cultivars sensibles, ce qui entraîne la perte totale du plant. Cette situation se produit rarement chez les hybrides, mais à l'occasion chez les parents de maïs de semence sensible. La génération d'altises adultes suivante émerge après la floraison femelle (apparition des soies) et provoque le flétrissement des feuilles, fréquemment observé chez de nombreux hybrides. La transmission de la maladie aux semences est rare. Le plus souvent, les infections tardives qui surviennent après l'apparition des soies sont associées à de fortes populations d'altises. Le maïs sucré est souvent plus sensible que le maïs de grande culture et peut d'ailleurs servir de réservoir de bactéries. La maladie frappe souvent les meilleurs champs; la fertilité semble jouer un rôle dans cette équation. Enfin, la vulnérabilité à la maladie augmente dans les champs où les concentrations d'azote et de phosphore sont élevées.

**Stratégies de lutte :** Comme le maïs de grande culture a une bonne tolérance à la maladie de Stewart, il ne nécessite habituellement aucune mesure de lutte, à moins qu'il s'agisse d'un hybride très vulnérable. Certaines lignées de maïs de semence y sont sensibles. Les lignées sont cotées en fonction de leur tolérance à la maladie, dont la maîtrise passe par la lutte contre l'altise du maïs. Le traitement des semences aux néonicotinoïdes s'est jusqu'ici révélé très efficace. De plus amples renseignements sur les méthodes de lutte figurent à la section *Altise du maïs* du chapitre 15, *Insectes et animaux nuisibles aux grandes cultures*.

### **TACHES GRISES** **(*Cercospora zeae-maydis*)**

**Incidence :** La maladie des taches grises, très destructrice, a des répercussions économiques importantes dans le Corn Belt des États-Unis et les États voisins des Grands Lacs. Elle prend de l'ampleur en Ontario (en particulier dans le Sud-Ouest), mais, contrairement au dessèchement, elle cause rarement des pertes importantes. Comme pour la plupart des maladies foliaires, le temps chaud, pluvieux et humide en favorise la progression.

**Aspect :** Les signes apparaissent sur les feuilles inférieures peu après l'apparition des panicules. La maladie produit des lésions uniques, caractérisées par leur forme rectangulaire, étroite et allongée de 2 à 7 cm (1 à 3 po) et par leur couleur chamois clair. Ces lésions sont parallèles aux nervures des feuilles. Avec le temps, les lésions deviennent grises et s'amalgament, tuant ou brûlant des feuilles entières.

**Cycle biologique :** La maladie des taches grises sévit surtout lorsque le maïs suit le maïs dans les champs recouverts d'une couche épaisse de résidus de maïs. Le champignon survit sous forme de filaments mycéliens dans des résidus de maïs. Les spores produites sur les résidus sont dispersées par le vent et les éclaboussures d'eau. Le temps chaud et humide favorise la sporulation et la progression de la maladie.

**Stratégies de lutte :** La rotation des cultures et le travail du sol réduisent la quantité d'inoculum dans les résidus à la surface du sol. Dans les méthodes de travail réduit du sol, la rotation des cultures et le choix d'hybrides résistants peuvent s'imposer. La lutte chimique n'est habituellement pas nécessaire, mais elle peut être justifiée dans les champs d'hybrides très sensibles ou les champs infectés tôt en début de saison. De plus amples renseignements figurent dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*.

### **ROUILLE COMMUNE** **(*Puccinia sorghi*)**

**Incidence :** Tout comme la rouille américaine, la rouille commune n'hiverne pas en Ontario; elle provient du maïs infecté du Sud des États-Unis et du Mexique. Les spores des plants de maïs infectés sont poussées par le vent jusqu'en Ontario. La plupart du temps, la rouille ne cause que des pertes économiques négligeables. Toutefois, il arrive certains printemps que des fronts orageux transportent les spores jusque dans la province, où elles provoquent alors des infections en début de saison. La progression de la maladie est favorisée par une forte humidité et des soirées fraîches (de 14 à 18 °C) suivies de journées douces.

**Aspect :** La rouille commune se manifeste d'abord par l'apparition de taches ou de mouchetures jaunes sur les deux côtés des feuilles. Ces lésions se transforment en de petites pustules rouge brique qui percent la surface ou l'épiderme de la feuille (voir photo 16-6). La couleur rouge brique est le résultat de la libération des spores provenant des lésions ovales ou allongées de 2 à 10 mm (0,1 à 0,4 po). Tout autour de ces lésions, la feuille

jaunit. Il se forme des zones où les tissus brunissent et meurent, et, dans les cas graves, la feuille entière meurt. Les spores rouge brique noircissent à mesure qu'elles viennent à maturité, ce qui fait également noircir les lésions et la surface des feuilles.



**Photo 16-6** – Les signes habituels de la rouille commune vont des mouchetures jaunes aux pustules rouges

**Stratégies de lutte :** Comme la rouille commune ne survit pas en Ontario, les pratiques culturales comme le travail réduit du sol et la rotation des cultures n'ont aucun effet sur la progression de la maladie. Les hybrides de maïs commerciaux ont une bonne tolérance à la maladie, alors que bon nombre de lignées de maïs de semence et d'hybrides de maïs sucré et de maïs de spécialité y sont très sensibles. Les fongicides foliaires peuvent être avantageux pour le maïs de grande culture si la maladie se manifeste assez tôt, mais ils ne sont habituellement pas nécessaires. Ils peuvent aussi être rentables pour les hybrides de maïs de spécialité, les lignées de maïs de semence ou les hybrides de maïs extrêmement sensibles. Des renseignements sur les différents produits figurent dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*.

### **CHARBON COMMUN** (*Ustilago zeae*)

### **CHARBON DES INFLORESCENCES** (*Sporisorium holci-sorghii*)

**Incidence :** On trouve deux types de charbon en Ontario : le charbon commun, qui est le plus courant, et le charbon des inflorescences. Dans les cas graves, plus de 25 % des plants de certains champs peuvent comporter des tumeurs caractéristiques.

**Aspect :** Le charbon commun hiverne dans le sol et dans les résidus de maïs. 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 écimées ou endommagées par la grêle, le gel, la sécheresse, la machinerie, les herbicides, les insectes ou le vent. La progression de cette maladie est favorisée par de grandes quantités d'azote et de fumier.

Des tumeurs grisâtres pouvant atteindre 10 cm (4 po) de diamètre se forment sur les tiges, les épis et les panicules. Des tumeurs plus petites apparaissent souvent sur les feuilles. Les tumeurs sont au départ recouvertes d'une membrane blanche qui finit par éclater et par libérer des spores sous forme de poussière brun foncé ou noire (voir photo 16-7). Des tumeurs dures et sèches se forment sur les feuilles. Les tumeurs du charbon peuvent remplacer les grains. Contrairement au charbon commun, le charbon des inflorescences se manifeste uniquement sur les épis et les panicules (voir photo 16-8).



**Photo 16-7** – L'incidence du charbon commun augmente dans les plants endommagés



**Photo 16-8** – Le charbon des inflorescences se manifeste sur les épis et les panicules

**Cycle biologique :** Les spores qui s'échappent des tumeurs sont bien adaptées aux conditions de l'Ontario. Elles survivent dans le sol et les résidus de culture pendant de nombreuses années. Le printemps, elles germent pour produire de nouvelles spores qui infecteront les zones en croissance rapide ou les parties endommagées des plants. Les tumeurs qui se forment sont une source de spores qui infectent d'autres plants. La progression de la maladie est favorisée par les averses, de forts taux d'humidité et des températures élevées conjuguées à des lésions sur les plants.

**Stratégies de lutte :** La plupart des hybrides de maïs commerciaux sont suffisamment résistants pour prévenir de graves épidémies. Toutefois, le charbon est présent à divers degrés dans la plupart des champs et est encore très problématique dans bien des champs de maïs de semence. Le meilleur moyen de se prémunir contre le charbon est de réduire au minimum les dommages causés par la machinerie et les herbicides, tout en maintenant un programme de fertilité équilibré. La rotation des cultures et le travail du sol sont de peu de secours, étant donné que les spores peuvent survivre longtemps dans le sol.

### **POURRITURES DE LA TIGE (Généralités)**

**Incidence :** Les champignons causent les pourritures de la tige. Les dommages qu'ils provoquent sont plus étendus si la culture est soumise à l'un ou l'autre des facteurs de stress suivants : temps pluvieux ou sec, températures fraîches, temps couvert, présence de maladies foliaires (p. ex. rouille ou maladie de Stewart), dommages aux feuilles et aux épis (causés par la grêle, les oiseaux et le gel), pollinisation incomplète, déséquilibre nutritif, dommages causés par les insectes (p. ex. pyrale du maïs), forte densité de peuplement, sensibilité de l'hybride et mauvaises conditions de sol.

La répartition et la prévalence des maladies responsables des pourritures de la tige et de l'épi varient d'une année à l'autre, mais ces maladies sont présentes la plupart des années, même si leur incidence peut être faible. En Ontario, les dommages attribuables aux pourritures de la tige sont essentiellement le fait de trois champignons, soit *Anthraxnose*, *Gibberella* et *Fusarium*, mais sont aussi occasionnellement attribuables aux champignons *Diplodia* et *Pythium*. Des renseignements supplémentaires figurent dans les sections portant sur les différents types de pourritures.

**Répercussions :** Même si les divers champignons pathogènes ont différents effets, ils ont tous le même résultat : nuire au remplissage des grains et à l'intégrité

des tiges, et accélérer la sénescence. Les champignons responsables des pourritures de la tige nuisent à la circulation des éléments nutritifs de trois façons :

1. Les sucres (photosynthétats) produits par la photosynthèse ou les glucides qui se trouvent dans les racines et la tige sont redirigés vers le champignon plutôt que vers l'épi. Ces éléments nutritifs permettent au champignon de croître et de se propager.
2. L'intégrité de la tige est compromise. Pour répondre aux besoins en éléments nutritifs de l'épi en croissance et des agents pathogènes, le plant de maïs commence à s'autodétruire en transportant les glucides solubles des racines et de la tige. Les problèmes surviennent lorsque le plant de maïs ne parvient plus à répondre aux besoins en éléments nutritifs de l'épi en croissance. Il en résulte une tige plus faible (vulnérable à la verse) et une moins grande résistance aux champignons.
3. L'infection et la colonisation obstruent bon nombre des voies qui servent normalement à la circulation des éléments nutritifs. Les pertes de rendement (généralement de l'ordre de 10 à 20 %) découlent du mauvais remplissage des épis et des pertes à la récolte occasionnées par la verse.

#### **Dépistage des pourritures de la tige**

On a recours à deux méthodes pour faire le dépistage des pourritures de la tige.

##### Test de la poussée

1. Choisir au hasard vingt plants en cinq points différents du champ, soit un total de cent plants.
2. Pousser la partie supérieure du plant de manière à l'écartier de 15 à 20 cm (6 à 8 po) de l'axe vertical pour voir si le plant verse ou non.

##### Test de la pincée

1. Choisir au hasard vingt plants en cinq points différents du champ, soit un total de cent plants.
2. Enlever les feuilles inférieures et pincer la tige au-dessus des racines échasses.
3. Noter le nombre de tiges pourries.

Si de 10 à 15 % des plants ont versé, il convient de devancer la récolte. Les éventuels frais de séchage supplémentaires seront compensés par la plus grande facilité de récolte et la moins grande quantité de maïs laissé dans le champ.

**Stratégies de lutte :** La lutte contre les pourritures de la tige passe par une réduction des facteurs de stress, notamment par :

- le choix d'hybrides ayant une bonne résistance ou tolérance aux maladies foliaires et aux pourritures de la tige;
- la lutte contre les insectes (p. ex. ver-gris occidental du haricot, pyrale du maïs);
- une lutte efficace contre les mauvaises herbes;
- une densité de peuplement adéquate;
- un programme de fertilisation équilibré en azote et en potassium;
- la rotation des cultures;
- le travail du sol;
- l'utilisation sélective de fongicides.

### **POURRITURE DE LA TIGE CAUSÉE PAR L'ANTHRACNOSE** (*Colletotrichum graminicola*)

**Aspect :** La pourriture de la tige causée par l'antracnose est la plus facile à identifier. Elle se manifeste par des plaques ou des stries étendues et brillantes brun foncé ou noires à la surface de la tige. Ces plaques luisantes de couleur différente se trouvent souvent à la base de la tige. Une coupe longitudinale de la tige révèle un cœur pourri de couleur altérée (voir photo 16-9). Autre signe de la maladie apparaissant généralement à la fin août ou au début septembre : le dépérissement du sommet du plant. Les plants de maïs commencent à se flétrir et à mourir progressivement de haut en bas, un peu comme à la suite d'un gel. On observe alors la mort prématurée des tissus au-dessus de l'épi alors que ceux en dessous restent verts. Les zones mortes présentent les mêmes zones noires luisantes que la base de la tige. Les plants qui dépérissent depuis leur sommet se trouvent dans des zones du champ qui ont été soumises à un stress en fin de saison.



**Photo 16-9** – Pourriture de la tige causée par l'antracnose : le tissu interne de la tige de maïs est souvent noirci, et la moelle, pourrie

**Cycle biologique :** Le champignon responsable de la forme de l'antracnose causant la pourriture de la tige survit dans les résidus de maïs et cause donc davantage de problèmes la deuxième année de culture du maïs. La progression de la maladie est favorisée par du temps chaud, pluvieux et humide.

### **FUSARIOSE DE LA TIGE** (*Fusarium graminearum* et *Gibberella zeae*)

#### **POURRITURE FUSARIENNE DE LA TIGE** (*Fusarium verticillioides*)

#### **POURRITURE SÈCHE DE LA TIGE** (*Diplodia maydis*)

**Aspect :** Ces trois maladies causent tous les signes généraux de la pourriture de la tige, notamment le flétrissement et la mort des plants. Les feuilles atteintes deviennent gris vert comme si elles avaient souffert du gel. Les trois types de pourritures causent des lésions ou taches externes sombres sur les nœuds inférieurs. La pourriture sèche de la tige (causée par *Diplodia*) produit de petites taches noires (pycnides) ancrées à l'intérieur de l'écorce de la tige. Ces taches sont difficiles à enlever, ce qui permet de les distinguer des petites taches rondes et noires sur les nœuds inférieurs produites par la fusariose de la tige, qui elles sont faciles à gratter de la surface. Cette dernière, causée par *Gibberella*, rend les tissus de la moelle filamenteux et rosés ou rouges (voir photo 16-10). La pourriture fusarienne de la tige, causée par *Fusarium*, se présente quant à elle sous forme de lésions de brun clair à noir près des nœuds. À l'intérieur de la tige, le tissu pourri de la moelle prend une couleur rose saumon.



**Photo 16-10** – Tissu de la moelle filamenteux et caractéristiquement rouge causé par la fusariose de la tige

**Cycle biologique :** Voir la description de chaque maladie à la section *Pourritures et moisissures de l'épi* ci-dessous.

### **PIÉTIN BRUN** (*Pythium aphanidermatum*)

**Aspect et cycle biologique :** Le piétin brun, une pourriture de la tige causée par *Pythium*, produit les mêmes signes généraux sur la partie aérienne du plant que les autres organismes causant des pourritures de la tige. *Pythium* entre dans une catégorie distincte de champignons (qui comprend aussi *Phytophthora*), appelés « oomycètes » ou « champignons aquatiques » en raison de leur préférence pour les milieux humides. Une caractéristique unique de ce groupe de champignons est la production de spores mobiles qui peuvent se déplacer à travers l'eau pelliculaire des sols saturés. Les spores (étape de l'infection) sont capables de se déplacer physiquement vers les racines des plants de maïs et, une fois qu'ils y ont pénétré, de provoquer la maladie. Contrairement aux autres pourritures de la tige qui produisent des structures qui hivernent (points noirs) ou des moisissures, les plants de maïs infectés par *Pythium* ne présentent pas de signes visibles de prolifération fongique à leur base. La coupe longitudinale de la base de la tige et des racines infectées révèle des tissus à l'apparence détremmée et spongieuse qui se désintègrent à la base des racines (pourriture aqueuse).

### **POURRITURES ET MOISSURES DE L'ÉPI**

Des renseignements détaillés sur l'incidence et le cycle biologique de chaque type de pourriture et de moisissure de l'épi figurent dans les différentes sections cidessous.

**Stratégies de lutte :** Le maïs dont l'épi ou les grains ont des moisissures blanches peut contenir ou non des toxines, mais le maïs qui présente une moisissure rose ou violette est le plus souvent contaminé. Les pourritures causées par *Fusarium* ou *Gibberella* peuvent s'établir après la pollinisation dans des lésions causées par des insectes ou des oiseaux. Du temps chaud et pluvieux ou des rosées prolongées à un moment ou à un autre après la pollinisation peuvent provoquer la pourriture des épis endommagés.

Les moisissures vertes (*Penicillium*) et noires (*Cladosporium* ou *Alternaria*) ne posent normalement pas de problèmes. Toutefois, en grande quantité, elles peuvent être toxiques aux animaux d'élevage. La progression des pourritures de l'épi s'arrête lorsque

le maïs est sec ou ensilé, mais le niveau de toxines nocives déjà présentes reste inchangé. Les champignons continuent de produire des toxines jusqu'à ce que la teneur en eau du maïs passe sous les 20 %. De plus amples renseignements sont accessibles sur le site Web du MAAARO, à l'adresse [ontario.ca/cultures](http://ontario.ca/cultures).

Il est difficile de prévenir les pourritures et moisissures de l'épi étant donné que ces maladies sont très étroitement liées aux conditions météorologiques, et même s'il existe certains hybrides tolérants, aucune n'offre une résistance complète. La rotation des cultures peut réduire l'incidence de la pourriture sèche de l'épi. Il a été démontré que certaines pratiques culturales permettent plus ou moins de prévenir les pourritures de l'épi et des grains et que certains fongicides réduisent l'infection et la production de mycotoxines, mais seulement s'ils sont appliqués au bon moment. Des renseignements sur les différents produits figurent dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*. Il est possible de prévenir la production de mycotoxines et la progression de maladies en effectuant la récolte au bon moment et en utilisant de bonnes méthodes de séchage et d'entreposage.

Si un champ de maïs comporte 10 % de tiges pourries, il faut en faire la récolte rapidement afin de freiner la progression de la maladie et la production éventuelle de mycotoxines.

En présence de pourriture de l'épi, il est conseillé de prendre les précautions d'entreposage du maïs et d'alimentation des animaux d'élevage suivantes :

- Procéder à la récolte le plus tôt possible.
- Si des dommages par les oiseaux sont évidents, récolter d'abord les rangs qui ne sont pas endommagés et garder et manipuler les grains provenant de ces champs séparément.
- Régler le matériel de récolte de manière à réduire au minimum les dommages au maïs.
- Bien nettoyer le maïs pour le débarrasser des morceaux de rafles, des petits grains et des particules fines.
- Refroidir le grain après le séchage.
- Nettoyer les cellules de stockage avant d'y entreposer le nouveau grain.
- Inspecter souvent le grain entreposé pour en vérifier la température et déceler les taches d'humidité ainsi que la présence d'insectes et de moisissures.

- Maîtriser les insectes qui envahissent le maïs entreposé.
- Faire preuve de prudence au moment de servir du maïs moisi aux animaux d'élevage, surtout aux porcs. Les moisissures roses ou rougeâtres sont particulièrement toxiques. Faire analyser le maïs suspect pour vérifier la présence de toxines.

Une liste de laboratoires figure à l'annexe D, *Laboratoires d'analyse – aliments pour animaux, mycotoxines et moisissures*.

### **FUSARIOSE DE L'ÉPI ET DU GRAIN** (*Fusarium verticillioides*)

**Incidence :** La fusariose de l'épi et du grain est fréquente en Ontario. Contrairement à la fusariose de l'épi (causée par *Gibberella*), la fusariose de l'épi et du grain (causée par *Fusarium*) infecte des grains épars tout autour de la rafle, parmi des grains sains ou endommagés (p. ex. par la pyrale du maïs ou les oiseaux). Les soies sont sensibles aux infections pendant les cinq jours qui suivent leur apparition.

**Aspect :** Cette infection produit une moisissure blanche, rose ou saumon (voir photo 16-11). Des stries blanches ou un rayonnement sont visibles à la surface des grains infectés. Même si de nombreuses espèces de champignons appartenant au genre *Fusarium* peuvent être responsables de ces signes, l'espèce préoccupante en Ontario est *Fusarium verticillioides* (autrefois appelée *Fusarium moniliforme*).



**Photo 16-11** – La fusariose de l'épi et du grain produit des moisissures blanches formant un rayonnement sur les grains

**Cycle biologique :** *Fusarium* survit dans les débris de maïs. Ce champignon est préoccupant, car il produit une toxine appelée fumonisine. Or, il a été prouvé que cette substance est cancérigène pour les humains. Les conditions environnementales qui favorisent la maladie sont du temps chaud et pluvieux pendant les deux à trois semaines qui suivent l'apparition des soies.

### **FUSARIOSE DE L'ÉPI** (*Fusarium graminearum* et *Gibberella zeae*)

**Incidence :** La fusariose de l'épi est la forme de moisissure de l'épi la plus courante et la plus grave en Ontario. Elle est causée par *Gibberella zeae*, phase reproductive sexuée de *Fusarium graminearum*. Ce champignon infecte non seulement le maïs, mais également les petites céréales comme le blé. Bien des phytopathologistes estiment que la fusariose de l'épi causée par *Gibberella* risque d'endommager davantage le maïs les années où l'incidence de la fusariose de l'épi causée par *Fusarium* est forte dans le blé.

**Aspect :** Même si le champignon peut produire une moisissure blanche très semblable à celle causée par la fusariose de l'épi et du grain, la fusariose de l'épi est facilement identifiable dès qu'elle produit une moisissure rouge ou rose foncée (violacée) caractéristique (voir photo 16-12).



**Photo 16-12** – La fusariose de l'épi débute souvent à l'extrémité de l'épi puis progresse vers la base, causant une coloration allant du rose au rouge

**Cycle biologique :** L'infection gagne d'abord les canaux des soies; généralement, elle commence donc à se propager par la pointe de l'épi et descend le long de l'épi. Dans les cas graves, le gros de l'épi peut être recouvert de moisissure. Les soies sont plus vulnérables dans les deux à dix jours suivant leur apparition. Durant cette période, le temps frais et pluvieux favorise les infections.

Mise en garde : En plus de sa gravité sur le plan économique compte tenu des pertes de rendement qu'elle occasionne, la fusariose de l'épi (*Gibberella zeae* et *Fusarium graminearum*) produit deux mycotoxines redoutables que l'on retrouve en Ontario, le déoxynivalénol (vomitoxine ou DON) et la zéaralénone. Ces mycotoxines sont particulièrement redoutées par les producteurs de porcs et d'autres animaux d'élevage étant donné qu'elles peuvent nuire au bétail. Les aliments qui renferment même de faibles concentrations de vomitoxine (1 ppm) peuvent abaisser le gain de poids et amener les porcs à refuser de s'alimenter. La zéaralénone est un œstrogène qui cause des problèmes de reproduction, notamment l'infertilité et l'avortement spontané du bétail, particulièrement des porcs. Les céréales fourragères qui proviennent d'un champ dont au moins 5 % des épis sont infectés par la fusariose devraient être soumises à des tests de dépistage de ces toxines. Une liste de laboratoires figure à l'annexe D, *Laboratoires d'analyse – aliments pour animaux, mycotoxines et moisissures*.

### **POURRITURE SÈCHE DE L'ÉPI** (*Diplodia maydis*)

**Incidence :** Des trois principaux types de pourriture de l'épi que l'on trouve en Ontario, la pourriture sèche de l'épi est le moins répandu. Causée par *Diplodia maydis*, cette maladie est favorisée par du temps frais et pluvieux pendant le stade de remplissage des grains.

**Aspect :** Le signe caractéristique est une moisissure blanche qui commence à la base de l'épi et qui finit par le couvrir et le faire pourrir au complet. De la moisissure dans laquelle sont noyées de petites protubérances noires (pycnides) peut aussi se former sur les spathes. Les pycnides sont les organes reproducteurs du champignon; elles produisent de nouvelles spores. Contrairement à *Gibberella* et à *Fusarium*, *Diplodia* ne produit pas de toxines connues.

**Cycle biologique :** *Diplodia* hiverne dans les débris de maïs laissés à la surface du sol. Les spores (conidies) produites pendant les averses peuvent infecter les soies et les spathes ou pénétrer par les tissus endommagés par les oiseaux ou les insectes. La progression de la maladie est favorisée par du temps frais et pluvieux au cours des 21 premiers jours suivant l'apparition des soies.

## **Maladies du soya**

### **Maladies des plantules**

#### **POURRITURES DES SEMENCES, FONTE DES SEMIS ET POURRITURE DES RACINES**

Voir la section *Généralités sur les pourritures des semences et la fonte des semis dans les grandes cultures* en début de chapitre.

**Cycle biologique :** En Ontario, cinq types de champignons sont généralement responsables des problèmes de levée du soya en début de saison : *Pythium* et *Phytophthora* (responsables de pourritures aqueuses), *Phomopsis*, *Fusarium* et *Rhizoctonia*. Les signes de fonte des semis peuvent être provoqués par un ou plusieurs de ces organismes. Bien que ces derniers puissent se transmettre par les semences, ils sont présents à divers degrés dans la plupart des champs. Les maladies des plantules sont répandues dans les champs dont la température du sol est inférieure à 13 °C en raison d'un temps frais et pluvieux. Les organismes responsables survivent souvent en tant que saprophytes, se nourrissant de matière végétale vivante ou morte, ou en tant que mycéliums dormants ou spores. Les exsudats des racines des plantules ou des racines en croissance stimulent les champignons inactifs. Les plantules qui semblent avoir des lésions aqueuses et dont les racines ou la partie inférieure de la tige sont brunes ou violacées sont souvent le résultat d'une infection par *Pythium*, *Phomopsis* ou *Phytophthora*. Les lésions brun rougeâtre près de la surface du sol sont caractéristiques de *Rhizoctonia* et de *Fusarium*, respectivement (voir photo 16-13). La croissance et la vigueur des plants qui survivent se trouvent souvent diminuées.



**Photo 16-13** – La pourriture fusarienne des racines entraîne le brunissement des tissus internes des racines

## POURRITURE PHYTOPHTHORÉENNE

(*Phytophthora sojae*)

## POURRITURE PYTHIENNE

(Espèces de *Pythium*)

**Incidence** : Comptant parmi les maladies du soya les plus dévastatrices de l'Ontario, les pourritures phytophthoréenne et pythienne peuvent poser problème dans les sols argileux lourds. Dans les champs ayant déjà été touchés, l'augmentation de la fréquence à laquelle le soya revient dans la rotation accroît l'incidence de la maladie et favorise l'apparition de nouveaux pathotypes (races) de *Phytophthora*. Les nouvelles espèces de *Pythium* ont entraîné l'augmentation de l'incidence de ces maladies en Ontario.

**Aspect** : La pourriture phytophthoréenne peut s'attaquer au soya à n'importe quel stade de croissance, mais cause généralement le plus de dégâts au début de la saison. La pourriture pythienne survient en début de saison. Les plants infectés au stade cotylédonnaire affichent les signes typiques de fonte des semis : les plantules ne lèvent pas ou meurent peu après la levée, et les parties infectées de la tige sont gorgées d'eau ou meurtries et se désintègrent facilement en raison de pourriture molle (voir photo 16-14). Comme ces maladies produisent une pourriture aqueuse, il est difficile de les distinguer à ce stade. En effet, toutes deux entraînent la perte ou la pourriture de la racine pivotante et des racines latérales, ce qui cause le jaunissement des feuilles ainsi que le flétrissement ou même la mort des plants. Les plants infectés peuvent être facilement arrachés du sol, car ils ne sont pas bien enracinés. Les plants plus âgés peuvent être infectés par la pourriture phytophthoréenne à tout moment avant la maturité. La tige des plants flétris peut présenter des taches violacées ou brun foncé s'étendant des racines (juste en dessous de la surface du sol) aux nœuds inférieurs. De plus, les dépressions dans les champs peuvent contenir des plants morts, par touffes ou groupes de quelques plants d'affilée dans un même rang. Souvent, les feuilles restent attachées aux plants même après leur mort.

**Cycle biologique** : Le temps frais et pluvieux est propice à la progression des maladies. Les parties des champs les plus vulnérables sont celles qui sont basses, mal drainées et lentes à sécher. Les sols argileux lourds, le travail réduit du sol et les monocultures de soya peuvent aggraver les dommages causés par la maladie. *Phytophthora* et *Pythium* sont des organismes uniques



**Photo 16-14** – La pourriture phytophthoréenne cause des lésions aqueuses sur les plantules et un changement de couleur de la tige, qui devient violacée ou brun foncé, signes apparaissant d'abord à la surface du sol et progressant ensuite vers les nœuds du bas

qui produisent des spores mobiles pouvant se déplacer dans l'eau pelliculaire entre les particules du sol jusqu'aux racines du soya. Ces champignons colonisent les tissus des racines et obstruent les tissus de transport de l'eau du plant, ce qui le fait flétrir. De plus amples renseignements sur les caractéristiques uniques de *Phytophthora* figurent au paragraphe *Cycle biologique* de la section *Maladies des plantules*.

**Stratégies de lutte** : Pour maîtriser la pourriture phytophthoréenne, il faut choisir les bons cultivars de soya, traiter les semences et employer de bonnes pratiques culturales. Certains cultivars de soya sont résistants ou tolérants à la pourriture phytophthoréenne, alors que d'autres y sont à la fois résistants et tolérants. En revanche, ils n'ont aucune résistance ou tolérance à la pourriture pythienne. Il importe de choisir des cultivars ayant une résistance verticale (gènes Rps tels que 1k et 1c) et une bonne résistance horizontale (tolérance) à toutes les races de *Phytophthora*. Les cultivars dont la résistance provient uniquement du gène Rps 1a sont inefficaces dans la plupart des régions de la province puisque plus de 95 % des pathotypes de *Phytophthora* (isolats) qui s'y trouvent peuvent contourner ce gène. De nouvelles sources de résistance sont continuellement mises au point. Pour connaître les caractéristiques des cultivars, il est possible de consulter les fournisseurs de semences ou le rapport sur les essais de rendement des cultivars de soya en Ontario (*Ontario Soybean Variety Trials*), dont la version la plus récente est accessible sur le site Web du Ontario Soybean and Canola Committee (OSACC),

au [www.gosoy.ca](http://www.gosoy.ca). Y sont indiqués les pourcentages de pertes dues à la pourriture phytophthoréenne et les gènes de résistance de chaque cultivar.

1. **Cultivars résistants** : On trouve différentes races (pathotypes) du champignon *Phytophthora* dans les sols de la province. Chaque cultivar de soya possède une résistance efficace contre certaines races du champignon, mais pas contre toutes. Le risque de pourriture phytophthoréenne est écarté d'un champ donné lorsque le cultivar utilisé est résistant à toutes les races de *Phytophthora* qui s'y trouvent. Cependant, l'apparition éventuelle d'une race à laquelle le cultivar est vulnérable affaiblit inévitablement cette résistance. Le cas échéant, il faut choisir un cultivar résistant ou tolérant à la nouvelle race ou doté d'un gène de résistance différent et cultiver en rotation des cultivars ayant des gènes de résistance différents. Pour déterminer les races présentes dans un champ, on sème des bandes de plusieurs cultivars ayant une résistance connue à différentes races.
2. **Cultivars tolérants** : La maladie se développe dans ces cultivars lorsqu'ils sont cultivés dans des sols infectés, peu importe la race de *Phytophthora* en cause. Même si la maladie n'a habituellement pas d'effets importants sur le rendement, les plants n'y sont pas immunisés. Par conséquent, ils peuvent être endommagés si les conditions sont extrêmement favorables à la progression de la maladie.

Toute pratique culturale qui réduit le compactage du sol ou son engorgement réduit aussi l'incidence des pourritures phytophthoréenne et pythienne. Pour les sols argileux à risque, on recommande les mesures suivantes :

- Pour lutter contre *Phytophthora*, choisir un cultivar ayant un faible pourcentage de plants infectés (tolérance au champ) et un bon gène de résistance (Rps 1c, 1 k ou 8). Voir le rapport sur les essais de rendement des cultivars de soya en Ontario sur le site Web de l'OSACC, au [www.gosoy.ca](http://www.gosoy.ca).
- Alternier avec des cultures de maïs et de blé. Une rotation courte augmente la population du pathogène et le nombre de races présentes dans le champ.
- Ne pas travailler un sol mouillé.
- Adopter de bonnes pratiques culturales afin d'améliorer la structure et le drainage du sol (rotation, fumier, cultures couvre-sol, travail réduit du sol, etc.).

- Installer des tuyaux de drainage souterrain dans les champs au drainage naturellement lent.
- Travailler légèrement le sol pour le réchauffer et améliorer le drainage superficiel.
- Semer lorsque la température du sol est supérieure à 13 °C.
- Consulter la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*, pour connaître les différents traitements des semences existants.
- Inspecter chacun des champs de soya à la fin juillet ou au début août pour vérifier s'ils contiennent des plants morts et déterminer si le cultivar est suffisamment résistant ou tolérant à *Phytophthora* compte tenu des conditions locales.

### **RHIZOCTONE COMMUN** (*Rhizoctonia solani*)

**Incidence** : On trouve le rhizoctone commun dans la plupart des régions de la province où l'on cultive le soya. Dans la majorité des champs, les pertes de peuplement varient de moins de 5 % à plus de 50 % dans les pires cas. L'incidence du rhizoctone commun s'accroît et pourrait provoquer des pertes de rendement considérables. Cette maladie touche principalement les plantules et les jeunes plants, causant la pourriture des racines et de la tige, surtout durant les longues périodes de pluie.

**Aspect** : Le rhizoctone commun provoque la pourriture des semences et la brûlure des plantules (fonte des semis). Des lésions rougeâtres caractéristiques apparaissent sur la tige, à la surface du sol ou juste en dessous (voir photo 16-15). Ces lésions rouge brique fermes et sèches peuvent former une ceinture enfoncée dans la tige, qui peut suivre la racine pivotante et littéralement couper les racines sur son chemin. Les signes qui se manifestent sur la partie aérienne sont semblables à ceux causés par la pourriture phytophthoréenne. Les plants deviennent jaune pâle, signe souvent attribué à tort à une carence en azote ou à une piètre nodulation. Les plants gravement infectés peuvent perdre leurs feuilles. Généralement, les plants se flétrissent ou meurent par petites touffes. Les lésions ceinturant la tige affaiblissent les plants, qui peuvent casser au niveau du sol lors d'une tempête. Des conditions de croissance stressantes favorisent la progression de la maladie. Le rhizoctone commun occasionne plus de dommages lorsque le temps frais et pluvieux du printemps est suivi de temps sec et chaud (de 25 à 29 °C).



**Photo 16-15** – Le rhizoctone commun produit des lésions rougeâtres sur la tige, à la surface du sol ou juste en dessous

**Cycle biologique :** Le rhizoctone commun survit dans tous les types de sol et sous toutes les conditions environnementales. Le champignon responsable se trouve principalement dans le sol, où il survit en tant que mycélium dormant ou sclérote. La maladie est plus grave dans les champs qui ont déjà été infectés. Avec le temps, les petites régions infectées finissent par s'étendre.

**Stratégies de lutte :** Peu de moyens de lutte existent, car aucun cultivar ne résiste au rhizoctone commun et peu le tolèrent. La rotation des cultures avec du maïs et des céréales à paille peut aider à réduire au minimum les effets de la maladie. Il est recommandé de favoriser le drainage du sol et d'éviter le semis par temps frais et pluvieux. Les traitements fongicides des semences offrent une certaine protection et améliorent la levée. De plus amples renseignements à ce sujet figurent dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*.

## Maladies des feuilles et des tiges

### TACHES BRUNES (*Septoria glycines*)

La maladie des taches brunes est une maladie fongique qui ne cause normalement pas de pertes de rendement importantes en Ontario. Toutefois, des pertes de l'ordre de 5 à 10 % ont été enregistrées dans la province là où des cultivars très sensibles ont été infectés tôt et soumis à des conditions de stress prolongées.

**Aspect :** La maladie se manifeste d'abord sur les premières feuilles unifoliées peu après la formation des feuilles trifoliées. Elle crée de petites taches brun

foncé irrégulières de 1 à 2 mm de diamètre, entourées ou non d'un halo jaune, sur les faces supérieure et inférieure des feuilles au bas du feuillage. Les lésions peuvent grossir et fusionner. Généralement, elles sont concentrées le long des nervures ou sur le pourtour des feuilles (voir photo 16-16). Les feuilles infectées jaunissent rapidement et meurent. Les signes peuvent être difficiles à distinguer de ceux de la brûlure bactérienne, de la rouille du soya et du mildiou. On peut toutefois reconnaître la maladie par la présence de pycnides brunes (taches) à l'intérieur des tissus nécrosés des vieilles lésions.



**Photo 16-16** – Les signes de la maladie des taches brunes se manifestent tôt dans la saison : des taches brunes de grosseurs variées apparaissent d'abord sur les feuilles du bas, puis les tissus infectés jaunissent rapidement et les feuilles tombent

**Cycle biologique :** Le champignon survit à l'hiver sur des résidus de culture et peut être propagé par des semences infectées. Dans la plupart des cas, la maladie est peu présente dans les semences commerciales, mais elle peut être problématique dans les semences qui n'ont pas été nettoyées ou qui ont été gardées pendant un certain nombre d'années. L'infection initiale des premières feuilles et des cotylédons produisent un inoculum secondaire qui infecte les feuilles de la partie supérieure des plants à mesure qu'elles apparaissent. La présence d'humidité et d'eau (éclaboussures) joue pour beaucoup dans l'apparition et la progression de cette maladie. Le champignon produit une toxine qui contribue au jaunissement.

**Stratégies de lutte :** Cette maladie a surtout des répercussions esthétiques, mais elle peut provoquer une défoliation importante des plants lorsqu'elle survient en début de saison. Les cultivars de soya n'y sont pas tous sensibles au même degré, mais aucun

n'y est complètement résistant. Une bonne rotation incluant des cultures qui ne servent pas d'hôtes au champignon, comme le blé et le maïs, contribue à réduire la présence d'inoculum. L'emploi de fongicides n'est habituellement pas rentable.

### **NÉMATODE À KYSTE DU SOYA** (*Heterodera glycines*)

**Incidence** : Depuis qu'il a été observé pour la première fois en Ontario en 1988, le nématode à kyste du soya (NKS) a été signalé dans la plupart des comtés situés à l'ouest de Toronto et plus récemment dans l'Est et au centre de l'Ontario ainsi qu'au Québec. Malheureusement, il continuera de se propager dans de nouvelles régions. Lors de récentes études menées dans le Sud-Ouest de l'Ontario, 80 % des champs examinés étaient infestés.

Bien que ce ravageur puisse être maîtrisé efficacement, il faut d'abord en connaître l'existence et savoir le reconnaître. Tous les producteurs de soya devraient en faire le dépistage et l'analyse. En Ontario, les pertes dues au NKS varient de 5 à 100 %. Malheureusement, au moment où les signes de présence du NKS se manifestent sur les plants, il a déjà causé des pertes de rendement de 25 à 30 %. Le NKS est impossible à éradiquer une fois que les champs en sont infestés.

**Aspect** : Ces organismes microscopiques en forme d'anguillules endommagent le système racinaire, ce qui empêche le plant d'absorber l'eau et les éléments nutritifs. Dans bien des cas, les signes de présence du NKS se manifestent dans un champ seulement lorsque les populations ont considérablement gonflé. Les signes alors visibles sur les parties aériennes comprennent le jaunissement des feuilles, le rabougrissement des plants et une maturité précoce, en particulier dans un sol léger par temps sec (voir photo 16-17). Les dommages occasionnés par le NKS, qui forment souvent des plaques circulaires, sont fréquemment attribués à tort à une carence en éléments nutritifs, à une inondation, aux herbicides, au compactage, à la sécheresse ou à la pourriture des racines (voir photo 16-18). Le jaunissement du pourtour des feuilles peut ressembler aux signes de carence en potassium, mais l'ajout de potassium ne réduit pas les dommages dus au NKS et n'élimine pas les signes. Il ne faut jamais tenter d'arracher un plant pour vérifier la présence du NKS, car il risque de perdre trop de racines et, de toute manière, les nématodes glissent des racines au moment de l'arrachage. On recommande plutôt d'utiliser une pelle pour dégager le plant et la terre qui entoure les racines.



**Photo 16-17** – Les plants infectés par le nématode à kyste du soya peuvent être rabougris et avoir des feuilles jaunâtres



**Photo 16-18** – Les signes visibles de la présence du NKS apparaissent en plaques circulaires et sont souvent attribués à tort à d'autres problèmes (p. ex. inondation, carence en éléments nutritifs, dommages causés par des herbicides, compactage)

Dans le sol, les signes de la présence du NKS comprennent un système racinaire peu étendu, rabougré et d'une couleur altérée (attribuable à des agents pathogènes causant la pourriture des racines) et un faible nombre de nodules fixateurs d'azote. Le signe le plus évident est la présence sur les racines de kystes formés par le nématode femelle adulte. Il s'agit de kystes blancs à jaune-brun mesurant moins de 1 mm de diamètre (voir photo 16-19). Les dommages causés par le NKS (y compris la mort des plants) sont plus évidents lorsque les plants sont soumis à un stress, surtout par temps chaud et sec. Si les conditions de croissance sont bonnes et que les plants subissent peu de stress, il se peut que les signes visibles en surface passent inaperçus. Au contraire, s'il y a des conditions de stress important, même une faible population de NKS peut causer des dommages très apparents et

entraîner de grandes pertes de rendement. Les plants ont une meilleure capacité à compenser les dommages causés par le NKS dans de bonnes conditions de croissance que dans des conditions de stress important.

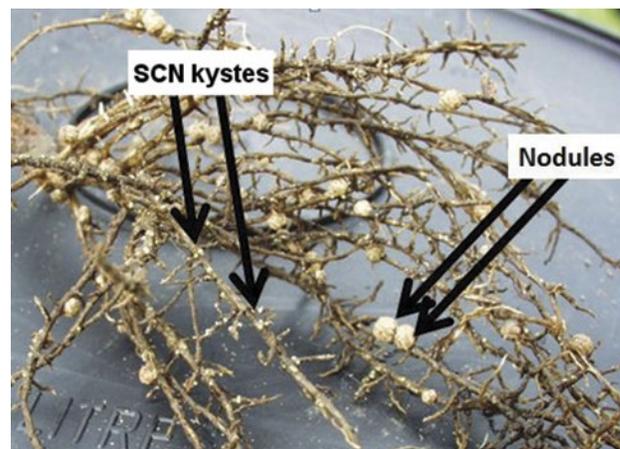


**Photo 16-19** – Kystes jaune-brun en forme de citron (de la taille d'une tête d'épingle) se formant sur les racines des plants de soya infestés par le nématode à kyste du soya

Les signes d'infestation du NKS ne sont pas toujours évidents, et on a observé des pertes de rendement de 25 à 30 % dans des champs sensibles sans qu'il y ait de signes visibles en surface. Ces signes se manifestent le plus souvent dans les points d'entrée de la machinerie, les aires d'entreposage du matériel et des véhicules, les tournières compactées, au sommet des collines ainsi qu'en bordure des champs où s'accumule la terre emportée par le vent.

**Cycle biologique :** Le cycle biologique du NKS comporte trois stades principaux : l'œuf, le stade juvénile et le stade adulte. Le cycle commence par l'éclosion des œufs, libérant de jeunes anguillules dans le sol. C'est le seul stade où le NKS peut infester les racines du soya. Une fois qu'ils ont pénétré les racines, les jeunes nématodes migrent vers les tissus de transport d'eau et d'éléments nutritifs (système vasculaire) et établissent un site d'alimentation (syncytium). C'est à ce stade que les femelles commencent à gonfler et finissent par percer la surface des racines. Les femelles adultes qui continuent de s'accrocher à la racine pour se nourrir pondent des masses d'œufs dans une gangue gélatineuse hors de leur corps. Peu de temps avant la fin du cycle, d'autres œufs se développent dans leur abdomen. Les corps, enchâssés dans les racines, forment des « kystes » (voir photo 16-20). Au début, les kystes sont blancs; ils deviennent ensuite jaunes, puis bruns, à mesure que les femelles viennent à maturité. Les kystes peuvent

contenir entre 100 et 300 œufs. Le nombre de kystes par plant varie de quelques-uns à des centaines. Dans un champ infesté, les kystes sont répartis dans toute la rhizosphère et peuvent survivre 10 années et même davantage. Le cycle biologique complet s'échelonne sur environ quatre semaines quand la température du sol se situe à 25 °C, mais peut durer cinq semaines, voire plus, par temps frais.



**Photo 16-20** – Racines de soya couvertes de kystes de NKS, plus petits que les nodules fixateurs d'azote

#### Stratégies de lutte :

Les pratiques suivantes réduisent le risque qu'une infestation de NKS cause des pertes financières importantes :

- Utiliser des semences certifiées ou de bonne qualité, propres et exemptes d'agrégats.
- En cas d'infestation, enlever toute terre collée à la machinerie agricole avant de passer d'un champ ou d'un terrain à un autre.
- Adopter des pratiques de conservation adéquates pour empêcher le transfert de terre entre les champs.
- Faire preuve de rigueur dans la lutte contre les mauvaises herbes. De nombreuses mauvaises herbes, particulièrement les annuelles comme le lamier pourpre, le lamier amplexicaule et le tabouret des champs, servent d'hôtes au NKS.
- Si on a confirmé la présence de NKS dans un champ, utiliser des cultivars de soya qui lui sont résistants (PI 88788, Peking, PI 437654), car le NKS entraîne des baisses de rendement importantes. Cela revêt une importance particulière dans le cas des nouvelles technologies ou caractéristiques, telles que la résistance aux herbicides.
- La résistance au NKS n'est pas totalement efficace; elle n'empêchera pas l'apparition de quelques kystes sur les racines. Plus le cultivar est résistant et moins la population de NKS dans le champ est

diversifiée, moins il y aura de kystes. Il convient de faire la rotation des cultivars résistants et des sources de résistance, car l'utilisation continue du même cultivar résistant au NKS pousse la population de nématodes à s'adapter et à se déplacer, rendant ainsi ces cultivars inefficaces contre les infestations. Le rapport sur les essais de rendement des cultivars de soya en Ontario fait état des cultivars résistants, des gènes de résistance et de leur comportement dans les sols infestés.

- Pratiquer une rotation incluant des cultures ne servant pas d'hôtes au NKS, comme le maïs, le blé, la luzerne, l'avoine ou les légumes (p. ex. tomate) et certaines cultures couvre-sol (voir section *Cultures couvresol*) qui abaissent les populations de NKS et améliorent le rendement. Il est déconseillé de remplacer dans la rotation le soya par des haricots secs comestibles (blancs ou colorés), étant donné que ces cultures sont également hôtes du NKS. Voir le tableau 16-1, *Risque de perte de rendement associé à différents niveaux de population de NKS (selon les résultats d'analyse du sol)*.
- Surveiller les populations de NKS dans le sol en prélevant des échantillons tous les trois à six ans. Envoyer les échantillons à l'un des laboratoires indiqués à l'annexe E, *Laboratoires de dépistage du nématode à kyste du soya*. Demander à ce que l'on compte séparément les œufs et les kystes.

**Tableau 16-1** – Risque de perte de rendement associé à différents niveaux de population de NKS (selon les résultats d'analyse du sol)

Population de NKS (n <sup>bre</sup> d'œufs/100 g de sol)	Risque	Perte de rendement possible	Rotation
0 à 500 (sols grossiers et sableux)	Faible	0 à 20 %	4 ans
0 à 1 000 (sols fins limoneux ou argileux)	Faible	0 à 20 %	4 ans
1 000 (sols grossiers et sableux)	Élevé	20 à 50 %	6 ans
2 000 (sols fins limoneux ou argileux)	Élevé	20 à 50 %	6 ans
10 000 (tous les types de sols)	* Voir ci-dessous.	50 à 100 %	Non-hôte

Source : T. Welacky et A. Tenuta. Agriculture et Agroalimentaire Canada et MAAARO, 2014.

\* Les cultivars résistants risquent d'être endommagés.

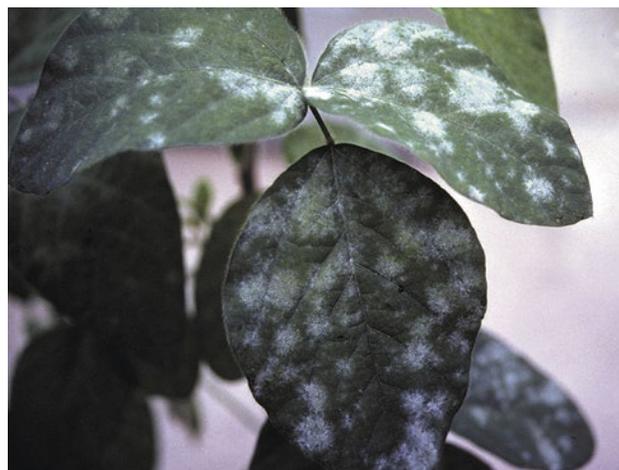
## OÏDIUM (BLANC) (*Microsphaera diffusa*)

## MILDIU (*Peronospora manshurica*)

**Incidence** : Ces deux maladies s'observent surtout par temps pluvieux ou humide. Bien que la plupart des champs soient touchés par ces maladies, on considère qu'il s'agit de maladies mineures et négligeables sur le plan économique.

**Aspect** : L'oïdium se manifeste sous forme de couche poudreuse blanche sur la face supérieure des feuilles (voir photo 16-21). Les graines de soya ne sont pas contaminées. Le mildiou se manifeste sous forme de taches foliaires jaunes ou brunes apparaissant de la fin de juillet à septembre (voir photo 16-22). Par temps humide, une moisissure grise ou bleu pâle apparaît au revers des feuilles, juste sous ces taches. Les feuilles gravement atteintes tombent prématurément. Des moisissures blanchâtres peuvent finir par recouvrir entièrement les graines, même à l'intérieur de gousses saines. Le semis de graines infectées peut donner des plantules malades.

**Cycle biologique** : Habituellement, l'oïdium se manifeste sur les feuilles en août et en septembre. Cette maladie se manifeste lorsque les signes commencent à apparaître au début de juillet et que le temps demeure frais, nuageux et humide jusqu'au remplissage des gousses. Le mildiou vit dans les feuilles infectées et sur les semences. Les spores, portées par le vent depuis les États-Unis jusqu'en Ontario, sont les sources d'infection les plus courantes.



**Photo 16-21** – L'oïdium se manifeste sous forme de couche poudreuse blanche sur la face supérieure des feuilles



**Photo 16-22** – Le mildiou se présente sous forme de taches jaunes ou brunes sur le dessus des feuilles et de moisissures bleues ou grises en dessous

**Stratégies de lutte** : L'enlèvement des résidus de récolte et l'inclusion dans la rotation d'espèces qui ne sont pas hôtes, comme le maïs et le blé, contribuent à prévenir l'apparition de ces deux maladies. De plus, le traitement fongicide des semences réduit l'incidence du mildiou transmis par celles-ci. Les produits recommandés figurent dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*.

### **POURRITURE BRUNE DES TIGES** (*Phialophora gregata*)

### **CHANCRE DES TIGES** (*Diaporthe phaseolorum*)

### **SYNDROME DE LA MORT SUBITE** (*Fusarium virguliforme*)

**Incidence** : On trouve ces trois maladies dans toutes les régions de l'Ontario où l'on cultive le soya, mais elles sont plus répandues dans les comtés du Sud-Ouest. Les pertes de rendement varient de quelques boisseaux à de grandes étendues de champs (surtout dans le cas du syndrome de la mort subite).

**Aspect** : Le tableau 16-2, *Signes de pourriture brune des tiges, de chancre des tiges et de syndrome de la mort subite*, décrit les signes correspondants à chaque maladie.

**Pourriture brune des tiges** : La maladie se manifeste généralement en août, durant le remplissage des gousses. Des zones jaunâtres et nécrotiques apparaissent entre les nervures des feuilles supérieures, comme dans le cas du syndrome de la mort subite. Les plants se flétrissent soudainement et les gousses sont mal remplies. La maladie est plus répandue dans les champs soumis à un travail réduit du sol.

**Chancre des tiges** : La maladie peut causer la fonte des semis et le flétrissement des plantules, mais elle s'attaque plus souvent aux plants de soya après la floraison. Les plants se flétrissent soudainement et les feuilles et pétioles s'affaissent, comme dans le cas de la pourriture phytophthoréenne. Des lésions brun rougeâtre apparaissent à l'extérieur des plants atteints, aux nœuds inférieurs (voir photo 16-23). En général, la moelle des plants malades brunit près des nœuds. Le champignon peut aussi provoquer le dépérissement de la tige ou des pointes plus tard dans la saison de croissance et causer une pourriture des semences semblable à celle causée par *Phomopsis*. Le chancre des tiges hiverne dans les résidus de culture et est plus répandu dans les champs soumis à un travail réduit du sol.



**Photo 16-23** – Le chancre des tiges entraîne le flétrissement subit du plant et l'apparition de lésions brun rougeâtre près des nœuds inférieurs

**Syndrome de la mort subite** : Les plants atteints se flétrissent et meurent très rapidement en juillet et en août. On peut parfois observer une chlorose internervaire et une nécrose des feuilles supérieures (voir photo 16-24) ainsi qu'une défoliation. En général, les pétioles ne tombent pas. Les sols mouillés et les temps chauds sont propices à la progression de la maladie. Le collet des plants atteints est légèrement brun. La maladie est souvent causée par le nématode à kyste du soya, mais pas toujours.



**Photo 16-24** – Les plants souffrant du syndrome de la mort subite se flétrissent et meurent rapidement; ils présentent parfois une chlorose internervaire et une nécrose des feuilles supérieures

**Cycle biologique** : Tous ces champignons survivent pendant de longues périodes dans les résidus de culture enfouis dans le sol. La pourriture brune des tiges survient au début de la saison de croissance, mais ne se

manifeste qu'un mois avant la récolte. Les conditions présentes durant le remplissage des gousses ont une incidence sur la progression de la maladie, qui se propage lorsque du temps frais et pluvieux est suivi de temps chaud et sec. Le chancre des tiges est favorisé par du temps assez chaud et pluvieux, et se manifeste entre la mi-juillet et la maturité. Le syndrome de la mort subite commence à se manifester entre la floraison et la maturité; la maladie progresse dans des sols frais et humides. Les champs bien fertilisés et vigoureux sont les plus susceptibles d'être touchés par le syndrome de la mort subite.

**Stratégies de lutte** : Le fait de pratiquer une rotation incluant du maïs et des céréales réduit l'incidence de ces maladies, qui sévissent le plus souvent dans des champs soumis à un travail réduit du sol. L'incorporation ou l'enlèvement des résidus infestés réduit également les risques d'infection. Il existe quelques cultivars de soya résistants ou tolérants à ces maladies.

**Tableau 16-2** – Signes de pourriture brune des tiges, de chancre des tiges et de syndrome de la mort subite

Parties atteintes	Pourriture brune des tiges	Chancre des tiges	Syndrome de la mort subite
Racines	• Saines	• Saines	• Pourriture des racines • Brunissement des racines • Brunissement interne de la racine pivotante
Tige (extérieur)	• Saine	• Chancre brun rougeâtre foncé, enfoncé, commençant à un nœud • Chancre pouvant s'étendre à la longueur de la tige • Chancre généralement restreint à un seul côté	• Saine
Tige (intérieur)	• Moelle brune (centre) • Tissus blancs sous la surface de la tige	• Léger brunissement aux nœuds (première manifestation) • Tiges gravement atteintes complètement détériorées	• Moelle blanche et saine • Brunissement des tissus sous la surface de la tige
Feuilles	• Flétrissement des feuilles supérieures • Taches jaunes entre les nervures • Agrandissement jusqu'à ce que les tissus entre les nervures soient entièrement jaunis, puis brunis • Feuilles restant attachées au plant	• Jaunissement général des feuilles • Absence de points ou taches jaunes distincts • Jaunissement entre les nervures pouvant entraîner la nécrose ou la mort des tissus	• Flétrissement des feuilles supérieures • Taches jaunes entre les nervures • Agrandissement jusqu'à ce que les tissus entre les nervures soient entièrement jaunis, puis brunis • Feuilles restant attachées au plant

## POURRITURE À SCLÉROTES (*Sclerotinia sclerotiorum*)

**Incidence :** La pourriture à sclérotés est une maladie sporadique plus dévastatrice lorsque le temps est frais et pluvieux pendant la floraison ou peu de temps avant la récolte.

**Aspect :** Les tiges et les gousses infectées sont brun pâle et semblent être détrempées (voir photo 16-25). Habituellement, des moisissures blanches et des sclérotés noirs se forment à la surface ou à l'intérieur des tiges des plants atteints. Les plants meurent généralement par touffes à la fin de la saison de croissance. Les sclérotés noirs se trouvent parfois sur les semences récoltées (voir photo 16-26). L'infection des gousses peut se propager aux graines, qui deviennent à leur tour recouvertes de moisissures blanches. **Il ne faut pas garder les graines des cultures infectées.**



**Photo 16-25** – La pourriture à sclérotés infecte d'abord les vieilles fleurs et les feuilles mortes, et finit par s'étendre aux gousses, aux feuilles et aux tiges saines



**Photo 16-26** – Les sclérotés noirs se trouvent parfois sur les semences récoltées

**Stratégies de lutte :** Dans les champs où la pourriture à sclérotés a déjà sévi, il faut éviter, pendant trois ou quatre ans, de cultiver des espèces hôtes (p. ex. canola, haricots secs comestibles, sarrasin et tournesol). La plupart des sclérotés qui se trouvent à une profondeur de moins de 2,5 cm (1 po) de la surface du sol germent au cours de l'année qui suit une sole de soya et ne présentent alors plus de risque. À la suite du soya, le semis direct laisse la plupart des sclérotés à la surface du sol, ce qui réduit considérablement la présence d'inoculum les années suivantes grâce à leur dégradation et aux ennemis naturels. Les sclérotés enfouis profondément dans le sol peuvent quant à eux survivre de cinq à sept ans, mais ils ne devraient pas causer de problèmes aux cultures de haricots ultérieures s'ils sont ramenés à la surface par le travail du sol avant le semis d'une culture qui ne sert pas d'hôte.

Les cultivars ne seraient pas tous aussi vulnérables à la pourriture à sclérotés. Bien qu'il ne semble exister aucun cultivar résistant, on a constaté sur le terrain que, dans une même région, les cultivars précoces sont moins sensibles à la pourriture à sclérotés que les cultivars tardifs, et que les cultivars moins prédisposés à la verse ont tendance à mieux résister à cette maladie. Dans les champs de soya qui ont déjà été fortement frappés par la pourriture à sclérotés, il faut privilégier les cultivars qui nécessitent entre 200 et 300 unités thermiques de croissance de moins que ce qui prévaut dans la région et qui ont une excellente résistance à la verse. Les fongicides foliaires donnent des résultats aléatoires et ne sont donc pas considérés comme efficaces.

## ROUILLE ASIATIQUE DU SOYA (*Phakopsora pachyrhizi*)

**Incidence :** La rouille asiatique du soya est une nouvelle maladie fongique envahissante du soya en Amérique du Nord. Cette maladie destructrice devient une menace grandissante pour les producteurs canadiens de soya puisque l'agent qui en est responsable continue de se propager et hiverne dans le Sud des États-Unis. La présence confirmée de la rouille asiatique du soya en Ontario durant la saison de croissance 2007 montre qu'il existe une voie d'exposition et que le soya peut y être infecté même si l'agent pathogène responsable n'hiverne pas dans la province.

**Aspect :** Le signe le plus courant est l'apparition de petites lésions de couleur chamois à brun foncé ou brun rougeâtre de 2 à 3 mm de diamètre sur le dessous des feuilles, mais parfois aussi sur les pétioles,

les gousses et les tiges. Elles forment des pustules qui produisent des spores (voir photo 16-27). Les lésions de couleur chamois produisent davantage de spores que celles de couleur brun rougeâtre. Les feuilles infectées ont une apparence tachetée (voir photo 16-28). L'infection se déclare souvent sur les feuilles inférieures et progresse vers le haut du plant. Les feuilles finissent par jaunir et tomber. La perte de tissus photosynthétisants, la défoliation prématurée et la mort peuvent grandement diminuer le rendement. La rouille asiatique du soya se confond facilement avec la pustule bactérienne, la maladie des taches brunes, le mildiou ou la brûlure bactérienne, qui sont toutes des maladies courantes en Ontario.



**Photo 16-27** – La rouille asiatique du soya, qu'un examen à la loupe permet de différencier des autres maladies foliaires, produit de petites lésions surélevées de couleur chamois à brun foncé ou brun rougeâtre qui produisent des spores



**Photo 16-28** – Les feuilles infectées par la rouille asiatique du soya présentent des mouchetures jaunes qui, souvent, apparaissent d'abord sur les feuilles du bas avant de gagner progressivement le haut du plant

**Cycle biologique :** La rouille asiatique du soya est causée par un parasite obligatoire, c'est-à-dire qu'il a besoin de plants de soya vivants pour survivre. C'est une bonne nouvelle pour les producteurs de soya de l'Ontario, puisque l'agent responsable de cette maladie ne peut pas hiverner dans la province. En revanche, même si la rouille asiatique du soya ne peut survivre aux durs hivers de l'Ontario, les spores migrent chaque saison de croissance de leurs lieux d'hivernation dans le Sud des États-Unis. La survie des spores dépend de nombreux facteurs, en particulier du stade de croissance de la culture et des conditions environnementales lorsque les spores se déposent. Les spores ont besoin de feuilles demeurant mouillées longtemps, de températures entre 15 et 30 °C et d'une humidité relative élevée pour germer.

**Stratégies de lutte :** Les cultivars commerciaux de soya cultivés en Amérique du Nord ne résistent actuellement pas bien à la rouille asiatique du soya. Tant qu'il n'y aura pas de cultivars résistants, la lutte contre la rouille asiatique du soya reposera sur le dépistage, la détection précoce et l'utilisation de fongicides (voir photo 16-29). Contribuent à la surveillance de la maladie et à la prévision des risques qui y sont associés le vaste réseau nord-américain de parcelles d'alerte contre la rouille du soya ([www.gfo.ca](http://www.gfo.ca)) et la plateforme ipmPIPE du département de l'Agriculture des États-Unis ([www.sbrusa.net](http://www.sbrusa.net)). Par ailleurs, une liste de fongicides efficaces contre cette maladie figure dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*.



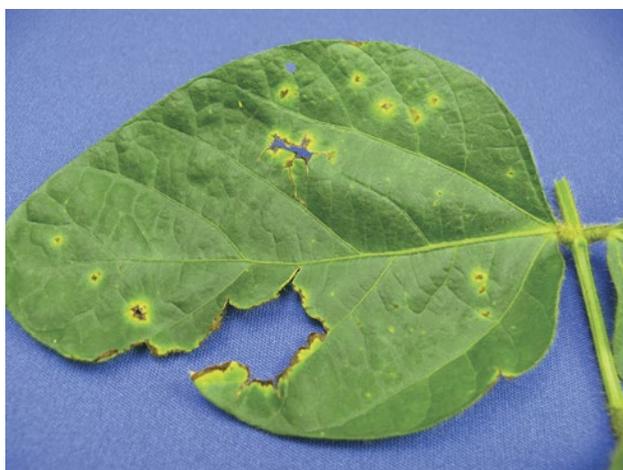
**Photo 16-29** – Le dépistage et la pulvérisation opportune de fongicides, dont on voit les effets dans la moitié droite du champ, permettent de maîtriser la rouille asiatique du soya, qui, autrement, provoque les ravages que l'on voit à gauche

## BRÛLURE BACTÉRIENNE

(*Pseudomonas savastanoi* du pathovar *glycinea*)

**Incidence :** La brûlure bactérienne est répandue dans toutes les régions de la province. La plupart des ans, elle a une incidence minimale. Elle cause toutefois des pertes de rendement et nuit à la qualité des semences quand le temps est frais et pluvieux pendant une longue période en été.

**Aspect :** La maladie se manifeste par l'apparition sur les feuilles des plants infectés de lésions noires ou rouges au pourtour jaune et au centre luisant (voir photo 16-30), qui disparaissent habituellement par temps sec et chaud. Les semences infectées présentent des taches aqueuses, commençant au hile, qui peuvent réduire la survie des semences et la germination.



**Photo 16-30** – La brûlure bactérienne produit un halo jaune distinctif autour des lésions, et les feuilles semblent souvent avoir été déchirées

**Cycle biologique :** Les bactéries survivent sur les semences et les résidus de cultures. Elles se propagent aux feuilles supérieures, essentiellement grâce aux éclaboussures de pluie, au vent et aux blessures causées aux plantes (grêle, insectes, machinerie, etc.). On compte différentes races physiologiques dans la province.

### Stratégies de lutte :

- Alternier avec des cultures de maïs, de blé, etc.
- Enlever les résidus de cultures.
- Éviter d'aller dans le champ lorsque les feuilles sont mouillées.
- Choisir des cultivars ayant une certaine tolérance (aucun ne résiste à toutes les races physiologiques).

## Maladies des gousses et des semences

### MOSAÏQUE DU SOYA

(*Potyvirus*)

**Incidence :** La plupart des régions de la province sont légèrement touchées par cette maladie. Les champs de soya de spécialité ou de consommation humaine qui doivent donner des graines avec un tégument sans tache sont les plus vulnérables aux pertes économiques dues au virus de la mosaïque du soya.

**Aspect :** Les feuilles des plants infectés sont déformées, ridées et cloquées et ont des taches formant une sorte de mosaïque, qui est plus évidente sur les jeunes feuilles (voir photo 16-31). Les plants infectés peuvent être rabougris. Les semences infectées présentent un brunissement ou un noircissement caractéristique qui produit des stries depuis le hile (voir photo 16-32). On confond souvent les signes du virus avec les dommages causés par les herbicides hormonaux. Pourtant, les plants infectés par le virus de la mosaïque du soya sont répartis un peu partout dans le champ, et la zone touchée est habituellement plus petite que s'il s'agissait de dommages causés par un herbicide. De plus, les dommages semblent s'être produits de façon aléatoire dans le champ.



**Photo 16-31** – La mosaïque du soya, dont le puceron du soya est le vecteur, se manifeste par la déformation des feuilles, la formation de cloques ainsi que le rabougrissement des plants



**Photo 16-32** – Les graines infectées par le virus de la mosaïque du soya présentent un brunissement ou un noircissement caractéristique qui produit des stries depuis le hile

**Cycle biologique :** Le virus survit d'une saison à l'autre dans les graines infectées et est transmis d'un plant à l'autre par les pucerons.

**Stratégies de lutte :** En Ontario, on maîtrise cette maladie par l'utilisation de graines saines.

### **MARBRURE DES GOUSSES DU HARICOT (Comovirus)**

**Incidence :** Récemment signalé en Ontario, le virus de la marbrure des gousses du haricot peut nuire à la qualité du soya et, par conséquent, aux possibilités d'exportation.

**Aspect :** L'un des signes courants de la maladie est la maturité irrégulière du soya (syndrome de la tige verte); les tiges et les feuilles demeurent vertes même si les gousses sont mûres. Les jeunes feuilles de la partie supérieure du feuillage ont souvent des marbrures vertes ou jaunes qui peuvent disparaître, puis réapparaître plus tard dans la saison de croissance. Dans les cas extrêmes, les feuilles et les gousses peuvent être déformées. La turgescence des feuilles infectées diminue, ce qui les fait s'enrouler. Souvent, à la suite d'un stress hydrique ou d'une sécheresse, les plants infectés comptent moins de gousses. Le tégument infecté présente des stries brunes ou noires depuis le hile.

**Cycle biologique :** Le temps frais est propice à la progression de la maladie. Contrairement au virus de la mosaïque du soya, le virus de la marbrure des gousses du haricot ne se transmet pas facilement par la semence; il est surtout propagé par la chrysomèle du

haricot et possiblement la chrysomèle du concombre. Ce virus a un grand nombre d'hôtes parmi les légumineuses et se transmet aux chrysomèles du haricot qui se nourrissent de plants infectés. Les blessures mécaniques contribuent également à la propagation du virus, surtout par temps pluvieux.

**Stratégies de lutte :** Dans les champs ayant déjà été infectés par ce virus, il convient d'utiliser des semences saines ou des cultivars résistants. Il faut également envisager de lutter contre les chrysomèles du haricot adultes lorsque les populations sont fortes en début de saison. Le seuil d'intervention applicable figure à la section *Chrysomèle du haricot* du chapitre 15, *Insectes et animaux nuisibles aux grandes cultures*.

### **CERCOSPORIOSE (Cercospora sojina)**

**Incidence :** Les répercussions économiques de cette maladie sont généralement minimales; les comtés de l'extrême Sud-Ouest sont plus fréquemment touchés.

**Aspect :** Les lésions peuvent atteindre 5 mm (0,2 po) de diamètre et ont un centre chamois bordé de rouge foncé ou de brun. Les lésions plus anciennes fusionnent; les feuilles peuvent alors sembler effilochées ou présenter une mince fente au centre des lésions (voir photo 16-33).



**Photo 16-33** – Les lésions foliaires de la cercosporiose sont bordées de rouge foncé ou de brun et ont un centre chamois qui peut se désintégrer et faire place à une perforation

**Cycle biologique :** L'agent pathogène hiverne dans des résidus. Des taches apparaissent sur les semences et les feuilles par temps chaud et humide, en particulier chez les cultivars très sensibles durant la floraison et la formation des gousses.

**Stratégies de lutte :**

- On procède à la rotation des cultures avec des plantes qui ne servent pas d'hôtes (p. ex. maïs, blé).
- On utilise de semences non infectées.
- On choisit un cultivar résistant.
- Les fongicides foliaires ne sont généralement pas rentables, à moins que la maladie apparaisse tôt dans la saison et qu'elle touche un cultivar très sensible (les produits recommandés figurent dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*).

### **CERCOSPORIOSE ET MALADIE DES GRAINS POURPRES**

**(*Cercospora kikuchii*)**

**Incidence :** La maladie se manifeste généralement tard dans la saison et peut causer des brûlures sur les feuilles et des taches sur les semences. Les pertes de rendement sont habituellement minimales, mais les taches peuvent nuire à la qualité des semences.

**Aspect :** Les feuilles présentent souvent des lésions allant du rouge au pourpre et mesurant moins de 1 cm (0,4 po) de diamètre qui deviennent visibles en août ou au début de septembre. Les lésions peuvent fusionner et former de larges zones infectées qui peuvent s'étendre le long de la nervure principale ou des nervures secondaires. Des lésions peuvent aussi apparaître sur les pétioles, les tiges et les gousses. Les signes sont souvent confondus avec les brûlures par le soleil ou les dommages causés par l'ozone. Les semences infectées changent de couleur (maladie des grains pourpres), leur tégument devenant partiellement ou entièrement violet ou pourpre pâle ou foncé (voir photo 16-34). Cette couleur caractéristique est souvent circonscrite aux deux couches supérieures du tégument. L'embryon n'est pas touché, pas plus que sa couleur. Dans la plupart des cas, une réduction de 7 à 13 % de la levée peut survenir dans le champ. Des essais en laboratoire ont démontré que la germination pouvait chuter de 30 %.

**Cycle biologique :** Le champignon hiverne dans les semences, mais les résidus de culture sont la principale source d'infection.

**Stratégies de lutte :**

- Utiliser des semences propres et les traiter avec des fongicides (des renseignements sur les différents produits figurent dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*).



**Photo 16-34** – La maladie se caractérise par l'apparition d'une teinte ou de taches pourpres sur les semences (et souvent même sur les feuilles)

- Faire la rotation des cultures et enlever les résidus pour réduire le risque d'infection.
- Choisir un cultivar ayant une bonne tolérance.

### **POURRITURE DES GRAINES** **(*Phomopsis longicolla*)**

### **BRÛLURE PHOMOPSIEENNE** **(*Diaporthe phaseolorum*)**

**Incidence :** La pourriture des graines est depuis longtemps considérée comme la maladie du soya la plus grave en Ontario. Elle est surtout problématique par temps chaud et pluvieux durant la récolte. Il faut cependant garder en tête que retarder la récolte dans de telles conditions accroît l'incidence de la maladie.

**Aspect :** Deux maladies du complexe *Diaporthe/Phomopsis* sont courantes en Ontario : la pourriture des graines et la brûlure phomopsienne. La pourriture des graines se caractérise par de petites fentes près du hile des graines infectées (voir photo 16-35). Une moisissure blanche ou grise peut apparaître à la surface des graines. Le rendement, le grade, la viabilité et la vigueur de la semence s'en trouvent parfois réduits. Comme les graines gravement atteintes demeurent petites et légères, elles risquent d'être perdues lors de la récolte et des opérations de nettoyage, ce qui entraîne des pertes de rendement. La deuxième phase de la maladie, la brûlure phomopsienne, touche les tiges et les gousses. Bien que les plants soient infectés en début de saison, la maladie ne se manifeste qu'après la mi-saison. Sur les tiges apparaissent de petits points ou corpuscules

noirs surélevés (pynchides) alignés ou regroupés en îlots (voir photo 16-36). D'autres points noirs (anthracnose) apparaissent aussi en bon nombre sur les gousses, mais ils ne sont pas disposés de façon particulière.



**Photo 16-35** – La pourriture des graines se caractérise par la présence, en partant du hile, de minces fissures et de moisissure qui réduisent la qualité et la vigueur des semences



**Photo 16-36** – La brûlure phomopsienne se reconnaît aux petits points ou corpuscules noirs surélevés qui sont alignés ou regroupés en îlots sur la tige

**Cycle biologique :** Le champignon hiverne dans les graines et les résidus de culture. En début de saison, les spores sont éclaboussées sur les plantules. Du temps chaud, pluvieux et humide durant le remplissage des gousses est propice à la progression de la maladie.

**Stratégies de lutte :** Dans la mesure du possible, il faut choisir des cultivars de pleine saison qui parviendront à maturité dans les conditions fraîches de la fin de la saison de croissance. Les cultivars à cycle court pour une région donnée tendent à parvenir à maturité plus tôt par temps chaud et propice à la prolifération du

pathogène. On peut éliminer ou réduire l'incidence de la brûlure phomopsienne en adoptant une ou plusieurs des mesures suivantes :

- Faire la rotation des cultures et enlever les résidus de soya.
- Utiliser des semences saines.
- Retarder le semis pour éviter les conditions favorables à la prolifération du champignon.
- Faire la récolte au bon moment.

Il convient de récolter en premier le soya destiné à l'exportation et le soya de semence. Le traitement des semences entraîne habituellement une hausse de la germination et de la levée. Toutefois, les graines déformées ayant des moisissures visibles ne parviennent généralement pas à germer, même si elles sont traitées. Des renseignements sur les traitements homologués figurent dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*.

## Maladies des fourrages

### Maladies des plantules

#### POURRITURE DES SEMENCES

#### FONTE DES SEMIS

#### BRÛLURE DES PLANTULES (Espèces de *Pythium*)

**Incidence :** La pourriture des semences, la fonte des semis et la brûlure des plantules causées par *Pythium* sont surtout des maladies fongiques de début de saison qui s'attaquent à la luzerne. L'infection des plants survient généralement entre le semis et plusieurs semaines après la levée.

**Aspect :** Les semences infectées peuvent pourrir et les plantules gravement atteintes peuvent se flétrir, s'affaisser et mourir. Ces maladies causent l'apparition de lésions humides ou aqueuses sur les racines et l'hypocotyle des plants infectés. Les plantules touchées ont une tige pincée ou ceinturée à la surface du sol ou atteinte de fonte des semis, ce qui peut entraîner leur verse et leur mort. Les parties infectées du champ forment souvent des plaques circulaires ou irrégulières.

**Cycle biologique :** La pourriture des semences, la fonte des semis et la brûlure des plantules causées par *Pythium* sont semblables à la pourriture phytophthoréenne en ce sens qu'elles produisent des

spores mobiles qui se déplacent dans l'eau pelliculaire entre les particules du sol et finissent par infecter les racines de luzerne.

**Stratégies de lutte :** Des lignes directrices sur le traitement des semences avec des fongicides figurent dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*. Par ailleurs, il importe de drainer tout excès d'humidité dans le sol, d'éviter le compactage, de procéder au semis dans des conditions édaphiques et météorologiques propices à la levée et à la croissance rapides des plantules, et d'augmenter la densité de peuplement pour compenser toute perte.

### **POURRITURE PHYTOPHTHORÉENNE** (*Phytophthora medicinis*)

**Incidence :** La pourriture phytophthoréenne est une maladie grave et courante de la luzerne. Elle survient principalement dans les sols mal drainés ou les loams argileux lors de longues périodes pluvieuses.

**Aspect :** Comme la maladie survient durant la levée des plants, les plantules y sont les plus vulnérables. À mesure que le peuplement vieillit, le risque d'infection diminue quelque peu. Les plantules atteintes sont rabougries, poussent lentement à cause de la réduction de leur système racinaire et finissent par se flétrir (voir photo 16-37). Les plantules touchées ont une tige pincée ou ceinturée à la surface du sol ou atteinte de fonte des semis, ce qui peut entraîner leur verse et leur mort. Les parties infectées du champ forment souvent des plaques circulaires ou irrégulières. Dans le cas des plantules plus âgées ou des plants établis, des lésions aqueuses brun rougeâtre peuvent apparaître sur les racines (voir photo 16-37). Lorsque l'infection est grave, les lésions peuvent noircir, et la racine pivotante peut pourrir complètement. Comme les racines ne peuvent pas absorber d'eau et d'éléments nutritifs, le plant se flétrit et meurt. Les feuilles inférieures commencent par jaunir et peuvent devenir brun rougeâtre à mesure que la maladie progresse.

**Cycle biologique :** Transmise par le sol, la pourriture phytophthoréenne peut endommager les racines et provoquer la mort des plants. Le champignon à l'origine de la maladie survit en tant que spores à paroi épaisse (oospores) qui, au printemps, produisent des spores mobiles qui migrent vers les racines des plants et les infectent. L'eau joue un rôle important, car ces spores mobiles (zoospores) se déplacent dans l'eau pelliculaire entre les particules du sol. La maladie



**Photo 16-37** – La pourriture phytophthoréenne frappe dès la levée; les plantules infectées sont rabougries et commencent à se flétrir

progressive lorsque la température se situe entre 21 et 32 °C, par temps humide ou pluvieux. Les champs compactés ou mal drainés sont les plus vulnérables. Le risque d'infection diminue quelque peu à mesure que le peuplement vieillit. Le champignon peut survivre de nombreuses années dans des tissus végétaux infectés en tant qu'oospores.

**Stratégies de lutte :** Dans les champs ayant déjà été infectés par la pourriture phytophthoréenne, il convient d'utiliser des cultivars très résistants et des semences traitées. Il est aussi conseillé de consulter les données techniques des fournisseurs de semences fourragères pour connaître la tolérance et la résistance des cultivars aux différentes maladies, dont la pourriture phytophthoréenne. Des lignes directrices sur le traitement des semences avec des fongicides figurent d'ailleurs dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*. La rotation des cultures a peu d'incidence sur la maladie. Parmi les autres mesures de lutte possibles, il y a lieu de mentionner :

- le maintien de la fertilité du sol, qui favorise la croissance des racines latérales;
- l'élimination de l'excès d'humidité par l'installation de tuyaux de drainage souterrains;
- la réduction du compactage du sol;
- l'atténuation des facteurs de stress tels que la présence d'insectes défoliateurs et de mauvaises herbes ayant résisté aux traitements, et la prévention des coupes inopportunes qui rendent les plants plus vulnérables à la maladie.

**NÉCROSE RACINAIRE PRÉCOCE****(*Aphanomyces euteiches*)**

**Incidence :** La nécrose racinaire précoce peut avoir de lourdes conséquences économiques. Elle est considérée comme l'une des principales maladies des plantules de luzerne et sévit surtout dans des sols humides et lourds. Elle s'attaque également aux plants de luzerne adultes ayant survécu et peut réduire considérablement le rendement et la vigueur des peuplements établis.

**Aspect :** La nécrose racinaire précoce peut se manifester sur les plantules et les plants. Les plantules infectées sont rabougries et caractérisées par leurs folioles et cotylédons jaunes ainsi que leurs racines et tiges grises et aqueuses. Les plantules gravement atteintes deviennent brun pâle ou brun foncé. Les plants établis, eux, deviennent rabougris et jaunes et ont un système racinaire réduit. Ces signes sont souvent attribués à tort à une carence en azote. Les plants infectés repoussent lentement après la récolte et l'hiver.

**Cycle biologique :** Le champignon survit dans le sol, sur des plants ou des résidus de culture infectés. L'infection ne se déclare que si le sol est saturé d'eau. La progression de cette maladie est favorisée par les températures allant de douces à élevées (16 à 30 °C) par temps humides ou pluvieux. Les champs compactés ou mal drainés sont particulièrement vulnérables. Comme la maladie survient durant la levée des plants, les plantules y sont les plus vulnérables. À mesure que le peuplement vieillit, le risque d'infection diminue quelque peu.

**Stratégies de lutte :** La meilleure mesure de lutte est l'emploi de cultivars résistants. Comme la maladie n'apparaît que dans des sols saturés, l'amélioration du drainage et la réduction du compactage en réduisent l'incidence. Des renseignements supplémentaires sont accessibles à l'adresse [ontario.ca/cultures](http://ontario.ca/cultures).

**POURRITURE BRUNE****(*Phoma sclerotoides*)**

**Incidence :** La présence de la pourriture brune a été confirmée en Ontario durant la saison de croissance 2007. La maladie est probablement répandue dans toute la province. Elle survient généralement dans les régions où l'hiver est rude puisqu'elle est souvent associée à la mortalité hivernale. Les plants atteints sortent lentement de leur période de dormance hivernale et ont une croissance printanière retardée, ce qui entraîne une baisse de rendement.

**Aspect :** La racine pivotante, les racines latérales et le collet présentent des lésions brunes (presque noires) enfoncées caractéristiques. Dans les cas graves, la racine pivotante est complètement pourrie. Le champignon n'infecte pas les parties aériennes des plants de luzerne.

**Cycle biologique :** Comme l'agent pathogène responsable de la pourriture brune se développe lorsque la température du sol est de 15 °C ou moins, il est surtout actif en automne et au printemps, quand les conditions environnementales sont propices à l'infection et que les plants sont en dormance. L'infection des racines ou du collet peut nuire à la santé du plant durant l'hiver, favoriser l'apparition d'autres maladies et causer la mortalité hivernale, l'affaiblissement des peuplements et des pertes de rendement. Comme ce champignon se développe très lentement, les dommages ne sont souvent pas visibles avant la deuxième ou la troisième année, lorsque les plants se rabougrissent ou meurent.

**Stratégies de lutte :** Comme les cultivars résistants offerts sur le marché ontarien sont limités, il faut employer des méthodes pour réduire le stress occasionné aux plants avant l'hiver (p. ex. éviter la récolte tardive ou la récolte d'automne excessive, maintenir la fertilité des sols et procéder à une rotation avec d'autres espèces que la luzerne pendant au moins trois ans) afin de limiter les pertes et d'augmenter la longévité des peuplements.

**AUTRES POURRITURES DU COLLET ET DES RACINES TOUCHANT LA LUZERNE ET LE TRÈFLE ROUGE**

La présence de facteurs de stress comme les maladies foliaires, les insectes, les récoltes fréquentes ou faites au mauvais moment, les rigueurs de l'hiver et un pH du sol peu élevé augmentent la gravité des dommages causés par les pourritures des racines et du collet. La présence de facteurs de stress pendant la saison de croissance rend les plants plus vulnérables aux rigueurs de l'hiver. Pour réduire la gravité des maladies, il importe d'employer de bonnes pratiques culturales, dont les suivantes :

- Établir un calendrier de récolte approprié.
- Maintenir un bon niveau de fertilité et un pH convenable.
- Lutter contre les cicadelles présentes dans la luzerne.
- Éviter d'endommager les collets avec la machinerie. La machinerie et le piétinement du bétail les abîment facilement, surtout lorsque le sol est mouillé.

## ANTHRACNOSE DE LA LUZERNE

(*Colletotrichum trifolii*)

## ANTHRACNOSE DU TRÈFLE

(*Kabatella caulivora*)

**Incidence :** L'anthracnose de la luzerne touche surtout les régions du Sud-Ouest de l'Ontario, alors que l'anthracnose du trèfle est répandue dans toute la province. Les pertes de luzerne et de trèfle rouge dues à l'anthracnose peuvent atteindre 25 %.

**Aspect :** Bien que les signes puissent apparaître tant sur la tige que sur les feuilles, ce sont les dommages au collet qui sont les plus graves. La maladie se manifeste sur la tige des cultivars résistants par l'apparition de petites lésions noires de forme irrégulière. Sur les cultivars vulnérables, les lésions sont larges, enfoncées et en forme d'ovale ou de losange. Le centre de ces lésions varie de chamois à jaune paille et est bordé de brun foncé. Lorsque le champignon se reproduit, le centre des lésions apparaissant sur la tige des cultivars vulnérables renferme de petits organes de fructification noirs, facilement visibles à l'œil nu ou à la loupe. Dans le cas d'infections graves, les lésions fusionnent et finissent par ceinturer complètement la tige, ce qui la fait flétrir ou mourir. Les tiges et les feuilles (pousses) mortes deviennent blanches et ressemblent à un crochet. Comme ces signes apparaissent un peu partout dans les champs, on les attribue souvent à tort à deux autres maladies (le rhizoctone noir et la fusariose vasculaire) ou au gel.

Les dommages au collet se manifestent par une coloration bleu-noir des tissus. La base des plants atteints se casse facilement. Si le tissu infecté est brun pâle, il s'agit probablement du rhizoctone noir ou de la fusariose vasculaire, et non de l'anthracnose (voir photo 16-38). L'infection du collet réduit le nombre de tiges par plant et finit par tuer ce dernier.

Dans les champs de trèfle rouge, l'anthracnose du trèfle peut s'avérer très destructrice. En plus de la plupart des signes touchant la luzerne décrits ci-dessus, la maladie peut entraîner le fendillement de la surface de la tige.

**Cycle biologique :** Ce champignon se développe dans des températures modérées par temps humide. Il survit dans les tiges, les feuilles ou les résidus infectés. Les spores produites au printemps sont disséminées par la pluie, qui éclabousse les plants sains. Le champignon peut se propager d'un champ à l'autre, notamment par le matériel agricole et l'érosion du sol.



**Photo 16-38** – La fusariose vasculaire prend l'aspect de filaments brun foncé ou roux dans le xylème des racines

**Stratégies de lutte :** Des cultivars ayant une résistance moyenne ou élevée sont offerts. Il faut nettoyer le matériel de récolte avant de passer d'un champ à l'autre. La rotation des cultures a connu peu de succès dans les luzernières, mais elle fonctionne mieux dans les champs de trèfle rouge, dont la résistance n'est pas la même.

## Maladies foliaires

### TACHES COMMUNES

(*Pseudopeziza medicaginis*)

### TACHES DE POIVRE

(*Leptosphaerulina trifolii* ou *L. briosiani*)

**Incidence :** De ces deux maladies foliaires répandues en Ontario, la maladie des taches communes est la plus destructrice. Elle peut entraîner une défoliation précoce et ainsi réduire la qualité et le rendement du foin, de même que la santé et la vigueur de la culture

Il arrive que l'on confonde les taches de poivre avec les taches communes, car elles se présentent toutes deux au début comme de petits points noirs de 1 à 2 mm au centre chamois ou brun généralement entourés d'un halo jaune. Contrairement aux taches communes, les taches de poivre finissent par s'amalgamer et former des lésions plus étendues (voir photo 16-39).



**Photo 16-39** – La maladie des taches de poivre se manifeste d’abord sur les feuilles par de petites taches sombres au centre chamois entourées d’un halo jaune, qui s’élargissent et finissent par s’amalgamer

**Aspect :** Ces maladies se manifestent d’abord sur les feuilles inférieures et progressent vers le haut. Les taches communes sont de petites taches rondes brunes ou noires de 1 à 2 mm de diamètre. Ces lésions s’amalgament rarement. Souvent, le centre des lésions sur le dessus des feuilles est surélevé. Ces centres contiennent des organes de fructification (bosses) noirs facilement visibles à la loupe. En cas de doute, on peut mettre quelques feuilles infectées et des essuie-tout mouillés dans un sac en plastique, ce qui accélérera la production de ces organes de fructification. Les feuilles atteintes jaunissent (feuilles chlorosées) et tombent prématurément.

**Cycle biologique :** Comme le temps frais et pluvieux favorise le développement des taches, on les trouve principalement sur les feuilles des premières coupes (printemps et début de l’été) et des repousses (automne). Les champignons pathogènes survivent sur les feuilles infectées et sur les feuilles mortes tombées au sol. Les spores produites sur les feuilles vivantes et mortes sont portées par l’air vers de nouveaux sites d’infection. Les jeunes feuilles sont les plus vulnérables.

**Stratégies de lutte :** Il importe de récolter le fourrage en temps opportun pour réduire les pertes de feuilles et l’incidence de la maladie dans la repousse. On trouve sur le marché certains cultivars tolérants aux taches communes, mais aucun n’a de résistance ou de tolérance aux taches de poivre. Il existe peu de stratégies pratiques de lutte contre les taches des feuilles dans les fourrages. Comme les maladies peuvent réduire la teneur en protéines des feuilles de légumineuses, il importe d’établir le moment de la récolte en fonction de la teneur optimale (au stade

du bouton pour la luzerne) et de la progression de ces maladies. Les produits recommandés figurent dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*.

### **FLÉTRISSEMENT BACTÉRIEN** (*Clavibacter michiganensis*)

**Incidence :** Le flétrissement bactérien était auparavant l’une des maladies des fourrages les plus dévastatrices en Ontario et partout où se trouvaient de telles cultures. La maladie est cependant moins courante aujourd’hui grâce à la mise au point de cultivars résistants.

**Aspect :** Le flétrissement bactérien se manifeste à mesure que le peuplement vieillit (trois ans ou plus). Les plants infectés sont rabougris et jaune-vert. Lorsque l’infection est grave, les plants ont une tige amincie et de petites feuilles déformées, tandis que les plants ayant subi un stress hydrique ou thermique, ou les deux, se flétrissent ou meurent un peu partout dans le peuplement. En fait, la maladie stresse le plant et augmente sa vulnérabilité à la destruction par l’hiver. La coupe transversale de la racine pivotante révèle des tissus vasculaires brun pâle ou jaunes près du pourtour.

**Cycle biologique :** Cette maladie est causée par une bactérie du sol qui survit pendant au moins 10 ans dans les racines de luzerne et les résidus de culture. Elle pénètre les plants par les blessures sur les racines et le collet ou par les tiges coupées. La bactérie se développe dans les tissus de transport d’eau et d’éléments nutritifs (système vasculaire), et les obstrue, ce qui provoque le flétrissement du plant.

**Stratégies de lutte :** Tous les cultivars recommandés sont résistants. Comme la maladie se répand par les blessures, il est conseillé de faucher d’abord les jeunes peuplements, moins vulnérables, pour ensuite passer aux plus vieux. Le fauchage doit se faire une fois que les peuplements sont secs, afin de limiter ou de réduire la propagation éventuelle de la maladie. La bactérie peut se propager par les semences et le foin.

### **VERTICILLIOSE** (*Verticillium albo-atrum*)

**Incidence :** Dans la luzerne, l’incidence de la verticilliose augmente avec l’âge du peuplement; la maladie survient donc principalement après la deuxième année de culture. On trouve le champignon responsable de cette maladie dans la plupart des régions du Sud de l’Ontario. Il se peut que l’on observe

dans les champs qui ont déjà été infectés par cette maladie des plants morts dans de jeunes peuplements (deuxième année). La verticilliose peut réduire le rendement de 50 % et abrégé la vie du peuplement.

**Aspect :** Au début, seulement quelques tiges sont touchées. Tôt ou tard, les feuilles des plants infectés finissent par se flétrir, s'enrouler vers l'intérieur et prendre une couleur brun orangé ou brun chamois (voir photo 16-40). Dans les premiers stades de la maladie, les feuilles ont un « V » jauni à l'extrémité des folioles. La croissance est souvent considérablement retardée, et les plants finissent par mourir. Même si toutes les feuilles meurent, les tiges restent vertes. Le champignon pénètre le plant par la racine ou les tiges coupées et se propage des vieux peuplements infectés aux jeunes peuplements par le matériel de récolte, les insectes et le fumier. La maladie provoque le brunissement des tissus vasculaires des racines et des tiges, que l'on peut observer en coupant la tige.



**Photo 16-40** – Entraînant un retard de croissance, la verticilliose ne touche au départ que quelques tiges, dont les feuilles se flétrissent, s'enroulent vers l'intérieur et changent de couleur

**Cycle biologique :** Généralement, le champignon *Verticillium* pénètre le plant par les racines; il empêche les plants d'absorber l'eau, ce qui entraîne leur flétrissement. Il hiverne dans les résidus de plants infectés et, par temps frais et humide, produit de nombreuses spores sur les tissus infectés.

**Stratégies de lutte :** Le meilleur moyen de maîtriser cette maladie est d'utiliser des cultivars cotés résistants ou très résistants. Il convient de consulter les données techniques des fournisseurs de semences fourragères pour connaître la tolérance et la résistance des cultivars aux différentes maladies, dont la verticilliose. Le traitement fongicide des semences

réduit les infections précoces. Des lignes directrices sur les fongicides figurent dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*. Le champignon se répand principalement par l'intermédiaire de la barre de coupe du matériel de récolte des fourrages. Avant la récolte, il faut la nettoyer avec une solution de 1 % d'agent de blanchiment, puis la rincer à l'eau claire et la huiler. On fauche d'abord les champs les plus jeunes pour ensuite passer aux plus vieux. La récolte précoce peut limiter les pertes de rendement et de qualité, ainsi que ralentir la propagation du champignon d'un champ à l'autre. Il doit y avoir un intervalle de deux ou trois ans entre les récoltes de luzerne. De plus, il importe d'adopter un bon programme de lutte contre les mauvaises herbes, car certaines peuvent servir d'hôtes intermédiaires.

## Maladies des céréales

### MALADIES DES PLANTULES

#### **Pourriture des semences, fonte des semis et pourritures des racines**

Voir la section *Généralités sur les pourritures des semences et la fonte des semis dans les grandes cultures* en début de chapitre.

**Cycle biologique :** Des organismes qui colonisent les semences et le sol sont responsables de la pourriture des semences et de la fonte des semis en début de saison ainsi que de la carie du grain (voir photo 16-41). Il faut traiter toutes les semences de blé avec des fongicides pour maîtriser les maladies transmises par le sol ou les semences, notamment les pourritures des semences, la fonte des semis, les maladies causées par *Septoria* et transmises par la semence, la fonte des semis causée par *Fusarium*, la carie naine, la carie du blé et le charbon nu. La meilleure protection contre la fonte des semis, le charbon nu et les caries consiste à traiter les semences avec une combinaison de fongicides, étant donné qu'aucun fongicide n'est efficace contre toutes ces maladies. De plus amples renseignements sur les traitements figurent dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*. Un bon recouvrement des semences est indispensable à l'efficacité optimale du traitement. Ces maladies continuent de provoquer de lourdes pertes dans les champs dont les semences n'ont pas été traitées aux fongicides.



**Photo 16-41** – Causée par plusieurs organismes, la fonte des semis empêche la levée de nombreuses plantules; celles qui lèvent tout de même paraissent jaunes et ont de la pourriture brune ou brun rougeâtre à la base de la tige

### Fonte des semis causée par *Fusarium* – Piétin fusarien

(*F. culmorum*, *F. graminearum* et *F. avenaceum*)

**Incidence** : La fonte des semis causée par *Fusarium* se transmet par la semence ou les résidus de culture. Un peuplement mal établi, une levée inégale, des trous dans le champ ou des plants manquants sont les premiers signes d'infection de la semence ou des plantules (signes qui apparaissent entre le semis jusqu'à plusieurs semaines après la levée).

**Aspect** : Les semences pourrissent ou les plantules meurent avant leur levée. Les plantules qui lèvent sont jaunes et rabougries; leur collet, leurs racines ou la base de leur tige présentent une pourriture brune ou brun rougeâtre. La tige peut comporter des stries brunes ou rougeâtres. Les lésions sont de forme et de taille variables et n'ont pas de pourtours définis. La maladie peut aussi frapper les plants plus vieux, ce qui réduit le nombre de talles qui viennent à maturité ou leur taille. De plus, elles viennent souvent à maturité prématurément et comportent des épis blancs et ratatinés. Les plants infectés sont moins vigoureux.

**Cycle biologique** : Ces champignons infectent de nombreuses céréales, graminées et autres plantes, dont le maïs. Ils survivent dans les graines, les résidus de culture et le sol. Dans les céréales d'automne, ils envahissent le collet, les racines ou les gaines foliaires à l'automne. À ce stade, ils peuvent provoquer la pourriture des semences et la fonte des semis. Au printemps, les lésions continuent de s'étendre, donnant lieu à la pourriture du collet, de la tige et des racines.

Les sols humides à l'automne favorisent l'infection, et les sols secs et de fortes concentrations d'engrais azoté favorisent la progression de la maladie au printemps. Les champignons, surtout *F. graminearum*, infectent aussi les épis et contaminent les graines. La maladie risque de causer davantage de dégâts lorsque le blé suit des cultures de blé, d'orge ou de maïs.

**Stratégies de lutte** : Il convient de retarder le semis jusqu'à ce que les conditions soient favorables à une levée rapide et uniforme, d'éviter de semer du blé après du maïs et de maintenir un programme de fertilisation équilibré. Il existe des traitements fongicides des semences très efficaces contre les agents pathogènes transmis par les semences ou par le sol. De plus amples renseignements sur les traitements figurent dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*. Les autres stratégies de lutte consistent à utiliser des cultivars tolérants, à semer des graines saines et à inscrire le blé dans une rotation sur au moins trois ans étant donné que les agents pathogènes peuvent survivre dans les résidus de blé.

### PIÉTIN BRUN (Espèces de *Pythium*)

**Incidence** : Les dommages causés au blé par le piétin brun sont fréquents en Ontario. Il s'agit de l'une des principales maladies qui touchent les plantules des petites céréales. Plusieurs espèces de *Pythium* s'attaquent aux petites céréales et, même si ce genre est présent dans tous les sols, les pertes les plus grandes surviennent dans les sols argileux froids et détrempés. *Pythium* (comme *Phytophthora*) cause une pourriture aqueuse favorisée par un milieu saturé d'eau. L'infection est donc étroitement liée au taux d'humidité du sol et à sa teneur en argile. Plus le sol est détrempé et plus il renferme d'argile, plus les risques d'infection sont grands. *Pythium* produit des spores mobiles qui migrent dans l'eau pelliculaire du sol.

**Aspect** : Même si l'infection gagne d'abord l'embryon un ou deux jours après le semis, les plantules en meurent rarement. Les plants infectés paraissent rabougris et ont de petites feuilles vert pâle ou jaunes, signes souvent attribués à tort à une carence en éléments nutritifs. Souvent, les signes peuvent passer inaperçus jusqu'au printemps, où les plants non infectés commencent à croître rapidement. Les racines infectées sont brun clair et comportent peu ou pas de poils absorbants. L'infection commence à la pointe des racines et détruit les poils absorbants et les racines latérales fines, qui jouent un rôle primordial dans

l'absorption des éléments nutritifs. Les plants atteints sont souvent groupés par plaques et semblent malades. Il arrive que les plants gravement atteints se brisent au niveau du sol.

**Cycle biologique :** Les champignons survivent dans le sol et dans les résidus de culture. Ils produisent des spores (zoospores) qui envahissent les racines du blé en se déplaçant dans l'eau pelliculaire du sol. Certaines espèces sont plus dévastatrices dans les sols chauds, tandis que d'autres préfèrent les sols froids. Les dégâts sont moins importants lorsque la teneur du sol en phosphate est propice au bon développement des racines.

**Stratégies de lutte :** Il faut réduire au minimum le compactage du sol, retirer l'excès d'eau par un drainage accru et retarder le semis jusqu'à ce que les conditions édaphiques assurent une levée rapide et uniforme. Les traitements de semences contenant du métalaxyl ou du métalaxyl-M peuvent réduire les infections. De plus amples renseignements sur les traitements fongicides figurent dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*.

### **PIÉTIN-ÉCHAUDAGE** (*Gaeumannomyces graminis*)

**Incidence :** Le piétin-échaudage est une maladie fongique qui peut infecter le blé, l'orge, le seigle, diverses graminées et, dans une moindre mesure, l'avoine.

**Aspect :** Le piétin-échaudage se manifeste habituellement au stade de l'épiaison en faisant blanchir prématurément les épis, les tiges et les feuilles des plants gravement atteints (voir photo 16-42). Il ne faut que deux ou trois jours pour que les talles blanchissent. Les plants atteints peuvent être isolés, groupés en plaques circulaires d'un à plusieurs mètres de diamètre ou répartis par petits groupes à la grandeur du champ. Bien des plants semblent moyennement ou gravement rabougris et ont peu de talles. Les épis blanchis (morts) sont normalement stériles et apparaissent habituellement de trois à cinq semaines avant la récolte. Des épis blancs peuvent par ailleurs être attribuables à d'autres facteurs que le piétin-échaudage. Un blanchiment à peine perceptible se manifeste à la suite d'une infection par une maladie des racines, du collet et de la base de la tige. Des moisissures sombres apparaissent généralement sur les épis blancs, particulièrement par temps pluvieux.



**Photo 16-42** – Visible à l'épiaison, le piétin-échaudage est une maladie racinaire qui fait blanchir l'épi, la tige et les feuilles

Les racines des plants atteints sont peu nombreuses, noircies et cassantes. La pourriture sombre s'étend souvent au collet et à la base de la tige. L'enlèvement de la gaine foliaire la plus basse révèle sur la tige une couche foncée et luisante de champignons qui se gratte facilement. Les tiges affaiblies penchent ou versent en différentes directions comme dans le cas du piétin-verse. La maladie est souvent limitée aux racines. Aucun signe n'apparaît alors sur le collet, les tiges et les épis. Le champignon responsable du piétin-échaudage dans le blé produit des spores (ascospores) à l'intérieur de minuscules structures noires (périthèces) sur la gaine de la feuille du bas et sur les résidus de chaume à la surface du sol.

**Cycle biologique :** Les résidus de culture infectés qui restent dans le sol sont la principale source de champignons. Ceux-ci survivent le mieux dans les résidus lorsque la teneur en azote du sol est élevée. Des filaments bruns mycéliens (hyphes) se forment dans les résidus, dans le sol et à la surface des racines, du collet et des tiges. Le champignon se propage d'un plant à l'autre par les « ponts » que forment les racines. Il est souvent possible de voir à la loupe les filaments bruns sur les racines, qui, elles, restent blanchâtres. Les racines noircissent après que le champignon y a pénétré. Une pourriture sèche brunâtre se forme sur le collet et les tiges infectés.

La gravité du piétin-échaudage augmente généralement à mesure que l'alcalinité (pH) s'élève et que la fertilité du sol (surtout les concentrations d'azote et de phosphore) diminue. Les sols humides, surtout au printemps et au début de l'été, sont très propices à cette maladie. Le compactage du sol aggrave le piétin-échaudage, qui est par ailleurs davantage favorisé

par du temps frais (de 12 à 18 °C) que par du temps chaud. La maladie est plus grave lorsque le blé est semé tôt que lorsqu'il est semé à la fin septembre ou en octobre. Dans les monocultures de blé sans rotation, le piétin-échaudage prend de plus en plus d'ampleur les trois à cinq premières années, mais décline par la suite. Cette maladie rend le blé sensible au stress hydrique, surtout en juin et en juillet.

**Stratégies de lutte :** Il faut surveiller de près la fertilité du sol : les sols neutres, alcalins ou infertiles sont les plus à risque. On ne doit pas épandre de chaux avant le semis. Les sols ayant une carence en potassium et en phosphore nuisent à la croissance des racines, ce qui rend les plants plus vulnérables. L'azote des nitrates augmente la gravité de la maladie. De plus, il convient de maîtriser les graminées, d'éviter les semis précoces, de pratiquer une rotation sur trois ans et d'éviter que le blé ne suive une culture de blé. Des renseignements sur les différents traitements fongicides des semences figurent dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*.

## Maladies des feuilles et des tiges

### PIÉTIN-VERSE

(*Pseudocercospora herpotrichoides*)

### RHIZOCTONE OCELLÉ

(*Rhizoctonia cerealis*)

**Incidence :** Les champignons responsables de ces maladies peuvent infecter de nombreuses cultures. Les maladies qu'ils causent deviennent problématiques dans les champs ou les régions où les cultures céréalières prédominent et où les conditions de croissance sont fraîches et humides.

**Aspect :** Le piétin-verse et le rhizoctone ocellé produisent des lésions sur les gaines foliaires inférieures et les tiges de la plupart des céréales (voir photo 16-43). Le blé d'automne est plus sensible que les céréales de printemps. Au printemps, les deux maladies produisent des lésions elliptiques en forme d'œil sur l'entre-nœud inférieur près de la surface du sol. Ces lésions ont une bordure brun foncé et un centre de couleur chamois ou paille.

Il est difficile de distinguer ces deux maladies. Les taches de rhizoctone ocellé sont plus superficielles et leur pourtour est nettement défini, alors que les plants infectés par le piétin-verse ont de la moisissure dans la cavité à la base de la tige. Dans les cas graves, les plants infectés par ces maladies peuvent verser, plier ou casser



**Photo 16-43** – Le piétin-verse et le rhizoctone ocellé produisent des lésions elliptiques en forme d'œil sur l'entre-nœud inférieur, près de la surface du sol

à la surface du sol en raison de l'affaiblissement de la tige dans les zones lésées. Ces maladies se manifestent aussi par des baisses de rendement, le blanchiment des épis et la mort des talles.

**Cycle biologique :** Le champignon du piétin-verse survit dans les résidus de végétaux infectés pendant trois ans ou plus et prolifère dans des conditions fraîches et humides. Le champignon du rhizoctone ocellé survit dans le sol et sur les résidus de culture infectés. Cette maladie frappe plus durement dans les sols légers, secs et acides durant les printemps frais. Le temps sec à l'automne et au printemps favorise le développement du rhizoctone ocellé.

**Stratégies de lutte :** Il faut éviter de semer des céréales deux années d'affilée; un intervalle d'au moins deux ans est préférable. Les pratiques qui consistent à enfouir le chaume dans le sol réduisent efficacement la gravité du piétin-verse, qui augmente lorsque le chaume reste à la surface. Le rhizoctone ocellé frappe plus durement lorsque les semis sont précoces et profonds. Le traitement des semences aux fongicides peut réduire les pertes. De plus amples renseignements figurent dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*.

### MOISSURES NIVÉALES

(*Microdochium nivale* et espèces de *Typhula*)

**Incidence :** Même si les moisissures nivéales ne se manifestent que sous des conditions environnementales particulières, elles sont présentes la majorité des années à divers degrés. Elles frappent plus durement les années où une couche de neige apparaît tôt à l'automne (mi-novembre) et persiste jusqu'à la fin mars ou jusqu'en avril.

**Aspect :** Les signes de moisissures nivéales apparaissent peu après la fonte des neiges. Des plants isolés, des groupes de plants ou de grandes zones du champ peuvent être atteints. La maladie se reconnaît d'abord et avant tout aux plants morts qui sont visqueux, bruns et pourris (voir photo 16-44). Le blé semé tôt est habituellement touché étant donné que les plants luxuriants favorisent l'infection et la propagation de la maladie. Les plants qui ne meurent pas (dont le collet est sain) peuvent présenter une ou plusieurs feuilles totalement ou partiellement nécrosées (dont les pointes sont brunes). Les signes les plus prononcés sont dans les zones du champ qui ont reçu une épaisse couche de neige, notamment sur les pourtours du champ, dans les tournières et au bas des collines. Les dommages typiques dans le blé causés par l'hiver et attribuables à d'autres causes se manifestent généralement dans les zones où la neige ne s'est pas accumulée ou qui ont été couvertes de glace. Les signes sont prononcés dans les champs ensemencés avec de la semence non traitée ou de mauvaise qualité. Les printemps chauds et secs freinent la maladie et favorisent la croissance rapide des plants. Les plants lourdement endommagés se remettent souvent de la maladie avec peu ou pas de répercussions sur le rendement.



**Photo 16-44** – Apparaissant à la fonte des neiges après de longues périodes d'enneigement, les moisissures nivéales entraînent la mort des plants, qui deviennent visqueux, bruns et pourris

**Cycle biologique :** Les champignons qui causent les moisissures nivéales tolèrent les basses températures et prolifèrent sous une épaisse couche de neige. Les couches de neige de plus de 30 cm (12 po) isolent le sol et l'empêchent de geler tout en maintenant la température de la surface à 0 °C ou tout juste au-dessus. Ces conditions réduisent considérablement la photosynthèse; le plant de blé en croissance n'a d'autre

choix que d'utiliser ses réserves de glucides et de protéines pour survivre. Le plant subit donc un stress et est plus vulnérable aux maladies, en particulier aux moisissures nivéales.

**Stratégies de lutte :** Aucun cultivar de blé d'automne n'est résistant, et les cultivars n'ont pas tous la même tolérance. Le traitement des semences est très efficace contre les moisissures nivéales, mais un bon recouvrement est indispensable. Les années où les moisissures nivéales réduisent considérablement la densité de peuplement, il faut réensemencer le champ d'une céréale de printemps ou de soya. La maladie ne touche pas les céréales semées au printemps.

### **ROUILLE DES FEUILLES** (*Puccinia triticina*)

### **ROUILLE DES TIGES** (*Puccinia graminis*)

### **ROUILLE JAUNE** (*Puccinia striiformis*)

**Incidence :** Divers types de rouille touchent le blé et l'orge. Les trois types que l'on trouve dans le blé sont la rouille des feuilles, la rouille des tiges et la rouille jaune (voir tableau 16-3, *Comparaison des principales rouilles des petites céréales en Ontario*). Des trois, la rouille des feuilles est la plus courante. Elle se manifeste à divers degrés chaque année et menace principalement la production de petites céréales. La rouille des tiges, malgré son recul, peut être gravement problématique lorsque des petites céréales sont cultivées près d'épine-vinette. Par ailleurs, une nouvelle rouille des tiges (Ug99) menaçant la production mondiale de blé est apparue dans d'autres régions du monde. Pour ce qui est de la rouille jaune, son incidence a augmenté dans la province au cours des dernières années, mais elle dépend grandement des conditions environnementales en début de saison. La plupart des années, les pertes de rendement causées par les trois types de rouille sont faibles, car les maladies apparaissent souvent une fois que le blé d'automne est presque parvenu à maturité. Plus l'infection survient tôt, plus elle nuit au rendement.

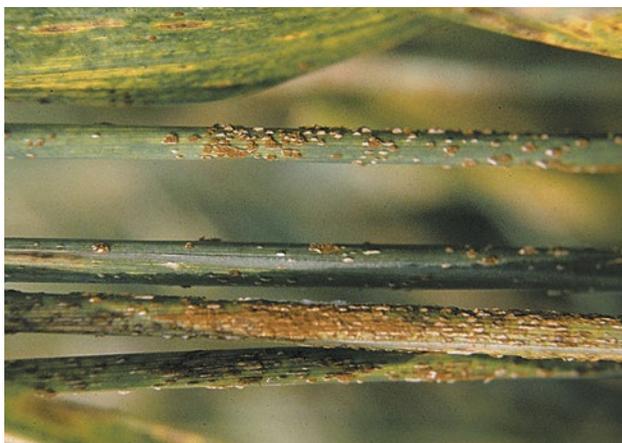
**Aspect :** La rouille des feuilles touche le limbe et les gaines foliaires, tandis que la rouille des tiges peut se développer sur les feuilles, les gaines foliaires, les tiges et les épis. La rouille des feuilles se manifeste d'abord par l'apparition de petites taches (pustules) jaune-brun qui renferment des spores orange ou brun orangé (voir photo 16-45). Dans la plupart des cas, l'infection

apparaît sur le dessus des feuilles et des gaines foliaires. Lorsque l'infection est grave, les feuilles deviennent nécrosées, c'est-à-dire qu'elles jaunissent et brunissent. Dans les céréales de printemps, les champs semés tardivement sont plus vulnérables à cette maladie. Quant à eux, les cultivars de blé d'automne qui parviennent à maturité tardivement sont légèrement plus à risque. La rouille des tiges se manifeste d'abord par l'apparition de taches brun rougeâtre sur les deux faces des feuilles, les tiges et les épis (voir photo 16-46). Quand les taches s'étendent, elles éclatent et libèrent des spores dans l'air. La surface des tissus paraît alors déchiquetée.

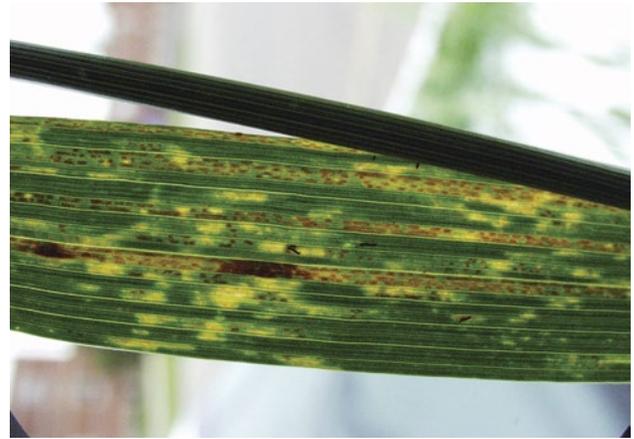
La rouille jaune (voir photo 16-47) touche habituellement le limbe des feuilles et parfois les épis dans les cas très graves, mais rarement les gaines foliaires ou les tiges. Elle cause l'apparition de petites lésions circulaires jaune-orange, semblables à des cloques, qui fusionnent pour former des rayures.



**Photo 16-45** – La rouille des feuilles cause l'apparition, sur le limbe et les gaines foliaires, de petites taches jaune-brun contenant des spores orange ou brun orangé



**Photo 16-46** – La rouille des tiges peut toucher les gaines foliaires, les tiges et les épis



**Photo 16-47** – Les lésions jaune-orange causées par la rouille jaune ressemblent à de petites cloques circulaires qui fusionnent pour former des rayures

**Cycle biologique :** Le champignon responsable de la rouille des tiges a besoin de l'épine-vinette pour compléter son cycle biologique. Le champignon responsable de la rouille des feuilles, par contre, hiverne rarement dans la province; il est porté par les vents orageux en provenance des plants infectés des régions productrices de blé du Sud des États-Unis et du Mexique. La plupart des années, les spores de la rouille des feuilles arrivent tard (après la floraison du blé) et engendrent donc peu de pertes économiques. Ces maladies frappent plus durement lorsque les températures sont chaudes (de 20 à 28 °C le jour et de 16 à 22 °C la nuit) et que la culture est soumise à des rosées fréquentes du stade sortie de la feuille de l'épi à la floraison (stades 37 et de 61 à 71 sur l'échelle de Zadok, respectivement).

Contrairement à la rouille des feuilles et à la rouille des tiges, la rouille jaune n'a pas besoin d'un hôte intermédiaire pour compléter son cycle biologique. En plus du blé, ses hôtes comprennent de nombreuses graminées telles que le seigle, l'orge et diverses graminées vivaces qui lui servent de réservoir. L'agent responsable de la rouille jaune n'hiverne pas en Ontario et, parmi les agents responsables des trois types de rouille, c'est le seul qui préfère les températures fraîches. En effet, la progression de la rouille jaune est favorisée au début du printemps ou durant une longue période de temps frais (de 10 à 15 °C) combinée à des feuilles qui restent mouillées.

**Stratégies de lutte :** Il faut éliminer l'hôte intermédiaire, l'épine-vinette, pour réduire l'incidence de la rouille des tiges, et utiliser dans la mesure du possible des cultivars résistants. Comme la rouille des feuilles apparaît habituellement en premier sur les

deux feuilles du haut, il importe, durant le dépistage, de surveiller non seulement les signes de la maladie sur la deuxième feuille du haut avant l'épiaison, mais aussi la feuille de l'épi durant l'épiaison. Un traitement fongicide foliaire s'impose lorsque la feuille de l'épi compte de 5 à 10 pustules ou que 1 % de la surface de la feuille de l'épi est touché (de l'épiaison jusqu'à la fin de la floraison) et que du temps humide et pluvieux est annoncé. Le semis précoce de céréales de printemps permet aux plants de parvenir à maturité avant que les niveaux d'inoculum ne soient élevés. Dans l'avoine, la rouille des feuilles (rouille couronnée) est liée à la présence de nerprun commun, hôte intermédiaire de l'agent pathogène; il faut donc enlever ou détruire les nerpruns. Des lignes directrices sur les fongicides figurent dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*.

**Tableau 16-3** – Comparaison des principales rouilles des petites céréales en Ontario

Points à considérer	Rouille des feuilles	Rouille jaune	Rouille des tiges
Parties atteintes	Feuilles	Feuilles et épis	Tiges et feuilles
Couleur de la lésion (pustule)	Orange	Jaune	Rouge foncé
Forme de la lésion	Simple	Rayures	Simple
Températures	15 à 27 °C	12 à 21 °C	18 à 30 °C
Incidence en Ontario	Annuelle et variable	Croissante depuis 2 ans	Très faible

### JAUNISSE NANISANTE DE L'ORGE

**Incidence** : On dit de la jaunisse nanisante de l'orge qu'elle est la maladie virale des céréales la plus largement répandue et la plus dévastatrice. Le virus de la jaunisse nanisante de l'orge infecte un grand nombre d'hôtes appartenant à la famille des graminées, dont le blé, l'avoine et l'orge. De ces trois céréales, l'avoine est considérée comme la plus sensible.

**Aspect** : Les principaux signes sont le rabougrissement du plant accompagné de la coloration jaune, rouge ou violacée de la pointe des feuilles (voir photo 16-48). Ces signes sont souvent attribués à tort à des carences en éléments nutritifs, à des facteurs environnementaux ou à d'autres maladies virales, comme la mosaïque striée du blé et la mosaïque à *Polymyxa* du blé (voir tableau 16-4, *Comparaison des virus s'attaquant aux céréales*). Comme il est très difficile d'identifier les agents pathogènes viraux, il faut s'en remettre à des

analyses sérologiques précises. L'idéal est de transmettre des échantillons à un laboratoire de diagnostic offrant de telles analyses.



**Photo 16-48** – Transmis par les pucerons, le virus de la jaunisse nanisante de l'orge se manifeste par le rabougrissement des plants accompagné d'une coloration jaune, rouge ou violacée de la pointe des feuilles

**Cycle biologique** : Le virus de la jaunisse nanisante de l'orge est transmis uniquement par les pucerons. Plusieurs espèces de pucerons ont été identifiées comme vecteurs de cette maladie, notamment le puceron vert des graminées, le puceron du maïs, le puceron des céréales et le puceron du merisier à grappes. Ce sont des vecteurs parfaits pour le virus de la jaunisse nanisante de l'orge puisqu'ils entrent en contact avec la sève des végétaux, dont ils se nourrissent directement, privant ainsi les plants des éléments nutritifs dont ils ont besoin pour croître. La maladie se manifeste généralement après le départ des pucerons en nuisant à la croissance des racines, en réduisant le tallage, en retardant la maturité et en causant des signes semblables à ceux d'une carence en éléments nutritifs. Les plants infectés sont habituellement regroupés par plaques de 1 à 2 m (3 à 7 pi) de diamètre, mais peuvent aussi être distribués uniformément à la grandeur du champ si la population de pucerons y est uniformément répartie. Les pertes de rendement sont très étroitement liées au stade de la culture où se produit l'infection. En général, les pertes sont plus importantes lorsque l'infection touche les plantules à l'automne (plus de 30 %) plutôt qu'au printemps.

**Stratégies de lutte** : Il existe peu de méthodes de lutte. Dans les céréales d'automne, la meilleure stratégie consiste à éviter de semer tôt. En effet, le semis précoce laisse plus de temps aux pucerons pour infecter les plants à l'automne. Les dates de semis optimales ou recommandées pour le blé d'automne (voir la section *Dates de semis* du chapitre 4, *Céréales*)

tiennent compte du virus de la jaunisse nanisante de l'orge et de la mouche de Hesse, et visent l'obtention de plants vigoureux très résistants à l'hiver. Le semis précoce durant un automne doux ou tardif permet aux pucerons de survivre plus longtemps qu'à l'habitude; il est donc uniquement avantageux dans les céréales de printemps. Les pulvérisations de produits chimiques visant à enrayer les vecteurs que sont les pucerons ne sont ni pratiques, ni économiques, car le dépistage des pucerons est très difficile. Quand les populations de pucerons deviennent visibles, l'infection a fort probablement déjà eu lieu. Les pulvérisations préventives ne sont pas non plus rentables étant donné que la maladie est difficile à prévoir.

## MOSAÏQUE À POLYMYXA DU BLÉ

### MOSAÏQUE STRIÉE DU BLÉ

(*Polymyxa graminis*)

**Incidence :** Il est facile de confondre le virus de la mosaïque à *Polymyxa* du blé et le virus de la mosaïque striée du blé étant donné qu'ils se manifestent par les mêmes signes, ont le même cycle biologique et se répartissent de la même façon dans le champ. Il arrive par ailleurs que les deux virus soient présents dans le même champ.

**Aspect :** Les signes foliaires typiques de la mosaïque à *Polymyxa* du blé sont une mosaïque de taches vertes sur fond jaune, et ceux de la mosaïque striée du blé, des stries jaunes ou vert pâle parallèles aux nervures des feuilles. Les stries sont souvent fuselées, ce qui donne aux lésions l'aspect de filosités. Le virus de la mosaïque striée du blé peut aussi causer le rabougrissement des plants et nuire au tallage.

**Cycle biologique :** Il n'est pas rare que de nombreux plants soient infectés par les deux virus, étant donné que ceux-ci ont le même vecteur, un champignon terricole appelé *Polymyxa graminis*. Ce champignon produit des zoospores (spores mobiles dans l'eau) qui envahissent les poils absorbants et les cellules épidermiques des jeunes plants lorsque le sol est

fortement chargé d'humidité ou dans les zones basses et détremées du champ. Ce sont ces zoospores qui transmettent le virus aux plants. Le champignon peut demeurer dans le sol pendant au moins huit ans. L'important n'est pas d'identifier lequel des deux virus est présent, mais bien de déterminer que les signes ne sont pas attribuables à d'autres causes (champignons, bactéries, etc.). Sont à risque les champs qui ont servi à plusieurs reprises à la culture de blé d'automne au cours des huit à dix dernières années. Les pertes de rendement varient de moins de 5 % à 40 %, mais sont généralement faibles. Les signes apparaissent habituellement tôt au printemps, lorsque la croissance reprend. La température optimale pour leur apparition va de 5 à 15 °C.

**Stratégies de lutte :** Comme le champignon qui est le vecteur des deux virus peut survivre de nombreuses années dans le sol, la rotation des cultures ne permet pas toujours de combattre la maladie. L'inoculum du virus de la mosaïque striée du blé semble moins important dans les champs qui ont reçu au fil des ans d'abondants épandages de fumier de volaille et de bétail.

### OÏDIUM (BLANC) (*Blumeria graminis*)

**Incidence :** L'oïdium est une maladie courante des végétaux qui peut causer des dommages dans les champs de blé et d'orge. Les cultivars de blé n'ont pas tous la même vulnérabilité à cette maladie. La maladie prive les plants d'éléments nutritifs et réduit la capacité photosynthétisante des feuilles. Les infections qui atteignent la feuille de l'épi et la deuxième feuille sont plus graves. La santé des deux feuilles du haut détermine le calibre, le poids spécifique et le rendement du grain. Difficiles à prévoir, les pertes de rendement sont généralement minimales lorsque l'infection survient tôt, à moins que le temps ne reste frais et humide. Elles peuvent représenter de 2 à 30 % du rendement total, mais il est très rare en Ontario qu'elles dépassent les 10 ou 15 %.

Tableau 16-4 – Comparaison des virus s'attaquant aux céréales

Virus	Vecteurs	Principaux signes	Autres hôtes
Virus de la jaunisse nanisante de l'orge	Pucerons	Chlorose générale, coloration rouge ou violacée, rabougrissement	Orge, avoine, maïs, sorgho, millet, graminées
Virus de la mosaïque à <i>Polymyxa</i> du blé	Champignon terricole ( <i>Polymyxa graminis</i> )	Mosaïque vert-jaune, rabougrissement, formation de rosettes	Seigle, orge, graminées, sorgho
Virus de la mosaïque striée du blé	Champignon terricole ( <i>Polymyxa graminis</i> )	Mosaïque jaune-vert, stries, filosité	Seigle, orge

**Aspect :** Le signe caractéristique de l'oïdium est la moisissure duveteuse blanche ou grise qui se forme souvent d'abord sur les feuilles du bas (voir photo 16-49). Dans des conditions favorables, l'infection peut progresser rapidement vers le haut sur les feuilles, les gaines foliaires, les tiges et les épis. Les feuilles se couvrent alors de stries jaunes allongées ou de zones qui peuvent brunir et mourir prématurément. Les plants gravement atteints peuvent verser ou présenter un mauvais remplissage des grains. Les zones gris pâle de la moisissure, plus vieilles, ont souvent de petites taches noires. La moisissure est surtout visible au petit matin, lorsque les plants sont encore mouillés. Comme l'infection est superficielle, on peut facilement enlever la moisissure en grattant la surface des zones atteintes.



**Photo 16-49** – L'oïdium provoque la formation de moisissure duveteuse blanche ou grise sur les feuilles du bas avant de gagner le haut du plant

**Cycle biologique :** Le champignon survit dans les résidus de culture, comme la paille ou le chaume, les plantules de blé d'automne, les céréales spontanées et le blé. Surtout disséminées par le vent, les spores libérées ont besoin d'un taux d'humidité relative frôlant les 100 % et de températures entre 15 et 21 °C. Les conditions météorologiques qui assèchent le champ, par exemple les jours chauds, secs et ensoleillés, ralentissent la progression de la maladie, qui s'arrête dès que les températures atteignent plus de 25 °C. Un peuplement dense et une culture vigoureuse peuvent nuire à l'assèchement des feuilles et créer des conditions propices à l'oïdium. L'oïdium progresse rapidement dans les champs ayant reçu de fortes doses d'azote, élément qui favorise le tallage, ce qui donne des peuplements denses et augmente la vulnérabilité de la culture. Il importe de faire le dépistage de l'oïdium dans les champs qui ont reçu plus de 78 kg/ha (70 lb/ac) d'azote.

**Stratégies de lutte :** Dans la plupart des cas, l'oïdium a peu de répercussions sur le seigle ou l'avoine, qui y sont très résistants. Dans les zones susceptibles d'être

fortement infectées par cette maladie, il convient d'utiliser des cultivars de blé d'automne résistants (tolérants). L'enlèvement des résidus de culture par le travail du sol conjugué à la pratique d'une rotation des cultures qui délaisse le blé ou les autres céréales sensibles pendant au moins deux ans peut réduire l'incidence de la maladie. L'application de fongicides foliaires est nécessaire lorsque l'infection risque d'entraîner des pertes de rendement. Le seuil établi pour l'application de fongicides diffère selon l'âge de la culture. La maîtrise de l'oïdium en début de saison est justifiée si l'infection atteint de 5 à 10 % de la surface des feuilles du bas. Ce traitement peut réduire l'ampleur de la maladie par la suite. Plus tard dans la saison, l'infection de la feuille de l'épi (1 % de la surface) et de la deuxième feuille (de 3 à 5 % de la surface) exige une intervention immédiate, surtout si l'on annonce une longue période de pluie ou de temps humide. Des renseignements sur les produits fongicides figurent dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*.

## Maladies de l'épi et du grain

### TACHES SEPTORIENNES

(*Septoria tritici*)

### TACHE DES GLUMES

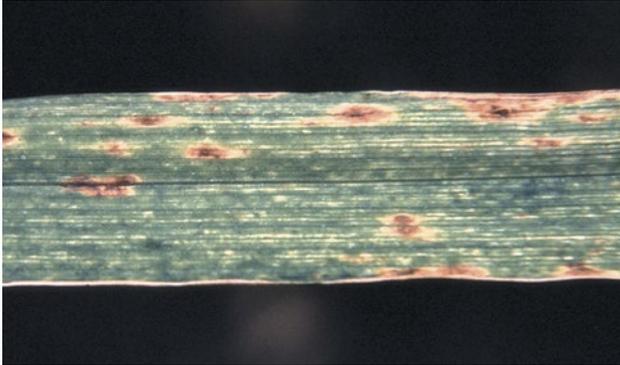
(*Stagonospora nodorum*)

**Incidence :** Les taches septoriennes et la tache des glumes sont deux maladies causées par des espèces différentes de champignons du même genre (*Septoria*). Les deux maladies ont des répercussions économiques. Elles frappent la plupart des petites céréales et bien des graminées, mais le blé est le seul hôte important parmi les cultures commerciales.

**Aspect :** La maladie des taches septoriennes s'attaque uniquement aux feuilles, tandis que la tache des glumes s'attaque à la fois aux feuilles et aux glumes. La maladie se manifeste d'abord par de petites taches vert pâle ou jaunes entre les nervures des feuilles du bas (voir photo 16-50); ces taches s'allongent ensuite pour créer des lésions brun rougeâtre de forme irrégulière. À l'intérieur de ces lésions, on peut facilement observer à la loupe des pycnides (organes de fructification du champignon) brun foncé ou noirs.

Apparaissant après l'épiaison, la tache des glumes est favorisée par le temps chaud et humide. De petites taches ovales, irrégulières, allant du gris au brun,

apparaissent sur les feuilles, et des zones brun violacé se forment sur les glumes (voir photo 16-51). Les zones atteintes présentent également de petites pycnides noires. La présence de pycnides est un signe important qui permet de distinguer les taches septoriennes et la tache des glumes d'autres maladies foliaires.



**Photo 16-50** – Les taches septoriennes se manifestent par de petites taches vert pâle ou jaunes qui s'allongent pour former des lésions brun rougeâtre



**Photo 16-51** – La tache des glumes se manifeste par l'apparition de petites taches ovales grises ou brunes sur les feuilles et de zones brun violacé sur les glumes

**Cycle biologique :** Les champignons du genre *Septoria* survivent dans les semences, la paille, le chaume ou le blé spontané. Ils sont favorisés par les conditions pluvieuses ou humides et les températures modérées; avec l'oïdium, les maladies foliaires qu'ils causent sont donc souvent les premières à se manifester au printemps. Même si les grandes chaleurs limitent la progression des deux champignons, *Stagonospora* est légèrement plus tolérant à la chaleur que *Septoria*. De longues périodes de pluie en mai et au début de juin augmentent l'incidence des maladies. À la phase

foliaire, les deux maladies progressent normalement de bas en haut. En revanche, à la phase où la tache des glumes se manifeste sur les glumes, la maladie ne progresse pas à la verticale dans le feuillage, mais se propage rapidement dans le champ, n'infectant que les épis.

**Stratégies de lutte :** La rotation avec des cultures autres que des céréales, l'enfouissement des résidus de céréales et l'enlèvement du blé spontané réduisent la survie de ces champignons. Malheureusement, la plupart des années, il y a suffisamment de spores pour déclencher la maladie dans des conditions environnementales favorables. Il importe d'avoir un programme de fertilisation équilibré puisque les fortes doses d'engrais et le semis précoce peuvent donner un feuillage dense avant l'hiver, ce qui expose davantage les plants à ces maladies. Le blé d'automne peut contracter la maladie des taches septoriennes sous la couche de neige. Il faut utiliser des semences de bonne qualité traitées avec un fongicide afin de prévenir les infections transmises par les semences. À l'heure actuelle, les cultivars ont une tolérance limitée. Les fongicides foliaires combattent efficacement les taches septoriennes et la tache des glumes. Les seuils d'intervention varient selon le stade de croissance du blé. Une application est justifiée s'il y a une ou deux lésions (couvrant 1 % de la surface de la feuille) sur la première feuille sous la feuille de l'épi jusqu'au moment du gonflement, ou s'il y a une ou deux lésions (couvrant 1 % de la surface de la feuille) sur la feuille de l'épi au moment de l'épiaison (floraison). Des renseignements sur les fongicides figurent dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*.

### **TACHES BRONZÉES** (*Pyrenophora tritici-repentis*)

**Incidence :** La méthode de travail réduit du sol a augmenté l'incidence des taches bronzées dans la province, mais les pertes économiques entraînées par la maladie sont négligeables. Cependant, comme la maladie est souvent confondue avec les taches septoriennes, les erreurs de diagnostic peuvent entraîner des applications inutiles de fongicides foliaires. L'orge et l'avoine sont beaucoup plus tolérantes aux taches bronzées que le blé.

**Aspect :** La maladie se manifeste d'abord sur les feuilles du bas sous forme de petites mouchetures chamois-brun qui grossissent pour former des taches chamois ovales ou circulaires de 5 à 15 mm (0,2 à 0,6 po) entourant un petit point central brun foncé. Un halo

jaune vif entoure les lésions. Les lésions sont faciles à voir lorsque la feuille est à contre-jour.

**Cycle biologique :** Le champignon survit sur les résidus de blé. La progression de la maladie est favorisée par de longues périodes de temps frais, couvert et humide au début de la saison de croissance. Les spores sont disséminées par le vent.

**Stratégies de lutte :** La plupart des cultivars de blé sont sensibles aux taches bronzées. Il faut donc inclure dans la rotation des cultures qui ne servent pas d'hôtes à ce pathogène, notamment d'autres céréales, du maïs, du soya et de la luzerne. Des renseignements sur les différents traitements fongicides figurent dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*.

### **CHARBON NU (*Ustilago tritici*)**

**Incidence :** Par le passé, le charbon nu comptait parmi les maladies du blé et de l'orge les plus dévastatrices en Ontario. Le traitement des semences aux fongicides permet aujourd'hui de maîtriser très efficacement cette maladie. Par ailleurs, l'emploi de semences de blé infectées et non traitées peut entraîner des pertes de rendement de 10 à 30 %.

**Aspect :** Les grains sont remplacés par des masses de spores sèches et noires, visibles peu après l'épiaison (voir photo 16-52). Avec le temps, il ne reste plus que des épis nus. Les plants infectés paraissent normaux jusqu'à l'épiaison.



**Photo 16-52** – Le charbon nu provoque le remplacement des grains par des masses de spores sèches et noires, visibles peu après l'épiaison

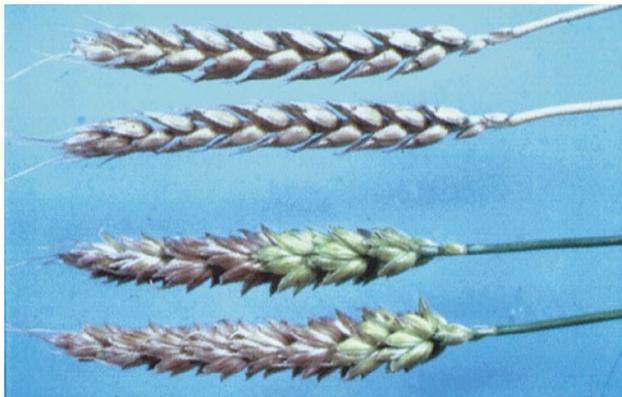
**Cycle biologique :** Le champignon qui cause la maladie survit dans les grains de blé infectés et infecte par la suite les plants en croissance. Le champignon gagne tout le plant et finit par infecter l'épi et remplacer les grains. Les spores, disséminées par le vent, infectent les plants adjacents. Les semences infectées paraissent normales et ne peuvent donc être distinguées de celles qui sont saines. Le blé et l'orge sont les hôtes principaux, alors que l'avoine et le seigle sont assez tolérants.

**Stratégies de lutte :** Il convient de semer des semences sélectionnées préalablement traitées avec un fongicide systémique. De plus amples renseignements figurent dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*.

### **FUSARIOSE DE L'ÉPI (*Fusarium graminearum*)**

**Incidence :** La fusariose de l'épi est l'une des maladies des petites céréales les plus répandues en Ontario. Ces dernières années, d'importants foyers d'infection se sont déclarés lorsque le temps a été chaud et pluvieux entre le stade de la floraison et le stade pâteux mou. La fusariose peut non seulement entraîner des pertes de rendement considérables, mais également produire des mycotoxines dangereuses pour le bétail.

**Aspect :** Les signes de la fusariose de l'épi apparaissent peu après la floraison. Les épillets atteints (glumes et fleurons) semblent avoir mûri (blanchi) prématurément par comparaison aux épis sains, qui sont verts. Le champignon peut s'attaquer à la totalité ou à une partie de l'épi. Le blanchiment des épis apparaît de trois à cinq jours après l'infection. L'épi au complet peut être détruit lorsque le col (dernier entre-nœud de la tige sous l'épi) est infecté (voir photo 16-53). Par temps chaud et humide, le champignon produit un anneau de spores allant du saumon au rose à la base de l'épillet ou dans le sillon du grain. Si les conditions se maintiennent, l'infection peut se propager aux grains adjacents. Les grains infectés sont habituellement ratatinés, plissés et légers. Ils ont un aspect rugueux et galeux et peuvent être brun clair, rose ou blanc grisâtre. Le nombre de grains atteints dépend du moment de l'infection et des conditions météorologiques lors de l'infection.



**Photo 16-53** – La fusariose de l'épi fait blanchir l'épi en totalité ou en partie, alors que la tige reste habituellement verte

Le semis de semences infectées peut exposer la culture à la phase de brûlure des plantules de la maladie, distincte de la fusariose de l'épi. Les grains infectés risquent de ne pas germer et peuvent donner des peuplements clairsemés. Les plants infectés qui lèvent manquent parfois de vigueur et finissent souvent par mourir avant de s'être établis. Les plantules infectées peuvent être brun clair ou brun rougeâtre et être couvertes de moisissure blanche ou rose. Les plants en croissance sont habituellement de plus petite taille et ont moins de talles et de plus petits épis. Si l'on coupe la racine ou le collet, on peut apercevoir une pourriture brun clair ou brun rougeâtre.

**Cycle biologique :** Même si plusieurs espèces de *Fusarium* peuvent provoquer la fusariose de l'épi, le principal agent pathogène est *Fusarium graminearum*, qui peut par ailleurs infecter le maïs, le blé, l'orge, l'avoine et le seigle. Toutes les espèces hivernent dans des grains, des pailles, du chaume ou des résidus de paille ou de tiges infectés qui ont été laissés à la surface du sol. Les champignons survivent entre les cultures sous forme de spores asexuées (conidies), de filaments mycéliens (mycélium) et d'organes de fructification noir violacé (périthèces), qui produisent les spores sexués (ascospores). Les champignons prolifèrent et produisent des spores depuis le moment de la récolte jusqu'à ce que les résidus de culture se soient décomposés dans le sol.

Le vent et les éclaboussures d'eau propagent les deux types de spores depuis les résidus infectés de la culture précédente jusqu'aux épis de blé. Les conidies sont produites sur les résidus de maïs et de petites céréales durant les épisodes de temps chaud et humide, tandis que les ascospores sont libérées par temps pluvieux et sec. Le champignon peut ainsi disséminer des spores

dans l'air pendant une longue période. Les spores qui atterrissent sur les épis ont besoin de pluie ou d'une forte rosée pour germer et envahir les parties florales (anthères, glumes et autres parties de l'épi). Le risque d'infection augmente considérablement lorsque ces spores retombent durant de longues périodes de temps chaud, pluvieux et humide où la température se maintient entre 22 et 27 °C. Plus la période de temps pluvieux se prolonge pendant la floraison, plus le risque d'infection est grand et plus la maladie risque d'être grave. Si le temps chaud et humide persiste, les masses de spores rose saumon produites sur les épillets sont disséminées par l'air et peuvent constituer une autre source d'infection.

**Stratégies de lutte :** Le semis de blé après des cultures de blé ou de maïs est à éviter. La présence de résidus de l'une ou l'autre de ces cultures à la surface du sol dans les champs de blé augmente considérablement le risque d'infection par la fusariose de l'épi. Le labour propre des résidus infectés réduit les risques d'infection par les spores provenant du champ. Toutefois, la fusariose de l'épi peut quand même être propagée par les spores poussées par le vent depuis les champs avoisinants dans des conditions météorologiques favorables. Comme bon nombre de grains infectés sont petits, ratatinés et plus légers que les grains sains, il est possible que le fonctionnement du ventilateur à une vitesse supérieure à la normale fasse en sorte qu'une grande partie de ces grains soient rejetés à l'arrière de la moissonneuse-batteuse, mais il se peut que l'on perde ainsi d'autres bons grains (jusqu'à 0,13 t/ha ou 3 bo/ac). De bonnes pratiques d'entreposage et de séchage limitent la propagation de la fusariose de l'épi après la récolte. L'utilisation de cultivars tolérants réduit le risque d'infection.

Une étude sur la lutte contre la fusariose de l'épi, menée au campus de Ridgetown de l'Université de Guelph, a débouché sur l'élaboration d'un modèle de prévision de vomitoxine, une mycotoxine, à partir de données recueillies sur de nombreuses années. Ce modèle, appelé DONcast, est assez novateur puisqu'il met en relation l'accumulation de vomitoxine dans le grain de blé et les conditions environnementales durant l'épiaison et indique leur incidence sur la production d'inoculum, l'infection des épis de blé et la prolifération fongique qui suit dans l'épi. De plus amples renseignements sont accessibles sur le site Web de Weather INnovations Consulting LP, au [www.weatherinnovations.com](http://www.weatherinnovations.com). De l'information sur les différents produits fongicides figure dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*.

## **CARIE NAINE** (*Tilletia controversa*)

## **CARIE DU BLÉ** (*Tilletia tritici*)

**Incidence :** La carie du blé survient dans les cultures de blé de printemps ou de blé d'automne de toutes les régions de l'Ontario, alors que la carie naine touche surtout les comtés bordant la baie Georgienne et le lac Huron, où la couverture de neige est épaisse et reste jusqu'au début du printemps. Les années où la maladie frappe durement, certains champs comportent plus de 50 % de plants infectés.

**Aspect :** En Ontario, trois espèces de champignons peuvent causer la carie dans le blé d'automne. Les deux premiers, *Tilletia tritici* et *Tilletia laevis*, causent la carie du blé. Le troisième, *Tilletia controversa*, cause la carie naine. Ces trois champignons pathogènes se manifestent principalement par la production de balles sporifères, qui remplacent les grains sains. Ces balles renferment des masses de spores poudreuses noires, appelées téliospores. Lorsque le grain infecté est récolté ou broyé, ces balles se brisent facilement et libèrent les spores qu'elles contenaient, ce qui provoque la contamination des grains. Outre la présence des balles sporifères, l'un des signes les plus évidents de ces maladies est l'odeur âcre de poisson que les spores dégagent. Cette odeur est importante, puisque la maladie peut entraîner une mise en quarantaine. En effet, bon nombre de pays importateurs ne tolèrent aucunement les chargements de blé contaminé. Souvent, le nuage de spores et l'odeur caractéristique sont les premiers signes d'infection à apparaître dans la culture.

La carie du blé et la carie naine sont difficiles à différencier, de sorte que le diagnostic doit souvent être confirmé par un examen microscopique. Elles se distinguent cependant par le fait que les balles sporifères de la carie du blé sont de taille et de forme semblables à celles des grains qu'elles remplacent, tandis que dans le cas de la carie naine, les balles sporifères sont plus petites et sont généralement plus arrondies. De plus, les plants infectés par la carie naine sont considérablement plus courts (la moitié de la taille des plants sains), tandis que ceux infectés par la carie du blé ne sont que légèrement plus petits que les plants sains. Un quatrième champignon cause la carie indienne ou carie de karnal, mais il n'y a heureusement pas d'incidence de cette maladie en Ontario.

**Cycle biologique :** La carie naine et la carie du blé peuvent être transmises aux plants de blé d'automne soit par le sol, soit par les semences. Même si la carie

du blé peut être transmise par le sol, le champignon semble être surtout transmis par les semences et se maîtrise facilement au moyen de l'un des traitements des semences actuellement homologués. La carie naine est plus difficile à combattre, puisque les spores peuvent survivre pendant 10 ans ou plus dans le sol.

**Stratégies de lutte :** Il convient d'utiliser des semences exemptes de spores et de jeter les semences qui proviennent de champs infectés. Certains traitements de semences homologués sont plus efficaces que d'autres. De plus amples renseignements figurent dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*.

### **Autres conseils :**

- **Régler l'organe de coupe de la moissonneuse-batteuse à la bonne hauteur.**  
Les plants de blé infectés par la carie naine sont beaucoup plus courts que les plants sains. Le fait de relever l'organe de coupe réduit la quantité de balles sporifères récoltées.
- **Procéder à la récolte lorsque la teneur en eau est inférieure à 15 %.**  
Les balles sporifères et les spores sèches ont tendance à être rejetées plus facilement par la moissonneuse-batteuse. Plus les grains sont mouillés, plus il est probable que les spores y adhèrent. Il est très difficile de retirer les balles humides de la moissonneuse-batteuse étant donné qu'elles sont très lourdes.
- **Régler le ventilateur de la moissonneuse-batteuse à sa vitesse maximale.**  
Le réglage du ventilateur à sa vitesse maximale permet de rejeter une bonne partie des balles sporifères. La perte de grains sains sera minimale.
- **Récolter séparément les zones adjacentes aux bordures de champ et aux boisés.**  
L'incidence de la maladie est plus grande là où les accumulations de neige sont plus grandes et plus prolongées. En récoltant le reste du champ séparément, on réduit au minimum le nombre de balles sporifères dans les grains.
- **Nettoyer les grains avant de les entreposer.**  
Il importe de retirer le plus possible de balles sporifères des grains avant de les entreposer puisque celles-ci se brisent lorsque l'on manipule les grains ou qu'on les sort des cellules de stockage. Comme les balles sporifères ont à peu près la même taille que les graines de renouée liseron, les cribles qui enlèvent les graines de renouée liseron devraient en retirer un bon nombre des grains.
- **Assurer la bonne aération des grains entreposés.**  
Il faudra beaucoup de temps pour que les grains soient débarrassés de l'odeur de poisson.

**ERGOT****(Claviceps purpurea)**

**Incidence :** L'ergot infecte à l'occasion l'orge, le blé et le triticale. Même si les pertes de rendement sont dans la plupart des cas négligeables, les répercussions de cette maladie sur la qualité du grain et sa facilité d'écoulement peuvent être graves étant donné que les grains ergotés sont toxiques pour les animaux d'élevage et les humains. Il faut donc faire preuve de prudence au moment de servir aux animaux, surtout aux porcs, des grains contenant des corps noirs. L'ergot survient rarement et sporadiquement en Ontario, mais dans certains champs qui ont été endommagés entre autres par le gel ou des herbicides, elle peut être grave au point de rendre les épis stériles. Les fleurs stériles ont tendance à rester ouverts, ce qui les rend plus vulnérables aux infections.

**Aspect :** Le premier signe de cette maladie fongique est généralement l'apparition de sclérotés bruns à violet foncé qui sortent des épis. Ces sclérotés remplacent les grains et peuvent atteindre 1 cm (0,4 po) de long.

**Cycle biologique :** Le champignon hiverne sous forme de sclérotés dans le sol et sur les semences. Les sclérotés produisent des spores qui infectent les fleurs. Les insectes contribuent ensuite à infecter d'autres épis. Le temps pluvieux, humide et frais prolonge la floraison et augmente de ce fait le risque d'infection. Les sclérotés de l'ergot sont bien adaptés et peuvent survivre de nombreuses années dans le sol.

**Stratégies de lutte :** Il importe d'utiliser des semences propres et exemptes de sclérotés et de laisser un intervalle d'au moins un an entre les cultures sensibles (p. ex seigle, blé, orge, triticale).

**Maladies de l'orge****FONTE DES SEMIS, PIÉTIN COMMUN ET TACHES HELMINTHOSPORIENNES****(Cochliobolus sativus)**

**Incidence :** Les taches helminthosporiennes (voir photo 16-54), la fonte des semis et le piétin commun, souvent graves et répandus, sont tous causés par le même champignon, qui hiverne dans le sol, les semences et les résidus d'orge. Toutes les semences d'orge devraient donc être traitées avec un fongicide (voir la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*). Pour réduire la gravité des taches helminthosporiennes, il faut

éviter de cultiver de l'orge après de l'orge, du blé ou des graminées. Le semis précoce aide à prévenir les maladies graves en juillet. L'orge est moins lourdement frappée si elle est cultivée avec de l'avoine.



**Photo 16-54** – Les taches helminthosporiennes provoquent l'apparition de taches brunes sur les feuilles et peuvent causer la fonte des semis et la pourriture de la base de la tige

**RAYURES RÉTICULÉES****(Pyrenophora teres)****RHYNCHOSPORIOSE****(Rhynchosporium secalis)**

Les rayures réticulées (voir photo 16-55) et la rhynchosporiose surviennent surtout par temps frais et humide. Les cultivars à deux rangs sont en général plus sensibles à ces maladies que ceux à six rangs. Pour empêcher la prolifération des agents pathogènes, il faut éviter les cultures successives d'orge, enterrer le plus possible le chaume et la paille, et traiter les semences avec un fongicide (voir la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*).



**Photo 16-55** – Les rayures réticulées se manifestent d'abord par des taches vert pâle ou brunes qui s'étendent et par des lignes qui donnent à la feuille un aspect réticulé

**FUSARIOSE DE L'ÉPI**

Voir la section *Fusariose de l'épi* des maladies des céréales.

**Maladies de l'avoine****TACHES SEPTORIENNES****NÉCROSE DES TIGES**

(*Phaeosphaeria avenaria*)

La maladie des taches septoriennes peut causer de graves dommages à tous les cultivars d'avoine recommandés. Elle se reconnaît aux taches allongées, marbrées et brun clair et brun foncé qui apparaissent sur le limbe des feuilles et se propagent le long des gaines et des tiges. À un stade avancé, ces dernières deviennent noires et se cassent facilement, entraînant la verse des plants. Il convient d'éviter de cultiver de l'avoine après de l'avoine ou des céréales mélangées. Des renseignements sur les différents traitements fongicides figurent dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*.

**ROUILLE COURONNÉE**

(*Puccinia coronata* de la variété *avenae*)

La rouille couronnée est une maladie de l'avoine et de certaines graminées sauvages comme la fétuque et le ray-grass. La rouille couronnée est généralement grave et peut causer de lourdes pertes, surtout dans le centre et l'Est de l'Ontario.

**Aspect :** Le signe le plus caractéristique de la maladie est la production de pustules orange sur les feuilles et les gaines. Ces pustules peuvent produire des milliers de spores jaune-orange qui peuvent se disséminer dans d'autres champs ou infecter les plants adjacents. La maladie peut progresser rapidement dans des conditions propices, et de nouvelles pustules peuvent se former tous les sept à dix jours.

**Cycle biologique :** L'agent pathogène n'est transmis ni par les semences, ni par le sol. La principale source locale de spores est le nerprun cathartique, mais des spores sont également portées par le vent depuis le Sud des États-Unis. Il existe différentes races de champignons qui peuvent se modifier et nuire au rendement d'un cultivar donné au fil du temps. La maladie est surtout problématique lorsqu'elle frappe tôt dans la saison, que le temps est doux ou chaud (de 20 à 25 °C) de jour et frais (de 15 à 20 °C) de nuit et qu'il y a suffisamment d'humidité (pluie, rosées fréquentes).

**Stratégies de lutte :**

1. Il importe d'utiliser un cultivar tolérant. Les cultivars ne sont pas tous aussi sensibles à la maladie. Comme de nouvelles races de rouille apparaissent, la tolérance d'un cultivar peut être réduite. Les résultats des essais de rendement des cultivars de céréales de printemps réalisés en Ontario, accessibles au [www.gocereals.ca](http://www.gocereals.ca), donnent des renseignements détaillés à ce sujet.
2. Le semis doit se faire aussitôt que possible au printemps pour éviter l'infection plus tard dans la saison.
3. Les fongicides foliaires sont efficaces s'ils sont appliqués au bon moment, près de la sortie de la feuille paniculaire de manière à protéger celle-ci. Des lignes directrices sur les fongicides figurent dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*.

**NÉMATODE À KYSTE DE L'AVOINE**

(*Heterodera avenae*)

Les dégâts causés par ce nématode se manifestent dans les deux ou trois semaines qui suivent la levée de l'avoine. Les plants très infectés semblent alors arrêter subitement leur croissance, et leurs feuilles pâlisent et commencent à mourir depuis la pointe. Comme il n'y a pas de tallage, le peuplement est clairsemé et présente des plants rabougris produisant peu de grains. Dans la terre, les racines présentent un retard de croissance considérable et ont généralement une couleur altérée : elles sont jaune pâle sur les jeunes plants et brun jaunâtre sur les plants matures, alors que celles des plants sains sont d'un blanc franc.

Pour confirmer que les dégâts sont causés par ce nématode, il est possible d'envoyer un échantillon de plants atteints avec la terre qui entoure leurs racines à la Clinique de diagnostic phytosanitaire des Services de laboratoire de l'Université de Guelph, située au 95 Stone Road West, Guelph (Ontario) N1H 8J7. Des frais sont exigés pour ce service.

Il ne faut pas semer de céréales de printemps dans les champs où le nématode à kyste de l'avoine a causé des dégâts l'année précédente, mais plutôt une légumineuse ou une plante sarclée. On peut semer du maïs si la population de nématodes est faible; sinon, il en souffrira. Cependant, puisque les nématodes s'attaquent aux racines du maïs sans s'y reproduire, leur population sera décimée par la culture répétée du maïs.

## Maladies des haricots secs comestibles

### MESURES PRÉVENTIVES GÉNÉRALES

1. Laver à fond, au détergent, tout le matériel servant au nettoyage, au transport et à la mise en terre des semences pour enlever toute terre qui pourrait y adhérer. Désinfecter le matériel avec un composé d'ammonium quaternaire ou de l'hypochlorite de sodium (p. ex. agent de blanchiment 10 %). Rincer les surfaces traitées avec de l'eau propre pour les empêcher de rouiller.
2. Pratiquer une rotation sur trois ou quatre ans incluant des cultures appartenant à des familles différentes.
3. Ne pas épandre de fumier contenant des résidus de haricots sur les champs destinés à cette culture.
4. Ne pas entrer dans le champ de haricots si le feuillage est mouillé pour éviter la propagation des maladies.

### COMPLEXE DE LA POURRITURE DES RACINES (*Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani*, espèces de *Pythium* et *Chalara basicola*)

**Incidence :** Nombre d'organismes causent la pourriture des racines de haricots secs comestibles. En Ontario, les principaux champignons pathogènes responsables sont *Fusarium*, *Pythium*, *Rhizoctonia* et *Chalara* (anciennement appelé « *Thielaviopsis* »). Ils peuvent se présenter seuls ou en combinaison, ce qui est souvent le cas. On parle alors de « complexe de la pourriture des racines ». La gravité des dégâts varie selon l'état de santé général et les antécédents de la culture, la sensibilité du cultivar et les conditions environnementales.

**Aspect :** Les signes peuvent apparaître sur les plants à tout stade de croissance. Les infections de début de saison se manifestent normalement par la pourriture des semences et la fonte des semis, réduisant ainsi la densité de peuplement (problèmes de levée). Les plants qui survivent à une infection en début de saison (fonte des semis) ou qui deviennent infectés plus tard affichent des signes caractéristiques de pourriture des racines, notamment l'altération de la couleur des racines et le rabougrissement et le flétrissement du plant (voir photo 16-56).



**Photo 16-56** – Causé par différents organismes, le complexe de la pourriture des racines entraîne le rabougrissement et le flétrissement des plants de haricots secs comestibles et l'altération de la couleur des racines

La pourriture fusarienne se manifeste d'abord (dans les premières semaines) par de petites lésions brun rougeâtre qui, à mesure que le plant vieillit, s'amalgament pour former de grandes lésions ou des stries à la surface de la racine pivotante. La coupe de la racine pivotante, du collet et du bas de la tige révèle des tissus de transport d'eau brun rougeâtre. Sur les plants dont la racine pivotante est endommagée, des racines adventives peuvent se développer au-dessus de la zone endommagée. Les infections tardives tuent rarement les plants, mais entraînent leur rabougrissement.

La pourriture pythienne se reconnaît à la lésion brune gorgée d'eau qui débute à la base de la racine pivotante et qui progresse le long de la racine et de la tige jusqu'à 2 ou 3 cm (0,8 à 1,2 po) au-dessus du sol. Souvent, l'infection tue les plantules, ce qui nuit à l'établissement du peuplement. Même si les plantules plus vieilles et les plants matures ne meurent pas nécessairement, leurs racines sont souvent coupées, ce qui donne des plants rabougris, mal ancrés et flétris qui semblent malades.

Le rhizoctone commun est une pourriture des racines causée par *Rhizoctonia* qui provoque la formation de lésions enfoncées brun rougeâtre sur la tige et la racine pivotante, généralement près de la surface du sol. Les lésions peuvent ceinturer complètement la tige, provoquant du coup le rabougrissement ou la mort du plant. Elles sont d'un rouge brique caractéristique visible immédiatement après l'arrachage du plant et qui s'estompe rapidement à l'air. Il s'agit là d'un moyen de distinguer cette maladie de la pourriture fusarienne.

La pourriture noire des racines causée par *Chalara* produit des lésions brunes ou noires sur la racine pivotante et les racines latérales. Si le plant est gravement atteint, la racine pivotante peut être entièrement noire.

**Cycle biologique :** Les champignons responsables de ces pourritures survivent dans le sol, dans les débris de végétaux ou sous forme de mycélium. Ils sont attirés par les sucres et les exsudats des racines en croissance. Ils posent surtout problème lorsque le temps est frais et pluvieux durant le semis ou lorsque ces conditions retardent la levée ou la croissance des plantules. Un stress hydrique entre le milieu et la fin de la saison (temps sec) augmente l'incidence des infections des racines par *Fusarium* et *Rhizoctonia*.

**Stratégies de lutte :** Il est impossible d'éliminer ces maladies, mais les pertes de rendement qui en découlent peuvent être réduites par l'adoption des bonnes pratiques culturales suivantes :

- Choisir des cultivars ayant une bonne tolérance générale aux pourritures des racines.
- Favoriser la croissance des racines par de bons programmes de fertilisation. Veiller à ce que le sol soit riche en matière organique.
- Garder le sol meuble en pratiquant une rotation des cultures convenable (intervalle de trois ans entre deux cultures de haricots, quels qu'ils soient) et en évitant de le travailler lorsqu'il est détrempe ou de le travailler trop finement.
- Retirer l'excès d'eau en améliorant le drainage souterrain et en réduisant au minimum le compactage du sol.
- Traiter les semences contre les pourritures des racines afin de protéger les plants durant la germination et le début de la croissance. Voir les lignes directrices en la matière dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*.

## Brûlures bactériennes

**BRÛLURE BACTÉRIENNE COMMUNE**  
(*Xanthomonas campestris* du pathovar *phaseoli*)

**GRAISSE BACTÉRIENNE À HALO**  
(*Pseudomonas syringae* du pathovar *phaseolicola*)

**TACHE BACTÉRIENNE**  
(*Pseudomonas syringae* du pathovar *syringae*)

**Incidence :** Plusieurs bactéries différentes peuvent causer des dommages graves aux haricots secs comestibles. En Ontario, la brûlure bactérienne

commune et la graisse bactérienne à halo sont les principales maladies bactériennes qui touchent cette culture. La plupart des cultivars de haricots sont sensibles à la brûlure bactérienne commune, mais résistent à la graisse bactérienne à halo. La tache bactérienne a récemment été observée pour la première fois en Ontario dans les cultures de haricot adzuki, mais elle peut toucher tous les types de haricots secs.

**Aspect :** Ces maladies sont difficiles à distinguer l'une de l'autre. La brûlure bactérienne commune et la graisse bactérienne à halo se manifestent d'abord par de petites cloques d'eau sur les folioles. Dans le cas de la brûlure bactérienne commune, ces cloques sont foncées et apparaissent sur le revers des folioles en premier (voir photo 16-57). Elles grossissent et s'amalgament pour former, entre les nervures, de grandes zones brunes et sèches au pourtour jaune. Ce pourtour jaune clair est mince dans le cas de la brûlure bactérienne commune et plus large et plus apparent dans le cas de la graisse bactérienne à halo. Par temps chaud, il arrive que ce halo jaune ne se forme pas.



**Photo 16-57** – Les brûlures bactériennes se manifestent d'abord par l'apparition sur les folioles de petites cloques d'eau qui s'amalgament pour former, entre les nervures, de grandes zones brunes et sèches au pourtour jaune

À mesure que ces maladies progressent, les feuilles infectées deviennent cassantes et tombent prématurément. Les plants infectés peuvent perdre leurs feuilles une semaine ou deux avant les plants sains. Dans les cas graves, les petites nervures et la nervure principale prennent une coloration rougeâtre. Les feuilles des plants infectés par la graisse bactérienne à halo s'enroulent, et les jeunes feuilles jaunissent sans présenter de halo perceptible ni de zones de tissu mort. La graisse bactérienne à halo se distingue généralement de la brûlure bactérienne commune par les lésions plus

petites et le halo jaune-vert plus large qu'elle crée sur les feuilles, la brûlure bactérienne commune causant quant à elle un mince pourtour jaune.

Les maladies se manifestent sur les gousses par des lésions rondes et gorgées d'eau (voir photo 16-58) ou des stries le long des sutures qui renferment en leur centre une masse de bactéries jaune ou crème leur donnant un aspect gras. Avec le temps, ces lésions se creusent et s'assèchent. Elles présentent alors un pourtour brun rougeâtre et un centre jaune. Plus l'infection des gousses survient tôt, plus les répercussions sur la qualité des graines sont grandes. Généralement, les graines sont ratatinées et, dans le cas de la brûlure bactérienne commune, ont des taches brun jaunâtre. Les graines infectées produisent des plants à la tige ceinturée ou ayant de la pourriture au-dessus du nœud cotylédonaire. Ces plants affaiblis peuvent verser.



**Photo 16-58** – Gousses infectées par la brûlure bactérienne

La tache bactérienne cause quant à elle l'apparition sur les feuilles de petites zones nécrosées circulaires au pourtour habituellement jaune. Les lésions s'amalgament pour former des stries brunes entre les nervures. L'infection des pétioles cause le flétrissement et la mort des feuilles. Les lésions sur les gousses et la tige sont semblables à celles causées par la graisse bactérienne à halo.

**Cycle biologique** : Les bactéries responsables n'hivernent pas en Ontario normalement; elles survivent d'une année à l'autre dans les semences infectées. Une fois que les plants sont infectés, la maladie se propage aux plants sains à la faveur des intempéries et de la circulation des travailleurs et de la machinerie d'un champ à l'autre lorsque les plants sont mouillés. La

pluie et la grêle peuvent aussi propager les bactéries dans le champ. Les dommages causés par la grêle, le vent, les orages violents et la machinerie favorisent l'infection et la propagation de la maladie dans un même champ et entre les champs voisins. La présence de ces trois maladies bactériennes est favorisée par une forte humidité et différentes températures (plus de 27 °C pour la brûlure bactérienne commune, moins de 27 °C pour la graisse bactérienne à halo et moins de 30 °C pour la tache bactérienne).

**Stratégies de lutte** : Les bactéricides cupriques peuvent être utiles contre les brûlures bactériennes à condition qu'ils soient appliqués tôt, avant que l'infection se répande. Comme les bactéricides n'offrent qu'une protection à court terme, plusieurs applications sont souvent nécessaires dans des conditions propices à l'infection. Habituellement, les bactéries n'hivernent pas dans les champs, mais il vaut mieux laisser un intervalle d'un an entre les cultures sensibles. Il importe de ne pas employer de semences provenant de champs infectés, de ne pas semer la culture à côté d'un champ ayant été gravement infecté l'année précédente et d'incorporer les débris de haricots infectés dans le sol après la récolte. Les brûlures bactériennes se propagent facilement lorsque les plants sont mouillés par la pluie ou la rosée. Il faut donc éviter la circulation de la machinerie et des travailleurs dans les champs mouillés. De plus, il faut nettoyer le matériel avant de passer d'un champ à l'autre. Récemment, des cultivars de haricots blancs offrant une résistance génétique aux brûlures bactériennes ont été mis au point. Ces cultivars sont offerts aux producteurs ontariens.

### **ANTHRACNOSE** (*Colletotrichum lindemuthianum*)

**Incidence** : L'antracnose est une maladie redoutable des haricots comestibles en Ontario. On la combat par l'utilisation de cultivars résistants, de semences saines et de traitements de semences. Des dommages considérables sont à craindre dans les champs où la maladie apparaît à la suite d'une infection par de nouvelles souches du champignon pathogène ou de l'utilisation de semences infectées.

**Aspect** : Les signes comprennent l'apparition de lésions rondes, angulaires ou ovales sur les feuilles, les tiges et les gousses (voir photo 16-59). Les lésions sont enfoncées ou semblables à des cratères et ont un anneau noir distinct sur leur pourtour. Souvent, le centre des lésions est recouvert de plusieurs petites

masses de spores noires. Au revers des feuilles, les nervures sont généralement brun-rouge ou rouge violacé. Les pertes de rendement sont attribuables au vieillissement précoce des feuilles, à la mort prématurée des plants, au rabougrissement des semences et au nombre élevé de graines présentant des lésions sur le tégument.



**Photo 16-59** – L'antracnose provoque l'apparition sur les feuilles, les tiges et les gousses de lésions rondes ou angulaires qui sont enfoncées et ont un anneau noir sur leur pourtour

**Cycle biologique :** Le champignon survit d'année en année, principalement sous forme de spores ou de lésions sur les semences. L'utilisation de semences saines est primordiale pour combattre la maladie. Une fois que la maladie apparaît dans un champ, elle peut être propagée tant dans le champ même que d'un champ à l'autre par les déplacements de la machinerie agricole, des animaux et des humains. Le temps pluvieux est propice à sa propagation, puisque les éclaboussures d'eau chargées de spores provenant des zones infectées peuvent être transportées par le vent et les eaux de ruissellement. À la suite d'averses prolongées, les infections peuvent prendre des proportions épidémiques.

Il existe plusieurs races (souches) d'antracnose. Toutes se manifestent de la même manière sur les plants. Tous les cultivars de haricots blancs recommandés actuellement possèdent une bonne résistance aux races bêta et gamma de l'antracnose. Il est bon de consulter chaque année la fiche technique du MAAARO intitulée *Essais de rendement des haricots secs comestibles* ou de faire une recherche sur le site [www.gobeans.ca](http://www.gobeans.ca) pour connaître les cultivars résistants aux races alpha et delta et se tenir au fait des éventuelles nouvelles races.

**Stratégies de lutte :** Pour prévenir l'antracnose, il convient d'utiliser des semences saines traitées avec un fongicide, d'incorporer les résidus de haricots infectés dans le sol après la récolte, d'inscrire la culture de haricots dans une rotation incluant pendant au moins deux ans des cultures autres que des cultures hôtes et de rester hors des champs lorsque les plants sont mouillés.

### **NÉMATODE À KYSTE DU SOYA** (*Heterodera glycines*)

Même si le soya est son hôte privilégié, le nématode à kyste du soya trouve aussi refuge dans un grand nombre de plantes, dont les haricots secs comestibles. Le nématode à kyste du soya est de plus en plus présent dans les régions productrices de haricots de la province. Le semis de haricots secs comestibles dans des champs infestés par ce nématode peut augmenter l'incidence du complexe de la pourriture des racines, étant donné que le nématode endommage les racines et ouvre ainsi la voie aux organismes responsables de ces pourritures. De plus amples renseignements sur le nématode à kyste du soya figurent dans la section à ce sujet.

### **MOSAÏQUE COMMUNE DU HARICOT**

**Incidence :** Le virus de la mosaïque commune du haricot est présent partout dans la province où l'on cultive des haricots secs comestibles. Certaines années, la maladie peut frapper durement des champs en particulier.

**Aspect :** L'infection des haricots secs comestibles par le virus se manifeste de différentes manières. Les feuilles des plants infectés présentent des taches gaufrées formant une mosaïque vert foncé et jaune-vert pâle. Le pourtour des feuilles s'enroule vers le bas. Les plants sont rabougris et, si l'infection survient tôt, peuvent fleurir mais risquent de ne pas produire de graines. Un autre signe, appelé « réaction des racines noires », se manifeste chez les cultivars qui possèdent un gène particulier (gène I résistant dominant). Ces cultivars ont une résistance à toutes les souches du virus de la mosaïque commune du haricot, sauf lorsque les plants poussent à des températures élevées, qui provoquent la réaction des racines noires (réaction d'hypersensibilité), c'est-à-dire le brunissement ou le noircissement des tissus vasculaires à l'intérieur des tiges et le flétrissement suivi de la mort des plants. Le signe le plus évident de cette réaction est l'apparition de stries noires ou brunes sur l'extérieur de la tige

(tissus de transport d'eau) à partir de la surface du sol. Ce noircissement n'est parfois visible que d'un côté de la tige.

**Cycle biologique :** Le virus se propage principalement d'un champ à l'autre par les semences infectées. Les pucerons peuvent par la suite propager le virus à l'intérieur même d'un champ. Des pertes importantes sont enregistrées lorsque des cultivars sensibles sont infectés tôt en raison soit de semences infectées, soit de la proximité de plants infectés ou de champs abritant d'importantes populations de pucerons. Il existe plusieurs souches du virus, mais c'est la souche 1 qui prédomine en Ontario.

**Stratégies de lutte :** Il importe de ne pas utiliser de semences provenant de plants malades et d'éviter d'endommager les plants lors du sarclage. Une liste de cultivars résistants figure dans la fiche technique du MAAARO intitulée *Essais de rendement des haricots secs comestibles* et sur le site Web de l'Ontario Pulse Crop Committee ([www.gobeans.ca](http://www.gobeans.ca)); ces ressources devraient être consultées chaque année.

### **POURRITURE À SCLÉROTÉS** (*Sclerotinia sclerotiorum*)

**Incidence :** La pourriture à sclérotés est difficile à prévoir, même si la plupart des années, elle frappe davantage les cultures de haricots secs comestibles que celles de soya. La maladie est plus dévastatrice lorsque le temps est relativement frais et pluvieux pendant la floraison ou peu de temps avant la récolte.

**Aspect :** L'infection survient d'abord dans les tissus morts à la suite d'autres causes (p. ex. fleurs ou feuilles à la base du plant). L'infection des gousses, des tiges et des feuilles se fait par contact entre les tissus infectés et les tissus sains. Les zones atteintes sont blanchies, et une moisissure blanche (mycélium) se forme habituellement à la surface des plants (voir photo 16-60). Des sclérotés noirs et durs sont produits à la surface ou à l'intérieur de la tige (voir photo 16-61). Les sclérotés qui se trouvent dans le sol produisent des structures en forme de coupe (apothécies) qui projettent des spores sur les plants-hôtes (voir photo 16-62).



**Photo 16-60** – La pourriture à sclérotés produit des lésions couvertes de moisissure blanche sur la tige



**Photo 16-61** – Des sclérotés noirs et durs apparaissent à la surface ou à l'intérieur de la tige et des gousses



**Photo 16-62** – Les sclérotés qui se trouvent dans le sol produisent des structures en forme de coupe (apothécies) qui projettent des spores sur les plants-hôtes

**Stratégies de lutte :** Les pratiques suivantes contribuent à réduire au minimum les pertes causées par la pourriture à sclérotés :

- Utiliser des cultivars moins vulnérables ou des cultivars au port dressé.
- Ne pas semer de haricots secs comestibles après d'autres grandes cultures (p. ex. soya, betterave sucrière, canola, tournesol, chanvre), toutes sensibles à la pourriture à sclérotés, dans les champs où la maladie a déjà sévi. Autrement, laisser un intervalle d'au moins trois ans entre les cultures sensibles.
- Veiller à la bonne circulation de l'air en respectant les taux de semis recommandés et en espaçant convenablement les rangs afin d'abaisser le taux d'humidité et de rendre l'environnement moins propice à la prolifération de la maladie. Éviter la surfertilisation, qui accélère la fermeture du couvert. Cela évitera par le fait même une augmentation de l'humidité, qui crée un milieu propice à l'infection.
- Appliquer des fongicides foliaires au moment de la première floraison, avant que la maladie ne se manifeste; les pulvérisations faites après l'apparition de la maladie ne permettent pas de combattre la pourriture à sclérotés efficacement. Voir les fongicides recommandés dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*.

## Maladies du canola

### COMPLEXE DES MALADIES DES PLANTULES

**Incidence :** L'établissement du peuplement est une préoccupation majeure des producteurs de canola. Si le peuplement s'établit mal, c'est souvent à cause d'infections aux plantules causées par un ou plusieurs champignons qui provoquent différentes maladies faisant partie de ce que l'on appelle le « complexe des maladies des plantules ». Les principaux champignons en cause sont *Rhizoctonia*, *Fusarium* et *Pythium*. Ils sont le plus problématiques par temps frais.

**Aspect :** L'infection se manifeste par de nombreux signes, dont la pourriture des semences, la fonte des semis avant et après la levée, la brûlure des plantules et la pourriture des racines des plantules, qui apparaissent pendant les quatre premières semaines ou avant le stade 4 feuilles. Les semences peuvent ne pas germer ou mourir peu après la levée. Les plantules qui lèvent peuvent paraître normales, mais avoir des racines pourries. La fonte des semis se produit quand la pourriture des racines monte le long de

la tige (hypocotyle), causant un ceinturage ou un pincement de la tige à la surface du sol ou tout près. La tige est affaiblie et risque de casser ou de s'affaisser à l'endroit où se forment les lésions d'un brun rougeâtre caractéristiques. Généralement, les plantules infectées se flétrissent ou meurent en réaction au stress causé par la réduction, l'étranglement ou la pourriture de leur système racinaire, en particulier par temps sec. Les peuplements sont lents à lever, clairsemés ou inégaux et ont un rendement réduit. En cas de pertes graves, la reprise des semis peut s'imposer.

**Cycle biologique :** Les champignons en cause survivent dans le sol, dans des résidus de végétaux en décomposition. Les conditions qui ralentissent la germination et la croissance sont propices à leur prolifération. Les parties souterraines se lignifient au stade de 2 à 4 feuilles, que les plants vigoureux atteignent rapidement. À ce stade, les plantules peuvent lutter contre la progression de l'infection et arrivent à régénérer leurs racines plus vite qu'elles n'en perdent. *Pythium* préfère les sols frais et humides, et *Rhizoctonia*, les sols secs et légers.

**Stratégies de lutte :** Il convient de semer des semences de bonne qualité dans un lit de semence ferme et humide quand les conditions sont propices à une germination rapide, en évitant de les enfouir profondément. Le traitement des semences aux fongicides réduit l'incidence des infections et facilite l'établissement du peuplement (voir la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*). De plus, il importe de maintenir un bon équilibre des éléments nutritifs et d'éviter un apport excessif d'engrais pour ne pas favoriser les maladies et les phytotoxicités.

### JAMBE NOIRE

#### (*Leptosphaeria maculans*)

**Incidence :** La jambe noire est une maladie fongique présente partout au Canada où l'on cultive le canola. Dans l'Ouest canadien, il existe deux souches (de virulence faible et élevée) du champignon, qui y entraînent des pertes substantielles. Ces dernières années, l'incidence de la maladie a augmenté en Ontario, en particulier dans les champs de canola d'automne. Heureusement, la souche virulente, responsable des pertes dans l'Ouest, n'y a pas encore été signalée.

**Aspect :** L'infection se manifeste d'abord sur les cotylédons ou sur les feuilles, où se forment des taches blanches ou chamois circulaires ou irrégulières de 1 à

2 cm (0,4 à 0,8 po) de diamètre, chacune contenant de nombreux petits points noirs, soit des pycnides (voir photo 16-63). Au fil de la saison, le champignon peut s'étendre à la tige et au collet, formant un chancre qui ceinture la tige (voir photo 16-64). Les plants gravement atteints mûrissent prématurément, et leur collet ou le bas de leur tige vire au noir ou au gris. Les plants gravement infectés versent et ont de petites graines ratatinées, probablement elles-mêmes infectées par le champignon.



**Photo 16-63** – La jambe noire provoque l'apparition de taches blanches ou chamois circulaires ou irrégulières contenant de nombreux points noirs (pycnides)



**Photo 16-64** – La jambe noire se propage à la tige et y produit un chancre qui ceinture la base de la tige

**Cycle biologique** : Le champignon causant la jambe noire survit sur les résidus de canola ainsi que sur les semences et les plants infectés. Il peut se propager d'un champ à l'autre par les résidus ou les plants infectés. Ses spores sont disséminées par la pluie, le vent et les semences infectées.

**Stratégies de lutte** : Il convient de faire une bonne rotation des cultures en laissant au moins trois ans entre les cultures de canola et d'utiliser des cultivars moins sensibles. La plupart des cultivars sont cotés sur une échelle de 1 (résistants) à 5 (très sensibles). Les traitements fongicides réduisent les infections transmises par les semences et réduisent au minimum le risque d'introduction de la jambe noire dans de nouveaux champs. Cependant, la maladie peut quand même se propager d'un champ à l'autre par les plants et les résidus infectés. Les différents traitements possibles sont décrits dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*.

### POURRITURE À SCLÉROTES

**Incidence** : La pourriture à sclérotés est une maladie du canola qui se manifeste de manière sporadique dans une région et dont l'incidence varie considérablement d'une année à l'autre. Par conséquent, il est très difficile de prévoir la gravité ou l'apparition de cette maladie, très destructrice pendant les longues périodes de temps pluvieux. Des pertes pouvant atteindre 50 % peuvent survenir dans des conditions qui lui sont favorables.

**Aspect** : La pourriture à sclérotés provoque la formation de lésions blanchies sur les tiges et de sclérotés noirs et durs à l'intérieur de ces dernières, en plus de causer le vieillissement prématuré des plants. Cette maladie est souvent problématique lorsque le canola suit des cultures de canola, de haricots blancs, de soya ou de tournesol. L'infection qui commence sur les fleurs mortes se propage aux tissus adjacents, où elle provoque la mort des ramifications ou des plants. Les plants peuvent verser. Les tiges atteintes paraissent habituellement blanchies (voir photo 16-65). Les infections du canola par la pourriture à sclérotés peuvent être graves si les deux dernières semaines de juin sont marquées par du temps frais et pluvieux qui se poursuit jusqu'au début juillet, lors de la floraison. Les sclérotés noirs se retrouvent parfois dans les semences de canola récoltées. Elles peuvent d'ailleurs avoir une couleur et une taille similaires (voir photo 16-66).



**Photo 16-65** – La pourriture à sclérotos cause le vieillissement prématuré des plants de canola



**Photo 16-66** – Les sclérotos noirs produits par la pourriture à sclérotos se retrouvent parfois dans les semences de canola récoltées

**Stratégies de lutte :** Dans des champs qui ont déjà été infectés par la pourriture à sclérotos, il convient d'utiliser des semences propres et homologuées et de pratiquer sur au moins quatre ans une rotation des cultures incluant des cultures qui ne sont pas touchées comme le maïs, le blé, l'orge ou l'avoine. Pendant cette rotation, il faut éviter de semer des cultures sensibles comme la moutarde, le tournesol, les haricots secs, le soya, les pois des champs, les lentilles ou les pois chiches. Actuellement, il n'existe pas de cultivars résistants. Les champs doivent demeurer exempts de mauvaises herbes dicotylédones, car beaucoup servent d'hôtes intermédiaires à cette maladie. Les traitements fongicides foliaires sont efficaces, mais exigent un dépistage sur le terrain et doivent être effectués à des moments précis. Des renseignements sur les différents traitements possibles figurent dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*.

## MOSAÏQUE DU NAVET

**Incidence :** Le virus de la mosaïque du navet est devenu un problème important dans certaines régions où le canola d'automne est cultivé.

**Cycle biologique et aspect :** L'infection se produit à l'automne et provoque l'apparition de marbrures sur les feuilles (régions jaunes ou vert pâle entourées de la couleur verte normale) et le plissement ou le gaufrage du limbe entre les nervures (voir photo 16-67). La croissance printanière est lente. Les plants gravement atteints sont rabougris, tordus et généralement vert pâle ou jaunes. Les gousses sont déformées et de très nombreuses graines sont mal remplies. La maladie semble frapper plus durement les régions où l'on cultive des crucifères (p. ex rutabaga) et les champs où il y a beaucoup de mauvaises herbes et de céréales spontanées.



**Photo 16-67** – Le virus de la mosaïque du navet provoque l'apparition de marbrures sur les feuilles et le plissement ou le gaufrage du limbe, en plus de faire jaunir le plant et d'en freiner la croissance

**Stratégies de lutte :** Généralement, l'incidence de la mosaïque du navet est forte dans le canola d'automne spontané. Bien que le semis précoce puisse contribuer à la survie hivernale de la culture dans certaines régions, il semble aggraver les infections par le virus de la mosaïque du navet où la maladie est déjà présente. Seules des infections mineures ont été signalées dans les cultures de canola de printemps.