13 Oignon, ail, poireau, échalote, ciboulette

Figures 13.1 à 13.46

Bactérioses

- Pourriture bactérienne brunâtre
- Pourriture bactérienne de l'oignon
- Pourriture molle (pourriture des oignons)

Mycoses

- Alternariose (tache pourpre)
- Anthracnose
- Brûlure de la feuille
- Charbon
- Fusariose du plateau
- Maladie des racines roses
- Mildiou de l'oignon
- Pourriture blanche
- Pourriture du col

Viroses et mycoplasmoses

- Jaunisse de l'aster
- Viroses
 - Anneau noir de la tomate
 - Bigarrure de l'oignon
 - Mosaïque du tabac
 - Mosaïque striée de l'ail (striure jaune de l'ail)
 - Striure chlorotique du poireau
 - Virus latent de l'échalote

Maladies non parasitaires

- Dommages causés par un inhibiteur de germination
- Dommages causés par le vent, la grêle et la pluie
- Dommages causés par l'ozone
- Insolation
- Nécrose apicale
- Phytotoxicité des herbicides
- Tuniques translucides

Nématodes

- Nématode cécidogène du nord (nématode à galles du nord)
- Nématode des lésions racinaires (nématode des racines)
- Nématode des tiges et des bulbes

Insectes

- Mouche de l'oignon
- Syrphe des bulbes
- Thrips de l'oignon
- Autres insectes
 - Puceron de l'échalote

Autres références

BACTÉRIOSES

► Pourriture bactérienne brunâtre *Fig. 13.1*

Pseudomonas gladioli pv. *alliiicola* (Burkholder) Young, Dye & Wilkie

La pourriture bactérienne brunâtre sévit de manière sporadique dans toutes les régions productrices d'oignon; cependant, dans le sud des États-Unis et dans d'autres régions où les températures sont plus chaudes, elle représente un problème plus grave. La maladie peut rendre les bulbes invendables, particulièrement s'ils sont destinés à la transformation. Souvent au moment de la récolte, les bulbes ne présentent pas de signes visibles de la maladie et il faut les couper pour voir les symptômes. En Ontario, des chargements complets d'oignons ont été déclassés et des champs entiers ont été abandonnés parce qu'il n'existe pas de méthode pratique pour éliminer les bulbes malades. Le *Pseudomonas gladioli* pv. *alliiicola* ne fait pas de dégâts sur les autres alliacées.

Symptômes En champ, la bactérie provoque le flétrissement d'une ou deux feuilles au centre du bouquet. Par la suite, ces feuilles flétries deviennent jaune pâle à blanc cassé et dépérissent à partir de la pointe. Les feuilles les plus âgées et les plus jeunes demeurent généralement vertes. Les bulbes qu'on arrache sont mous et déliquescents; lorsqu'on les pince à la base, les portions internes qui sont pourries sont

expulsées par le collet, d'où le nom de *slippery skin* en anglais.

La maladie progresse habituellement de façon lente de sorte que les bulbes affectés semblent sains à la récolte. Cependant, lorsqu'on le coupe transversalement, les tuniques internes sont translucides. Le col de ces bulbes est mou et la pourriture progresse vers les tuniques internes jusqu'au plateau (13.1). De là, le parasite envahit tout le bulbe et les tuniques centrales semblent gorgées d'eau comme si on les avait fait cuire.

Agent pathogène Le *Pseudomonas gladioli* pv. *alliiicola* produit un pigment diffusible, non fluorescent, jaune pâle à jaune verdâtre sur gélose nutritive glucosée et sur le milieu B de King. La bactérie a la forme d'un bâtonnet mobile, muni d'un ou plusieurs flagelles polaires; elle est Gram négatif, aérobic, réduit les nitrates en nitrites, croît à 41°C et montre une faible réaction oxydase. Elle utilise le nicotinate, le (+)-tartrate, le (-)-tartrate, le méso-tartrate, la mésoconitine, le γ -aminovalérate, le citraconate et le lévulate, mais n'utilise pas la putrescine, le glutarate, l'érythritol ou le glycolate. Une étude rapporte que tous les isolats causent une dégradation importante des gels de pectate à des pH de 4,9 à 5,1 et 6,9 à 7,1, mais pas entre 8,3 à 8,5.

Cycle évolutif La pourriture brunâtre sévit plus fréquemment durant les saisons où les pluies sont abondantes et dans les champs qui sont irrigués avec excès. La maladie apparaît habituellement durant la seconde moitié de la saison de croissance. Le parasite est transmissible par le sol et est probablement transporté sur les feuilles par des éclaboussures

d'eau. L'infection des porte-graines et des feuilles a été signalée en Hongrie et en Inde, mais les tentatives pour reproduire les symptômes par réinoculation ne se sont pas toujours révélées fructueuses. La sensibilité des plantes à la maladie augmente avec l'âge.

Les blessures foliaires semblent être des portes d'entrée importantes pour le parasite. L'accumulation d'eau dans le col des oignons favorise aussi l'infection. Après l'infection, la bactérie progresse vers le bas de la feuille jusqu'à la tunique correspondante et de là jusqu'au plateau avant d'envahir tout le bulbe. Habituellement l'infection survient lorsque les plantes sont en croissance active, un peu avant la récolte, ou au moment de l'équeutage des oignons. Les températures élevées et le séchage lent des bulbes favorisent l'infection.

Les bactéries croissent entre 5 et 41°C, avec un optimum à 30°C. Par temps chaud, un bulbe met 10 jours à pourrir. Les bulbes infectés commencent à pourrir après quatre semaines s'ils sont entreposés à 25°C; cependant, ils demeurent sains s'ils sont entreposés à 15°C. En entrepôt, il peut s'écouler trois mois avant que le bulbe ne soit complètement détruit.

Moyens de lutte Pratiques culturales — À la fin de la saison de croissance, on doit cesser l'irrigation par aspersion et réduire au minimum les dommages causés aux feuilles. On doit récolter les bulbes par temps sec et à pleine maturité. Il faut éviter autant que possible d'endommager les bulbes lors de la récolte et les sécher rapidement et complètement (voir pourriture du col, dans le présent chapitre). On ne doit entreposer que les bulbes secs et les conditions d'entreposage doivent être maintenues aussi près que possible de 0°C et entre 65 et 75 % d'humidité relative. Les températures élevées utilisées pour le séchage forcé peuvent favoriser temporairement la pourriture, mais le séchage à la chaleur est essentiel à la réussite d'un entreposage à long terme. L'entreposage ultérieur au froid arrête la multiplication des bactéries.

Cultivars résistants — L'oignon d'Espagne est plus sensible à la pourriture bactérienne brunâtre que l'oignon ordinaire.

Références bibliographiques

- Ballard, R.W., N.J. Palleroni, M. Doudoroff, R.Y. Stanier et M. Mandel. 1970. Taxonomy of aerobic pseudomonads: *Pseudomonas cepacia*, *P. marginata*, *P. alliicola* and *P. caryophylli*. *J. Gen. Microbiol.* 60:199-214.
- Burkholder, W.H. 1942. Three bacterial plant pathogens: *Phytomonas caryophylli* sp. n., *Phytomonas alliicola* sp. n., and *Phytomonas manihoti* (Arthand, Berthet & Bondar) Vilgas. *Phytopathology* 32:141-149.
- Lelliott, R.A., et D.E. Stead. 1987. Bacterial rots of onion. Pages 125-126 dans *Methods for the Diagnosis of Bacterial Disease of Plants*. Blackwell Sci. Publ., Oxford, Angleterre. 216 pp.
- Vitanov, M. 1976. Effect of harvest dates and storage on onion slippery skin infection (*Pseudomonas alliicola* Burk.) on onion bulbs. *Gradinar. Lozar. Nauka* 13:63-71.

(Texte original de M.R. McDonald)

► Pourriture bactérienne de l'oignon

Fig. 13.4

Pseudomonas cepacia (Burkholder) Palleroni & Holmes

La pourriture bactérienne de l'oignon n'est pas une maladie grave, mais tout comme la pourriture bactérienne brunâtre à laquelle elle est apparentée, elle cause parfois des dommages importants. La pourriture bactérienne de l'oignon a été

décrite, pour la première fois, en 1950 dans l'État de New York où elle est commune. En Ontario et au Québec, elle est habituellement moins commune que la pourriture brunâtre. Cette maladie n'affecte que l'oignon.

Symptômes Chez les plantes infectées, on observe habituellement une ou deux feuilles brun pâle. Plus tard, une pourriture humide se développe à la base des feuilles à la hauteur du col. Les feuilles malades s'arrachent facilement du bulbe. En champ ou en entrepôt, lorsque la maladie est avancée, les tuniques du bulbe deviennent jaunes et visqueuses, mais pas déliquescents (13.4). Les tuniques centrales et périphériques peuvent être infectées sans que le bulbe ne présente de symptômes visibles. Les tuniques malades se détachent des tuniques saines adjacentes. Lorsqu'on presse la base d'un bulbe malade, la portion centrale est expulsée par le col. Cependant elle n'est pas gorgée d'eau et demeure ferme, à la différence des bulbes touchés par la pourriture bactérienne brunâtre. Des organismes secondaires, tels les levures, interviennent souvent au cours de cette maladie et on les croit responsables de l'odeur de vinaigre qui donne son nom à la maladie en anglais (*sour skin*).

Agent pathogène Le *Pseudomonas cepacia* est une bactérie mobile, Gram négatif, en forme de bâtonnet aux extrémités arrondies, non sporulées, munie d'un à trois flagelles polaires et qui mesure en moyenne 0,8 à 1,9 µm. Elle ne produit pas de pigments fluorescents (pas de fluorescence à 254 nm), mais plutôt des pigments jaunâtres et verdâtres. Ces pigments peuvent diffuser dans le milieu de culture ou demeurer liés aux cellules. Le *Pseudomonas cepacia* est aérobic obligatoire.

Lorsqu'on les transfère sur des gels de pectate, les souches du *P. cepacia* creusent la surface à des pH entre 4,9 et 5,1 et entre 6,9 et 7,1, mais pas entre 8,3 et 8,5. Cette réaction est identique à celle qui produit le *P. gladioli* pv. *alliicola*. Le *Pseudomonas cepacia* macère les rondelles d'oignon et fait chuter l'acidité du jus de pH 5,5 à pH 4,0. Lorsqu'on isole des bactéries à partir de tissus nécrosés d'oignons atteints par la pourriture bactérienne de l'oignon, le parasite est habituellement présent en faible quantité par rapport au nombre de bactéries saprophytes présentes.

Cycle évolutif On a isolé le *Pseudomonas cepacia* de sols organiques et d'eaux d'irrigation. L'irrigation par aspersion et la pluie forte sont probablement les moyens les plus fréquents de propagation de la bactérie. Elle n'infecte pas les plantes intactes, mais entre dans les jeunes feuilles par des blessures ou pénètre dans les bulbes au moment de l'équeutage. Des pluies abondantes et des températures moyennement chaudes sont nécessaires à l'infection. Dans l'État de New York, la maladie survient toujours par temps chaud et orageux.

Lorsque les jeunes feuilles sont infectées, la bactérie progresse vers le bas, induit une pourriture humide et infecte ensuite la tunique correspondante. La bactérie se répand plus rapidement dans les tissus gorgés d'eau que dans ceux qui ne sont pas congestionnés. Au moment de la récolte, les bulbes peuvent aussi être infectés sur les plaies laissées par les équeuteuses mécaniques. La maladie est plus grave par temps chaud et humide et lorsque les feuilles ne sont pas complètement sèches.

Moyens de lutte Pratiques culturales — Les méthodes employées pour réduire les pertes dues à la pourriture bactérienne de l'oignon sont semblables à celles qu'on utilise pour d'autres maladies bactériennes telles que la pourriture molle et la pourriture bactérienne brunâtre. On a démontré que l'irrigation par aspersion favorise le développement de la

pourriture bactérienne de l'oignon, surtout lorsqu'on utilise ce type d'arrosage de la bulbaison jusqu'à la récolte. L'irrigation par ruissellement ou au goutte à goutte est moins susceptible de provoquer le développement de la maladie. Les producteurs doivent veiller à réduire au minimum les dommages causés aux feuilles pendant la saison de croissance. Pour éviter l'infection au moment de la récolte, les oignons doivent être arrachés à pleine maturité, séchés adéquatement et entreposés à 0°C et entre 65 et 70 % d'humidité relative.

Cultivars résistants — L'oignon commun est plus résistant à la pourriture bactérienne de l'oignon que l'oignon d'Espagne.

Références bibliographiques

- Burkholder, W.H. 1950. Sour skin, a bacterial rot of onion bulbs. *Phytopathology* 40:115-117.
- Kawamoto, S.O., et J.W. Lorbeer. 1972. Multiplication of *Pseudomonas cepacia* in onion leaves. *Phytopathology* 62:1263-1265.
- Kawamoto, S.O., et J.W. Lorbeer. 1974. Infection of onion leaves by *Pseudomonas cepacia*. *Phytopathology* 64:1440-1445.
- Teviotdale, B.L., R.M. Davis, J.P. Guérard et D.H. Harper. 1990. Method of irrigation affects sour skin of onion. *Calif. Agric.* 44:27-28.

(Texte original de M.R. McDonald)

► Pourriture molle (pourriture des oignons)

Fig. 13.2 et 13.3

Erwinia carotovora subsp. *carotovora* (Jones) Bergey et al.

La pourriture molle affecte les oignons durant l'entreposage et le transport, particulièrement lorsqu'on ne respecte pas les procédures appropriées de triage et d'entreposage. Les bactéries responsables de la pourriture molle sont des envahisseurs secondaires, mais néanmoins peuvent causer des pertes importantes. La pourriture molle affecte plusieurs cultures légumières dont la plupart des espèces cultivées du genre *Allium*.

Symptômes Lorsque les bactéries pénètrent dans le col de l'oignon par des feuilles blessées ou sénescentes, elles peuvent envahir directement une ou plusieurs des tuniques du bulbe sans se déplacer d'une tunique à l'autre. Les tuniques atteintes deviennent d'abord spongieuses, déliquescentes et jaune pâle à gris pâle. À mesure que la pourriture progresse, les tuniques deviennent de plus en plus molles et la partie interne de l'oignon se détériore complètement jusqu'à n'être plus qu'une masse visqueuse à l'intérieur des tuniques séchées du bulbe (13.2 et 13.3). Le bulbe est mou et déliquescent au toucher et un liquide nauséabond s'écoule du col. Lorsque l'infection survient à la faveur d'une blessure, la pourriture peut progresser à travers de nombreuses tuniques et détruire le bulbe.

Agent pathogène (voir Pomme de terre, pourriture molle bactérienne)

Cycle évolutif La pourriture molle se développe parfois en champ, particulièrement à la suite de pluies abondantes et lorsque les feuilles sèchent vers la fin de la saison de croissance. Les bactéries ne peuvent pénétrer dans la plante qu'à la faveur d'une blessure ou de tissus infectés par un autre organisme. Une fois établie, la pourriture molle peut causer des dommages bien plus importants que la cause première de la blessure ou de l'infection.

Le sol est une importante source de contamination bactérienne. Le parasite survit dans le sol sur les résidus de culture

infectée et peut être propagé aux plantes avoisinantes par des éclaboussures d'eau. Le contact direct du sol infecté peut aussi causer une infection. Les blessures causées aux bulbes par la mouche de l'oignon sont des portes d'entrée importantes pour les bactéries de la pourriture molle. Une fois à l'intérieur du bulbe, les bactéries se multiplient rapidement lorsque les températures sont élevées. Les températures de croissance varient de 6 à 37°C avec un optimum entre 24 et 32°C en culture et entre 18 et 27°C dans les plantes.

En champ, la maladie se développe rapidement par temps chaud et pluvieux. En entrepôt et durant le transport, la bactérie continue de se multiplier à des températures supérieures à 3°C. Des taux élevés d'humidité relative et la présence d'eau favorisent aussi la reproduction et la propagation des bactéries de la pourriture molle lorsque les températures sont favorables. Un bulbe malade peut infecter plusieurs bulbes adjacents dans un cageot ou un sac et réduire de ce fait la valeur marchande des oignons.

Moyens de lutte (voir mouche de l'oignon, dans le présent chapitre)

Pratiques culturales — Les méthodes de lutte sont axées sur la réduction de tout type de blessures infligées aux bulbes et l'entreposage des bulbes dans des conditions adéquates. Les producteurs doivent éviter d'arroser l'oignon par aspersion, surtout l'oignon d'Espagne, lorsque la culture approche de la maturité. On doit récolter l'oignon seulement lorsque les bulbes sont tout à fait mûrs. Il faut s'efforcer de réduire l'insolation, les meurtrissures et les dommages mécaniques au moment de la récolte. Autant que possible, on ne doit pas entreposer les oignons malades ou endommagés, surtout ceux attaqués par la mouche de l'oignon. Il faut entreposer les bulbes à 0°C et entre 65 et 75 % d'humidité relative. Une ventilation adéquate des entrepôts empêche l'eau de se condenser sur les bulbes.

Références bibliographiques

- Cother, E.J., et V. Dowling. 1986. Bacteria associated with internal breakdown of onion bulbs and their possible role in disease expression. *Plant Pathol.* 35:329-336.
- Watson, D.R.W., et C.N. Hale. 1984. Bacteria associated with onion bulb spoilage. *N.Z. J. Exp. Agric.* 12:351-355.

(Texte original de M.R. McDonald)

MYCOSES

► Alternariose (tache pourpre)

Fig. 13.18 et 13.19

Alternaria porri (Ellis) Cif.

L'alternariose est une maladie commune de l'oignon qui peut s'avérer très destructrice. Elle frappe les feuilles déjà endommagées par d'autres parasites ou facteurs abiotiques tels que la grêle ou l'ozone. L'*Alternaria porri* infecte aussi le poireau, l'échalote, l'oignon rocamboule, la ciboule et l'oignon vert (faussement appelé échalote).

Symptômes Au départ, les lésions sont petites, blanchâtres, déprimées et allongées, et certaines ont un centre violacé (13.18). Lorsque les conditions sont favorables, les lésions s'agrandissent pour devenir de grandes taches ovales et violacées formées d'anneaux concentriques

(13.19). Les taches peuvent s'unir et se couvrir des spores brun foncé du champignon. Les feuilles infectées finissent par mourir. Les feuilles âgées sont plus sensibles à l'alternariose que les jeunes feuilles.

L'alternariose peut causer de lourdes pertes chez les porte-graines en infectant et en détruisant les pédoncules floraux. Le champignon peut aussi infecter les bulbes d'oignon sur les blessures ou sur les tissus charnus du col lors de la récolte. En entrepôt, l'*A. porri* cause chez le bulbe une pourriture jaune foncé ou rouge foncé et spongieuse.

Agent pathogène Les conidiophores de l'*Alternaria porri* sont produits un à un ou en bouquets sur les feuilles malades. Ils sont brun pâle à brun moyen, ont 10 à 15 µm d'épaisseur, mesurent jusqu'à 120 µm de longueur, et ont une ou plusieurs cicatrices conidiennes bien visibles. Les conidies sont lisses ou finement verruqueuses, pâles à fauve et solitaires. Lorsqu'elles se détachent, elles laissent une cicatrice caractéristique. Les conidies sont droites à légèrement incurvées, mesurent 100 à 300 µm de longueur et 15 à 20 µm de largeur, sont claviformes et munies d'un long appendice apicale. Cet appendice, souvent aussi long que le corps de la conidie, est flexible et effilé. Les conidies possèdent 8 à 12 cloisons transversales et n'ont aucune ou plusieurs cloisons longitudinales ou obliques. Chaque cellule peut germer. On n'en connaît pas le téléomorphe.

Cycle évolutif Le mycélium et les conidies de l'*A. porri* hivernent sur les déchets d'oignons infectés laissés dans le champ ou dans les tas de déchets. Les conidies sont produites au printemps et disséminées sur les feuilles par le vent ou l'eau qui les éclabousse. De l'eau libre est requise pour la germination des conidies. La germination survient après 45 à 60 minutes entre 28 et 36°C. La pénétration se fait directement à travers l'épiderme intact, ou par les blessures ou les stomates. Les lésions peuvent apparaître un à quatre jours après la pénétration et des conidies sont produites peu après. Des périodes prolongées d'humectation des feuilles favorisent l'infection. Le processus d'infection s'arrête à des températures inférieures à 13°C. En culture, la croissance du champignon se situe entre 6 et 34°C. Les conditions optimales pour la sporulation se situent à 25°C et à 90 % d'humidité relative. Par temps calme, on recueille un nombre maximal de conidies entre 8 h 00 et 14 h 00. Le vent, la pluie, l'irrigation et les pulvérisations peuvent favoriser la libération de spores. Un modèle prévisionnel pour la libération des spores est présentement en développement au Michigan.

Moyens de lutte Pratiques culturales — Pour réduire l'inoculum primaire, on doit détruire les résidus de culture infectée et cultiver l'oignon en rotation avec des plantes non-hôtes telles que la carotte, le céleri, la laitue ou la pomme de terre. Les déchets d'oignon ne doivent pas être entassés près des oignonnières. Pour éviter le développement de la maladie en entrepôt, on doit récolter par temps sec des bulbes complètement mûrs et dont les feuilles sont sèches. On doit entreposer les bulbes à 0°C et entre 65 à 75 % d'humidité relative.

Cultivars résistants — L'oignon de garde jaune est moins sensible que l'oignon espagnol.

Lutte chimique — Des fongicides de contact à large spectre, appliqués au feuillage de l'oignon avant que les spores ne se déposent, protègent efficacement les cultures contre l'alternariose.

Références bibliographiques

- Ellis, M.B., et P. Holliday. 1970. *Alternaria porri*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, No. 248. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, Angleterre. 2 pp.
- Everta, K.L. 1987. Effect of weather variables on numbers of airborne spores of *Alternaria porri*. Pages 49-51 dans H.F. Schwartz et T.M. McBride, eds. *Proc. Natl. Onion Res. Conf.*, 1987.
- Fahim, M.M. 1966. The effect of light and other factors on the sporulation of *Alternaria porri*. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 49:73-78.
- Fokkema, N.J., et J.W. Lorbeer. 1974. Interaction between *Alternaria porri* and the saprophytic microflora of onion leaves. *Phytopathology* 64:1128-1133.
- Meredith, D.S. 1966. Spore dispersal in *Alternaria porri* on onions in Nebraska. *Ann. Appl. Biol.* 57:67-73.

(Texte original de M.R. McDonald)

► Anthracnose

Fig. 13.20

Colletotrichum circinans (Berk.) Voglino

(syn. *Colletotrichum dematium* f. sp. *circinans* (Berk.) Arx)

L'anthracnose se retrouve surtout sur l'oignon de garde blanc et l'oignon espagnol. Au Canada, elle sévit de façon sporadique. Elle a aussi été signalée sur l'échalote et le poireau. La plupart du temps, l'infection est superficielle, mais la formation des fructifications noires du champignon sur les tuniques extérieures donne aux oignons une apparence maculée ou malpropre. Les bulbes infectés sont dépréciés ou inacceptables pour la vente.

Symptômes Habituellement en champ, l'anthracnose apparaît sur les bulbes en train de mûrir juste avant la récolte; elle attaque aussi les bulbes en entrepôt. Les fructifications du champignon sont petites, vert foncé au départ, puis noires à maturité. Elles se retrouvent de façon caractéristique en groupes ou en anneaux concentriques près du col et sur les tuniques extérieures du bulbe (13.20). Les fructifications noires sont couvertes de soies noires et rigides que l'on peut voir à l'aide d'une loupe.

Lorsque des oignons infectés sont entreposés en conditions humides, de petites lésions jaunes se forment dans les couches internes du bulbe. Elles s'agrandissent, s'unissent et le bulbe se recroqueville et germe prématurément. Le parasite cause la fonte des semis dans les sols humides et provoque l'apparition de taches foliaires par temps chaud.

Agent pathogène Le *Colletotrichum circinans* produit un mycélium cloisonné qui est d'abord hyalin puis devient de plus en plus foncé et épais avec l'âge. Des stromas se forment à partir d'hyphes à parois épaisses et des acervules en forme de soucoupe se développent à partir de stromas à l'intérieur de la cuticule de l'hôte. Ces acervules contiennent des conidiophores hyalins et de nombreuses soies noires à trois cloisons qui mesurent 80 à 315 µm de longueur. Les acervules finissent par percer la cuticule de l'hôte et libèrent des conidies qui bourgeonnent une à une à partir des conidiophores. Les conidies sont en forme de croissant, non cloisonnées, hyalines à jaune pâle et légèrement incurvées et l'extrémité supérieure est arrondie. Elles mesurent 3 à 4 sur 18 à 28 µm. En conditions humides, elles apparaissent sous forme d'une masse gélatineuse de couleur crème sur les acervules foncés. On ne connaît pas la forme sexuée.

Cycle évolutif Le *Colletotrichum circinans* peut survivre dans le sol pendant de nombreuses années comme saprophyte ou sous forme de stromas. Le champignon peut aussi être introduit dans les champs lors de la plantation de bulbes infectés.

Le temps humide et chaud favorise le développement et la propagation de la maladie. Des taux élevés d'humidité rela-

tive sont essentiels à la formation de conidies. Elles sont propagées le plus souvent par les éclaboussures d'eau, mais sont aussi dispersées par le vent et par les vêtements. La température optimale de la germination des conidies est de 20°C. Le processus d'infection s'arrête à des températures inférieures à 5°C. L'optimum pour la croissance du mycélium et l'apparition des symptômes est de 26°C. Les conidies ont besoin d'eau pour germer. Lors de la germination, les conidies produisent un à trois tubes germinatifs qui produisent un appressorium à la surface de la plante. Un hyphé d'infection perce la cuticule par pression mécanique et le champignon s'établit entre la cuticule et l'épiderme. La dégradation enzymatique des tissus de l'hôte accélère la progression de la colonisation. Par temps chaud et humide, le champignon peut compléter son cycle biologique en quelques jours.

Moyens de lutte Pratiques culturales — Il est extrêmement important d'utiliser des graines et des oignonets sains. Le séchage adéquat des oignons blancs est essentiel. Les producteurs doivent recourir au séchage artificiel si le temps est pluvieux ou très humide. Une fois secs, les oignons doivent être entreposés à 0°C et entre 65 à 70 % d'humidité relative. La rotation des cultures et un bon drainage du sol contribuent aussi à réduire l'incidence de la maladie.

Cultivars résistants — Les cultivars d'oignon jaune et rouge sont résistants à l'antracnose grâce aux composés phénoliques présents dans les tuniques extérieures qui inhibent la germination des spores. Les oignons blancs sont sensibles.

Références bibliographiques

Walker, J.C. 1921. Onion smudge. *J. Agric. Res.* 20:685-721.

(Texte original de M.R. McDonald)

► Brûlure de la feuille

Fig. 13.6 et 13.7

Botrytis squamosa J.C. Walker

(téléomorphe *Botryotinia squamosa* Vien.-Bourg.)

La brûlure de la feuille est l'une des principales maladies foliaires de l'oignon cultivé sous les climats froids. Cette maladie a été signalée en Amérique du Nord, en Grande-Bretagne, en Europe, au Japon et en Nouvelle-Zélande. Au Canada, on la retrouve chaque année dans la plupart des régions où l'on cultive l'oignon. La gravité des épidémies varie selon les conditions locales. La brûlure de la feuille n'affecte gravement que les oignons de garde.

Lorsque la maladie affecte moins de 11 % de la surface foliaire, les rendements ne diminuent pas, mais lorsque la maladie est grave et que les feuilles dépérissent, les bulbes restent petits et ne mûrissent pas bien. Les bulbes gravement affectés ne sont pas suffisamment secs pour être entreposés. À la hauteur du col, les tissus des tuniques demeurent charnus plutôt que diaphanes et secs et sont alors plus sensibles aux pourritures d'entreposage. La sénescence rapide des feuilles entrave aussi l'utilisation d'inhibiteurs de germination et réduit ainsi la longévité des bulbes entreposés.

Symptômes Les premiers symptômes apparaissent sous forme de petites taches foliaires, rondes à ellipsoïdes, blanc grisâtre, d'environ 1 à 3 mm, qui plus tard deviennent blanc brunâtre et desséchées. Certaines lésions peuvent s'enfon-

cer dans la feuille, fendre en vieillissant et exposer l'intérieur (lacunes) des feuilles. Les jeunes lésions sont souvent entourées d'une zone où l'épiderme s'est séparé des tissus foliaires sous-jacents et a pris l'apparence d'un «halo» blanc argenté aux bords inégaux (13.6 et 13.7). Ces symptômes sont caractéristiques d'une infection de l'oignon par le *Botrytis squamosa*. Le champignon de la moisissure grise, le *Botrytis cinerea*, peut aussi infecter les feuilles de l'oignon, mais les lésions qu'il cause sont plus petites, ne pénètrent pas à l'intérieur de la feuille et ne sont pas entourées d'un halo. Le *Botrytis aclada* (voir pourriture du col, dans le présent chapitre) cause quelques taches foliaires, mais demeure habituellement latent jusqu'à ce que le bulbe soit mûr ou que la feuille soit sénescence. Les mouchetures et taches blanchâtres causées par l'ozone n'ont pas de marge bien définie ni de halo argenté typiques de la brûlure de la feuille.

Lorsque les conditions sont favorables, le nombre de lésions sur la feuille augmente. Ces lésions s'agrandissent et s'unissent et la feuille commence à dépérir. Le dépérissement commence habituellement à la pointe de la feuille et s'étend vers le bas sur toute la feuille. Les feuilles plus âgées sont habituellement les premières à mourir. Le champignon sporule sur les pointes nécrosées des feuilles et parfois sur des lésions plus grandes. Plusieurs espèces de *Botrytis*, parmi lesquelles le *B. squamosa*, causent la pourriture du col (voir pourriture du col, dans le présent chapitre).

Agent pathogène Parmi les signes diagnostiques importants du *Botrytis squamosa*, il faut noter la forme des conidiophores qui rétrécissent en accordéon après la sporulation et la taille des conidies obovoïdes à globulaires qui sont plus grosses (9 à 18 sur 14 à 24 µm) que celles des autres espèces de *Botrytis* que l'on retrouve sur l'oignon. Le *Botrytis cinerea* produit des conidies plus petites, de 4 à 11 sur 6 à 18 µm, et de longs conidiophores qui sont plus foncés que ceux du *B. squamosa*. Le *Botrytis aclada* produit les plus petites conidies, 4 à 8 sur 6 à 16 µm.

Les sclérotés du *B. squamosa* sont plats, squamiformes, d'abord blancs, puis virent au noir en vieillissant et mesurent 0,5 à 4 mm. Les sclérotés produisent souvent des touffes de conidiophores et, dans certaines régions, des apothécies au printemps. Les apothécies sont stipitées, cupulées et mesurent 0,5 à 2,5 mm de diamètre. Les isolats présentant les caractères culturaux types sont hétérothalliques. Les microconidies sont hyalines et unicellulaires; elles mesurent 2 à 3 µm de diamètre, sont produites en chaînes à partir de phialides et jouent le rôle de spermaties. Les asques de 163 à 200 sur 13,8 à 16,5 µm contiennent huit ascospores qui mesurent 15,9 à 17,5 sur 10,0 à 12,5 µm. Les asques donnent un résultat positif au test de l'anneau d'iode.

Le *Botrytis squamosa* peut être cultivé à partir de conidies et de sclérotés prélevés sur des oignons. Le parasite sporule souvent sur des feuilles infectées et placées en chambre humide à la température de la pièce pendant quelques jours. Les conidies apparaissent sur les lésions ou sur les pointes nécrosées des feuilles. Les conidies peuvent être transférées et conservées sur gélose glucosée à la pomme de terre. En culture, pour stimuler la production de conidies, il faut transférer le mycélium sur un milieu de base décrit par Bergquist *et al.* (voir Références bibliographiques) et qui contient des sels minéraux, des vitamines et de la dextrine (10 g/L). Les géloses doivent être inoculées à 22°C et incubées sous une photopériode de 12 heures en utilisant une combinaison de fluorescents cool-white et de lampes proche-ultraviolet (lumière noire). Les conidies apparaissent au bout de 7 à 13 jours.

Cycle évolutif Le *Botrytis squamosa* est un parasite polycyclique qui est à l'origine d'une maladie dont le développement est très rapide. Les sclérotés hivernent dans le sol sur les débris d'oignon et sur les bulbes dans les tas de déchets d'oignon. Au printemps, ils produisent des conidies qui servent d'inoculum primaire. Les conidies sont produites à des températures qui varient de 3 à 27°C, avec une production

maximale à 9°C. On a aussi observé des apothécies sur des sclérotés dans des oignonnières.

Les sclérotés peuvent survivre au moins 21 mois lorsqu'ils sont enfouis dans un sol organique, mais les conidies survivent moins de trois mois. Le mycélium du *B. squamosa* ne survit pas longtemps dans les résidus végétaux. L'infection de semis à partir de conidies présentes sur la semence ne se produit probablement que rarement en nature.

Les conidies du *B. squamosa* sont libérées pendant le jour. Les pics de libération de spores se situent entre 9 h 00 et 12 h 00 à la faveur d'une baisse d'humidité relative. On observe un pic plus petit durant la soirée et des libérations importantes de spores surviennent à l'occasion d'averses. Les conidies sont sèches et dispersées par les courants d'air. En champ, la distribution de la maladie est habituellement générale plutôt qu'en foyers. La germination des conidies et l'infection requièrent de l'eau libre et des températures supérieures à 6°C. Les conditions optimales pour l'infection sont l'humectation des feuilles pendant 12 heures entre 15 à 18°C. L'infection diminue au-dessus de 27°C.

Moyens de lutte Pratiques culturales — On peut réduire l'inoculum primaire en pratiquant la rotation des cultures avec la carotte, la laitue, le céleri et d'autres cultures non apparentées à l'oignon. L'élimination des tas de déchets d'oignon et la diminution des quantités de débris d'oignon laissés au champ réduisent aussi les niveaux d'inoculum.

Lutte chimique — La lutte contre cette maladie repose en grande partie sur l'utilisation de fongicides. Des fongicides de contact protègent efficacement les cultures lorsqu'on les applique avant l'apparition de l'infection. Le meilleur moyen de lutte a souvent été l'application d'un mélange de fongicides à large spectre (les dithiocarbamates par exemple) et de fongicides spécifiques (les imides par exemple).

En Amérique du Nord, il existe trois modèles prévisionnels différents pour prévoir la brûlure de la feuille et pour indiquer le moment d'effectuer les traitements fongicides. Ces trois modèles sont : le modèle à indice de sporulation, incorporé au modèle prévisionnel PREDICTOR (appelé aussi PESTCASTER) mis au point par M.L. Lacy; le modèle BOTCAST mis au point par J.C. Sutton *et al.*; et le modèle BLIGHT-ALERT mis au point par P.C. Vincelli et J.W. Lorbeer. Chacun de ces modèles prédit par des méthodes différentes le moment propice pour effectuer le traitement fongicide.

Le modèle PREDICTOR se base sur la diminution de la pression de vapeur dans l'air, déterminée par l'humidité relative et les températures des 72 dernières heures, afin de générer un index qui indique la probabilité et l'intensité de la libération des spores. Ce programme fait appel à un instrument qui mesure la température et l'humidité relative et qui peut aussi mesurer l'humectation des feuilles, les précipitations et les températures du sol. Il fournit un indice de sporulation pour la journée en cours. À chaque jour, un producteur ou un dépisteur vérifie l'indice de sporulation et détermine si oui ou non le risque est suffisant pour justifier un traitement chimique. Il n'est pas nécessaire d'appliquer des fongicides plus d'une fois à tous les cinq à sept jours. Ce système est utilisé au Michigan et au Québec. Il peut être opéré par le producteur et ne nécessite pas la présence de dépisteurs en champ. Au Québec, on a réduit l'incidence de la brûlure de

la feuille en pulvérisant les cultures lorsque l'indice de sporulation est supérieur à 50.

Les deux autres programmes se basent sur le démarrage des traitements fongicides lorsque la maladie atteint un seuil critique, soit une lésion par feuille. Le modèle BOTCAST utilise des données compilées sur les microclimats pour prédire à quel moment ce seuil critique sera atteint en champ. Il utilise des données sur l'humectation des feuilles, la température, l'humidité relative et les précipitations pour fournir une évaluation de l'inoculum (0 ou 1) et des données sur la température et l'humectation des feuilles pour fournir une valeur d'infection (0, 1 ou 2). On multiplie ces valeurs pour obtenir un indice quotidien de gravité de la maladie. Les indices cumulés de gravité de la maladie (ICGM) indiquent deux seuils. Le seuil 1 (ICGM = 2) signifie de vaporiser avant la prochaine averse. Le seuil 2 (ICGM = 30-40) indique qu'un fongicide doit être appliqué le plus tôt possible. Une fois que le programme de lutte a commencé, les fongicides doivent être appliqués à tous les 7 à 10 jours. Des recherches menées en Ontario ont démontré qu'en utilisant des données sur le microclimat pour allonger les intervalles entre deux pulvérisations, lorsque le temps ne favorise pas la brûlure de la feuille, on ne sauve en moyenne qu'une pulvérisation.

Le modèle BLIGHT-ALERT est conçu spécifiquement pour indiquer à quel moment les applications de fongicides doivent être faites après la première intervention. Dans ce système, le seuil d'une lésion par feuille est établi par des dépisteurs spécialisés en lutte antiparasitaire et qui arpentent les champs en comptant le nombre de lésions par feuille. Une méthode d'échantillonnage séquentiel est utilisée et les dépisteurs comptent les lésions sur les trois plus vieilles feuilles vertes (à 80 %) de 15 à 50 plantes par champ. Une fois que le seuil d'une lésion par feuille est atteint et que les producteurs ont commencé les pulvérisations, on recommande d'effectuer les pulvérisations ultérieures le huitième jour après la dernière pulvérisation si la probabilité d'averses est supérieure à 30 % ou si «l'indice de production d'inoculum» est supérieur à 7. Un indice inférieur à 7 indique que la libération de spores est peu probable. On considère que l'effet des fongicides de contact dure sept jours. Si on ne recommande pas de traitements fongicides pour le jour huit, on vérifie l'indice et la probabilité de précipitations pour le jour neuf et chaque jour qui suit jusqu'à la prochaine pulvérisation recommandée.

L'indice de production d'inoculum, qui s'appuie sur les conditions climatiques favorables à la production de spores, est calculé en utilisant la moyenne des températures, le nombre d'heures où l'humidité relative est supérieure à 90 % et le nombre de jours après la plantation. Les indices varient de 0 à 25. Des libérations importantes de spores ont habituellement lieu lorsque l'indice est supérieur à 7. Une probabilité de précipitations supérieure à 30 % indique que les conditions sont favorables à l'infection si les spores sont libérées. Dans l'État de New York, les producteurs qui utilisent les seuils de pulvérisation et le programme BLIGHT-ALERT épargnent deux à trois pulvérisations par saison.

Références bibliographiques

Bergquist, R.R., R.K. Horst et J.W. Lorbeer. 1972. Influence of polychromatic light, carbohydrate source and pH on conidiation of *Botrytis squamosa*. *Phytopathology* 62:889-895.

- Lacy, M.L. 1987. Timing of sprays for onion diseases with automated field weather stations. Pages 52-54 dans H.F. Schwartz et T.M. McBride, eds. *Proc. Natl. Onion Res. Conf.*, 1987. Denver, Colorado.
- Sutton, J.C., T.D.W. James et P.M. Rowell. 1986. Botcast: A forecasting system to time the initial fungicide spray for managing botrytis leaf blight of onions. *Agric. Ecosyst. Environ.* 18:123-143.
- Vincelli, P.C., et J.W. Lorbeer. 1988. Blight-Alert: A weather-based predictive system for timing fungicide applications on onion before infection periods of *Botrytis squamosa*. *Phytopathology* 79:493-498.

(Texte original de M.R. McDonald)

► Charbon

Fig. 13.21 à 13.23

Urocystis magica Pass. in Thüm.
(syn. *Urocystis cepulae* Frost)
(syn. *Urocystis colchici* var. *cepulae* Cooke)

Le charbon de l'oignon se retrouve partout au monde et est une maladie importante de l'oignon au Canada. On le retrouve partout où on cultive l'oignon, sauf dans des terres récemment mises en culture. Des réductions de peuplements d'oignon de 50 à 80 % ont été signalées dans des champs contaminés alors que la semence n'avait pas été traitée avec un fongicide systémique.

L'*Urocystis magica* n'infecte que les espèces du genre *Allium*. L'oignon de garde, la ciboule, le poireau et l'échalote sont très sensibles, alors que l'ail et l'ail des bois (*A. tricoccum* Ait.) ne sont que modérément sensibles. Plusieurs espèces du genre *Allium* sont résistantes au charbon, telles que l'oignon Winterbeck, la ciboulette et l'*A. schoenoprasum* var. *sibiricum*, certaines plantes ornementales du genre *Allium*, et des espèces sauvages comme l'*A. altaicum* Pall., l'*A. obliquum* L., l'*A. nitans* L. et l'*A. ramosum* L.

Symptômes Les premiers symptômes de charbon apparaissent sur le cotylédon (feuille étendard) et sur la première vraie feuille de la plantule d'oignon (13.21). On remarque que ces feuilles sont raides et plus foncées aussitôt qu'elles émergent du sol. De longues cloques ou pustules foncées contenant les spores d'un noir poudreux du champignon se forment à l'intérieur des feuilles. Les feuilles deviennent enflées et déformées à mesure qu'elles grandissent et souvent se déchirent pour libérer des spores.

Pendant les trois à quatre premières semaines, le charbon peut tuer les plantules. Parfois, cependant, le parasite demeure isolé dans la première feuille et, lorsque cette feuille meurt, la plante continue de croître exempte de maladie. Dans la plupart des cas cependant, lorsque la plantule survit, le charbon continue de croître et colonise la plante de façon systémique. Le parasite envahit progressivement la base des feuilles et les tuniques des bulbes des feuilles qui suivent. Une partie de ces plantes meurt pendant la saison de croissance, alors que l'autre survit et produit des bulbes avec des pustules longues et foncées caractéristiques (13.22 et 13.23). Les pustules sur les oignons en champ et en entrepôt peuvent être envahies par des organismes secondaires qui causent une pourriture molle.

Agent pathogène L'*Urocystis magica* est hétérothallique et produit des téliospores pluricellulaires. Les téliospores caractéristiques sont un caractère taxonomique important de ce champignon. Chacune des téliospores est formée d'une cellule centrale, sphérique à ellipsoïdale, à parois épaisses, brun foncé et qui mesure 12 à 15 µm de diamètre. La cellule centrale est entourée de nombreuses cellules incolores à parois minces qui mesurent 4 à 6 µm de diamètre. Seule la cellule centrale est en mesure de germer.

Les téliospores sont produites à partir des cellules terminales de ramifications hyphéennes sporogènes. À maturité, la téliospore est diploïde et produit un court baside lorsqu'elle germe. Il ne se forme pas de basidiospores; à la place, le mycélium formé à partir de la baside se fragmente et produit de nouveaux thalles.

Les téliospores de l'*U. magica* germent sur gélose glucosée à la pomme de terre, mais la croissance du mycélium produit est très lente. On peut aussi cultiver le champignon sur le milieu de Dow et Lacy qui contient de l'extrait de malt, de la peptone et des sels inorganiques. Le pH optimal se situe entre 5,5 et 6,5. Après avoir été entreposées au réfrigérateur dans de l'eau stérile pendant trois à quatre mois, les téliospores germent facilement lorsque transférées sur le milieu de culture.

Cycle évolutif Les téliospores d'*Urocystis magica* peuvent survivre dans le sol pendant 15 ans et sont la principale forme hivernante et infectieuse de ce champignon. Le mycélium ne joue pas un rôle important dans la survie ou l'infection. Les téliospores doivent subir une phase de repos avant de germer. La germination des spores peut être stimulée par les exsudats racinaires d'espèces d'*Allium*. Cependant, si la germination a lieu sans la présence d'un hôte, le mycélium peut puiser des substances nutritives à partir de la matière organique du sol. Les semis sont sensibles à l'infection à partir environ du deuxième jour qui suit la germination jusqu'à ce que la première vraie feuille émerge, une période d'environ 12 à 15 jours qui varie selon les conditions climatiques. Lors de la germination, les spores produisent un tube germinatif qui pénètre directement l'épiderme du cotylédon, sans formation d'un appressorium. L'infection a lieu avant que les feuilles émergent du sol. Chaque nouvelle feuille d'oignon passe par une phase de croissance durant laquelle elle est sensible à l'infection. Cependant les feuilles d'oignon en croissance demeurent à l'intérieur de la feuille précédente jusqu'à ce qu'elles émergent du sol, de sorte que si la feuille précédente n'a pas été infectée, les feuilles suivantes ne le seront pas davantage. Ainsi, si la feuille cotylédonaire et la première vraie feuille émergent sans avoir été infectées, la plante est ensuite résistante à l'infection. Il existe deux types de sexualité chez ce champignon; les téliospores des deux types doivent être présentes pour que l'infection ait lieu.

Les spores du charbon germent entre 13 et 22°C. Les températures optimales pour la germination sur gélose se situent entre 20 et 24°C. Une température du sol de 29°C inhibe complètement la croissance du parasite. Des températures fraîches du sol entraînent une augmentation des niveaux d'infection en ralentissant l'émergence des semis, ce qui rallonge la période de sensibilité à l'infection. Des semis profonds accroissent aussi les niveaux d'infection en retardant l'émergence des plantules. Le taux d'humidité du sol n'a pas d'effets directs sur la germination des téliospores ou sur l'infection, mais l'humidité fait que les températures du sol sont plus fraîches et que la levée des semis est retardée, ce qui accroît l'incidence de l'infection.

Le parasite peut être propagé par le sol, l'eau et des portions de plantes infectées. En champ, les pustules du charbon éclatent et libèrent des téliospores qui contaminent de nouveau le sol avoisinant. Le charbon de l'oignon a été vraisemblablement introduit dans les régions productrices d'oignons de l'Ontario et du Québec par des oignonets infectés. On n'a pas signalé de transmission par la semence.

Moyens de lutte Pratiques culturales — Les producteurs doivent éviter de contaminer les champs exempts de charbon avec un sol ou des déchets de culture infectée. Si on doit planter des oignonets, on doit les inspecter avec soin et tout oignon suspect doit être rejeté. Les oignons sains plantés en vert et les oignonets sains sont immuns à l'infection et peuvent être cultivés dans des champs contaminés par le charbon.

Cultivars résistants — On a obtenu une certaine résistance par amélioration génétique en hybridant l'oignon jaune de garde avec la ciboule, mais les cultivars commerciaux cultivés au Canada sont très sensibles au charbon.

Lutte chimique — Là où on cultive l'oignon à partir de graines, l'enrobage des graines avec un fongicide approprié s'est révélé efficace à protéger les plantes. Le fongicide peut être appliqué lors du processus d'enrobage par les compagnies de semences ou chaque producteur peut enrober lui-même ses graines. Lorsqu'on applique un fongicide à de la semence brute, l'ajout d'un adhésif tel qu'une solution de méthylcellulose à 1 % augmente l'adhérence du fongicide à la graine. L'abreuvement des graines avec un fongicide non systémique dans le sillon ouvert, au moment du semis, n'est pas aussi efficace que l'enrobage des graines.

Références bibliographiques

- Dow, R.L., et H.L. Lacy. 1969. Factors affecting growth of *Urocystis colchici* in culture. *Phytopathology* 59:1219-1222.
- Meilder, J.L., et P. Holliday. 1971. *Urocystis cepulae*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, No. 298. Commonw. Mycol. Inst. Kew, Surrey, Angleterre. 2 pp.
- Stienstra, W.C., et M.L. Lacy. 1972. Effect of inoculum density, planting depth, and soil temperature on *Urocystis colchici* infection of onion. *Phytopathology* 62:282-286.
- Tachibana, H., et R. Duran. 1966. Comparative survival of teliospores and mycelia of the onion smut fungus in soil. *Phytopathology* 56:136-137.

(Texte original de M.R. McDonald)

► Fusariose du plateau

Fig. 13.5

Fusarium oxysporum f. sp. *cepae* (H.N. Hans.) W.C. Snyder & H.N. Hans.

On retrouve la fusariose du plateau dans la plupart des régions du monde où l'on cultive des oignons. Au Canada, on ne la retrouve que dans quelques champs dans les principales régions productrices d'oignons. La plupart des pertes de rendement résultent du développement de la maladie en champ, mais la fusariose du plateau peut aussi survenir en entrepôt. Ce champignon n'attaque que les espèces du genre *Allium*. L'oignon, l'ail, l'échalote, la ciboulette et le poireau sont sensibles, mais la maladie n'a d'incidence économique que sur l'oignon. On l'appelle aussi pourriture basale fusarienne.

Symptômes En champ, le dépérissement de la pointe et le jaunissement des feuilles sont les premiers symptômes que l'on observe sur l'oignon. La maladie progresse jusqu'à ce que le feuillage entier soit jaune et flétri, ce qui indique que la pourriture du plateau a déjà commencé. Les oignons infectés s'arrachent facilement et semblent asymétriques parce que seul un des côtés du plateau est atteint. Les racines pourrissent et une pourriture ferme et rose brunâtre se développe à la base du bulbe; par la suite, elle progresse vers le haut (13.5). En conditions humides, un mycélium blanc apparaît sur les surfaces pourries.

Lorsque l'infection survient tard en saison, les symptômes ne sont pas visibles au moment de l'entreposage des oignons.

Cependant, on peut observer des signes précoces d'infection en coupant le bulbe dans le sens de la longueur et en cherchant un changement de couleur du plateau qui commence sur les tuniques les plus externes et s'étend vers le haut.

Agent pathogène Le *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* produit des chlamydospores, des microconidies et des macroconidies chez la plante-hôte et en culture. Les isolements faits à partir de bulbes d'oignon et de sol indiquent que le parasite vit dans le sol surtout sous forme de sporodochies. On peut différencier les unes des autres les nombreuses formes spécialisées du *F. oxysporum* par l'habileté qu'ont des parasites spécifiques à infecter un hôte (voir Céleri, fusariose pour la description du *Fusarium oxysporum*).

Cycle évolutif Le champignon vit dans le sol sous forme de chlamydospores et peut être propagé par l'eau, le sol ou l'air. Il peut pénétrer directement les racines ou infecter les racines et les bulbes préalablement endommagés par d'autres parasites ou par la mouche de l'oignon. Le développement de la maladie se fait entre 15 et 30°C et est à son optimum à 29°C. Étant donné que cette maladie requiert pour son développement des températures élevées du sol, elle est rarement un problème grave au Canada. Les taux d'humidité du sol qui permettent la croissance de l'oignon sont adéquats pour l'infection et le développement de la maladie.

Lors de l'entreposage ou du transport, la pourriture se développe rapidement entre 20 et 30°C. En dessous de 15°C, la pourriture progresse très lentement, mais la probabilité de germination des bulbes est très grande. Une forte hygrométrie en entrepôt favorise la pourriture.

Moyens de lutte Pratiques culturales — Les producteurs doivent pratiquer des rotations de trois ans avec des cultures qui ne sont pas sensibles comme la carotte, la laitue, le céleri ou la betterave et cultiver les oignons dans des sols bien drainés. L'utilisation d'oignonets sains et le respect des pratiques culturales recommandées contribuent à réduire les stress imposés aux plantes. Les bulbes doivent être suffisamment secs avant d'être récoltés (voir pourriture du col, dans le présent chapitre). On doit éliminer les bulbes endommagés ou malades avant d'entreposer la récolte. La température d'entreposage doit être maintenue à 0°C et l'humidité relative entre 65 à 70 %.

Cultivars résistants — De nombreux cultivars d'oignon commerciaux tels que Canada Maple, Granite et Valiant sont résistants à la fusariose du plateau en champ. Les producteurs doivent suivre les recommandations provinciales pour la mise à jour de ces listes.

Références bibliographiques

- Abawi, G.S., et J.W. Lorbeer. 1972. Several aspects of the ecology and pathology of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*. *Phytopathology* 61:1042-1048.
- Kehr, A.E., M.J. O'Brien et E.W. Davis. 1962. Pathogenicity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* and its interaction with *Pyrenochaeta terrestris* on onions. *Euphytica* 11:197-208.
- Latham, A.J., et R.D. Watson. 1966. Effect of specific crop residues on soil fungi, onion infection and bulb rotting. *Plant Dis. Rep.* 50:469-472.
- Woolliams, E.E. 1966. Resistance of onion varieties to fusarium basal rot and to pink root. *Can. Plant Dis. Surv.* 46:101-103.

(Texte original de M.R. McDonald)

► Maladie des racines roses

Fig. 13.16 et 13.17

Phoma terrestris E.M. Hans.

(syn. *Pyrenochaeta terrestris* (E.M. Hans.) Gorenz, J.C. Walker & R.H. Larson)

Au Canada, la maladie des racines roses est commune, mais habituellement peu importante chez les cultures du genre *Allium*. On la retrouve aussi aux États-Unis, en Australie, en Europe et en Afrique du Sud. Les pertes sont difficiles à évaluer parce que seule la grosseur des bulbes est affectée par cette maladie. Le parasite est un habitant commun du sol; il infecte les racines de l'oignon de garde, de l'oignon patate, de l'échalote, de l'ail, du poireau, de la ciboulette et de plusieurs autres cultures de monocotylédones et de dicotylédones.

Symptômes On observe souvent les symptômes de la maladie des racines roses sur les racines d'oignon. La maladie se reconnaît facilement par la coloration caractéristique rose foncé à bordeaux des racines infectées (13.16). Celles-ci se dessèchent en partie ou entièrement et plus tard virent au brun rougeâtre à mesure qu'elles meurent. Par contre, les racines saines sont cylindriques et blanches. Les racines malades se brisent facilement quand on arrache le bulbe. Lorsque la maladie est peu importante et que les conditions de croissance sont favorables, les bulbes d'oignon peuvent n'avoir que deux ou trois racines roses et aucun symptôme aérien. Dans ce cas, on n'observe pas de diminution de rendement et la grosseur des bulbes est comparable à celle de plantes saines. Les plantes gravement atteintes de la maladie des racines roses sont rabougries, ont de nombreuses racines infectées, s'arrachent facilement du sol et ne produisent pas de bulbes qui puissent être mis sur le marché. Lorsque la maladie est modérée, les feuilles dépérissent à partir de la pointe, virant au jaune blanchâtre ou au jaune rougeâtre. La couleur est plus rougeâtre que lorsque les feuilles meurent à la suite d'un stress environnemental. Il est rare que les plantes infectées dépérissent totalement (13.17); habituellement, elles demeurent rabougries et seules de petites plages de tissus verts persistent près du col.

Les plantules d'oignon ne sont habituellement pas touchées par la maladie, mais celle-ci peut apparaître au milieu ou à la fin de la saison, souvent au moment où les plantes commencent à former des bulbes. Le parasite est très répandu dans les champs, mais les plantes malades apparaissent souvent en plages, près des tournières où le sol est peu profond et sur les monticules ou sur les tuyaux de drainage où le sol est plus pauvre ou plus sec. Souvent, la maladie apparaît tellement tard dans la saison qu'elle a l'effet bénéfique de diminuer la quantité d'eau absorbée par la plante, ce qui permet aux bulbes de sécher et de mûrir et les prépare à la récolte.

Agent pathogène Les pycnides de *Phoma terrestris* sont produites une à une à l'intérieur des racines infectées et éventuellement crèvent la surface. Les pycnides sont globulaires, brun foncé à noires, mesurent jusqu'à 400 µm de diamètre et le pourtour de l'ouverture (ostiole) est foncé. De nombreuses soies brunes qui mesurent 60 à 180 µm de longueur garnissent habituellement le pourtour de l'ostiole. Les conidies issues des pycnides sont unicellulaires, hyalines, ovoïdes à allantoïdes, arrondies et guttulées à chacune des extrémités.

Le parasite est souvent difficile à isoler à cause de *Fusarium* dont la croissance est rapide et avec lesquels il cohabite sur les plantes atteintes de la maladie des racines roses. Les *Fusarium* eux-mêmes ne provoquent pas de symptômes de la maladie des racines roses. On isole le *P. terrestris* en plaçant sur une gélose pure des racines d'oignon présentant des symptômes et stérilisées en surface et on incube à 20°C sous une photopériode de 12 heures pendant quatre à cinq jours. On jette toutes les cultures qui produisent des conidies de *Fusarium*. On repique les isolats, que l'on soupçonne de contenir le *P. terrestris*, sur gélose à la farine de maïs

amendée avec 500 ppm de chloramphénicol et on les incube 10 à 14 jours à 24°C. Une fois encore, on jette les cultures qui contiennent du *Fusarium*. Les cultures qui restent sont du *P. terrestris* dont la croissance est lente sur ce milieu; ses colonies sont rosâtres, rondes et aplaties et leurs bords sont lisses.

Cycle évolutif Le *Phoma terrestris* est un habitant du sol et peut survivre et se multiplier indéfiniment dans le sol. Il n'est que faiblement pathogène et attaque les racines de plantes qui subissent un stress ou qui ont été préalablement endommagées. Sur des racines d'oignon inoculées avec des conidies, les symptômes peuvent apparaître après 7 à 21 jours. Les hyphes pénètrent les racines, croissent à travers les tissus corticaux et des pycnides se forment dans les cellules épidermiques et corticales. Les pycnides crèvent la surface des tissus épidermiques et libèrent les conidies dans le sol.

Les taux d'humidité du sol qui permettent la croissance de l'oignon sont favorables au développement du champignon. La température optimale pour l'infection est de 26°C. Dans les sols organiques, des températures aussi élevées surviennent par temps sec. Des taux élevés d'humidité du sol modèrent la température du sol. Les pertes de rendement surviennent habituellement lorsque l'oignon est soumis à des températures élevées et des déficits hydriques du sol. Il est alors difficile de déterminer la proportion de pertes de rendement causée par la maladie par rapport à celles que causent les stress environnementaux.

Le champignon est propagé par des oignonets et un sol infectés. La machinerie, les tourbillons de vent et l'eau de ruissellement peuvent transporter le sol d'un endroit à un autre et propager le parasite. Cependant, le champignon est souvent si répandu qu'il est inutile d'essayer de prévenir sa propagation d'un champ à un autre.

Moyens de lutte Pratiques culturales — On suggère d'effectuer de longues rotations avec des cultures non apparentées telles que les carottes, la laitue, le céleri et la betterave. Il est déconseillé de pratiquer des rotations avec les céréales, les graminées, le panais, le radis et l'épinard parce que le champignon infecte leurs racines. Lorsque l'oignon est cultivé dans des sols contaminés, une fertilisation, une lutte contre les mauvaises herbes et des taux d'humidité adéquats favorisent une croissance vigoureuse des plantes. Les plantes saines peuvent tolérer la maladie en produisant de nombreuses racines.

Cultivars résistants — Le poireau et la ciboulette sont résistants à la maladie des racines roses. De nombreux cultivars d'hybrides japonais d'oignon précoce sont sensibles à l'effet combiné de températures élevées et de stress hydriques au moment de la formation du bulbe et peuvent être gravement infectés. Plusieurs cultivars commerciaux d'oignon ont une certaine tolérance à la maladie des racines roses, par exemple Capable, Paragon, Cooper King et Granite.

Lutte chimique — La fumigation du sol n'est pas rentable, bien qu'elle réduise les populations de *P. terrestris* et puisse permettre une augmentation des rendements. La fumigation est plus efficace dans les sols sablonneux.

Références bibliographiques

Awuah, R.T., et J.W. Lorbeer. 1989. A procedure for isolating *Pyrenochaeta terrestris* from onion roots. *Ann. Appl. Biol.* 114:205-208.

- Gorenz, A.M., R.H. Larson et J.C. Walker. 1949. Factors affecting pathogenicity of pink root fungus of onions. *J. Agric. Res.* 78:1-18.
- Nichols, C.G., R.H. Harson et W.H. Gableman. 1960. Relative pink root resistance of commercial onion hybrids and varieties. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 76:468-469.
- Watson, R.D. 1961. Rapid identification of the onion pink root fungus. *Plant Dis. Rep.* 45:289.

(Texte original de M.R. McDonald)

► Mildiou de l'oignon

Fig. 13.8 à 13.11

Peronospora destructor (Berk.) Casp. in Berk.

Le mildiou de l'oignon apparaît sporadiquement dans les régions productrices d'oignons, surtout en Colombie-Britannique, en Ontario et au Québec. Les épidémies dans les champs d'oignons sont potentiellement explosives et lorsque les conditions climatiques sont favorables, elles peuvent être destructrices. Dans certains cas, la maladie détruit tout le feuillage en quatre à cinq semaines seulement. Les bulbes gravement touchés par le mildiou de l'oignon demeurent petits et ne peuvent être mis sur le marché. Le col des oignons malades demeure souvent charnu et n'est pas suffisamment sec au moment de la récolte. Le mildiou de l'oignon affecte l'oignon de garde, l'oignon à mariner, la ciboule, l'oignon d'Égypte (oignon rocambole) et l'oignon patate ainsi que l'ail, l'échalote, le poireau, la ciboulette et plusieurs autres espèces du genre *Allium*.

Symptômes Le premier signe de la présence du mildiou est l'apparition d'un feutrage velouté sur les feuilles qui demeurent vertes (13.8 et 13.9). Tôt le matin, le feutrage paraît violacé à cause de la pigmentation des spores (sporangies) formées durant la nuit à la surface de la feuille. Par la suite, la plus grande partie des spores est dispersée dans l'air et un feutrage blanchâtre demeure sur la feuille. Au cours des deux à quatre jours suivants, les feuilles infectées deviennent vert pâle puis jaunes et finalement s'affaissent et meurent (13.10). La présence du feutrage noirâtre d'autres champignons, surtout du *Stemphylium botryosum* Wallr., n'est pas rare sur les feuilles mortes. Une à deux semaines après, de petites feuilles vertes émergent souvent de la touffe de feuilles mortes. Le col des plantes malades demeure tendre. Sur les porte-graines, les zones touchées tendent à rester jaunes, mais peuvent s'affaisser et se casser lorsque les porte-graines deviennent plus gros. Le mildiou de l'oignon attaque aussi les fleurs et les graines.

Agent pathogène Le *Peronospora destructor* produit un mycélium non cloisonné, des sporanges asexués portés sur des sporangiophores et des oospores sexuées. Le mycélium ne se développe qu'à l'intérieur des tissus vivants de l'hôte. Les sporanges se forment sur les sporangiophores qui émergent par les stomates des feuilles vertes de l'hôte. Ces sporanges possèdent des ramifications dichotomiques primaires et secondaires et des stérigmates incurvés (13.11). Les sporanges se développent en une séquence acropétale aux extrémités pointues des stérigmates. À maturité, les sporanges ont des parois minces, sont presque hyalins, piriformes, garnis de papilles à l'extrémité distale et mesurent 18 à 29 sur 40 à 72 µm. Ils se détachent facilement des sporangiophores. Les oospores se forment habituellement tard en saison entre les cellules à l'intérieur des tissus de l'hôte et sont libérées après la mort et la décomposition des tissus. Les oospores ont des parois épaisses et sphériques et mesurent 40 à 44 µm de diamètre. Les oospores survivent dans le sol pendant quatre à cinq années et germent par un tube germinatif.

On identifie facilement le parasite par les symptômes qu'il provoque et par l'examen au microscope des sporanges et des sporangiophores prélevés à la surface de feuilles malades d'oignon. Des isolats de *P. destructor* peu-

vent se conserver aisément pendant cinq à six mois dans des oignonets inoculés et conservés entre 1 et 3°C. Les oignonets peuvent être inoculés par l'injection d'une suspension de spores du champignon. Pour récupérer le parasite, on sème les oignonets dans des pots et on les laisse grandir jusqu'à ce qu'ils atteignent 15 à 20 cm de hauteur, puis on les place à l'obscurité dans une chambre humide afin de favoriser la sporulation. On peut aussi maintenir le parasite dans des feuilles vertes d'oignon, mais il faut faire des transferts à toutes les deux à trois semaines.

Cycle évolutif Le mildiou hiverne dans des oignonets ou des bulbes infectés d'oignon et dans d'autres plantes-hôtes. Au printemps, il envahit les nouvelles feuilles à mesure qu'elles émergent. Les feuilles malades sont habituellement d'un vert plus pâle que les feuilles saines. Les spores produites sur ces feuilles sont à l'origine des épidémies de mildiou chez les oignons et d'autres plantes-hôtes cultivées pour la semence. Les graines infectées et les oospores présentes dans les résidus de culture sont des sources possibles, mais improbables, d'inoculum pour les épidémies de mildiou. Les repousses et les débris d'oignon, les cultures d'oignons de semence, les oignons d'automne et les oignons vivaces cultivés dans les jardins potagers sont les principales sources d'inoculum des oignons au printemps.

Seules quelques spores sont requises pour amorcer une épidémie destructrice dans une oignonnière. Après l'infection, le champignon envahit la feuille qui semble saine jusqu'à ce que le champignon sporule. De nouvelles générations de sporanges sont produites à tous les 10 à 16 jours. L'accroissement de la maladie est graduelle, chaque étape coïncidant avec la sporulation et l'affaissement subséquent des feuilles. Les étapes successives causent de plus en plus de dommages. Lorsque les conditions climatiques sont favorables, la plus grande partie du feuillage est détruite après quatre ou cinq cycles de sporulation et d'infection, ce qui peut se produire sur une période d'environ 34 à 45 jours.

La relation entre les conditions climatiques et le mildiou de l'oignon est bien établie. Le champignon sporule entre minuit et le lever du soleil sur des feuilles d'oignon fortement colonisées. Les conditions requises pour la production de spores durant la nuit sont les suivantes : des températures relativement basses à modérées durant le jour précédent (moyenne inférieure à 24°C entre 8 h 00 et 20 h 00), des températures nocturnes entre 4 et 24°C, une humidité relative constante (environ 95 %) entre minuit et le lever du soleil, et pas de précipitations après 01 h 00.

Des températures diurnes élevées et des périodes humides courtes ou interrompues durant la nuit empêchent habituellement la sporulation. Lorsque les conditions sont favorables, jusqu'à 100 000 spores et plus peuvent être produites par centimètre carré de feuille. Les spores arrivent à maturité à l'aube et sont libérées dans l'air principalement durant la matinée. Quelques spores peuvent être libérées avant que la rosée ne sèche, mais la plus grande partie est dispersée à mesure que l'humidité relative diminue. Quelques spores se déposent sur les feuilles d'oignon, survivent et infectent les feuilles à la première et à la deuxième nuit après la libération. Les spores germent et infectent les feuilles en trois à six heures lorsqu'il y a de la rosée, sauf lorsque la rosée tombe lentement ou en plaques, ou que les températures sont proches du point de congélation ou supérieures à 26°C.

Moyens de lutte Pratiques culturales — On doit détruire les rejets d'oignon et on ne doit pas laisser de tas de déchets près des champs d'oignons. Il est très important de ne pas cultiver d'oignons de garde et d'autres cultures hôtes dans des champs ou des jardins potagers près de champs d'oignons de printemps en production. On doit cultiver les porte-graines d'oignon loin de toute production de bulbes.

Lutte chimique — Les fongicides foliaires suppriment le mildiou efficacement lorsque les pulvérisations sont faites au bon moment. On doit utiliser des fongicides lorsque le mildiou sévit dans la région et lorsque les conditions climatiques sont favorables au développement de la maladie. Le modèle prévisionnel DOWNCAST pour le mildiou de l'oignon peut être utilisé pour identifier les périodes où les conditions climatiques sont favorables à la sporulation et à l'infection par le champignon. Le modèle DOWNCAST requiert le suivi des conditions climatiques en champ et indique le moment le plus propice à l'observation des signes précoces de mildiou et pour effectuer les traitements fongicides. Les fongicides de contact ne sont efficaces que lorsqu'ils sont appliqués avant l'infection.

Références bibliographiques

- Hildebrand, P.D., et J.C. Sutton. 1982. Weather variables in relation to an epidemic of onion downy mildew. *Phytopathology* 72:219-224.
 Jespersen, G.D., et J.C. Sutton. 1987. Evaluation of a forecaster for downy mildew of onion (*Allium cepa* L.). *Crop Prot.* 6:95-103.
 Mukerji, K.G. 1975. *Peronospora destructor*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, No. 456. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, Angleterre. 2 pp.
 Yarwood, C.E. 1943. Onion downy mildew. *Hilgardia* 14:595-691.

(Texte original de J.C. Sutton)

► Pourriture blanche

Fig. 13.24 à 13.28

Sclerotium cepivorum Berk.

La pourriture blanche est une maladie très destructrice de l'oignon de garde et des espèces apparentées. Le parasite est très répandu et ne peut plus être contrôlé par des mesures de quarantaine. Il sévit de façon sporadique en Colombie-Britannique, au Manitoba, dans le sud de l'Ontario et dans l'est du Québec. Dans le sud de l'Ontario, de nombreuses oignonnières dans les régions de Bradford et des marais de Thedford sont contaminées et des études menées entre 1962 et 1968 signalaient la présence de pourriture blanche dans les sols organiques au sud de Montréal.

Le *Sclerotium cepivorum* attaque les espèces comestibles du genre *Allium* telles que l'oignon, l'ail, le poireau, l'échalote et la ciboulette. Les espèces sauvages et ornementales sont plus ou moins sensibles; l'*Allium aflatunense* Fedtsch. et l'*A. stipitatum* Regel. sont des plantes ornementales très résistantes à ce parasite.

Symptômes Les premiers symptômes sur les feuilles, habituellement un jaunissement et un dépérissement de la pointe, progressent vers le bas du limbe jusqu'à ce que les feuilles touchées s'affaissent (13.24). Cependant, ces symptômes et les dommages causés par la mouche de l'oignon peuvent être confondus et, par conséquent, ils ne peuvent pas servir au diagnostic.

L'identification de la pourriture blanche en champ se fait principalement par l'examen visuel des racines et des bulbes. Les symptômes caractéristiques sont la présence d'un

mycélium blanc et duveteux et d'une pourriture molle autour de la base des bulbes (13.25). Des masses de minuscules sclérotés noirs apparaissent sur le mycélium et dans les tissus infectés des bulbes (13.26). Aux stades avancés de l'infection, les plantes malades s'arrachent facilement parce que les racines et les bulbes sont détruits (13.27).

Lorsque l'infection survient tard en saison, la maladie peut passer inaperçue au moment de la récolte et les symptômes peuvent n'apparaître que plus tard en entrepôt. Le parasite peut aussi causer la mort des semis en prélevée, un stade de la maladie qui n'est pas toujours détecté.

Agent pathogène Le *Sclerotium cepivorum* n'a pas de forme sexuée. Les seules structures de reproduction de ce parasite sont des sclérotés formés sur les bulbes. Ces structures noires, sphériques et dures mesurent 0,2 à 0,5 mm de diamètre (13.28). Elles peuvent rester dormantes dans le sol pendant plusieurs années en l'absence de plantes-hôtes. La microflore du sol maintient les sclérotés dormants puisqu'ils germent rapidement dans un sol stérilisé. En champ, leur germination est déclenchée spécifiquement par des composés organiques sulfurés exsudés par les racines des espèces d'*Allium*. Dans un sol minéral, on a signalé que les sclérotés peuvent vivre jusqu'à 10 ans. Au contraire, dans les sols organiques de la Vallée du Fraser en Colombie-Britannique, les sclérotés ont subi une importante désintégration en moins d'un an. Cette pourriture rapide est attribuable à des facteurs environnementaux comme des périodes prolongées de saturation du sol par la pluie en hiver. Parfois, le champignon forme de petits sclérotés secondaires, soit à l'intérieur du sclérote parent avant de germer, soit à l'extérieur de ce dernier à partir d'hyphes de germination. On ne connaît pas le nombre de sclérotés secondaires formés dans le sol et on ne connaît pas leur virulence.

Le *Sclerotium cepivorum* peut aussi produire des conidies et des sporodochies. Ces spores semblent être stériles et ne jouent aucun rôle dans le cycle de cette maladie. Le champignon ne vit pas en saprophyte dans le sol. La croissance mycélienne dans le sol est négligeable à moins que le champignon soit alimenté par une source de nourriture comme un sclérote ou un bulbe infecté.

Cycle évolutif Les infections primaires ont pour origine des sclérotés présents dans le sol et qui germent aussitôt que l'oignon est semé. La température optimale de la germination se situe entre 10 et 18°C. Le champignon pénètre habituellement dans la plante-hôte par les racines. Il peut aussi infecter des bulbes endommagés, mais il existe peu de preuves qu'il pénètre à l'intérieur de feuilles ou de bulbes intacts. Une fois que le champignon est à l'intérieur de l'hôte, les températures optimales de développement de la maladie se situent entre 10 et 20°C. Au-dessus de 20°C, l'infection diminue de façon marquée. La maladie se développe à des taux modérés d'humidité (-45 mbars à -3 bars). Alors que la croissance du mycélium du *S. cepivorum* est restreinte dans le sol, la propagation secondaire du champignon peut se faire d'une plante à l'autre dans les rangs en autant que les racines et les bases de gaine foliaire soient très rapprochées. En champ, la pourriture blanche se développe souvent en plaques à cause de la distribution non uniforme des sclérotés dans le sol. Dans les champs contaminés, il y a habituellement des zones riches ou pauvres en inoculum ou dépourvues d'inoculum. Les zones riches en inoculum sont celles où l'on retrouve des bulbes infectés laissés à pourrir sur le champ après la récolte. Le sol contaminé charrié par le vent, l'eau ou les équipements peut propager le champignon dans le champ et entre les champs. L'utilisation d'oignonets infectés ou d'oignons infectés plantés en vert peut introduire le parasite dans des zones non contaminées. La pourriture blanche se retrouve dans

plusieurs types de sols qui vont de sols légers et sablonneux à lourds et argileux et de pH acide à alcalin.

Moyens de lutte Pratiques culturales — Des mesures prophylactiques adéquates sont essentielles pour éviter l'augmentation des populations de sclérotés dans les champs contaminés et aussi pour prévenir la propagation du champignon dans les champs non contaminés. On recommande des pratiques telles que l'utilisation d'une machinerie, d'outils et de caisses-palettes propres, d'eau d'irrigation exempte de sclérotés, d'oignonets ou de plants sains; on recommande aussi d'enlever du champ les oignons infectés et d'empêcher que l'eau de drainage charrie des débris de culture et de terre d'un champ à l'autre.

Dans les champs infectés par la pourriture blanche, on suggère d'effectuer une rotation de quatre à cinq ans avec des cultures autres que les *Allium*. Cependant, même après quatre à cinq ans, il peut y avoir encore des sclérotés viables dans le sol et on doit prendre des précautions pour éviter une augmentation de la concentration de l'inoculum en utilisant des rotations plus longues et d'autres moyens de lutte comme le démaillage (élimination des plantes défectueuses ou malingres).

Dans les sols organiques, l'inondation pendant quatre semaines au printemps favorise la décomposition des sclérotés. L'inondation est plus efficace lorsqu'elle est combinée à la rotation des cultures parce que les sclérotés âgés (deux ou trois ans) sont plus sensibles que les plus jeunes à la décomposition durant une période d'inondation.

Lutte biologique — La bactérie antagoniste *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn est un agent de lutte biologique potentiellement efficace contre le *Sclerotium cepivorum*, mais elle n'est pas encore disponible commercialement au Canada.

Lutte chimique — On obtient des résultats inégaux de l'utilisation des fongicides surtout dans les sols organiques. Les fongicides homologués pour des traitements en préplantation, qui sont appliqués selon les recommandations, n'offrent pas toujours une protection satisfaisante. Cela peut dépendre de l'absorption par le sol, du lessivage et de la dégradation microbienne du produit.

Références bibliographiques

- Banks, E., et L.V. Edgington. 1989. Effect of integrated control practices on the onion white rot pathogen in organic soil. *Can. J. Plant Pathol.* 11:268-272.
- Coley-Smith, J.R. 1959. Studies of the biology of *Sclerotium cepivorum* Berk. III. Host range; persistence and viability of sclerotia. *Ann. Appl. Biol.* 47:511-518.
- Crowe, F.J., et D.H. Hall. 1980. Soil temperature and moisture effects on sclerotium germination and infection of onion seedlings by *Sclerotium cepivorum*. *Phytopathology* 70:74-78.
- Entwistle, A.R. 1990. Allium white rot and its control. *Soil Use Manage.* 6:201-209.
- Sommerville, P.A., et D. H. Hall. 1987. Factors affecting sclerotial germination of *Sclerotium cepivorum*, secondary sclerotia formation, and germination stimulants to reduce inoculum density. *Plant Dis.* 71:229-233.
- Utkhede, R.S., et J.E. Rahe. 1982. Interactions of antagonist and pathogen in biological control of onion white rot. *Phytopathology* 73:890-893.

(Texte original de E. Banks)

(téléomorphe *Botryotinia allii* (Sawada) W. Yamamoto)
Botrytis squamosa J.C. Walker
(téléomorphe *Botryotinia squamosa* Vien.-Bourg.)

La pourriture du col est l'une des maladies les plus communes de l'oignon en entrepôt; elle affecte aussi l'échalote, le poireau, l'ail et la ciboulette. Jusqu'à 50 % des bulbes entreposés peuvent être atteints de la maladie. Des pertes additionnelles peuvent résulter d'infections secondaires causées par les bactéries responsables de la pourriture molle.

Symptômes On trouve communément la pourriture du col sur les bulbes après la récolte, bien que, lors de saisons humides, elle puisse apparaître avant la récolte. Le premier symptôme observé est le ramollissement, à la hauteur du col, des tissus infectés des tuniques qui ressemblent soudain à des tissus ayant subi la cuisson. Entre les tissus malades et les tissus sains, il y a une démarcation nette qui demeure distincte même lorsque la pourriture progresse vers la base du bulbe (13.12). À mesure que les lésions vieillissent, les tissus deviennent grisâtres et éventuellement un feutrage mycélien dense, grisâtre (13.13) et cotonneux apparaît à la surface des tuniques. Ce feutrage donne naissance à une masse poudreuse et brun grisâtre de spores qui peuvent propager le champignon sur des distances considérables par la voie des airs. Beaucoup plus tard, de petits sclérotés blanchâtres ressemblant à des grains de céréales et mesurant moins de 3 mm de longueur apparaissent à l'intérieur du mycélium et deviennent rapidement noirs et durs (13.14). Habituellement, les symptômes apparaissent d'abord au niveau du col (13.15) et progressent vers la base du bulbe, mais les symptômes peuvent aussi apparaître autour du plateau, à la base du bulbe et progresser vers le col. Finalement, le bulbe entier sèche et devient momifié, mais demeure toujours une source d'inoculum.

Agents pathogènes La pourriture du col est causée surtout par deux espèces étroitement apparentées, le *Botrytis aclada* et le *B. byssoidea*. Une troisième espèce, le *Botrytis squamosa*, infecte aussi les oignons blancs et cause une maladie qui porte en anglais le nom de *small sclerotial neck rot* (voir brûlure de la feuille, dans le présent chapitre).

Le *Botrytis aclada*, l'espèce la plus commune en Ontario, peut produire un feutrage dense de conidiophores près des sclérotés présents sur les bulbes infectés. La pourriture du col causée par le *B. aclada* est parfois appelée en anglais *gray mold neck rot*, mais cela peut porter à confusion avec le nom moisissure grise ou *gray mold* qui réfère généralement à une maladie causée par le *Botrytis cinerea* qu'on isole souvent de feuilles et de bulbes d'oignon. L'infection de l'oignon par le *Botrytis byssoidea*, parfois appelée en anglais *mycelial neck rot*, peut être distinguée de la *gray mold neck rot* par la présence d'un mycélium plus abondant en surface et une sporulation clairesmée.

Les conidiophores du *Botrytis* sont droits avec des ramifications alternes et peuvent abonder. Les conidies sont habituellement unicellulaires, grises à brunes, globulaires à ovoïdes, et sont des botryoblastospores. Le téléomorphe du *B. aclada* n'a pas été encore identifié.

Le *B. byssoidea* et le *B. aclada* peuvent être cultivés à partir de mycélium, de conidies ou de sclérotés obtenus par transfert aseptique de bulbes infectés sur gélose glucosée à la pomme de terre. En culture, le *B. byssoidea* produit peu de conidies, mais elles sont plus grosses, 5 à 11 sur 8 à 20 µm, que celles qui produit le *B. aclada* et qui mesurent 4 à 8 sur 6 à 16 µm. La taille des conidies du *Botrytis aclada* chevauche parfois celle du *B. cinerea* (voir Laitue, pourriture grise).

Cycle évolutif Les sclérotés qui se forment sur les bulbes infectés servent de structures primaires hivernantes et, dans certains sols et dans les tas de déchets, ils peuvent survivre pendant plusieurs années. Lorsque les conditions d'humidité

► Pourriture du col

Botrytis aclada Fresen.
(syn. *Botrytis allii* Munn)
Botrytis byssoidea J.C. Walker

Fig. 13.12 à 13.15

sont convenables, les sclérotés germent et produisent des générations successives de conidies propagées par les courants d'air aussi bien aux oignonnières avoisinantes qu'à celles qui sont plus éloignées. En Grande-Bretagne, on a démontré que le *B. aclada* survit pendant deux ans dans les débris présents dans les loams sablonneux, mais les sclérotés n'ont pas germé et n'ont produit des conidies qu'après six mois. Au Canada et dans le nord-est des États-Unis, les sclérotés dans les tas de déchets et sur les débris d'oignon et les bulbes laissés dans le champ sont les principales sources d'inoculum primaire.

Le *Botrytis aclada* est aussi propagé par la semence et on a trouvé jusqu'à 20 % de graines contaminées dans certains lots. On a observé l'infection directe des semis à partir de mycélium présent sur les téguments de la graine et pénétrant la pointe de la feuille cotylédonaire. Cependant, les lots de semence infectés ne semblent pas être la principale source de la pourriture du col en Amérique du Nord. À toutes fins utiles, toutes les cultures porte-graines d'oignon semées au Canada sont traitées avec un fongicide systémique contre le charbon de l'oignon et ce produit protège aussi les semis contre le *B. aclada*.

Les spores anémophiles du *B. aclada* peuvent infecter les feuilles d'oignon par temps frais (15 à 20°C) et pluvieux, mais les symptômes peuvent ne pas être visibles. Soit que le champignon croît à l'intérieur de la feuille sans causer de symptômes ou soit qu'il demeure latent dans l'épiderme et ne se manifeste qu'au début de la sénescence de la feuille. Les conidiophores ne sont produits que sur les tissus foliaires sénescents ou nécrosés. Le parasite peut se propager rapidement pendant la saison de croissance et est disséminé par le vent, d'une culture malade à une culture saine. Un temps frais et pluvieux durant la période de maturation et au moment de la récolte peut aussi accroître l'incidence de la pourriture du col.

Les bulbes peuvent être infectés au moment de la récolte s'ils sont meurtris ou endommagés. Les oignons au col épais ou dont les tuniques extérieures sont endommagées peuvent être infectés à ces endroits, surtout si l'humidité relative en entrepôt est élevée. La pourriture du col se propage rarement d'un bulbe à l'autre. Elle peut s'aggraver si l'entreposage se prolonge parce que les bulbes infectés, mais qui ne présentaient pas de symptômes au moment de la récolte, finissent par exprimer la maladie.

Moyens de lutte Pratiques culturales — L'élimination des tas de déchets d'oignon et une rotation des cultures pendant au moins deux ans avec la carotte, la betterave, le maïs ou d'autres cultures non apparentées à l'oignon contribuent à réduire l'inoculum hivernant. La rotation des cultures est particulièrement efficace là où les oignonnières sont très éloignées les unes des autres. Un séchage et un entreposage adéquats des bulbes mûrs est l'un des meilleurs moyens pour réduire la pourriture du col. Les oignons au col épais qui présentent des coupures ou des meurtrissures doivent être jetés avant que la récolte ne soit entreposée. Les oignons qui doivent être entreposés pendant de longues périodes doivent avoir deux à trois épaisseurs d'écaillés sèches et leur col doit être étroit et formé d'écaillés minces et sèches comme du papier.

On doit préparer les oignons à l'entreposage en ne récoltant que les oignons tout à fait mûrs et en les laissant

sécher parfaitement. On place donc les bulbes arrachés en andains jusqu'à ce que les cols soient totalement secs. Les oignons produits dans les régions humides doivent être séchés artificiellement en laissant circuler pendant deux jours de l'air sec provenant de l'extérieur parmi les oignons entreposés en tas. L'air doit être suffisamment chauffé pour diminuer l'humidité relative à 60 % pendant 14 jours ou jusqu'à ce que les pelures d'oignons prennent une riche coloration brun doré. Une fois les oignons bien séchés, les conditions d'entreposage doivent être maintenues juste au-dessus de 0°C et à une humidité relative de 65 à 75 %.

Cultivars résistants — Au Canada, la plupart des cultivars commerciaux d'oignon sont sensibles à la pourriture du col, surtout les oignons blancs et les oignons espagnols. Les oignons rouges et les cultivars dont la saveur est forte sont moins sensibles à l'infection.

Lutte chimique — Des fongicides pour application foliaire sont homologués au Canada, mais habituellement leur efficacité n'est pas très grande.

Références bibliographiques

- Botcher, H. 1987. Studies on the occurrence of neck rot (*Botrytis allii* Munn) in stored onions and its effective control. *Arch. Phytopathol.* 3:227-240.
- Ellis, M.B., et J.M. Waller. 1974. *Botrytis allii*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, No. 433. Commonw. Mycol. Inst. Kew, Surrey, Angleterre. 2 pp.
- Harrow, K.M., et S. Harris. 1969. Artificial curing of onions for control of neck rot (*Botrytis allii* Munn.). *N.Z. J. Agric. Res.* 12:592-604.
- Kritzman, G. et D. Netzer. 1978. A selective medium for isolation and identification of *Botrytis* spp. from soil and onion seed. *Phytoparasitica* 6:3-7.
- Tichelaar, G.M. 1967. Studies on the biology of *Botrytis allii* on *Allium cepa*. *Neth. J. Plant Pathol.* 73:157-160.

(Texte original de M.R. McDonald et W.R. Jarvis)

VIROSES ET MYCOPLASMOSES

► Jaunisse de l'aster

Fig. 13.29

Mycoplasme de la jaunisse de l'aster

La jaunisse de l'aster est une maladie très répandue qui affecte un grand nombre de plantes sauvages et cultivées, y compris des légumes comme la carotte, la laitue, le céleri et l'oignon. L'oignon est moins souvent affecté que la carotte ou la laitue. Les oignons cultivés pour la semence peuvent subir des dommages plus importants que ceux que l'on cultive pour les bulbes.

Symptômes Sur les oignons issus de semis, le premier symptôme est un jaunissement qui commence à la base des feuilles les plus jeunes et qui s'étend vers la pointe (13.29). Les feuilles alors s'aplatissent et deviennent marquées de stries jaunes et vertes, bien qu'elles ne s'enroulent pas. Les porte-graines montrent un jaunissement et une elongation anormale du pédoncule floral et des pédicelles, ce qui cause une déformation des bouquets floraux et la stérilité des ombelles.

Agent pathogène (voir Laitue, jaunisse de l'aster)

Cycle évolutif (voir Laitue, jaunisse de l'aster)

Moyens de lutte Les producteurs doivent lutter contre les populations de cicadelles.

Pratiques culturales — On doit détruire les adventices bisannuelles et vivaces dans les tournières et sur le bord des fossés parce que le mycoplasme peut y survivre.

(Texte original de R. Crête)

► Viroses

Fig. 13.30

- Virus de la bigarrure de l'oignon
- Virus de la mosaïque du tabac
- Virus de la mosaïque striée de l'ail ou virus de la striure jaune de l'ail
- Virus de l'anneau noir de la tomate
- Virus de la striure chlorotique du poireau
- Virus latent de l'échalote

On retrouve la bigarrure de l'oignon dans plusieurs pays, mais elle n'est pas répandue au Canada parce qu'elle affecte principalement des porte-graines et des oignonets rarement cultivés ici. On la retrouve aussi sur l'échalote, l'ail, le poireau et certaines espèces de narcisse. La maladie réduit les rendements des bulbes de l'oignon cultivé à partir de graines si l'infection survient tôt au printemps et elle peut diminuer jusqu'à 50 % la production des porte-graines d'oignon. Les bulbes malades se conservent mal.

La bigarrure de l'oignon est connue depuis les années vingt. Le caractère mucilagineux de la sève des feuilles des *Allium* a rendu difficile la caractérisation des virus de ces cultures et c'est pourquoi on a eu tendance à assimiler la plupart des virus des *Allium* au virus de la bigarrure de l'oignon. Des travaux récents révèlent au moins deux autres virus : la striure chlorotique du poireau qui n'a été identifiée avec certitude qu'en Europe et le virus latent de l'échalote. Dans la plupart des régions, l'ail abrite souvent plus d'un virus. Les relations entre les virus de l'ail et ceux des autres *Allium* demeurent incertaines.

Symptômes Les viroses peuvent causer des striures ou des rayures le long des feuilles de monocotylédones; ces symptômes sont plus ou moins analogues à ceux des mosaïques chez les dicotylédones.

Le virus de la bigarrure de l'oignon — Les symptômes foliaires apparaissent généralement sous forme de striures ou de rayures vert pâle et chlorotiques qui se développent en un jaunissement plus ou moins important allant de stries irrégulières le long des nervures à un jaunissement pratiquement complet des feuilles. Les feuilles infectées peuvent aussi s'enrouler vers le bas, ramollir ou flétrir et s'aplatir ou se gaufrer. Les plantes infectées sont habituellement rabougries. Les bulbes des plantes infectées se conservent mal et germent prématurément.

Le virus de la mosaïque striée de l'ail ou le virus de la striure jaune de l'ail — Les symptômes (13.30) sont généralement semblables à ceux de la bigarrure de l'oignon, bien que les feuilles peuvent être plus vrillées et déformées. Souvent les bulbes d'ail se différencient mal en caïeux et ne produisent qu'un petit renflement qui les fait ressembler à ceux des oignons.

Le virus de l'anneau noir de la tomate et le virus de la mosaïque du tabac — On signale parfois ces virus sur les *Allium*. Les deux sont transmis par le sol. Il causent des

symptômes assez comparables lors d'infections. Ils produisent aussi des inclusions cytoplasmiques fibreuses ou granulaires typiques dans les cellules épidermiques de la feuille, que l'on retrouve souvent dans le noyau et que l'on peut voir au microscope photonique. La microscopie électronique est essentielle pour déterminer une identification formelle des particules virales. Peu de méthodes sérologiques sont disponibles parce que peu de laboratoires ont produit un antisérum contre les virus des *Allium*.

Le virus de la striure chlorotique du poireau — Ce virus provoque l'apparition de stries tout le long de la feuille, mais qui sont plus apparentes à la base, et un rabougrissement généralisé de la plante. Les plantes infectées sont plus sensibles aux dommages causés par le gel.

Le virus latent de l'échalote — Le virus est répandu, mais ne cause pas de dommages apparents sur l'échalote.

Agents pathogènes Le virus de la bigarrure de l'oignon est un membre du groupe des Potyvirus. Ses particules sont des filaments flexueux qui mesurent environ 15 à 16 nm de diamètre et 700 à 800 nm de longueur. Le virus de la striure chlorotique du poireau fait aussi partie du groupe des Potyvirus et mesure environ 820 nm de longueur. Le virus latent de l'échalote est un membre des Carlavirus et ses particules sont des filaments droits à légèrement incurvés qui mesurent approximativement 650 nm de longueur.

Il existe beaucoup de confusion au sujet du nombre et de l'identité des virus qui infectent l'ail. La «mosaïque» (différentes régions), la «striure chlorotique» (Californie) et la «striure jaune» (Nouvelle-Zélande) de l'ail sont habituellement attribués à des Potyvirus, mais d'autres chercheurs relient les symptômes présents sur l'ail aux Carlavirus. On a retrouvé un Potyvirus et un Carlavirus plus droits et plus courts dans plusieurs lignées d'ail infecté au Canada et aussi en Californie; il se peut que la plupart des bulbes d'ail contiennent un complexe formé de plusieurs virus.

Cycle évolutif La plupart des virus importants qui infectent les cultures du genre *Allium* ont une gamme d'hôtes restreinte et n'infectent que ces cultures. On n'a pas vérifié les rapports qui font état de la transmissibilité du virus de la bigarrure de l'oignon par la graine. Les principales sources d'infection sont les autres espèces du genre *Allium* cultivées aux alentours, les repousses hivernantes ou les structures qui servent à la reproduction végétative des espèces cultivées. En Europe, le virus de la striure chlorotique du poireau n'est répandu que dans les zones où le poireau est produit à l'année.

En plus de la transmission par des structures végétatives de reproduction, les virus des *Allium* sont transmis selon un mode non persistant par différents pucerons. On a démontré que le virus de la bigarrure de l'oignon est transmis par plusieurs espèces de pucerons qui voyagent dans les cultures d'oignons, mais ne les colonisent pas. Le puceron de l'échalote peut transmettre le virus de la bigarrure de l'oignon et le virus latent de l'échalote aux bulbes et aux germes entreposés. En Europe, le virus de la striure chlorotique du poireau est transmis par le puceron noir de la fève et le puceron vert du pêcher. Les virus de l'ail sont aussi transmis par des pucerons.

Moyens de lutte On doit lutter contre les pucerons vecteurs à l'aide d'insecticides homologués lorsque l'importance des populations le justifie.

Pratiques culturales — La plupart des mesures de lutte contre les virus s'appuient sur des stratégies pour prévenir et éviter la maladie. Les producteurs doivent planter les oignonets et les bulbes-mères dans des zones exemptes de

maladies et éliminer toutes les repousses d'oignon. L'élimination précoce de plantes infectées et la récolte hâtive des semences sont d'autres mesures à privilégier. Dans certains pays, on produit les semences certifiées à une certaine distance des bulbes de consommation. Les plantes issues de semis sont moins sensibles aux maladies virales, surtout si on les isole des autres cultures.

Une bonne partie de l'ail importé et vendu comme semence est de qualité variable. On conseille aux producteurs d'obtenir leurs caïeux d'un producteur expérimenté. Des efforts pour obtenir de l'ail «exempt de virus» par la méthode de culture de méristèmes *in vitro* ont été faits dans divers pays. En Californie, cette méthode a permis de débarrasser l'ail d'un virus qui causait des symptômes; cependant, on n'a pu éliminer le virus latent qu'il contenait. La relation entre le ou les virus responsables d'une mosaïque et le virus de la bigarrure de l'oignon demeure obscure. Certains chercheurs maintiennent que le virus de la bigarrure de l'oignon n'est pas très infectieux chez l'ail et que la «mosaïque» de l'ail n'est pas très dommageable pour l'oignon, alors que d'autres affirment le contraire. Des virus ont été transmis de l'ail à l'oignon lors d'inoculations mécaniques. Il est possible que des pucerons puissent aussi les transmettre de l'ail à l'oignon, de sorte qu'il serait sage de cultiver l'oignon à une certaine distance de l'ail, puisque ce dernier est habituellement infecté.

Références bibliographiques

- Bos, L. 1976. Onion yellow dwarf virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses, No. 158. Commonw. Mycol. Inst./Assoc. Appl. Biol., Kew, Surrey, Angleterre. 4 pp.
- Bos, L. 1981. Leek yellow stripe virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses, No. 240. Commonw. Mycol. Inst./Assoc. Appl. Biol., Kew, Surrey, Angleterre. 4 pp.
- Bos, L. 1982. Shallot latent virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses, No. 250. Commonw. Mycol. Inst./Assoc. Appl. Biol., Kew, Surrey, Angleterre. 4 pp.
- Bos, L. 1982. Virus and virus diseases of *Allium* species. *Acta Hortic. (Wageningen)* 127:11-20.
- Peterson, J.F. 1981. A virus disorder of garlic in Quebec. *Phytopathology* 71:564.

(Texte original de J.F. Peterson)

moment de la récolte, mais sont mous et spongieux au toucher. Ils sont spongieux parce que les tuniques du bulbe se détachent les unes des autres (13.35) et ne sont plus fermement pressées les unes contre les autres comme elles le sont habituellement. Les vides entre les tuniques sont encore plus évidents près du col. L'hydrazide maléique inhibe la germination en supprimant la division cellulaire. Si on l'applique avant que les cellules du bulbe aient arrêté leur croissance et leurs divisions, la division cellulaire est arrêtée, mais les cellules continuent de s'allonger, ce qui entraîne un changement dans la forme des tuniques du bulbe et les éloigne les unes des autres.

Moyens de lutte Pratiques culturales — Lorsqu'on applique l'hydrazide maléique au bon moment, en fonction du stade de croissance de l'oignon, on empêche les oignons de germer et on évite les dommages. On doit appliquer l'hydrazide maléique lorsque les oignons ont cessé de produire de nouvelles feuilles. À ce stade, le col devient creux et faible et les feuilles s'affaissent à mesure que le bulbe mûrit. Le moment idéal pour appliquer l'hydrazide maléique est lorsque 50 % des plantes en champ ont des feuilles couchées, mais que les plantes ont encore environ cinq à huit feuilles vertes. Si les plantes n'ont pas au moins cinq feuilles passablement vertes et en bonne santé, l'absorption et la translocation de l'hydrazide maléique ne seront pas suffisantes pour empêcher de façon efficace l'inhibition de la germination.

Pour un maximum d'efficacité, on doit pulvériser l'hydrazide maléique lorsque la température varie de 10 à 24°C et que l'humidité relative est élevée. De faibles taux d'humidité entraînent la cristallisation de l'hydrazide de l'acide maléique sur les feuilles, ce qui inhibe l'absorption. S'il pleut dans les 24 heures après la pulvérisation, l'absorption est aussi réduite.

Références bibliographiques

- Whitewell, J.D., L. Frith et J.H. Williams. 1973. Experiments on the use of maleic hydrazide as a sprout suppressant on spring sown bulb onions. *Exper. Hort.* 25:87-96.

(Texte original de M.R. MacDonald)

MALADIES NON PARASITAIRES

► Dommages causés par un inhibiteur de germination

Fig. 13.35

L'application d'hydrazide maléique trop tôt en saison entraîne la production d'oignons spongieux de piètre qualité. L'hydrazide maléique est le seul inhibiteur de germination homologué pour l'oignon au Canada et on l'utilise couramment sur les bulbes qui doivent être conservés pendant de longues périodes. Sans inhibiteur de germination, les oignons commenceraient à germer trois à quatre mois après avoir été entreposés, même en conditions idéales d'entreposage. Les bulbes d'oignon qui commencent à germer ramollissent avant même que les feuilles vertes n'émergent au niveau du col et sont invendables.

Symptômes Les oignons qui ont été traités à l'hydrazide maléique trop tôt en saison sont à leur pleine grosseur au

► Dommages causés par le vent, la grêle et la pluie

Fig. 13.38

Au stade du semis, les *Allium* cultivés sont très sensibles aux dommages causés par le vent. Les jeunes feuilles peuvent être desséchées par des vents très chauds et secs ou subir l'abrasion par des particules de sol, surtout dans les champs exposés. La force d'impact des gouttes de pluie lors d'orages peut aussi blesser les feuilles; elles causent l'apparition de taches blanchâtres aux bords irréguliers (13.38). Ces taches peuvent se développer rapidement, souvent 24 heures après l'orage, et apparaissent habituellement sur le côté de la feuille qui fait face au vent. L'impact des grêlons peut causer des taches semblables et couper ou lacérer les feuilles selon la grosseur des grêlons et l'intensité de l'orage.

Le vent et la grêle peuvent endommager gravement les cultures d'*Allium* et peuvent nécessiter la replantation. La pluie battante ne cause habituellement pas suffisamment de dommages pour réduire les rendements, mais les taches qu'elle provoque, la brûlure de la feuille et la phytotoxicité

due aux herbicides, peuvent être confondues. Ces dommages peuvent aussi rendre la plante plus sensible à des infections fongiques en entraînant les substances nutritives hors de la feuille.

Moyens de lutte Pratiques culturales — Afin de protéger les plantules d'oignon des dommages causés par le vent, les producteurs doivent planter une céréale, l'orge par exemple, en même temps que l'oignon. L'orge peut être semé en rangs (un rang d'orge à tous les quatre à huit rangs d'oignon) à la dose de 40 grains d'orge au mètre. On protège encore mieux la culture en semant l'orge à la volée, à raison de 50 à 80 kg/ha. Une fois l'oignon établi, on peut tuer l'orge avec un herbicide sélectif. Le moment de l'application de l'herbicide est très important. On doit traiter l'orge semé en rangées lorsque les plantes ont 15 cm de hauteur. Si le semis a été fait à la volée, on doit éliminer l'orge lorsqu'elle mesure 10 à 14 cm de hauteur.

Lutte chimique — La pulvérisation de fongicides à large spectre contribue à protéger les feuilles endommagées d'infections ultérieures par d'autres champignons parasites.

(Texte original de M.R. McDonald et R.J. Howard)

► Dommages causés par l'ozone

Fig. 13.34

Des dommages causés par l'ozone surviennent parfois dans les principales régions productrices d'oignons en Ontario et au Québec. L'ozone seul cause une importante nécrose des feuilles et une diminution de la grosseur des bulbes, mais ces dommages doivent aussi être considérés parce qu'ils prédisposent les feuilles à la brûlure de la feuille et à l'alternariose. Il n'existe pas de moyens de lutte.

Symptômes Les premiers symptômes de dommages causés par l'ozone apparaissent sous la forme d'une moucheture blanchâtre sur les feuilles d'oignon, particulièrement entre les nervures. Lorsqu'elles sont nombreuses, elles s'unissent et forment des taches blanchâtres à bords indéfinis, de taille et de formes irrégulières (13.34). Les mouchetures demeurent superficielles, mais les plus grandes taches peuvent pénétrer à l'intérieur des feuilles. On peut différencier les dommages causés par l'ozone de ceux de la brûlure de la feuille par l'absence de bordure nette et de halo argenté. Sur une même feuille, on peut trouver des dommages d'ozone et des lésions causées par la brûlure de la feuille (voir aussi nécrose apicale, dans le présent chapitre).

Lorsque les dommages causés par l'ozone sont graves, les feuilles deviennent vert pâle à jaunes sur toute leur surface et dépérissent à partir de la pointe (13.34). Les dommages apparaissent habituellement un à trois jours après l'exposition à l'ozone qui abonde particulièrement lors de journées chaudes, brumeuses et humides alors que la pollution atmosphérique est élevée. On estime qu'une concentration d'ozone de 15 parties par cent millions dans l'air ambiant est dommageable et provoque l'apparition de mouchetures sur les feuilles d'oignon. Les feuilles les plus jeunes et les plus âgées sont habituellement plus résistantes aux dommages causés par l'ozone.

Cause L'ozone est un puissant oxydant qui existe dans la nature à de très faibles doses dans l'air ambiant. L'ozone peut être produit par l'action de la lumière sur les polluants atmosphériques tels que les hydrocarbures et l'oxyde nitreux provenant de la combustion de carburants dans les moteurs à

explosion. L'ozone peut aussi être produit lors d'orages électriques. Les concentrations d'ozone provenant de la pollution atmosphérique peuvent être suffisamment élevées pour causer des dommages aux feuilles d'oignon ainsi qu'aux feuilles d'autres espèces.

Moyens de lutte Sauf choisir des endroits libres de pollution, il n'y a pas de méthodes de lutte.

Références bibliographiques

Engle, R.L., W.H. Gableman et R.R. Romanowski, Jr. 1965. Tipburn: an ozone incited response in onion, *Allium cepa*. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.* 86:468-474.

Wukash, R.T., et G. Hofstra. 1977. Ozone and *Botrytis* interactions in onion-leaf dieback: open-top chamber studies. *Phytopathology* 67:1080-1084.

(Texte original de M.R. McDonald)

► Insolation

L'insolation est un problème peu important chez les cultures d'oignons. Lors de printemps chauds et secs, particulièrement pour les sols organiques de couleur foncée, un soleil ardent peut élever la température à la surface du sol jusqu'à 65°C. Ces températures élevées causent des dommages aux jeunes plantes sensibles en tuant les cellules au niveau du col. Les tissus touchés se recroquevillent, ce qui cause un étranglement du col, et la plante flétrit et se dessèche. La gravité des dommages dépend de la température à la surface du sol et de la sensibilité des tissus de la plante.

Le seul moyen d'éviter l'insolation est de semer aussitôt que possible de sorte que les plantes passent leur stade de sensibilité à l'insolation le plus rapidement possible avant que les températures ne deviennent trop chaudes.

(Texte original de R. Crête)

► Nécrose apicale

Fig. 13.36

La nécrose apicale est un problème physiologique qui affecte surtout l'oignon. C'est un accident répandu dans les régions productrices d'oignons de semence qui a été signalé sur d'autres monocotylédones cultivées. Cependant, il diffère de la nécrose marginale des choux et de la laitue plutôt reliée à l'absorption du calcium.

Symptômes La nécrose apicale commence habituellement à la pointe des feuilles les plus âgées. Les pointes jaunissent puis blanchissent parce qu'elles perdent leur chlorophylle. Finalement, les tissus foliaires atteints meurent. La nécrose apicale peut affecter la feuille en entier et peut toucher plusieurs feuilles sur une même plante. Dans la plupart des cas, les symptômes apparaissent au même moment dans tout le champ (13.36) ou dans toutes les plantations d'un cultivar en particulier dans une même région. La nécrose apicale apparaît souvent lorsque la formation des bulbes commence et que les éléments nutritifs sont transportés des feuilles aux bulbes, mais elle peut aussi survenir plus tôt dans la croissance de la plante. Les cultivars d'oignon n'ont pas tous la même sensibilité à la nécrose apicale. Les symptômes de nécrose apicale sont visibles au moment où les oignons commencent à former leur bulbe, apparaissent en champ souvent de façon soudaine et peuvent passer pour des dommages causés par les herbicides ou par la brûlure de la feuille. La nécrose apicale et les dommages causés par l'ozone sont parfois confondus.

Cause La cause de la nécrose apicale n'est pas bien définie. Habituellement, tout facteur qui inflige un stress à la plante est susceptible de causer ce problème. On pense que la sécheresse et les sols saturés en sont responsables.

Moyens de lutte Pratiques culturales — Une fertilisation équilibrée et un approvisionnement régulier en eau contribuent à réduire les stress.

Cultivars résistants — Certains cultivars sont plus sensibles à la nécrose apicale et on ne doit pas les utiliser si le problème est grave.

Lutte chimique — Les fongicides contribuent à protéger les tissus sénescents de maladies comme la brûlure de la feuille, l'alternariose et la stemphyliose (*Stemphylium botryosum* Wallr.).

Références bibliographiques

Coumin, D. 1957. Onion tip-burn. Pages 3-25 dans *Ohio Res. Bull.* 798.

(Texte original de M.R. McDonald)

► Phytotoxicité des herbicides Fig. 13.31 à 13.33

Les herbicides peuvent causer des dommages temporaires ou permanents aux cultures d'*Allium*. Ces dommages peuvent survenir lorsqu'on utilise ces produits à des doses excessives, lorsque les conditions climatiques sont défavorables ou que les plantes sont au mauvais stade de croissance. Les dommages causés par les herbicides de contact sont l'apparition de brûlures et de nécroses (13.31) et le flétrissement de la pointe des feuilles (13.32 et 13.33). Les herbicides systémiques entraînent le jaunissement des plantes. Habituellement, les plantes récupèrent et les symptômes disparaissent avec le temps. Cependant, si la dose est trop élevée, les dommages deviennent irréversibles. On observe aussi des dommages lorsque des *Allium* sont cultivés dans des champs qui ont été traités l'année précédente avec un herbicide rémanent auquel les plantes sont sensibles.

Moyens de lutte Pratiques culturales — Pour éviter la phytotoxicité, les producteurs doivent suivre les recommandations concernant les doses, le volume d'eau et le stade de croissance des plantes lors du traitement. Il peut être utile de noter les conditions météorologiques et le stade de croissance de la culture lors du traitement, au cas où il en résulterait des dommages.

Lutte chimique — Les producteurs doivent utiliser les herbicides que l'on mélange en cuve seulement avec des adjuvants recommandés ou d'autres pesticides indiqués sur l'étiquette. Une humectation excessive des feuilles d'oignon en présence de mélanges incompatibles peut mener à de graves dommages aux cultures. Il peut aussi être utile de conserver la liste des herbicides utilisés sur les cultures de l'année précédente dans les champs que l'on traite; ces renseignements peuvent contribuer à identifier la cause de dommages de phytotoxicité.

(Texte original de R. Crête et M.R. McDonald)

► Tuniques translucides 13.37

Ce problème se rencontre parfois sur les cultures d'oignon, surtout chez l'oignon espagnol.

Symptômes Cet accident se caractérise par une apparence grisâtre et aqueuse d'une ou de plusieurs tuniques, ce qui les

fait paraître translucides (13.37). Parfois toutes les tuniques sont touchées, mais le plus souvent seules les deuxième et troisième tuniques montrent des symptômes. En coupe transversale, les tuniques touchées ont une couleur brunâtre.

Cause On ne connaît pas la cause des tuniques translucides. Le problème semble être lié à l'entreposage parce qu'il survient après la récolte et s'aggrave après trois à quatre mois d'entreposage. Les oignons entreposés entre 5 et 10°C, quelques semaines avant l'entreposage à 0°C, sont plus sensibles à ce problème. Une humidité relative trop élevée peut aussi prédisposer les oignons à cet accident.

Moyens de lutte Pratiques culturales — Les producteurs doivent sécher les bulbes correctement à la chaleur et les entreposer ensuite à 0°C et à une humidité relative de 65 à 70 %.

(Texte original de R. Crête)

NÉMATODES

► Nématode cécidogène du nord Fig. 6.35 (nématode à galles du nord)

Meloidogyne hapla Chitwood

Les bulbes cultivés sont habituellement assez sensibles aux infestations de ce nématode.

Symptômes Les symptômes incluent un jaunissement visible, le rabougrissement et la sénescence précoce. La ramification prolifère des racelles et la production de petites galles sphériques sur les racines sont caractéristiques (6.35). Les bulbes ne sont pas attaqués. Les oignons subissent moins de dommages que la carotte lorsque les infestations sont légères. Pour la description complète et les stratégies de lutte, voir Carotte; voir aussi chapitre 3, Lutte contre les nématodes.

► Nématode des lésions racinaires Fig. 13.39 (nématode des racines)

Pratylenchus penetrans (Cobb) Filip. & Stek.

Symptômes Les symptômes incluent le flétrissement et le rabougrissement en îlots lors de fortes infestations; les feuilles jaunissent. Les racines secondaires sont nécrosées et couvertes de zones sèches. La grosseur des bulbes est réduite (13.39). Pour la description complète, voir Pomme de terre, nématode des lésions racinaires; voir aussi chapitre 3, Lutte contre les nématodes.

► Nématode des tiges et des bulbes Fig. 13.40

Ditylenchus dipsaci (Kühn) Filip.

Ce nématode attaque surtout l'oignon et les liliacées. La souche oignon que l'on retrouve au Canada compte trois races; elles attaquent respectivement la luzerne, le narcisse et l'oignon. La présence du nématode a été confirmée à Terre-Neuve, au Québec, en Ontario, en Saskatchewan et en Colombie-Britannique. Les principales cultures à risques sont la ciboulette, l'ail, le poireau, l'oignon et le pois. En Europe, on a trouvé des souches qui parasitent le haricot, la betterave, la carotte, la laitue, le panais, la pomme de terre et l'épinard, mais pas au Canada.

Symptômes Les plantes sont infectées lors de la germination ou peu après. La base des plantules devient renflée et les feuilles s'enroulent et sont déformées. Les feuilles jaunissent et meurent. Les jeunes racines et les bulbes pourrissent. Les plantes qui survivent produisent des bulbes difformes et des feuilles plus courtes qui subissent une sénescence prématurée (13.40). Les bulbes sont très sensibles aux infections secondaires fongiques et bactériennes. Les écailles des bulbes sont brun foncé et bouffies. Les bulbes difformes peuvent germer ou se dédoubler. Une légère infection en champ peut passer inaperçue, mais les nématodes se reproduisent dans les bulbes entreposés s'ils ne sont pas gardés à basse température.

Identification Le *Ditylenchus dipsaci* (ordre des Tylenchida, famille des Anguinidae) a une structure labiale délicate, un court stylet mince muni de petits pommeaux difficiles à voir sous le microscope et un bulbe médian arrondi muni de grandes valves. Les femelles adultes possèdent un très long ovaire antérieur et une longue queue effilée.

Ce nématode peut survivre à des conditions extrêmement sèches pendant des années. On retrouve de grands agrégats de nématodes desséchés dans les déchets secs de culture infestée. À l'état dormant, ils peuvent survivre aussi à des températures inférieures au point de congélation. On connaît de nombreuses souches du *D. dipsaci* et on peut les distinguer sur la base de leur morphologie. Chaque souche est plus ou moins spécialisée en fonction de sa pathogénéité pour un nombre limité d'hôtes.

Pour diagnostiquer cette espèce, il faut extraire les nématodes à partir d'échantillons de sol, de feuilles ou de bulbes et les examiner au microscope.

Biologie Les nématodes migrent vers les racines des plantules et pénètrent les tiges au ras du sol ou migrent dans la tige et infectent les jeunes feuilles. Ils se nourrissent de cellules du parenchyme et libèrent des enzymes digestives contenant des pectinases et des cellulases. Ces substances dissolvent la lamelle moyenne entre les cellules et digèrent les tissus autour des nématodes. Il se forme de petites cavités dans lesquelles les femelles pondent leurs oeufs. Les nématodes infestent de nouveau le sol lorsque des feuilles et des bulbes infestés sont laissés sur le champ. Dans le sol, les larves du quatrième stade larvaire tombent en vie ralentie et ainsi peuvent survivre à des températures extrêmes et des conditions sèches pendant plusieurs années. Les nématodes des tiges et des bulbes sont disséminés par les plantes, les graines et le sol infestés.

Lutte Pratiques culturales — Des rotations pendant au moins trois années avec des cultures autres que des liliacées, en évitant aussi les légumineuses, devraient réduire de façon adéquate le nombre de larves infectieuses. L'infestation du sol confirmée, on enlèvera complètement les bulbes et les déchets de culture de la parcelle; cela peut être plus facile à réaliser dans les jardins potagers et les petites exploitations. Les producteurs ne doivent pas acheter ou planter des oignonets contaminés; les oignons infectés sont souvent brun foncé et plus légers. Il faut diagnostiquer ou jeter les oignonets douteux.

Références bibliographiques

- Lewis, G.D. 1956. An outbreak of onion bloat in southern New York. *Plant Dis. Rep.* 40:271.
 Sayre, R.M., et W.B. Mountain. 1962. The bulb and stem nematode (*Ditylenchus dipsaci*) on onion in southwestern Ontario. *Phytopathology* 52:510-516.

(Texte original de T.C. Vrain)

INSECTES

► Mouche de l'oignon

Fig. 13.42 à 13.46

Delia antiqua (Meigen)

La mouche de l'oignon est l'insecte le plus préjudiciable aux cultures d'oignons dans les zones tempérées. Originaires d'Europe, elle a été introduite dans l'est de l'Amérique du Nord vers 1875 et on la trouve maintenant dans toutes les régions canadiennes où l'on pratique la culture commerciale de l'oignon.

L'oignon est la plante-hôte préférée de la mouche de l'oignon. Elle attaque parfois des cultures apparentées telles que l'ail, la ciboulette, l'échalote, les oignons à bottelet et le poireau. En laboratoire, les mouches de l'oignon pondent sur des espèces sauvages du genre *Allium*, mais aucune de ces espèces n'est un hôte important en Amérique du Nord ou en Europe.

Dommmages C'est au printemps, alors que les semis d'oignon sont encore petits, que les larves de la première génération causent les dommages économiques les plus importants aux cultures d'oignons. La larve de mouche de l'oignon peut détruire entre 20 et 30 plantules d'oignon au stade du crochet, car elle se déplace rapidement d'une plante à l'autre. Cela, ajouté au fait que les femelles pondent plusieurs oeufs au même endroit, explique pourquoi les zones de dommages apparaissent en plaques à l'intérieur des planches. Les dommages qui résultent de l'attaque des larves de première génération apparaissent habituellement au début de juin en Colombie-Britannique et entre la mi-juin et la fin de juin dans l'est du Canada. Les symptômes de dommages souterrains varient en fonction du stade de croissance des oignons. Lorsque les dommages surviennent au stade du crochet ou plus tôt, les oignons flétrissent et disparaissent. Les plantes attaquées au stade deux ou trois feuilles prennent une teinte grisâtre, flétrissent, deviennent vert pâle à jaunes et demeurent en place dans le rang (13.46). Lorsqu'on arrache ces plantes, elles se brisent sous la surface du sol et on peut voir les larves de mouches qui se nourrissent à l'intérieur des tiges en décomposition (13.42). Les plantes attaquées à la fin de juin ou au début de juillet ne meurent pas et présentent peu de symptômes sur les parties hors terre. Il y a moins de plantes endommagées à cette période de l'année, car les mouches ne se déplacent plus d'un bulbe à l'autre; cependant, ces plantes produisent des bulbes déformés qui sont souvent infectés ultérieurement par des champignons ou des bactéries. Les dommages causés par les générations subséquentes causent peu de pertes économiques aux producteurs, car, au moment où les femelles pondent leurs oeufs, la plupart des oignons auront alors été arrachés pour le séchage en andains groupés en champ. Les mouches pondent souvent sur des andains groupés ou dans le sol environnant, mais peu de larves arrivent à pénétrer dans les bulbes intacts et sains à ce moment de l'année. Au Canada, les pertes annuelles dans les cultures commerciales d'oignons s'élèvent à environ 2 à 5 %, en dépit de l'utilisation massive d'insecticides coûteux. En l'absence de traitements insecticides, les pertes annuelles moyennes imputables à la mouche de l'oignon seraient de l'ordre de 40 à 45 % dans les exploitations commerciales et

pourraient atteindre 100 % dans les petites exploitations et dans les jardins potagers.

Identification La mouche de l'oignon (*Anthomyiidae*) passe par les stades oeuf, larve, pupa (puparium) et adulte. L'adulte est gris pâle (13.43) et ressemble à la mouche domestique, mais en plus petit (6 mm de longueur), et a de plus longues pattes. Les oeufs mesurent environ 1 à 1,5 mm de longueur et sont blancs et striés en surface (chorion). La larve apode est un asticot fuselé dans sa partie antérieure et pourvu de crochets buccaux (13.44). À maturité, la larve mesure 6 à 8 mm de longueur. La pupa (puparium) mesure 5 à 7 mm de longueur, est brun noisette (13.45) et ressemble à un grain de blé.

Biologie La mouche de l'oignon hiverne sous forme de pupa, habituellement dans les 15 premiers centimètres du sol. Au printemps, lorsque la température du sol atteint 4°C, les pupes hivernantes reprennent leur développement. Le moment précis de l'émergence des adultes au printemps dépend de la distribution des pupes dans le sol et des températures auxquelles elles sont exposées. En général, l'émergence débute après l'accumulation de 300 degrés-jours au-dessus de 4°C après le 1^{er} mars; sur la côte de la Colombie-Britannique, ces conditions sont réunies entre la fin d'avril et le début de mai et, en Ontario et au Québec, entre la mi-mai et la fin de mai. Les adultes se dispersent au hasard jusqu'à ce qu'ils aient atteint leur maturité sexuelle et, lorsque attirés par les odeurs d'oignon, ils volent jusqu'à ce qu'ils trouvent la culture. Les adultes peuvent se disperser sur plusieurs kilomètres; cependant, plusieurs demeurent à quelques centaines de mètres autour de leur lieu d'émergence, parfois s'agrégeant et se nourrissant sur les mauvaises herbes en fleurs qui entourent les champs d'oignons de l'année précédente.

Les adultes commencent à s'accoupler au bout de cinq à sept jours. On pense que l'accouplement a lieu dans les champs d'oignons ou à proximité, car les mâles et les femelles sont sensibles aux odeurs d'oignon lorsqu'ils ont atteint leur maturité sexuelle. Une fois qu'ils ont localisé un champ d'oignons, une partie des adultes demeurent à l'intérieur ou aux abords du champ. Les adultes des générations ultérieures qui émergent dans les champs d'oignons pendant l'été se dispersent peu.

La ponte commence trois à quatre jours après l'accouplement ou 7 à 10 jours après l'émergence. La femelle peut vivre 30 jours et pondre jusqu'à 200 oeufs. Elle pond ses oeufs en grappes, juste sous la surface du sol et autour de la tige de l'oignon. Les oeufs éclosent quelques jours plus tard et les jeunes larves rampent vers les racines d'oignon où elles commencent à se nourrir. À maturité, les larves laissent les plantes, s'enfoncent dans le sol et se métamorphosent en pupes.

Il peut y avoir jusqu'à trois générations de mouche de l'oignon par année. En raison des différences de température, la phénologie saisonnière des générations varie d'une région à l'autre. En Ontario et au Québec, les adultes issus de pupes hivernantes apparaissent entre la mi-mai et la fin de juin, les adultes de la première génération entre le début de juillet et le début d'août et les adultes de la deuxième génération entre la fin d'août et le début d'octobre. Le cycle débute trois ou quatre semaines plus tôt en Colombie-Britannique.

Moyens de lutte (Voir aussi lutte contre les agents pathogènes telluriques, surtout ceux qui causent le charbon

de l'oignon et la fusariose du plateau, dans le présent chapitre.)

Dépistage — On procède au dépistage des adultes de la mouche de l'oignon au moyen de divers pièges, selon les préférences et les exigences locales. En Colombie-Britannique, on utilise des pièges englués blancs et, en Ontario, des pièges englués jaunes et des pièges d'interception, alors qu'au Québec on utilise des pièges coniques appâtés avec un dérivé volatil de l'oignon, le disulfide de dipropyle. Il est préférable d'utiliser les pièges englués dans les zones peu exposées au vent, sinon ils se couvrent rapidement de poussière, ce qui les rend inefficaces. Dans la plupart des régions productrices d'oignons, les seuils d'intervention établis à partir des prises sur les pièges collants ne sont pas utilisables en raison des populations endémiques extrêmement élevées de mouches de l'oignon. Les prises sur les pièges sont plutôt utilisées pour faire coïncider les pulvérisations avec les pics d'activité des populations d'insectes. En Colombie-Britannique, où les populations de mouches de l'oignon sont beaucoup moins élevées qu'en Ontario, on utilise un piège collant blanc de 300 cm² et un seuil d'intervention d'une mouche par 10 pièges par jour pour établir le calendrier des pulvérisations foliaires.

Pratiques culturales — La prévention et les méthodes prophylactiques sont extrêmement importantes dans la lutte contre la mouche de l'oignon. Les femelles adultes des deuxième et troisième générations préfèrent pondre leurs oeufs sur des oignons malades ou endommagés et la survie des larves est plus forte sur de telles plantes. Les traitements inefficaces contre les larves de première génération, les dommages mécaniques résultant du travail du sol ainsi que ceux que cause le charbon entraînent de plus grands dommages au moment de la récolte. Les bulbes d'oignon endommagés sont la principale source de nourriture des larves nées à la fin de l'été et qui deviennent les pupes hivernantes; on veillera donc à réduire au minimum les dommages mécaniques infligés aux oignons, surtout lorsqu'on les arrache pour les faire sécher ou les récolter. Les oignons arrachés à l'aide d'une arracheuse de pommes de terre, puis placés en andains groupés, subissent moins de dommages que ceux qui sont arrachés en sectionnant les racines près du bulbe. L'élimination des déchets d'oignon au champ à l'automne, avant que les adultes de la mouche de l'oignon aient pondu leurs oeufs, réduit les populations l'année suivante. À l'automne, il ne faut pas détruire les déchets à l'aide d'une herse à disques avant que la dernière génération d'été des mouches ne devienne active. Le hersage favorise la survie des larves en augmentant le nombre de blessures qui permettent aux larves de pénétrer dans les oignons.

Lutte biologique — On a identifié plusieurs parasites, prédateurs et maladies qui attaquent la mouche de l'oignon à différents stades de son cycle biologique, mais la plupart sont relativement peu importants dans les plantations commerciales traitées aux insecticides chimiques. Les carabes (*Bembidion* spp.) sont d'importants prédateurs des oeufs de la mouche de l'oignon, alors qu'un staphylin, l'*Aleochara bilineata* (Gyllenhal), au stade adulte, attaque les oeufs et, au stade larvaire, parasite les pupes de la mouche de l'oignon. Il existe aussi un diptère, le *Coenosia tigrina* (Fabricius), qui attaque les adultes de la mouche de

l'oignon. L'agent de lutte le plus important contre la mouche de l'oignon au stade larvaire est probablement la guêpe parasite, l'*Aphaereta pallipes* (Say), alors qu'un champignon, l'*Entomophthora muscae* (Cohn), est l'agent de lutte le plus important contre l'insecte au stade adulte et le seul agent naturel qui ait un impact important sur les populations de la mouche de l'oignon pendant la saison de croissance; cependant, son efficacité est grandement réduite par les fongicides utilisés dans la lutte contre les maladies. En dépit de données indiquant que la mycose produite par l'*E. muscae* est un des principaux facteurs de mortalité des adultes de la mouche de l'oignon, on connaît peu de choses sur son utilisation comme agent de lutte biologique dans les champs d'oignons traités chimiquement.

Lutte chimique — L'utilisation adéquate d'un insecticide granulaire au moment du semis est le meilleur moyen de lutter contre la mouche de l'oignon à l'aide de pesticides. Les insecticides granulaires sont efficaces contre les larves de la première génération et très souvent de la deuxième génération lorsque le dosage est adéquat et que l'insecticide est placé dans le sillon, au-dessus de la semence, au moment de la plantation. La plupart du temps, les traitements chimiques contre les larves de la troisième génération sont inutiles, surtout en Colombie-Britannique et au Québec où les populations de cette génération tendent à être extrêmement faibles et où la récolte des oignons précède le moment de la ponte des oeufs. Les insecticides foliaires ne sont efficaces que s'ils sont appliqués sur le feuillage et non sur le sol. En fin de saison, on traite les cultures à l'aide de pulvérisations foliaires dirigées contre les adultes, en début de soirée ou juste avant le crépuscule. On traite les plantes au moment où les populations d'insectes culminent, selon les prises des pièges et l'accumulation des degrés-jours, ou selon l'accumulation des degrés-jours seulement. Étant donné que le nombre de degrés-jours requis pour l'émergence des adultes varie selon les régions, les producteurs doivent consulter leurs conseillers régionaux afin de connaître le moment opportun pour effectuer les pulvérisations.

Dans certaines régions du Canada, surtout dans le sud-ouest de l'Ontario, la mouche de l'oignon a développé une résistance à certains insecticides organophosphorés et à base de carbamate. Bien que dans les autres régions du Canada on ait peu de renseignements sur la résistance à ces produits, la dégradation des carbofuranes (carbamate) par les micro-organismes du sol réduit l'efficacité de cet insecticide granulaire en Colombie-Britannique.

Références bibliographiques

- Brooks, A.R. 1951. Identification of the root maggots (Diptera: Anthomyiidae) attacking cruciferous crops in Canada with notes on biology and control. *Can. Entomol.* 183:109-120.
- Carruthers, R.I., D.L. Haynes et D.M. MacLeod. 1985. *Entomophthora muscae* (Entomophthorales: Entomophthoraceae) mycosis in the onion fly, *Delia antiqua* (Diptera: Anthomyiidae). *J. Invert. Pathol.* 45:81-93.
- Eckenrode, C.J., E.V. Veal et K.W. Stone. 1975. Population trends of onion maggots correlated with air thermal unit accumulations. *Environ. Entomol.* 4:785-789.
- Loosjes, M. 1976. Ecology and genetic control of the onion fly, *Delia antiqua* (Meigen). *Agric. Res. Rep.* 857. Pudoc, Wageningen.
- Vernon, R.S., G.J.R. Judd et J.H. Borden. 1987. Commercial monitoring programme for the onion fly, *Delia antiqua* (Meigen) (Diptera: Anthomyiidae) in southwestern British Columbia. *Crop Prot.* 6:304-312.

Whitfield, G.H., R.I. Carruthers, E.P. Lampert et D.L. Haynes. 1985. Spatial and temporal distribution of plant damage caused by the onion maggot. *Environ. Entomol.* 14:262-266.

(Texte original de G.J.R. Judd)

► Syrphe des bulbes

Fig. 13.41

Eumerus strigatus (Fallén)

Le syrphé des bulbes est originaire d'Europe. C'est un ravageur peu important des oignons de garde issus d'oignonets, de bulbes ou d'oignons patates, mais surtout des oignons issus de bulbes et produits pour la semence, partout dans l'ouest du Canada.

Le syrphé des bulbes est un ravageur commun de l'amaryllis, de l'hyacinthe, de l'iris, du narcisse et de l'échalote. Des producteurs ont signalé qu'on le trouvait sur la carotte, le panais et la pomme de terre. Le syrphé des bulbes attaque les bulbes sains de jonquille, mais n'infeste la plupart des autres plantes que lorsqu'elles sont en décomposition.

Dommages Le flétrissement d'une seule feuille d'oignon issue d'un bulbe indique la présence de larves du syrphé des bulbes. Les bulbes infestés par cet insecte peuvent contenir de 10 à 30 larves. Après la récolte, les bulbes infestés sont mous au toucher et se transforment en une masse pourrissante en entrepôt. Le syrphé des bulbes n'a peu ou pas d'impact économique sur la production commerciale d'oignons de garde issus de graines, car il n'attaque que les oignons déjà endommagés. Cet insecte attaque rarement, sinon jamais, les plantules d'oignon et les traitements chimiques contre des ravageurs plus importants maintiennent ses populations à des niveaux faibles. Cependant, le syrphé des bulbes peut causer des problèmes sérieux dans les jardins potagers où l'on cultive les oignons à partir de bulbes, d'oignonets ou d'oignons patates et chez les producteurs commerciaux d'oignons de semence qui cultivent également des oignons à partir de bulbes.

Identification Le syrphé des bulbes (Syrphidae) passe par les stades typiques de développement des diptères : oeuf, larve, puppe (puparium) et adulte. Les adultes sont des syrphides qui mesurent environ 8 mm de longueur et sont noir verdâtre et ont l'abdomen presque glabre et parsemé de nombreuses taches blanches en forme de croissant de lune (13.41). Ils ressemblent aux espèces utiles de syrphides (voir chapitre 3, Insectes, acariens et agents pathogènes utiles). Les oeufs sont blancs, plus allongés qu'ovales et mesurent moins de 1,5 mm de longueur. Les larves apodes sont jaune grisâtre et leur surface est fortement ridée. Les larves peuvent mesurer jusqu'à 1,3 cm. Les pupes du syrphé des bulbes ont une couleur semblable aux pupes de la mouche de l'oignon, mais sont plus fortement sclérifiées et sont environ 1,5 fois plus grandes et plus carrées aux extrémités.

Biologie Le syrphé des bulbes hiverne sous forme de larve dans le sol jusqu'à une profondeur de 8 cm, souvent dans des bulbes d'oignon infestés et laissés en champ. Au printemps, la larve mature rampe hors du bulbe vers la surface du sol et se nymphose à la base des jeunes bulbes. Les adultes issus de larves hivernantes commencent à apparaître à la fin du printemps et au début de l'été. Ils sont particulièrement actifs lors des journées chaudes et ensoleillées. Ils se nourrissent pendant environ une semaine du pollen et du nectar des fleurs de plusieurs plantes et de la sève d'oignons pourris avant de commencer à pondre. Le syrphé des bulbes pond ses oeufs sur les feuilles près du sol, à l'aisselle des feuilles et sur le

sol autour de bulbes d'oignon endommagés. Les femelles peuvent pondre 40 oeufs ou plus durant leur vie et il n'est pas rare de trouver plus de 10 oeufs dans un seul bulbe. La structure des pièces buccales de la larve l'empêche de se nourrir sur des bulbes sains de sorte que le syrphé des bulbes n'infeste que les bulbes d'oignon déjà endommagés en y pénétrant par la base. Le syrphé des bulbes peut produire deux générations par année, mais certaines larves qui se nourrissent lentement peuvent mettre deux années à compléter leur cycle. La première génération d'adultes est active en août.

Moyens de lutte Dépistage — Il n'existe pas de procédures de dépistage ou de seuils spécifiques pour le syrphé des bulbes. Cependant, les syrphes sont attirés par plusieurs types d'appâts alimentaires dont les flocons d'avoine qui stimulent la ponte. Ces appâts sont utiles dans le dépistage des adultes.

Pratiques culturales — Les producteurs doivent planter les oignons dans des zones où la circulation de l'air est adéquate (mais voir dommages causés par le vent) et lutter contre les maladies transmises par le sol, surtout la fusariose du plateau. De plus, il est préférable de jeter ou de détruire par un autre moyen tous les bulbes mous et gâtés et d'arracher et détruire tous les bulbes plantés qui n'ont pas poussé. Il ne faut pas semer de bulbes mous. On immerge les bulbes dormants dans de l'eau chaude pendant une heure à 40°C avant de les planter. Il faut éviter de travailler le sol à proximité des bulbes, car les syrphes pondent dans les blessures.

Lutte biologique — On connaît peu de choses sur le rôle des ennemis naturels dans la lutte contre le syrphé des bulbes.

Lutte chimique — Au Canada, il n'existe pas d'insecticides homologués qui puissent être utilisés spécifiquement contre le syrphé des bulbes. Cependant, plusieurs insecticides recommandés contre la mouche de l'oignon et le thrips de l'oignon sont efficaces contre le syrphé des bulbes qui ne présente pas de résistance aux insecticides couramment utilisés.

Références bibliographiques

- Anonymous. 1972. Narcissus flies. U.K. Ministry Agric. Fish. Food, *Advisory Leaflet*. 183, 5 pp.
- Doane, J.F. 1983. Attraction of lesser bulb fly *Eumerus strigatus* (Diptera: Syrphidae) to decomposing oatmeal. *N.Z. Entomol.* 7:419.
- Strubbs, A.E., et S.J. Falk. 1983. *British Hoverflies: An Identification Guide*. Br. Entomol. Natl. Hist. Soc. 253 pp.

(Texte original de G.J.R. Judd)

► Thrips de l'oignon

Fig. 22.78

Thrips tabaci Lindeman

On trouve le thrips de l'oignon, aussi appelé thrips du tabac, sur un grand nombre de plantes et dans divers habitats. Il est commun dans toutes les régions productrices d'oignons au Canada.

Le thrips de l'oignon est une espèce extrêmement polyphage qui infeste les cultures fourragères et légumières aussi bien que de nombreuses adventices. On trouve le thrips de l'oignon sur la plupart des espèces cultivées du genre *Allium* (voir les hôtes de la mouche de l'oignon) ainsi que

sur le concombre, la courge, les crucifères, le haricot, le pois, le poivron et la tomate.

Dommages Le thrips de l'oignon se nourrit sur les feuilles d'oignon en piquant les tissus végétaux avec ses parties buccales pour sucer les sucs exsudés par la plante. Ce mode d'alimentation provoque l'apparition de striures argentées sur les feuilles. À mesure que les zones de dommages se rejoignent, les striures se transforment en plages blanches. Lorsque l'infestation est grave, les feuilles dépérissent à partir des extrémités et se déforment. Lors d'étés chauds et secs, le champ entier peut prendre une apparence desséchée et les plantes mûrir prématurément, produire des bulbes plus petits et même mourir. Les dommages sont souvent moins importants lors de saisons fraîches et humides et une pluie abondante réduit souvent les infestations. Bien que les thrips détruisent rarement la culture, ils en diminuent souvent les rendements. Très souvent, le producteur ne connaît pas l'étendue ou la cause de ces diminutions de rendement. La plupart du temps, et presque partout au Canada, le thrips de l'oignon n'est pas un ravageur de l'oignon aussi important que la mouche de l'oignon. Cependant, le thrips de l'oignon peut compromettre sérieusement la production des oignons lorsqu'on diminue la fréquence des pulvérisations contre la mouche de l'oignon, surtout dans les régions arides et au cours d'années de temps sec. Bien qu'il existe une relation inversement proportionnelle entre les rendements de l'oignon de garde et l'importance des dommages causés par les thrips de l'oignon lorsqu'ils se nourrissent, on n'a pas encore déterminé l'impact économique que cet insecte peut avoir sur la production d'oignons au Canada.

On sait que le thrips de l'oignon est vecteur de plusieurs agents phytopathogènes tels que le virus de la maladie bronzée de la tomate et le champignon responsable de l'oïdium chez d'autres cultures, mais ce thrips ne transmet pas de maladies aux espèces cultivées du genre *Allium*. Cependant, le thrips de l'oignon est l'un des nombreux thrips soupçonnés de prédisposer les plantes aux infections bactériennes et fongiques à cause des blessures qu'ils infligent à la plante lorsqu'ils se nourrissent.

Identification Les adultes (22.78) du thrips de l'oignon (Thripidae) sont jaune pâle à bruns, mesurent 1 à 1,2 mm de longueur et sont minces et allongés. Ils ont quatre ailes étroites bordées de fines soies. Les oeufs sont trop petits pour être visibles à l'oeil nu, mais on peut les voir après avoir lavé les tissus végétaux à l'alcool; ils apparaissent alors sous forme de structures ovales et translucides, juste en dessous de l'épiderme de la feuille. Les stades immatures appelés larves sont jaune pâle et ressemblent à des adultes dépourvus d'ailes. Les pronymphes et les nymphes sont rarement visibles parce qu'elles se métamorphosent dans le sol, mais se distinguent des larves par la présence de bourgeons alaires. [Note des éditeurs : Le genre *Thrips* se caractérise par la présence de deux peignes latéraux sur les segments abdominaux 5 à 8 et d'antennes à sept ou huit segments (annuli). L'identification de l'insecte doit être confirmée par un spécialiste.]

Biologie Les thrips de l'oignon adultes hivernent dans de nombreux habitats et sur plusieurs types de plantes. On trouve souvent les femelles hivernantes sur les plantes ou sur les déchets d'oignon laissés en champ après la récolte, sur des bulbes d'oignon en entrepôt et sur les cultures de blé d'hiver, de luzerne ou d'adventices autour des champs d'oignons. Dans certaines régions du Canada, de petites populations de thrips hivernent sur les cultures en serres. Au printemps, à mesure que la température se réchauffe, les femelles pondent

dans les tissus foliaires d'oignon ou d'autres plantes-hôtes. Très souvent, le thrips de l'oignon se reproduit sur d'autres hôtes de prédilection avant de migrer dans les champs d'oignons. Les infestations commencent habituellement à la périphérie du champ et se répandent graduellement, dans le sens des vents dominants, au reste du champ. Au début de leur développement, les larves de thrips restent groupées à la base des plantes, là où les feuilles sont serrées les unes contre les autres. Plus tard, elles se déplacent vers les feuilles et se nourrissent comme les adultes en râpant les tissus végétaux avec leurs pièces buccales pour sucer les sucres exsudés par la plante. À maturité, les larves entrent dans le sol pour se métamorphoser en nymphes. La durée des divers stades de développement dépend de la température. Au Michigan, le seuil de développement est de 7,4°C pour le cycle biologique en entier, de l'éclosion de l'oeuf à la forme adulte. Le même seuil s'applique probablement aux populations de thrips au Canada. À 20°C, la durée moyenne de développement de l'éclosion au stade l'adulte est d'environ 14 jours. Dans certaines régions du Canada, il peut y avoir plusieurs générations par saison.

Les thrips sont parmi les insectes qui volent le plus mal, bien que leurs ailes finement bordées de soies leur permettent d'être transportés par le vent assez longtemps pour se disperser sur de grandes distances. La dispersion aérienne à partir des aires de reproduction fait partie du cycle biologique du thrips de l'oignon. Souvent, le thrips de l'oignon envahit les cultures d'oignons lorsque que des plantes-hôtes adjacentes infestées, telles que la luzerne, sont récoltées ou que les adventices sont éliminées.

Moyens de lutte Dépistage — Le meilleur moyen d'échantillonner les populations de thrips de l'oignon est d'enlever toutes les feuilles au ras du sol sur 10 à 20 plantes, de les laver et de les secouer au-dessus d'une surface de piégeage convenable en laboratoire. On peut aussi attraper des adultes du thrips de l'oignon au moyen de pièges englués jaunes, blancs ou bleus. Le choix de la couleur importe peu, car on n'a pas réussi à établir de relation entre les captures sur les pièges, la densité de population de thrips sur les plantes et les dommages causés. On est à mettre au point des programmes de dépistage se basant sur le nombre de thrips sur les plantes en champ. Il existe une relation inverse entre le nombre moyen de thrips par plante dans une saison et le rendement de l'oignon; cependant, on n'a pas encore établi de seuil pour les pulvérisations contre le thrips de l'oignon. Des densités aussi faibles que cinq thrips par plante par saison peuvent avoir un impact important sur le rendement. Au Québec, lorsque les populations atteignent une moyenne de trois thrips, larves ou adultes par feuille d'oignon dans un échantillon aléatoire de 20 plantes par cinq hectares d'oignons, le seuil théorique de pulvérisation est atteint. Au Québec, on échantillonne les champs deux fois par semaine.

Par temps chaud et sec, il faut échantillonner les champs au moins une fois par semaine, surtout en milieu et en fin de saison et après la récolte des plantes-hôtes avoisinantes.

Pratiques culturales — La prévention et les mesures prophylactiques contribuent à réduire les dommages. Il faut cultiver les oignons aussi loin que possible de champs de luzerne, de blé ou d'autres cultures qui servent d'abris aux thrips, car lorsque ces champs sont récoltés avant les champs d'oignons, les populations de thrips migrent vers les champs d'oignons avoisinants et les envahissent. Une irrigation abondante peut réduire les populations de thrips et prévenir le recours aux traitements chimiques. À l'automne, il faut enfouir les aires d'hivernage telles que les feuilles d'oignon et les bulbes malades. Au printemps, le sol des prairies et de la périphérie des champs d'oignons devrait être travaillé afin de détruire les thrips de l'oignon hivernants en les enfouissant.

Lutte biologique — Il existe de nombreux parasites, prédateurs et agents pathogènes qui affectent le thrips de l'oignon, mais peu de renseignements sur l'impact de ces ennemis naturels sur les populations de thrips dans les cultures d'oignons au Canada. L'efficacité des acariens prédateurs utilisés dans la lutte contre les thrips en serres (voir Concombre de serre, thrips des petits fruits) n'a pas été évaluée en champ.

Lutte chimique — Dans la plupart des régions productrices d'oignons, les pulvérisations foliaires contre les mouches de l'oignon sont efficaces contre le thrips de l'oignon. Cependant, depuis 1980, l'utilisation d'insecticides granulaires et un recours plus fréquent aux programmes de dépistage ont permis une diminution des pulvérisations foliaires contre la mouche de l'oignon, mais ont aussi entraîné des dommages plus importants imputables au thrips de l'oignon. Le thrips de l'oignon ne serait résistant à aucun des insecticides couramment utilisés dans la production d'oignons au Canada.

Références bibliographiques

- Edelson, J.V., et J.J. Magaro. 1988. Development of onion thrips, *Thrips tabaci* Lindemann, as a function of temperature. *Southwest. Entomol.* 13:171-176.
 Lewis, T. 1973. *Thrips: Their Biology, Ecology and Economic Importance*. Academic Press, Londres. 349 pp.
 North, R.C., et A.M. Shelton. 1986. Overwintering of thrips, *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae), in New York. *Environ. Entomol.* 15:695-699.

(Texte original de G.J.R. Judd)

► Autres insectes

Puceron de l'échalote *Myzus ascalonicus* Doncaster

On trouve ce puceron au Canada et il peut transmettre des virus; voir virus de la bigarrure de l'oignon et virus latent de l'échalote, dans le présent chapitre.

AUTRES RÉFÉRENCES

- Crête, R., L. Tartier et A. Devaux. 1981. *Maladies de l'oignon au Canada*. Agric. Can. Publ. 1716/F. 37 pp.
 Hall, D.H. 1985. Common names for onion diseases. *Plant Dis.* 69:663-664.
 Rabinowitch, H.D., et J.L. Brewster, eds. 1988, 1989. *Onions and Allied Crops*. CRC Press, Boca Raton, Floride. Vol. 1. 288 pp., Vol. 2. 320 pp., Vol. 3. 272 pp.
 Sutton, A., ed. 1993. *Onions*. Ciba-Geigy, Basel, Suisse. 72 pp.