16 Pomme de terre

Figures *16.1* à *16.115*; *16T1* à *16T9*
Tableau 16.1

Bactérioses
- Flétrissement bactérien
- Gale
  - Gale acidiphile
  - Gale commune
  - Gale superficielle (rousselure)
- Jambe noire
- Pourriture molle (pourriture molle bactérienne)
- Rosissement des yeux

Mycoses
- Alternariose (maladie des taches brunes)
- Dartrose
- Fusariose vasculaire
- Gale argentée (tache argentée)
- Gale poudreuse
- Galle verruqueuse
- Gangrène (tache en coup de pouce)
- Mildiou
- Moisissure grise
- Moucheture du tubercule (oosporose)
- Pourriture aqueuse
- Pourriture du semenceau
- Pourriture rose
- Pourriture sèche
- Rhizoctonie (rhizoctone brun, rhizoctone noir, variole des tubercules)
- Sclérotiniose
- Verticilliose

Viroses et mycoplasmoses
- Balai de sorcière
- Calicot
- Enroulement de la pomme de terre
- Filosité des tubercules
- Jaunisse de l'aster (nanisme pourpre, touffe pourpre)
- Mosaïques
  - Virus A de la pomme de terre
  - Virus M de la pomme de terre
  - Virus S de la pomme de terre
  - Virus X de la pomme de terre
  - Virus Y de la pomme de terre
- Nécrose annulaire (marbrure de la tige)

Maladies non parasitaires
- Coeur creux
- Coeur noir
- Crevasses de croissance
- Pourriture gélatineuse
- Autres désordres physiologiques
  - Anomalies génétiques
  - Boulage (tubercules secondaires)
  - Brunissement du talon
  - Désordres nutritionnels
  - Germination introrse
  - Phytotoxicité des herbicides
  - Tacheture interne
  - Verdissement
  - Accidents divers

Nématodes
- Nématode cécidogène du nord (nématode à galles du nord)
- Nématode de la pourriture des racines
- Nématode des lésions racinaires (nématode des racines)
- Nématodes à kyste de la pomme de terre
  - Nématode doré de la pomme de terre
  - Nématode à kyste incolore
- Nématodes ectoparasites

Insectes
- Altise de la pomme de terre
- Altise des tubercules
- Cicadelle de la pomme de terre
- Doryphore de la pomme de terre
- Perce-tige de la pomme de terre
- Puceron de la pomme de terre
- Puceron du nerprun
- Puceron vert du pêcher
- Autres pucerons
  - Puceron de la digitale
  - Puceron des germes de la pomme de terre
  - Puceron du haricot
  - Puceron du lis
  - Puceron du melon (puceron du coton)
- Vers blancs (hannetons)
  - Hanneton commun
  - Autres hannetons

Vers fil-de-fer (taupins)
- Taupin obscur
- Taupin bosselé
- Taupin du blé
- Autres insectes
  - Cicadelle de l'aster
  - Criquets
  - Méloés
  - Mouche des légumineuses
  - Moucheron de la pomme de terre
  - Perce-tige tacheté
  - Psylle de la pomme de terre
  - Punaise terne
  - Pyrale du maïs
  - Vers gris

Autres ravageurs
- Limaces
- Mille-pattes

Autres références

Tableau

16.1 Clef d'identification des femelles aptères qui infestent la pomme de terre au Canada.

BACTÉRIOSES

► Flétrissement bactérien *Fig. 16.1 à 16.5*

Clavibacter michiganensis subsp. *sepedonicus* (Spieckerman & Kotthoff) Davis *et al.*
(syn. *Corynebacterium sepedonicum* (Spieckerman & Kotthoff) Skapton & Burkholder)

Le flétrissement bactérien est une maladie très grave de la pomme de terre. Elle cause des dommages très sérieux et elle est extrêmement infectieuse. Elle a été décrite pour la première fois en Allemagne en 1906 et signalée pour la première fois en Amérique du Nord en 1931. Jusqu'au début des années 70, elle a souvent causé des pertes importantes au Canada. Depuis la mise en place d'un système d'inspection sévère et l'adoption de programmes de lutte, les épidémies ont fortement diminué. Au Canada, l'objectif est d'éliminer de façon systématique le flétrissement bactérien (voir chapitre 8, Maladies et ravageurs introduits).

En nature, la bactérie du flétrissement bactérien attaque seulement la pomme de terre, mais en laboratoire, elle infecte la tomate, l'aubergine et de nombreuses autres espèces de *Solanum*. On a aussi isolé cette bactérie de graines de betterave à sucre.

Symptômes En champ, l'expression des symptômes dépend du cultivar et des conditions générales de culture. Les symptômes peuvent être à peine visibles ou encore très caractéristiques. Les symptômes foliaires n'apparaissent pas avant la floraison, mais certains cultivars, Russet Burbank par exemple, peuvent montrer des symptômes précoces de nanisme sous forme de rosette. Des symptômes foliaires plus visibles font leur apparition normalement à la mi-saison ou plus tard, et apparaissent d'abord sur les feuilles du milieu et du bas de la plante (*16.1*). Les bords des folioles flétries sont légèrement enroulés et des plages vert pâle à jaune pâle apparaissent entre les nervures des feuilles. À mesure que le flétrissement s'accentue, les feuilles infectées développent des nécroses et les symptômes progressent vers le haut jusqu'à ce que la plante en entier flétrisse et meure (*16.2*). En champ, les symptômes les plus importants, et qui servent au diagnostic de la maladie, sont la présence d'une ou de plusieurs tiges flétries par butte et un exsudat laiteux qui s'écoule lorsqu'on pince la tige au point d'attache avec le semenceau. À l'intérieur des tiges, les tissus vasculaires sont bruns.

La pourriture des tissus de l'anneau vasculaire du tubercule est un symptôme caractéristique de la présence du flétrissement bactérien (*16.3*). La coloration des vaisseaux est habituellement à son maximum à la jonction tige-tubercule, et un exsudat laiteux ou caséeux peut apparaître lorsqu'on pince la tige. Cette pourriture débute habituellement après l'apparition des symptômes foliaires, mais ne se développe pas toujours dans les tubercules des plantes infectées.

Le périderme des tubercules gravement infectés (*16.4*) est fendillé et tuméfié. Les tubercules prennent une coloration brun rougeâtre, près des yeux, et s'affaissent en un mélange semi-liquide lorsqu'on les manipule (*16.5*). Des parasites secondaires, notamment les bactéries responsables de la pourriture molle, peuvent causer une pourriture nauséabonde qui masque les symptômes du flétrissement bactérien.

En champ, lorsque les conditions sont humides et que les niveaux d'azote dans le sol sont élevés, il arrive que les plantes n'expriment pas de symptômes, mais produisent des tubercules infectés. Ces tubercules peuvent sembler sains au moment de la récolte. Il peut s'écouler deux à trois mois avant que les symptômes de flétrissement bactérien apparaissent en entrepôt; parfois même, ils ne se développent jamais.

Agent pathogène Le *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* est une bactérie en forme de bâtonnet, claviforme, Gram positif, non mobile, qui mesure 0,4 à 0,6 sur 0,8 à 1,2 µm. Sur gélose nutritive, les colonies sont blanches, minces, translucides et luisantes. Les cellules ne sont pas acido-résistantes. Elles ne liquéfient pas la gélatine et ne réduisent pas les nitrates. Elles produisent de l'acide à partir du fructose, du sucrose, du maltose, du cellobiose, du mannitol et de la salicine, mais pas du rhamnose. La croissance optimale se fait entre 18 et 21°C et s'arrête à 30°C.

Il existe plusieurs techniques de laboratoire qui servent à confirmer la présence de cette bactérie dans des tubercules qui présentent des symptômes typiques de la maladie ou qui semblent sains. La coloration Gram, bien que fiable, a été supplantée par l'immunofluorescence (IFAS) et l'agglutination sur latex. Ces techniques hautement spécifiques peuvent détecter les bactéries en concentrations extrêmement faibles et sont particulièrement utiles pour l'indexage des pommes de terre qui ne présentent pas de symptômes. La technique d'immuno-enzymologie (ELISA) est également sensible et spécifique. Cette technique, utilisée de façon routinière dans plusieurs provinces, sert à détecter la présence de bactéries et de virus chez la pomme de terre. On est à mettre au point des sondes d'ADN qui devraient bientôt être disponibles et utilisables de façon routinière.

Cycle évolutif Les bactéries hivernent habituellement dans des tubercules infectés qui ont été entreposés ou dans les repousses en champ. Il arrive que des tubercules infectés n'expriment pas de symptômes. La bactérie peut survivre pendant plusieurs mois sur des surfaces sèches telles que les sacs, les caisses et les murs des entrepôts qui sont à des températures au-dessous du point de congélation. La viabilité de l'organisme décroît rapidement dans les sols chauds et humides.

La bactérie infecte généralement les tubercules à l'endroit des blessures causées par les planteuses et les arracheuses, et par les couteaux utilisés pour sectionner les tubercules de semence. Les conditions pour la propagation du flétrissement bactérien sont particulièrement favorables au moment de la plantation. Les tubercules sont fractionnés et les bactéries à l'intérieur des tubercules infectés sont propagées aux surfaces fraîchement coupées par les couteaux. Des infections très importantes peuvent avoir pour origine un très petit nombre de tubercules infectés dans un lot de semence de quelques tonnes. En champ, lorsque le nombre de plantes ou de tubercules malades est supérieur à 5 %, le risque que la récolte pourrisse complètement en entrepôt est très élevé. Des données en provenance des États-Unis laissent entendre que le doryphore de la pomme de terre et le puceron vert du pêcher sont des vecteurs de cette maladie.

Il n'existe pas de cultivars de pomme de terre qui soient immuns, mais certains tels que Désirée, Rose Gold, BelRus, Urgenta et Teton expriment rarement des symptômes malgré qu'ils peuvent être porteurs de la maladie. Les cultivars n'ont pas tous la même sensibilité. Les cultivars Norchip, Red Pontiac et Shepody montrent presque

toujours des symptômes, alors que d'autres, tels que Russet Burbank et Red La Soda, ne montrent pas toujours de symptômes typiques. De plus, même parmi les cultivars sensibles, des plantes individuelles peuvent ne pas exprimer de symptômes. Cette sorte de latence est la principale raison qui explique qu'on n'a pas réussi à éliminer le flétrissement bactérien par la seule inspection visuelle des tubercules.

Moyens de lutte ***Pratiques culturales*** — Les moyens de lutte les plus efficaces sont de planter des tubercules de semence sains et certifiés exempts de maladies, et d'observer des mesures d'hygiène rigoureuses. Si la présence du flétrissement bactérien est confirmée sur une ferme, le producteur doit, pour éliminer la maladie :

- Se débarrasser de tous les lots de pommes de terre en les utilisant pour la consommation humaine ou animale;
- Laver soigneusement avec des jets d'eau à haute pression les entrepôts, les caisses-palettes et toute la machinerie utilisée dans la manipulation des pommes de terre du moment de la plantation jusqu'à la récolte et au calibrage et les désinfecter avec des produits comme le formol, l'eau de Javel commerciale et des solutions quaternaires d'ammonium formulées spécialement pour cet usage; il faut laver et désinfecter quotidiennement et entre chaque lot de semence lors de la plantation;
- Jeter tous les vieux sacs de pommes de terre;
- Acheter, pour la plantation, de la semence Certifiée ou d'une classe supérieure;
- Planter de petits tubercules entiers;
- Pratiquer une rotation de trois ans, surtout là où le climat est suffisamment doux pour permettre aux repousses de pomme de terre d'hiverner dans le champ;
- Éviter de cultiver la pomme de terre pendant au moins deux à trois ans après une culture de betterave sucrière;
- Lutter contre les insectes tels que le doryphore de la pomme de terre et le puceron vert du pêcher qu'on soupçonne d'être des vecteurs de la maladie.

Les producteurs de pommes de terre de semence dont les cultures sont affectées par le flétrissement bactérien doivent observer des mesures d'hygiène rigoureuses avant qu'ils soient autorisés à reprendre la culture de pommes de terre de semence. Aucun champ affecté par le flétrissement bactérien ne peut être replanté en pommes de terre avant deux ans.

Le seuil de tolérance du système canadien de certification est de zéro pour cette maladie. Toutes les pommes de terre cultivées pour la semence sont inspectées visuellement pour le flétrissement bactérien, et la majeure partie des superficies en pommes de terre de semence sont aussi vérifiées par des tests de laboratoire effectués après la récolte.

Cultivars résistants — Il n'existe pas de cultivars immuns. Dans la plupart des régions au Canada, on conseille de ne pas utiliser de cultivars résistants parce qu'ils peuvent être des porteurs sains du flétrissement bactérien et une source d'infection pour les cultivars sensibles plus répandus. On peut réduire ce risque en exigeant de tous les producteurs qu'ils plantent de la semence Certifiée.

Références bibliographiques

Bugbee, W.M., et N.C. Gudmestad. 1988. The recovery of *Corynebacterium sepedonicum* from sugar beet seed. *Phytopathology* 78:205-208.

Christie, R.D., A.C. Sumalde, J.T. Schulz et N.C. Gudmestad. 1991. Insect transmission of the bacterial ring rot pathogen. *Am. Potato J.* 68:363-372.

De Boer, S.H., et M. McCann. 1989. Determination of population densities of *Corynebacterium sepedonicum* in potato stems during the growing season. *Phytopathology* 79:946-951.

De Boer, S.H., et S.A. Slack. 1984. Current status and prospects for detecting and controlling bacterial ring rot of potatoes in North America. *Plant Dis.* 68:841-844.

DeBoer, S.H., T.L. DeHaan et J. Mawhinney. 1989. Predictive value of post harvest serological tests for bacterial ring rot of potato. *Can. J. Plant Pathol.* 11:317-321.

Evans, I.R., et J.B. Stenrue. 1986. A field technique for demonstrating bacterial ring rot (BRR) in symptomless potato varieties. *Can. J. Plant Pathol.* 8:348 (Résumé).

Gudmestad, N.C. 1987. Recommendations of the National Task Force for the eradication of bacterial ring rot. *Am. Potato J.* 64:695-697.

Hayward, A.C., et J.M. Waterston. 1964. *Corynebacterium sepedonicum*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, No. 14. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, Angleterre. 2 pp.

Nelson, G.A. 1980. Long-term survival of *Corynebacterium sepedonicum* on contaminated surfaces and in infected potato stems. *Am. Potato J.* 57:595-600.

(Texte original de I.R. Evans et B. Otrysko)

► Gale

Fig. 16.13 à 16.15; 16T1

Gale acidiphile
Streptomyces acidiscabies Lambert & Loria

Gale commune
Streptomyces scabies (Thaxt.) Waksman & Henrici
(syn. *Actinomyces scabies* (Thaxt.) Güssow)
Streptomyces spp.

Gale superficielle (rousselure)
? Streptomyces aureofaciens Duggar

La gale acidiphile, la gale commune et la gale superficielle sont des maladies des tubercules de pomme de terre qui nuisent à leur apparence, leur classification et leurs qualités culinaires, mais qui n'affectent ni le rendement, ni la durée d'entreposage. Le *Streptomyces scabies* entraîne aussi la formation de gale sur les racines de la betterave, de la carotte, du panais, du rutabaga, du navet et du radis, mais les dommages sont rarement importants (voir Betterave, Carotte et Crucifères, gale). Le *Streptomyces acidiscabies* a été signalé sur la pomme de terre au Québec et dans certaines régions des États-Unis. La gale superficielle est connue depuis 1902 aux États-Unis et en Europe, et depuis peu au Canada. La gale poudreuse, qui peut être confondue avec la gale causée par des *Steptomyces*, est une maladie fongique; voir gale poudreuse, dans le présent chapitre.

Symptômes Chez la pomme de terre, on ne peut différencier les symptômes de la gale acidiphile de ceux de la gale commune. Des lésions rondes, irrégulières et brunes qui mesurent généralement moins d'un cm de diamètre apparaissent à la surface des tubercules. Sur les tubercules de pomme de terre, ces gales peuvent être de trois types : la gale de surface produit des lésions superficielles et liégeuses (*16.15*); la gale en saillie (bosselée) produit des lésions éruptives (*16.13*); et la gale profonde produit des lésions brun foncé qui mesurent jusqu'à 6 mm de profondeur (*16.14*). La gale superficielle (rousselure) se caractérise par de fines réticulations liégeuses à la surface du tubercule (*16.15*). La gale commune affecte aussi les tiges

souterraines et les stolons. De quelques taches, l'infection peut se propager jusqu'à recouvrir complètement le tubercule. La gravité et le type de gale dépendent, en partie, de facteurs tels que la souche de *Streptomyces* présente dans le sol, le cultivar de pomme de terre, le contenu en matière organique du sol, la rotation des cultures, les conditions climatiques et l'humidité du sol. Les lésions galeuses et verruqueuses de la gale poudreuse (*16.40*) sont plus petites et plus rondes que celles de la gale commune et de la gale acidiphile, et les lésions sont remplies de masses poudreuses de spores brun foncé. Voir gale poudreuse, dans le présent chapitre.

Agents pathogènes Les *Streptomyces* sont des actinomycètes qui vivent dans le sol sous une forme végétative mycéloïde ou sous forme de spores. On classe ces organismes avec les bactéries, car ils sont incapables de fusion nucléaire et que les caractéristiques biochimiques de leurs parois cellulaires ressemblent plus à celles des bactéries que des champignons. Le *Streptomyces scabies* ressemble à un champignon sous sa forme mycéloïde, mais en diffère par ses filaments mycéliens ténus qui mesurent environ 1 µm de diamètre. Le mycélium est peu ou pas cloisonné. Les spores ou conidies sont cylindriques ou doliformes et mesurent environ 0,5 sur 0,9 à 1,0 µm. Elles sont produites sur des hyphes ramifiés, ou conidiophores, qui forment des cloisons successives, de leur extrémité vers la base. À mesure que la cloison se contracte, les conidies se dissocient et finissent pas se détacher des hyphes. Les conidies peuvent être produites en chaînes spiralées et germent grâce à un ou deux tubes germinatifs qui donnent naissance à la forme mycéloïde. La morphologie des isolats obtenus à partir de la pomme de terre, de la betterave potagère, de la carotte ou des racines de crucifères peut être très différente.

Le *Streptomyces scabies* est un parasite opportuniste qui produit peu de cellules infectieuses ou qui disparaît dès l'apparition des symptômes, ce qui le rend difficile à isoler de tissus malades. Il est plus facile d'isoler cet organisme à partir de jeunes lésions que de lésions âgées, qui peuvent avoir été envahies par des organismes secondaires. En culture, le *Streptomyces scabies* produit des filaments végétatifs hyalins et un mycélium aérien, gris souris pâle, souvent pigmenté de noir sur le pourtour de la colonie. De nombreux milieux sélectifs ont été mis au point pour isoler ce parasite. Il est habituellement plus facile de l'isoler à partir de la pomme de terre que du radis ou du rutabaga. Ce ne sont pas tous les isolats de la pomme de terre qui infectent d'autres plantes légumières. La nature de cette spécificité n'est pas bien comprise. Il n'existe pas de méthodes fiables pour distinguer les souches pathogènes des souches saprophytes.

Les principales caractéristiques du *S. acidiscabies* sont la production de spores blanches portées en chaînes flexueuses de 20 spores ou plus, l'incapacité de synthétiser des pigments mélanoïdes et la capacité d'utiliser tous les sucres ISP (International Streptomyces Project), sauf le raffinose. Ses spores sont lisses, cylindriques et mesurent 0,4 à 0,5 sur 0,6 à 1,1 µm. La couleur des masses de spores dépend du milieu de culture et varie du blanc au rouge orangé grâce à un pigment diffusible sensible au pH, rouge au-dessus de pH 8,3 et jaune doré à des pH inférieurs à 8,3. L'espèce tolère l'acidité et croît sur des géloses à pH 4,0 alors que le *S. scabies* croît plutôt à pH 5,0. Le *Streptomyces acidiscabies* vit dans le sol sous une forme végétative mycéloïde ou sous forme de spores.

Les actinomycètes responsables de la rousselure se caractérisent par l'apparition d'un mycélium jaune brillant sur gélose au malt et à l'extrait de levure qui brunit après deux semaines environ. Le mycélium aérien produit des chaînes flexueuses de spores qui prennent la forme de masses grises à la surface des colonies en culture. Les spores sont cylindriques et lisses et mesurent 0,5 à 0,6 µm de diamètre sur 0,7 à 0,9 µm de longueur. Les souches canadiennes du *S. aureofasciens* ne produisent pas de mélanine, mais dégradent la xanthine et le xylane. La plupart des souches métabolisent le D-fructose, le D-glucose, le D-mannitol, le raffinose, le saccharose et le D-xylose. Le *Streptomyces aureofasciens* se distingue du *S. scabies* par son mycélium pigmenté et ses chaînes flexueuses de spores, mais ne produit pas de mélanine. Par ailleurs, il se distingue du *S. acidiscabies* par la couleur de ses masses de spores et par le fait que sa croissance s'arrête à pH 4,5.

Cycle évolutif Les *Streptomyces* peuvent vivre indéfiniment sous forme de saprophytes sur les végétaux en décomposition dans le sol, et peut-être sur les racines de plantes vivantes et dans le fumier (*16T1*). Ces parasites sont propagés par la pluie, la poussière et les tubercules infectés. Le *Streptomyces* envahit les pommes de terre par les lenticelles pendant les cinq premières semaines du développement des tubercules. Si les tubercules sont secs durant cette période, les bactéries antagonistes au *Streptomyces* et qui sont normalement présentes dans les lenticelles disparaissent, ce qui permet aux organismes de la gale d'infecter plus facilement. La gale ne se développe pas en entrepôt.

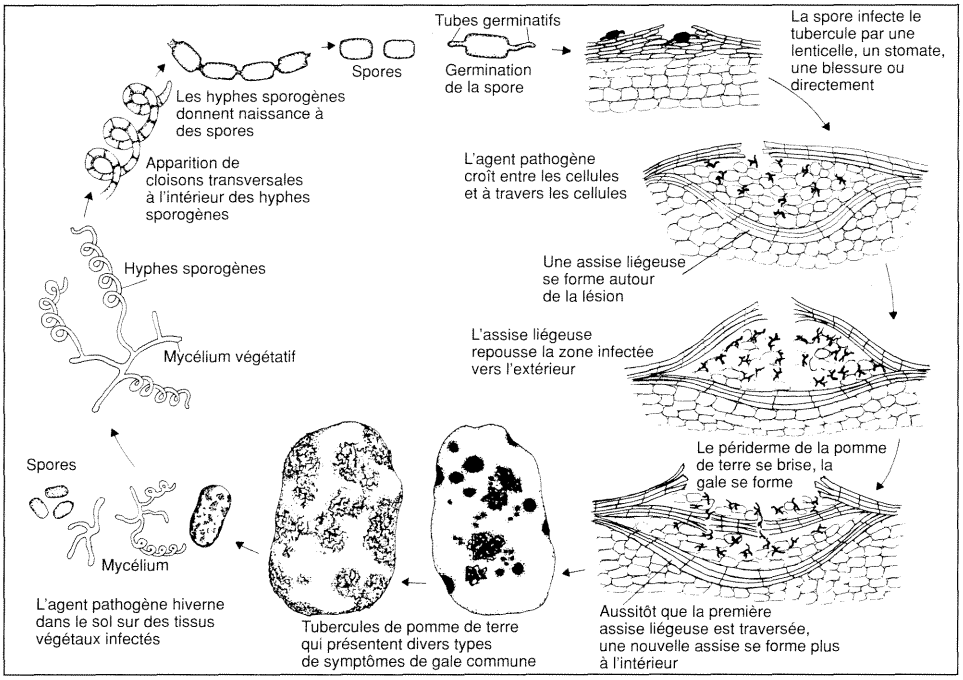
Chez d'autres hôtes, l'infection a lieu au niveau des lenticelles immatures de jeunes tissus et de blessures infligées par les insectes. Après la pénétration, le parasite colonise quelques couches de cellules qui meurent et il survit en saprophyte sur les tissus nécrosés. Les lésions peuvent être envahies par des organismes secondaires qui entraînent la pourriture des tissus de l'hôte.

La gale est généralement plus grave dans les sols légers, sablonneux ou pierreux qui s'assèchent rapidement. La progression de la maladie est particulièrement rapide à des températures du sol entre 20 et 22°C, et lente entre 11 et 13 ou à 30°C. La gale causée par le *S. scabies* et le *S. aureofaciens* n'est pas un problème dans les sols acides, mais son intensité augmente à mesure que le pH s'élève de 5,2 à 8,0. On trouve le *Streptomyces acidiscabies* dans des sols dont le pH est aussi bas que 4,5. On ignore si cet organisme et le *S. aureofaciens* infectent d'autres cultures légumières que la pomme de terre en champ au Canada.

Moyens de lutte ***Pratiques culturales*** — Le maintien d'un niveau adéquat d'humidité dans le sol est une méthode importante dans la lutte contre la gale. La maladie est susceptible d'apparaître dans les sols où le potentiel hydrique se situe entre -0,4 et -0,6 bars ou qui est plus sec, et elle est moins fréquente par temps pluvieux. On recommande aux producteurs de maintenir un niveau adéquat d'humidité dans le sol pendant et après la tubérisation qui a lieu 4 à 6 semaines après la plantation. La concentration plus faible en oxygène des sols humides inhiberait les organismes de la gale.

On évitera un chaulage excessif, car il entraîne une élévation du pH du sol. L'acidification des sols au moyen d'engrais à base de soufre et d'acidifiants peut se révéler efficace en abaissant le pH et l'incidence de la gale commune; cependant, elle est difficile à réaliser dans les sols organiques très tamponnés et peut augmenter la gravité de la gale acidiphile. Il ne faut pas utiliser le fumier d'animaux nourris de tubercules et de racines infectés par la gale dans les champs destinés aux cultures sensibles. La matière organique bien décomposée contribue à retenir l'humidité et à prévenir la sécheresse du sol, condition favorable à la gale. On laissera la matière organique se décomposer avant d'entreprendre la culture de la pomme de terre ou d'autres cultures légumières sensibles. On recommande aussi aux producteurs de planter des tubercules sains et d'éviter les rotations trop courtes entre les cultures de pommes de terre et les autres cultures sensibles, telles que la betterave à sucre, les carottes et les crucifères.

Cultivars résistants — Norking, Superior, Cherokee et Huron ont un bon niveau de résistance à la gale commune. Chieftain, Russet Burbank, Monona, Norchip, Norgold



16T1 Gale commune; cycle évolutif du *Streptomyces scabies* sur la pomme de terre. Reproduit avec la permission de G.N. Agrios, *Plant Pathology*. © 1988 Academic Press.

Russet, Norland, Viking, Avon, Jemseg, Sable, Mirton Pearl et Sebago ont une certaine résistance.

Lutte chimique — Le traitement des semenceaux avec des fongicides peut contribuer à réduire la gale transmise par le tubercule.

Références bibliographiques

Adams, M.J., et G.A. Hide. 1981. Effects of common scab (*Streptomyces scabies*) on potatoes. *Ann. Appl. Biol.* 98:211-216.

Faucher, E., T. Savard et C. Beaulieu. 1992. Characterization of actinomycetes isolated from common scab lesions on potato tubers. *Can. J. Plant Pathol.* 14:197-202.

Faucher, E., B. Otrysko, E. Paradis, N.C. Hodge, R.E. Stall, et C. Beaulieu. 1993. Characterization of streptomycetes causing russet scab in Québec. *Plant Dis.* 77:1217-1220.

Harrison, M.D. 1962. Potato russet scab, its cause and factors affecting its development. *Am. Potato J.* 39:368-387.

Healy, P.G., et D.H. Lambert. 1991. Relationships among *Streptomyces* spp. causing potato scab. *Intl. J. Syst. Bacteriol.* 41:479-482.

Lambert, D.H., et R. Loria. 1989. *Streptomyces acidiscabies* sp. nov. *Intl. J. Syst. Bacteriol.* 39:393-396.

Lambert, D.H., et R. Loria. 1989. *Streptomyces scabies* sp. nov.; nom rev. *Intl. J. Syst. Bacteriol.* 39:387-392.

Lapwood, D.H., et M.J. Adams. 1975. Mechanisms of control of common scab by irrigation. Pages 123-129 dans G.W. Bruehl, ed, *Biology and Control of Soil-borne Plant Pathogens*. APS Press, St. Paul, Minnesota. 216 pp.

Menzies, J.D., et C.E. Dade. 1959. A selective indicator medium for isolating *Streptomyces scabies* from potato tubers or soil. *Phytopathology* 49:457-458.

Williams, S.T., M. Goodfellow, G. Alderson, E.M.H. Wellington, P.H.A. Sneath, et M.J. Sackin. 1983. Numerical classification of *Streptomyces* and related genera. *J. Gen. Microbiol.* 129:1743-1813.

(Texte original de R.J. Howard, I.R. Evans et P.D. Hildebrand)

► Jambe noire *Fig. 16.8 à 16.10*

Erwinia carotovora subsp. *atroseptica* (van Hall) Dye
Erwinia carotovora subsp. *carotovora* (Jones) Bergey *et al.*

La jambe noire se trouve dans toutes les régions où l'on cultive la pomme de terre; elle est souvent accompagnée de pourriture molle. Cette maladie peut causer de lourdes pertes dans les cultures de pommes de terre de semence et de consommation. La gravité de la jambe noire dépend des techniques de préparation des semenceaux, de la quantité d'inoculum présent sur les semenceaux, de l'humidité et de la température du sol au moment de la plantation, des conditions de croissance, du cultivar utilisé et des sources extérieures de bactéries. La pomme de terre est la seule culture touchée par l'*Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*, alors que l'*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* a une vaste gamme d'hôtes, y compris plusieurs cultures légumières.

Symptômes La pourriture des semenceaux peut réduire la germination et les peuplements végétaux. Les premiers signes de la maladie apparaissent à la floraison, lorsqu'une ou plusieurs tiges d'une butte flétrissent soudainement. Normalement, le flétrissement est particulièrement visible par temps très chaud et peut être accompagné d'un jaunissement des feuilles (*16.8*). La partie inférieure de la tige paraît souvent brun grisâtre ou noire. Par suite, elle peut prendre une coloration noir d'encre, généralement juste au-dessus de la ligne de terre jusqu'à environ 15 cm de hauteur sur la tige (*16.10*). À l'intérieur d'une culture, les plantes peuvent être plus ou moins affectées par la jambe noire. Les plantes touchées se trouvent le plus souvent dans les mouillères. Les tiges infectées deviennent molles et spongieuses au-dessus et en dessous de la ligne de terre.

La jambe noire peut entraîner le rabougrissement de jeunes plants de pommes de terre. Chez les plantes plus âgées, le jaunissement et le brunissement du limbe entre les

nervures et l'enroulement des feuilles sont des symptômes caractéristiques. Dans certaines conditions, les plantes malades sont raides et ont un port dressé. Chez certains cultivars, le flétrissement et les symptômes foliaires causés par la jambe noire ressemblent à ceux du flétrissement bactérien, sauf que les tubercules ne présentent pas la pourriture vasculaire typique du flétrissement bactérien.

La bactérie de la jambe noire peut aussi infecter et provoquer la pourriture des tubercules, mais ce type de pourriture n'est pas toujours relié aux plantes qui présentent les symptômes foliaires typiques. Sur les tubercules, les symptômes varient d'une légère coloration des tissus vasculaires à une pourriture molle complète (*16.9*). L'infection débute habituellement au talon et apparaît sous forme d'une pourriture molle, crémeuse et inodore, séparée de façon nette des tissus sains par une ligne brun foncé à noire. Les lenticelles infectées sont habituellement entourées de lésions circulaires translucides et déprimées.

L'infection causée par l'*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* peut aussi produire des symptômes de jambe noire par temps chaud.

Agents pathogènes L'*Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* est une bactérie en bâtonnet, Gram négatif, que l'on trouve isolée, en paires et parfois en courtes chaînes. Elle mesure 0,5 à 0,8 sur 1 à 2,5 µm, se meut par des flagelles péritriches et est anaérobie facultatif. Elle se distingue de l'*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* (voir pourriture molle, dans le présent chapitre) par son incapacité à croître à une température de 37°C et par la production de substances réductrices à partir de saccharose, et acides à partir du maltose et de l'α-méthyl glucoside.

Cycle évolutif La bactérie de la jambe noire se trouve à l'extérieur et à l'intérieur des tubercules, sur les racines de certaines cultures telles que les céréales et la betterave sucrière, et d'adventices telles que la morelle noire, le chénopode blanc, l'amarante à racine rouge, le chardon de Russie, le kochia, le pourpier gras et la mauve (voir chapitre 2, Plantes nuisibles). La bactérie de la jambe noire peut aussi être propagée par l'eau d'irrigation. En l'absence d'hôtes, elle ne survit probablement pas plus d'un an dans le sol. La bactérie est facilement propagée des tubercules infectés aux tubercules sains lors du tranchage des semences, et l'infection est favorisée lorsque la cicatrisation des blessures est retardée. La bactérie peut provoquer la pourriture des semenceaux avant l'émergence des germes, surtout lorsque le sol est détrempé. Parfois les semenceaux infectés pourrissent lentement et la bactérie migre vers les tissus vasculaires de la tige après que les germes ont émergé. Les espèces du genre *Erwinia* peuvent se multiplier dans les tiges, détruire les tissus vasculaires et la moelle et entraîner l'apparition de symptômes foliaires. Durant la saison de croissance, les bactéries qui proviennent des semenceaux en décomposition peuvent s'étendre jusqu'à 60 cm dans le sol et contaminer les nouveaux tubercules. De plus, lors de la récolte, les bactéries dans les tiges et les tubercules qui pourrissent peuvent contaminer les tubercules non infectés. Les tubercules infectés peuvent pourrir durant l'entreposage, ce qui contribue à la propagation de la maladie, ou les bactéries peuvent survivre à l'hiver dans les lenticelles des tubercules. Au printemps suivant, les tubercules infectés se décomposent lorsqu'on les met en terre, ce qui permet au cycle de la maladie de se répéter.

Les tubercules de rebut sont des sources importantes de bactéries de la jambe noire. Lors de la décomposition de pommes de terre, les populations bactériennes augmentent de façon importante. Des insectes tels que les mouches peuvent propager ces bactéries à des cultures de pommes de terre non contaminées.

Les sols détrempés et les basses températures favorisent l'infection et la propagation de la jambe noire. Les jeunes tubercules sont plus sensibles à l'infection que ceux dont le périderme est arrivé à maturité. Une période adéquate de cicatrisation après la récolte ainsi que l'entreposage à une température basse et stable empêchent ou réduisent l'incidence de la pourriture molle. La présence d'eau sur les tubercules atteints de pourriture molle favorise le développement de la maladie et la propagation de l'infection en entrepôt.

Moyens de lutte ***Pratiques culturales*** — Le meilleur moyen de lutter contre cette maladie est d'utiliser des semenceaux exempts de jambe noire et d'observer des façons culturales appropriées et un bon entretien. Il est préférable d'utiliser des tubercules de semence provenant de boutures de tiges ou d'un programme de micropropagation. Avant d'être coupée, la semence doit être réchauffée par l'entreposage des tubercules entre 10 et 13°C à 95 % d'humidité relative pendant 10 à 14 jours. Idéalement, on devrait planter de petits tubercules entiers. Si on doit trancher les tubercules, on doit observer des mesures d'hygiène précises telles que la désinfection des outils de tranchage et de l'équipement de manutention chaque jour et à chaque fois entre deux lots de semence. Les tubercules tranchés doivent être traités avec un fongicide homologué et plantés immédiatement. Il faut laisser subériser les fragments de tubercules à 10°C et à 95 % d'humidité relative pendant cinq à sept jours avant de les planter. La subérisation permet de réduire l'infection par les *Fusarium* et les autres parasites qui prédisposent les plantes à la pourriture molle bactérienne. On doit planter les pommes de terre dans des sols humides, bien drainés et lorsque les températures du sol sont égales ou supérieures à 10°C. On doit éviter de trop irriguer. Il faut attendre deux à trois ans avant de replanter des pommes de terre dans le même champ. Les céréales, les graminées et les plantes fourragères sont indiquées pour la rotation.

Il faut transformer en compost ou enterrer les rebuts de pommes de terre et de légumes ou les donner au bétail comme nourriture parce qu'ils représentent des sources d'*Erwinia* que les insectes peuvent propager aux pommes de terre. On doit nettoyer et désinfecter fréquemment les planteuses, les arracheuses de pommes de terre et les convoyeurs afin de réduire le risque de contamination des tubercules sains. On ne doit pas laver les pommes de terre de semence et on doit les manipuler avec soin afin de réduire au minimum les blessures. Les producteurs de semences doivent éliminer les plantes infectées aussitôt qu'ils en notent la présence dans le champ.

On ne récolte que les tubercules arrivés à maturité. On doit sécher et entreposer les récoltes fraîchement obtenues en suivant les directives qui s'appliquent contre la pourriture sèche fusarienne.

Cultivars résistants — Russet Burbank a une résistance moyenne à la jambe noire. Tous les autres cultivars couramment utilisés au Canada sont sensibles.

Lutte chimique — Le traitement des semenceaux à l'aide d'un fongicide efficace contre la pourriture fusarienne du semenceau peut contribuer à réduire la gravité de la jambe noire et de la pourriture molle bactérienne.

Références bibliographiques

Bain, R.A., et M.C.M. Pérombelon. 1988. Methods of testing potato cultivars for resistance to soft rot of tubers caused by *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*. *Plant Pathol.* 37:431-437.

Bain, R.A., M.C.M. Pérombelon, L. Tsror et A. Nachmias. 1990. Blackleg development and tuber yield in relation to numbers of *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* on seed potatoes. *Plant Pathol.* 39:125-133.

Bradbury, J.F. 1977. *Erwinia carotovora* var. *atroseptica*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, Angleterre. 2 pp.

Molina, J.J., et M.D. Harrison. 1980. The role of *Erwinia carotovora* in the epidemiology of potato blackleg. II. The effect of soil temperature on disease severity. *Am. Potato J.* 57:351-363.

Vruggink, H., et S.H. De Boer. 1978. Detection of *Erwinia carotovora* var. *atroseptica* in potato tubers with immunofluorescence following induction of decay. *Potato Res.* 21:225-229.

(Texte original de I.R. Evans, J.R. Letal et R.J. Howard)

► Pourriture molle (pourriture molle bactérienne)

Fig. 16.6 et 16.7; 16T2

Bacillus spp.
Clostridium spp.
Erwinia carotovora subsp. *carotovora* (Jones) Bergey *et al.*
Erwinia carotovora subsp. *atroseptica* (van Hall) Dye
Flavobacterium spp.
Pseudomonas spp.

La pourriture molle cause des dommages aux pommes de terre en champ et en entrepôt. Les pertes peuvent être importantes, surtout en entrepôt. Les bactéries de la pourriture molle s'attaquent à une vaste gamme de légumes à racines, à feuilles et à fruits, tels que la carotte, le chou, l'oignon et la tomate.

Symptômes On trouve souvent les pourritures molles bactériennes en même temps que d'autres maladies comme le mildiou, la pourriture aqueuse et la jambe noire. Seuls les tubercules montrent des symptômes; ils sont infectés par les lenticelles, ce qui entraîne l'affaissement des tissus avoisinants et la formation de lésions brunes et déprimées pouvant atteindre 1 cm de diamètre (*16.6*). Lorsqu'un tubercule est fortement abîmé lors des opérations de manutention, il peut être infecté en entier. Dans les zones infectées, la chair des tubercules est de couleur crème et devient brune par la suite; elle est visqueuse et dégage une odeur nauséabonde (*16.7*). À l'intérieur des tubercules, une ligne nette sépare les tissus sains des tissus malades. Lorsque les conditions sont humides, les tubercules peuvent pourrir dans le sol. Les pommes de terre entreposées peuvent subir de graves dommages si elles ont été endommagées par le gel ou si elles ont été récoltées en conditions humides.

Agents pathogènes L'*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* est une bactérie en bâtonnet qui mesure 0,5 à 0,8 sur 1,0 à 3,0 µm, Gram négatif, non sporulée, anaérobie facultative, munie de flagelles péritriches et que l'on trouve isolée ou en courtes chaînes (Pour la description de l'*Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*, voir jambe noire, dans le présent chapitre).

Les bactéries du genre *Erwinia* sont faciles à isoler à partir de morceaux de tissu végétal prélevés à la périphérie des zones de pourriture. Lorsqu'on cultive ces bactéries sur un milieu sélectif à base de polypectate, tels que les milieux au pectate et au violet cristallisé de Stewart-MacConkey ou de Cuppels-Kelman, elles produisent des puits ou des cratères profonds dans l'agar. Les autres bactéries aérobies pectolytiques qui participent à la pourriture molle, telles que les *Bacillus*, les *Pseudomonas* et les *Flavobacterium*, ont une croissance lente et ne produisent que des cratères superficiels sur la gélose au pectate.

La plupart des souches d'*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* ne produisent pas d'acide à partir de l'α-méthyl glucoside ou de substances réductrices à partir du saccharose. Sur gélose nutritive ou en bouillon nutritif, leur croissance s'arrête à des températures supérieures à 36°C. La plupart des souches ne produisent pas d'acide à partir du maltose. On peut utiliser des techniques sérologiques pour différencier les bactéries responsables de la pourriture molle de celles qui sont responsables de la jambe noire.

Cycle évolutif Les bactéries de la pourriture molle peuvent survivre plusieurs mois dans le sol et peuvent être propagées par l'eau d'irrigation (*16T2*). Elles envahissent les tubercules par suite de dommages mécaniques causés par le gel, les insectes ou d'autres organismes. La pourriture molle se développe à la faveur de températures élevées et dans un sol humide. Les jeunes tubercules sont plus sensibles à la pourriture que ceux qui sont arrivés à maturité.

La maladie peut se propager des tubercules infectés aux tubercules sains pendant l'entreposage et le transport lorsque l'humidité est élevée et que la ventilation n'est pas adéquate. Le lavage des pommes de terre à l'eau sale et l'emballage de tubercules humides et chauds dans des sacs de plastique mal ventilés favorisent le développement de la pourriture molle.

Moyens de lutte ***Pratiques culturales*** — On doit cultiver la pomme de terre dans des sols fertiles et bien drainés, et on ne doit récolter que les tubercules qui sont à maturité. Le défanage avant la récolte accélère la maturation des tubercules. Les pommes de terre ensachées immédiatement après la récolte doivent être arrachées par temps frais afin de refroidir les tubercules. La lutte contre les autres maladies ainsi que le soin apporté aux manipulations des tubercules pour réduire au minimum les blessures et les meurtrissures contribuent aussi à réduire les problèmes causés par la pourriture molle. Les producteurs doivent observer les stratégies de lutte décrites pour la jambe noire.

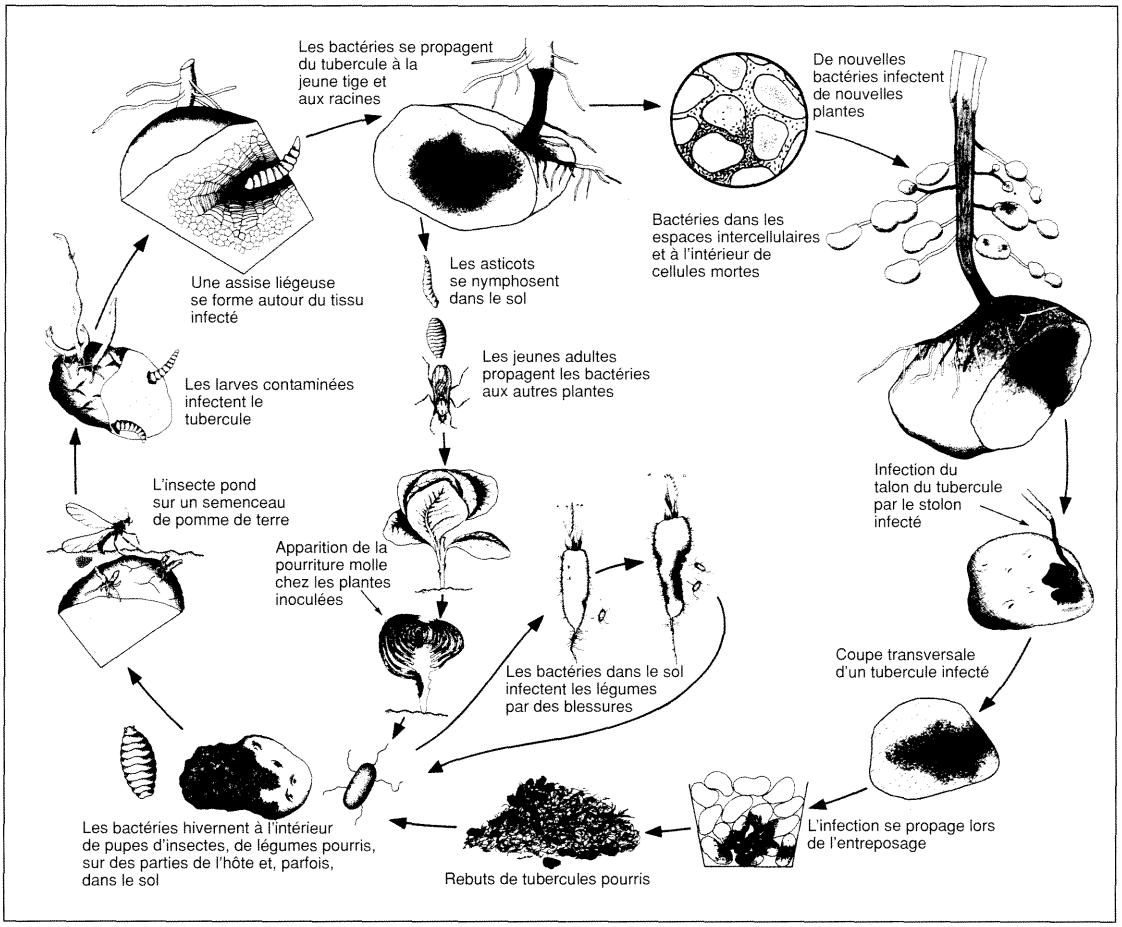
Lors du processus de lavage, on changera l'eau souvent afin d'éviter l'accumulation de bactéries. On ne doit pas faire tremper les tubercules trop longtemps. On doit procéder à un dernier rinçage à l'eau claire afin de nettoyer les tubercules en surface. On doit sécher les pommes de terre avant de les ensacher. On ne doit pas laver les pommes de terre de semence pour éviter que des blessures ou de l'eau sur les tubercules ne favorisent l'infection par les bactéries de la pourriture molle et n'augmentent l'incidence de la pourriture du semenceau.

Lutte chimique — L'addition d'eau de Javel à l'eau de rinçage contribue à réduire les populations résiduelles de bactéries de la pourriture molle sur les tubercules avant qu'ils soient mis en sac pour le marché. On conseille aux producteurs et aux emballeurs de consulter la Direction générale de la protection de la santé, Santé et Bien-être social Canada, pour obtenir des informations concernant l'utilisation de l'eau chlorée sur les légumes.

Références bibliographiques

Bradbury, J.F. 1977. *Erwinia carotovora* var. *carotovora*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, No. 552. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, Angleterre. 2 pp.

Elphinstone, J.G., et M.C.M. Pérombelon. 1986. Contamination of potatoes by *Erwinia carotovora* during grading. *Plant Pathol.* 35:25-33.



16T2 Pourriture molle bactérienne; cycle évolutif de l'*Erwinia* sur les cultures légumières. Reproduit avec la permission de G.N. Agrios, *Plant Pathology*. © 1988 Academic Press.

Lund, B.M., et A. Kelman. 1977. Determination of the potential for development of bacterial soft rot of potatoes. *Am. Potato J.* 54:211-225.

Pérombelon, M.C.M., et R. Lowe. 1975. Studies on the initiation of bacterial soft rot in potato tubers. *Potato Res.* 18:64-82.

(Texte original de I.R. Evans et R.J. Howard)

►Rosissement des yeux *Fig. 16.11 et 16.12*

? *Pseudomonas fluorescens* (Trevissan) Migula

Le rosissement des yeux se trouve surtout dans l'est du Canada. C'est habituellement une maladie peu importante dans la pomme de terre. En nature, le *Pseudomonas fluorescens* est très répandu dans le sol et dans l'eau, et il est souvent responsable de la détérioration des aliments. C'est un épiphyte qu'on isole régulièrement de plantes malades. Certaines souches sont glaçogènes et peuvent rendre les plantes plus sensibles au gel.

Symptômes Des plages superficielles roses à brunes se trouvent autour des yeux ou à l'apex des tubercules au moment de la récolte (*16.11*). Le périderme des tubercules affectés sèche et se fendille facilement. Une coloration interne brun rougeâtre à noire, des dépressions et une pourriture molle sont souvent observées lorsque le rosissement des yeux est grave (*16.12*). Les tubercules malades sont habituellement fluorescents sous l'ultraviolet.

Agent pathogène (voir Laitue, bactérioses à *Pseudomonas*)

Cycle évolutif On n'a pas encore réussi à établir une relation de cause à effet entre le parasite et cette maladie. Le rosissement des yeux est parfois accompagné de verticilliose, de rhizoctonie et de mildiou, mais on peut aussi le trouver sur des tubercules exempts de toutes ces maladies. Le *Pseudomonas fluorescens* survit sur la matière organique dans le sol et est généralement plutôt saprophyte que parasite. Il requiert des taux élevés d'humidité du sol, pour envahir directement les tubercules par les lenticelles, ou encore des dommages tels que des blessures ou d'autres maladies. Lorsque les conditions d'entreposage sont chaudes (supérieures à 7°C) et humides, la bactérie peut se propager à d'autres tubercules par les blessures et les lenticelles.

Moyens de lutte ***Pratiques culturales*** — Garder le sol à une humidité relativement constante, notamment à la fin de la saison, peut réduire l'incidence du rosissement des yeux. On peut freiner le développement du rosissement des yeux en entrepôt en abaissant les températures, en réduisant l'humidité et en augmentant la circulation d'air à travers les tubercules entreposés. Il faut soumettre immédiatement à la transformation les tubercules gravement atteints par le rosissement des yeux.

Références bibliographiques
Cuppels, D.A., et A. Kelman. 1980. Isolation of pectolytic fluorescent pseudomonads from soil and potatoes. *Phytopathology* 70:1110-1115.
Folsom, D., et B.A. Friedman. 1959. *Pseudomonas fluorescens* in relation to certain diseases of potato tubers in Maine. *Am. Potato J.* 36:90-97.
Frank, J.A., R.E. Webb et D.R. Wilson. 1973. The relationship between Verticillium wilt and the pink eye disease of potatoes. *Am. Potato J.* 50:431-438.
Sands, D.C., et L. Hankin. 1975. Ecology and physiology of fluorescent pectolytic pseudomonads. *Phytopathology* 65:921-924.
Secor, G., et Rouse, D. 1992. Proceedings of the second conference on pinkeye of potatoes. *Am. Potato J.*69:149-154.

(Texte original de I.R. Evans et R.J. Howard)

MYCOSES

► Alternariose (maladie des taches brunes)

Fig. 16.20 à 16.22

Alternaria solani Sorauer

On trouve l'alternariose partout où l'on cultive la pomme de terre. Les pertes peuvent être importantes lorsque l'infection foliaire est grave avant ou peu après la floraison. Cette maladie touche aussi la tomate, le poivron, l'aubergine et plusieurs adventices de la famille des solanacées.

Symptômes Les premiers symptômes de l'alternariose apparaissent sous forme de petites taches brunes ponctuelles sur les feuilles âgées. Ces lésions sont rondes, mesurent 3 à 10 mm de diamètre et sont composées d'anneaux concentriques de tissus morts qui les font ressembler à une cible (*16.20*). Les lésions prennent une forme anguleuse lorsque leur croissance est limitée par les nervures de la feuille. Le pourtour des lésions est souvent jaune et flou. Lorsque l'humidité et la rosée perdurent, une infection importante peut causer des pertes de surface foliaire suffisantes pour entraîner ainsi une diminution de rendement. Les feuilles infectées ne tombent habituellement pas (*16.21*). À mesure que la maladie se répand, des lésions apparaissent sur les feuilles supérieures et sur les fanes. L'alternariose se rencontre plus fréquemment sur les fanes sénescentes, carencées en azote ou qui souffrent d'autres maladies.

Sur les tubercules, les symptômes peuvent apparaître pendant l'entreposage (*16.22*). L'infection prend la forme de zones sombres, déprimées, habituellement rondes et entourées d'une bordure saillante dont la taille peut s'accroître pendant l'entreposage. Dans la chair du tubercule, des lésions brunes et coriaces demeurent superficielles.

Agent pathogène L'*Alternaria solani* produit un mycélium brun grisâtre à noir. Les conidies brunes sont rostrées, mesurent 150 à 300 sur 15 à 19 µm et peuvent avoir jusqu'à 11 cloisons transversales. La croissance du champignon est bonne en culture, mais il sporule peu.

Cycle évolutif Le champignon survit dans les résidus de culture infectée, le sol, les tubercules contaminés et sur d'autres plantes de la famille des solanacées. Les spores sont transportées à la surface des feuilles par le vent ou par les éclaboussures d'eau, ou entrent en contact avec les feuilles qui touchent le sol. Les spores germent en présence d'eau et pénètrent directement la surface foliaire. Les premières lésions apparaissent au moment de la floraison. Sous une forte fumure azotée, les jeunes feuilles et les cultures ne montrent pas de symptômes parce qu'elles sont «résistantes» à l'infection. La propagation secondaire aux feuilles saines se fait par les conidies produites sur les premières feuilles infectées. Les conditions optimales de la production de conidies se situent à ou près de 20°C et le développement s'arrête à des températures supérieures à 27°C. Les nuits fraîches (moins de 15°C) et humides ou la formation de rosée favorisent la production des spores et leur germination. Des feuilles sénescentes ou mortes peuvent être colonisées par d'autres *Alternaria* qui sont des parasites faibles ou des saprophytes.

Les tubercules s'infectent au moment où ils sont arrachés d'un sol contaminé en surface par les spores d'*Alternaria*. Les conditions qui accentuent l'alternariose augmentent aussi la quantité de spores à la surface du sol. L'infection des tubercules se fait principalement par les blessures. Les tubercules récoltés avant maturité sont plus vulnérables à l'infection.

Moyens de lutte ***Pratiques culturales*** — Les producteurs doivent enterrer les fanes infectées, maintenir une bonne fertilité du sol et ne pas utiliser la pomme de terre, la tomate ou l'aubergine dans la rotation pendant au moins deux ou trois ans. On doit laisser les tubercules atteindre leur pleine maturité avant de les récolter. Il faut faire attention de ne pas arracher les pommes de terre lorsque le sol est humide. Il faut éviter de blesser les tubercules durant la récolte et les opérations de manutention.

Lutte chimique — Au Canada, il existe plusieurs fongicides foliaires homologués contre l'alternariose. Ils doivent être appliqués aussitôt que des taches apparaissent sur les folioles du bas. Plusieurs pulvérisations hebdomadaires peuvent être nécessaires si le climat est chaud et humide. En fin de saison, lorsque la maladie est grave, le traitement des plantes, au moment du défanage ou après, contribue à réduire la production de spores qui infectent les tubercules. Il existe des modèles prévisionnels pour aider les producteurs à prédire les épidémies et à planifier les pulvérisations fongiques.

Références bibliographiques
Ellis, M.B., et I.A.S. Gibson. 1975. *Alternaria solani*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, No. 475. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, Angleterre. 2 pp.
Holley, J.D., R. Hall et G. Hofstra. 1985. Effects of cultivar resistance, leaf wetness duration and temperature on rate of development of potato early blight. *Can. J. Plant Sci.* 65:179-184.
Pscheidt, J.W., et W.R. Stevenson. 1988. The critical period for control of early blight (*Alternaria solani*) of potato. *Am. Potato J.* 65:425-438.
Venette, J.R., et M.D. Harrison. 1973. Factors affecting infection of potato tubers by *Alternaria solani* in Colorado. *Am. Potato J.* 50:283-292.

(Texte original de I.R. Evans et R.J. Howard)

► Dartrose

Fig. 16.16 et 16.17

Colletotrichum coccodes (Wallr.) S.J. Hughes
(syn. *Colletotrichum atramentarium* (Berk. & Broome) Taubenhaus)

La dartrose provoque la pourriture des tubercules (*16.17*), des stolons, des racines et des tiges. Le parasite produit des

microsclérotes noirs en forme de point (*16.16*) (voir Tomate, anthracnose). Les symptômes foliaires qu'il cause et ceux de la fusariose vasculaire, de la verticilliose et de la rhizoctonie peuvent être confondus. L'utilisation de semence saine, la rotation des cultures et une fertilité optimale du sol sont les seuls moyens de lutte connus.

Références bibliographiques

Davies, J.R., S.K. Mohan, L.H. Sorensen et A.T. Schneider. 1988. *Colletotrichum coccodes* on potato foliage, the association with metribuzin, yield losses and colonization of tubers. *Am. Potato J.* 65:475-476. (Résumé)

Mordue, J.E.M. 1967. *Colletotrichum coccodes*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, No. 131. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, Angleterre. 2 pp.

Read, P.J. 1991. The susceptible of tubers of potato cultivars to black dot (*Colletotrichum coccodes* (Wallr.) Hughes). *Ann. Appl. Biol.* 119:475-482.

Read, P.J., et G.A. Hide. 1988. Effects of inoculum source and irrigation on black dot disease of potatoes (*Colletotrichum coccodes* (Wallr.) Hughes) and its development during storage. *Potato Res.* 31:493-500.

(Texte original de I.R. Evans et R.J. Holey)

►Fusariose vasculaire *Fig. 16.23*

Fusarium avenaceum (Fr.:Fr.) Sacc.
Fusarium oxysporum Schlechtend.:Fr.
Fusarium solani (Mart.) Sacc.
Fusarium solani f. sp. *eumartii* (C. Carpenter) W.C. Snyder & H.N. Hans.

De nombreuses espèces de *Fusarium* peuvent causer un flétrissement chez la pomme de terre. Les pertes de rendement sont plus élevées lors de saisons très chaudes et sèches. La pomme de terre est le seul hôte connu du *F. solani* f. sp. *eumartii*; les autres espèces attaquent de nombreuses autres plantes.

Symptômes Les symptômes induits par les quatre espèces de *Fusarium* responsables de trachéomycoses sont semblables. Les tubercules présentent des taches superficielles, des nécroses, y compris le brunissement et la pourriture du talon, et un brunissement des tissus vasculaires. Le brunissement des tissus vasculaires peut ne pas être visible lors du calibrage, mais il réduit de façon notable la qualité marchande. L'infection entraîne généralement le flétrissement et la mort prématurée des feuilles et des tiges, souvent une tige à la fois (*16.23*). Le brunissement des tissus vasculaires et la pourriture du cortex s'observent habituellement dans les parties inférieures des tiges et dans les racines. D'autres symptômes peuvent inclure la chlorose, le jaunissement ou le brunissement des feuilles; le feuillage demeure en rosette végétative et prend une teinte rouge violacé alors que des tubercules se forment à l'axe des feuilles.

La fusariose vasculaire et la verticilliose, qui causent des symptômes foliaires semblables, peuvent être confondues. Cependant, les symptômes d'infection interne des tiges sont généralement importants dans le cas de la fusariose vasculaire, alors que, dans celui de la verticilliose, ils sont confinés au système vasculaire.

Agents pathogènes Il est difficile de différencier les différentes espèces de champignon qui causent la fusariose vasculaire même en culture pure. (Pour la description du *Fusarium solani* et du *Fusarium avenaceum*, voir pourriture sèche, dans le présent chapitre; le *Fusarium oxysporum* est décrit dans le chapitre Céleri, jaunisse fusarienne). Le *Fusarium solani* f. sp. *eumartii* produit un mycélium clairsemé, des sporodochies brun pâle, des macroconidies à trois ou quatre cloisons, qui sont presque droites dans leur moitié inférieure et légèrement incurvées dans leur moitié supérieure, et parfois des microconidies.

Il est particulièrement facile d'isoler les espèces de *Fusarium* responsables de trachéomycoses à partir de racines infectées et de la partie inférieure des tiges. On isole rarement le *Fusarium solani* f. sp. *eumartii* et le *F. oxysporum* à partir de tissus de tubercules brunis.

Cycle évolutif Les agents de la fusariose vasculaire peuvent demeurer dans le sol pendant de nombreuses années et sont propagés par des semenceaux infectés. Les rotations habituelles de trois à quatre années peuvent ne pas se révéler très efficaces pour réduire le niveau d'inoculum tellurique dans les champs lourdement contaminés. Le flétrissement est particulièrement fréquent lorsqu'un temps très chaud et sec impose un stress aux plants de pommes de terre. L'infection des racines peut avoir lieu à des températures inférieures à 20°C, mais les champignons de la fusariose vasculaire sont plus actifs lorsque la température du sol est plus élevée. La culture intensive de la pomme de terre dans des sols infectés conduit à une accumulation des agents de la fusariose vasculaire et finit par rendre le terrain inutilisable pour la production de pommes de terre.

Moyens de lutte ***Pratiques culturales*** — Les producteurs doivent utiliser des pommes de terre de semence saines et cultiver ces plantes dans des sols où l'on pratique une rotation appropriée des cultures avec les céréales, les graminées et les fourrages. On recommande d'éviter de laisser du sol, des tubercules ou des résidus de plantes infectées sur la machinerie pour ne pas contaminer les champs sains. L'enfouissement des fanes infectées favorise la décomposition rapide des résidus et diminue la survie des *Fusarium*.

Lutte chimique — Le traitement des tubercules à l'aide de fongicides contribue à réduire les niveaux d'inoculum sur les tubercules et à protéger les semenceaux contre une infection provenant du sol, surtout si des tubercules fraîchement tranchés sont utilisés pour la plantation.

Références bibliographiques

Emmond, G.S., et R.J. Ledingham. 1972. Effects of crop rotation on some soil-borne pathogens of potato. *Can. J. Plant Sci.* 52:605-611.

Goss, R.W. 1940. A dry rot of potato stems caused by *Fusarium solani*. *Phytopathology* 30:160-165.

Hwang, S.F., et I.R. Evans. 1985. Eumartii wilt of potato in Alberta. *Can. Plant Dis. Surv.* 65:57-59.

McLean, J.G., et J.C. Walker. 1941. A comparison of *Fusarium avenaceum*, *F. oxysporum*, and *F. solani* var. *eumartii* in relation to potato wilt in Wisconsin. *J. Agric. Res.* 63:495-525.

(Texte original de I.R. Evans et R.J. Howard)

►Gale argentée (tache argentée) *Fig. 16.44 à 16.46*

Helminthosporium solani Durieu & Mont.
(syn. *Spondylocladium atrovirens* (C. Harz.) C. Harz.: Sacc.)

La gale argentée est une maladie du périderme habituellement peu importante chez les pommes de terre non lavées et destinées normalement à être pelées. Cependant, avec l'avènement sur le marché des pommes de terre lavées et vendues dans des sacs de plastique transparent, la tendance à consommer des pommes de terre avec la pelure et l'utilisation de tubercules non pelés pour les frites et les

croustilles, ce problème soulève une inquiétude grandissante. La gale argentée n'affecte que la pomme de terre parmi les légumes.

Symptômes Des taches rondes, brun pâle ou grisâtres et parcheminées apparaissent à la surface les tubercules (*16.44*). Ces lésions s'agrandissent et recouvrent presque toute la surface du tubercule (*16.45*). Les tubercules infectés qui sont humides ou mouillés ont un éclat argenté caractéristique. La formation de spores, surtout à la périphérie des jeunes lésions, donne aux tubercules une apparence charbonneuse. La gale argentée est très perceptible sur les pommes de terre à peau rouge parce qu'elle peut en masquer la couleur. L'infection cause une diminution de la qualité et fait perdre des quantités excessives d'eau aux tubercules et les fait se ratatiner pendant l'entreposage. Les lésions pénètrent de quelques millimètres à l'intérieur de la chair et sont difficiles à enlever lors des opérations commerciales d'épluchage des tubercules (*16.46*).

Agent pathogène L'*Helminthosporium solani* produit un mycélium brunâtre et des conidiophores cloisonnés dont les conidies sont portées sur des verticilles visibles à l'oeil nu. Les spores mesurent 7 à 11 sur 24 à 85 µm, sont brun foncé, ont deux à huit cloisons, sont effilées à l'apex et ont une cicatrice foncée caractéristique à la base.

Cycle évolutif Le champignon est propagé par les semenceaux et les tubercules laissés dans le champ. La semence saine peut être infectée si elle est plantée dans des sols infectés. Les tubercules matures, laissés dans le champ tard en saison dans des sols humides et chauds, sont aussi sensibles à l'infection. Le parasite peut infecter les tubercules par les lenticelles ou directement par le périderme. L'importance de la maladie augmente lors de l'entreposage, et l'infection des tubercules se produit à des taux d'humidité de plus de 93 % et à des températures supérieures à 3°C.

Moyens de lutte ***Pratiques culturales*** — Les producteurs doivent planter des tubercules sains et pratiquer la rotation des cultures. On doit récolter les tubercules à maturité et ventiler les entrepôts avec de l'air chaud et sec afin d'assécher la surface des tubercules. Ensuite, on doit entreposer les tubercules à des températures aussi froides que possible.

Lutte chimique — En présence de gale argentée ou lorsqu'il y a danger que la maladie se développe en entrepôt, les pommes de terre destinées à l'entreposage, particulièrement les pommes de terre de semence, doivent être traitées à l'aide d'un fongicide. Avant la plantation, on traitera aussi les semenceaux avec un fongicide recommandé. Certaines souches du champignon responsable de la gale argentée sont résistantes au benzimidazole.

Références bibliographiques

Ellis, M.B. 1968. *Helminthosporium solani*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, No. 166. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, Angleterre. 2 pp.

Heiny, D.K., et G.A. McIntyre. 1983. *Helminthosporium solani* Dur. & Mont. development on potato periderm. *Am. Potato J.* 60:773-789.

Jellis, G.J., et G.S. Taylor. 1977. Control of silver scurf (*Helminthosporium solani*) disease of potato with benomyl and thiabendazole. *Ann. Appl. Biol.* 86:59-67.

Rodriguez, D., G. Secor et P. Nolte. 1990. Resistance of *Helminthosporium solani* isolates to benzimidazole fungicides. *Am. Potato J.* 67:574-575. (Résumé)

(Texte original de I.R. Evans et J.D. Holley)

► Gale poudreuse *Fig. 16.40*

Spongospora subterranea (Wallr.) Lagerh.

Cette maladie cause des lésions galeuses et verruqueuses à la surface des tubercules. Les lésions sont remplies de masses poudreuses de spores brun foncé. Chaque masse contient de nombreuses spores dormantes mononucléaires qui germent et libèrent chacune une zoospore. Les zoospores sont mobiles et peuvent infecter les poils absorbants de la pomme de terre. Les lésions sur les tubercules demeurent habituellement superficielles, sauf si le sol est détrempé. Les symptômes sur les tubercules et ceux de la gale commune (*16.13 à 16.15*) peuvent être confondus, mais les lésions de la gale poudreuse sont plus petites et plus rondes (16.40) que celles de la gale commune. Les épidémies sont sporadiques. Le *Spongospora subterranea* est un vecteur du virus de la pomme de terre que l'on trouve en Europe et en Amérique du Sud (voir aussi Bactérioses : gale, dans le présent chapitre).

Dans la lutte contre la gale poudreuse, on recommande de planter de la semence Certifiée ou d'une classe supérieure, pratiquer une rotation des cultures de trois ou quatre ans, éviter de planter les pommes de terre dans des champs infectés et de trop irriguer. Les cultivars à peau rugueuse sont tolérants à la gale poudreuse.

Références bibliographiques

Christ, B.J. 1989. Effect of planting date and inoculum level on incidence and severity of powdery scab on potato. *Potato Res.* 32:419-424.

Hims, M.J., et T.F. Preece. 1975. *Spongospora subterranea*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria. No. 477. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, Angleterre. 2 pp.

Hughes, I.K. 1980. Powdery scab (*Spongospora subterranea*) of potatoes in Queensland: occurrence, cultivar susceptibility, time of infection, effect of soil pH, chemical control and temperature relations. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 20:625-632.

Lawrence, C.H. 1975. *Gale commune et gale poudreuse de la pomme de terre*. Can. Dep. Agric. Publ. 1530/F. 7 pp.

Wastie, R.L., P.D.S. Caligari et S.J. Wale. 1988. Assessing the resistance of potatoes to powdery scab (*Spongospora subterranea* (Wallr.) Lagerh.). *Potato Res.* 31:167-171.

(Texte original de I.R. Evans et R.J. Howard)

► Galle verruqueuse *Fig. 16.51 à 16.54*

Synchytrium endobioticum (Schilberszky) Percival

La galle verruqueuse se trouve dans presque toutes les régions du monde où l'on cultive la pomme de terre; c'est l'une des maladies les plus importantes de la pomme de terre qui causent le plus de dommages. L'agent de la maladie est un champignon tellurique qui attaque les points de croissance sur les plants de pommes de terre, comme les yeux, les bourgeons et l'extrémité des stolons.

La grande importance économique de la galle verruqueuse est attribuable au fait que les spores de repos peuvent survivre pendant 40 ans dans le sol et être propagées facilement par des tubercules et un sol contaminés. Une fois dans le sol, on ne peut éliminer le champignon sans faire appel à la fumigation. Lors d'infections graves, les tubercules ne se développent pas. La présence de ce parasite à Terre-Neuve justifie une législation de quarantaine stricte (voir chapitre 3, Maladies et ravageurs introduits).

Le champignon serait originaire du Pérou d'où origine la pomme de terre. Il s'est répandu rapidement dans toute

l'Europe occidentale au tournant du siècle et est apparu à Terre-Neuve en 1909, et au Maryland, en Pennsylvanie et dans l'ouest de la Virginie 10 ans plus tard. Ces introductions ont probablement pour origine l'importation de pommes de terre de consommation, dont certaines ont sûrement servi de semence. À Terre-Neuve, la plupart des sols infectés sont des jardins potagers. Aux États-Unis, on avait d'abord pensé que le parasite avait été éliminé, mais, récemment, l'examen d'anciennes zones de quarantaine au Maryland a montré que le champignon est toujours présent.

La pomme de terre est le seul hôte d'importance économique. Cependant, d'autres plantes du genre *Solanum* sont sensibles, la tomate et la jusquiame noire (*Hyoscyamus niger* L.) notamment. Le parasite est propagé par des tubercules et un sol infectés. Le champignon est aussi un vecteur du virus X de la pomme de terre.

Symptômes Le *Synchytrium endobioticum* provoque la formation de galles et d'excroissances verruqueuses dont la taille varie de celle d'un pois à celle d'un poing. Les galles aériennes (*16.51*) sont verdâtres, deviennent brunes, puis noires à maturité. Elles peuvent pourrir et se désagréger à l'intérieur du sol. Les galles se forment parfois sur les parties supérieures de la plante et même sur les parties florales, mais habituellement on trouve les galles à la base de la tige, à l'extrémité des stolons et dans les yeux (*16.52 à 16.54*). Les yeux infectés sont blanchâtres et ressemblent à de petits choux-fleurs. Le champignon de la galle verruqueuse n'attaque pas les racines de la pomme de terre.

La surface du tubercule peut être recouverte d'excroissances verruqueuses parce que le champignon germe continuellement et pénètre de nouveau les sites d'infection d'origine. Le tubercule en entier peut pourrir et se désagréger. Les tubercules infectés qui semblent sains au moment de la récolte peuvent développer des excroissances lors de l'entreposage.

Agent pathogène Le *Synchytrium endobioticum* est un parasite obligatoire; il fait partie des chytridiomycètes, groupe de champignons que l'on trouve habituellement dans les eaux douces. On a identifié jusqu'à 20 races ou pathotypes, et quatre d'entre elles (1, 2, 6/7 et 8) se trouvent à Terre-Neuve.

Ce champignon a un cycle vital compliqué. Il ne produit pas d'hyphes, mais pénètre dans les cellules épidermiques de la plante-hôte par un coin de pénétration formée par une zoospore. Les zoospores mesurent 2 à 4 µm et sont munies d'un flagelle en forme de queue, sept fois plus long que le corps de la spore. Après la pénétration, les cellules qui entourent la cellule infectée s'agrandissent, le champignon se multiplie et des zoospores produites de façon végétative sont libérées. Certaines zoospores vont pénétrer le tubercule pour poursuivre le cycle alors que d'autres vont s'unir par conjugaison et ensuite pénétrer les tubercules. La conjugaison produit une entité sexuelle qui réinfecte la plante sur plusieurs couches de cellules de profondeur, ce qui donne naissance à une spore d'hiver.

Les spores d'hiver sont brun fauve et sphériques, ont des arêtes ou des ailes proéminentes et mesurent 35 à 80 µm. Elles peuvent vivre 40 ans ou plus dans des sols non travaillés. Lorsqu'elles germent, leur contenu s'écoule dans un sac et s'entoure d'une paroi. Il s'agit du sporange qui est expulsé du sac. La paroi du sporange s'ouvre le long d'une fente et libère entre 200 et 300 zoospores mobiles. Les zoospores vivent pendant une heure ou deux dans l'eau du sol avant de s'enkyster. Si la zoospore s'enkyste sur des tissus réceptifs de pomme de terre, le kyste produit une protubérance pour pénétrer l'hôte, et son contenu s'écoule dans la cellule hôte et le cycle recommence.

Cycle évolutif La maladie sévit lors d'étés frais, en eau abondante et dans des sols dont le pH varie de 3,5 à 9,0. L'eau est nécessaire à la germination des spores d'hiver, à la propagation des zoospores, à la pourriture et à la désintégration des tissus infectés de la plante. La maladie sévit dans des régions où les précipitations annuelles sont de 700 mm ou plus, les étés sont frais et les températures moyennes sont de 18°C ou moins, et les hivers durent approximativement 160 jours à des températures égales ou inférieures à 5°C. Le champignon semble particulièrement actif lorsque des tissus sensibles, tels que des germes, les yeux des tubercules et les bourgeons des stolons, sont en formation.

Moyens de lutte ***Dépistage*** — Les analyses de sol permettent de déterminer le nombre et la viabilité des spores d'hiver par unité de sol. Des tests de viabilité des spores d'hiver comme la plasmolyse, la coloration biologique, la fluorescence et la microscopie sur fond noir existent, mais aucun ne donne de valeurs absolues. La méthode la plus simple consiste à planter un tubercule sensible dans un sol que l'on soupçonne de contenir le champignon. Cependant, ce test ne donne pas de résultats absolus parce que le nombre de spores présentes dans le sol peut être trop faible pour provoquer une infection, ou d'autres facteurs qui empêchent l'infection peuvent être présents. De plus, ce test ne donne qu'une estimation de la viabilité des populations et non celle des spores individuelles. Des travaux récents de titrage biologique indiquent que les boutures de noeud peuvent fournir une mesure plus sensible de la viabilité des populations que les tubercules.

Pratiques culturales — À Terre-Neuve, l'amendement du sol avec de la carapace de crabe broyée, qui contient de la chitine, a diminué les populations du champignon dans le sol. On a obtenu une suppression complète dans les essais en serre; on a aussi réussi à produire des pommes de terre saines en utilisant ce produit en champ. Les règlements qui touchent la quarantaine des plantes interdisent de plantes des pommes de terre dans des champs contaminés par le champignon de la galle verruqueuse. De plus, il est interdit d'importer dans d'autres provinces canadiennes des tubercules de pomme de terre de Terre-Neuve ou provenant de régions infectées d'autres pays (voir chapitre 3, Maladies et ravageurs introduits).

Cultivars résistants — De nombreux cultivars résistants ont été mis au point à Terre-Neuve. Citons Anson, Blue Mac, Brigus, Cupids, Mirton Pearl et Pink Pearl.

Lutte chimique — Le sulfate de cuivre et le bromure de méthyle détruisent le *S. endobioticum*, mais ces substances ne sont guère rentables en production commerciale.

Références bibliographiques

Hampson, M.C. 1981. Potato wart caused by *Synchytrium endobioticum*: past and future emphasis in research. *Can. J. Plant Pathol.* 3:65-72.

Hampson, M.C. 1986. Sequence of events in the germination of the resting spore of *Synchytrium endobioticum*, European pathotype 2, the causal agent of potato wart disease. *Can. J. Bot.* 64:2144-2150.

Hampson, M.C., et J.W. Coombes. 1991. Use of crabshell meal to control potato wart in Newfoundland. *Can. J. Plant Pathol.* 13:97-105.

Hampson, M.C., et K.G. Proudfoot. 1974. Potato wart disease, its introduction to North America, distribution and control problems in Newfoundland. *FAO Plant Prot. Bull.* 22:53-64.

Olsen, O.A. 1961. Potato wart investigations in Newfoundland. *Can. Plant Dis. Surv.* 41:148-155.

Putnam, M.L., et M.C. Hampson. 1989. Rediscovery of *Synchytrium endobioticum* in Maryland. *Am. Potato J.* 66:495-501.

Walker, J.C. 1983. *Synchytrium endobioticum*. CMI descriptions of pathogenic fungi and bacteria, No. 755. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, Angleterre. 2 pp.

(Texte original de M.C. Hampson, S. Wood et I.A. MacLatchy)

► Gangrène (tache en coup de pouce) *Fig. 16.31*

Phoma exigua var. *exigua* Desmaz.

La gangrène est un problème moins grave que celui que cause un champignon étroitement apparenté, le *Phoma exigua* var. *foveata* (Foister) Boerema qu'on ne trouve pas au Canada, mais qui cause la gangrène dans les cultures de pommes de terre en Europe et en Australie (voir chapitre 3, Maladies et ravageurs étrangers). Le *Phoma exigua* infecte les tubercules par les blessures subies lors de la récolte et des opérations de criblage, surtout si la récolte se fait sur des sols détrempés et frais. De petites dépressions sombres apparaissent sur le tubercule, et la couche extérieure du périderme qui les recouvre peut se crevasser. Les lésions s'enlèvent facilement et mettent à jour une cavité bordée de tissus sains (*16.31*).

Utiliser des semences propres, pratiquer la rotation des cultures sur trois ou quatre ans, réduire au minimum les blessures infligées aux tubercules, appliquer un fongicide en postrécolte et fournir des conditions adéquates pour la cicatrisation des tubercules en entrepôt immédiatement après la récolte sont autant de moyens de lutter contre cette maladie.

Références bibliographiques

Copeland, R.B. 1982. The influence of potato harvesting and grading machinery on contact spread of *Phoma exigua* var. *foveata* on tubers. *Ann. Appl. Biol.* 101:465-472.

Hide, G.A., et G.R. Cayley. 1989. Factors influencing the control of potato gangrene by fungicide treatment. *Potato Res.* 32:91-99.

Hide, G.A., R.L. Griffith et M.J. Adams. 1977. Methods of measuring the prevalence of *Phoma exigua* on potatoes and in soil. *Ann. Appl. Biol.* 87:7-15.

Logan, C. 1976. The spread of *Phoma exigua* within the potato crop. *Ann. Appl. Biol.* 82:169-174.

(Texte original de I.R. Evans et R.J. Howard)

► Mildiou *Fig. 16.25 à 16.28; 16T3*

Phytophthora infestans (Mont.) de Bary

Avant que l'utilisation de fongicides foliaires devienne une pratique courante, le mildiou était la maladie fongique qui causait les plus lourds dommages aux cultures de pommes de terre. Aux 19e et 20e siècles, les pertes spectaculaires causées par cette maladie ont provoqué des famines en Irlande et en Allemagne. Le mildiou cause les dommages les plus lourds dans les Provinces Maritimes et des dommages moins importants dans le centre du Canada et en Colombie-Britannique; habituellement on ne le trouve pratiquement pas dans les Provinces des Prairies, ni à Terre-Neuve. Le mildiou affecte aussi la tomate, le poivron, l'aubergine et de nombreuses adventices de la famille des solanacées.

Symptômes Les premiers symptômes du mildiou apparaissent habituellement sur les feuilles âgées, peu après la floraison et après du temps doux, pluvieux ou humide (*16.25 et 16.26*). Des plages vert foncé et huileuses progressent de la pointe des feuilles vers l'intérieur et, après un ou deux jours, ces tissus deviennent brun foncé et cassants. Sur la face inférieure des feuilles infectées, un mycélium blanc et duveteux est visible sur le bord des lésions en matinée, lorsqu'il y a de la rosée ou lorsque le temps est très humide. Ce mycélium duveteux produit des sporanges qui sont propagés aux autres plantes par la pluie et le vent. Par temps suffisamment pluvieux ou humide, la propagation rapide de la maladie à l'intérieur de la culture conduit à la défoliation et à la mort des plantes (*16.27*) et à des pertes de rendement.

Les lésions causées par le mildiou ressemblent à celles de l'alternariose dans les premiers stades de leur développement. Cependant, sur les feuilles attaquées par le mildiou, les lésions ne sont pas délimitées par les nervures comme dans l'alternariose.

Les tubercules à la surface du sol ou près de la surface du sol peuvent être infectés. Les lésions à la surface des tubercules sont irrégulières, déprimées et apparaissent habituellement à l'intérieur et autour des yeux. Les tissus malades ont une apparence granulaire et rougeâtre et peuvent s'étendre jusqu'à 2 cm à l'intérieur des tubercules (*16.28*). Les tubercules malades qui sont entreposés peuvent infecter d'autres tubercules et entraîner des pertes très importantes.

Agent pathogène Habituellement, le champignon responsable du mildiou se reproduit de façon végétative par des sporanges portés sur des sporangiophores ramifiés. Les sporanges sont en forme de citron, unicellulaires, hyalins et mesurent 21 à 38 sur 12 à 23 µm. La reproduction sexuée n'a lieu que lorsque des individus des types de conjugaison A1 et A2 s'unissent. La distribution mondiale du type A1 est connue depuis la fin du 19e siècle alors que le type A2 a été retrouvé au Mexique depuis longtemps. Au début des années quatre-vingt, le type A2 est apparu en Europe, dans les pays méditerranéens et dans quelques régions productrices de pommes de terre des États-Unis et de l'ouest du Canada. Les oospores à parois épaisses qui en résultent jouent probablement un rôle dans la survie du parasite entre deux saisons de croissance.

Cycle évolutif Au Canada, le *P. infestans* (*16T3*) ne peut hiverner qu'à l'intérieur de pommes de terre vivantes. Le champignon survit sous forme de mycélium dans les pommes de terre de semence, dans les tas de déchets ou dans les repousses de pommes de terre qui hivernent dans le champ. Le champignon se propage principalement par les sporanges, qui peuvent voyager sur de grandes distances. Ils germent entre 2 et 24°C sur des tissus de pomme de terre, directement par la formation d'un appressorium ou indirectement par des zoospores qui se forment à l'intérieur de chacun des sporanges. Les zoospores libérées par la rupture de la paroi du sporange nagent dans un mince film d'eau. Les zoospores s'enkystent sur les surfaces solides telles que les feuilles et produisent des tubes germinatifs qui peuvent pénétrer et infecter la chair de la pomme de terre. Après la pénétration, la température optimale pour l'infection et le développement de la maladie est 21°C. Plus de 20 races du champignon sont connues, chacune pouvant attaquer de façon différentielle les cultivars de pommes de terre ayant différents degrés de résistance.

Moyens de lutte ***Pratiques culturales*** — Les producteurs doivent détruire les tas de rebuts par compostage, congélation ou enfouissement et éliminer les repousses de pomme de terre dans les champs avoisinants à l'aide d'herbicides et de pratiques culturales adéquates. Il faut bien planifier le

programme d'irrigation par aspersion, plus spécialement tard en saison alors que la voûte végétale s'est refermée et que les conditions sont favorables au développement du mildiou. On doit détruire les fanes infectées deux semaines avant la récolte afin de réduire l'infection des tubercules et d'éviter de graves problèmes de maladie en entrepôt. Les pommes de terre qui proviennent de champs contaminés ne doivent pas servir de semence.

Cultivars résistants — Fundy, Kennebec, Brador, Nooksack et Sebago sont résistants à certaines races de mildiou. Il n'existe pas de cultivars de pomme de terre immuns à cette maladie.

Lutte chimique — Les fongicides foliaires sont efficaces contre le mildiou lorsque appliqués à des intervalles de 7 à 10 jours à partir du début de juillet jusqu'à la sénescence des feuilles. Là où existent des systèmes prévisionnels, la fréquence des traitements peut être réduite durant les périodes sèches, alors que le développement de la maladie est retardé. Pour réduire l'infection des tubercules en fin de saison, on doit appliquer les fongicides au moment du défanage ou immédiatement après. La plupart des fongicides vendus sur le marché empêchent l'infection, mais certains ont une action curative. L'utilisation prolongée de fongicides curatifs peut mener au développement de la résistance chez le parasite.

Références bibliographiques

Callbeck, L.C. 1968. *La brûlure tardive des pommes de terre et les moyens de la maîtriser*. Can. Dep. Agric. Publ. 837/F. 13 pp.

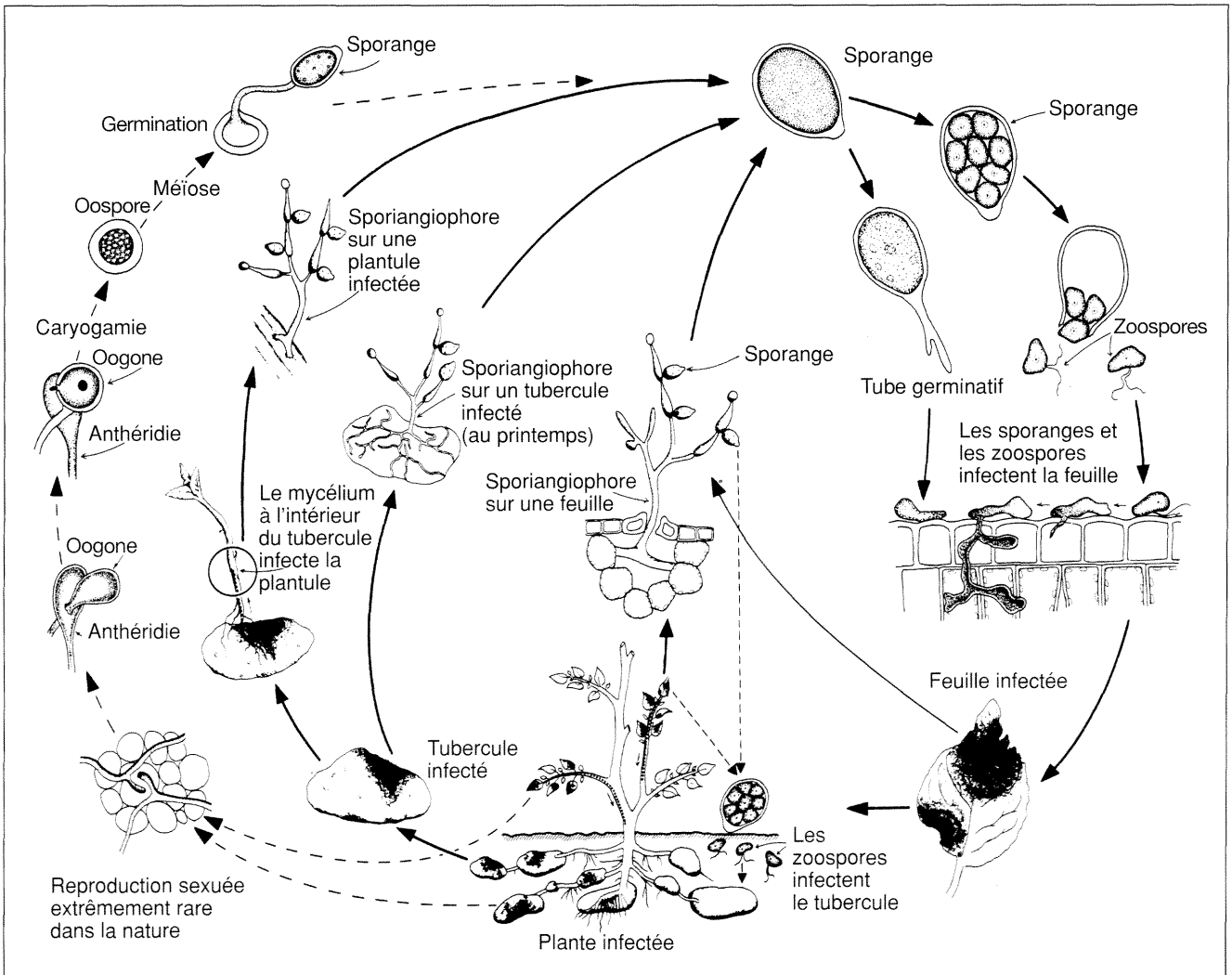
Doster, M.A., J.A. Sweigard et W.E. Fry. 1989. The influence of host resistance and climate on the initial appearance of foliar late blight of potato from infected seed tubers. *Am. Potato J.* 66:227-233.

Fry, W.E., A.E. Apple et J.A. Bruhn. 1983. Evaluation of potato late blight forecasts modified to incorporate host resistance and fungicide weathering. *Phytopathology* 73:1054-1059.

Platt, H.W. 1985. Controlling potato late blight with systemic-protectant fungicide combinations of metalaxyl and mancozeb. *Am. Potato J.* 62:499-510.

Stamps, D.J. 1985. *Phytophthora infestans*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, No. 838. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, Angleterre. 2 pp.

(Texte original de H.W. Platt)



16T3 Mildiou; cycle évolutif du *Phytophthora infestans*. Reproduit avec la permission de G.N. Agrios, *Plant Pathology*. © 1988 Academic Press.

► Moisissure grise *Fig. 16.24*

Botrytis cinerea Pers.:Fr.
(téléomorphe *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel)
(syn. *Sclerotinia fuckeliana* (de Bary) Fuckel)

La moisissure grise attaque les plantes affaiblies par d'autres maladies ou stress environnementaux. Le parasite requiert un environnement humide afin de réaliser l'infection. Il s'attaque à plusieurs espèces de cultures légumières (voir Laitue, pourriture grise). Les spores transportées par le vent et la pluie accélèrent la pourriture des parties florales et des feuilles sénescentes, surtout en fin de saison. Le parasite peut aussi causer la pourriture du tubercule.

La moisissure grise et le mildiou sont parfois confondus, mais les lésions gris-noir à brunes du *Botrytis* sur les feuilles (*16.24*) et parfois sur les tiges produisent des spores et un feutrage mycélien grisâtres typiques par temps pluvieux. Le champignon hiverne dans les déchets de culture.

L'utilisation de fongicides contre l'alternariose ou le mildiou empêche le développement de la moisissure grise. On peut contrer la pourriture du tubercule en laissant les tubercules atteindre leur maturité avant de les récolter, en enlevant la terre et les fanes lors de l'arrachage, et en entreposant la culture à des températures basses.

Références bibliographiques
Harper, P.C., et H. Will. 1968. A response of gray mold of potatoes to fertilizer treatment. *Eur. Potato J.* 11:134-136.
Ramsey, G.B. 1941. *Botrytis* and *Sclerotinia* as potato tuber pathogens. *Phytopathology* 31:439-448.

(Texte original de I.R. Evans et R.J. Howard)

► Moucheture du tubercule (oosporose) *Fig. 16.47*

Polyscytalum pustulans (M.N. Owen & Wakef.) M.B. Ellis
(syn. *Oospora pustulans* M.N. Owen & Wakef.)

La moucheture du tubercule endommage principalement les tubercules, mais les racines, les stolons et les tiges souterraines peuvent aussi montrer des symptômes. Sur les tubercules (*16.47*), les symptômes apparaissent sous forme de petites dépressions profondes dont le centre est en relief et plus foncé que le périderme des tubercules sains lorsqu'ils sont secs. Ces lésions peuvent s'unir pour former de grandes plages d'infection. Le champignon hiverne sur les pommes de terre et dans le sol. De nouvelles infections se produisent lorsque le parasite pénètre par les lenticelles, les blessures et les yeux des tubercules. On lutte contre la maladie en plantant des tubercules sains et en évitant d'endommager les tubercules avant de les entreposer.

Références bibliographiques
Bannon, E. 1975. A new medium for the isolation of *Oospora pustulans* from potato tubers and soil. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 64:554-556.
Carnegie, S.F., J.W. Adam et C. Symonds. 1978. Persistence of *Phoma exigua* var. *foveata* and *Polyscytalum pustulans* in dry soils from potato stores in relation to reinfection of stocks derived from stem cuttings. *Ann. Appl. Biol.* 90:179-186.
Hide, G.A., J.M. Hirst et O.J. Stedman. 1973. Effects of skin spot (*Oospora pustulans*) in potatoes. *Ann. Appl. Biol.* 73:151-162.

(Texte original de I.R. Evans et R.J. Howard)

► Pourriture aqueuse *Fig. 16.29 et 16.30*

Pythium ultimum Trow
Pythium spp.

On trouve la pourriture aqueuse dans toutes les régions où on cultive la pomme de terre. Elle cause passablement de problèmes chez les tubercules récoltés avant maturité lorsque les sols sont chauds et humides. Les *Pythium* causent une pourriture des semences, une fonte des semis et une pourriture des racines chez plusieurs cultures légumières.

Symptômes La pourriture aqueuse ne s'attaque qu'à des tubercules lacérés ou meurtris. L'infection apparaît sous forme de grandes lésions brun pâle à brun foncé à la surface du tubercule, notamment sur le talon. De l'eau suinte ou s'écoule parfois des tubercules malades, surtout si les pommes de terre sont ensachées dans du plastique pour vente au détail et entreposées à des températures élevées. La chair des tubercules atteints est granuleuse et déliquescente, et sa couleur varie de crème à noir (*16.29 et 16.30*). Les semenceaux peuvent pourrir dans le sol avant d'avoir émergé.

Agents pathogènes La pourriture aqueuse est causée par le *Pythium ultimum* ou parfois par d'autres espèces de *Pythium*. Le champignon produit des sporanges sphériques qui mesurent 12 à 30 µm lorsqu'ils sont terminaux ou doliformes, et 17 à 27 sur 14 à 24 lorsqu'ils sont intercalaires. Les oospores sphériques à parois épaisses et lisses mesurent 14 à 20 µm et sont produites à l'extrémité des hyphes. Il est parfois difficile d'isoler l'agent pathogène à partir de tissu de pomme de terre malade.

Cycle évolutif Les *Pythium* vivent indéfiniment dans le sol où ils peuvent attaquer les parties souterraines de plusieurs espèces de plantes. Les portes d'entrée sont les surfaces coupées ou les meurtrissures subies par les tubercules lors de la récolte. Des pertes importantes peuvent survenir lorsque la récolte se fait par temps très chaud, si les tubercules sont manipulés avec peu de soin et qu'ils sont entreposés à des températures élevées et sans ventilation adéquate. La pourriture aqueuse peut aussi survenir en champ, sur les tubercules de semence tranchés.

Moyens de lutte ***Pratiques culturales*** — On recommande de laisser mûrir la culture en champ avant de la récolter et de réduire au minimum les blessures aux tubercules durant les opérations d'arrachage, de calibrage et d'entreposage. Les producteurs doivent aussi récolter par temps frais et sec ou durant la partie la plus fraîche de la journée. Lorsqu'on arrache les tubercules par temps chaud, on doit les refroidir immédiatement avant de les entreposer et augmenter la circulation d'air afin de hâter le séchage. Les pommes de terre fraîchement récoltées ne doivent pas être laissées en plein soleil pendant de longues périodes, car cela augmente leur sensibilité à la pourriture aqueuse. On ne doit pas planter de pommes de terre dans les mouillères et dans les sols mal drainés.

Références bibliographiques
Tompkins, C.M. 1975. World literature on *Pythium* and *Rhizoctonia* species and the diseases they cause. *Reed Herbarium (Baltimore) Contrib.* 24. 169 pp.
Van der Plaats-Nitterink, A.J. 1981. Monograph of the genus *Pythium*. *Stud. Mycol.* 21. Centraalbureau v. Schimmelcultures, Baarn, Pays-Bas. 242 pp.

(Texte original de I.R. Evans)

► Pourriture du semenceau *Fig. 16.41 à 16.43*

Erwinia carotovora subsp. *atroseptica* (van Hall) Dye
Erwinia carotovora subsp. *carotovora* (Jones) Bergey *et al.*
Fusarium spp.
Pythium spp.

L'incapacité de semenceaux à produire des plantules vigoureuses (manque à la levée) dans les cultures de pommes de terre peut être causée par des facteurs parasitaires ou environnementaux. La pourriture du semenceau peut être causée par des champignons, des bactéries ou par l'action combinée de ces deux types d'organismes pathogènes. D'autres maladies transmises par les tubercules, le sol ou les ravageurs peuvent aussi jouer un rôle dans l'échec des semenceaux à produire des plantes.

Symptômes Des manques, des buttes vides ou un retard dans la levée (*16.41*) sont les premiers signes de la pourriture du semenceau. Des manques occasionnels peuvent n'avoir que des effets minimes sur la culture, mais lorsque plus de 10 % des semenceaux sont touchés, le rendement et la qualité des récoltes peuvent diminuer. On peut déterminer le stade de décomposition en creusant pour trouver les semenceaux (*16.42 et 16.43*). Lorsque les tubercules sont intacts, des causes physiologiques telles que les dommages causés par le gel ou des germes brisés sont alors à l'origine du problème.

Agents pathogènes On peut isoler des agents pathogènes des genres *Fusarium*, *Pythium*, *Erwinia* et autres à partir des semenceaux pourris. (Pour la description de ces parasites, voir jambe noire, pourriture aqueuse, pourriture molle et pourriture sèche bactérienne dans le présent chapitre.)

Cycle évolutif (voir jambe noire, pourriture aqueuse, pourriture molle et pourriture sèche, dans le présent chapitre)

Moyens de lutte ***Pratiques culturales*** — La lutte contre la pourriture du semenceau est basée presque essentiellement sur l'utilisation de semences de haute qualité, entreposées et manipulées adéquatement. Les producteurs doivent planter de la semence Certifiée ou d'une classe supérieure et ne pas utiliser de vieux tubercules. Le tranchage des tubercules de pomme de terre peut propager l'infection des tubercules infectés aux tubercules sains et expose les semenceaux à l'infection par les organismes pathogènes du sol. En Europe, pratiquement toutes les pommes de terre sont produites à partir de tubercules entiers de petit calibre, ce qui réduit au minimum les risques de propagation mécanique des parasites. Il faut planter les semenceaux dans un sol réchauffé immédiatement après le tranchage. Sinon, on doit entreposer la semence dans des contenants ouverts, entre 10 et 15°C pendant trois à quatre jours à une humidité relative élevée et sous une ventilation adéquate favorisant la subérisation. Si on doit prolonger l'entreposage, il faut abaisser la température à 5°C, puis réchauffer les tubercules avant de les planter. Il ne faut jamais entreposer des semenceaux dans une atmosphère humide sans une ventilation adéquate. L'équipement de tranchage de la semence doit être désinfecté régulièrement à la vapeur ou à l'aide de désinfectants, surtout entre les lots de pommes de terre de semence, afin d'éviter la propagation des parasites transmis par les tubercules.

Lutte chimique — Le traitement chimique des semenceaux ne remplace pas l'utilisation de semence Certifiée et les manipulations appropriées. Le traitement des tubercules protège contre les parasites présents dans le sol ou sur les surfaces exposées des tubercules; cependant, il ne protège pas contre les parasites déjà à l'intérieur des tubercules. Un traitement fongicide postrécolte, suivi d'un poudrage des semenceaux immédiatement après le tranchage, offre la protection la plus efficace contre la pourriture du semenceau.

Références bibliographiques

Escande, A.R., et E. Echandi. 1988. Wound-healing and the effect of soil temperature, cultivars and protective chemicals on wound-healed potato seed pieces inoculated with seed piece decay fungi and bacteria. *Am. Potato J.* 65:741-752.

Lawrence, C.H. 1974. *Common and Powdery Scab of Potato*. Can. Dep. Agric. Publ. 1530. 7 pp.

Nielsen, L.W., et J.T. Johnson. 1972. Seed potato contamination with fusarial propagules and their removal by washing. *Am. Potato J.* 49:391-396.

Nolte, P., G.A. Secor et N.C. Gudmestad. 1987. Wound-healing, decay and chemical treatment of cut potato tuber tissue. *Am. Potato J.* 64:1-9.

Sanford, G.B. 1949. Prevention of early decay of cut potato sets by chemical treatment. *Sci. Agric.* 29:345-350.

(Texte original de I.R. Evans)

► Pourriture rose

Fig. 16.32

Phytophthora erythroseptica Pethybr.

La pourriture rose est une pourriture spongieuse et molle des tubercules récoltés (*16.32*). Exposés à l'air, les tissus infectés prennent une coloration rose saumon. Le *Phytophthora erythroseptica* infecte les parties souterraines des plants de pommes de terre, surtout lorsque l'humidité du sol est élevée. Des symptômes de flétrissement peuvent apparaître sur le feuillage. Les tubercules sont infectés aux stolons, aux yeux et aux lenticelles. Les tubercules infectés sont brun terne et plus foncés autour des yeux et des lenticelles. Une ligne foncée sur le périderme délimite l'étendue de l'infection. La pourriture interne débute au talon et paraît crème ou brun pâle. Un liquide clair et inodore suinte de la chair des tubercules coupés lorsqu'on les presse. Les tissus infectés virent au rose, au brun et au noir peu après avoir été exposés à l'air.

Pour lutter contre la maladie, on doit utiliser des tubercules de semence sains, planter dans des sols bien drainés, arracher les plants malades et éliminer les tubercules infectés avant l'entreposage de la récolte.

Références bibliographiques

Ho, H.H., et S.C. Jong. 1989. *Phytophthora erythroseptica*. *Mycotaxon* 34:73-90.

Rowe, E.C., et A.F. Schmitthenner. 1988. Potato pink rot in Ohio caused by *Phytophthora erythroseptica* and *P. cryptogea*. *Plant Dis. Rep.* 61:807-810.

Stamps, D.J. 1978. *Phytophthora erythroseptica*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, No. 593. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, Angleterre. 2 pp.

(Texte original de I.R. Evans et R.J. Howard)

► Pourriture sèche

Fig. 16.18 et 16.19

Fusarium avenaceum (Fr.:Fr.) Sacc.
Fusarium sambucinum Fuckel
(syn. *Fusarium sulphureum* Schlectend.)
Fusarium solani var. *coeruleum* (Lib.:Sacc.) C. Booth

La pourriture sèche est fréquente sur la pomme de terre en entrepôt et peut occasionner de lourdes pertes. En conditions humides, les organismes responsables des pourritures

molles envahissent les tubercules déjà infectés par la pourriture sèche et provoquent des pertes supplémentaires. La pourriture sèche est un problème fréquent chez les pommes de terre de semence de classe inférieure. On trouve cette maladie partout où l'on cultive la pomme de terre. Les champignons responsables de la pourriture sèche attaquent aussi de nombreuses autres cultures telles que les céréales, les graminées, les fruits, les plantes ornementales et certains légumes.

Symptômes Les symptômes de pourriture sèche apparaissent d'abord autour des blessures, un mois environ après que les tubercules ont été mis en entrepôt. Les tissus infectés sont brun pâle à noirs et très secs. Les tubercules se couvrent de grands anneaux concentriques et déprimés, qui s'affaissent sous une légère pression (*16.18*). Les tubercules complètement pourris se plissent et se momifient. Les cavités situées sous les zones pourries (*16.19*) sont habituellement tapissées d'un mycélium blanc, rosé ou bleuté typique des champignons du genre *Fusarium*. Les tubercules peuvent aussi être mous et humides s'ils sont aussi infectés par des agents de pourriture molle.

Agents pathogènes Les espèces de *Fusarium* responsables de la pourriture sèche sont faciles à isoler, et leur croissance est rapide sur une gélose glucosée à la pomme de terre et acidifiée. Le *Fusarium solani* produit un feutrage mycélien blanc et dense qui peut prendre une coloration bleue, bleu verdâtre ou rouge violacé avec le temps. En culture, le champignon produit de grosses macroconidies cylindriques à paroi épaisse, des microconidies ovales à réniformes et des chlamydospores. Le *Fusarium sambucinum* peut produire ou non un mycélium aérien et dense sur gélose glucosée à la pomme de terre. Lorsqu'un mycélium aérien est produit, il peut être blanc, ocre, rose ou brun rougeâtre. Les macroconidies sont courtes, grosses, à parois épaisses et très incurvées. Habituellement, le champignon ne produit pas de microconidies en culture, mais des chlamydospores rapidement et en grand nombre. Le *Fusarium avenaceum* produit un mycélium aérien dense dont la couleur varie d'ocre à brun rougeâtre. Ses macroconidies sont très longues, élancées, et leurs parois sont minces; elles ont une longue cellule apicale et la cellule basale est pédiforme ou dentée. Les microconidies sont rares et cette espèce ne produit pas de chlamydospores.

Cycle évolutif Les *Fusarium* peuvent survivre pendant de longues années dans les champs de pommes de terre, mais la plupart des infections ont pour origine des semenceaux infectés. Les semenceaux infectés se décomposent et le champignon infecte les plants de pommes de terre; il peut se trouver dans les particules et les mottes de terre ramassées en même temps que la culture et ainsi contaminer les tubercules récoltés et l'équipement qui sert à la manutention et à l'entreposage. De nouvelles infections peuvent être le résultat de blessures aux tubercules pendant la récolte, le calibrage ou lors du tranchage. Les tubercules tranchés brunissent lorsque le sol demeure humide. Les bactéries de la pourriture molle peuvent envahir ces zones en décomposition et provoquer des infections secondaires. Les *Fusarium*, seuls ou en combinaison avec des bactéries responsables de pourritures molles, peuvent endommager ou détruire complètement les semenceaux, ce qui peut entraîner la production de plantes rabougris, un manque à la levée et une diminution de rendement. Les champignons de la pourriture sèche ne peuvent pas pénétrer le périderme des tubercules intacts, les lenticelles ou les semenceaux subérisés. Les tubercules dont le périderme est bien constitué et ceux qui sont récoltés sans être endommagés sont résistants à la pourriture sèche. Les tubercules physiologiquement jeunes et écorchés ou meurtris sont très sensibles à la maladie. Des conditions humides lors de l'entreposage favorisent la pourriture sèche.

Moyens de lutte ***Pratiques culturales*** — On doit récolter les pommes de terre par temps frais et sec et éviter les meurtrissures et les blessures. Les tubercules fraîchement arrachés doivent être entreposés 7 à 10 jours à 12°C afin de favoriser la subérisation, puis on doit abaisser la température aux environs de 2 à 5°C (10°C pour les tubercules de transformation). L'humidité relative doit être maintenue à 90 % et la circulation d'air adéquate. Les tubercules de semence entreposés au froid doivent être ramenés à 15°C pendant quelques jours avant d'être tranchés. Les sols chauds et humides favorisent la croissance et la cicatrisation des semenceaux. On peut aussi entreposer les semenceaux sous une ventilation adéquate (15°C et 95 % d'humidité relative) pendant cinq à sept jours afin d'accélérer la subérisation avant de les planter.

Cultivars résistants — Irish Cobbler et Kennebec sont modérément résistants à la pourriture sèche.

Lutte chimique — Il existe des fongicides homologués pour protéger les tubercules entreposés et les semenceaux contre la pourriture sèche.

Références bibliographiques

Booth, C. 1978. *Fusarium sulphureum*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, No. 574. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, Angleterre. 2 pp.

Booth, C., et J.M. Waterston. 1964. *Fusarium avenaceum*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, No. 25. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, Angleterre. 2 pp.

Booth, C., et J.M. Waterston. 1964. *Fusarium solani*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, No. 29. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, Angleterre. 2 pp.

Leach, S.S. 1985. Contamination of soil and transmission of seedborne potato dry rot fungi (*Fusarium* spp.) to progeny tubers. *Am. Potato J.* 62:129-136.

Leach, S.S., et L.W. Nielsen. 1975. Elimination of fusarial contamination of seed potatoes. *Am. Potato J.* 52:211-218.

Lutz, J.M. 1953. Fusarium tuber rots of late potatoes as related to injuries and certain chemical treatments. *Am. Potato J.* 30:131-134.

Nelson, P.E., T.A. Toussoun et W.F.O. Marasas. 1983. *Fusarium Species: An Illustrated Manual for Identification*. The Pennsylvania State University Press, University Park, Pennsylvanie. 193 pp.

(Texte original de I.R. Evans et R.J. Howard)

► Rhizoctonie (rhizoctone brun, rhizoctone noir, variole des tubercules) *Fig. 16.33 à 16.39*

Rhizoctonia solani Kühn
(téléomorphe *Thanatephorus cucumeris* (A.B. Frank) Donk)

Cette maladie est répandue partout où l'on cultive la pomme de terre. Elle est facilement identifiable par les croûtes noires (variole) qu'on trouve sur la peau du tubercule et qui ne s'enlèvent pas au lavage. Cette maladie a pris de l'importance ces dernières années à cause de la tendance à consommer des pommes de terre avec la pelure. La plupart des souches de *Rhizoctonia* qui attaquent la pomme de terre sont en grande partie spécifiques à cette culture.

Symptômes Le *Rhizoctonia* cause des dommages particulièrement graves lorsque le sol est froid et humide et lorsque des cultures de pommes de terre se suivent de trop près dans la rotation. Le principal dommage est la dépréci-

tion des tubercules. Le champignon cause toute une gamme de symptômes chez la pomme de terre (*16.33 à 16.38*) tels que le manque à la levée, des nécroses brun rougeâtre sur les racines, les tiges et les stolons, allant jusqu'à la formation de chancres, au renflement des tiges, à la production de tubercules aériens, à l'enroulement, au flétrissement et au roussissement des feuilles ainsi que la mort prématurée des fanes et la difformité des tubercules. Une toxine qui régularise la croissance est émise par le champignon et cause la nécrose des racines, l'avortement des stolons, l'enroulement des feuilles, la chlorose des bords de la feuille (*16.37*) et le rabougrissement. Les signes de la présence du champignon sont des croûtes noires (sclérotes) (*16.35*) à la surface des tubercules et un feutrage blanc grisâtre qui recouvre les tiges au niveau du sol. Ce feutrage constitue l'hyménium du téléomorphe (*16.39*) et se forme seulement en conditions humides. On y trouve des basides et des basidiospores, mais elles ne semblent pas jouer un rôle important dans le développement de la maladie chez la pomme de terre.

Agent pathogène (voir Haricot, rhizoctone brun) Les souches de *Rhizoctonia solani* pathogènes pour la pomme de terre appartiennent surtout au groupe d'anastomose AG-3, alors que celles qui affectent les crucifères appartiennent au groupe d'anastomose AG-2 et AG-4. Le mycélium est habituellement brun foncé et robuste, mesure 8 à 10 µm de diamètre et a des ramifications typiques à angles droits. En culture sur gélose, le champignon produit des sclérotes foncées de tailles et de formes variées.

Cycle évolutif Le champignon survit entre deux saisons de croissance sous forme de sclérotes (croûte noire) sur les tubercules et dans le sol, ou sous forme de mycélium dans les résidus de culture. Les sclérotes germent et le mycélium infecte les germes de pomme de terre, les racines, les stolons et les tubercules tout au long de la saison de croissance. La formation de sclérotes sur les tubercules fils dépend de la sénescence de la plante-mère et de la maturité des tubercules fils. Le *Rhizoctonia* peut survivre en saprophyte pendant de longues périodes dans les champs de pommes de terre en colonisant des déchets végétaux autres que ceux de la pomme de terre.

Moyens de lutte ***Pratiques culturales*** — Les producteurs doivent utiliser des semenceaux exempts de sclérotes et planter dans des champs où on n'a pas cultivé de pommes de terre ou autres solanacées depuis au moins trois ans. Les pratiques qui favorisent une levée rapide telles que le réchauffement des semenceaux, la plantation peu en profondeur et dans des sols réchauffés, le buttage après l'émergence et le report de l'irrigation jusqu'à l'émergence des germes réduisent l'incidence des chancres sur les tiges et les dommages aux germes. On doit pratiquer la rotation de la pomme de terre avec les céréales ou les graminées fourragères. Sur de petites surfaces, une récolte précoce et l'arrachage des fanes à la main pour enlever les tiges souterraines, les stolons et les racines contribuent à diminuer l'incidence de la rhizoctonie.

Lutte chimique — Le traitement des semenceaux à l'aide de fongicides contribue à les protéger contre l'inoculum séminicole. Ce traitement n'est cependant pas efficace pour protéger les jeunes plantes qui croissent dans des sols lourdement infectés. On doit appliquer les fongicides sur des tubercules propres, exempts de terre, afin de bien couvrir le périderme.

Références bibliographiques

Banville, G.J. 1989. Yield losses and damage to potato plants caused by *Rhizoctonia solani* Kuehn. *Am. Potato J.* 66:821-834.

Carling, D.E., et D.R. Sumner. 1992. *Rhizoctonia*. Pages 157-165 dans L.L. Singleton, J.D. Mihail et C.M. Rush, eds, *Methods for Research on Soilborne Pathogenic Fungi*. APS Press, St. Paul, Minnesota. 266 pp.

Hide, G.A., et J.P. Firmager. 1989. Effects of soil temperature and moisture on stem canker (*Rhizoctonia solani*) disease of potatoes. *Potato Res.* 32:75-80.

Platt, H.W. 1989. Potato growth and tuber production as affected by inoculation of cut and whole seed with *Rhizoctonia solani* (AG 3) and the use of seed treatment fungicides. *Am. Potato J.* 66:365-378.

(Texte original de I.R. Evans et R.J. Howard)

► Sclérotiniose *Fig. 16.55*

Sclerotinia sclerotiorum (Lib.) de Bary
(syn. *Whetzelinia sclerotiorum* (Lib.) Korf & Dumont)

Le *Sclerotinia sclerotiorum* s'attaque à de nombreuses espèces de plantes, y compris de nombreuses solanacées, crucifères et légumineuses (voir Haricot, sclérotiniose). Chez la pomme de terre, des dommages peuvent survenir sur les fanes en croissance (*16.55*), surtout en régie intensive, et parfois sur les tubercules en entrepôt. La présence de mycélium blanc et de gros sclérotes noirs de forme irrégulière à l'intérieur ou à la surface des tissus infectés est un signe caractéristique de la maladie.

On peut lutter contre la sclérotiniose en pratiquant la rotation des cultures de pommes de terre avec des cultures non hôtes telles que les céréales ou les graminées fourragères et en les plantant dans des sols bien drainés. Les producteurs doivent pratiquer une fertilisation azotée équilibrée et irriguer au besoin. Si la maladie se manifeste, on doit cesser l'irrigation afin de permettre au couvert végétal de s'assécher et d'empêcher ainsi le développement de la maladie.

Références bibliographiques

Eddins, A.H. 1937. Sclerotinia rot of Irish potatoes. *Phytopathology* 27:100-103.

Partyka, E.E., et W.F. Mai. 1962. Effects of environment and some chemicals on *Sclerotinia sclerotiorum* in the laboratory and potato field. *Phytopathology* 52:766-770.

Ramsey, G.B. 1941. *Botrytis* and *Sclerotinia* as potato tuber pathogens. *Phytopathology* 31:439-448.

(Texte original de I.R. Evans et R.J. Howard)

► Verticilliose *Fig. 16.48 à 16.50*

Verticillium albo-atrum Reinke & Berthier
Verticillium dahliae Kleb.

La verticilliose est une maladie fréquente de la pomme de terre que l'on confond souvent avec d'autres maladies à flétrissement et d'autres maladies précoces. Cette maladie est aussi reliée à la mort précoce, un syndrome causé par l'action combinée de plusieurs parasites et conditions environnementales telles que les dommages causés par l'ozone. Les parasites impliqués les plus importants sont les *Verticillium*, l'*Erwinia carotovora* (voir pourriture molle bactérienne, dans le présent chapitre) et le nématode des lésions racinaires (voir Nématodes, dans le présent

chapitre). La distribution de la mort précoce au Canada n'a pas été établie. Les *Verticillium* ont une vaste gamme d'hôtes et s'attaquent à la tomate, au poivron, à l'aubergine, aux cucurbitacées et à d'autres dicotylédones cultivées et adventices (voir Concombre de serre, verticilliose).

Symptômes Les symptômes caractéristiques de la verticilliose sont la mort précoce des feuilles et des tiges sur des plantes (*16.48*) distribuées en foyers irréguliers dans le champ, surtout dans les sols sableux bien drainés. Les feuilles du bas sont habituellement les premières touchées. Trait caractéristique, une seule tige ou les feuilles d'un des côtés de la tige montrent des symptômes de flétrissement, surtout par temps très chaud et venteux et lorsque le sol est sec. Le limbe jaunit, puis brunit. Les plantes flétries peuvent se rétablir pendant la nuit ou par temps frais et humide. Les tissus vasculaires des tiges flétries ont une coloration brune à la ligne de terre (*16.49*). Les tubercules issus de plantes infectées montrent un anneau vasculaire bruni, surtout au talon (*16.50*).

Agents pathogènes Le *Verticillium dahliae* produit, à l'extrémité des phialides, des conidies ovées, unicellulaires qui mesurent 2,5 à 8,0 sur 1,4 à 3,2 µm. Les phialides sont arrangées en verticilles sur des conidiophores cloisonnés et sont souvent produites à l'intérieur des vaisseaux du xylème de l'hôte, ce qui permet d'expliquer la propagation systémique extrêmement rapide du parasite. Il produit des microsclérotes bruns à noirs, à parois épaisses et de forme variable. On les trouve dans les déchets de cultures infectés et ils finissent par être libérés dans le sol.

Le *Verticillium albo-atrum* ressemble au *V. dahliae*, excepté qu'au lieu de microsclérotes, il produit un mycélium cloisonné, foncé et dormant sur les tiges de pomme de terre et en culture. Ses conidies sont un peu plus grandes, 3,5 à 10,5 sur 2,0 à 4,0 µm.

Ces deux espèces ont une croissance lente en culture. On les cultive facilement sur gélose glucosée à la pomme de terre ou sur gélose au V-8. Le mycélium est floconneux, blanc à blanc grisâtre, compact et parfois cloisonné. La production de microsclérotes et de mycélium dormant en culture est variable, mais se produit souvent à mesure que la culture vieillit.

Cycle évolutif Le *Verticillium albo-atrum* et le *V. dahliae* sont des champignons telluriques. Les deux peuvent être présents en même temps dans le même champ ou sur la même plante. Le *Verticillium albo-atrum* est habituellement plus virulent que le *V. dahliae*, mais les symptômes de la maladie varient selon les conditions climatiques, le cultivar de pomme de terre et le parasite. Ces champignons sont propagés par des semenceaux contaminés ou infectés, par le sol, la machinerie agricole et l'eau d'irrigation contaminée. Ils peuvent survivre et s'accumuler dans le sol lorsque la pomme de terre est cultivée année après année. D'autres plantes cultivées et mauvaises herbes abritent ces parasites sans montrer de symptômes. L'infection des plants de pommes de terre se fait par la racine et surtout par les poils absorbants. Les hyphes des champignons croissent à l'intérieur des vaisseaux du xylème et entravent la circulation de l'eau. Les spores peuvent être transportées par le vent; les champignons peuvent aussi se propager d'une plante à l'autre par contact racinaire. La croissance du *V. dahliae* est plus forte à des températures du sol élevées (22 à 27°C), alors que le *V. albo-atrum* s'accommode d'une gamme de températures plus étendue (16 à 27°C). La présence de nématodes terricoles parasites augmente l'incidence et la gravité de la verticilliose.

Moyens de lutte ***Pratiques culturales*** — Les plantes doivent demeurer vigoureuses. Il leur faut donc une fertilisation et une irrigation adéquates. On conseille d'effectuer une rotation des cultures de trois ou quatre années. Les deux champignons peuvent survivre plusieurs années dans le sol en l'absence de pomme de terre ou de plantes cultivées ou adventices de la famille des solanacées. Le *Verticillium dahliae* survit plus longtemps dans le sol que le *V. albo-atrum*. Les céréales, les oléagineuses, les graminées et les légumineuses cultivées en rotation avec la pomme de terre doivent rester exemptes de mauvaises herbes. On doit éviter de planter des cultivars de pomme de terre très sensibles et utiliser de la semence Certifiée ou d'une classe supérieure.

Cultivars résistants — On ne dispose pas de cultivars résistants, mais il existe une variation considérable entre les cultivars. Russet Burbank est un peu moins sensible au *V. albo-atrum* qu'au *V. dahliae*.

Lutte chimique — Les semenceaux peuvent être traités avec un fongicide homologué immédiatement avant d'être plantés. La fumigation du sol (traitements nématicides et fongicides) peut réduire les pertes dues à la maladie, mais elle n'est pas nécessairement rentable.

Références bibliographiques

Ayers, G.W. 1974. Potato seed treatment for the control of verticillium wilt and fusarium seed piece decay. *Can. Plant Dis. Surv.* 54:74-76.

Hawksworth, D.L., et P.W. Talboys. 1970. *Verticillium albo-atrum*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, No. 255. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, Angleterre. 2 pp.

Hawksworth, D.L., et P.W. Talboys. 1970. *Verticillium dahliae*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, No. 256. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, Angleterre. 2 pp.

Krikun, J., et D. Orion. 1979. Verticillium wilt of potato: importance and control. *Phytoparasitica* 7:107-116.

McKeen, C.D., et H.J. Thorpe. 1981. Verticillium wilt of potato in southwestern Ontario and survival of *Verticillium albo-atrum* and *V. dahliae* in field soil. *Can. J. Plant Pathol.* 3:40-46.

Platt, H.W. 1986. Varietal response and crop loss due to Verticillium wilt of potato caused by *V. albo-atrum*. *Phytoprotection* 67:123-127.

Rowe, R.C., J.R. Davies, M.L. Powelson et D.I. Rouse. 1987. Potato early dying: causal agents and management strategies. *Plant Dis.* 71:482-489.

(Texte original de I.R. Evans et R.J. Howard)

VIROSES ET MYCOPLASMOSES

► Balai de sorcière *Fig. 16.66 et 16.67*

Mycoplasme du balai de sorcière

Le balai de sorcière est une maladie peu importante de la pomme de terre. Il est parfois transmis à des pommes de terre cultivées à proximité de cultures de luzerne, de trèfle ou d'autres légumineuses porteuses de la maladie, ou infestées de graminées ou d'autres hôtes des cicadelles.

Symptômes En règle générale, chez la pomme de terre, les infections naturelles surviennent trop tard en saison pour permettre le développement des symptômes foliaires ou influencer la grosseur des tubercules. Cependant, lorsque des tubercules issus de plantes infectées germent, les plantes qui en résultent ont un nombre inhabituellement élevé de tiges (*16.66 et 16.67*) et sont quelque peu chloro-

tiques. Ces symptômes peuvent apparaître à l'émergence ou plus tard durant la saison de croissance. Ces plantes produisent de nombreux petits tubercules. Dans les années qui suivent, la dégénérescence se poursuit habituellement jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de plantes ou de tubercules de formés. Cependant, on a observé chez le cultivar White Rose, un rétablissement complet de plantes souffrant du balai de sorcière trois ans après la première infection. Apparemment le parasite n'est pas demeuré totalement systémique à l'intérieur de tous les tubercules, et quelques yeux ont donné naissance à des tiges et à des tubercules normaux.

Agent pathogène L'organisme du balai de sorcière ressemble à celui de la jaunisse de l'aster. Comme dans le cas de la jaunisse de l'aster cependant, on n'a pas établi la preuve que le mycoplasme soit à l'origine de la maladie. Trois souches du mycoplasme, toutes responsables de symptômes semblables chez la pomme de terre, ont été identifiées par les symptômes qu'elles induisent par greffe chez la tomate et chez le tamarillo (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendtn.).

Cycle évolutif Le mycoplasme du balai de sorcière est transmis à la pomme de terre par des cicadelles (*Scleroracus* spp.) à partir d'hôtes qui ne sont pas des plants de pommes de terre, mais pas d'un plant de pommes de terre à un autre, étant donné que la pomme de terre n'est pas un hôte approprié pour ces cicadelles. En champ, l'inoculum est probablement acquis à partir de légumineuses infectées et transmis aux pommes de terre lorsque les cicadelles migrent vers des champs de pommes de terre.

Moyens de lutte ***Pratiques culturales*** — Les producteurs doivent utiliser de la semence Certifiée, ou d'une classe supérieure, provenant de régions exemptes de balai de sorcière. Dans les régions affectées, il faut prévenir la migration des cicadelles vers les champs de pommes de terre en modifiant les pratiques culturales et en utilisant des insecticides, surtout à la périphérie des champs.

Références bibliographiques

Deng, S.J., et C. Hiruki. 1990. Molecular cloning and detection of DNA of the mycoplasmalike organism associated with clover proliferation. *Can. J. Plant Pathol.* 12:383-388.

Doi, Y., M. Teramaka, K. Yori et H. Asuyama. 1967. Mycoplasma or PLT group-like microorganisms found in the phloem elements of plants infected with mulberry dwarf, potato witches' broom, aster yellows or Paulownia witches' broom. *Ann. Phytopathol. Soc. Japan* 33:259-266.

Nagaich, B.B., B.K. Puri, R.C. Sinha, M.K. Dhingra et V.P. Bhardwaj. 1974. Mycoplasma-like organisms in plants affected with purple top-roll, marginal flavescence and witches' broom diseases of potatoes. *Phytopathol. Z.* 81:273-279.

Raine, J. 1967. Leafhopper transmission of witches' broom and clover phyllody viruses from British Columbia to clover, alfalfa and potato. *Can. J. Bot.* 45:441-445.

Wright, N.S. 1954. The witches' broom virus disease of potatoes. *Am. Potato J.* 31:159-164.

Wright, N.S. 1957. Potato witches' broom in North America. Pages 239-245 dans F. Quak, J. Dijkstra, A.B.R. Beemster et J.P.H. Van der Want, eds, *Proc. Third Conference on Potato Diseases*, 24-28 juin, 1957. H. Veenen & Zonen, Lisse-Wageningen, Pays-Bas. 282 pp.

(Texte original de N.S. Wright)

► Calicot *Fig. 16.57*

Virus de la mosaïque de la luzerne

Le calicot est une maladie de faible importance sur la pomme de terre. Elle est présente dans la plupart des régions productrices de pommes de terre au Canada. Le virus a de nombreux hôtes dont les légumineuses, les solanacées ainsi que 10 autres familles de plantes.

Symptômes Le virus de la mosaïque de la luzerne cause une marbrure jaune pâle à jaune vif ou une tacheture des folioles (*16.57*) de la pomme de terre, et fréquemment une légère nécrose des folioles, des tiges et des tubercules.

Agent pathogène Le virus de la mosaïque de la luzerne est composé de particules bacilliformes de différentes longueurs, les plus grandes pouvant atteindre 60 nm. Les trois plus grosses molécules d'ARN composent le génome; la quatrième est un messager subgénomique qui code pour la capside.

Cycle évolutif Le virus de la mosaïque de la luzerne hiverne dans les tubercules de pomme de terre et les hôtes vivaces. Il est transmis par la semence chez certains cultivars de luzerne et de piment de Cayenne. Bien que l'on puisse transmettre le virus par inoculation mécanique, il est probable qu'au champ il soit surtout propagé par de nombreuses espèces de pucerons lorsqu'ils se nourrissent, y compris le puceron vert du pêcher. Le virus de la mosaïque de la luzerne est transmis par le stylet selon le mode non persistant.

Moyens de lutte ***Pratiques culturales*** — Les producteurs ne doivent pas cultiver de pomme de terre à proximité de champs de luzerne ou de trèfle, ou là où leurs repousses peuvent apparaître dans les champs de pommes de terre. On ne doit semer que de la semence Certifiée ou d'une classe supérieure et on doit éliminer des champs de pommes de terre de semence les plantes qui montrent des signes de calicot.

Références bibliographiques

Jaspars, E.M.J., et L. Bos. 1980. Alfalfa mosaic virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses, No. 229. Commonw. Mycol. Inst./Assoc. Appl. Biol., Kew, Surrey, Angleterre. 7 pp.

Slack, S. 1981. Alfalfa mosaic virus. Pages 82-84 dans W.J. Hooker, ed, *Compendium of Potato Diseases*. APS Press, St. Paul, Minnesota. 125 pp.

(Texte original de R. Stace-Smith, N.S. Wright et P.J. Ellis)

► Enroulement de la pomme de terre *Fig. 16.60 et 16.61*

Virus de l'enroulement de la pomme de terre

L'enroulement de la pomme de terre se trouve partout dans le monde et cause d'importantes pertes de rendement et de qualité. On doit habituellement rejeter les pommes de terre de transformation qui ont été cultivées dans les champs gravement touchés par l'enroulement. Plusieurs espèces de plantes cultivées et adventices, surtout de la famille de la pomme de terre (Solanacées), sont des hôtes du virus.

Symptômes Les pucerons peuvent transmettre le virus de l'enroulement à la pomme de terre tout au long de la saison de croissance. Les plantes infectées tard en saison peuvent n'exprimer aucun symptôme, alors que les symptômes des plantes infectées diffèrent de ceux des plantes provenant de tubercules infectés.

Enroulement primaire — Si l'infection survient au début de la saison, les feuilles du haut de la plante s'enroulent, deviennent vert pâle, prennent parfois une

teinte rosée et sont plus raides que les feuilles normales. Chez certains cultivars, par exemple Russet Burbank, Norgold Russet, Green Mountain et Irish Cobbler, l'infection primaire cause une nécrose interne en forme de réseau dans les tubercules avant ou pendant l'entreposage (*16.61*). Des symptômes semblables peuvent être causés par la jaunisse de l'aster, la verticilliose, la fusariose vasculaire, le défanage et les stress de chaleur.

Enroulement chronique — Les plantes issues de tubercules infectés par l'enroulement développent des symptômes caractéristiques (*16.60*). Les folioles au bas de la plante sont enroulées, raides, sèches, parcheminées, et peuvent cliqueter lorsqu'on les secoue. Les feuilles âgées chez certains cultivars deviennent roses ou jaunes, et gravement nécrosées; les plantes sont souvent rabougries et rigides. Les symptômes sont moins prononcés chez les feuilles de la partie supérieure qui semblent pâles ou chlorotiques. L'intensité des symptômes dépend de la souche de virus, du cultivar de pomme de terre et des conditions de croissance.

Agent pathogène Le virus de l'enroulement de la pomme de terre fait partie du groupe des Lutéovirus. Les particules du virus sont isométriques et mesurent environ 24 nm de diamètre.

Cycle évolutif Le virus de l'enroulement de la pomme de terre hiverne dans les tubercules infectés. Au Canada, on n'a noté aucune autre plante-hôte pouvant servir de réservoir important. Des adventices comme la bourse-à-pasteur (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic.) et la morelle noire (*Solanum nigrum* L.) peuvent être infectées par le virus de l'enroulement de la pomme de terre, mais ne constituent pas des réservoirs importants. Les lots de semences infectés, les déchets de pomme de terre qui germent et les repousses de pomme de terre sont les sources d'inoculum les plus importantes. Dans certaines régions, les pommes de terre infectées par l'enroulement dans les jardins potagers sont des réservoirs importants du virus. Le puceron vert du pêcher est le vecteur le plus important et le plus efficace des nombreuses espèces de pucerons qui transmettent le virus. Les pucerons acquièrent le virus sur des plants de pommes de terre infectés et demeurent virulifères toute leur vie. Le virus de l'enroulement de la pomme de terre est propagé sur de grandes distances par les pucerons ailés, et sur les plantes voisines par des pucerons aptères. À mesure qu'elles vieillissent, les plantes âgées deviennent plus résistantes à l'infection. Certains tubercules issus de plantes infectées tard en saison peuvent échapper à l'infection. Le virus de l'enroulement de la pomme de terre n'est pas transmis par inoculation mécanique.

Moyens de lutte (Voir chacune des espèces de puceron pour les méthodes de lutte.)

Pratiques culturales — La certification de la semence est le fondement de tout programme de lutte contre les virus de la pomme de terre. Les producteurs doivent choisir les lots de semences à partir de ceux qui ont subi des essais et qui sont exempts d'enroulement ou d'autres virus. On doit suivre les recommandations de lutte contre les pucerons. On doit éliminer les repousses de pomme de terre dans les champs et aux alentours des champs de pommes de terre.

Les pommes de terre exemptes d'enroulement sont normalement cultivées dans des régions exemptes de pucerons par des producteurs spécialistes de la culture de pommes de terre de semence. Les parcelles sont habituellement récoltées tôt en saison pour éviter les infections tardives du virus de l'enroulement en période de fortes populations de pucerons. Les plantes sont souvent coupées ou défanées chimiquement afin de réduire la probabilité de propagation du virus aux tubercules. Lors des opérations de production de semence, la sélection clonale et l'élimination des plantes infectées aident à réduire au minimum ou à éliminer la propagation du virus.

Cultivars résistants — L'approche traditionnelle en amélioration génétique n'a pas eu beaucoup de succès dans la lutte contre l'enroulement de la pomme de terre. Les difficultés à assortir les caractères agronomiques recherchés et la résistance au virus de l'enroulement de la pomme de terre rendent peu probable à court terme le remplacement des cultivars actuels par des cultivars résistants à l'enroulement. Cependant, les génotypes révélant de faibles concentrations de particules du virus de l'enroulement de la pomme de terre peuvent aider à ralentir l'acquisition du virus par les vecteurs et la propagation d'une plante à l'autre.

Références bibliographiques

Banttari, E.E., P.J. Ellis et S.M. Khurana. 1993. Management of diseases caused by viruses, and virus-like pathogens. Pages 127-133 dans R.C. Rowe, ed, *Potato Health Management*. APS Press, St. Paul, Minnesota. 168 pp.

Harrison, B.D. 1984. Potato leafroll virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses, No. 291. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, Angleterre. 6 pp.

Kawchuk, L.M., R.R. Martin et J. McPherson. 1990. Resistance in transgenic potato expressing the potato leafroll virus coat protein gene. *Mol. Plant-Microbe Interact.* 3:301-307.

Peters, D., et R.A.C. Jones. 1981. Potato leafroll virus. Pages 68-70 dans W.J. Hooker, ed, *Compendium of Potato Diseases*. APS Press, St. Paul, Minnesota. 125 pp.

(Texte original de P.J. Ellis et I.R. Evans)

► Filosité des tubercules *Fig. 16.64 et 16.65*

Viroïde de la filosité des tubercules de la pomme de terre

Avant 1980, la filosité des tubercules fut signalée dans plusieurs provinces du Canada ce qui inquiétait autant les producteurs de semences que les améliorateurs. Grâce à des mesures de lutte rigoureuses, on ne trouve plus cette maladie chez la pomme de terre de semence depuis 1980. Le viroïde de la filosité des tubercules infecte la pomme de terre, la tomate, l'aubergine, le tabac et plusieurs autres espèces de dicotylédones.

Symptômes La production de longs tubercules fusiformes (*16.65*), souvent déformés par des craquelures et généralement plus petits que les tubercules issus de plantes saines, est symptomatique de la maladie. Les tubercules à périderme rugueux peuvent devenir lisses, et ceux à périderme coloré peuvent pâlir. Les yeux peuvent être plus nombreux et montrer une forte indentation et des bords marqués. Des taches nécrotiques apparaissent souvent autour des lenticelles et dans la chair des tubercules infectés. Seuls quelques tubercules d'une plante infectée montrent des symptômes.

Au champ, les plantes infectées ont un port plus érigé et moins de tiges que les plantes saines. Les feuilles sont repliées vers le haut, leur bordure est ondulée et elles sont

plus petites (*16.64*). Sur les plantes infectées, les feuilles se dressent à angle aigu, et le pétiole principal ne tombe pas et ne se courbe pas comme chez des plantes exemptes de maladie. Les symptômes peuvent varier en fonction du cultivar et des conditions de l'environnement. Des températures élevées au début de la saison de croissance favorisent le développement des symptômes.

Agent pathogène Le viroïde de la filosité des tubercules de la pomme de terre est une molécule d'acide ribonucléique circulaire. Il est plus petit qu'un virus et n'a pas de capside comme en ont habituellement les virus. Les techniques conventionnelles de sérologie ne détectent pas ce viroïde. Pour la détection à grande échelle, on utilise des techniques biochimiques, particulièrement l'électrophorèse inversée en gel de polyacrylamide et l'hybridation d'acides nucléiques. Pour faire des tests ponctuels, on peut utiliser les plantes indicatrices. Il existe plusieurs souches du viroïde de la filosité des tubercules de la pomme de terre.

Cycle évolutif Le viroïde de la filosité des tubercules de la pomme de terre peut être transmis par l'inoculation de la sève, le contact direct, la greffe et par la semence. Au champ, la propagation est habituellement mécanique, soit par le tranchage des tubercules, les manipulations et les pratiques culturales. On doit tenir compte de ce viroïde dans les programmes d'amélioration parce qu'il est transmis par le pollen et par les graines de pomme de terre. Les insectes susceptibles de transmettre le viroïde sont le doryphore de la pomme de terre, les chrysomèles, les sauterelles, le puceron vert du pêcher, le puceron de la pomme de terre, l'altise de la pomme de terre, d'autres altises, et les punaises.

Moyens de lutte ***Pratiques culturales*** — Les producteurs doivent planter une semence de bonne qualité et saine. En maintenant exempte de viroïdes la semence des nouveaux cultivars, on empêche l'introduction du viroïde dans les systèmes de production de semences. Depuis 1980, la Loi canadienne relative aux semences impose la tolérance zéro pour le viroïde de la filosité des tubercules de la pomme de terre dans toutes les classes de pomme de terre de semence.

Références bibliographiques

De Bokx, J.A., et P.G.M. Piron. 1981. Transmission of potato spindle tuber viroid by aphids. *Neth. J. Plant Pathol.* 87:31-34.

Hiruki, C., D.K. Lakshman et G. Figueiredo. 1989. A comparative study of the sensitivity of dot hybridization assays using cRNA and cDNA for the detection of potato spindle tuber viroid. *Proc. Jpn. Acad.* 65, Sér. B:76-79.

Owens, R.A., et T.O. Diener. 1981. Sensitive and rapid diagnosis of potato spindle tuber viroid disease by nucleic acid hybridization. *Science* 213:670-672.

Singh, R.P. 1988. Occurrence, diagnosis and eradication of the potato spindle tuber viroid from Canada. Pages 37-50 dans H. Jakubczyk et D. Borkowska, eds, *Viroids of Plants and their Detection*. Internat. Seminar, 12-20 août 1986. Warsaw Agric. Univ., Varsovie, Pologne. 151 pp.

Singh, R.P. 1989. Plant viroids: a biochemical novelty. Pages 259-288 dans C.L. Mandahar, réd., *Plant Viruses*. Vol. I. *Structure and Replication*. CRC Press, Boca Raton, Floride. 368 pp.

(Texte original de R.P. Singh et I.R. Evans)

► Jaunisse de l'aster (nanisme pourpre, touffe pourpre) *Fig. 16.56*

Mycoplasme de la jaunisse de l'aster

La jaunisse de l'aster est une maladie rare qui peut cependant se révéler destructrice chez la pomme de terre. Plusieurs cultures légumières (voir Laitue, jaunisse de l'aster), plantes ornementales, plantes de grande culture et adventices sont affectées par la jaunisse de l'aster.

Symptômes Les folioles supérieures s'enroulent et prennent une coloration jaune ou violacée (*16.56*). Habituellement, les tiges affectées meurent prématurément, ce qui fait qu'un certain nombre de tubercules n'atteignent jamais la maturité. Parfois des tubercules aériens apparaissent sur les plantes malades alors que les tubercules souterrains sont spongieux. L'agent pathogène survit rarement dans les tubercules entreposés, et habituellement les conséquences d'une infection par la jaunisse de l'aster n'apparaissent que l'année suivante alors que les tubercules de semence produisent des plantes peu vigoureuses dont la taille est inférieure à la normale.

Agent pathogène La jaunisse de l'aster est causée par un mycoplasme caractérisé par des structures polymorphes, pourvu d'une membrane unitaire et qui mesure 50 à 1000 nm de diamètre. La relation hôte-parasite n'a pas été établie d'une manière définitive.

Cycle évolutif Habituellement le parasite responsable de la jaunisse de l'aster n'hiverne pas dans les tubercules de pomme de terre et ne peut être transmis que par les cicadelles. L'importance de sa propagation chez la pomme de terre dépend de l'accès de l'insecte à d'autres hôtes infectés. Les conditions climatiques qui favorisent l'augmentation et la mobilité des populations du vecteur favorisent la propagation de la maladie. Le parasite se multiplie à l'intérieur de la cicadelle qui demeure infectieuse à vie.

Moyens de lutte ***Pratiques culturales*** — Il est important d'utiliser des semences Certifiée ou d'une classe supérieure, soigneusement sélectionnées et cultivées dans des régions où l'incidence de la jaunisse de l'aster est faible. Les producteurs établis dans des régions où sévit la jaunisse de l'aster doivent effectuer des traitements insecticides, surtout à la périphérie du champ, pour empêcher la migration des cicadelles vers les champs de pommes de terre.

Références bibliographiques

Chapman, R.K. 1973. Symposium on aster yellows. *Proc. North Central Branch Entomol. Soc. Am.* 28:38-99.

Doi, Y., M. Teramaka, K. Yori et H. Asuyama. 1967. Mycoplasma or PLT group-like microorganisms found in the phloem elements of plants infected with mulberry dwarf, potato witches' broom, aster yellows or Paulownia witches' broom. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 33:259-266.

Hiruki, C. 1987. Control of mycoplasma diseases. Pages 326-335 dans G. Boiteau, R.P. Singh et R.H. Parry, eds, *Potato Pest Management in Canada*. Proc. Symposium, Improving Potato Pest Protection, Fredericton, Nouveau-Brunswick. 384 pp.

Wright, N.S. 1966. Aster yellows of potato in British Columbia. *Can. Plant Dis. Surv.* 46:121-122.

Wright, N.S., J. Raine et V. Valenta. 1981. Aster yellows and stolbur. Pages 91-92 dans W.J. Hooker, ed, *Compendium of Potato Diseases*. APS Press, St. Paul, Minnesota. 125 pp.

(Texte original de N.S. Wright)

► Mosaïques *Fig. 16.62 et 16.63; 3.33 à 3.35*

Virus A de la pomme de terre
Virus M de la pomme de terre
Virus S de la pomme de terre
Virus X de la pomme de terre
Virus Y de la pomme de terre

Les mosaïques sont les maladies virales les plus fréquentes chez la pomme de terre au Canada. Leurs effets sur le rendement et la qualité des tubercules peuvent être presque imperceptibles et s'accroître jusqu'à devenir relativement graves. L'impact de ces virus est plus important dans la production de semences que dans la production de pommes de terre de consommation.

Virus A de la pomme de terre

Le virus A de la pomme de terre est plutôt rare, surtout chez la semence sélectionnée. Il n'infecte que les plantes de la famille des solanacées.

Symptômes Le virus A de la pomme de terre cause une marbrure ou mosaïque dont l'intensité varie selon la souche virale, le cultivar de pomme de terre et le climat. Les symptômes s'accentuent par temps nuageux et frais. Les symptômes résultant d'une action combinée du virus A et du virus X sont plus importants que les symptômes que cause l'un ou l'autre de ces virus. Les tubercules ne présentent pas de symptômes.

Agent pathogène Le virus A de la pomme de terre est un Potyvirus composé de particules filamenteuses de 750 sur 15 nm. On peut identifier les infections du virus A de la pomme de terre par les anticorps monoclonaux spécifiques d'extraits de tissus foliaires infectés qu'utilise la méthode d'immuno-enzymologie ELISA.

Cycle évolutif Le virus A de la pomme de terre hiverne dans les tubercules infectés. Il est transmis selon le mode non persistant par les pucerons, notamment par le puceron de la pomme de terre et le puceron vert du pêcher. À cause de son instabilité, le virus n'est pas transmis par inoculation de la sève. Pour cette raison, il est peu probable que le virus A de la pomme de terre soit transmis lors du tranchage des tubercules de semence ou par contact des feuilles. Les pucerons acquièrent le virus sur leurs parties buccales (stylets) pendant qu'ils se nourrissent. La période de rétention du virus sur les stylets est courte. Elle se limite à la période entre la première piqûre d'acquisition sur une plante infectée et la période subséquente de nutrition sur une plante sans mosaïque.

Moyens de lutte (Pour les moyens de lutte, voir chaque espèce en particulier, dans le présent chapitre).

Pratiques culturales — Les producteurs doivent planter de la semence Certifiée ou d'une classe supérieure.

Références bibliographiques

Bartels, R. 1971. Potato Virus A. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses, No. 54. Commonw. Mycol. Inst./Assoc. Appl. Biol., Kew, Surrey, Angleterre. 4 pp.

De Bokx, J.A. 1981. Potato virus A. Pages 71-72 dans W.J. Hooker, ed, *Compendium of Potato Diseases*. APS Press, St. Paul, Minnesota. 125 pp.

(Texte original de N.S. Wright, R. Stace-Smith et P.J. Ellis)

Virus M de la pomme de terre

Bien que répandu et important en Europe de l'Est, le virus M de la pomme de terre est rare en Amérique du Nord. À part la pomme de terre, d'autres plantes de la famille des solanacées comme la tomate, quelques espèces de chénopodiacées et des légumineuses sont aussi sensibles.

Symptômes Les symptômes foliaires sont une marbrure, une mosaïque, une frisolée ou un enroulement des feuilles, qui peuvent être discrets ou accentués, ainsi que le rabougrissement des tiges et la déformation des folioles. La gravité des symptômes dépend de la souche de virus, du cultivar de pomme de terre et des conditions climatiques. Des températures égales ou supérieures à 24°C tendent à masquer les symptômes.

Agent pathogène Le virus M de la pomme de terre est un Carlavirus composé de bâtonnets filamenteux de 650 sur 12 nm. Le virus peut être transmis en frottant des feuilles avec de la sève de plantes infectées. Il est facilement détecté par des méthodes sérologiques.

Cycle évolutif Le virus M de la pomme de terre hiverne dans les tubercules infectés. Il est transmis selon le mode non persistant par de nombreuses espèces de pucerons telles que le puceron de la pomme de terre et le puceron vert du pêcher. Comme c'est le cas pour la plupart des virus, certaines souches sont transmises par les pucerons plus facilement que d'autres.

Moyens de lutte (Pour les moyens de lutte, voir chaque espèce en particulier, dans le présent chapitre.)

Pratiques culturales — Les producteurs doivent planter de la semence Certifiée ou d'une classe supérieure.

Références bibliographiques

Bagnall, R.H., R.H. Larson et J.C. Walker. 1956. Potato viruses M, S and X in relation to interveinal mosaic of the Irish Cobbler variety. *Wisconsin Agric. Exp. Stn. Res. Bull.* 198. 45 pp.

Hiruki, C. 1981. Potato virus M. Pages 74-75 dans W.J. Hooker, ed, *Compendium of Potato Diseases*. APS Press, St. Paul, Minnesota. 125 pp.

Wetter, C. 1972. Potato virus M. AAB Descriptions of Plant Viruses, No. 87. Commonw. Mycol. Inst., Assoc. Appl. Biol., Kew, Surrey, Angleterre. 4 pp.

(Texte original de R. Stace-Smith, N.S. Wright et P.J. Ellis)

Virus S de la pomme de terre

Le virus S de la pomme de terre est le plus répandu des virus de la pomme de terre; on le trouve même dans la semence Certifiée dans plusieurs régions. Il semble avoir été éliminé de la *Pemberton Seed Potato Control Area* en Colombie-Britannique, grâce à un programme de lutte qui a débuté en 1967. Les pertes de rendement causées par le virus S de la pomme de terre vont jusqu'à 20 %.

Symptômes Le virus S de la pomme de terre ne cause pas de symptômes visibles chez la plupart des cultivars de pomme de terre. Cependant, certaines souches causent une coloration plus accentuée des nervures, la marbrure, le bronzage et la rugosité du feuillage. Les tubercules ne présentent pas de symptômes.

Agent pathogène Le virus S de la pomme de terre est un Carlavirus composé de particules filamenteuses, légèrement incurvées, mesurant 650 sur 12 nm. Le virus est fortement antigénique, de sorte que les infections peuvent être détectées par la plupart des méthodes sérologiques, particulièrement à la mi-saison lorsque les concentrations de virus dans les plantes sont les plus fortes.

Cycle évolutif Le virus S de la pomme de terre survit à l'hiver dans les tubercules infectés. Il est facilement transmis par la sève et se répand de façon importante lorsque les couteaux qui servent à trancher les tubercules sont contaminés, lorsque les germes se touchent, ou que les feuilles des plantes se frottent les unes aux autres à la croissance.

Moyens de lutte (Voir pucerons pour les moyens de lutte contre chaque espèce en particulier.)

Pratiques culturales — Les producteurs doivent planter de la semence Certifiée ou d'une classe supérieure.

Références bibliographiques

Bagnall, R.H. 1981. Potato virus S. Pages 75-77 dans W.J. Hooker, ed, *Compendium of Potato Diseases*. APS Press, St. Paul, Minnesota. 125 pp.

Wetter, C. 1972. Potato virus S. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses, No. 60. Commonw. Mycol. Inst./Assoc. Appl. Biol., Kew, Surrey, Angleterre. 3 pp.

Wright, N.S. 1988. Assembly, quality control and use of a potato cultivar collection rendered virus-free by heat therapy and tissue culture. *Am. Potato J.* 65:181-198.

(Texte original de N.S. Wright, R. Stace-Smith et P.J. Ellis)

Virus X de la pomme de terre *Fig. 16.62*

Avant 1967, l'incidence du virus X de la pomme de terre était élevé dans les lots de semence commerciale. Depuis l'avènement au Canada des clones de cultivars de pomme de terre exempts de virus, l'incidence du virus X de la pomme de terre a chuté. Ce virus est maintenant très rare dans les lots de semence. La diminution de rendement causée par ce virus chez de nombreux cultivars peut atteindre 15 % ou plus.

Symptômes Selon la souche de virus, le cultivar et le climat, le virus X de la pomme de terre cause une marbrure du feuillage qui peut être discrète ou accentuée (*16.62*). Les symptômes sont particulièrement marqués par temps nuageux et frais. Les tubercules ne présentent pas de symptômes.

Agent pathogène Le virus X de la pomme de terre appartient au groupe des Potexvirus dont il est le type. Il est composé de particules filamenteuses de 515 sur 13 nm. Le virus est fortement antigénique, de sorte que les infections peuvent être détectées par les méthodes sérologiques.

Cycle évolutif Le virus X de la pomme de terre hiverne dans les tubercules infectés. Il se propage facilement des plantes infectées aux plantes saines lors du tranchage ou par contact entre les germes avant la plantation, et par contact entre les feuilles ou les racines pendant la saison de croissance. Les insectes piqueurs ou broyeurs peuvent propager le virus, mais pas les insectes perceurs et suceurs comme les pucerons.

Moyens de lutte ***Pratiques culturales*** — Les producteurs doivent planter de la semence Certifiée. Les outils de tranchage et la machinerie doivent être soigneusement désinfectés entre chaque lot de semence.

Références bibliographiques

Koenig, R., et D.-E. Leseman. 1989. Potato virus X. AAB Descriptions of Plant Viruses, No. 354. Assoc. Appl. Biol., Inst. Hort. Res., Wellesbourne, Warwick, U.K. 5 pp.

Munro, J. 1981. Potato virus X. Pages 72-74 dans W.J. Hooker, ed, *Compendium of Potato Diseases*. APS Press, St. Paul, Minnesota. 125 pp.

Wright, N.S. 1988. Assembly, quality control and use of a potato cultivar collection rendered virus-free by heat therapy and tissue culture. *Am. Potato J.* 65:181-198.

(Texte original de N.S. Wright, R. Stace-Smith et P.J. Ellis)

Virus Y de la pomme de terre *Fig. 16.63; 3.33 à 3.35*

Le virus Y de la pomme de terre se retrouve partout sur les solanacées (voir aussi Tomate, virus Y de la pomme de terre) dans le monde. En Amérique du Nord, la plupart des infections par le virus Y de la pomme de terre sont causées par les souches communes du virus (appelées PVY^O), mais on a parfois retrouvé des infections causées par des souches nécrotiques (appelées PVY^N) (voir chapitre 3, Maladies et ravageurs introduits). Les souches nécrotiques causent une mosaïque très légère sur les feuilles de la pomme de terre, mais provoquent un bronzage et des réactions nécrotiques sur le tabac (*3.33 et 3.34*). Ces souches se trouvent en Europe et on s'inquiète grandement de la possibilité qu'elles parviennent au Canada. En 1990, on a découvert, dans l'est du Canada, une souche du PVY^N, qui cause une nécrose nervale systémique chez le tabac. Le virus Y^O de la pomme de terre est l'un des virus de la pomme de terre les plus dommageables en terme de diminution de rendement. Combiné au virus X de la pomme de terre, il cause une maladie encore plus destructrice appelée mosaïque rugueuse de la pomme de terre ou frisolée-mosaïque (*16.63*).

Symptômes Chez la pomme de terre, les symptômes varient d'une marbrure légère à une nécrose grave du feuillage selon la souche de virus et le cultivar de pomme de terre. Certaines souches européennes du PVY^N causent la formation d'anneaux bruns sur le périderme du tubercule.

Agent pathogène Le virus Y de la pomme de terre est un membre du groupe des Potyvirus; il est composé de longs bâtonnets filamenteux de 730 sur 11 nm. Le virus est antigénique de sorte que les méthodes de détection sérologique, surtout celle d'immuno-enzymologie (ELISA), sont très efficaces.

Cycle évolutif Le virus Y de la pomme de terre hiverne dans les tubercules infectés et est facilement transmis par inoculation de la sève. Une souche du PVY^N a été signalée sur la cerise de terre (*Physalis heterophylla* L.) (*3.35*) en Ontario. La propagation du virus Y dépend principalement de la présence de pucerons ailés. De nombreuses espèces de pucerons sont des vecteurs, mais le puceron vert du pêcher est probablement le plus efficace. Le virus Y de la pomme de terre est transmis selon un mode non persistant.

Moyens de lutte ***Pratiques culturales*** — Les producteurs ne doivent semer que de la semence soigneusement sélectionnée, de classe Certifiée ou supérieure. On doit éliminer les pucerons (voir Insectes, puceron du nerprun et puceron vert du pêcher, dans le présent chapitre).

Références bibliographiques

Boiteau, G., R.P. Singh, R.H. Parry et Y. Pelletier. 1988. The spread of PVY in New Brunswick potato fields: timing and vectors. *Am. Potato J.* 65:639-649.

De Bokx, J.A. 1981. Potato virus Y. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses, No. 242. Commonw. Mycol. Inst./Assoc. Appl. Biol., Kew, Surrey, Angleterre. 6 pp.

De Bokx, J.A. 1981. Potato virus Y. Pages 70-71 dans W.J. Hooker, ed, *Compendium of Potato Diseases*. APS Press, St. Paul, Minnesota. 125 pp.

McDonald, J., et G. Kristjansson. 1993. Properties of strains of potato virus Y^N in North America. *Plant Dis.* 77:87-89.

Singh, R.P. 1992. Incidence of the tobacco veinal necrotic strain of potato virus Y (PVY^N) in Canada in 1990 and 1991 and scientific basis for eradication of the disease. *Can. Plant Dis. Surv.* 72:113-119.

(Texte original de N.S. Wright, R. Stace-Smith et P.J.Ellis)

►Nécrose annulaire (marbrure de la tige) *Fig. 16.58 et 16.59*

Virus du bruissement du tabac

La nécrose annulaire est rare au Canada. Elle n'a été signalée que dans quelques jardins en Alberta et en Saskatchewan où elle n'a pas d'incidence économique. Ce parasite infecte des espèces réparties dans plus de 50 familles de plantes.

Symptômes La marbrure de la tige, un symptôme que l'on observe rarement en Amérique du Nord, est causée par de nombreux nématodes virulifères qui se nourrissent sur les tiges émergentes. Les symptômes secondaires varient d'une marbrure légère à de graves difformités. Sur les tubercules, les symptômes varient aussi considérablement de petites mouchetures nécrotiques à de grands anneaux concentriques (*16.58 et 16.59*).

Agent pathogène Le virus du bruissement du tabac est un virus variable en forme de bâtonnet et dont les particules mesurent 17 à 25 nm de diamètre sur 180 à 210 nm de longueur. Il est souvent accompagné de courts bâtonnets non infectieux (d'environ 45 à 115 nm) qui agissent dans la synthèse de la capside.

Cycle évolutif Le virus du bruissement du tabac est propagé par les nématodes des genres *Paratrichodorus* et *Trichodorus* (voir nématodes ectoparasites, dans le présent chapitre). Les vecteurs sont porteurs du virus à vie. L'infection primaire a lieu lorsque les nématodes se nourrissent directement sur les tubercules. La transmission par les semenceaux est rare.

Moyens de lutte ***Pratiques culturales*** — On ne doit utiliser que de la semence Certifiée lorsque ce virus est présent dans la région.

Références bibliographiques

Robinson, D.J., et B.D. Harrison. 1989. Tobacco rattle virus. AAB Descriptions of Plant Viruses, No. 346. Assoc. Appl. Biol., Inst. Hort. Res., Wellesbourne, Warwick, U.K. 6 pp.

Stace-Smith, R., et J.A. Frowd. 1983. Tobacco rattle virus isolated from potato tubers in Saskatchewan. *Can. J. Plant Pathol.* 5:211-212. (Résumé)

Weingartner, D.P. 1981. Tobacco rattle virus. Pages 80-82 dans W.J. Hooker, ed, *Compendium of Potato Diseases*. APS Press, St. Paul, Minnesota. 125 pp.

(Texte original de R. Stace-Smith, N.S. Wright et P.J. Ellis)

MALADIES NON PARASITAIRES

De nombreux accidents non parasitaires peuvent affecter les pommes de terre. Ils sont le résultat de stress tels que les bris mécaniques, les désordres nutritionnels, les effets de la température et de l'humidité, une mauvaise aération du sol, des dommages dus aux pesticides et à la pollution de l'air. Les problèmes les plus communs sont traités ci-dessous.

► Coeur creux *Fig. 16.70*

Le coeur creux est un accident commun chez les tubercules précoces trop gros ou qui ont eu une croissance rapide. Chez certains cultivars, près de la moitié des tubercules peuvent être affectés. Le coeur creux est plus grave lorsque les conditions qui favorisent le grossissement rapide des tubercules sont présentes, telles que les déséquilibres nutritionnels, les alternances de sécheresse et d'humidité élevée du sol, et un faible contenu en matière organique du sol, surtout dans les régions où les sols sont bien drainés et où les précipitations peuvent être supérieures à 750 mm. Des plantes très espacées ou des buttes manquantes peuvent augmenter l'incidence du coeur creux. On a aussi soupçonné que la carence en potassium pourrait être à l'origine de ce problème.

Symptômes Les tubercules affectés par le coeur creux ne présentent pas de symptômes extérieurs. On ne se rend compte du problème que lorsqu'on coupe le tubercule en deux. Au départ, les tubercules atteints présentent une zone brune au centre ou près du centre. Plus tard, des cavités à parois ocre à brunes, pouvant mesurer jusqu'à 5 cm de diamètre, se développent au niveau de ces zones (*16.70*).

Moyens de lutte ***Pratiques culturales*** — Grâce à leur densité relative faible ou à la visualisation de leur cavité aux rayons X, on peut détecter les tubercules malades. Un espacement rapproché et régulier entre les buttes, des niveaux uniformes d'humidité du sol, une fertilisation potassique adéquate et la plantation des cultivars très sensibles comme Kennebec en faible espacement contribueront à réduire l'incidence du coeur creux.

Références bibliographiques

Crumbly, I.J., D.C. Nelson et M.E. Duysen. 1973. Relationships of hollow heart in Irish potatoes to carbohydrate reabsorption and growth rate of tubers. *Am. Potato J.* 50:266-274.

Finney, E.E., Jr., et K.H. Norris. 1978. X-ray scans for detecting hollow heart in potatoes. *Am. Potato J.* 55:85-105.

(Texte original de I.R. Evans)

► Coeur noir *Fig. 16.68*

Le coeur noir est habituellement un problème des pommes de terre en entrepôt. Il est fréquent lorsque les tubercules sont entreposés en boîtes fermées ou empilés en tas trop hauts sans aération adéquate. Le coeur noir apparaît lorsque trop peu d'oxygène est disponible aux pommes de terre entreposées, surtout lorsque les températures sont supérieures à 15°C. Cet accident survient parfois dans des champs extrêmement détrempés avant la récolte, ce qui a pour effet de priver d'oxygène les tissus internes des tubercules.

Symptômes Le centre des tubercules atteints prend une couleur noirâtre, foncée et irrégulière (*16.68*). Les tissus noircis sont d'abord fermes, puis ramollissent et se gorgent d'eau.

Moyens de lutte ***Pratiques culturales*** — Les producteurs ne doivent pas entreposer les pommes de terre dans des cellules ou des boîtes fermées, ou en piles trop hautes sans ventilation adéquate. On doit abaisser les températures d'entreposage aussitôt que possible après la récolte. On ne doit pas cultiver les pommes de terre dans des terres sujettes à l'inondation ou mal drainées.

Références bibliographiques

Bennett, J.P., et E.T. Bartholomew. 1924. The respiration of potato tubers in relation to the occurrence of blackheart. *Calif. Agric. Exp. Stn. Tech. Paper* 14. 41 pp.

Stewart, F.C., et A.J. Mix. 1917. Blackheart and the aeration of potatoes in storage. *New York Agric. Exp. Stn. (Geneva) Tech. Bull.* 436:321-362.

(Texte original de I.R. Evans et R.J. Howard)

► Crevasses de croissance *Fig. 16.69*

De nombreux types de crevasses de croissance peuvent se trouver sur les tubercules et réduire leur valeur marchande. Les gerçures en coup d'ongle sont le résultat de manipulations brutales et de l'assèchement du périderme pendant ou après l'arrachage. Ce problème est aggravé par un entreposage à sec. Les crevasses peuvent aussi résulter d'une pression mécanique ou d'impacts durant la récolte. Des facteurs comme le type de cultivar, des dommages causés par le gel, le défanage et la récolte en sol froid peuvent induire les crevasses de croissance.

Symptômes Les gerçures en coup d'ongle ressemblent à des traces qu'aurait laissé la pression de l'ongle d'un pouce dans le périderme du tubercule (*16.69*). Ces crevasses sont habituellement superficielles, mais elles peuvent rendre les tubercules invendables. Les tubercules peuvent aussi se fendre dans le sens de la longueur par suite d'une pression interne créée par une croissance excessivement rapide. Ces blessures peuvent cicatriser durant la saison de croissance et avoir peu de conséquences. Les tubercules crevassés au champ et en entrepôt sont plus susceptibles d'être infectés par des bactéries et des champignons capables de causer la pourriture.

Moyens de lutte ***Pratiques culturales*** — Les producteurs doivent observer une bonne gestion du sol et des pratiques culturales adéquates, surtout en ce qui a trait à la fertilisation, l'irrigation et l'espacement des plantes. On doit manipuler les tubercules avec soin et aussi délicatement que possible, de la récolte jusqu'à la mise en entrepôt. Après l'entreposage, les tubercules doivent être réchauffés avant d'être manipulés. On doit entreposer les tubercules à une humidité élevée afin de réduire au minimum les gerçures en coup d'ongle.

Références bibliographiques

Jefferies, R.A., et D.K.L. Mackerron. 1987. Observations on the incidence of tuber growth cracking in relation to weather patterns. *Potato Res.* 30:613-623.

Sparks, W.C. 1970. Thumbnail cracks in potatoes. *Idaho Agric. Exp. Stn. Bull.* 136. 4 pp.

(Texte original de I.R. Evans et R.J. Howard)

► Pourriture gélatineuse

Ce désordre est plus commun dans l'ouest du Canada, surtout chez le cultivar Russet Burbank. Les tubercules atteints sont invendables. Les facteurs qui modifient le dépôt d'amidon, comme des températures élevées du sol et la sécheresse suivie d'humidité abondante, sont habituellement responsables de cet accident. La pourriture gélatineuse est fréquente chez les tubercules difformes, surtout chez ceux qu'affecte la croissance secondaire. Étant donné que ce problème dépend en grande partie des facteurs qui affectent la croissance, son incidence tend à être saisonnière.

Symptômes La chair au talon de la pomme de terre devient vitreuse et gélatineuse, puis se ratatine et sèche.

Moyens de lutte ***Pratiques culturales*** — On doit maintenir une humidité constante et adéquate pendant toute la saison de croissance et surtout au moment de la formation des tubercules.

Références bibliographiques

Iritani, W.M., et L. Weller. 1973. The development of translucent end tubers. *Am. Potato J.* 50:223-233.

(Texte original de I.R. Evans)

► Autres désordres physiologiques *Fig. 16.71 à 16.82*

Anomalies génétiques
Boulage (tubercules secondaires)
Brunissement du talon
Désordres nutritionnels
Germination introrse
Phytotoxicité des herbicides
Tacheture interne
Verdissement
Accidents divers

Anomalies génétiques Les sauvageons sont des plants de pommes de terre qui produisent un feuillage vert plus foncé que la normale, de nombreuses tiges et un grand nombre de petits tubercules. Les plantes affectées fleurissent rarement et donnent des rendements inférieurs. Les sauvageons pennés sont une autre variante de ce problème dont les symptômes sont la formation de plusieurs tiges et des rendements inférieurs. Les causes sont inconnues, et on se prémunie contre cet accident en éliminant ces plantes pendant le processus de certification de la semence.

Les «buttes» géantes entraînent un retard de maturation des plants de pommes de terre, et la production de plantes géantes et vigoureuses qui produisent de nombreuses fleurs. Habituellement les tubercules sont peu nombreux et rugueux. On ne connaît pas la cause de ce désordre, et on lutte contre ce trouble en éliminant ces plantes pendant l'inspection des champs de semences. On ne connaît pas non plus la cause de l'apparition d'une coloration rosée dans la chair de tubercules de pomme de terre à chair blanche (*16.71*).

Références bibliographiques

Dearborn, C.H. 1963. "Stitched end," "giant hill," and fasciated stem of potatoes in Alaska. *Am. Potato J.* 40:357-360.

Boulage (tubercules secondaires) En entrepôt ou suite à la plantation, les tubercules peuvent former directement des tubercules secondaires, les uns à la suite des autres, comme les perles d'un collier, sans former de tiges (*16.77 et 16.80*). L'entreposage des tubercules à des températures supérieures à 16°C ou la plantation des tubercules dans des sols froids et secs sont à l'origine de ce problème. Il peut en résulter des plantes manquantes sur les buttes. Du point de vue physiologique, les tubercules de semence trop incubés tendent à produire plus souvent des tubercules secondaires que la semence qui provient d'un entreposage à froid.

Références bibliographiques

Van Schreven, D.A. 1956. On the physiology of tuber formation in potatoes. 1. Premature tuber formation. *Plant Soil* 8:49-55.

Brunissement du talon L'apparition de striures brunes au talon des tubercules (*16.81*) est souvent liée au défanage trop rapide des pommes de terre à l'aide de produits chimiques ou au gel. Afin de réduire au minimum les risques de cet accident, les producteurs doivent appliquer des défanants à action lente au moins deux semaines avant la récolte. Autrement, on devrait envisager d'utiliser des mélanges qui contiennent des quantités plus faibles du produit chimique, plus d'eau afin d'augmenter la couverture des fanes, et deux applications espacées d'une semaine. Ces

mesures permettent de tuer les fanes plus lentement. Alors que ces pratiques peuvent prévenir ou réduire le brunissement du talon, elles peuvent augmenter l'incidence et la gravité de maladies infectieuses qui s'attaquent aux tubercules. Le mildiou, l'enroulement et la rhizoctonie sont des exemples de maladies qui ont plus de temps pour affecter la pomme de terre lorsque la période de maturation et de sénescence est prolongée.

Références bibliographiques
Halderson, J.L., D.L. Corsini et L.C. Haderlie. 1985. Potato vine kill: stem-end discoloration effects on Russet Burbank. *Am. Potato J.* 62:273-279.

Désordres nutritionnels L'azote, le phosphore, le potassium, le soufre, le calcium et le magnésium sont les principaux minéraux essentiels à la croissance normale de la pomme de terre. L'absence ou une diminution d'un de ces minéraux cause des pertes importantes de rendement. La carence en magnésium est commune dans les sols acides et à texture grossière de l'est du Canada.

Les oligo-éléments généralement considérés essentiels à la pomme de terre sont le bore, le chlore, le cuivre, le fer, le manganèse, le molybdène et le zinc. Certains ou tous ces éléments peuvent être en quantité faible ou insuffisante dans les sols à texture grossière (sablonneux) qui, par ailleurs, sont favorables à la croissance de la pomme de terre. Les symptômes de carence peuvent ressembler à certaines maladies parasitaires ou non parasitaires (*16.75 et 16.76*). Un excès d'oligo-éléments comme le bore, l'aluminium ou le manganèse peut aussi causer des pertes de rendement considérables, surtout dans les sols acides à pH près de 5.

En général, on peut corriger les désordres nutritionnels en appliquant l'engrais contenant les éléments manquants. La plupart des engrais sont fournis à/ou avant la plantation, mais des applications peuvent aussi être faites dans l'eau d'irrigation (irrigation fertilisante) ou directement sur le feuillage. Il est préférable de tenir compte des analyses de sol ou de tissus afin d'évaluer la quantité d'engrais nécessaire pour corriger ce problème.

Références bibliographiques
Collier, G.F., D.C.E. Wurr et V.C. Huntington. 1980. The susceptibility of potato varieties to internal rust spot. *J. Agric. Sci. (Cambridge)* 94:407-410.
Dyson, P.W., et J. Digby. 1975. Effects of calcium on sprout growth and sub-apical necrosis in Majestic potatoes. *Potato Res.* 18:290-305.

Germination introrse Les tubercules peuvent germer par l'intérieur, ce qui provoque l'éclatement des tubercules et la formation de petits tubercules à l'intérieur (*16.74*). Des températures d'entreposage supérieures à 16°C, qui entraînent le vieillissement physiologique des tubercules, et des concentrations insuffisantes de CIPC (isopropyl-m-chlorocarbanilate), un inhibiteur de la germination, peuvent être à l'origine de cet accident.

Phytotoxicité des herbicides La dérive d'herbicides spécifiques sur les champs cultivés peut causer des dommages graves et des pertes de rendement et de qualité importantes. La pomme de terre est sensible aux résidus, dans le sol, d'herbicides tels que le picloram, le clopyralid, le chlorsulfuron et le dicamba. Si on cultive la pomme de terre dans des champs récemment traités à l'aide de ces produits, surtout le picloram (*16.72*), des pertes de rendement élevées, la malformation des tubercules (*16.73*) et un changement de couleur au niveau du talon peuvent en résulter. Ces produits peuvent être absorbés par les tubercules de semence, et les cultures issues de ces tubercules peuvent montrer les symptômes typiques de dommages par les herbicides. Les feuilles de la pomme de terre sont sensibles au picloram à des concentrations de moins d'une partie par milliard. La dérive de picloram sur les cultures de pommes de terre ou les résidus de cet herbicide dans le sol peuvent affecter les rendements et la qualité des pommes de terre.

Tacheture interne Des taches grisâtres se développent juste sous le périderme, surtout au talon des tubercules. Des meurtrissures et des carences en potassium seraient à l'origine de cet accident.

Verdissement Le verdissement (formation de chlorophylle dans les leucoplastes des tubercules) résulte de l'exposition des tubercules au soleil ou à la lumière artificielle en entrepôt (*16.78*). Ce problème est grave chez les pommes de terre destinées à la consommation puisque l'exposition à la lumière augmente simultanément les taux de glucoalcaloïdes. De faibles concentrations de stéroïdes glucoalcaloïdes (solanine et chaconine) sont présentes dans tous les tubercules de pomme de terre, mais les pommes de terre sont jugées impropres à la consommation lorsque la teneur en glucoalcaloïdes est supérieure à 20 mg/100 g de poids frais. Les glucoalcaloïdes donnent un goût amer, sont toxiques à des concentrations supérieures à 40 mg/ 100 g de poids frais et peuvent être tératogènes. Ils ne sont pas décomposés ou éliminés par les méthodes usuelles de cuisson ou par les processus habituels de transformation des aliments. D'autres facteurs comme des manipulations brutales, les attaques par le doryphore de la pomme de terre et la récolte par temps froid peuvent provoquer des taux élevés de glucoalcaloïdes sans verdissement.

On peut lutter contre le verdissement en effectuant un buttage adéquat, en évitant les cultivars qui produisent leurs tubercules près de la surface du sol, en maintenant des niveaux adéquats d'humidité du sol pour éviter qu'il se crevasse et en entreposant les tubercules à l'obscurité.

Références bibliographiques
Poapst, P.A., I. Price et F.R. Forsyth. 1978. Controlling post storage greening in table stock potatoes with ethoxylated mono- and diglyceride surfactants and an adjuvant. *Am. Potato J.* 55:35-42.
Rizk, A.F.M. 1991. *Poisonous Plant Contamination of Edible Plants.* CRC Press, Boca Raton, Floride. 183 pp.

Accidents divers De nombreux autres accidents non parasitaires (*16.79, 16.82 et 16.83*) affectent la pomme de terre et sont causés par des facteurs comme les polluants atmosphériques (bioxyde de soufre et ozone), les toxines libérées par différents homoptères lorsqu'ils se nourrissent, les sols détrempés (lenticelles hypertrophiées, *16.82*) les températures basses ou élevées du sol et de l'air (émission de rejets, *16.79*; nécrose du tubercule, *16.83*) et les dommages causés par le vent, la grêle et la foudre. En Ontario, des concentrations d'ozone atmosphérique de 70 ppb pendant un jour ou deux ont causé des dommages sérieux aux

feuilles de pomme de terre. Les recherches ont montré que l'ozone, un sous-produit indirect de la combustion de l'essence dans les autos, peut faire tomber les feuilles de cultivars sensibles tels que Norland, alors que des cultivars tolérants comme Kennebec semblent à peine affectés. (Pour en savoir plus sur ces problèmes, voir Autres références.)

(Texte original de I.R. Evans et B. Otrysko)

NÉMATODES

► Nématode cécidogène du nord (nématode à galles du nord) *Fig. 16.84*

Meloidogyne hapla Chitwood

Symptômes Chez la pomme de terre, les nématodes cécidogènes pénètrent la racine et les lenticelles du tubercule. Les galles déprécient les tubercules. Pour la description complète et les méthodes de lutte, voir Carotte; voir aussi chapitre 3, Lutte contre les nématodes.

► Nématode de la pourriture des racines *Fig. 16.86*

Ditylenchus destructor G. Thorne

Ce nématode est un ravageur important de la pomme de terre dans plusieurs pays, mais on ne l'a pas signalé au Canada depuis les années soixante. Pour une description, voir chapitre 3, Maladies et ravageurs étrangers.

► Nématode des lésions racinaires (nématode des racines) *Fig. 16.87; 16T4*

Pratylenchus penetrans (Cobb) Filip. & Stek.

Le nématode des racines affecte les principales cultures légumières au Canada. On a noté des pertes de rendement de 10 à 40 % dans les champs commerciaux de pommes de terre et des parcelles expérimentales en Ontario et à l'Île-du-Prince-Édouard.

Symptômes Les plantes sont rabougries. Les plantes touchées se présentent sous forme d'îlots, s'étendant habituellement le long des rangs ou dans le sens du travail du sol. Par temps très chaud, les plantes flétrissent facilement et les feuilles jaunissent lentement. Les feuilles plus âgées peuvent mourir prématurément. Les racines secondaires sont nécrosées et couvertes de zones sèches. Les rendements des légumes-feuilles sont plus faibles. La croissance de la racine pivotante est retardée, et elle est plus petite et plus ramifiée. Les tubercules et les bulbes sont plus petits et sont dépréciés (*16.86*). Cependant, le rabougrissement, la chlorose et la sénescence précoce peuvent aussi être causés par d'autres maladies infectieuses et non infectieuses. Les petites lésions sur les poils absorbants et une pourriture noire sont des indices de dommages causés par le nématode des lésions racinaires, mais ne constitue pas une preuve suffisante pour conclure que les nématodes sont les seuls en cause.

Identification Il est difficile de distinguer les différentes espèces de *Pratylenchus* (ordre des Tylenchida, famille des Pratylenchidae) à cause du petit nombre de caractères diagnostiques au niveau de l'espèce et de la variabilité intraspécifique.

Les adultes du *P. penetrans* mesurent environ 0,8 mm de longueur. La tête est basse et large. Le stylet et la sclérification labiale sont bien développés. Les glandes oesophagiennes recouvrent ventralement l'intestin. Chez les femelles (*16T4*), l'orifice génital (vulve) est situé postérieurement et la portion de l'ovaire est réduite à un cloaque. Chez les mâles, la queue est pointue avec un sac génital bien développé (bursa).

Biologie Le *Pratylenchus penetrans* migre dans le sol et infecte les jeunes racines, de préférence dans la zone des poils absorbants. Les larves du deuxième stade et jusqu'au stade adulte sont des endoparasites migrateurs, pénétrant les racines et migrant à travers les tissus corticaux en se nourrissant. Pour se nourrir, elles percent la paroi cellulosique de leur stylet, injectent des enzymes digestives sécrétées par les glandes oesophagiennes et ingèrent le contenu cellulaire. Les perforations répétées à travers la paroi cellulosique forment une ouverture en fente; elles avancent pour se nourrir de la prochaine cellule. Les femelles pondent leurs oeufs à mesure qu'elles se déplacent dans les tissus. Chaque oeuf donne naissance à des larves de deuxième stade larvaire qui commence immédiatement à se nourrir dans les cellules avoisinantes, agrandissant encore la zone de nécrose. Les lésions s'agrandissent et s'unissent à mesure que les nématodes se nourrissent. Les nématodes abandonnent la racine pourrissante lorsqu'elle est surpeuplée. Les bactéries et les champignons telluriques peuvent croître rapidement dans les lésions et accélérer la décomposition des tissus du cortex de la racine. Dans le sol, les nématodes sont attirés par les jeunes racines et par les parties non infestées d'une même racine.

Chez la plupart des cultures, le cycle évolutif varie selon le genre d'hôte et la température du sol, allant de 40 à 90 jours à 25 à 15°C, respectivement. Lorsque l'état du sol est défavorable à la migration des nématodes ou à la croissance des racines, plusieurs larves et adultes entrent en quiescence pendant de nombreux mois. Environ 50 % des nématodes peuvent survivre pendant deux ans à 4°C. Ce nématode est aussi un anhydrobie modéré qui, sous une forme enroulée et desséchée, survit dans les sols modérément secs pendant plusieurs mois.

Lutte ***Dépistage*** — Dans le sol ou les racines, des densités de nématodes faibles à modérées (50 à plusieurs centaines par 100 mL de sol ou par gramme de racines) à la mi-saison ne constituent pas, en général, une menace sérieuse pour les cultures sensibles. Cependant, lorsque les échantillons de sol révèlent des populations élevées (100 ou plus par 100 mL de sol) de nématodes des lésions racinaires avant de planter, on peut craindre des dommages importants.

Pratiques culturales — Dans les jardins potagers, on intercale des tagètes (*Tagetes patula* L. et *Tagetes erecta* L.) entre les rangs de pomme de terre; la solarisation du sol est aussi une pratique efficace. Voir aussi chapitre 3, Lutte contre les nématodes.

Références bibliographiques

Ferris, J.M. 1962. Some observations on the number of root lesion nematodes necessary to cause injury to seedling onions. *Plant Dis. Rep.* 46:484-485.

Kimpinski, J., et K.B. McRae. 1988. Relationship of yield and *Pratylenchus* spp. population densities in Superior and Russet Burbank potato. *Ann. Appl. Nematol.* 2:34-37.

Olthof, T.H.A., et J.W. Potter. 1972. The relationship between population densities of *Pratylenchus penetrans* and crop losses in summer maturing vegetables in Ontario. *Phytopathology* 63:577-582.
Potter, J.W., et T.H.A. Olthof. 1977. Analysis of crop losses in tomato due to *Pratylenchus penetrans*. *J. Nematol.* 9:290-295.
Townshend, J.L. 1962. The root-lesion nematode, *Pratylenchus penetrans* (Cobb, 1917) Filip. & Stek. 1941, in celery. *Can. J. Plant Sci.* 42:314-322.

(Texte original de T.C. Vrain et J. Kimpinski)

► Nématodes à kyste de la pomme de terre *Fig. 16.85*

Nématode doré de la pomme de terre *Globodera rostochiensis* (Wollenweb.) Behrens
Nématode à kyste incolore *Globodera pallida* (Stone) Behrens

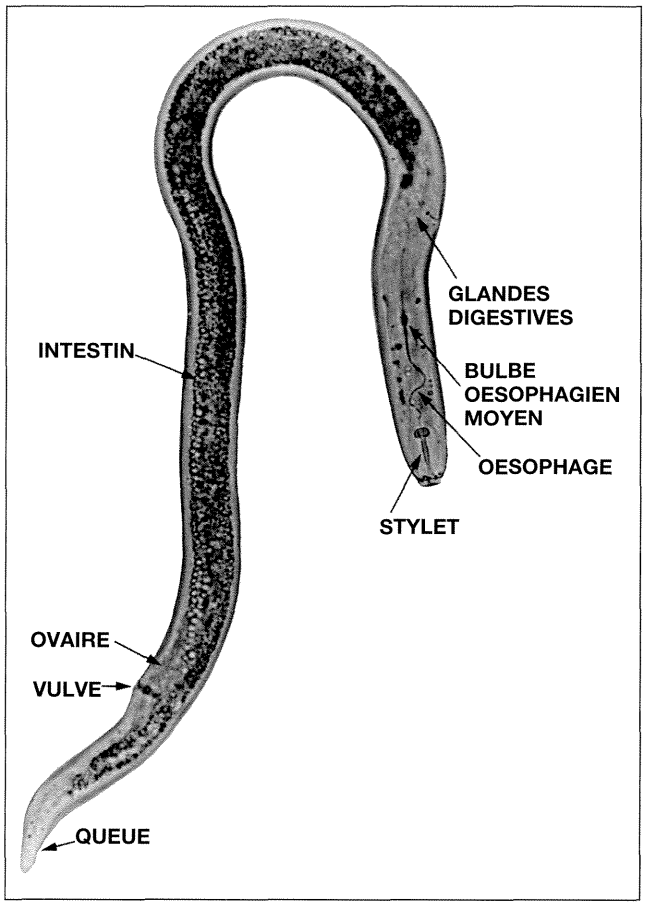
Ces deux espèces de nématodes à kyste de la pomme de terre ont été introduites au Canada (voir chapitre 3, Ennemis et ravageurs introduits). Les deux espèces se trouvent à Terre-Neuve; le nématode doré est aussi présent sur l'Île de Vancouver. La pomme de terre, la tomate, l'aubergine et autres solanacées sont les hôtes de ces deux espèces de nématodes.

Symptômes Les feuilles des plantes affectées sont pâles et, par temps sec, elles flétrissent. Les nématodes, lorsqu'ils sont en grand nombre, peuvent causer du rabougrissement, une sénescence précoce et une prolifération des radicelles. Lors de fortes infestations, les plantes semblent subir un stress hydrique ou souffrir d'une carence minérale. Les pertes de rendement varient en fonction de la densité des nématodes et de la résistance du cultivar de pomme de terre.

Identification Les espèces du genre *Globodera* (ordre des Tylenchida, famille des Heteroderidae) sont morphologiquement semblables et apparentées au nématode à kyste de la betterave à sucre, l'*Heterodera schachtii*. Chez le genre *Globodera*, les femelles sont presque sphériques à globuleuses avant de se transformer en un kyste brun; l'orifice génital (vulve) est une fente transversale entre des zones en forme de croissant ornées de petites papilles; la cuticule est striée transversalement entre l'anus et la vulve.

Ces deux nématodes à kyste de la pomme de terre n'ont pas la même couleur avant de s'enkyster. Chez le *G. rostochiensis*, la cuticule de la femelle est jaune doré, alors qu'elle est blanche chez le *G. pallida*. Un spécialiste doit confirmer l'identification. En champ, s'il soupçonne la présence de nématodes à kyste, l'amateur cherchera sur les racines de pomme de terre des kystes sphériques blancs ou jaune doré d'environ 1 mm de diamètre (*16.85*).

Biologie Les oeufs enkystés et stimulés par les exsudats racinaires éclosent dans le sol. Les larves du deuxième stade quittent le kyste, migrent dans le sol et envahissent les racines pour s'y nourrir. Elles muent trois fois avant de se transformer en adultes. Les larves pénètrent les racines et se nourrissent près des faisceaux vasculaires, induisant la formation de grandes cellules polynuclées (syncytiums). Alors qu'une partie du corps de la femelle, blanc ou jaune à ce stade, s'agrandit et perce l'épiderme de la racine, la tête demeure à l'intérieur. Les mâles se nourrissent, arrivent à maturité, abandonnent les tissus racinaires, migrent dans le sol et s'accouplent avec les femelles qui font saillie à l'extérieur de l'épiderme. Les femelles fertilisées contiennent jusqu'à 500 oeufs. Le corps se transforme en un kyste presque sphérique, dur et foncé contenant les oeufs qui restent viables pendant vingt ans ou plus. Le kyste peut adhérer aux racines ou être libéré dans le sol.



16T4 Nématode des lésions racinaires; femelle.

Lutte ***Pratiques culturales*** — La circulation de pommes de terre et autres solanacées cultivées, de sol, d'instruments aratoires contaminés, d'outils et de caissons d'entreposage à l'extérieur des zones de quarantaine est interdit au Canada (voir chapitre 3, Maladies et ravageurs introduits).

Cultivars résistants — Les races de ces deux espèces de *Globodera* n'ont pas la même capacité de reproduction sur les clones et les hybrides de pomme de terre, ce qui a favorisé le développement de cultivars de pommes de terre résistants pour Terre-Neuve.

Références bibliographiques

Evans, K., et A.R. Stone. 1977. A review of the distribution and biology of the potato cyst-nematodes *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. *Pans* 23:178-189.
Mulvey, R.H., et A.M. Golden. 1983. An illustrated key to the cyst-forming genera and species of Heteroderidae in the Western Hemisphere with species morphometrics and distribution. *J. Nematol.* 15:1-59.
Stone, A.R. 1973. *Heterodera rostochiensis*. CIH Descriptions of Plant Parasitic Nematodes, Set 2, No. 16. Commonw. Agric. Bureaux, Angleterre. 4 pp.
Stone, A.R. 1973. *Heterodera pallida*. CIH Descriptions of Plant Parasitic Nematodes, Set 2, No. 17. Commonw. Agric. Bureaux, Angleterre. 2 pp.

(Texte original de B.A. Ebsary et I.A. MacLatchy)

► Nématodes ectoparasites

Paratrichodorus allii (Jensen) Siddiqi
Paratrichodorus pachydermus (Seinhorst) Siddiqi

Paratrichodorus spp.
Trichodorus spp.

Ce groupe de nématodes n'est pas bien établi au Canada; ils ne causent que des dommages légers dans certains jardins potagers du sud de l'Alberta. Les dommages signalés sur l'oignon par le *P. allii*, et la transmission de la nécrose annulaire par le *P. pachydermus* et probablement par d'autres espèce restent à confirmer. Plusieurs espèces de *Paratrichodorus* et de *Trichodorus* provoquent les mêmes symptômes et ont le même nom commun. Les nématodes ectoparasites attaquent plusieurs types de légumes tels que le haricot, le chou, le maïs et la tomate. Ces nématodes sont plus nombreux et destructeurs dans les loams sablonneux ou dans les sols sablonneux; ils sont tolérants à la chaleur et à la sécheresse.

Symptômes Lorsque la densité des nématodes ectoparasites est élevée, ce qui est rare au Canada, les plantes touchées sont chétives et chlorotiques. Les racines prolifèrent anormalement, mais cessent de s'allonger et leur extrémité peut être quelque peu renflée. Chez la pomme de terre, il y a peu de dommages directs; cependant, de grandes nécroses se forment à l'intérieur des tubercules infestés par ces nématodes vecteurs du virus du brunissement du tabac qui cause la nécrose annulaire chez la pomme de terre (voir nécrose annulaire, dans le présent chapitre).

Identification Les nématodes ectoparasites (ordre des Dorylaimida, famille des Trichodoridae) sont des nématodes courts et épais avec un stylet dorsal non axial et recourbé (onchiostyle). L'extraction et l'identification d'échantillons de sol et de racines sont nécessaires pour confirmer que ces nématodes sont bel et bien à l'origine de la maladie.

Biologie Les nématodes ectoparasites stricts se nourrissent voracement de cellules épidermiques et affaiblissent les apex racinaires. Ils grandissent et se reproduisent dans la rhizosphère sans jamais pénétrer à l'intérieur des racines. Lorsque de nouvelles racines émergent, les nématodes les attaquent immédiatement. Les racines cessent de croître et restent endommagées, gonflées et courtes.

Lutte ***Pratiques culturales*** — Sur de petites zones, la solarisation est efficace pour réduire le nombre de nématodes ectoparasites qui ont tendance à se nourrir près de la surface.

(Texte original de T.C. Vrain)

INSECTES

►Altise de la pomme de terre *Fig. 16.100 à 16.102*

Epitrix cucumeris (Harris)

L'altise de la pomme de terre se trouve dans toutes les provinces canadiennes, excepté en Colombie-Britannique. Dans l'est des États-Unis, elle s'étend jusqu'en Floride.

L'altise de la pomme de terre est avant tout un ravageur de la pomme de terre, mais elle peut aussi attaquer le concombre, l'aubergine, la tomate et d'autres plantes telles que le datura stramoine (*Datura stramonium* L.), le tabac (*Nicotiana tabacum* L.), le pétunia blanc (*Petunia axillaris*) (Lam.) BSP.), le coqueret comestible (*Physalis pubescens* L.), la morelle de Caroline (*Solanum carolinense* L.), la morelle douce-amère (*S. dulcamara* L.), la morelle noire (*S. nigrum*) et le cerisier de Jérusalem (*S. pseudocapsicum* L.).

Dommages Lorsque les adultes se nourrissent sur les feuilles au printemps et à la fin de l'automne, ils provoquent l'apparition de cicatrices rondes de 0,1 à 5 mm de diamètre (*16.100*) qui finissent souvent par former des trous. Lorsque les altises de la pomme de terre sont nombreuses, les folioles de la pomme de terre portent de nombreuses perforations qui en viennent à donner une apparence criblée (*16.101*). Généralement, les dommages directs infligés aux tubercules par les larves sont mineurs et éliminés lors du pelage.

On estime qu'en Ontario et au Québec, l'altise de la pomme de terre n'est pas un ravageur important des productions commerciales de pommes de terre, alors que dans les Provinces Maritimes, on enregistre des pertes de 10 à 25 %. On n'interprète pas les piqûres de nutrition des adultes en début de saison comme des dommages importants et les traitements contre le doryphore éliminent aussi les altises de la pomme de terre. Au Canada, les dommages directs les plus importants causés par l'altise de la pomme de terre se produisent lorsque les adultes se nourrissent à la fin de l'été dans les régions où on ne traite pas les cultures de pommes de terre à ce stade tardif. Au Manitoba, au mois d'août, la pomme de terre 'Norland' peut supporter plus de 100 altises adultes par plante; les rendements diminuent rapidement lorsque cette densité est dépassée.

Au Manitoba, le nombre d'altises de la pomme de terre et l'importance de la gale commune ont été corrélés de façon positive. En se nourrissant, les larves peuvent transmettre des agents pathogènes directement aux tubercules et aux racines et augmenter les infections secondaires. Les adultes peuvent aussi propager des maladies lorsqu'ils émergent du sol. Les maladies fongiques transmises par l'altise de la pomme de terre sont la gale commune, la fusariose, la rhizoctonie et la verticilliose. De plus, elle peut transmettre mécaniquement des maladies bactériennes et la filosité du tubercule.

Identification L'adulte de l'altise de la pomme de terre (Chrysomélidae) mesure 1,7 mm de longueur sur 1 mm de largeur. Il est noir et muni de pattes et d'antennes brunes (*16.102*). Le fémur des pattes postérieures est plus robuste et plus sombre que les autres segments. La larve est petite, élancée, blanche et munie d'une tête brune et de petites pattes. À maturité, elle mesure 5 mm de longueur. Habituellement, les larves habitent le sol autour des racines de pomme de terre. Parfois, elles pénètrent dans les tubercules en creusant de petites cavités et des tunnels d'environ 0,8 mm de diamètre et de moins de 6 mm de longueur, habituellement droits et remplis de tissus liégeux. Ce type de dommages aux tubercules contraste avec les tunnels plus profonds creusés par l'altise des tubercules.

Biologie Il n'y a qu'une génération d'altises de la pomme de terre par année. Les adultes hivernent sur le sol parmi les déchets végétaux et les broussailles, soit dans les champs de pommes de terre qu'ils infestaient l'été précédent ou à proximité de ceux-ci. Au printemps, ils migrent vers les champs de pommes de terre et se nourrissent des nouvelles pousses. Ils volent et sautent activement surtout lorsqu'on les dérange, et on les trouve sur toutes les parties aériennes des plants de pommes de terre et sur la surface du sol. Ils se

nourrissent sur les faces supérieures et inférieures des feuilles, mais plus souvent sur la face supérieure. Avant l'émergence des plants de pommes de terre, les altises se nourrissent sur des hôtes adventices. Les femelles pondent leurs oeufs dans le sol autour des plants de pommes de terre et meurent. Habituellement tous les adultes hivernants meurent au moment de l'apparition des premières fleurs des plants de pommes de terre. Les larves éclosent environ une semaine après la ponte. Elles se nourrissent principalement sur les jeunes racines des plants de pommes de terre et complètent leur cycle biologique en quatre à cinq semaines. Elles se métamorphosent en nymphes et se transforment en adultes après environ une semaine. Les adultes émergent du sol, habituellement à la fin de juillet ou en août, et se nourrissent sur les feuilles de pomme de terre. Le nombre d'adultes s'accroît rapidement et peut dépasser 100 individus par plante en août. Les adultes continuent à se nourrir sur les feuilles de pomme de terre jusqu'à ce qu'il fasse trop froid ou que les feuilles ne conviennent plus. Les adultes qui quittent la pomme de terre peuvent se nourrir sur d'autres plantes-hôtes de prédilection avant d'hiverner.

Moyens de lutte ***Dépistage*** — Le dénombrement des piqûres de nutrition est une méthode d'évaluation plus simple que le décompte des adultes qui sont mobiles. Une évaluation préliminaire du seuil économique pour le cultivar Norland au Manitoba, faites deux semaines après l'apparition des premières fleurs, donne entre 65 et 75 piqûres de nutrition par foliole terminale à partir du tiers inférieur de la plante. Il peut s'avérer nécessaire d'abaisser ce seuil pour les plantes qui subissent un stress climatique ou qui sont attaquées par d'autres insectes ou agents pathogènes. Cependant, tard en saison, le nombre de piqûres d'alimentation peut dépasser ce seuil sans qu'il soit nécessaire de traiter les plantes.

Le seuil peut aussi différer selon les cultivars et selon les régions au Canada. Dans les Provinces Maritimes, un seuil économique de 15 piqûres de nutrition sur la quatrième foliole terminale à partir de l'apex de la plante a été préconisé; cependant, ce nombre apparaît maintenant trop faible.

Pratiques culturales — L'altise de la pomme de terre tend à être plus abondante dans les parties des champs de pommes de terre adjacentes à des zones non cultivées. Ces zones sont habituellement peuplées d'hôtes intermédiaires qui servent de nourriture aux altises adultes et retiennent la neige, ce qui favorise la survie des altises hivernantes. Puisque l'altise de la pomme de terre ne vole pas très bien, on peut donc réduire ses populations sur la pomme de terre en gardant les champs loin des zones non cultivées. La destruction des repousses de pomme de terre et d'autres plantes-hôtes permet aussi d'affamer les adultes hivernants au printemps avant que les pommes de terre n'émergent.

Cultivars résistants — On ne connaît aucun cultivar de pomme de terre qui soit résistant à l'altise de la pomme de terre.

Lutte biologique — Les parasites ne semblent pas avoir un impact important sur la densité des populations de l'altise de la pomme de terre. Il n'existe présentement aucun agent de lutte biologique sur le marché.

Lutte chimique — Les insecticides utilisés contre d'autres insectes nuisibles de la pomme de terre sont généralement aussi efficaces contre les altises. Par exemple, les insecticides systémiques granulaires appliqués au moment de la plantation contre les doryphores adultes peuvent s'avérer efficaces contre l'altise de la pomme de terre pendant toute la saison. Lorsqu'on n'utilise pas d'insecticides systémiques au moment de la plantation, la nécessité de recourir à des traitements contre l'altise de la pomme de terre dépend du synchronisme entre les stades larvaires et les autres traitements insecticides. Au Manitoba, on traite habituellement contre le doryphore lorsque l'altise de la pomme de terre est dans le sol sous forme de larve ou de nymphe, ce qui la protège. Les adultes émergent en grand nombre pendant plusieurs semaines de sorte qu'il est préférable d'utiliser des insecticides foliaires qui soient relativement rémanents, sans laisser de résidus au moment de la récolte. On appliquera les insecticides recommandés contre les adultes émergents environ deux semaines après l'apparition des premiers adultes.

On n'a pas signalé de résistance aux insecticides couramment utilisés. Cependant, l'altise de la pomme de terre semble capable de détecter et d'éviter des insecticides comme le malathion sur les feuilles de pomme de terre, et ceci suffisamment pour réduire la mortalité et l'efficacité des traitements.

Références bibliographiques

Cannon, F.M. 1960. *Control of the potato flea beetle in eastern Canada.* Can. Dep. Agric. Publ. 1072. 4 pp. (Revision of Processed Publication Series, Entomology, No. 94)

Wolfenbarger, D.O. 1940. Relative prevalence of potato flea beetle injuries in fields adjoining uncultivated areas. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 33:391-394.

(Texte original N.J. Holliday et J.G. Stewart)

▶ Altise des tubercules *Fig. 16.107 à 16.109*

Epitrix tuberis Gentner

L'altise des tubercules est l'insecte le plus nuisible aux cultures potagères et commerciales de pomme de terre en Colombie-Britannique. Dernièrement, on a signalé sa présence dans des jardins potagers en Alberta. On la trouve aussi aux États-Unis.

L'altise des tubercules préfère la pomme de terre, bien qu'elle se nourrisse et se reproduise avec succès sur la tomate et d'autres espèces de solanacés.

Dommages Les dommages d'alimentation sont rarement importants du point de vue économique. Cependant, un grand nombre d'adultes peuvent défolier de jeunes plants de pommes de terre. À cet égard, les petites exploitations et les jardins potagers courent de plus grands risques. Les cultures commerciales de pommes de terre peuvent être envahies de différentes façons. Par exemple, dans des champs produisant des pommes de terre pour une deuxième année consécutive, les altises hivernantes peuvent émerger directement du sol et infester les repousses de pomme de terre ou les cultures à l'émergence. Les altises des tubercules des champs avoisinants tendent à migrer en plus grand nombre dans les nouveaux champs de pommes de terre et les champs de deuxième année, surtout vers les rangs extérieurs. Ainsi, les dommages aux cultures de pomme de terre sont habituellement plus élevés dans les

rangs périphériques, et on estime que même de faibles populations tôt en saison sont potentiellement dangereuses pour les cultivars tardifs.

La principale préoccupation économique des producteurs commerciaux a trait aux larves qui se nourrissent de jeunes tubercules. Bien que les rendements ne soient pas habituellement affectés, les larves causent aux tubercules des dommages esthétiques prenant la forme de protubérances, de rainures superficielles et de réseaux superficiels de petites galeries (*16.107 et 16.108*). Les cultures hâtives échappent généralement aux dommages parce qu'elles sont récoltées avant que les populations ne parviennent aux seuils de nuisibilité. Les cultures de mi-saison et tardives coïncident avec un pic de larves de deuxième et de troisième génération qui causent de graves dommages en août et septembre lorsque les tubercules approchent de la maturité. Si des dommages importants surviennent par suite de traitements inadéquats, la culture est dépréciée ou passe de la catégorie Canada n° 1 à Canada n° 2.

Contrairement aux travaux sur l'altise de la pomme de terre, la relation entre les piqûres d'alimentation de l'altise des tubercules et l'incidence de maladies dans les cultures de pommes de terre n'a pas été établie.

Identification Les adultes de l'altise des tubercules (Chrysomélidae) sont noirs, luisants et mesurent 1,5 à 2,0 mm de longueur (*16.109*). Ils se nourrissent de feuilles de pomme de terre et leur donnent une apparence criblée. Comme d'autres insectes tels que les chenilles et les collemboles peuvent aussi cribler le feuillage, il est nécessaire de s'assurer de la présence d'altises adultes. Les larves ne se nourrissent que sur de jeunes racines ou tubercules. Au sol, elles sont difficiles à détecter.

Biologie L'altise des tubercules hiverne sous forme d'adultes dans le sol, dans les champs de pommes de terre et en périphérie. La survie à l'hiver est meilleure dans les bordures élevées et herbeuses qui ne subissent pas d'inondations. Il y a deux ou trois générations par année, à partir de l'intervalle entre la mi-mai et le début de juin alors que les adultes hivernants émergent. Les adultes se nourrissent et s'accouplent sur la face supérieure des feuilles de pomme de terre du matin jusqu'au crépuscule. Ils se laissent tomber lorsqu'on les dérange et peuvent s'envoler. L'accouplement et la ponte des oeufs se poursuit pendant un mois. La première génération de larves se nourrit du début de juin à la mi-juillet, la deuxième génération de la mi-juillet à la mi-septembre et la troisième génération après la mi-août. Le développement larvaire est complété en trois semaines et est suivi d'une nymphose d'environ deux semaines. Le cycle évolutif complet prend environ six semaines.

Cet insecte se reproduit très rapidement. En théorie, une femelle qui a émergé en mai aura donné, à l'automne, naissance à des milliers de rejetons. Les sols très humides et plutôt chauds, comme les sols organiques, favorisent l'augmentation des populations. Par conséquent, les cultures de pommes de terre en sol organique courent de plus grands risques que celles en sol minéral.

Moyens de lutte ***Dépistage*** — Le dépistage des adultes de l'altise des tubercules tout au long de la saison assure une lutte efficace et rentable. Puisque les populations d'altises sont plus denses dans les rangs extérieurs qu'à l'intérieur du champ, on échantillonne ces deux zones séparément. On examine visuellement les plantes chaque semaine, de la levée jusqu'à ce qu'elles aient atteint 30 cm de hauteur. Le procédé requiert l'examen minutieux de 35 échantillons prélevés sur 10 plantes consécutives; chaque échantillon est pris à des intervalles de 40 pas dans les rangs extérieurs. Un nombre équivalent d'échantillons est prélevé le long de rangs sélectionnés à l'intérieur du champ. Lorsqu'on observe une moyenne d'une altise par 60 plantes, on traite les rangs intérieurs ou les rangs périphériques, selon le cas.

La mise en place de moyens de lutte en début de saison élimine le besoin de procéder par la suite à des pulvérisations contre l'altise des tubercules. De plus, les pulvérisations effectuées tard en saison endommagent les plantes et entraînent une augmentation des populations de pucerons. Lorsque les fanes de pomme de terre dépassent 30 cm, on récolte des échantillons à toutes les semaines à l'aide d'un filet-fauchoir. On attrape les insectes en frappant vigoureusement le haut de la plante avec le filet tout en marchant; on donne ainsi 20 coups de filet consécutifs à 180° à 30 pas d'intervalle le long des rangs extérieurs. Un nombre équivalent d'échantillons au filet-fauchoir est nécessaire le long de rangs intérieurs choisis au hasard dans le champ. La pulvérisation est nécessaire lorsqu'on recueille en moyenne un insecte pour dix coups de filet de 30 cm de diamètre dans les rangs extérieurs ou intérieurs.

Dans les nouveaux champs de pomme de terre, une stratégie peu coûteuse et efficace pour l'échantillonnage de routine est de planter plus tôt environ 20 rangs de bordure en périphérie de la culture principale. Ces rangs de bordure peuvent être traités à l'aide d'un insecticide granulaire systémique ou liquide selon les seuils du programme de dépistage. On poursuit l'échantillonnage des altises et des autres ravageurs dans le champ, mais on n'a recours aux pulvérisations que lorsque cela est nécessaire.

Cette procédure ne doit pas être entreprise sans un programme de dépistage.

Pratiques culturales — En Colombie-Britannique, la rotation annuelle des cultures est une pratique culturale essentielle. La culture continue de pommes de terre dans un même champ favorise l'augmentation des populations d'altises. Les repousses de pomme de terre servent d'hôtes aux altises tôt en saison et elles deviennent des sources d'infestation pour la culture principale. Les nouveaux champs de pommes de terre peuvent aussi être envahis, mais les altises seront moins nombreuses et habituellement confinées aux rangs extérieurs.

Lutte chimique — Normalement, seuls les cultivars de mi-saison et tardifs nécessitent des traitements. La procédure la plus efficace dans les plantations commerciales est d'appliquer un insecticide systémique dans le sillon lors du semis, en mai ou en juin. L'absorption de l'insecticide par les feuilles de la plante sur lesquelles les adultes hivernants se nourrissent constitue un excellent moyen de lutte avant la ponte des adultes. Les insecticides systémiques donnent de meilleurs résultats dans les sols pauvres en matière organique. On peut aussi procéder, chaque semaine de la levée jusqu'à la récolte, à des pulvérisations foliaires de routine ou dosées selon les résultats de l'échantillonnage des populations.

Dans le centre de la Colombie-Britannique, on a constaté que l'altise des tubercules avait acquis un certain niveau de résistance aux insecticides chlorés.

Références bibliographiques

Vernon, R.S., et J.R. Mackenzie. 1991. Evaluation of foliar sprays against the tuber flea beetle, *Epitrix tuberis* Gentner (Coleoptera: Chrysomelidae), on potato. *Can. Entomol.* 123:321-331.

Vernon, R.S., et J.R. Mackenzie. 1991. Granular insecticides against overwintered tuber flea beetle, *Epitrix tuberis* Gentner (Coleoptera: Chrysomelidae), on potato. *Can. Entomol.* 123:333-343.

Vernon, R.S., J.R. Mackenzie et D.L. Bartel. 1990. Monitoring tuber flea beetle, *Epitrix tuberis* Gentner (Coleoptera: Chrysomelidae), on potato: Parameters affecting the accuracy of visual sampling. *Can. Entomol.* 122:525-535.

Vernon, R.S., et D.R. Thomson. 1991. Overwintering of tuber flea beetles, *Epitrix tuberis* Gentner (Coleoptera: Chrysomelidae), in potato fields. *Can. Entomol.* 123:239-240.

(Texte original de R.S. Vernon)

► Cicadelle de la pomme de terre

Fig. 16.103 et 16.104

Empoasca fabae (Harris)

On trouve la cicadelle de la pomme de terre dans tout l'hémisphère occidental, mais elle n'hiverne pas sous les climats tempérés. Chaque année, elle immigre au Canada en provenance de la côte du Golfe du Mexique, portée par les vents du sud. Entre le début et la mi-juin et jusqu'à l'automne, on la trouve habituellement au Manitoba et dans le sud de l'Ontario et du Québec. On ne la signale qu'occasionnellement en Saskatchewan, au Nouveau-Brunswick, en Nouvelle-Écosse, à l'Île-du-Prince-Édouard et à Terre-Neuve.

La cicadelle de la pomme de terre est un ravageur de la luzerne et parfois du trèfle (*Trifolium* spp.). Les plantes-hôtes cultivées incluent le haricot, le céleri, le maïs, le concombre et la pomme de terre. Il existe plus de 100 espèces de dicotylédones qui servent d'hôtes à la cicadelle de la pomme de terre, y compris le pommier et d'autres arbres.

Dommages Les dommages causés par la cicadelle de la pomme de terre dépendent de l'abondance des insectes, de la durée de l'activité d'alimentation et du stade de croissance de la plante. Les larves et les adultes se nourrissent sur les tiges et les feuilles et affectent gravement les plantules. Les dommages sur la pomme de terre sont caractérisés par le jaunissement puis la mort du feuillage affecté. Au départ, les dommages consistent en un jaunissement de l'extrémité et des bords des folioles. Graduellement, les bords de la feuille meurent et s'enroulent vers l'intérieur, ce qui donne les symptômes typiques de brûlure de la cicadelle (*16.103*).

Au Manitoba, bien que l'on note la présence de la cicadelle de la pomme de terre chaque année, ce n'est qu'une fois par six ans ou plus qu'elles sont en nombre suffisant pour causer la brûlure de la cicadelle. On a cependant démontré que dans le sud de l'Ontario la cicadelle de la pomme de terre réduisait les rendements de la pomme de terre d'environ 40 % lorsque son nombre dépassait le seuil théorique (voir Dépistage) et qu'aucun traitement n'était effectué durant la saison. Si des modifications aux présentes procédures de lutte contre le doryphore nécessitaient l'utilisation d'insecticides plus spécifiques, d'ennemis naturels et de pratiques culturales, la cicadelle de la pomme de terre deviendrait alors vraisemblablement un ravageur plus important.

On ne connaît pas de maladies transmises par la cicadelle de la pomme de terre.

Identification Les cicadelles (Cicadellidae) sont cunéiformes et cette caractéristique permet de les distinguer d'autres petits insectes. L'adulte de la cicadelle de la pomme de terre mesure 3 à 4 mm de long, est d'un jaune verdâtre luisant, mais ne possède aucune autre marque caractéristique (*16.104*). Il est très actif et s'envole rapidement lorsqu'on s'en approche. Les larves sont aussi jaune verdâtre. Elles demeurent habituellement sur les feuilles et se déplacent vers le coté opposé de la feuille lorsqu'on les dérange.

Biologie La cicadelle de la pomme de terre arrive généralement dans le sud de l'Ontario au début de juin et on trouve souvent les adultes sur la luzerne, leur hôte de prédilection pour la ponte des oeufs. Les larves éclosent au bout de 10 jours environ et se nourrissent des feuilles de luzerne jusqu'à ce qu'elles aient atteint la maturité. Les adultes de cette génération envahissent ensuite la pomme de terre et donnent naissance à une ou plusieurs générations sur cette culture. Dans le sud de l'Ontario, il y a deux générations par année sur la pomme de terre, mais habituellement une seule dans le reste du Canada.

Les femelles peuvent pondre trois à cinq oeufs par jour et jusqu'à 35 oeufs durant leur vie. Les oeufs sont insérés dans la tige de la plante. Il y a cinq stades de développement larvaire et les deux derniers causent plus de dommages que les trois premiers ou que l'adulte. Le développement larvaire prend 10 à 25 jours. Il est optimal à 30°C.

Moyens de lutte ***Dépistage*** — On a déterminé un seuil théorique de 10 larves par 100 feuilles prélevées au milieu de la plante. Les populations de cicadelles qui dépassent ce seuil pour deux stades de croissance de la plante ou plus (par exemple, de la phase végétative à la floraison ou de la floraison à la sénescence) ou qui se nourrissent pendant plus de trois ou quatre semaines peuvent entraîner des pertes de rendement significatives. Il n'existe aucun programme de dépistage adapté aux cultures commerciales au Canada.

Pratiques culturales — Présentement, il n'existe pas de pratiques culturales efficaces contre la cicadelle de la pomme de terre.

Lutte biologique — La cicadelle de la pomme de terre n'a pas d'ennemis naturels importants au Canada, à tout le moins, aucun qui ait des effets appréciables sur la croissance de ses populations.

Lutte chimique — Au Canada, la lutte contre la cicadelle de la pomme de terre n'a pas progressé au-delà de l'utilisation d'insecticides visant le doryphore de la pomme de terre. Il existe de nombreux insecticides foliaires organophosphorés et pyréthrinoïdes efficaces contre la cicadelle de la pomme de terre. Le choix s'oriente habituellement vers les produits les plus efficaces contre le doryphore de la pomme de terre, mais efficaces aussi contre d'autres insectes nuisibles. En saison, on recommande d'effectuer les traitements foliaires au moment le plus approprié et d'utiliser des insecticides granulaires à la plantation. Il n'existe pas d'information sur la résistance des populations de cicadelles de la pomme de terre aux insecticides.

(Texte original de M.K. Sears)

► Doryphore de la pomme de terre

Fig. 16.96 à 16.99; 16T5

Leptinotarsa decemlineata (Say)

Le doryphore de la pomme de terre est probablement entré au Canada en 1870 par l'Ontario et a atteint l'Île-du-Prince-Édouard en 1883 et la Colombie-Britannique en 1919 ou avant. Cependant, on ne le trouve ni à Terre-Neuve, ni sur la côte de la Colombie-Britannique, ni sur l'île de Vancouver. C'est le ravageur le plus important de la pomme de terre du Nouveau-Brunswick et de l'Île-du-Prince-Édouard jusqu'au Manitoba et en Alberta. En Nouvelle-Écosse, en Saskatchewan et au coeur de la Colombie-Britannique, il cause peu ou pas de dommages.

Les hôtes du doryphore de la pomme de terre ne se trouvent que dans la famille des solanacées. Le doryphore préfère la pomme de terre, mais il attaque aussi l'aubergine, la tomate et des adventices comme le coqueret (*Physalis* spp.) (*3.35*), la morelle à trois fleurs (*Solanum triflorum* Nutt.) et la morelle douce-amère (*S. dulcamara* L.).

Dommages Les adultes et les larves se nourrissent surtout du feuillage en y grignotant des trous irréguliers à l'intérieur et sur les bords de celui-ci, mais peuvent aussi attaquer la tige. De fortes populations peuvent défolier complètement les plantes (*16.98*) sur de grandes surfaces dans un champ. Leur voracité tout au long de la saison de croissance, mais surtout à la floraison, entraîne une diminution de rendement. Habituellement, la réduction de la surface foliaire réduit l'aptitude des plants de pommes de terre à synthétiser les substances de réserve entreposées dans les tubercules.

L'hypothèse que le doryphore soit un vecteur de certaines maladies bactériennes et virales n'a pas été confirmée, mais la transmission mécanique est probable.

Identification Le doryphore (Chrysomélidae) adulte mesure environ 10 mm de longueur sur 7 mm de largeur et est bombé. La tête et la partie antérieure du thorax (pronotum) sont brun orangé à jaunes et couvertes de taches noires de formes variées. Les ailes antérieures (élytres) jaunes (*16.96*) sont ornées sur toute leur longueur de 10 rayures noires. On reconnaît la femelle à son abdomen distendu et à l'absence de dépression sur le dernier segment abdominal ventral. Les oeufs sont allongés et jaunes à orange. Ils sont pondus sur la face inférieure des feuilles de la plante-hôte, en groupes d'environ 30 (*16.97*). La larve est bossue, rouge orangé et ornée de deux rangs de taches noires le long du corps (*16.98 et 16.99*).

Le doryphore ne ressemble à aucun autre coléoptère au Canada. Il ressemble beaucoup au *Leptinotarsa juncta* (Germar), une espèce semblable limitée à une région au sud-ouest de la Pennsylvanie, aux États-Unis.

Biologie L'adulte hiverne dans le sol des champs de pommes de terre de l'année précédente (*16T5*). Au printemps, à mesure que la température se réchauffe, les doryphores remontent à la surface. Ils émergent au cours de la dernière semaine de mai ou au début de juin et partent immédiatement à la recherche de plantes-hôtes. Ils se nourrissent quelques jours, après quoi ils s'accouplent (*16.96*) et pondent leurs oeufs. Chaque femelle pond de 300 à 500 oeufs entre le mois de juin et la fin de juillet. Durant cette période, les femelles se déplacent des plantes les plus vieilles vers les plus jeunes. Cette longue période de ponte a pour conséquence que les larves séjournent dans le champ pendant trois à cinq semaines, bien que le développement larvaire, de l'éclosion à la nymphose, ne nécessite que deux à trois semaines. La nymphose se déroule dans le sol et les nouveaux adultes émergent au bout de deux à trois semaines. Dans la plupart des régions du Canada, la faible qualité nutritive de la plante-hôte, une photopériode courte et des températures relativement froides au moment de l'émergence empêchent les nouveaux adultes de s'accoupler. Ils se nourrissent et se préparent plutôt à entrer en diapause reproductive pendant l'hiver, de sorte qu'il n'y a qu'une génération de doryphore de la pomme de terre partout au Canada, sauf dans le sud de l'Ontario où l'on en trouve deux générations. Parfois au Nouveau-Brunswick, en Nouvelle-Écosse et à l'Île-du-Prince-Édouard, un certain nombre de nouveaux adultes émergent assez tôt pour s'accoupler, pondre un certain nombre d'oeufs et donner naissance à une deuxième génération partielle. Cependant, ces adultes accouplés cessent rapidement de pondre et commencent à se préparer à hiverner. La deuxième génération partielle se développe habituellement trop tard en saison pour avoir un impact important sur les rendements de pomme de terre dans ces provinces. Dans le sud de l'Ontario cependant, la deuxième génération est complète et, certaines années, on observe même une troisième génération partielle.

Moyens de lutte ***Dépistage*** — On évalue l'abondance d'oeufs, de larves et d'adultes par comptage visuel sur un nombre déterminé de plantes ou de tiges choisies au hasard dans différentes parties du champ. Sur les cultivars de pomme de terre mi-tardifs, le plan d'échantillonnage séquentiel que l'on utilise pour les larves du troisième et du quatrième stade de développement suppose un seuil de nuisibilité de 20 grosses larves par plante. Il faut examiner au moins 40 plantes afin d'obtenir une estimation valable de la densité des doryphores. L'échantillonnage à l'aide d'un filet-fauchoir ne convient pas pour l'évaluation du nombre de doryphores. Présentement, il n'existe pas de seuils économiques spécifiques. Les recommandations pour le début des traitements s'appuient uniquement sur des observations empiriques : des dommages foliaires dépassant 10 % au Manitoba, une moyenne de deux larves par plante sur 12 m de rang dans les provinces de l'Atlantique et, au Québec, 3,5 adultes hivernants par plante, 10 larves par plante avant que 90 % des plantes soient en fleurs ou 20 adultes par plante vers la fin de la saison. Au Manitoba, le seuil de dommage économique varie de 0,14 à 0,82 larve par plante sur le cultivar de pomme de terre Norland. Des recherches visant à établir des seuils de nuisibilité sont en cours au Nouveau-Brunswick, au Manitoba et au Québec. L'information dont on dispose présentement laisse supposer que des nombres extrêmement faibles de doryphores ne justifient pas le recours aux insecticides et que le seuil de nuisibilité est influencé par l'importance d'autres facteurs de stress dans la culture.

Pratiques culturales — À part l'utilisation d'insecticides, la rotation des cultures est présentement l'une des rares techniques de lutte courante à la portée des producteurs de pommes de terre. La rotation permet de diminuer de façon significative le nombre de doryphores et aussi de concentrer les insectes à la périphérie du champ où on peut appliquer des insecticides en traitements localisés. Cette stratégie n'est

pas accessible à tous les producteurs, car certains ne disposent pas de suffisamment de terrain pour pratiquer la rotation, et les cultures en rotation tendent à être moins rentables que la pomme de terre. Dans ce cas, il est préférable d'éviter de planter les pommes de terre dans des champs où pullulaient des doryphores adultes la saison précédente.

Cultivars résistants — Il n'existe pas de cultivars commerciaux de pomme de terre résistants au doryphore. Présentement, on met au point de nouveaux cultivars ayant des niveaux faibles à modérés de résistance et qui pourraient être utilisés conjointement avec des traitements chimiques et d'autres techniques de lutte.

Lutte biologique — Les populations de prédateurs indigènes, tels que les carabes (*Lebia* spp. et *Pterostichus* spp.), la punaise bimaculée (*Perillus bioculatus* (Fabricius)), la coccinelle maculée (*Coleomegilla maculata* (DeGeer)) et le parasite (*Myiopharus doryphorae* (Riley) (syn. *Doryphorophaga doryphorae* (Riley)), ont rarement un impact significatif sur l'abondance du doryphore. On a homologué des souches de la bactérie *Bacillus thuringiensis* Berliner qui semblent offrir de bonnes possibilités d'utilisation commerciale étant donné leur spécificité pour le doryphore de la pomme de terre.

Lutte chimique — Il existe toute une gamme d'insecticides chimiques de contact et systémiques. On recommande aux producteurs de ne recourir aux pulvérisations que lorsque cela est nécessaire et d'alterner les insecticides choisis parmi les différents groupes de produits disponibles.

La résistance aux insecticides organochlorés a été signalée dès les années soixante en Alberta, en Ontario et au Québec. Plus récemment, dans une région du Québec, on a trouvé des doryphores résistants à la plupart des insecticides organophosphorés, des carbamates et des pyréthrinoïdes couramment recommandés. Au Nouveau-Brunswick, il existe, à plusieurs endroits, un potentiel génétique de résistance aux insecticides, bien que, jusqu'à maintenant, il ne se soit exprimé que chez quelques populations. La propagation de la résistance est restée faible, malgré que les populations de cet insecte aient parfois développé une résistance aux insecticides dans différentes régions du Canada. On effectuera des pulvérisations foliaires localisées contre les adultes tôt en saison lorsque leur nombre le justifie. On applique les insecticides contre les stades larvaires au moment de la floraison lorsque le nombre d'insectes excède le seuil économique, et à la fin de la saison contre les adultes lorsque leur nombre est inhabituellement élevé.

Références bibliographiques

Boiteau, G., et J.P.R. Le Blanc. 1992. *Stades du cycle vital du doryphore de la pomme de terre.* Agric. Can. Publ. 1878/F. 14 pp.

Camp, N. 1993. B.t. gene makes potatoes insecticidal. *AgriScience* (février 1993): 8.

Ferro, D.N. 1993. Potential for resistance to *Bacillus thuringiensis*: Colorado potato beetle (Coleoptera : Chrysomelidea) - A model system. *Am. Entomol.* 39:38-44.

Ferro, D.N., et R.H. Voss, eds. 1985. Symposium on the Colorado potato beetle. XVII International Congress of Entomology, Proceedings. *Mass. Agric. Exp. Stn. Res. Bull.* 704. 144 pp.

Jaques, R.P., et D.R. Laing. 1989. Effectiveness of microbial and chemical insecticides in control of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) on potatoes and tomatoes. *Can. Entomol.* 121:1123-1131.

(Texte original de G. Boiteau)

►Perce-tige de la pomme de terre

Fig. 16.105 et 16.106; 3.19 et 12.56

Hydraecia micacea (Esper)

Le point d'entrée du perce-tige de la pomme de terre en Amérique du Nord a été la Nouvelle-Écosse et le Nouveau-Brunswick au début des années mil neuf cent. On le trouve maintenant partout dans l'est du Canada et dans le Midwest américain. Jusqu'à présent, on n'a pas confirmé sa présence dans l'ouest du Canada.

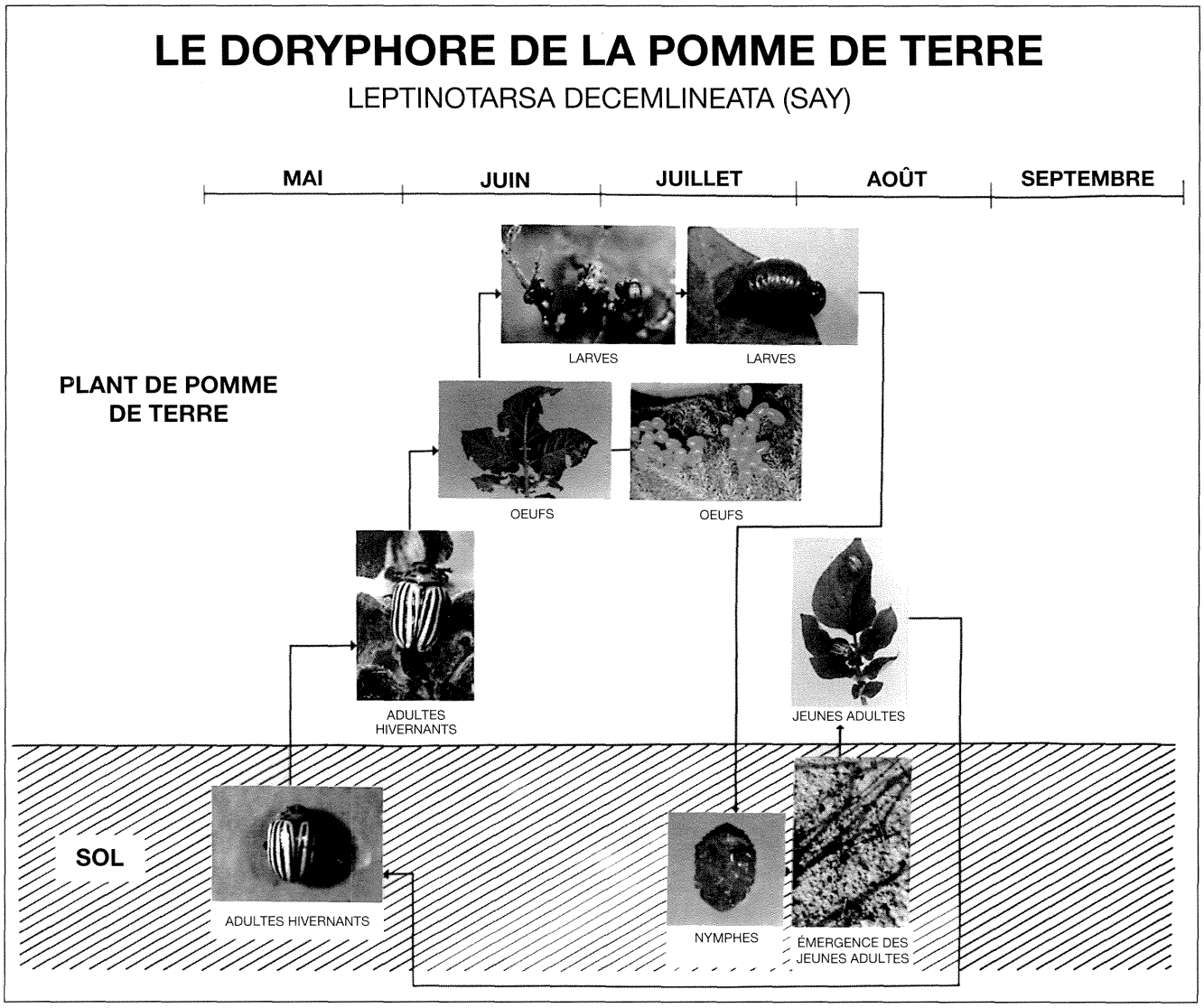
Le perce-tige de la pomme de terre est un ravageur occasionnel d'un grand nombre de plantes cultivées comme le maïs (*12.56*), l'oignon, le pois, la pomme de terre, la tomate et la rhubarbe. Au Canada, les principales cultures hôtes sont la pomme de terre à Terre-Neuve, le maïs et d'autres légumes au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse, le maïs à l'Île-du-Prince-Édouard, le maïs et la pomme de terre au Québec ainsi que le maïs et la rhubarbe en Ontario. Les hôtes secondaires incluent le fraisier, la betterave sucrière, l'orge, le blé, le glaïeul, les plantes sauvages telles que le rumex (*Rumex* spp.) et le plantain (*Plantago* spp.), et les graminées.

Dommages Habituellement, les problèmes surviennent dans les champs nouvellement établis infestés de mauvaises herbes. Les plantes attaquées sont jeunes. Chez la pomme de terre et le maïs, la larve pénètre et se nourrit dans la tige à la fin du printemps, ce qui entraîne le flétrissement et la sénescence de la tige et finit par tuer la plante. Habituellement, la larve qui se nourrit tue ou endommage gravement la plante et, s'il s'agit de pétioles de rhubarbe, elle les rend invendables. Bien que de nombreuses cultures puissent être gravement affectées dans des champs isolés, il est rare que l'on note des pertes de rendement sur de grandes surfaces. Cet insecte contribue à l'augmentation des coûts marginaux de production parce qu'il force le producteur à accroître ses doses de semis afin de compenser pour les dommages près des clôtures, et à effectuer un labour supplémentaire.

Au Nouveau-Brunswick, la présence de la jambe noire de la pomme de terre et du perce-tige semble coïncider; on pense qu'il pourrait en être un vecteur.

Identification L'adulte du perce-tige de la pomme de terre est une noctuelle (Noctuidae). Ses oeufs sont finement striés et luisants. La tête de la larve est brun pâle et son corps rose (*16.106 et 12.56*). La nymphe (chrysalide) porte deux longues épines à la partie anale. L'envergure de l'adulte est d'environ 42 mm (*16.105*). Les ailes antérieures brun pâle sont ornées de taches brun olive et d'une bande médiane qui s'infléchit sur le bord antérieur. Les ailes postérieures sont brun jaunâtre et ornées d'une tache centrale grise et estompée, et d'une ligne transversale plus foncée.

Biologie En août, l'adulte pond ses oeufs en rangs parallèles sur le limbe des feuilles, habituellement des graminées, où il hiverne. Les larves éclosent au début de mai et se nourrissent sur les graminées dans les champs cultivés et en périphérie. À mesure que les larves vieillissent, elles migrent sur des plantes plus grosses et se nourrissent à l'intérieur de la tige ou de la racine. Elles atteignent leur maturité à la mi-juin et se métamorphosent en nymphes dans le sol. Les adultes sont actifs de la fin de juillet jusqu'en septembre. On pense qu'ils effectuent des migrations, mais on en ignore le mode. Le foin coupé à



16T5 Doryphore de la pomme de terre; cycle biologique dans les régions à une génération.

l'automne est une voie plausible de propagation des oeufs du perce-tige de la pomme de terre et c'est peut-être ainsi qu'il a été introduit en Amérique du Nord.

Moyens de lutte ***Dépistage*** — On a identifié une phéromone sexuelle très efficace pour piéger les mâles. La phéromone peut servir d'outil de dépistage, bien que présentement les procédures se limitent à une patrouille du champ pendant le mois de juillet afin de détecter des dommages.

Pratiques culturales — Chez la pomme de terre, la façon la plus efficace de lutter contre les populations du perce-tige de la pomme de terre est de labourer ou d'utiliser des herbicides afin d'éliminer les zones infestées de mauvaises herbes et de réduire le nombre d'oeufs sur les plantes sauvages. Il faut labourer les nouveaux champs immédiatement après la récolte de foin et faire des semis plus denses dans les rangs de bordure afin de compenser pour la mortalité des plantules.

Lutte biologique — En Amérique du Nord, la tachinide *Lydella radicis* Townsend parasite les larves du perce-tige de la pomme de terre. Il existe plusieurs guêpes qui parasitent les oeufs, les larves (*3.19*) et les chrysalides.

Lutte chimique — Les insecticides de contact sont inefficaces contre le perce-tige de la pomme de terre parce que les larves se nourrissent habituellement à l'intérieur de la plante. L'utilisation d'insecticides systémiques n'est pas rentable.

(Texte original de R.J. West)

►Puceron de la pomme de terre *Fig. 16.92 à 16.94*

Macrosiphum euphorbiae (Thomas)

Le puceron de la pomme de terre se trouve partout dans le monde; il est probablement d'origine asiatique. On signale sa présence partout au Canada. Il est probablement le puceron le plus abondant sur la pomme de terre dans l'est du Canada et on pense qu'il en est de même dans tout le

Canada. Dans les provinces de l'Atlantique, c'est le premier puceron à apparaître sur la pomme de terre. On le trouve habituellement en juin dans la plupart des champs. Il semble préférer les feuilles médianes supérieures de la plante, là où les formes ailées s'établissent habituellement. Lorsqu'ils sont nombreux, ils peuvent affaiblir la culture et diminuer les rendements.

Les hôtes d'hiver sont des rosacées, telles que le rosier brillant (*Rosa nitida* Willd.), le rosier palustre (*R. palustris* Marsh.) et le rosier rugueux (*R. rugosa* Thunb.). De nombreuses cultures légumières et diverses autres plantes servent d'hôtes d'été. La pomme de terre est l'un des hôtes d'été préférés.

Dommages Habituellement, les plantes infestées par un grand nombre de pucerons de la pomme de terre flétrissent et leurs feuilles sont couvertes de miellat. Les pucerons attaquent surtout les fleurs et les pousses.

Le puceron de la pomme de terre transmet le virus Y de la pomme de terre au tabac, mais rarement à la pomme de terre. On estime qu'il est un vecteur peu efficace du virus A et du virus de l'enroulement de la pomme de terre.

Identification L'adulte aptère du puceron de la pomme de terre mesure 1,7 à 3,6 mm de longueur, ce qui en fait le plus gros puceron à infester la pomme de terre au Canada. Son corps est allongé, cunéiforme, jaune verdâtre à rose, et plus foncé sur la ligne médiane du dos (*16.92 et 16.93*). La tête porte des tubercules frontaux proéminents et divergents. La tête et le thorax des adultes ailés sont brun jaunâtre pâle, vert brunâtre ou brun foncé (*16.94*). Le puceron de la pomme de terre est très agité et se laisse tomber par terre lorsque dérangé.

Biologie Le puceron de la pomme de terre hiverne sous forme de femelles virginipares dans des endroits abrités tels que les serres, et à l'état d'oeuf sur les rosacées. Les oeufs éclosent au printemps lorsque les bourgeons commencent à gonfler. Deux à six générations de femelles virginipares voient le jour sur les hôtes d'hiver et, pendant ce temps, les femelles ailées arrivent à maturité et migrent vers de nombreuses adventices et vers les plants de pommes de terre. Les pullulations surviennent à des températures de 5 à 25°C. Le nombre de pucerons continue d'augmenter en juillet et les formes ailées apparaissent. Vers le début ou le milieu d'août, les populations du *M. euphorbiae* commencent à décroître sur la pomme de terre, surtout parce que les mâles et les femelles ailés commencent à migrer vers leurs hôtes d'hiver.

Moyens de lutte ***Dépistage*** — On évalue l'abondance du puceron de la pomme de terre en comptant le nombre de pucerons sur les feuilles (voir puceron vert du pêcher). Un plan d'échantillonnage séquentiel, nécessitant l'examen de 100 plantes à partir d'un seuil d'un puceron ou plus par plante, donne une estimation satisfaisante de la distribution des pucerons. Dans l'est du Canada, il n'est pas nécessaire de recourir à des moyens de lutte sauf si les pucerons de la pomme de terre deviennent suffisamment abondants pour affecter les rendements; c'est pourquoi le seuil empirique est relativement élevé. Au Nouveau-Brunswick par exemple, le seuil est de 50 pucerons par feuille composée par plante et de 40 à 60 % de plantes infestées. Dans l'ouest du Canada, il est rarement nécessaire de recourir à des moyens de lutte.

Lutte biologique — De tous les pucerons qui infestent la pomme de terre, le puceron de la pomme de terre est le plus sensible aux moyens de lutte qui font appel aux parasites, aux prédateurs et aux champignons indigènes, mais en général on n'utilise pas ces agents de lutte biologique. Dans certains programmes de lutte intégrée en Colombie-Britannique, les insectes bénéfiques sont une composante majeure des stratégies de lutte, particulièrement dans les zones où on a réduit ou éliminé l'utilisation d'insecticides non sélectifs contre d'autres insectes ravageurs.

Lutte chimique — On peut appliquer n'importe lequel des insecticides recommandés dès qu'on note une augmentation soudaine, rapide et importante des populations du puceron de la pomme de terre. Cependant, la lutte chimique contre le puceron de la pomme de terre n'est probablement pas rentable dans l'Ouest canadien, mais est parfois requise dans le centre et dans l'est du Canada.

(Texte original de G. Boiteau)

► Puceron du nerprun *Fig. 16.88 et 16.89*

Aphis nasturtii Kaltenbach
(syn. *Aphis abbreviata* Patch)

On trouve le puceron du nerprun dans l'est du Canada, à partir du Manitoba. Il hiverne sur plusieurs espèces de nerprun, telles que le nerprun à feuilles d'aulne (*Rhamnus alnifolia* L'Hér.), le nerprun cathartique (*R. cathartica* L.) et le nerprun bourdaine (*R. frangula* L.). Les hôtes secondaires incluent plusieurs espèces de solanacées et quelques espèces de crucifères, de labiées et de polygonacées.

Dommages Les pucerons du nerprun infestent les feuilles à la base des plants de pommes de terre. Ils sont rarement en nombre suffisant pour affaiblir une culture ou réduire les rendements de la pomme de terre. Les populations d'été du puceron du nerprun se trouvent généralement dans certaines parties du champ, ce qui ne l'empêche pas d'y être parfois l'espèce de puceron la plus abondante; lors d'années sèches, il peut se répandre dans tout le champ. Le puceron du nerprun est un vecteur efficace du virus Y de la pomme de terre.

Identification Le puceron du nerprun est le plus petit des pucerons qui infestent la pomme de terre. Les adultes mesurent 1,2 à 2,0 mm de longueur, le corps est aplati, ovoïde, jaune citron ou vert; l'extrémité de l'abdomen (cauda) porte moins de 10 soies et les antennes sont dépourvues de tubercules proéminents. Les adultes ailés ont une tête et un thorax très voyants, brun foncé à noir (*16.89*).

Biologie Le puceron du nerprun hiverne sous forme d'oeuf sur le nerprun, bien que, dans les régions plus chaudes, les femelles adultes puissent aussi hiverner sur des mauvaises herbes. Au printemps, le puceron du nerprun quitte ses hôtes d'hiver, colonise d'abord les mauvaises herbes et, vers la mi-juillet, les cultures de pommes de terre (*16.88*). Plus tard durant l'été, des mâles et des femelles ailés font leur apparition et migrent sur le nerprun. Les femelles ailées donnent naissance aux formes sexuées aptères qui s'accouplent et pondent les oeufs qui vont hiverner.

Moyens de lutte ***Dépistage*** — On évalue l'abondance des pucerons du nerprun en comptant le nombre de

pucerons sur les feuilles. Un plan d'échantillonnage séquentiel, utilisant 100 plantes et un seuil de 0,6 puceron ou plus par plante, fournit une estimation satisfaisante de la distribution des colonies de pucerons du nerprun. Au centre et dans l'est du Canada, il est rarement rentable de lutter contre ce puceron afin de prévenir les dommages directs causés aux plantes. C'est ce qui explique que le seuil empirique ait été fixé à un nombre très élevé de pucerons. Au Nouveau-Brunswick par exemple, le seuil d'intervention est de 150 pucerons par plante et 80 % des plantes doivent être infestées.

Pratiques culturales — Afin de restreindre la propagation du virus Y de la pomme de terre, on applique hebdomadairement de l'huile minérale sur les champs de pommes de terre de semence dès l'apparition du puceron du nerprun (ou d'autres pucerons vecteurs). On suggère d'éliminer les arbustes de nerprun dans les zones où l'on cultive la pomme de terre, mais l'impact de cette pratique n'a pas encore été évalué.

Lutte chimique — On pulvérise un insecticide recommandé dès qu'on observe une augmentation soudaine, rapide et importante des populations du puceron du nerprun. Le puceron du nerprun est sensible à une plus vaste gamme d'insecticides que les autres pucerons qui infestent la pomme de terre. Cependant, il est plus difficile à éliminer parce qu'il s'établit sur la face inférieure des feuilles et sur les feuilles du bas. Néanmoins, les insecticides chimiques sont le seul recours dont on dispose dans la lutte contre ce puceron lorsque les populations sont suffisamment élevées pour affecter les rendements ou accélérer la propagation de maladies virales. Au Canada, on n'a pas signalé de résistance aux insecticides chez ce puceron.

(Texte original de G. Boiteau)

►Puceron vert du pêcher *Fig. 16.90 et 16.91*

Myzus persicae (Sulzer)

On trouve le puceron vert du pêcher partout dans le monde et au Canada, dans toutes les régions à production légumière. On pense qu'il est d'origine asiatique. En Colombie-Britannique et dans la majeure partie du sud de l'Ontario, le puceron vert du pêcher est le plus abondant et celui qui cause le plus de dommages parmi les pucerons qui infestent la pomme de terre. Dans le reste du Canada, son importance est secondaire par rapport à d'autres pucerons, tels que le puceron de la pomme de terre et le puceron du nerprun, parce qu'il colonise la pomme de terre tard en saison et que ses populations s'accroissent rarement de façon suffisante pour affaiblir la culture et réduire les rendements.

Les hôtes d'hiver sont le pêcher (*Prunus persica* (L.) Batsch.), le prunier noir (*P. nigra* Ait.) et le cerisier d'automne (*P. serotina* Ehrh.). Bien que le prunier noir soit endémique le long de la frontière sud du Canada, du Manitoba au Nouveau-Brunswick, le puceron vert du pêcher survit rarement à l'hiver sur cet hôte au Nouveau-Brunswick. Dans certaines régions des Provinces des Prairies, on n'a pas trouvé d'hôtes d'hiver.

Les hôtes d'été, que l'on compte par centaines, appartiennent à de nombreuses familles de plantes y compris des plantes cultivées de la famille des solanacées, des chénopodiacées, des composées, des crucifères et des légumineuses. Parmi ces plantes, la pomme de terre est l'hôte d'été de prédilection.

Dommages Le puceron vert du pêcher se trouve surtout sur les feuilles au bas des plants de pommes de terre. Il attaque aussi les fleurs et les pousses. Le puceron vert du pêcher est le vecteur le plus important du virus de l'enroulement de la pomme de terre et est un vecteur efficace des virus A, S et Y de la pomme de terre (y compris la souche nécrotique du tabac).

Identification Le puceron vert du pêcher adulte est de forme ovale et mesure 1,2 à 2,5 mm de longueur. Le corps porte une paire d'appendices abdominaux (cornicules) légèrement renflés aux extrémités et des tubercules proéminents et convergents à la base des antennes. Les adultes aptères sont vert pâle et presque translucides (*16.90*). Les adultes ailés (*16.91*) ont la tête et le thorax noirs ou brun foncé et une tache dorsale sombre sur l'abdomen.

Biologie Pendant la saison de croissance, le puceron vert du pêcher se reproduit par parthénogénèse. En réponse à un raccourcissement de la photopériode et au refroidissement des températures à l'automne, les formes sexuées apparaissent, s'accouplent et pondent leurs oeufs. Le puceron vert du pêcher hiverne dans les régions tempérées du Canada, telles que le sud de l'Ontario et la Colombie-Britannique, sous forme de femelles adultes sur des adventices ou des arbustes ligneux, ou sous forme d'oeufs sur les pêchers. C'est pourquoi en Colombie-Britannique et dans le sud de l'Ontario, le puceron vert du pêcher colonise les pommes de terre hâtives dès la levée à la fin de mai ou au début de juin. Presque partout ailleurs au Canada, les pucerons verts du pêcher proviennent de plantes annuelles ou d'aires d'hivernage en serre, et il est donc rare qu'ils colonisent les plants de pommes de terre tôt en saison; lorsque ceci survient, la colonisation se fait habituellement plus tardivement et on pense que les pucerons en question proviennent des États-Unis ou de mauvaises herbes autour des serres et des entrepôts locaux.

À la fin de l'été, les mâles et les femelles ailés apparaissent, mais sur la pomme de terre leur nombre diminue à mesure qu'ils migrent vers les hôtes d'hiver. Les adultes survivent en entrepôt.

Moyens de lutte La lutte contre le puceron vert du pêcher a pour but de prévenir ou de réduire la propagation des maladies virales dans les cultures de pommes de terre.

Dépistage — On trouve habituellement le puceron vert du pêcher sur les feuilles à la base de la plante. La technique de dépistage servant à évaluer l'abondance de ce puceron ou d'autres pucerons qui infestent la pomme de terre consiste à compter le nombre de pucerons (ailés et aptères) sur 100 plantes choisies au hasard, en marchant dans le champ selon un schéma prédéterminé (en «X» ou en «W»). Les dénombrements se font sur trois feuilles composées par plante, prises au sommet, au milieu et au bas de la plante parce que les différentes espèces de pucerons se trouvent à des hauteurs différentes sur la plante. Il faut souvent modifier ce protocole pour l'adapter aux exigences d'une région donnée. Il peut s'avérer nécessaire d'ajuster les dénombrements en fonction de la taille de la plante, de façon à pouvoir comparer les populations de pucerons sur

divers cultivars de pommes de terre, ou sur des pommes de terre cultivées dans des conditions différentes. Lorsque les plantes sont très petites, on les secoue au-dessus d'un plateau, ce qui permet de compter tous les pucerons.

Habituellement, la nécessité de recourir à un traitement résulte de l'observation d'une augmentation soudaine et importante du nombre de pucerons verts du pêcher sur les plants de pommes de terre ou dans les pièges qui servent au dépistage. Les pièges fournissent des renseignements dont on peut tirer des conclusions sur la dispersion et à la redistribution des pucerons. Comme les pièges jaunes attirent les pucerons, on les utilise afin de déterminer la date d'apparition des formes ailées. À l'Île-du-Prince-Édouard, au Nouveau-Brunswick et en Ontario, on utilise des cuvettes jaunes. En Colombie-Britannique, on utilise des pièges collants jaunes. Au Québec et au Nouveau-Brunswick, on évalue les populations de pucerons ailés au moyen de pièges à succion placés à 1,5 et 12 m de hauteur. On évalue les taux d'atterrissage dans la culture à l'aide de pièges à eau (cuvettes) de couleur vert feuille.

Au Nouveau-Brunswick, le seuil empirique établi pour le puceron vert du pêcher est de 25 pucerons par plante, selon l'échantillonnage de trois feuilles composées par plante et de 10 % de plantes infestées. Le dépistage se poursuit jusqu'au milieu ou à la fin du mois d'août; après cette date, il n'est plus nécessaire d'effectuer de traitements. En Colombie-Britannique, le seuil est de 30 pucerons par feuille composée par plante et 20 % de plantes infestées. Dans les régions où l'on cultive la pomme de terre de semence, on recommande de procéder au défanage dès l'apparition des premières formes ailées du puceron vert du pêcher. Au Nouveau-Brunswick, afin de déterminer à quel moment l'enroulement commence à se propager dans la culture, on utilise un seuil de cinq captures cumulatives dans des pièges à eau jaunes pendant la saison; en Colombie-Britannique, une augmentation importante des prises de pucerons sert d'indice.

Pratiques culturales — Afin de prévenir ou diminuer la propagation de maladies virales, les producteurs ne devraient planter que de la semence Certifiée et procéder à l'élagage et au défanage des plantes infectées aussitôt après le début des vols de pucerons. Chaque semaine, on pulvérise de l'huile minérale sur les cultures de pommes de terre de semence afin de ralentir la propagation de la mosaïque. Afin d'enrayer la propagation de maladies virales, certaines provinces établissent chaque année des dates limites obligatoires pour le défanage qui doit être fait aussitôt que les tubercules sont suffisamment gros.

Lutte chimique — Il faut habituellement recourir à des traitements chimiques pour maintenir les populations du puceron vert du pêcher à de faibles concentrations et ainsi prévenir l'apparition de formes ailées qui propagent les maladies virales. Dans les régions où les pucerons proviennent d'hôtes d'hiver ou de colonies de serre plus susceptibles d'envahir très tôt les plantes, un insecticide systémique appliqué au moment de la plantation demeurera efficace pendant au moins sept semaines. Ce traitement permet parfois d'éviter les recours à d'autres moyens de lutte. Au Canada, on n'a pas signalé de résistance aux pesticides chez le puceron vert du pêcher.

(Texte original de G. Boiteau)

► Autres pucerons *Fig. 16.95; 16T6 et 16T7*

Puceron de la digitale *Aulacorthum solani* (Kaltenbach)
Puceron des germes de la pomme de terre *Rhopalosiphoninus latysiphon* (Davidson)
Puceron du haricot *Aphis fabae* Scopoli
Puceron du lis *Aulacorthum circumflexum* (Buckton)
Puceron du melon (puceron du coton) *Aphis gossypii* Glover

Puceron de la digitale — Le puceron de la digitale (*16.95*) se trouve pratiquement partout dans le monde. On le trouve partout au Canada jusqu'aux Territoires du Nord-Ouest. Il n'infeste qu'occasionnellement les cultures de pommes de terre de l'est du Canada et des Provinces des Prairies, mais en Colombie-Britannique il peut être aussi abondant que le puceron de la pomme de terre. Partout où le climat le permet, il hiverne sous forme d'oeufs sur de nombreux hôtes tels que la digitale pourprée (*Digitalis purpurea* L.), le plantain maritime (*Plantago maritima* L.), le trèfle violet (*Trifolium pratense* L.), l'épervière (*Hieracium* spp.) et le fraisier (*Fragaria* spp.). Durant l'été, on le trouve sur de nombreuses monocotylédones et dicotylédones, y compris la pomme de terre.

Puceron des germes de la pomme de terre — Le puceron des germes de la pomme de terre se trouve en Colombie-Britannique, mais n'a été que rarement signalé sur la pomme de terre. Il affecte principalement les bulbes de tulipe et de glaïeul. Il attaque les tubercules de pomme de terre en entrepôt. En champ, il infeste les racines de nombreuses plantes.

Puceron du haricot — Le puceron du haricot se trouve dans le monde entier et partout au Canada. Il visite les champs de pommes de terre dans l'est du Canada et il colonise parfois les pommes de terre dans l'ouest du Canada. Il possède une vaste gamme d'hôtes.

Puceron du lis — Le puceron du lis se trouve en Colombie-Britannique où il est très commun dans les cultures de pommes de terre. Il possède une vaste gamme d'hôtes. On ne lui connaît pas d'hôtes d'hiver au Canada.

Puceron du melon — Le puceron du melon attaque de nombreuses cultures (voir Concombre de serre). Récemment il a posé un problème dans les champs de pommes de terre en Colombie-Britannique.

Dommages Le puceron de la digitale provoque un changement de couleur et l'enroulement irrégulier des feuilles, surtout des folioles non encore déployées. Habituellement, les autres pucerons ne sont pas en nombre suffisant pour causer des dommages, mais ils affaiblissent les plantes et les germes. Normalement, aucun de ces pucerons n'a d'impact économique sur la pomme de terre en champ.

Le puceron de la digitale et le puceron du lis sont des vecteurs du virus de l'enroulement de la pomme de terre. Leur rareté fait qu'ils ne sont pas des vecteurs importants, sauf en Colombie-Britannique. Le puceron du haricot transmet l'enroulement et la mosaïque, mais il ne représente pas un facteur important dans la propagation de ces maladies. Si ce n'était de sa rareté, le puceron des germes de la pomme de terre pourrait être un vecteur important de l'enroulement sur les pommes de terre en entrepôt.

Identification (voir clé d'identification des femelles aptères, tableau 16.1; fig. *16T6* et *16T7*)

Tableau 16.1 Clé d'identification des femelles aptères qui infestent la pomme de terre au Canada*

1a	Antennes plus courtes que le corps, tubercules frontaux absents ou atténués	2
1b	Antennes aussi longues ou plus longues que le corps, tubercules frontaux proéminents	3
2a	Corps jaune à vert, absence de taches sombres sur le dos, cauda pourvue de moins de 10 soies (Puceron du nerprun)	*Aphis nasturtii*
2b	Coloration du corps variable, présence de taches sombres sur le dos (ressemble à l'*Aphis nasturtii*) (Puceron du melon)	*Aphis gossypii*
2c	Corps noir terne, absence de taches sombres sur le dos, cauda pourvue de plus de 10 soies (Puceron du haricot)	*Aphis fabae*
3a	Cornicules brunes à jaune verdâtre, légèrement renflées ou non renflées	4
3b	Cornicules noir brillant très renflées (Puceron des germes de la pomme de terre)	*Rhopalosiphoninus latysiphon*
4a	Corps ovoïde ou piriforme, tubercules frontaux convergents ou parallèles	5
4b	Corps allongé ou cunéiforme, tubercules frontaux divergents (Puceron de la pomme de terre)	*Macrosiphum euphorbiae*
5a	Corps piriforme, abdomen pigmenté	6
5b	Corps ovoïde, abdomen dépourvu de taches (Puceron vert du pêcher)	*Myzus persicae*
6a	Thorax dépourvu de taches, abdomen pigmenté à la base des cornicules seulement (Puceron de la digitale)	*Aulacorthum solani*
6b	Présence de bandes transversales ou de taches, grande tache en forme de fer à cheval sur l'abdomen (Puceron du lis)	*Aulacorthum circumflexum*

*Voir fig. *16T7* pour la description des caractères morphologiques utilisés.

Puceron de la digitale — L'adulte est luisant, jaune verdâtre pâle à vert foncé et d'une couleur plus foncée à la base des cornicules. Il est piriforme, globulaire et sa partie la plus large est antérieure aux cornicules. Le puceron de la digitale est plus gros que le puceron vert du pêcher et plus petit que le puceron de la pomme de terre.

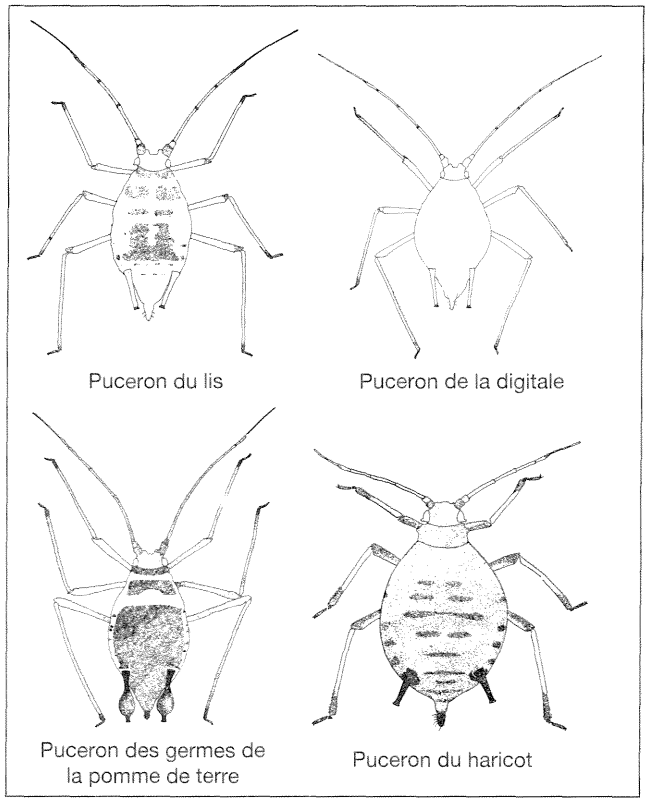
Puceron des germes de la pomme de terre — L'adulte aptère est luisant, sombre ou vert olive, et sa paire d'appendices abdominaux (cornicules) sont luisants, noirs et renflés. Le puceron immature est d'un vert plus pâle, mais possède aussi des cornicules brillantes, noires et renflées. Le dos des formes ailées est orné de taches de couleurs vives, vert olive à noir.

Puceron du haricot — L'adulte aptère est d'un noir terne. Les formes ailées sont ornées de bandes. Une des caractéristiques de l'espèce est que l'extrémité de l'abdomen (cauda) est toujours garnie de plus de 10 soies (setae).

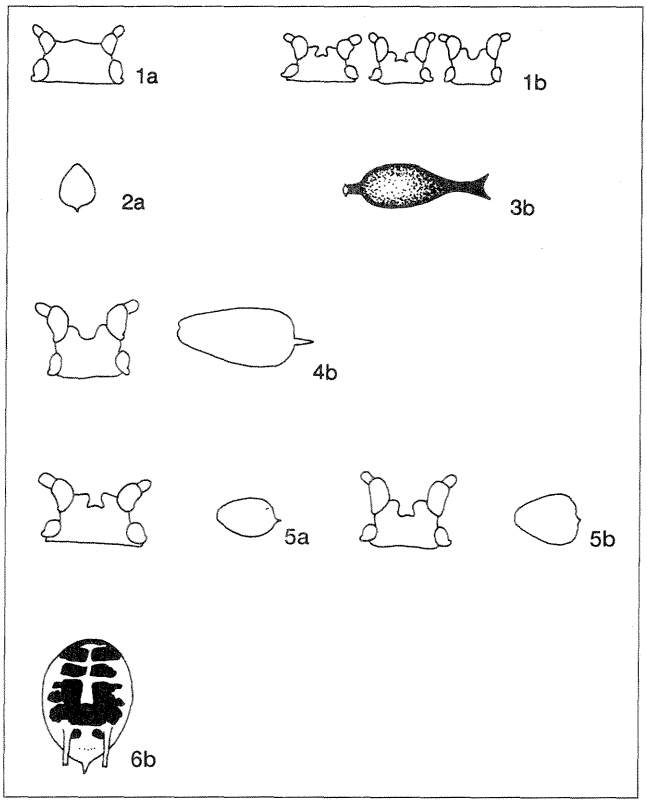
Puceron du lis — Il n'existe pas d'adultes ailés. L'adulte est luisant, de couleur blanche à vert vif et porte une tache en forme de fer à cheval ou de croissant sur la partie dorsale de l'abdomen.

Puceron du melon — L'adulte est de couleur variable, mais porte des taches noires sur la partie dorsale de l'abdomen, ce qui permet de le distinguer des autres pucerons qui infestent la pomme de terre. On peut confondre le puceron du melon et celui du nerprun. (Pour en savoir plus sur le puceron du melon, voir Concombre de serre.)

Biologie Le puceron du haricot préfère les jeunes feuilles et les pousses. Il hiverne sous forme d'oeufs sur les mauvaises herbes. Le puceron des germes de la pomme de terre se reproduit continuellement en entrepôt. Le puceron de la



16T6 Pucerons; quatre espèces qui infestent à l'occasion la pomme de terre.



16T7 Pucerons; parties du corps des femelles aptères décrites au tableau 16.1.

digitale est rarement abondant, sauf en Colombie-Britannique où on le trouve en grand nombre surtout de la mi-août à la fin d'août. Il hiverne sous forme d'oeufs sur des plantes adventices ou de virginipares dans les serres et d'autres lieux abrités. Ce puceron a une prédilection pour les feuilles de la pomme de terre qui se trouvent près du sol, et parfois on le trouve sur les germes de pomme de terre. Le puceron du lis hiverne sous forme d'oeufs sur les adventices ou sous forme de femelles virginipares.

Moyens de lutte ***Dépistage*** — Il est rarement nécessaire d'utiliser des moyens de lutte contre ces pucerons et il n'existe pas de seuils empiriques.

Lutte chimique — Au Canada, on n'a pas signalé de résistance chez ces espèces de pucerons. Lorsque nécessaire, utiliser l'un ou l'autre des insecticides recommandés.

Références bibliographiques

Blackman, R.L., et V.F. Eastop. 1984. *Aphids on the World's Crops. An Identification Guide.* J. Wiley & Sons, New York; Toronto. 466 pp.

MacGillivray, M.E. 1979. Les pucerons nuisibles de la pomme de terre: cycle vital et clé d'identification. Agric. Can. Publ. 1678/F. 14 pp.

(Texte original de G. Boiteau)

► Vers blancs (hannetons) *Fig. 16.110 à 16.114; 16T8 et 16T9*

Hanneton commun *Phyllophaga anxia* (LeConte)
Autres hannetons *Phyllophaga* spp.

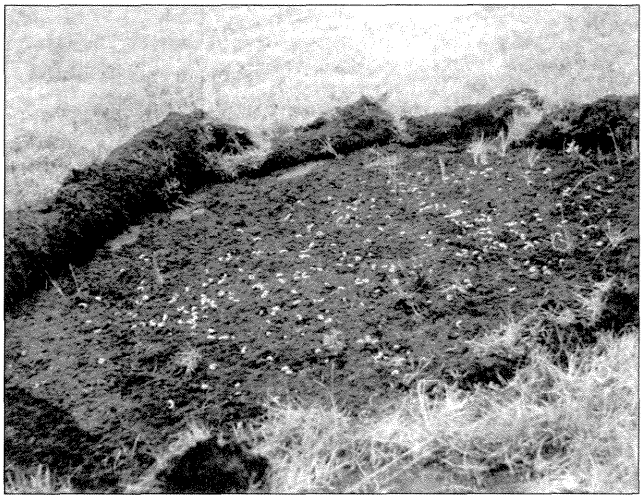
Les larves des hannetons (vers blancs) mettent trois ans, dans le sol, à se développer du stade oeuf au stade adulte. Le hanneton commun est l'une des nombreuses espèces de *Phyllophaga* indigènes d'Amérique du Nord. On appelle les adultes hannetons et les larves vers blancs. On trouve le hanneton commun partout au Canada et presque partout aux États-Unis. Cette espèce ainsi que de nombreuses autres espèces de hannetons causent probablement des dommages économiques aux cultures horticoles, mais le *Phyllophaga anxia* est l'espèce la plus susceptible de causer des dommages au Canada.

Les larves sont surtout connues pour les dommages qu'elles causent aux racines fibreuses des gazons (*16T8*), mais elles infestent une vaste gamme d'hôtes tels que les céréales, les jeunes conifères et les légumes-racines. Les adultes se nourrissent principalement des feuilles des arbres décidus. On a aussi observé des adultes se nourrissant des feuilles de mauvaises herbes, de cultures légumières et de fleurs.

Dommages Les vers blancs endommagent les cultures de pommes de terre plantées sur des retours de prairie. En se nourrissant, les vers blancs provoquent le rabougrissement et le flétrissement des plantes. Les vers blancs creusent des cavités dans les tubercules de pomme de terre, ce qui les rend invendables (*16.110 et 16.111*).

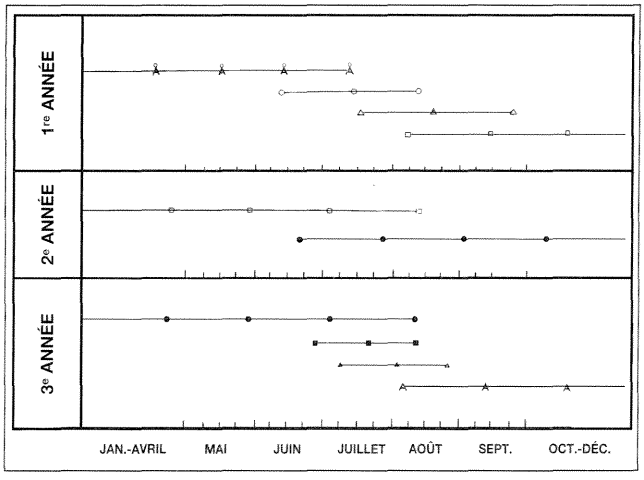
Identification Le hanneton (Scarabéidae) adulte est brun pâle à brun foncé et mesure environ 20 mm de longueur sur 11 mm de largeur (*16.112*). Ses oeufs sont blanc perle, mesurent 2,5 mm de longueur et 2,0 mm de diamètre (*16.113*). La larve est un ver blanc falciforme, muni de trois paires de pattes antérieures et d'une tête brun rougeâtre (*16.113 et 16.114*). À maturité, les larves mesurent environ 30 mm de longueur. Les nymphes sont blanc jaunâtre.

Biologie La biologie et les moeurs de tous les hannetons sont semblables (*16T9*). Dans la plupart des régions du



16T8 Vers blancs; larves sous la surface du sol.

Canada, les insectes ont un cycle évolutif de trois ans. Les adultes sont nocturnes. Ils demeurent dans le sol pendant la journée et volent jusqu'aux arbres avoisinants lors de soirées chaudes où ils se nourrissent du feuillage. Ils commencent à voler en mai après l'accumulation d'environ 176 degrés-jours au seuil de 5°C, mesurés depuis le 1er avril, ce qui coïncide avec l'ouverture des bourgeons chez les arbres tels que le peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides* Michx.). Les adultes continuent d'être actifs pendant un mois, durant la soirée lorsque la température est égale ou supérieure à 10°C; c'est la période durant laquelle ils s'accouplent et commencent à pondre. Ils pondent leurs oeufs dans le sol à une profondeur d'environ 17 cm, habituellement dans des zones herbeuses. Les larves éclosent après 30 jours et on trouve des larves du premier stade en juillet. Elles se nourrissent de végétaux en décomposition, de champignons et de radicelles de plantes, habituellement à une profondeur égale ou



16T9 Vers blancs; cycle biologique du hanneton commun, *Phyllophaga anxia*; Å adulte; ◯ oeuf; △ larve du premier stade; □ larve du deuxième stade; ● larve du troisième stade; ■ prépupe; △ pupe; A adulte ténéral. Reproduit avec la permission de Kim, Yule et Stewart (1981).

supérieure à 5 cm sur les plantes autres que le gazon, et vont d'une plante à l'autre en se nourrissant des racines. Elles muent à la mi-août et les vers blancs du deuxième stade se nourrissent jusqu'à la fin de l'automne puis s'enfoncent dans le sol pour hiverner. La deuxième année du cycle biologique est appelée «année des vers blancs». Durant cette période, les larves du deuxième stade se nourrissent, muent et se transforment en larves du troisième et dernier stade autour de la troisième semaine de juin. Les vers blancs du troisième stade sont ceux qui causent le plus de dommages; on les trouve à une profondeur de 5 à 25 cm selon le sol et le type de plantes dont ils se nourrissent. Une fois encore, les larves s'enfoncent dans le sol pour hiverner et, durant la troisième saison de croissance, celles qui ne sont pas arrivées à maturité continuent de se nourrir avant de se métamorphoser en nymphes. Durant le mois de juillet, la plupart des vers blancs fabriquent une logette dans le sol à 20 à 25 cm sous la surface et se transforment en nymphes. Les adultes émergent la même année, mais demeurent dans leurs logettes de terre jusqu'au printemps suivant, année d'envol du hanneton.

Moyens de lutte Il n'existe pas d'information propre à la pomme de terre. On suivra les recommandations ci-dessous.

Dépistage — On utilise des pièges à rayons ultraviolets pourvus d'un entonnoir collecteur pour le dépistage des vols de hannetons. On installe les pièges de façon que le bord de l'entonnoir soit à 1,2 m au-dessus du sol. L'évaluation de la densité de population des stades de l'insecte qui vivent dans le sol se fait en prélevant des échantillons de 0,09 m^2 (un pied carré) de sol jusqu'à une profondeur de 30 cm. On examine les échantillons de sol et on dénombre les larves. Il n'existe pas de seuil économique pour les cultures légumières. Cependant, la tolérance aux vers blancs chez les légumes-racines serait beaucoup plus faible que chez les graminées à gazon ou les nouvelles plantations forestières où, au Québec, on suggère un seuil de 0,5 ver blanc par 0,09 m^2 sur un examen de 50 échantillons prélevés à 5 m d'intervalle.

Pratiques culturales — Il faut éviter de planter des cultures légumières sur des retours de prairie. Le travail du sol l'été est en général bénéfique parce les vers blancs sont détruits par des moyens mécaniques ou exposés aux ennemis naturels et aux éléments. Il faut prévoir le travail du sol entre le début de mai et la fin de juin afin de détruire les vers blancs de deuxième et troisième année, et de la fin juillet au début de septembre pour détruire les vers blancs de première année. Si on pratique la rotation des cultures légumières avec d'autres cultures, les légumineuses et le maïs sont les meilleurs choix lors d'une année d'envol du hanneton. Les autres années, on utilisera l'avoine ou l'orge.

Lutte biologique — Les agents naturels de lutte incluent des parasites, des prédateurs, des nématodes, des protozoaires, des bactéries, des champignons, des virus et des vertébrés tels que les oiseaux, les petits mammifères et les crapauds. Les nématodes entomopathogènes *Steinernema carpocapsae* (Weiser) (syn. *Neoaplectana carpocapsae* Weiser et *Steinernema feltiae* (Filip.) dans la littérature antérieure) est efficace contre les vers blancs dans les pâturages. Le champignon *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin s'est montré efficace contre les vers blancs dans les études en champ.

Lutte chimique — La résistance aux insecticides organochlorés a été démontrée en 1971 lorsque des vers blancs ont complètement détruit une culture près de Nicolet au Québec. Le champ avait été traité au chlordane, utilisé spécifiquement contre les vers blancs.

Références bibliographiques

Guppy, J.C., et D.G. Harcourt. 1973. A sampling plan for studies on the population dynamics of white grubs, *Phyllophaga* spp. (Coleoptera: Scarabaeidae). *Can. Entomol.* 105:479-483.

Lim, K.P., R.K. Stewart et W.N. Yule. 1980. A historical review of the bionomics and control of *Phyllophaga anxia* (Le Conte) (Coleoptera: Scarabaeidae), with special reference to Quebec. *Ann. Soc. Entomol. Québec.* 25:163-178.

Lim, K.P., W.N. Yule et R.K. Stewart. 1981. Distribution and life history of *Phyllophage anxia* (Coleoptera:Scarabaeidae) in southern Quebec. *Ann. Soc. Entomol. Québe*c 26:100-111.

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

► Vers fil-de-fer (taupins)

Fig. 16.115; 12.53 et 12.54; 12T1

Taupin obscur *Agriotes obscurus* (L.)
Taupin bosselé *Limonius agonus* (Say)
Taupin du blé *Agriotes mancus* (Say)

Les vers fil-de-fer attaquent les pommes de terre semées sur des retours de prairie. Il existe de nombreuses espèces de vers fil-de-fer indigènes que l'on sait être des ravageurs majeurs ou mineurs des cultures industrielles ou potagères au Canada. Dans l'est du Canada, l'espèce qui cause le plus de dommages est le taupin bosselé. Le taupin obscur et le taupin du blé sont les principaux ravageurs dans le centre et l'ouest du Canada. Le taupin obscur, qui fut accidentellement introduit en Colombie-Britannique vers les années mil neuf cent, a causé de graves dommages économiques aux pommes de terre ces dernières années. Il est préférable d'identifier l'espèce concernée avant d'entreprendre des moyens de lutte, puisque la préférence pour l'hôte et la biologie de chaque espèce varient.

Dommages Les vers fil-de-fer creusent des galeries dans les semenceaux de pomme de terre et dans les racines et les jeunes tiges au printemps. Lors de graves infestations, les plants de pommes de terre sont affaiblis et paraissent former des îlots dans le champ. Plus tard en saison, les vers fil-de-fer infestent de jeunes tubercules (*16.115*) en y creusant des galeries de 3 mm de diamètre et de 4 cm de profondeur pour se nourrir. Ces cavités se couvrent de périderme et le tubercule est gravement déformé.

Identification (voir Maïs, vers fil-de-fer)

Biologie Dans les champs de pommes de terre, les vers fil-de-fer passent la plus grande partie de la saison de croissance dans les 10 premiers centimètres de sol. Lorsqu'au milieu de l'été les températures du sol sont supérieures à 27°C, les larves s'enfoncent plus profondément dans le sol vers les zones plus fraîches. Habituellement, les vers fil-de-fer hivernent profondément dans le sol, ce qui leur permet d'éviter le gel.

Moyens de lutte ***Dépistage*** — Chez la pomme de terre, on recommande un dépistage annuel afin de déterminer l'importance de l'infestation et la portée des méthodes de lutte. Si on soupçonne des dommages dus aux vers fil-de-

fer, on doit procéder au dépistage en champ à l'aide d'une des méthodes suivantes. Le moyen le plus simple de vérifier la présence ou l'absence de vers fil-de-fer est de suivre le rotoculteur tôt au printemps et à l'automne, lorsque les températures du sol sont supérieures à 10°C et que les larves de taupin sont ramenées à la surface. Après le passage du rotoculteur et avant de planter, on place des appâts de farine de blé entier afin de déterminer le plus précisément possible l'importance de l'infestation. On enfouit 30 g de farine dans le sol à une profondeur de 10 cm à l'aide d'une planteuse à maïs ordinaire ou d'une pelle, et en identifiant la position de chacun des appâts à l'aide d'un piquet. Pour des résultats fiables, il faut de 30 à 50 appâts par hectare. Après trois ou quatre jours, on déterre les appâts et on dénombre les vers fil-de-fer. Lorsqu'on trouve en moyenne un ver fil-de-fer ou plus par appât, les dommages aux pommes de terre pourraient être graves. L'appât est efficace lors de printemps et d'étés chauds, mais ne l'est pas si le sol contient beaucoup de résidus végétaux ou si le temps est froid, humide ou très sec. On peut aussi utiliser des morceaux de carotte pour échantillonner les vers fil-de-fer (voir Carotte, charançon de la carotte); on les enfouit de la même manière que les appâts à la farine.

Pratiques culturales — Lorsque la population de taupins est dense, il faut pratiquer la rotation des cultures. Les vers fil-de-fer se développent bien dans les gazons, le trèfle violet et le mélilot, dans les céréales telles que l'orge et le blé, et dans les cultures légumières, toutes des cultures que l'on ne doit pas utiliser en rotation avec la pomme de terre. Afin de réduire les populations de vers fil-de-fer, on recommande de pratiquer des rotations avec la luzerne puisque c'est une culture qui assèche le sol, ce qui est défavorable aux vers fil-de-fer. Dans les champs infestés, on peut cultiver la luzerne pendant trois ou quatre ans et on peut l'utiliser en rotation avec la pomme de terre en autant qu'on pratique la lutte contre les mauvaises herbes. On peut aussi utiliser le maïs dans les rotations puisqu'il existe des pesticides homologués contre les vers fil-de-fer dans le maïs. Lorsque les populations de vers fil-de-fer dépassent les seuils économiques, les producteurs doivent cultiver la luzerne ou le maïs dans les champs infestés pendant au moins trois ans avant de replanter des pommes de terre.

Lutte chimique — Il n'existe que très peu de pesticides homologués contre les larves de taupin. Lorsque, malgré tout, on doit planter des pommes de terre dans des zones infestées, la meilleure méthode de lutte est d'utiliser des insecticides granulaires que l'on applique à la volée et que l'on incorpore dans le sol à une profondeur de 12 à 15 cm ou que l'on applique en bande dans le sillon avec le planton. Lorsque la température du sol est inférieure à 10°C, l'efficacité est moindre dans les sols riches en matière organique. Il faut alors utiliser un insecticide à longue rémanence.

(Texte original de R.S. Vernon et A.T.S. Wilkinson)

► Autres insectes

Fig. : voir dans le texte

Cicadelle de l'aster *Macrosteles quadrilineatus* (Forbes)
(syn. *Macrosteles fascifrons* auct. non Stål)
Criquets
Méloés
Mouche des légumineuses *Delia platura* (Meigen)
Moucheron de la pomme de terre *Pnyxia scabiei* (Hopkins)
Perce-tige tacheté *Papaipema nebris* (Guenée)
Psylle de la pomme de terre *Paratrioza cockerelli* (Sulc)
Punaise terne *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois)
Pyrale du maïs *Ostrinia nubilalis* (Hübner)
Vers gris

Cicadelle de l'aster (voir Laitue) La cicadelle de l'aster (*11.39 et 11.40*) est importante dans la pomme de terre, car elle transmet la jaunisse de l'aster ou la touffe pourpre. Les producteurs doivent garder les champs de pommes de terre et les cultures avoisinantes exempts de mauvaises herbes. Si la touffe pourpre apparaît dans la région, il peut être nécessaire de recourir aux insecticides.

Criquets Les criquets peuvent causer des dommages, surtout dans l'ouest du Canada. On trouve plusieurs espèces (*12.55*) dans une même région. Chez la pomme de terre, ils causent des dommages particulièrement aux feuilles et transmettent le viroïde de la filosité de la pomme de terre et probablement d'autres agents pathogènes. La transmission des maladies est essentiellement mécanique, et toutes les espèces de criquets transmettent facilement des agents pathogènes. Si les prévisions indiquent que les oeufs de criquet sont abondants, les producteurs doivent mettre en jachère les champs déchaumés. On doit travailler le sol en surface à l'automne et de nouveau au printemps.

Méloés (Meloidae) Les adultes de nombreuses espèces de méloés se nourrissent sur la pomme de terre. Leur taille varie de 0,8 à 2,5 cm et ils sont noirs, gris, bruns, bleus, tachetés ou rayés; ils ont souvent des reflets métalliques. En général, ils se nourrissent en essaims sur les gazons et se déplacent beaucoup. Il est rarement nécessaire de recourir à des méthodes de lutte.

Mouche des légumineuses (voir Haricot) La mouche des légumineuses est un ravageur occasionnel de la pomme de terre, surtout dans les Provinces Maritimes, au Québec et en Ontario. Les dommages sont plus importants lors de saisons fraîches et humides. Il peut y avoir une à deux générations par année, selon les saisons. La mouche (*12.51 et 12.52*) attaque le semenceau par les blessures non cicatrisées ou les tissus malades. Elle peut propager la bactérie responsable de la jambe noire. Il peut être nécessaire de traiter la semence.

Moucheron de la pomme de terre (Sciaridae) Le moucheron de la pomme de terre se trouve dans le sud de l'Ontario (confirmé par Barrie sur la foi de spécimens de la Collection nationale du Canada) et dans l'est du Québec. Les larves de cette petite mouche attaquent les semenceaux de pomme de terre, les tubercules et parfois les tiges. Ils pondent leurs oeufs dans les zones molles des tubercules, sur les plantons et dans le sol. De graves infestations des plantons entraînent l'affaiblissement des germes et une baisse de rendement résultant de l'activité des larves qui se nourrissent sur les poils absorbants et des piqûres en surface qui déprécient les tubercules. Cet insecte cause rarement des dommages dans les champs bien drainés où l'on applique des mesures prophylactiques et où l'on pratique la rotation des cultures. Comme ravageur postcultural,

le moucheron de la pomme de terre est important parce que sa larve agrandit les vieilles blessures et facilite l'entrée d'autres organismes.

Perce-tige tacheté (Noctuidae) On trouve le perce-tige tacheté dans toutes les provinces de l'est du Canada à partir du Manitoba, sauf à Terre-Neuve; on la trouve parfois en Alberta. Les larves creusent des galeries dans les tiges et entraînent le flétrissement et la mort de la plante. Les jeunes larves ont une bande brun foncé ou violacée qui ceint leur corps couleur crème. À maturité, la larve est grisâtre ou violet pâle. Les mesures prophylactiques recommandées contre le perce-tige de la pomme de terre s'appliquent aussi au perce-tige tacheté.

Psylle de la pomme de terre (Psyllidae) Le psylle de la pomme de terre a été signalé en Colombie-Britannique, en Alberta, en Saskatchewan et au Québec. Lorsqu'elles se nourrissent, les larves provoquent une maladie appelée jaunisse de la pomme de terre qui se caractérise par l'enroulement et la décoloration des feuilles extérieures, de vert pâle à jaune. La croissance des tubercules est ralentie et des tubercules aériens se forment à l'axe des feuilles. Les producteurs doivent appliquer un insecticide recommandé lorsque les psylles deviennent nombreux.

Punaise terne (voir Céleri) La punaise terne se nourrit en perçant les tissus de la plante (*7.34, 7.36 et 7.37*) et en suçant la sève. Sur la pomme de terre, en se nourrissant, elle détruit les fleurs et cause l'enroulement des feuilles et le flétrissement des pousses. Cet insecte transmet aussi le viroïde de la filosité de la pomme de terre. L'élimination des mauvaises herbes après la récolte contribue à réduire le nombre de punaises ternes en détruisant les aires d'hibernation. Lorsque le recours aux pulvérisations insecticides s'avère nécessaire, les producteurs doivent consulter les guides provinciaux.

Pyrale du maïs (voir Maïs) La pyrale du maïs (*12.41 à 12.43*) cause des baisses de rendement dans les cultures de pommes de terre en se nourrissant des fanes. Cependant, la probabilité d'une infestation est faible et des mesures de lutte sont rarement nécessaires. À l'Île-du-Prince-Édouard en 1989, 2,5 larves de pyrale du maïs par tige dans des parcelles non traitées ont réduit les rendements de Russet Burbank de 7,5 % comparativement aux parcelles pulvérisées à l'insecticide microbien *Bacillus thuringiensis* Berliner.

Références bibliographiques

Stewart, J.G. 1992. The European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera : Pyralidae): a potential pest of potatoes grown on Prince Edward Island. *Phytoprotection* 73:25-29

Vers gris De nombreuses espèces de vers gris attaquent la pomme de terre. Certaines espèces coupent les tiges au ras du sol, d'autres se nourrissent de racines et de tiges souterraines. Les larves (*6.45 à 6.47; 18.63 à 18.69*) sont des chenilles grises ou brunâtres et mesurent 2 à 5 cm à maturité. La plupart vivent dans les couches superficielles du sol pendant la journée et se nourrissent la nuit. (Pour en savoir plus sur les vers gris, voir Tomate.)

(Texte original de L.S. Thompson)

AUTRES RAVAGEURS

► Limaces *Fig. 11.42 à 11.44*

De nombreuses espèces de limaces (voir Laitue) endommagent parfois les tubercules de pomme de terre. Ils nuisent aussi aux plants de pommes de terre en se nourrissant des tiges et des feuilles. Afin de prévenir les dommages, il est souvent suffisant de couper régulièrement l'herbe, de ramasser les déchets végétaux, les vieux sacs et les boîtes de carton qui traînent sur le sol et ailleurs et qui servent de cachette aux limaces durant la journée.

(Texte original de L.S. Thompson)

► Mille-pattes *Fig. 12T1*

Parfois pris à tort pour des vers fil-de-fer, les mille-pattes sont vermiformes, coriaces, élancés et de gris à brun violacé. Leur corps est divisé en de nombreux segments qui, pour la plupart, ont deux paires de pattes (*12T1*). Ils pénètrent dans la pomme de terre par les blessures infligées par les insectes ou les maladies et sont particulièrement destructeurs lors de saisons froides et humides. Ils creusent des galeries dans les tubercules et se nourrissent aussi sur les semenceaux. Ils prospèrent dans les terrains fortement amendés en fumier. Les producteurs ne doivent pas planter de pommes de terre trop tôt après avoir appliqué du fumier.

(Texte original de L.S. Thompson)

AUTRES RÉFÉRENCES

Adams, S.S., et W.R. Stevenson. 1989. Water management, disease development and potato production. *Am. Potato J.* 67:3-11.

Anonyme. 1981. *Potatoes: Classification and Identification of Various Disorders*. U.S. Dep. Agric. Visual Aid, Pot-L-1. Washington, D.C. 54 pp.

Anonyme. 1986. *Integrated Pest Management for Potatoes in the Western United States*. Univ. Calif. Div. Agric. Natl. Resources, Publ. 3316. 146 pp.

Blackman, R.L., et V.F. Eastop. 1984. *Aphids on the World's Crops, An Identification Guide*. J. Wiley & Sons, New York; Toronto. 466 pp.

Boiteau, G., R.P. Singh et R.H. Parry, eds. 1987. *Potato Pest Management in Canada*. Proc. Symposium on Improving Potato Pest Protection, Fredericton, Nouveau-Brunswick. 384 pp.

Boyd, A.E.W. 1972. Potato storage diseases. *Rev. Plant Pathol.* 15:297-321.

De Bokx, J.A., et J.P.H. van der Want, eds. 1987. *Viruses of Potatoes and Seed-potato Production*. 2e éd. Pudoc, Wageningen, Pays-Bas. 259 pp.

Hampson, M.C. 1993. History, biology, and control of potato wart disease in Canada. *Can. J. Plant Pathol.* 15:223-244.

Hodgson, W.A., D.D. Pond et J. Munro. 1973. *Maladies et ennemis de la pomme de terre*. Can. Dep. Agric. Publ. 1492/F. 78 pp.

Hooker, W.J., ed. 1981. *Compendium of Potato Diseases*. APS Press, St. Paul, Minnesota. 125 pp.

Lashomb, J.H., et R. Casagrande. 1981. *Advances in Potato Pest Management*. Hutchinson Ross. 288 pp.

MacGillivray, M.E. 1979. *Les pucerons nuisibles de la pomme de terre : guide d'identification sur le terrain*. Agric. Can. Publ. 1676/F. 23 pp.

MacGillivray, M.E. 1979. *Les pucerons nuisibles de la pomme de terre : cycle vital et clé d'identification*. Agric. Can. Publ. 1678/F. 14 pp.

O'Brien, M.J., et A.E. Rich. 1976. *Potato Diseases*. U.S. Dep. Agric., Agric. Handb. 474. 79 pp.

Rich, A.E. 1983. *Potato Diseases*. Academic Press, New York, Londres. 238 pp.

Rowe, R., ed. 1993. Potato Health Management. APS Press, St. Paul, Minnesota. 193 pp.

Salunke, D.K., S.S. Kadam et S.J. Jadhav. 1991. *Potato: Production, Processing and Products*. CRC Press, Boca Raton, Floride. 368 pp.

Smith, W.L., et J.B. Wilson. 1978. *Market Diseases of Potatoes*. U.S. Dep. Agric., Agric. Handb. 479. 99 pp.