

12 Maïs sucré

Figures 12.1 à 12.56; 12T1

Tableau 12.1

Bactérioses

Maladie de Stewart (flétrissement bactérien)

Mycoses

Charbon commun
Charbon des inflorescences
Dépérissement précoce
Fonte des semis
Kabatiellose
Pourritures fongiques de la tige
Fusariose
Pourriture fusarienne
Pourriture pythienne
Pourriture sèche
Pourritures fusariennes
Fusariose de l'épi
Pourriture fusarienne des grains
Rouille

Viroses

Mosaïque nanifiante du maïs

Nématodes

Nématodes ectoparasites

Insectes

Altises
Altise dentée
Altise du maïs

Chrysomèles des racines du maïs

Chrysomèle des racines de l'ouest

Chrysomèle des racines du nord

Chrysomèle maculée du concombre

Légionnaire d'automne

Légionnaire uniponctuée

Mouche des légumineuses

Nitidule à quatre points

Puceron du maïs

Pyrale du maïs

Ver de l'épi du maïs

Vers fil-de-fer (taupins)

Vers fil-de-fer du maïs

Autres espèces

Autres insectes

Criquets

Perce-oreille européen

Perce-tige

Vers blancs

Vers gris

Autres références

Tableau

12.1 Clef d'identification des vers fil-de-fer les plus communs qui s'attaquent aux cultures légumières

BACTÉRIOSES

► Maladie de Stewart (flétrissement bactérien)

Fig. 12.1 à 12.3

Erwinia stewartii (Smith) Dye
(syn. *Xanthomonas stewartii* (Smith) Dowson)

Cette maladie a été décrite pour la première fois aux États-Unis en 1897. C'est une maladie importante du maïs sucré partout dans le monde. Au Canada, on retrouve la maladie de Stewart principalement dans le sud-ouest de l'Ontario, dans les comtés d'Essex, de Kent et d'Elgin, où elle apparaît habituellement en fin de saison. Bien que son impact sur les rendements soit limité, plusieurs pays ont une réglementation au sujet de ce parasite et les semences de maïs importées doivent en être exemptes. Le maïs est le principal hôte du parasite. Il infecte le maïs sucré et quelques lignées utilisées dans la production de semence.

Symptômes Les plantules de maïs sucré, infectées tôt dans la saison, flétrissent et restent rabougries. Les plantes gravement atteintes peuvent mourir. Les infections qui ont

lieu en fin de saison produisent une brûlure foliaire dont les symptômes ressemblent à ceux de la turcicose (*Setosphaeria turcica* (Luttrell) K.J. Leonard & E.G. Suggs). Les lésions foliaires sont parallèles aux nervures et sont vert pâle à jaunes ou brunes (12.1). Les lésions peuvent s'étendre sur toute la longueur de la feuille et ont des contours ondulés et irréguliers. Les feuilles plus âgées ont une apparence roussie (12.2 et 12.3) qui peut être confondue avec des symptômes de sécheresse ou de carence minérale. Lorsqu'on coupe le bas des tiges de plantes gravement affectées, un mucus bactérien, d'un jaune brillant, suinte des vaisseaux et forme des fils lorsqu'on le touche. Des cavités foncées peuvent être présentes dans la moelle de la partie inférieure de la tige.

Agent pathogène L'*Erwinia stewartii* est une bactérie en bâtonnet, Gram négatif, dont la taille varie de 0,4 à 0,8 sur 0,9 à 2,2 µm. Elle est un aérobic facultatif et non mobile. Sur gélose nutritive, les colonies sont jaune pâle à orange, rondes à fluides et ont une croissance lente. La croissance optimale a lieu entre pH 6,0 et 8,0, à 30°C.

Isolement — On choisit de préférence des tissus nécrotiques avec exsudat bactérien jaune. On introduit des petits morceaux de ce tissu dans une

gouttelette d'eau stérile et on laisse reposer pendant cinq minutes pour permettre aux bactéries de diffuser. On utilise une anse stérile et on fait une dilution par stries avec une gouttelette de l'exsudat sur une gélose nutritive ou sur un milieu non sélectif et on incube à environ 30°C jusqu'à l'apparition des colonies. On choisit des colonies typiques, jaunes, isolées, et on les repique sur un milieu frais.

Cycle évolutif Le parasite hiverne dans le tube digestif de l'altise du maïs et probablement d'autres insectes. Les altises adultes propagent la bactérie au maïs lorsqu'elles se nourrissent sur les feuilles des plantules. Les plantes infectées précocement sont fortement affectées. Les infections tardives s'accompagnent de roussissement des feuilles. Les assiettes des altises, qu'on retrouve régulièrement chez les plantes malades, prennent la forme d'étroites cicatrices argentées sur le limbe de la feuille.

Les bactéries peuvent hiverner dans les graines de maïs infectées de plantes infectées de façon systémique. Bien que la bactérie puisse être isolée à partir de la plupart des organes de plantes malades de maïs sucré, elle n'hiverné pas sur les débris de culture. Des hivers doux permettent la survie d'insecte(s) vecteur(s) et contribuent à la persistance de la maladie. Un excès d'azote et de phosphore accroît l'intensité de la maladie.

Moyens de lutte Les altises sont importantes dans l'hivernage et la propagation de *Erwinia stewartii* et toute méthode de lutte qui réduit leur nombre contribue à la lutte contre la maladie de Stewart. (Voir altises, dans le présent chapitre.)

Pratiques culturales — L'enfouissement de tous les déchets de culture et la rotation des cultures réduisent l'inoculum pathogène.

Cultivars résistants — La plupart des cultivars de maïs sucré sont sensibles à la maladie de Stewart, mais certains cultivars de maïs sucré descendant de la lignée IL677 et possédant le gène *se* (*sugar-enhance*) possèdent de la résistance à la maladie de Stewart. Mentionnons, par exemple, Merlin, Miracle, Seneca Sentry, Sugar Buns, et Tuxedo. Le maïs ordinaire est généralement moins sensible que le maïs sucré.

Références bibliographiques

- Anderson, T.R., et R.I. Buzzell. 1986. Distribution and severity of Stewart's bacterial wilt of corn in Ontario, 1985. *Can. Plant Dis. Surv.* 66:23-25.
- Bradbury, J.F. 1967. *Erwinia stewartii*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, No. 123. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, Angleterre. 2 pp.
- Meyer, A.C., J.K. Pataky et J.A. Juvik. 1991. Partial resistance to northern leaf blight and Stewart's wilt in sweet corn germ plasm. *Plant Dis.* 75:1094-1097.
- Patsky, J.K. 1985. Relationships among reactions of sweet corn hybrids to Goss' wilt, Stewart's bacterial wilt, and northern corn leaf blight. *Plant Dis.* 69:845-848.
- Pepper, E.H. 1967. Stewart's bacterial wilt of corn. *Am. Phytopathol. Soc. Monogr.* 4. 36 pp.

(Texte original de R.E. Pitblado et R.A. Brammall)

MYCOSES

► Charbon commun

Ustilago zeae (Beckm.) Unger
(syn. *Ustilago maydis* (DC.) Corda)

Fig. 12.11 et 12.12

On retrouve le charbon commun partout où le maïs sucré est cultivé. Son incidence et sa gravité sont déterminées par la résistance du cultivar, la présence ou l'absence d'inoculum et les conditions météorologiques. En général, le charbon commun a peu d'incidence économique; cependant on observe parfois dans quelques champs des zones localisées qui ont subi de lourds dommages. Le parasite a une gamme restreinte d'hôtes, principalement le maïs ordinaire et le maïs sucré. [Au Mexique, et ailleurs dans l'hémisphère sud, on considère le charbon commun comme un met délicat appelé *cuitlacoche*. Dans le nord-est des États-Unis, quelques producteurs produisent des galles du charbon commun du maïs sucré pour les restaurants spécialisés dans la cuisine mexicaine authentique. La valeur marchande du maïs parasité dans ce marché particulier dépasse celle de la plante saine. — Les éditeurs]

Symptômes Les symptômes sont spectaculaires et facilement reconnaissables. La maladie produit des tumeurs lisses et luisantes, ou boursouflures, qui mesurent souvent entre 2 et 10 cm de diamètre. Les tumeurs se forment sur toutes les parties aériennes de la plante, mais on les retrouve le plus souvent sur les épis en formation (12.11) où elles transforment les grains individuels. À l'extérieur, les jeunes tumeurs sont vert pâle à argent métallisé. Les tissus internes se transforment rapidement en une masse noire et poudreuse de spores qui sont libérées lors de la rupture de la tumeur. Les épis de maïs sucré atteints sont invendables. Les tumeurs qui se forment sur les panicules, les tiges ou le bord des feuilles sont en général petites, brunes et dures. Normalement, les galles présentes sur ces organes contiennent peu de spores, ne se rompent pas et causent peu de dommages. Les panicules infectés (12.12) produisent parfois un petit épi invendable ou du tissu qui semble être femelle. Un symptôme moins évident est la formation de taches chlorotiques sur les feuilles aux points d'infection. La maladie peut être différenciée du charbon des inflorescences par l'absence de restes de tissus vasculaires de l'hôte dans la tumeur et par des détails de la morphologie de la téliosspore.

Agent pathogène L'*Ustilago zeae* produit des téliosspores dicaryotiques, brun olivâtre à noires, aussi appelées chlamydospores, dont le diamètre varie de 8 à 11 µm et dont la surface est recouverte de spinules courtes. À maturité, les noyaux des téliosspores fusionnent pour produire un noyau unique diploïde. La méiose a lieu dans un promycélium produit lors de la germination de la téliosspore. Le promycélium est divisé par trois cloisons transverses pour former quatre cellules haploïdes qui se divisent par mitose jusqu'à ce qu'un des noyaux-fils se retrouve dans une sporidie. Du point de vue fonctionnel, la sporidie est une basidiospore formée par le bourgeonnement de cellules promycéliennes.

Les sporidies peuvent croître de façon saprophyte par un bourgeonnement qui ressemble à celui des levures. Une fusion finit par se produire entre des sporidies compatibles. Ce champignon est généralement hétérothallique et bipolaire, mais on sait que des recombinaisons parasexuelles ont lieu. L'aptitude saprophyte des sporidies a été exploitée pour permettre la culture axénique de ce type de spore, habituellement en milieu liquide sous agitation.

Cycle évolutif Les téliosspores hivernent dans le sol et dans les débris de culture ou dans la semence contaminée. Au printemps, elles germent pour produire un promycélium et des sporidies. Ce sont les sporidies qui causent l'infection. Elles germent sur la surface de l'hôte pour produire des hyphes qui pénètrent directement les cellules épider-

miques du maïs ou qui entrent dans la plante par les stomates ou les blessures. L'infection ne se poursuit pas tant que deux sporidies compatibles n'ont pas fusionné. Le mycélium dicaryotique qui en résulte croît entre les cellules et entraîne la formation de tumeurs chez l'hôte par un processus de division et d'agrandissement cellulaire anormal (hypertrophie et hyperplasie). Dans les stades plus avancés de l'infection, la pénétration intracellulaire se produit. Finalement le mycélium dicaryotique se transforme en téliospores diploïdes qui sont libérées lors de la rupture de la surface de la tumeur. À la différence de certains autres charbons, les téliospores de ce champignon peuvent aussi causer de nouvelles infections des tissus méristématiques de l'hôte. Habituellement, les infections sont localisées et non pas systémiques.

Le vent, les tempêtes de grêle et les insectes causent des blessures qui exposent les plantes à l'infection. Des périodes d'humectation des feuilles sont requises pour la germination des sporidies, mais pas pour les téliospores. Le développement du charbon commun est favorisé par des conditions sèches et des températures de 26 à 34°C.

Moyens de lutte Pratiques culturales — Bien que la rotation des cultures soit recommandée dans la lutte contre le charbon commun, la dissémination des spores dans l'air contrecarre souvent cette stratégie. L'extirpation des tumeurs avant la libération des spores peut être valable dans les jardins potagers. Les producteurs devraient éviter l'application excessive d'engrais azotés et minimiser les bris mécaniques aux plantes pendant les travaux au champ.

Cultivars résistants — La résistance génétique est la seule mesure pratique de lutte, mais présentement tous les cultivars sont plus ou moins sensibles. La grande diversité génétique du parasite rend peu pratique l'amélioration génétique en vue d'une résistance monogénique chez le maïs sucré.

Références bibliographiques

- Ainsworth, G.C. 1965. *Ustilago maydis*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, No. 79. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, Angleterre. 2 pp.
- Arnold, C. 1992. Postharvest and marketing of cuitlacoche, the maize mushroom (*Ustilago maydis*-corn smut) *Acta Hort.* 318:321-324.
- Arora, D. 1991. *All That the Rain Promises, and More....* Ten Speed Press, Berkeley, Californie. 263 pp.
- Christensen, J.J. 1963. Corn smut caused by *Ustilago maydis*. *Am. Phytopathol. Soc. Monogr.* 2. 41 pp.

(Texte original de R.E. Pitblado et R.A. Brammall)

► Charbon des inflorescences Fig. 12.13 et 12.14

Sporisorium holci-sorghii (Rivolta) K. Vánky
(syn. *Sphacelotheca reiliana* (Kühn) G.P. Clinton)
(syn. *Ustilago reiliana* Kühn)

Le charbon des inflorescences cause parfois des pertes économiques chez le maïs sucré. La maladie a été signalée en 1979 en Colombie-Britannique, en Ontario et au Québec. Jusqu'à présent, elle n'a pas eu d'incidence économique. Le charbon des inflorescences affecte aussi le sorgho commun et le sorgho du Soudan.

Symptômes Des téliospores noires apparaissent sur toute la surface de l'épi et de la panicule (12.13). La sporulation est rare sur les feuilles. Les épis charbonneux n'ont

habituellement ni grains, ni soies. Les panicules charbonneuses croissent de manière anormale et ont l'apparence d'un balai. Une croissance «pseudo-foliaire» ou phyllodie est caractéristique des tissus charbonnés (12.14).

La maladie se distingue du charbon commun par l'absence de tumeurs et la production de sores voyants sur les panicules. Les faisceaux vasculaires de la panicule se retrouvent dans les sores du charbon.

Agent pathogène Le champignon est dimorphique; il produit des téliospores et des sporidies. Les téliospores sont globuleuses, brun rougeâtre à noires, échinulées et mesurent 9 à 12 µm. Sur des milieux de culture, elles produisent des sporidies haploïdes, presque globuleux et hyalins qui mesurent 7 à 15 µm. Dans le sol, elles germent pour produire les hyphes infectieux qui sont dépourvus de sporidies. La forme sporidienne est saprophyte et monocaryotique et peut être maintenue sur une gélose glucosée à la pomme de terre ou un autre milieu de culture général. La croissance se fait par bourgeonnement. Les lignées sporidiennes compatibles se combinent pour produire un mycélium dicaryotique parasite.

On peut inoculer les plantes avec le charbon des inflorescences soit par injection directe d'un mélange de cellules sporidiennes de type compatible, soit par la germination des plantules dans des sols infectés de téliospores.

Cycle évolutif Les téliospores hivernent et persistent dans le sol ou sur la semence contaminée pendant plus de dix années. Elles germent pour produire des hyphes infectieux dicaryotiques qui pénètrent directement l'épiderme des plantules à la levée, créant ainsi une infection systémique. Les sores apparaissent au lieu des épis et des panicules et de nouvelles téliospores se forment. À maturité, les téliospores tombent sur le sol ou contaminent la semence. Les téliospores peuvent aussi germer pour produire un promycélium à sporidies haploïdes, qui ne semblent pas des sources importantes d'inoculum.

L'incidence du charbon des inflorescences est liée au nombre de téliospores dans le sol. L'infection des plantules est favorisée par des températures entre 21 et 28°C et des niveaux d'humidité du sol relativement faibles.

Moyens de lutte Pratiques culturales — La rotation des cultures et les mesures prophylactiques aident à lutter contre le charbon des inflorescences.

Cultivars résistants — Plusieurs cultivars de maïs possèdent de la résistance au charbon des inflorescences.

Lutte chimique — Des fongicides pour le traitement des semences sont disponibles.

Références bibliographiques

- Ainsworth, G.C. 1965. *Sphacelotheca reiliana*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, No. 73. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, Angleterre. 2 pp.
- Fredericksen, R.A. 1977. Head smut of corn and sorghum. Pages 89-105 dans *Proc. 32nd Annu. Corn Sorghum Res. Conf.*, Am. Seed Trade Assoc., Washington, DC. 232 pp.
- Halisky, P.M. 1963. Head smut of sorghum, sudangrass, and corn, caused by *Sphacelotheca reiliana* (Kühn) Clint. *Hilgardia* 34:287-304.
- Lynch, K.V., L.V. Edgington et L.V. Busch. 1980. Head smut, a new disease of corn in Ontario. *Can. J. Plant Pathol.* 2:176-178.

(Texte original de R.E. Pitblado et R.A. Brammall)

► Dépérissement précoce Fig. 12.19 à 12.22

Penicillium spp.

Le dépérissement précoce est devenu un problème sérieux dans la culture du maïs de type «ultra-sucré» ou «ridé»

(gène *sh2*). Le maïs «ultra-sucré» est en voie de remplacer les types traditionnels de maïs sucré pour la transformation parce qu'il demeure frais plus longtemps, ce qui est un avantage durant la récolte et le transport. La maladie cause la mort des plantules en prélevée et postlevée, ce qui entraîne des peuplements faibles et une diminution des rendements.

Les espèces de *Penicillium* sont des habitants normaux du sol; on les retrouve souvent en surface des plantes, des graines et des débris de culture. Plusieurs espèces sont mises en cause dans la pourriture des grains et la détérioration du grain en entrepôt. Le *Penicillium oxalicum* Currie et Thom. cause aussi une pourriture de la tige chez le concombre de serre (voir Concombre de serre, pourriture glauque).

Symptômes La maladie se caractérise par une faible levée et une mauvaise survie des plantes (12.20 et 12.21). Les plantes sont tuées par la pourriture de la graine ou de la racine près de la graine avant d'émerger ou, si elles lèvent, elles sont rabougries et chlorotiques et portent des lésions brunes disséminées sur le rhizome et sur la racine (12.19 et 12.22). Les lésions peuvent encercler la plante. Les plantes atteintes flétrissent et meurent tôt dans la saison à cause de dommages racinaires importants. La maladie peut être difficile à identifier parce que la plupart des plantes meurent avant la levée. De faibles peuplements et la présence de plantes chlorotiques et rabougries qui meurent au stade 3 à 5 feuilles sont caractéristiques (12.21). L'examen au microscope des graines et des plantes affectées est nécessaire pour distinguer cette maladie d'autres maladies fongiques.

Agent pathogène Plusieurs espèces de *Penicillium* se retrouvent sur la semence de maïs. Les organismes diffèrent dans leurs optimums de température et d'humidité pour la croissance et les vrais organismes de la spermo flore dépendent des conditions qui prévalent lors de la manutention et de l'entreposage des grains. Aux États-Unis et en Israël, le *P. oxalicum* a été relié à la brûlure des plantules du maïs.

Tous les conidiophores des *Penicillium* proviennent du mycélium et sont souvent solitaires et ramifiés près de l'apex, d'une manière pénicillée ou en pinceau. Le conidiophore se termine par un groupe de phialides qui, de façon basipétale, produisent des conidies globuleuses et unicellulaires en chaîne. Les *Penicillium* se cultivent facilement sur une simple gélose glucosée à la pomme de terre ou peptonée à l'extrait de levure. Les cultures sont souvent brillamment colorées, fréquemment vertes ou bleues, et ont une apparence sèche et poudreuse.

Cycle évolutif La maladie est liée au gène *sh2* chez les cultivars de maïs «ultra-sucré». Les grains ridés et un péri-carpe fréquemment lézardé ou fendu facilitent la colonisation des grains par les *Penicillium* ou les *Fusarium*. Des phytotoxines qui inhibent la germination, comme l'acide pénicillique et l'acide oxalique, peuvent être produites dans les graines infectées.

Les dommages causés à la graine pendant la récolte et l'égrenage, et par les conditions humides durant le séchage au champ, augmentent la colonisation par les moisissures d'entreposage, y compris les *Penicillium*. La maladie est particulièrement grave dans des conditions qui retardent la levée des plantes au champ. Des pertes qui excèdent 50 % de la récolte ne sont pas rares lorsque la température, lors du semis, est inférieure à 14°C.

Moyens de lutte Pratiques culturales — Les producteurs doivent n'utiliser que des semences de haute qualité et éviter de semer trop profondément. Comme les basses températures avant la levée des plantes augmentent l'intensité de la maladie, les semis devraient être faits au moment où la température du sol favorise une levée rapide.

Lutte chimique — Le traitement fongicide des semences contribue à lutter contre cette maladie.

Références bibliographiques

- Caldwell, R.W., J. Tuite et W.W. Carlton. 1981. Pathogenicity of *Penicillia* to corn ears. *Phytopathology* 71:175-180.
- Halfon-Meiri, A., et Z. Solel. 1990. Factors affecting seedling blight of sweet corn caused by seedborne *Penicillium oxalicum*. *Plant Dis.* 74:36-39.
- Keromes, J., et J. Pelhate. 1988. Altération de la germination des semences de maïs par *Penicillium cyclopium*, *Penicillium janthinellum* et *Penicillium stoloniferum*. Mise en évidence de leur phytotoxicité. *Seed Sci. Technol.* 16:663-671.
- Kozabiewicz, Z. 1992. *Penicillium oxalicum*. IMI Descriptions of Fungi and Bacteria, No. 1107. Internat. Mycol. Inst., Kew, Surrey, Angleterre. 2 pp.
- Tuite, J., C. Koh-Knox, R. Stroshine, F.A. Cantone et L.F. Bauman. 1985. Effect of physical damage to corn kernels on the development of *Penicillium* species and *Aspergillus glaucus* in storage. *Phytopathology* 75:1137-1140.

(Texte original de R.A. Brammall)

► Fonte des semis

Fig. 12.4 et 12.5

Stenocarpella maydis (Berk.) Sutton
(syn. *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc.)
Fusarium spp.
Penicillium spp.
Pythium spp.
Trichoderma spp.

Ces champignons sont des habitants communs du sol. Les *Fusarium* et le *Penicillium* résident souvent sur et dans la semence de maïs sucré et posent un problème particulièrement sur les cultivars «ultra-sucrés». Les *Fusarium*, les *Trichoderma* et les *Diplodia* habitent les résidus de maïs et les sols. La fonte des semis causée par les *Pythium* est reliée aux sols humides et froids et aux endroits mal drainés.

Le maïs sucré est sujet à de nombreuses maladies de la semence et des plantules qui peuvent causer la fonte des semis en prélevée ou en postlevée. Les maladies des plantules peuvent réduire, de manière substantielle, les peuplements végétaux et avoir, plus que toute autre maladie, des effets délétères sur le rendement de cette culture.

Symptômes La levée des plantes est graduelle et inégale au printemps. Les plantes qui émergent croissent lentement et sont rabougries, chlorotiques et sujettes à flétrir (12.5). Les tissus caulinaires et racinaires pourrissent et présentent des lésions caractéristiques de l'agent pathogène (12.4). Les *Pythium* provoquent des lésions translucides et sombres, les *Fusarium* provoquent des lésions pourpres, blanches ou roses, alors que les *Penicillium* et les *Trichoderma* produisent une sporulation verte à bleue sur la surface des lésions. Un examen au microscope est nécessaire pour identifier les parasites en cause.

Agents pathogènes Les champignons sont similaires à ceux qui causent la fonte des semis chez d'autres cultures légumières. (Pour une description détaillée des agents pathogènes : le *Diplodia maydis*, voir pourritures de la

tige, dans le présent chapitre; les *Pythium*, voir Carotte, maladie de la tache et dépérissement pythien; les *Fusarium*, voir Haricot, nécroses des racines et pourriture noire des racines; les *Penicillium*, voir dépérissement précoce, dans le présent chapitre).

Cycle évolutif La fonte des semis peut être causée par un ou plusieurs champignons telluriques ou séminicoles (voir dépérissement précoce, dans le présent chapitre). L'infection et la sensibilité sont accrues par les facteurs qui diminuent la vigueur des plantules, tels que des semis dans des sols froids, compacts et gorgés d'eau, des semis trop profonds et l'utilisation de semences âgées ou endommagées.

Moyens de lutte Pratiques culturales — Les producteurs ne devraient semer que de la semence de grande qualité et pratiquer la rotation des cultures. Toute méthode qui réduit l'intervalle entre le moment du semis et la levée, telle que le choix de parcelles bien drainées pour les semis, peut contribuer à réduire la fonte des semis.

Lutte chimique — Le traitement chimique des semences limite l'infection des plantules par les champignons telluriques et séminicoles.

Références bibliographiques

- Diachun, S. 1939. The effect of some soil factors on *Penicillium* injury of corn seedlings. *Phytopathology* 29:231-241.
Hoppe, P.E. 1949. Differences in *Pythium* injury to corn seedlings at high and low soil temperatures. *Phytopathology* 39:77-84.
Hoppe, P.E. 1951. A new technique for incubating seed corn in cold soil for disease tests. *Phytopathology* 41:747-751.
Sutton, B.C., et J.M. Waterston. 1966. *Diplodia maydis*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, No. 84. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, Angleterre. 2 pp.

(Texte original de R.A. Brammall)

maïs, ou sur milieu gélosé de Czapek. Sur PDA, les colonies sont d'abord jaunes ou roses, puis deviennent bleu foncé à noires et sont parcheminées. On peut additionner de la novobiocine au PDA à raison de 100 mg/L, ce qui facilite l'isolement. Les repiquages successifs du parasite sur des substrats artificiels diminuent sa virulence.

Cycle évolutif Le champignon hiverne dans les résidus infectés de maïs. Il a aussi été signalé comme séminicole, ce qui contribue à sa dispersion sur de longues distances. Les conidies sont produites au printemps et transportées vers les jeunes plantes par le vent et les éclaboussures de pluie. Les lésions foliaires sont visibles 4 à 10 jours après l'infection et sont la source des conidies pour une deuxième dissémination dans tout le champ. La maladie est favorisée par le temps humide et frais, mais la température optimale pour la germination des spores est de 24°C.

Moyens de lutte Pratiques culturales — Les producteurs devraient pratiquer l'enfouissement total, la rotation des cultures et d'autres travaux du sol qui réduisent la quantité de débris de maïs à la surface du sol.

Cultivars résistants — On peut lutter contre la kabatiellose en utilisant des cultivars résistants.

Références bibliographiques

- Army, D.C., E.B. Smalley, A.J. Ullstrup, G.L. Worf et R.W. Ahrens. 1971. Eyespot of maize, a disease new to North America. *Phytopathology* 61:54-57.
Chiang, M.S., H. Hudon et A. Devaux. 1990. Inheritance of resistance to *Kabatiella* eyespot of maize. *Phytoprotection* 71:107-112.
Reifschneider, F.J.B., et D.C. Army. 1979. Seed infection of maize (*Zea mays*) by *Kabatiella zeae*. *Plant Dis. Rep.* 63:352-354.

(Texte original de R.A. Brammall)

► Kabatiellose

Fig. 12.9

Kabatiella zeae Narita & Hiratsuka
(téléomorphe *Aureobasidium zeae* (Narita & Hiratsuka)
J.M. Dingley)

On observe la kabatiellose principalement dans le sud de l'Ontario, surtout lors de printemps humides, chauds et précoces. Elle a été un problème dans les régions où l'on a pratiqué le travail minimal du sol. La maladie endommage les feuilles et entraîne des pertes de rendement. Le maïs est le seul hôte connu de ce parasite.

Symptômes La kabatiellose se caractérise par la présence de petites lésions rondes (1 à 4 mm) sur les feuilles. Ces taches sont d'aspect graisseux au départ et apparaissent plus tard sous forme d'un anneau brunâtre encerclant une zone centrale pâle, entouré d'un étroit halo jaune qui donne à la lésion son apparence ocellée. Sur les feuilles plus âgées, de nombreuses infections peuvent confluer, entraînant la mort d'une grande quantité de tissus et réduisant la surface photosynthétique (12.9). L'examen des lésions pour la présence de conidiophores et de conidies peut être requis pour différencier la kabatiellose des taches foliaires bactériennes.

Agent pathogène Le *Kabatiella zeae* produit des conidies sur de courts conidiophores qui émergent par les stomates des feuilles infectées. Les conidies non cloisonnées et hyalines mesurent 3 à 4 sur 18 à 33 µm et sont incurvées et à bouts pointus. Le champignon est cultivé par étalement de conidies ou en transférant des tissus infectés sur une gélose glucosée à la pomme de terre (PDA), au jus de légumes V-8, à la farine d'avoine ou de

► Pourritures fongiques de la tige

Fig. 12.15 à 12.18

Fusariose

Fusarium graminearum Schwabe
(téléomorphe *Gibberella zeae* (Schwein.) Petch)
(syn. *Gibberella roseum* f. sp. *cerealis* (Cooke) W.C. Snyder & H.N. Hans.)

Pourriture fusarienne

Fusarium moniliforme J. Sheld.
(téléomorphe *Gibberella fujikuroi* (Sawada) Ito in Ito & K. Kimura)
Fusarium subglutinans (Wollenweb. & Reinking) P.E. Nelson, T.A. Toussoun & Marasas
(syn. *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans* Wollenweb. & Reinking)
(téléomorphe *Gibberella subglutinans* (E. Edwards) P.E. Nelson, T.A. Toussoun & J. Marasas)

Pourriture pythienne

Pythium aphanidermatum (Edson) Fitzp.
Pythium spp.

Pourriture sèche

Stenocarpella maydis (Berk.) Sutton
(syn. *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc.)
(syn. *Diplodia zeae* (Schwein.) Lév.)

Dans certaines régions du Canada, le maïs sucré est couramment envahi par des pourritures fongiques. Les symptômes apparaissent habituellement à la fin de la saison lorsque commence l'affectation des photosynthétats à la production de l'épi. Les champignons en cause hivernent dans les résidus de culture infectée dans le sol.

Les pourritures fongiques ne sont pas aussi importantes pour le maïs sucré que pour le maïs ordinaire parce que le maïs sucré est habituellement récolté beaucoup plus tôt. Les pourritures fongiques de la tige affectent souvent les tissus sénescents ou ayant subi un stress physiologique.

Symptômes La pourriture sèche cause le flétrissement subit et la mort de la plante après l'apparition des soies (12.15). Les feuilles prennent une couleur vert grisâtre terne qui rappelle les dommages dus au gel. Le parasite provoque une pourriture brun pâle et sèche de la moelle au niveau des entre-noeuds inférieurs de la tige.

La pourriture fusarienne produit des symptômes similaires à ceux de la fusariose. Le collet et les racines peuvent aussi être affectés. Une coloration rose à rouge est souvent visible dans les tissus pourris.

La fusariose entraîne la destruction de la moelle et l'intérieur de la tige prend une apparence déchiquetée (12.17). Les tissus pourris sont souvent roses à rouges (12.16) et de petits périthèces noirs peuvent se former en surface. Les plantes touchées virent au vert pâle terne et subissent une sénescence précoce. La pourriture de l'entre-noeud le plus bas entraîne le bris de la tige et la verse.

La pourriture pythienne (12.18) provoque une pourriture aqueuse et subite de la tige près de la surface du sol, au moment de l'apparition de la panicule. Les plantes peuvent ne pas faner immédiatement, mais les zones gâtées brunissent. Les plantes versées sont généralement tordues au niveau de la lésion sur la tige.

Agents pathogènes *Stenocarpella maydis* — Bien que *Diplodia maydis* soit maintenant désigné comme synonyme de *S. maydis*, l'ancien nom est abondamment utilisé dans la littérature. Le *Stenocarpella maydis* produit des pycnides brun foncé, globulaires à allongées sous l'épiderme de l'hôte. Cela le distingue des espèces du genre *Gibberella* qui produisent des périthèces superficielles. Les conidies brun pâle et elliptiques sont bicellulaires à tétracellulaires (en général, bicellulaires) et mesurent 5 à 28 µm. Les cellules conidiogènes sont ornées d'une minuscule collerette et généralement il n'y a pas de conidiophores. La collerette distingue le *Stenocarpella* du *Diplodia*. Les conidies sont expulsées de la pycnide dans un cirrhe. On cultive ce champignon sur les géloses habituelles où il produit un mycélium brun. Des fragments de feuilles de maïs stériles sur une gélose à la farine de maïs favorisent la production de pycnides.

Fusarium moniliforme — Ce champignon produit des macroconidies tricloisonnées à heptacloisonnées, fusiformes à ovoïdes, en chaînes ou solitaires et portées sur des phialides non ramifiées. Il ne produit pas de chlamydospores, ce qui permet de le distinguer du *F. oxysporum* auquel il ressemble beaucoup. Les périthèces bleu foncé à parfois rugueuses du *Gibberella fujikuroi* se forment à la surface des tissus végétaux morts. Ces structures sont globulaires à coniques et mesurent 250 à 350 µm sur 220 à 300 µm. Les ascospores sont hyalines, elliptiques, unicloisonnées à tricloisonnées, et mesurent 14 à 18 sur 4,5 à 6 µm. On peut facilement cultiver le parasite sur gélose glucosée à la pomme de terre ou sur gélose au jus de légumes V-8. Les colonies ont une apparence poudreuse à cause de la production de chaînes de microconidies à leur surface. Les cultures varient d'incolores à violet foncé. Des microsclérotés peuvent se former en culture, mais ces structures n'ont pas été observées sur des tissus de maïs infectés.

Fusarium moniliforme* var. *subglutinans — Cette variété se distingue du *F. moniliforme* par la production de microconidies à l'extrémité de conidiophores ramifiés qui se terminent en polyphialides et par l'absence de chaînes de microconidies. Les périthèces du *Gibberella subglutinans* ressemblent à ceux du *G. fujikuroi*, excepté que ses ascospores sont plus petites (12 à 15 sur 4,5 à 5 µm). Les techniques pour isoler ce champignon et son apparence en culture sont semblables à celles du *F. moniliforme*.

Fusarium graminearum — À la différence du *F. moniliforme*, cette espèce ne produit pas de microconidies. Les macroconidies sont produites à partir de phialides en forme de tonnelet. Le *Fusarium graminearum* a été

divisé en deux groupes. Le groupe 1, tellurique, ne forme pas ou rarement des périthèces et, en général, cause la pourriture du pied chez les céréales, alors que le groupe 2 produit des périthèces et des ascospores anémophiles et est responsable de la fusariose de l'épi et de la brûlure des panicules chez le maïs et de la fusariose de l'épi chez les céréales à paille. Des études menées dans le nord du Midwest américain ont révélé que les souches responsables de la fusariose du maïs appartiennent au groupe 2, mais des études semblables n'ont pas été menées au Canada. Les périthèces du *Gibberella zeae* sont superficielles, bleus à noirs, sphériques à ovoïdes et mesurent 140 à 150 µm de diamètre. Ils sont produits en groupes autour des noeuds au bas des plantes malades. Les asques produits à l'intérieur des périthèces sont claviformes et mesurent 60 à 85 sur 8 à 11 µm. À l'intérieur des asques, on retrouve quatre à six (généralement 8) ascospores hyalines à brun pâle, non cloisonnées à tricloisonnées et qui mesurent 19 à 24 sur 3 à 4 µm. Sur gélose glucosée à la pomme de terre, la couleur des cultures varie de rose à pourpre, mais la pigmentation peut être différente sur d'autres milieux. De nombreuses souches ne produisent pas de chlamydospores en culture.

Pythium aphanidermatum — Les hyphes sont gros et non cloisonnés, bien que l'on puisse retrouver des cloisons à l'axe des sporangiophores et du mycélium parental. Les zoosporangies issus des sporangiophores libèrent des zoospores biflagellées. Les oospores mesurent 17 à 19 µm de diamètre et sont produites à l'intérieur d'oogones terminales.

Les champignons responsables des pourritures fongiques de la tige sont isolés en plaçant des tissus excisés à partir des marges des lésions sur des milieux comme la gélose au jus de légumes V-8 ou glucosée à la pomme de terre et amendée avec 75 ppm de streptomycine ou un autre antibiotique pour inhiber la croissance des bactéries. Lorsqu'on prélève ces tissus à la base de la tige, il est souvent avantageux de les laver sous l'eau courante pendant plusieurs minutes pour enlever le sol qui y adhère. Pour certains de ces parasites, plusieurs milieux sont plus ou moins sélectifs, comme le milieu de Komada pour les *Fusarium*, le milieu sélectif pour les *Trichoderma* et le milieu sélectif pour les *Pythium* (voir Autres références, Dingham et Sinclair 1985).

Cycle évolutif Des conditions de stress, telles qu'un couvert végétal dense et des dommages aux feuilles, ainsi que des températures, un degré d'humidité et un éclaircissement inadéquats, favorisent le développement de pourritures fongiques de la tige. Bien que les génotypes de maïs n'aient pas tous le même niveau de résistance, tous peuvent devenir sensibles lorsque les conditions favorisent la maladie. Un printemps sec et du temps chaud et humide suivant l'apparition des soies favorisent les pourritures de la tige causées par le *Diplodia*, le *Fusarium* et le *Gibberella*. La pourriture pythienne peut survenir à n'importe quel moment au cours de la saison par temps chaud et humide et dans les sols mal drainés.

Pourriture sèche — Les conidies du *Stenocarpella maydis* ou la semence contaminée par ce champignon sont responsables de l'infection des plantes. Les conidies sont transportées par le vent et les insectes; elles infectent la partie inférieure des tiges par les gaines foliaires ou les organes sous la ligne de terre. Les épis qui subissent des bris au moment de l'apparition des soies sont plus vulnérables à la pourriture sèche et à l'infection des grains. Le champignon hiverne sous forme de conidies à l'intérieur de pycnides dans les déchets de culture ou sur les graines. Le *Stenocarpella maydis* a été signalé comme un agent de pourriture sèche des tiges dans les champs où l'on pratique le travail minimal du sol.

Pourriture fusarienne — Le *Fusarium moniliforme* hiverne sous forme de sporodochies dans les chaumes de maïs, sous forme de courts fragments mycéliens ou d'hyphes épaissies dans le sclérenchyme et le parenchyme de déchets de culture. L'inoculum semencicole est peu important dans l'épidémiologie de la maladie. Les racines

de maïs sont infectées lorsqu'elles entrent en contact avec l'inoculum fongique ou des débris infestés. Les conidies peuvent infecter directement les tissus à la base de la tige ou des gaines foliaires et se propager aux noeuds. Ce champignon colonise aussi les blessures infligées par les insectes ou la grêle. Les symptômes de pourriture de la tige peuvent apparaître ou non, selon la vigueur des plantes infectées, mais on observe souvent une coloration violacée à l'intérieur du noeud suite à la colonisation. Le champignon colonise les tissus en saprophyte et sporule en surface ou forme des hyphes épaissis. Les souches que l'on retrouve chez l'asperge peuvent être pathogènes à l'encontre du maïs.

Fusariose — Le cycle évolutif et l'épidémiologie sont semblables à ceux de la pourriture sèche. Les ascospores et les microconidies et peut-être les chlamydospores du *F. graminearum* servent d'inoculum. Le *Fusarium graminearum* survit dans les débris végétaux dans le sol, ou à la surface du sol, sous la forme d'hyphes, de chlamydospores ou de macroconidies.

Pourriture pythienne — Les espèces de *Pythium* attaquent les graines, les plantules et les plantes en infectant directement les racines et le collet. Ce champignon infecte volontiers des grains de mauvaise qualité aux péricarpes endommagés. Les sols froids semblent favoriser l'infection de jeunes plantes par le *Pythium*, alors que la pourriture chez les plantes plus âgées se développe par temps chaud et humide. Il est probable que le champignon hiverne sous la forme d'oospores et de chlamydospores dans les déchets de culture infectée. Elles germent à proximité des racines et provoquent ainsi de nouvelles infections. Les insectes peuvent propager le *Pythium* d'une plante à l'autre.

Moyens de lutte Pratiques culturales — Les producteurs doivent effectuer la rotation des cultures pour diminuer l'exposition du maïs aux parasites telluriques. Les stress et les blessures mécaniques ou dues aux insectes sur la tige accroissent la sensibilité. En réduisant la densité des peuplements végétaux, les producteurs peuvent diminuer les risques de propagation des pourritures fongiques d'une plante à l'autre. Les fertilisations azoté et potassique doivent être équilibrées parce que les pourritures fongiques sont souvent plus prononcées en présence d'un excès d'azote.

Cultivars résistants — Des cultivars résistants aux pourritures fongiques sont disponibles et devraient être utilisés là où la maladie présente un problème potentiel.

Références bibliographiques

- Anderson, B., et D.G. White. 1987. Fungi associated with cornstalks in Illinois in 1982 and 1983. *Plant Dis.* 71:135-137.
- Booth, C. 1971. The genus *Fusarium*. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, Angleterre. 237 pp.
- Booth, C. 1973. *Gibberella zeae*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, No. 384. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, Angleterre. 2 pp.
- Booth, C., et J.M. Waterston. 1964. *Gibberella fujikuroi*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, No. 22. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, Angleterre. 2 pp.
- Booth, C., et J.M. Waterston. 1964. *Gibberella fujikuroi* var. *subglutinans*. CMI Descriptions of Fungi and Bacteria, No. 23. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, Angleterre. 2 pp.
- Chiang, M.S., M. Hudon, A. Devaux et I. Ogilvie. 1987. Inheritance of resistance to gibberella ear rot in maize. *Phytoprotection* 68:29-33.

- Christensen, J.J., et R.D. Wilcoxson. 1966. Stalk rot of corn. *Am. Phytopathol. Soc. Monogr.* 3. 59 pp.
- Clark, R.L., et D.C. Foley. 1985. Stalk rot resistance and strength of maize stalks from the Plant Introduction Collection. *Plant Dis.* 69:419-422.
- Damicone, J.P., P.C. Vineis et W.J. Manning. 1988. Cross-pathogenicity of *Fusarium moniliforme* isolates from corn and asparagus. *Plant Dis.* 72:774-777.
- Dodd, J.L. 1980. The role of plant stresses in development of corn stalk rots. *Plant Dis.* 64:533-537.
- Kucharek, T.A., et T. Kommedahl. 1966. Kernel infection and corn stalk rot caused by *Fusarium moniliforme*. *Phytopathology* 56:983-984.
- Latterell, F.M., et A.E. Rossi. 1983. *Stenocarpella macrospora* (= *Diplodia macrospora*) and *S. maydis* (= *D. maydis*) compared as pathogens in corn. *Plant Dis.* 67:725-729.
- Sutton, B.C. 1980. *The Coelomycetes*. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, Angleterre. 696 pp.
- Windels, C.E., et T. Kommedahl. 1984. Late-season colonization and survival of *Fusarium graminearum* Group II in cornstalks in Minnesota. *Plant Dis.* 68:791-793.

(Texte original de R.A. Brammall)

► Pourritures fusariennes

Fig. 12.6 à 12.8

Fusariose de l'épi

Fusarium graminearum Schwabe
(téléomorphe *Gibberella zeae* (Schwein.) Petch)
(syn. *Gibberella roseum* f. sp. *cerealis* (Cooke) W.C. Snyder & H.N. Hans.)

Pourriture fusarienne des grains

Fusarium moniliforme J. Sheld.
(téléomorphe *Gibberella fujikuroi* (Sawada) Ito in Ito & K. Kimura)

Dans l'est du Canada, le *Fusarium graminearum*, le *F. moniliforme*, le *F. subglutinans* et d'autres espèces de *Fusarium* causent la pourriture de la tige et la fonte des semis chez le maïs sucré et chez le maïs-grain; ils sont aussi responsables de la fusariose de l'épi et de la pourriture fusarienne des grains chez le maïs-grain et le blé. Ces champignons produisent des mycotoxines dans les grains infectés et réduisent leur qualité comme aliment pour la consommation humaine et animale. La fusariose de l'épi et la pourriture fusarienne des grains sont considérées, en général, comme peu importantes chez le maïs sucré au Canada. Cependant, on connaît peu de choses sur cette maladie chez le maïs sucré et les producteurs doivent savoir que les cultivars de maïs sucré sont très sensibles à ces parasites. Les maïs de type «ultra-sucré» porteurs du gène *sh2* (mutation dans l'endosperme) qui favorisent l'accumulation d'un taux élevé de sucres dans les grains sont particulièrement sensibles et les problèmes d'émergence et de vigueur des plantules sont communs chez ces hybrides.

Symptômes Pour les symptômes de pourriture de la tige et de fonte des semis, voir pourritures de la tige et dépérissement précoce dans le présent chapitre. Les symptômes de la fusariose de l'épi et de la pourriture fusarienne des grains s'expriment couramment dans les champs de maïs infectés (12.6 et 12.7) dans lesquels il s'écoule souvent plusieurs semaines entre l'apparition des soies et la maturité. Cependant, on dispose de peu de données sur l'évolution de ces maladies chez le maïs sucré. Chez le maïs sucré destiné au marché des produits frais, la période normale de récolte se situe deux à trois semaines après l'apparition de soies et a lieu avant que les symptômes ne

soient vraiment apparents; cependant, cette période coïncide avec l'infection des jeunes grains par le mycélium fongique qui se propage dans le style. Les hybrides *sh2* conservent plus longtemps leurs propriétés; on peut donc prolonger de deux semaines la période normale de récolte du maïs sucré destiné à la transformation. Cependant, ce prolongement de la période de récolte augmente d'autant les risques d'infection et de contamination par les mycotoxines. Aux États-Unis, les symptômes de fusariose de l'épi chez le maïs sucré au moment où il est prêt à récolter sont causés par le *F. moniliforme* et le *Fusarium poae* (Peck) Wollenweb., surtout chez les épis virosés et endommagés par les insectes. Chez les épis infectés par le *F. moniliforme*, les grains moisiss apparaissent en plages irrégulières en commençant à l'extrémité de l'épi; Cependant, les grains ne présentant pas de symptômes peuvent être gravement infectés et contaminés par une mycotoxine, la fumonisine.

Agents pathogènes (voir pourritures fongiques de la tige, dans le présent chapitre)

Cycle évolutif Chez le maïs-grain, l'apparition de la fusariose de l'épi et la pourriture fusarienne des grains survient souvent suite à des dommages infligés aux épis par les oiseaux et des insectes comme les nitidules. Cependant, l'infection est aussi causée par la germination de spores présentes sur les soies et la croissance du mycélium dans le style jusqu'aux jeunes grains. Du temps doux et pluvieux au moment et après l'apparition des soies favorise l'infection et la progression des infections causées par le *F. graminearum* et le *F. moniliforme*. L'infection des jeunes grains par le *Fusarium graminearum* survient 7 à 10 jours après la colonisation de soies nouvellement émergées; du temps doux et sec favorise le *Fusarium moniliforme*. Sous des climats plus frais, le *Fusarium sporotrichioides* Sherb., le *Fusarium subglutinans* (Wollenweb. & Reinking) P.E. Nelson, T.A. Toussoun & Marasas et le *F. culmorum* (Wm.G. Sm.) Sacc. sont plus communs. On retrouve souvent des spores de *Fusarium* dans les échantillons d'air pris au cours de la saison de croissance; elles ont probablement pour origine des déchets de maïs ou autres céréales, de graminées et d'adventices. Les déchets infectés seraient la principale source d'inoculum hivernant.

Mycotoxines — Chez les céréales et le maïs-grain, le *Fusarium graminearum* et le *F. culmorum* infectent les jeunes grains; cependant, les dommages les plus graves sont causés par la présence de mycotoxines comme la zéaralénone et la vomitoxine (désoxynivalénol) dans les grains. Ces toxines affectent les animaux et les humains de diverses façons. Sous des climats plus frais, le *F. sporotrichioides* qui produit de nombreuses toxines, telles que la toxine T2 et le diacétoxy-scirpénol, est responsable de mycotoxicoses liées au maïs moisi chez les animaux de ferme ainsi qu'aux mycotoxicoses humaines. Sous des climats plus chauds, des mycotoxines connues sous le nom de fumonisine sont produites chez les grains de maïs infectés par le *Fusarium moniliforme*. Aux États-Unis, les infections des grains de maïs causées par le *F. moniliforme* sont communes et la contamination des champs de maïs par la fumonisine est un problème grave dans certaines régions;

on retrouve aussi des fumonisines dans les produits comestibles dérivés du maïs. On n'a pas signalé de problèmes de mycotoxines chez le maïs sucré au Canada. On ne doit pas utiliser pour l'alimentation humaine les épis et les grains de maïs sucré qui présentent des signes d'infection fongique sous forme d'une coloration blanchâtre ou rose des épis, surtout chez les plantes qui subissent des stress dus à la sécheresse, à la maladie ou aux bris mécaniques tels que des dommages que font les oiseaux et les insectes pour se nourrir.

Moyens de lutte Pratiques culturales — Il faut enfouir les tiges de maïs et autres déchets de culture lors des labours afin de réduire la concentration d'inoculum en champ; on ne cultivera pas le maïs sucré en rotation ou semé dans des champs non déchaumés ou de céréales sensibles, telles que le blé et l'orge, ou plantés dans des champs ou près de champs qui ont des déchets non enfouis et sur lesquels le parasite pourrait se reproduire. On s'assurera d'une fertilisation adéquate de la culture et d'une humidité adéquate du sol. Seuls les épis intacts et exempts de moisissures sont mis sur le marché ou utilisés dans la préparation de produits comestibles dérivés du maïs.

Cultivars résistants — La résistance génétique offre l'avenue la plus prometteuse dans la lutte contre cette maladie, mais on connaît peu les sources de résistance et l'hérédité.

Références bibliographiques

- Fisher, N.L., L.V. Gregory et J.E. Ayers. 1986. Ear rot of sweet corn caused by *Fusarium* species. *Phytopathology* 76:366. (Résumé)
- Hart, L.P., W.E. Braselton, Jr. et T.C. Stebbins. 1982. Production of zearalenone and deoxynivalenol in commercial sweet corn. *Plant Dis.* 66:1133-1135.
- Headrick, J.M., et J.K. Pataky. 1989. Resistance to kernel infection by *Fusarium moniliforme* in inbred lines of sweet corn and the effect of infection on emergence. *Plant Dis.* 73:887-892.
- Headrick, J.M., et J.K. Pataky. 1991. Maternal influence on the resistance of sweet corn lines to kernel infection by *Fusarium moniliforme*. *Phytopathology* 81:268-274.
- Marasas, W.F.O., P.E. Nelson et T.A. Toussoun. 1984. *Toxigenic Fusarium species*. The Pennsylvania State University Press, University Park, Pennsylvanie.
- Miller, J.D. 1993. Epidemiology of fusarium ear diseases of cereals. Pages 19-36 dans J.D. Miller et H.L. Trenholm, eds. *Mycotoxins in Grain: Compounds other than Aflatoxin*. Eagan Press, St. Paul, Minnesota. 552 pp.
- Sutton, J.C. 1982. Epidemiology of wheat head blight and maize ear rot caused by *Fusarium graminearum*. *Can. J. Plant Pathol.* 4:195-209.
- Thiel, P.G., W.F.O. Marasas, E.W. Sydenham, G.S. Shephard et W.C.A. Gelderblom. 1992. The implications of naturally occurring levels of fumonisins in corn for human and animal health. *Mycopathologia* 117:3-9.
- Trenholm, H.L., D.B. Prelusky, J.C. Young et J.D. Miller. 1988. Réduction des mycotoxines dans les aliments destinés aux animaux. *Agric. Can. Publ.* 1827/F. 26 pp.

(Texte original de W.L. Seaman et J.D. Miller)

► Rouille

Puccinia sorghi Schwein.

Fig. 12.10

Bien que considérée comme peu importante, cette maladie a vu son incidence augmenter récemment à la suite d'une plus grande utilisation de cultivars sensibles. De plus, une augmentation de la production de maïs d'hiver, dans le sud des États-Unis, a mené à un niveau accru et à la production précoce d'inoculum primaire composé d'urédiospores et responsable des augmentations subites de la maladie au

Canada. L'évolution de nouveaux biotypes pathogènes de rouille, capables de vaincre la résistance monogénique de l'hôte, et l'allongement de la saison de croissance du maïs sucré à l'automne, alors que les conditions sont favorables à la rouille, ont aussi contribué à l'augmentation de l'incidence de cette maladie. Seul le maïs et l'oxalide (*Oxalis* spp.), hôtes alternants, sont attaqués par le *P. sorghi*.

Symptômes La rouille devient visible vers la fin de la saison lorsque des pustules brun rouille, ou urédiospores, apparaissent à la surface de la feuille (12.10). Les pustules varient de presque rondes à allongées et mesurent 1 à 3 mm de longueur. Elles crèvent l'épiderme de la feuille pour libérer des urédiospores. Plus tard dans la saison, les pustules noircissent lorsque commence la production des télidiospores. Les feuilles gravement affectées deviennent chlorotiques et meurent.

Agent pathogène Le *Puccinia sorghi* est une rouille macrocycloïque et hétéroïque. La taille des urédiospores brun rouille binucléées varie de 21 à 30 sur 24 à 33 µm et leur surface est échinulée. Les télidiospores sont bicellulaires, brunes à brun fauve, avec une légère constriction vis-à-vis du septum; elles mesurent 14 à 25 sur 28 à 46 µm et sont portées par un pédicelle dont la longueur varie de deux à quatre fois la longueur du corps de la spore. Plusieurs phénotypes ou biotypes du parasite, possédant chacun leur propre virulence, réagissent différemment au gène *Rp* du maïs. Un biotype donné peut aussi varier dans le temps et selon le lieu.

Cycle évolutif Le champignon hiverne sous forme de télidiospores à parois épaisses dans les déchets de maïs sur ou dans le sol. Au printemps, les télidiospores germent pour produire des basides et des basidiospores qui n'infectent que l'oxalide. La reproduction sexuée se déroule sur l'oxalide et produit finalement des éciospores qui sont transportées par le vent jusqu'aux feuilles de maïs où elles causent des infections qui mènent au développement d'urédies et d'urédiospores. L'infection peut aussi se produire à l'intérieur de la gaine des feuilles où l'humidité élevée favorise la germination des spores. Ce type d'infection produit des lésions transversale sur les feuilles en émergence. Les urédiospores ou spores «d'été» causent des cycles répétitifs d'infection chez le maïs tout au long de la saison.

Au Canada, le rôle de l'hôte intermédiaire, l'oxalide, est sans importance. Les épidémies ont pour origine les urédiospores anémophiles du *corn belt* américain. Ainsi il est difficile de prédire l'apparition de la maladie. Des températures fraîches (16 à 23°C) et des taux d'humidité relative élevés ou de longues périodes d'humectation des feuilles augmentent l'incidence et la gravité de la maladie. Les pertes de rendement et de qualité et un mûrissement tardif sont la conséquence de dommages graves survenus plus tôt dans la saison. Les tissus foliaires âgés sont plus résistants à l'infection.

Moyens de lutte *Pratiques culturales* — Les semis précoces permettent souvent d'éviter la maladie.

Cultivars résistants — Les compagnies de semences ont mis au point des cultivars qui possèdent la résistance monogénique et polygénique en semis tardifs. Dans les régions où la rouille est répandue, ce sont les cultivars à utiliser.

Références bibliographiques

Arthur, J.C., et G.B. Cummins. 1962. *Manual of the Rusts in the United States and Canada*. Hafner Publ. Co., New York. 438 pp., Suppl. 24 pp.

Hulbert, S.H., P.C. Lyons et J.L. Bennetzen. 1991. Reactions of maize lines carrying *Rp* resistance genes to isolates of the common rust pathogen, *Puccinia sorghi*. *Plant Dis.* 75:1130-1133.

Laundon, G.F., et J.M. Waterston. 1964. *Puccinia sorghi*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, No. 3. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, Angleterre. 2 pp.

Pataky, J.K. 1987. Reaction of sweet corn germplasm to common rust and an evaluation of *Rp* resistance in Illinois. *Plant Dis.* 71:824-828

(Texte original de R.E. Pitblado et R.A. Brammall)

VIROSES

► Mosaïque nanifiante du maïs *Fig. 12.23 et 12.24*

Virus de la mosaïque nanifiante du maïs

Le virus de la mosaïque nanifiante du maïs cause la marbrure du feuillage, la chlorose et le rabougrissement. Les cultivars de maïs sucré couramment cultivés sont sensibles à cette maladie. On pense qu'il existe deux souches du virus dans l'est du Canada : la souche A, qui a pour hôte vivace le sorgho d'Alep (*Sorghum halepense* (L.) Pers.), et la souche B, qui n'infecte pas le sorgho d'Alep. Cependant, la souche B a récemment été classée comme une souche du virus de la mosaïque de la canne à sucre en se basant autant sur des études sérologiques, la composition en acides aminés et la séquence des protéines de la capsid du virus que sur sa pathogénicité et les symptômes exprimés par certains cultivars de sorgho.

Symptômes Chez de très jeunes plantules, avant l'apparition de la panicule, les plantes peuvent arborer une striure vert foncé ou une mosaïque pointillée sur la surface de feuilles chlorotiques ou plus pâles (12.23 et 12.24). Les plantules affectées sont plus sensibles que d'habitude aux parasites qui causent le piétin ou la pourriture des tiges. Le rabougrissement résulte du raccourcissement des entrenœuds supérieurs. Les plantes infectées produisent un nombre excessif de talles et d'épis, ce qui entraîne la réduction des rendements en épis de calibre acceptable. Plus tard dans la saison, particulièrement sous des conditions chaudes, les symptômes de mosaïque peuvent disparaître et être remplacés par une chlorose généralisée.

Agent pathogène Le virus de la mosaïque nanifiante du maïs est un bâtonnet flexueux et filamenteux dont la taille varie de 12 à 15 sur 750 nm. Il appartient au groupe des Potyvirus. Le virus de la mosaïque de la canne à sucre a une morphologie similaire.

La maladie est identifiée par la présence d'une marbrure vert foncé ou d'une mosaïque sur les jeunes feuilles. Des techniques sérologiques ou de microscopie électronique sont nécessaires pour une identification précise du virus.

Cycle évolutif Le virus hiverne dans une gamme de graminées hôtes (la souche B n'hiverne pas dans le sorgho d'Alep). Le blé, l'orge, l'avoine et le seigle ne sont pas des hôtes du virus, mais le sorgho peut être infecté. Le virus est transmis au maïs sucré à partir des graminées hôtes par plusieurs insectes vecteurs tels que le puceron du maïs et le puceron vert du pêcher. Le virus peut être transmis avec succès dans les six heures qui suivent le moment où le puceron s'est nourri sur une plante-hôte infectée. Le virus est aussi transmis par la semence du maïs sucré. La maladie est particulièrement grave sur les semis tardifs de maïs

sucré, probablement à cause de la présence d'un plus grand nombre d'insectes vecteurs pendant la croissance de la culture à mesure que la saison avance.

Moyens de lutte La lutte contre le virus de la mosaïque nanifiante du maïs peut exiger l'utilisation d'insecticides pour éliminer les insectes vecteurs et l'utilisation d'herbicides pour éliminer les graminées hôtes adventices dans lesquelles le parasite hiverne.

Cultivars résistants — On dispose de cultivars résistants aux souches A et B du virus de la mosaïque de la canne à sucre et on devrait les utiliser là où cette virose affecte le maïs.

Références bibliographiques

- Gordon, D.T., O.E. Bradfute, R.E. Gingery, J.K. Knoke et L.R. Nault. 1979. Maize virus disease complexes in the United States: Real and potential disease problems. Pages 102-133 dans *Proc. 33rd Annu. Corn Sorghum Res. Conf.*, Am. Seed Trade Assoc., Washington, DC.
- Gordon, D.T., et L.R. Nault. 1977. Involvement of maize chlorotic dwarf virus and other agents in stunting diseases of *Zea mays* in the United States. *Phytopathology* 67:27-36.
- Shukla, D.D., M. Tosić, J. Jilka, R.E. Ford, R.W. Toler et M.A.C. Langham. 1989. Taxonomy of potyviruses infecting maize, sorghum, and sugarcane in Australia and the United States as determined by reactivities of polyclonal antibodies directed towards virus-specific N-termini of coat proteins. *Phytopathology* 79:223-229.

(Texte original de R.A. Brammall)

NÉMATODES

► Nématodes ectoparasites

Paratrichodorus allii (Jensen) Siddiqi
Paratrichodorus pachydermus (Seinhorst) Siddiqi
Paratrichodorus spp.
Trichodorus spp.

Ce groupe de nématodes n'est pas bien établi au Canada; ils ne causent que des dommages légers dans certains jardins potagers du sud de l'Alberta.

Dommages Les plantes affectées sont chétives et chlorotiques. La prolifération des racines est anormale et la croissance en longueur s'arrête; les extrémités sont quelque peu renflées. Pour la description complète, voir Pomme de terre, nématodes ectoparasites; voir aussi chapitre 3, Lutte contre les nématodes.

INSECTES

► Altises

Altise dentée *Chaetocnema denticulata* Illiger
 Altise du maïs *Chaetocnema pulicaria* Melsheimer

On retrouve ces altises partout au sud de l'Ontario. Elles infestent de nombreuses graminées et le maïs sucré.

Dommages Les adultes grignotent de petits trous ronds dans les feuilles du maïs en ne laissant que les nervures et en tuant parfois les jeunes plantes. La relation entre l'altise du maïs et la maladie de Stewart implique la survie de la

bactérie pathogène dans l'appareil digestif de l'altise adulte et la transmission de la bactérie au maïs lorsque les altises se nourrissent. Les larves se nourrissent aux dépens des racines du maïs et provoquent une diminution du couvert végétal de la plantation.

Identification Les altises adultes (Chrysomélidae) sont petites et noires et ressemblent aux autres altises. Il est difficile de les identifier à l'espèce, sauf pour les spécialistes. Les larves sont de petits vers blanchâtres qui eux aussi sont difficiles à identifier.

Biologie Les adultes hivernent dans les couches superficielles du sol des zones herbeuses. Ils émergent tôt au printemps et partent à la recherche de plantules de graminées et de maïs. Ils grignotent de petits trous dans les jeunes feuilles. Les femelles pondent leurs oeufs à la base des graminées comme le maïs. Les larves se nourrissent sur les racines fibreuses des graminées et du maïs. On retrouve des adultes de mai à juillet et du milieu d'août jusqu'à ce que le gel les force à chercher un abri. Leurs populations sont grandement réduites après des hivers rudes.

Moyens de lutte *Dépistage* — À la suite d'hivers doux, les producteurs devraient porter attention aux concentrations d'adultes près de vieux champs de maïs, en recherchant des signes de dommages de nutrition d'adultes chez les jeunes plantes au début de juin.

Pratiques culturales — L'enfouissement des déchets de culture lors des labours d'automne élimine les abris et compromet la survie des adultes hivernants.

Lutte chimique — En début de saison, les insecticides granulaires utilisés contre les chrysomèles sont d'une certaine efficacité. Une pulvérisation foliaire juste après l'émergence des plantes est efficace, mais rarement nécessaire.

(Texte original de R.E. Pitblado et J.A. Garland)

► Chrysomèles des racines du maïs

Fig. 12.33 à 12.35

Chrysomèle des racines de l'ouest *Diabrotica virgifera virgifera*
 Le Conte
 Chrysomèle des racines du nord *Diabrotica barberi* Smith & Lawrence
 Chrysomèle maculée du concombre *Diabrotica undecimpunctata howardi* Barber

En Ontario, on retrouve la chrysomèle des racines du nord dans le comté d'Essex et jusqu'à la région de la baie de Quinte; c'est aussi l'espèce qui prédomine à l'est de Toronto et dans le sud-ouest du Québec. Au Canada, on trouve la chrysomèle maculée du concombre (voir Cucurbitacées, chrysomèles du concombre) à partir des Montagnes Rocheuses et vers l'est jusqu'en Ontario et au Québec. La chrysomèle des racines de l'ouest, découverte en Ontario en 1975, se retrouve au sud et à l'ouest d'Ottawa.

Le maïs mis à part, la chrysomèle des racines du nord et la chrysomèle des racines de l'ouest n'attaquent pas d'autres plantes d'importance économique; la chrysomèle maculée du concombre se nourrit de plusieurs espèces de plantes, dont certaines cucurbitacées.

Dommages Les adultes se nourrissent de pollen. Ils causent de graves dommages chez le maïs sucré, car en se

nourrissant, ils coupent et détruisent les soies avant que la pollinisation n'ait eu lieu, ce qui entraîne la production d'épis stériles (12.33). En Ontario et au Québec, la plus grande partie du maïs sucré est pollinisée avant le pic d'émergence des adultes. Cependant, dans de rares cas, un nombre élevé d'adultes peut causer des dommages économiques aux semis effectués tardivement et aux cultivars tardifs. Lorsque les populations sont élevées après l'apparition des soies, les adultes se nourrissent sur les feuilles et causent l'apparition de longues stries argentées sur l'épiderme inférieur.

Les larves se nourrissent sur les racines lorsqu'on cultive du maïs sucré année après année ou après du maïs-grain. Les jeunes larves se nourrissent de radicules et les endomagent; les larves plus âgées creusent des galeries dans les racines d'ancrage les plus grosses. Elles percent des trous et des tunnels dans les racines. Les plantes dont le système racinaire est endommagé sont affaiblies et peuvent pencher ou verser, surtout après une averse ou des vents violents. Dans un effort pour se redresser, les plantes se courbent vers le haut et prennent la forme d'un «col de cygne». La verse, lorsqu'elle est importante, nuit aux opérations de récolte et des pertes de rendement peuvent s'ensuivre.

Les adultes de la chrysomèle des racines du nord et de l'ouest et de la chrysomèle maculée du concombre sont des vecteurs des agents responsables de pourritures fongiques; les larves transmettent les *Fusarium* des racines.

Identification Les larves des chrysomèles des racines du maïs et de la chrysomèle maculée du concombre (Chrysomelidae) sont blanches, filiformes et brunes aux extrémités; elles mesurent 1 cm de longueur à maturité. L'adulte de la chrysomèle des racines du nord (12.33 et 12.34) est d'une couleur uniformément pâle ou jaune verdâtre et mesure environ 1 cm de longueur. L'adulte de la chrysomèle des racines de l'ouest (12.35) a à peu près la même taille, bien qu'il soit un peu plus long et qu'il ait des rayures noires et jaunes légèrement ondulées qui ne s'étendent pas sur toute la longueur des ailes antérieures (élytres) (9.28). Il existe des différences considérables de coloration. On confond souvent la chrysomèle des racines de l'ouest et la chrysomèle rayée du concombre (voir Cucurbitacées); cependant, les rayures noires de la chrysomèle rayée du concombre ont des bords droits et s'étendent sur toute la longueur des ailes antérieures. Dans le sud-ouest de l'Ontario, la chrysomèle rayée du concombre est présente tout l'été, alors que la chrysomèle des racines de l'ouest ne commence à émerger qu'en juillet. L'adulte de la chrysomèle maculée du concombre mesure environ 12 mm de longueur, est vert jaunâtre et ses élytres sont ornés de 12 gros points sombres. (Pour en savoir plus, voir Cucurbitacées, chrysomèle maculée du concombre). Au Canada, on ne retrouve pas la chrysomèle des racines du maïs du sud-ouest, *Diabrotica longicornis* (Say).

Biologie Les chrysomèles des racines du maïs produisent une génération par année. Elles passent l'hiver sous forme d'oeufs. Les oeufs éclosent de la fin de mai jusqu'au milieu de juin, selon la température, et les larves migrent dans le sol à la recherche de racines de maïs. Elles se nourrissent pendant trois à quatre semaines, atteignent leur maturité entre la mi-juin et la mi-juillet, s'éloignent de la rhizosphère et se métamorphosent en nymphes dans le sol. Les adultes émergent du sol vers la première semaine de juillet dans le sud-ouest de l'Ontario et au milieu de juillet dans l'est. Ils tendent à se rassembler sur les soies du maïs où ils se nourrissent et s'accouplent. Du milieu d'août jusqu'en octobre, les femelles pondent leurs oeufs en masse dans le sol à des profondeurs qui varient entre 5 et 20 cm et encore plus profondément à la base des plantes et entre les racines d'ancrage du maïs. Les adultes finissent par succomber au gel.

Moyens de lutte Dépistage — Les plantes qui ont subi la verse ou qui présentent des symptômes du «col de cygne» indiquent la présence de chrysomèles, mais il est alors trop tard pour recourir aux insecticides. Les producteurs devraient inspecter leurs champs peu après l'émergence de la panicule, afin de déterminer le nombre de chrysomèles adultes par plante. On utilise habituellement un seuil d'une chrysomèle des racines de l'ouest ou de deux chrysomèles des racines du nord par plante avant d'appliquer un insecticide granulaire contre les chrysomèles de l'année suivante ou d'opter pour une rotation d'un an avec une autre culture.

Pratiques culturales — Ces larves sont des parasites assez spécifiques du maïs et une rotation avec n'importe quelle sorte de plante pendant une année est un bon moyen de lutte. L'utilisation d'hybrides de maïs qui s'enracinent profondément et une fertilisation adéquate diminuent aussi les pertes et favorisent la croissance des plantes.

Lutte chimique — Dans le cas où il est impossible ou peu souhaitable de pratiquer une rotation et que le nombre de chrysomèles adultes a dépassé le seuil l'année précédente, on utilisera un insecticide. Les pluies abondantes ou un pH élevé accélèrent la dégradation des insecticides chimiques et diminuent l'efficacité des traitements. On appliquera un insecticide granulaire lors du semis à l'aide d'un épandeur qui dépose l'insecticide en une bande de 15 cm en avant de la roue plombeuse, mais sans entrer en contact avec la graine. On ne doit pas étendre l'insecticide à la volée.

Références bibliographiques

- Gilbertson, R.L., W.M. Brown et E.G. Ruppel. 1984. Association of stalk rot fungi and western corn rootworm beetles in Colorado. *Phytopathology* 74:1138.
- Kyrsan, J.L. et T.A. Miller. 1986. *Methods for the Study of Pest Diabrotica*. Springer-Verlag, New York. 260 pp.
- Kyrsan, J.L., R.F. Smith et P.L. Guss. 1983. *Diabrotica barberi* (Coleoptera: Chrysomelidae) elevated to species rank based on behavior, habitat choice, morphometrics, and geographical variation in color. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 76:197-204.
- Palmer, L.T., et T. Kommedahl. 1969. Root-infecting *Fusarium* species in relation to rootworm infestations in corn. *Phytopathology* 59:1613-1617.

(Texte original de M. Hudon, R.E. Pitblado et G.H. Whitfield)

► Légionnaire d'automne

Fig. 12.44 à 12.48

Spodoptera frugiperda (J.E. Smith)

En Amérique du Nord, cet insecte se retrouve essentiellement dans le sud. Cependant, il migre vers le nord pendant l'été et atteint le Canada certaines années. Les infestations sont rares, mais l'insecte peut apparaître, sans avertissement, dans toutes les régions au Canada où l'on cultive le maïs. On l'associe habituellement à du temps frais et humide qui favorise sa reproduction rapide le long de sa route de migration vers le nord.

Il infeste le maïs sucré et d'autres légumes potagers ainsi que les graminées, la luzerne (*Medicago sativa* L.), le trèfle et le tabac (*Nicotiana tabacum* L.).

Dommages La légionnaire d'automne n'est devenue importante que depuis peu dans l'est du Canada. Elle affecte les cultures tardives de maïs sucré et le maïs-grain. Lorsqu'elle est abondante, la défoliation peut être grave.

Les larves (12.44) se nourrissent principalement de feuilles. Les dommages précoces passent souvent inaperçus, car les jeunes larves se nourrissent au fond du cornet, ce qui donne aux feuilles une apparence déchiquetée lorsqu'elles s'ouvrent. Elles attaquent aussi la panicule. Les pertes de rendement chez les jeunes plantes sont habituellement négligeables puisqu'elles peuvent se remettre des dommages foliaires même s'ils sont importants. Les pertes de rendement augmentent progressivement à mesure que les larves se nourrissent sur les pédoncules des épis ou sur des plantes dont la croissance est plus avancée.

Identification La larve de la légionnaire d'automne (Noctuidae) est une chenille qui ressemble à celle de la légionnaire uniponctuée par son comportement et son apparence. Elle mesure environ 4 cm de longueur à sa pleine grandeur. Sa couleur varie de vert pâle ou beige à presque noire et elle est ornée de trois bandes longitudinales jaune pâle et d'une ligne plus foncée sur chaque côté bordée de bandes rouges et jaunes (12.45 et 12.46). Sa tête est brun foncé et porte une marque blanche, en forme de Y inversé, ce qui permet de la distinguer du ver de l'épi du maïs. L'adulte (12.48) est une noctuelle aux ailes antérieures tachetées de gris et aux ailes postérieures blanc grisâtre.

Biologie La légionnaire d'automne hiverne dans les régions les plus au sud des États-Unis et au nord du Mexique. Les noctuelles sont actives et pondent leurs masses d'oeufs pendant la nuit. Les oeufs éclosent après 2 à 10 jours, les larves atteignent leur maturité après 20 jours environ et elles se transforment en pupes (12.47) dans le sol. Les noctuelles émergent après 10 jours environ et migrent souvent avant de pondre leurs oeufs. Au nord de son aire de distribution et particulièrement au Canada, il n'y a qu'une génération par année. Lorsqu'elles ont épuisé les réserves de nourriture, les larves partent à la recherche de nouvelles sources de nourriture et meurent lors des premiers gels d'automne.

Moyens de lutte Dépistage — Les producteurs procèdent au dépistage des larves à l'intérieur du cornet en août et au début de septembre. Dans l'est du Canada, le maïs sucré tardif est sujet aux attaques de la légionnaire d'automne à la fin d'août ou au début de septembre, peu importe la température, et les infestations sont habituellement bien avancées lorsqu'on les détecte.

Pratiques culturales — On recommande de semer des cultivars précoces.

Lutte biologique — Les parasites et les prédateurs, tels que les mouches, les guêpes, les carabes, et les oiseaux ainsi que d'autres vertébrés, attaquent et tuent les larves.

Lutte chimique — Les producteurs devraient consulter un agronome-conseil ou un guide provincial de production lorsqu'ils planifient une pulvérisation. Il est difficile pour l'insecticide d'atteindre les larves lorsqu'elles sont à leurs derniers stades de développement à l'intérieur du cornet. Les seuils d'intervention pour la pyrale du maïs (10 % d'épis endommagés pour le maïs sucré destiné à la transformation et 5 % pour le maïs destiné au marché des produits frais) s'appliquent aussi à la légionnaire d'automne.

(Texte original de M. Hudon)

La légionnaire uniponctuée est originaire d'Amérique du Nord. Au Canada, on la retrouve à l'état naturel dans les régions où les hivers sont doux et elle envahit toutes les régions productrices de maïs de l'Atlantique au Pacifique. Ces invasions périodiques de migrants sont reliées aux fronts de dépression en provenance du sud de la frontière canado-américaine.

Le maïs sucré est le seul légume qu'elle attaque. Elle attaque cependant d'autres cultures telles que le maïs-grain, l'avoine, le blé, d'autres céréales et les graminées.

Dommages Le maïs subit des dommages importants (12.25). Souvent, la légionnaire uniponctuée dévore complètement la feuille en ne laissant que les nervures médianes. Dans les comtés qui bordent le Lac Érié, les populations de la légionnaire uniponctuée sont souvent assez élevées pour causer des pertes économiques importantes.

Identification La larve de la légionnaire uniponctuée (Noctuidae) (12.26) est une chenille qui, à maturité, mesure environ 5 cm de longueur; elle est vert foncé, glabre et ornée de cinq bandes blanchâtres le long du corps. La tête brun verdâtre pâle porte des taches plus foncées. La nymphe (chrysalide) brun rougeâtre mesure environ 3 cm de longueur. L'envergure des ailes de la noctuelle est d'environ 4 cm; les ailes antérieures sont gris brunâtre pâle et marquées d'un point blanc près du centre, ce qui facilite l'identification en champ. Les ailes postérieures (12.27) sont garnies d'une bordure sombre. Les oeufs blanchâtres ressemblent à des billes et sont pondus en masses.

Biologie Au printemps, les fronts de dépression en provenance du sud des États-Unis amènent les noctuelles vers le nord; dans certaines régions, les noctuelles peuvent aussi émerger localement. Cependant, il est rare que l'on puisse voir ces noctuelles, car elles sont surtout actives la nuit, alors qu'elles se nourrissent de nectar, s'accouplent et pondent. Elles pondent leurs oeufs en juin dans les feuilles non déployées et dans les gaines; les oeufs éclosent trois semaines plus tard. Les jeunes larves apparaissent entre la fin du mois de juin et le milieu du mois de juillet et grandissent rapidement. Elles se nourrissent surtout la nuit des feuilles près du sol et, le jour, elles se cachent dans les feuilles au centre de la plante. Lorsqu'elles ont épuisé les réserves de nourriture, que les grains sont mûrs ou que le foin a été coupé, elles migrent vers les champs voisins. Un mois plus tard, elles atteignent leur maturité et se métamorphosent en nymphes dans le sol. En général, les chrysalides ne survivent pas à l'hiver au Canada.

Moyens de lutte Dépistage — Le meilleur moment pour observer les larves est lorsqu'elles se nourrissent en soirée ou tôt le matin, bien qu'elles ne soient pas habituellement visibles avant qu'elles aient atteint la moitié de leur grosseur et que les dommages à la culture soient avancés. Cela coïncide avec le début de juillet dans le sud de l'Ontario et à la mi-juillet dans le reste de l'est du Canada. On examine les parties du champ de maïs qui sont limitrophes à des champs de céréales ou de foin. On utilise un seuil économique d'environ 60 larves par mètre carré afin de déterminer à quel moment il est nécessaire de recourir à des méthodes de lutte.

Lutte biologique — Une infestation peut survenir malgré la présence d'ennemis naturels; cependant, les mouches, les guêpes, les carabes, les oiseaux, les crapauds, les mouffettes et les maladies réussissent habituellement à tenir la légionnaire uniponctuée en échec.

► Légionnaire uniponctuée

Fig. 12.25 à 12.27

Mythimna unipuncta (Haworth)

(syn. *Pseudaleia unipuncta* (Haworth))

Lutte chimique — Les traitements chimiques sont particulièrement efficaces lorsque les larves sont petites et que leurs ennemis naturels sont peu nombreux. Lors de graves infestations, les insecticides sont le seul recours efficace. Les rangs extérieurs qui bordent des champs de céréales ou de foin et des pâturages sont souvent les seuls endroits touchés; dans ce cas, on traitera seulement les extrémités des champs adjacents et quelques rangs extérieurs du champ de maïs. Chaque champ doit être évalué individuellement. Les producteurs devraient consulter un agronome-conseil avant de recourir à des traitements, car les insecticides ne devraient être utilisés qu'en dernier recours contre cet insecte.

On pulvérisera les insecticides lors de soirées chaudes, avant que les larves soient actives et lorsque les plantes sont sèches. On ne traitera que les sections infestées du champ, y compris une bordure de 10 m afin d'atteindre les larves migrantes. Lors d'infestations dans des potagers adjacents à des champs de maïs, on utilise des appâts empoisonnés faits de son ou des pulvérisations contre les vers gris.

(Texte original de M. Hudon)

► Mouche des légumineuses

Fig. 12.50 à 12.52

Delia platura (Meigen)

La mouche des légumineuses (voir Haricot) cause des dommages chez le maïs sucré dans l'est du Canada lorsque les graines germent au moment où la mouche (12.52) pond ses oeufs. Les infestations dans le maïs sucré sont habituellement plus graves lors de printemps froids et humides, parce que la période de germination est plus longue.

Dommages Les larves (12.51) se nourrissent à l'intérieur des grains de maïs en germination. Elles détruisent souvent le germe et favorisent l'entrée de micro-organismes telluriques et de caries du grain (12.50).

Moyens de lutte Dépistage — Dans le champ, là où les graines n'ont pas germé, on doit vérifier si elles sont intactes.

Pratiques culturales — Bien que les infestations soient sporadiques, les producteurs devraient utiliser de la semence traitée à l'aide d'un mélange fongicide-insecticide et opter pour des méthodes de culture qui favorisent la germination rapide des grains. Les producteurs qui utilisent de la semence traitée courent peu de risques de voir leurs cultures endommagées par la mouche des légumineuses. Lorsqu'on utilise de la semence non traitée et que des infestations ont lieu, il faut parfois ressemer le champ en entier. La mouche est attirée par la matière organique du sol et par l'humidité; des semis peu profonds réduiront donc les dommages, particulièrement si la surface du sol est préparée afin de favoriser une germination rapide des graines. Lorsqu'on sème une culture-abri dans un champ destiné à la culture de maïs sucré, il faut le labourer à l'automne ou au printemps afin de bien incorporer toute la matière organique dans le sol.

(Texte original de M. Hudon et C. Ritchot)

► Nitidule à quatre points

Fig. 12.8 et 12.49

Glischrochilus quadrisignatus (Say)

Le nitidule à quatre points est commun dans l'est du Canada, mais on le retrouve aussi en Colombie-Britannique et au Manitoba.

Les adultes sont attirés par divers fruits mûrs ou endommagés; ils se nourrissent à la surface des fruits et pénètrent souvent dans les crevasses. Ils sont attirés par les fruits trop mûrs tels que les framboises, les melons et les tomates crevassées en champ et exposées sur les éventaires routiers. La larve se développe dans les déchets végétaux laissés en champ.

Dommages Les nitidules peuvent causer des dommages très importants lorsque les conditions sont favorables. Les nitidules adultes entrent par l'extrémité de l'épi et se nourrissent des jeunes grains (12.8). Parfois ils attaquent des épis intacts, mais en général ils infestent des épis déjà endommagés par le ver de l'épi du maïs, la pyrale du maïs, les oiseaux ou les rats laveurs.

Les nitidules sont des vecteurs de pourritures fongiques de l'épi.

Identification Le nitidule à quatre points adulte (Nitidulidae) est noir et orné de deux taches jaune rougeâtre sur chacune des ailes antérieures (12.49).

Biologie Les adultes hivernent sous des déchets de culture, dans des vieilles souches d'arbres, dans les premiers 2,5 cm de sol où ils se cachent dans les touffes de graminées, les herbes hautes et probablement dans d'autres abris. Il n'y a qu'une génération par année. La ponte des oeufs commence au début de mai et les larves se développent sur la matière végétale en décomposition. Les nouveaux adultes apparaissent de la fin de juin au début d'août, selon la région.

Moyens de lutte Dépistage — À partir de l'émergence des soies, en procédera à l'inspection d'épis de maïs prélevés à différents endroits dans le champ afin de détecter la présence d'adultes.

Pratiques culturales — Les pratiques culturales qui visent à l'élimination des déchets de culture en champ contribuent à réduire les populations de nitidules, car les adultes hivernent dans les résidus de culture laissés en champ et les larves se développent sur la matière végétale en décomposition laissée sur le champ l'automne précédent. Dans le sud-ouest de l'Ontario et du Québec, les principales sources de matière végétale en décomposition sont les épis de maïs laissés sur le champ l'automne précédent à la suite de dommages infligés par la pyrale du maïs aux tiges et aux pédoncules et qui ont entravé la récolte mécanisée.

Cultivars résistants — Les cultivars aux spathes courtes ou lâches sont probablement plus vulnérables; la culture de cultivars à spathes serrées contribue donc à réduire les dommages causés par cet insecte.

Lutte chimique — Les pulvérisations d'insecticides chimiques contre la pyrale du maïs et le ver de l'épi du maïs réduisent les infestations.

Références bibliographiques

Attwater, W.A., et L.V. Busch. 1983. Role of the sap beetle *Glischrochilus quadrisignatus* in the epidemiology of *Gibberella* corn ear rot. *Can. J. Plant Pathol.* 5:158-163.

(Texte original de M. Hudon)

► **Puceron du maïs**

Fig. 12.32

Rhopalosiphum maidis (Fitch)

Le puceron du maïs immigre chaque année au Canada. Il est particulièrement abondant dans le Sud de l'Ontario et du Québec, bien qu'on le retrouve partout où l'on cultive le maïs sucré. Il hiverne aux États-Unis et migre vers le nord, porté par les courants d'air en provenance de régions où les cultures sont plus avancées.

Dommages Les plantes attaquées ont une croissance réduite, les feuilles du cornet sont desséchées, la panicule et les soies sont couvertes de miellat et les rendements sont grandement réduits. Dans certains cas, les plantes ne portent pas d'épis ou les épis sont dépourvus de grains. Le miellat produit par les pucerons entrave la pollinisation et les épis du maïs sucré tachés de fumagine (moisissure fuligineuse qui croît sur le miellat) ne peuvent être vendus sur le marché des produits frais. Les plantes qui souffrent d'un stress hydrique accusent des rendements inférieurs en présence du puceron. Cependant, des averses dans les semaines qui précèdent la pollinisation peuvent atténuer les effets des dommages de nutrition du puceron. Le recours aux traitements insecticides est rarement justifié, sauf dans les productions commerciales de semences.

Le puceron du maïs est un vecteur du virus de la mosaïque nanifiante du maïs.

Identification Le puceron du maïs (Aphididae) est bleu verdâtre. Chez le maïs sucré, on le retrouve habituellement sur la panicule et sur les feuilles dans le haut de la plante (12.32). Il est dépourvu de taches dorsales sur la partie antérieure à la paire d'appendices abdominaux (cornicules) et présente souvent une apparence cireuse. Une espèce apparentée, mais moins importante, le puceron bicolore des céréales (*Rhopalosiphum padi* (L.)), infeste aussi le maïs sucré au Canada. Ce puceron est vert jaunâtre à noir verdâtre et orné de plages de couleur ocre à la base des cornicules. On doit consulter un spécialiste afin de confirmer l'identité de l'espèce présente.

Biologie Toutes les formes du puceron du maïs sont des femelles. Lorsqu'elles deviennent adultes, elles donnent naissance à des jeunes sans avoir eu recours à l'accouplement (parthénogénèse). Chez le maïs, les infestations débutent lorsque les plantes sont au stade du cornet, ce qui procure un milieu humide où le puceron du maïs peut s'abriter et se nourrir durant sa période de reproduction, ce qui explique l'accroissement très rapide de ses populations. Les populations culminent habituellement lors d'années sèches et, au Canada, elles meurent de façon naturelle à l'automne.

Moyens de lutte *Dépistage* — Le puceron du maïs peut être un ravageur occasionnel des feuilles du maïs à la fin de l'été. Les populations sont parfois tellement grandes au moment où les panicules ont émergé que toute la partie supérieure de la plante est couverte de pucerons. Par conséquent, avant l'apparition des panicules, il faut examiner les plantes à plusieurs endroits dans le champ afin de déterminer si les pucerons sont nombreux dans le cornet avant la pollinisation. Le seuil d'intervention établi par l'industrie de la mise en conserve au Québec pour la pyrale du maïs (10 % d'épis endommagés pour le maïs sucré destiné à la transformation et 5 % pour le maïs destiné au marché des produits frais) peut être utilisé pour le puceron du maïs.

Pratiques culturales — Les cultivars de maïs sucré n'ont pas tous la même sensibilité au puceron du maïs. Les infestations les plus importantes surviennent sur des cultivars qui sont aussi sensibles à la pyrale du maïs. Chez le maïs sucré, des semis précoces diminuent les infestations de pucerons et atténuent les effets des dommages d'alimentation.

Lutte biologique — Les coccinelles sont des prédateurs importants des pucerons dans le maïs sucré.

Lutte chimique — Chez les plantes aux stades du cornet et au début du stade de la panicule, un insecticide systémique est généralement plus efficace qu'un insecticide de contact.

(Texte original de M. Hudon)

► **Pyrale du maïs**

Fig. 12.36 à 12.43

Ostrinia nubilalis (Hübner)

Depuis son introduction dans le sud-ouest de l'Ontario en 1920, la pyrale du maïs s'est répandue dans tout le Canada, des Provinces Maritimes aux Montagnes Rocheuses. En Alberta, bien que détectée et éliminée dans les années cinquante, une infestation bien établie a été découverte en 1981 dans la région de Medicine Hat-Bow Island; depuis lors, la pyrale du maïs s'est étendue dans toute la partie sud de la province.

La pyrale du maïs infeste plus de 200 plantes herbacées, cultivées et sauvages. Le maïs est l'hôte le plus important, mais d'autres cultures légumières telles que le haricot mange-tout, le poivron et la pomme de terre subissent des pertes. Dans les Provinces des Prairies, le maïs semble être le seul hôte connu.

Dommages Les diverses souches de la pyrale du maïs causent différents types de dommages chez le maïs sucré. Les larves qui se nourrissent sur les épis de maïs sont la principale cause des pertes de rendement, mais toutes les parties de la plante sont sujettes à l'attaque. Les larves perforent les feuilles fermement enroulées qui se développent dans le cornet et sont responsables des premiers signes de dommages, une rangée de «trous d'épingle» dans les feuilles lorsqu'elles se déploient (12.36). À mesure que les feuilles grandissent, les trous s'unissent et la nervure médiane se brise. Les larves peuvent aussi creuser des galeries dans les panicules, ce qui les affaiblit et augmente la probabilité de bris par le vent (12.37). Finalement, les larves pénètrent dans la tige et les jeunes épis, ce qui entraîne le bris de la tige (12.38 et 12.39), la malformation des épis et leur abscission. Les larves de la première génération causent surtout des dommages physiologiques aux jeunes plantes; celles de la deuxième génération endommagent les pédoncles et les épis.

La pyrale du maïs cause des pertes importantes chez le maïs sucré ainsi que chez d'autres cultures légumières telles que le haricot mange-tout et le poivron. Chez le maïs sucré, la principale préoccupation demeure l'infestation des épis, peu importe la génération de pyrale du maïs en cause. Non seulement les épis infestés et les pédoncles endommagés ne peuvent être vendus sur le marché des produits frais, mais on retrouve parfois de petites larves (12.40) à l'intérieur de grains de maïs sucré destiné à la transformation.

La pyrale du maïs est un vecteur de pourritures fongiques des tiges et des épis.

Identification La larve de la pyrale du maïs (*Pyralidae*) est une chenille qui mesure environ 3 cm de longueur à maturité et elle est grise à ocre sur le dessus et ornée de plaques (pinacula) brunes en forme de taches garnies de soies (12.41). L'envergure des ailes des adultes est d'environ 2,5 cm; leurs ailes sont brun pâle et ornées de bandes sombres et ondulées (12.42). Le mâle est plus petit et plus foncé que la femelle.

Biologie Présentement, il existe trois races de la pyrale du maïs au Canada. On trouve la race univoltine presque partout au Canada; les mâles de cette race répondent au mélange de phéromones de type Z (97:3, Z:E acétate de tétradécényl). La race bivoltine, souvent partiellement trivoltine, vit au sud de la ligne entre Simcoe, London et Sarnia, dans le sud-ouest de l'Ontario. On trouve la troisième génération partielle à peu près cinq ans sur six à Harrow en Ontario (pour la période allant de 1971 à 1988). Cette race répond aussi au mélange de phéromones de type Z. Une troisième race se retrouve à certains endroits dans le sud du Québec. Elle produit aussi deux générations par année, mais répond au mélange de phéromones de type E (96:4, E:Z acétate de tétradécényl).

Race univoltine — Au printemps, les larves de cinquième stade se transforment en pupes à l'intérieur des tiges de maïs. Les adultes émergent entre la troisième semaine de juin et la fin de juillet et l'activité des adultes culmine habituellement au milieu du mois de juillet. La ponte des oeufs atteint normalement un maximum une semaine après le pic d'émergence des adultes. Les femelles pondent leurs oeufs en couches plates (ooplaques) (12.43) près de la nervure médiane à la face inférieure des feuilles. Les oeufs éclosent après cinq à sept jours. Les jeunes pyrales se nourrissent à l'axe des feuilles, à l'intérieur du cornet et dans les jeunes panicules avant de creuser des galeries dans la tige principale. À la fin de l'été ou au début de l'automne, les larves à leur plein développement tissent un cocon fragile à l'intérieur de la tige de maïs et subissent un arrêt de leur développement (diapause) qui dure jusqu'au printemps suivant.

Race bivoltine — Chez la race bivoltine, la nymphose a lieu normalement au printemps deux semaines plus tôt que chez la race univoltine et les adultes sont actifs de la fin de mai à la première semaine de juin. L'émergence des adultes culmine entre le milieu et la fin de juin selon la région. Les femelles pondent leurs oeufs du début de juin au début de juillet, mais on peut en retrouver aussi à la fin de mai et parfois jusque tard en juillet. Les stades larvaires sont semblables à ceux de la race univoltine, mais habituellement les larves atteignent la maturité avant que le développement des épis ne soit très avancé. Elles se métamorphosent en nymphes plutôt que d'entrer en diapause, ce qui donne naissance à un deuxième vol d'adultes situé vers la première semaine d'août et qui culmine deux semaines plus tard. Les adultes pondent jusqu'au début de septembre un plus grand nombre d'oeufs que la génération précédente. Cette progéniture, qui entre en diapause et arrive à maturité le printemps suivant, cause souvent une réduction de rendement particulièrement importante dans le maïs-grain. Chez le maïs sucré, elle cause surtout des problèmes lorsqu'elle pénètre dans les épis.

Puisque la pyrale du maïs est indifférente à la longueur des journées (photopériode), les races univoltine et bivoltine donnent parfois naissance à une génération supplémentaire. Une troisième génération complète ou partielle voit le jour lorsque les températures printanières sont suffisamment chaudes; elles favorisent alors une émergence précoce et le cycle de croissance larvaire peut être complété durant les jours plus longs de l'été. Le temps pluvieux et froid a un effet contraire : il restreint l'activité des papillons et retarde le développement larvaire. La pluie déloge les jeunes larves des plantes. Les étés très chauds sont eux aussi défavorables à la pyrale du maïs. Le froid hivernal ne semble pas être délétère.

Les adultes de la pyrale du maïs étendent leur aire d'environ 12 km par année, seulement en volant. Le taux d'expansion a été étudié durant les premières années de la présence de l'insecte en Ontario et au Québec et plus récemment en Alberta. Le transport d'épis de maïs sucré infestés destinés au marché des produits frais favorise la dispersion des larves (voir chapitre 3, Maladies et ravageurs introduits, pyrale du maïs).

Moyens de lutte Dépistage — Le recours aux insecticides est déterminé par le stade où la plante-hôte est plus sensible à l'attaque, par la valeur de la culture, la présence de la pyrale du maïs et la proportion de plantes endommagées. Au Québec et dans l'est de l'Ontario, la ponte des oeufs commence vers le milieu ou la fin du stade cornet; on devra donc examiner le maïs deux fois par semaine à partir de ce moment afin de déterminer s'il faut recourir à des traitements. Le nombre de masses d'oeufs (12.43) sur les plantes n'est pas toujours relié directement au nombre d'adultes présents. La température, les précipitations, les parasites de prédateurs et les maladies influencent le succès de la ponte. Cependant, on peut raccourcir le temps nécessaire à l'échantillonnage des masses d'oeufs en ne procédant à l'échantillonnage que lorsqu'on observe des adultes de la pyrale du maïs et que les plantes sont à un stade vulnérable de leur développement. Une méthode plus rapide et fiable consiste à évaluer le pourcentage de plantes dont les insectes se sont nourris au début de la période de ponte.

On procède au dépistage des adultes de la pyrale du maïs à l'aide de leurres à phéromone à l'intérieur de pièges englués ou de pièges lumineux. Au Québec, les producteurs reçoivent par la poste un avis qui leur précise à quel moment il doivent faire la première pulvérisation. En règle générale au Canada, cependant, on retarde les traitements jusqu'à l'apparition des panicules dans le cornet, à moins qu'on observe des pyrales qui se nourrissent à la fin du stade cornet.

Le maïs destiné à la transformation ou au marché des produits frais est très sensible à la pyrale du maïs entre le milieu du stade cornet et le début de la sénescence des soies. Si on détecte des adultes de la pyrale du maïs à ce moment, il faut traiter. On détermine si un traitement est nécessaire en examinant les plantes afin de découvrir des signes de dommages d'alimentation sur le cornet. On peut aussi, bien que cela nécessite plus de temps, examiner des plantes à travers le champ en recherchant des masses d'oeufs. Cette dernière procédure nécessite l'examen de 20 groupes de cinq plantes chacun. Lorsqu'on dénombre qua-

tre à cinq masses d'oeufs par 100 plantes, l'infestation des épis de maïs excédera 10 %. Au Québec, pendant plusieurs années, on a utilisé un seuil économique de 10 % d'épis endommagés pour le maïs sucré destiné à la transformation et un seuil économique de 5 % pour le maïs destiné au marché des produits frais.

Pratiques culturales — Le travail du sol et la rotation des cultures sont les pratiques les plus courantes de lutte contre la pyrale du maïs. Les labours d'automne et le hersage éliminent 75 % des larves hivernantes dans un champ de maïs. Le déchiquetage des résidus de plantes après la récolte et avant les labours est une façon efficace et économique de détruire les pyrales du maïs dans les tiges et les chaumes. Les larves sont aussi détruites lors du processus d'ensilage. La pratique qui consiste à brûler les tiges au champ après la récolte est toujours en vigueur chez certains producteurs malgré son impact nocif sur l'environnement.

Lutte biologique — Les parasites, les prédateurs, les maladies et les oiseaux tuent un grand nombre de pyrales du maïs, mais habituellement ils ne peuvent pas réduire les populations en dessous des niveaux économiques. Les oeufs d'un parasite, une espèce du genre *Trichogramma*, sont produits à l'échelle commerciale et semblent très prometteurs en lutte biologique.

Lutte chimique — Habituellement, le maïs sucré précoce destiné au marché des produits frais nécessite des traitements; cependant, le recours aux insecticides dans quelque région que ce soit est déterminé par la valeur de la culture et l'importance de l'infestation. Plusieurs insecticides sont toxiques pour la faune antagoniste, surtout lorsqu'ils sont appliqués par avion. L'application sur le terrain est plus efficace puisque le jet peut être dirigé directement dans le cornet de la plante. Les insecticides granulaires ont un effet résiduel prolongé, sont moins toxiques pour les abeilles et les ennemis naturels et le créneau propice à l'application est moins étroit.

Les producteurs devraient consulter leur agronome-conseil ainsi que le calendrier de pulvérisations qui contient les recommandations les plus récentes et les délais d'emploi. Chez le maïs sucré précoce destiné au marché des produits frais, on applique habituellement trois à quatre traitements, à cinq jours d'intervalle; on effectue le premier traitement à l'éclosion des premières larves ou aux premiers signes de dommages foliaires. Pour le maïs destiné à la transformation, on applique habituellement un à deux traitements, au besoin. En Alberta, on mène une lutte efficace contre cet insecte à l'aide d'un seul traitement insecticide que l'on applique entre la troisième et quatrième semaine de juillet lorsque les larves de deuxième stade sont nombreuses. Les pulvérisations sur le terrain se font habituellement en dirigeant le jet dans le cornet de la plante. Après l'apparition des panicules, on dirige le jet vers les épis. Lorsqu'on fait des traitements par avion, il faut prendre des précautions spéciales afin d'éviter de tuer les abeilles.

Références bibliographiques

- Christensen, J.J., et C.L. Schneider. 1950. European corn borer (*Pyrausta nubilalis* Hbn.) in relation to shank, stalk and ear rots of corn. *Phytopathology* 40:284-291.
- Hudon, M., E.J. LeRoux et D.G. Harcourt. 1989. Seventy years of European corn borer (*Ostrinia nubilalis*) research in North America. Pages 1-44 dans G.E. Russell, ed. *Biology and Population Dynamics of Invertebrate Crop Pests*. Intercept Ltd., Andover, Hampshire, U.K.

Hudon, M., D.G.R. McLeod et W.H. Foott. 1982. *Répression de la pyrale du maïs*. Agric. Can. Publ. 1738/F. 14 pp.

(Texte original de M. Hudon et D.G.R. McLeod)

► Ver de l'épi du maïs

Fig. 12.28 à 12.31

Helicoverpa zea (Boddie)
(syn. *Heliothis zea* (Boddie))

Le ver de l'épi du maïs est originaire des Amériques et des Caraïbes. Il ne vit pas en permanence au nord du 39^e parallèle. Il hiverne normalement dans le sud des États-Unis et migre vers les États plus au nord et quelques régions du Canada. En Ontario, c'est l'insecte le plus nuisible aux cultures de maïs sucré après la pyrale du maïs. Puisque qu'il n'hiverne pas au Canada et qu'on ne peut prévoir avec précision la direction des vents en provenance du sud des États-Unis, les producteurs ne savent jamais quand se produira une invasion. Habituellement, le ver de l'épi du maïs apparaît en fin de saison, à la fin d'août et au mois de septembre. Les infestations de vers de l'épi du maïs sont causées par l'utilisation de produits antiparasitaires efficaces contre la pyrale du maïs, mais inefficaces contre le ver de l'épi du maïs. Ce fait, allié à une mauvaise couverture et à une mauvaise opportunité des pulvérisations, ajoute à la variabilité des résultats de la lutte contre le ver de l'épi.

Les larves attaquent le maïs, le poivron et la tomate.

Dommages Le ver de l'épi du maïs cause des dommages lorsqu'il est détecté trop tardivement (12.28). Les larves commencent à se nourrir des soies des épis, mais migrent rapidement à l'intérieur des épis eux-mêmes et se nourrissent des grains (12.29 et 12.30). Une seule larve, en passant d'un grain à un autre et en y laissant ses déjections, peut dévorer complètement l'extrémité de l'épi. Elle détruit aussi les soies avant que la pollinisation ait eu lieu. Les moisissures envahissent les trous creusés par les larves. On sous-estime souvent les dommages, car les spathes des épis masquent les trous et il est difficile de détecter et d'éliminer l'insecte.

Identification L'adulte du ver de l'épi du maïs (Noctuidae) est une noctuelle brun jaunâtre et assez grande (l'envergure des ailes est d'environ 4,5 à 6,5 cm) (12.31). Ses oeufs sont vert pâle. La larve (12.29) est une chenille qui mesure, à maturité, environ 4 cm de longueur. Sa couleur varie de vert pâle ou brune à presque noire. La tête est jaune, les pattes sont noires et des rayures pâles et foncées ornent ses flancs alors que le dessous du corps est plus pâle. Les larves de la pyrale du maïs sont différentes puisqu'elles sont parsemées de plaques (pinacula).

Biologie Les femelles pondent leurs oeufs un par un, la plupart du temps sur les soies du maïs, et les jeunes larves éclosent après trois jours. Elles se nourrissent des soies, puis pénètrent dans l'épi; habituellement elles commencent par se nourrir de l'extrémité de l'épi, puis des grains qu'elles dévorent complètement. Le stade larvaire dure environ un mois. À maturité, les larves tombent par terre et se métamorphosent en nymphes dans le sol.

Moyens de lutte Dépistage — Il faut inspecter le maïs sucré avant l'apparition des soies et les producteurs chercheront des dommages de nutrition à l'extrémité des épis. Il existe des pièges à phéromones pour dépister les adultes.

Cultivars résistants — Certains cultivars de maïs sont plus sensibles que d'autres. En général, ceux qui produisent de longs épis aux spathes serrées qui dépassent le bout de l'épi sont plus résistants à l'infestation que ceux dont les spathes et les épis sont courts. Les producteurs devraient consulter un agronome-conseil afin de connaître les cultivars adaptés à leur région.

Lutte biologique — De nombreux parasites attaquent les oeufs et les larves, et plusieurs insectes et oiseaux prédateurs contribuent à réduire les populations.

Lutte chimique — On recommande de traiter les cultures afin de réduire le plus possible les dommages, mais les infestations doivent être détectées tôt. En champ, on utilisera un pulvérisateur à rampe hydraulique élevée équipé de buses que l'on dirige vers les soies des épis de maïs. Dans les jardins potagers, on utilisera un pulvérisateur à air comprimé afin d'obtenir une bonne couverture des plantes. On appliquera un insecticide foliaire dès l'apparition des premiers signes de dommages et on répétera le traitement à intervalles selon les recommandations pour cette culture.

(Texte original de M. Hudon et R.E. Pitblado)

► Vers fil-de-fer (taupins)

Fig. 12.53, 12.54 et 12T1; 16.115

Ver fil-de-fer du maïs *Melanotus communis* (Gyllenhal)
Autres espèces

On retrouve les vers fil-de-fer dans tous les types de sol et dans toutes les régions de production au Canada où ils affectent la semence et les parties souterraines de plusieurs cultures. Les infestations de vers fil-de-fer sont très courantes, mais passent facilement inaperçues.

Le maïs sucré est particulièrement vulnérable à l'attaque, mais les vers fil-de-fer peuvent aussi endommager les racines d'autres légumes (voir Pomme de terre (16.115); et Tomate, vers fil-de-fer).

Dommages Les dommages de vers fil-de-fer sont particulièrement importants dans les champs qui suivent un retour de prairie ou de pâturage. En champ, une distribution inégale de plantes sénescentes est typique des dommages du ver fil-de-fer. Les larves percent les grains de maïs sucré et se nourrissent du germe ou elles pénètrent dans la partie souterraine de la tige et finissent par tuer la plante. Les symptômes ne sont pas toujours apparents chez le maïs à maturité, mais en général les plantes infestées ne se développent pas bien et les plantules sont peu vigoureuses ou n'émergent pas.

Identification Les adultes du ver fil-de-fer, appelés taupins (Élatéridae), sont généralement brun terne à noirs et allongés (12.54). Leur taille varie d'environ 0,5 à 2,0 cm de longueur. Les larves sont lustrées, brun jaunâtre, élancées, cylindriques, coriaces et munies de trois paires de fines pattes près de la tête (12T1); à maturité, elles atteignent 2 à 3 cm de longueur (12.53). Elles sont particulièrement visibles au printemps dans presque tous les types de sol et on les retrouve souvent sous des amas humides de feuilles mortes ou dans des déchets de culture laissés sur le sol. Voir tableau 12.1 pour une clef d'identification des genres *Agriotes*, *Melanotus* et *Limoni*.

Biologie Selon les espèces, les vers fil-de-fer peuvent mettre deux à cinq ans pour compléter leur cycle évolutif. Ils hivernent dans le sol sous forme de larves ou à l'état adulte. Les adultes sont actifs au printemps et pondent leurs oeufs dans le sol ou près des racines de graminées. Les

oeufs sont toujours plus abondants dans les pâturages naturels ou cultivés de légumineuses ou de graminées. Les larves éclosent après deux à quatre semaines et elles se déplacent dans le sol à la recherche de nourriture. Chaque automne, elles s'enfouissent profondément dans le sol et, au printemps, elles retournent vers la surface pour se nourrir des racines de maïs peu après le semis. Durant leur dernière année de développement, les larves construisent une cellule dans le sol à la fin de l'été, se transforment en pupes, puis en adultes qui demeurent dans le sol jusqu'au printemps suivant.

Moyens de lutte (voir aussi Pomme de terre, vers fil-de-fer) **Dépistage** — Dans le champ, là où les graines n'ont pas germé, on doit vérifier si celles-ci sont intactes.

Pratiques culturales — En travaillant le sol en surface lorsque les larves sont encore jeunes, on tue les larves en les exposant aux oiseaux ou aux autres prédateurs.

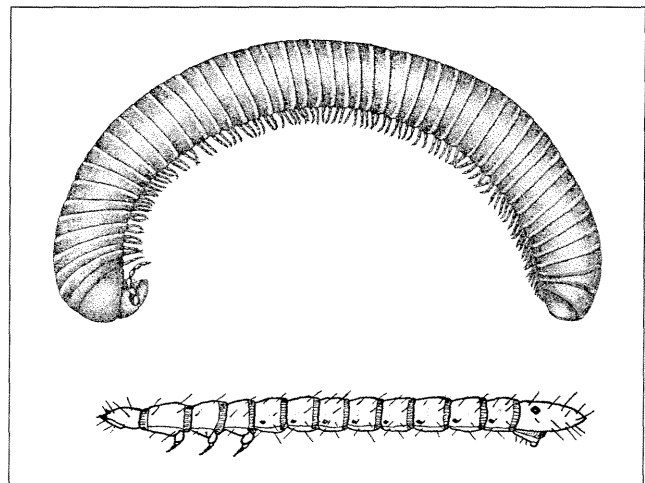
Lorsque de nouvelles terres sont mises en production, il faut labourer le sol durant l'été et éviter de semer du maïs dans l'année qui suit.

Lutte chimique — On recommande habituellement de traiter la semence à l'aide d'un mélange fongicide-insecticide afin de protéger le maïs contre les vers fil-de-fer. Dans le cas où des champs fortement infestés doivent être semés en maïs, on étend des insecticides granulaires à la volée et on les incorpore dans le sol avant le semis; cependant, ces traitements augmentent de façon sensible les coûts de production.

(Texte original de M. Hudon)

Autres insectes Fig. 12.55 et 12.56; voir dans le texte

Criquets
Perce-oreille européen *Forficula auricularia* L.
Perce-tige *Hydraecia micacea* (Esper)
Vers blancs
Vers gris



12T1 Ver fil-de-fer (en bas) : larve de l'*Agriotes mancus*, à noter la présence de pattes sur les trois segments thoraciques et d'une tache ocellée (fossette causée par l'attachement des muscles à la cuticule) sur le 9^e segment abdominal arrondi, longueur 20 à 30 mm; le mille-pattes (en haut) possède deux paires de pattes sur la plupart des segments, longueur environ 25 mm. D'après Hawkins, J.H. 1936. *Maine Agric. Exp. Stn. Bull.* 381. 146 pp.

Tableau 12.1 Clé d'identification des vers fil-de-fer les plus communs qui s'attaquent aux cultures légumières

1. Dernier (neuvième) segment abdominal arrondi, portant deux fossettes brunes (point d'insertion des muscles avec la cuticule)	<i>Agriotes</i> spp.
Dernier (neuvième) segment abdominal aplati dorsoventralement, absence de fossettes	2
2. Dernier segment abdominal non échancré à l'apex	<i>Melanotus</i> spp.
Dernier segment abdominal légèrement échancré à l'apex	<i>Limoni</i> spp.

(Tableau original de E.C. Becker)

Criquets Les criquets (Acrididae) (12.55) sont rarement des ravageurs importants du maïs sucré au Canada, bien qu'ils aient déjà été un problème au Québec, particulièrement dans les années cinquante. Lorsque les criquets attaquent le maïs, ils se nourrissent de la panicule, de l'extrémité des épis et de parties de feuilles, ce qui donne aux plantes une apparence déchiquetée et réduit la grenaison. Ils attaquent rarement le maïs avant qu'il n'ait atteint 50 cm de hauteur. Les dommages sont habituellement confinés aux bordures des champs.

(Texte original de M. Hudon)

Perce-oreille européen (8.96 à 8.98) Le perce-oreille européen se nourrit des soies du maïs sucré, ce qui nuit à la formation des grains. La présence de perce-oreilles sur les épis de maïs les déprécie. (Pour en savoir plus sur le perce-oreille européen, voir Crucifères.)

(Texte original de L.M. Crozier)

Perce-tige (voir Pomme de terre) Le perce-tige de la pomme de terre (12.56) cause des dommages particulièrement graves chez le maïs sucré entre les stades quatre à huit feuilles. Les larves se nourrissent aux dépens de la tige et

des racines. L'affaissement des plantes et la réduction du couvert végétal peuvent s'ensuivre sur les bords du champ.

(Texte original de F. Meloche)

Vers blancs Les vers blancs (16.112 à 16.114) sont les larves du hanneton commun (voir Pomme de terre). Les dommages causés au maïs sucré par les vers blancs sont en général peu importants, localisés et apparaissent à la fin de juillet ou au début d'août; les plantes paraissent plus ou moins rabougries et rougeâtres et on les arrache sans effort.

(Texte original de K.P. Lim et J.C. Guppy)

Vers gris (voir Carotte, et Tomate) Les vers gris (18.63 à 18.69) se nourrissent à la base du maïs et certains peuvent grimper et se nourrir des parties situées plus haut sur la plante, telles que la tige ou les feuilles.

(Texte original de F. Meloche)

AUTRES RÉFÉRENCES

- Dicke, F.F., et W.D. Guthrie. 1988. The most important corn insects. Pages 767-867 dans G.F. Sprague et J.W. Dudley, eds, *Corn and Corn Improvement*. Am. Soc. Agronomy, Crop Sci. Soc. Am., Soil Sci. Soc. Am., Madison, Wisconsin. 986 pp.
- Dinghra, O.D., et J.B. Sinclair. 1985. *Basic Plant Pathology Methods*. CRC Press Inc., Boca Raton, Floride. 355 pp.
- Hudon, M., W.H. Foott et P. Martel. 1985. *Insectes nuisibles au maïs dans l'est du Canada*. Agric. Can. Publ. 1788/F. 29 pp.
- Martens, J.W., W.L. Seaman et T.G. Atkinson, eds. 1988. *Diseases of Field Crops in Canada*. Éd. rév., Soc. can. phytopathol., Harrow, Ontario. 160 pp.
- McGee, D.C. 1988. *Maize Diseases : A Reference Source for Seed Technologists*. APS Press, St. Paul, Minnesota. 150 pp.
- Shurtleff, M.C. 1980. *Compendium of Corn Diseases*, 2^e éd. APS Press, St. Paul, Minnesota. 117 pp.
- Smith, D.R., et D.G. White. 1988. Diseases of corn. Pages 687-766 dans G.F. Sprague et J.W. Dudley, eds, *Corn and Corn Improvement*. Am. Soc. Agronomy, Crop Sci. Soc. Am., Soil Sci. Soc. Am., Madison, Wisconsin. 986 pp.
- Ullstrup, A.J. 1985. Common names for plant diseases: corn (*Zea mays* L.). *Plant Dis.* 69:658-659.