



LES AGENTS PATHOGÈNES (*STREPTOMYCES* ET *SPONGOSPORA*) RESPONSABLES DES GALES QUE L'ON RETROUVE CHEZ LA POMME DE TERRE

Cindy Dallaire, agronome-phytopathologiste
Direction de l'innovation scientifique et technologique

Deux maladies chez la pomme de terre sont souvent confondues puisque leurs symptômes sont semblables; la gale commune (« common scab ») causée par la bactérie *Streptomyces scabies*, la gale bactérienne la plus connue, et la gale poudreuse (« powdery scab ») causée par le champignon *Spongospora*.

La bactérie *Streptomyces scabies* est responsable de la gale commune chez la pomme de terre et a été décrite pour la première fois par Thaxter en 1891 (Andriveau *et al.*, 1998). Cette bactérie est présente dans toutes les régions où l'on cultive la pomme de terre (Radtke et Rieckmann, 1991). Elle peut affecter d'autres légumes racines tels que la betterave, le radis, le rutabaga, la carotte, le panais et le navet (Lehtonen *et al.*, 2004). Depuis 1986, le Laboratoire de diagnostic en phytoprotection a réalisé 74 diagnostics de gale bactérienne.

La gale poudreuse a été découverte en Allemagne en 1841 et trouvée en 1913 dans l'Est du Canada (Rich, 1983; Harrison *et al.*, 1997). Maintenant, on la retrouve presque partout dans le monde, c'est-à-dire en Afrique, en Asie, en Australie, en Europe et en Amérique du Nord et du Sud (Radtke et Rieckmann, 1991). De 1986 à 2007, 22 échantillons de tubercules de pomme de terre ont reçu un diagnostic de gale poudreuse par le Laboratoire. Le champignon responsable de cette maladie se nomme *Spongospora*. En plus de la pomme de terre, les plants de tomate, le tabac et diverses solanacées peuvent servir de plantes hôtes pour le champignon (Radtke et Rieckmann, 1991). Le *Spongospora* est aussi un vecteur important

du virus Potato mop-top virus (PMTV) chez la pomme de terre. De plus, la gale poudreuse augmente la sensibilité à certaines maladies telles que le mildiou (*Phytophthora infestans*), la pourriture rose (*Phytophthora erythroseptica*), la pourriture fusarienne (*Fusarium culmorum*) et la dartrose (*Colletotrichum*) (Harrison *et al.*, 1997).

Si l'on compare les deux maladies, la gale poudreuse est moins fréquente que la gale commune (Hodgson *et al.*, 1973). Par contre, les deux agents pathogènes ont un impact économique appréciable sur la production de la pomme de terre. Le rendement n'est pas nécessairement affecté, mais plutôt la qualité des tubercules. Leur apparence est modifiée tandis qu'il n'y a aucun impact dans la chair (sauf pour la gale profonde), le goût et la valeur alimentaire (Radtke et Rieckmann, 1991; Stevenson *et al.*, 2001). Il peut être difficile de différencier les symptômes de la gale commune et de la gale poudreuse. Le principal indice réside dans le fait que les lésions de la gale commune sont plus grandes, de diamètres variables et moins nombreuses que les pustules de la gale poudreuse. De plus, elles ne contiennent pas de spores (Aujean *et al.*, 2000). Nous verrons ces éléments en détail dans le texte.

AGENTS PATHOGÈNES RESPONSABLES

LES GALES BACTÉRIENNES

La gale commune est causée par la bactérie *Streptomyces scabies* appartenant au groupe des Actinomycètes. Ce sont des bactéries hétérotrophes qui forment une structure filamenteuse et vivant dans le sol (Aujean *et al.*, 2000). Il y a plus de 400 espèces de *Streptomyces* identifiées, mais seulement une fraction est considérée comme étant phytopathogène, par exemple, *Streptomyces scabies*, *Streptomyces acidiscabies* et *Streptomyces turgidiscabies* et plusieurs autres dont certaines encore non-identifiées (Wharton *et al.*, 2007). La bactérie *S. scabies* est retrouvée à travers le monde tandis que les bactéries *S. acidiscabies* et *S. turgidiscabies* sont rapportées au Nord-est des États-Unis et au Japon (Stevenson *et al.*, 2001). Les bactéries produisent des thaxtomines, de la famille des phytotoxines, et induisent des symptômes tels que l'hypertrophie des cellules et même la mort de certaines (Stevenson *et al.*, 2001). Les principales sources d'inoculum sont les tubercules infectés et les sols contaminés (Jean, 2002). Par la suite, différents facteurs favorisent la croissance de la bactérie (Aujean *et al.*, 2000; Radtke et Rieckmann, 1991) :

- Un apport suffisant en oxygène.
- Des sols légers et sableux.
- Des sols alcalins, excepté pour la bactérie *S. acidiscabies* qui aime davantage des sols acides (pH < 5) (Stevenson *et al.*, 2001; Wharton *et al.*, 2007).
- Une faible humidité du sol.

La plus fréquente des bactéries, *S. scabies*, se développe à des températures optimales se situant entre 19 et 24 °C.

LA GALE POUDREUSE

Contrairement à la gale commune, la gale poudreuse est causée par un champignon que l'on nomme *Spongospora* dont l'espèce rapportée chez la pomme de terre est *subterranea*. Ce champignon obligatoire fait parti de la classe des myxomycètes et de l'ordre des Plasmodiophorales (Rich, 1983; Stevenson *et al.*, 2001). Contrairement à la bactérie *Streptomyces*, le champignon *Spongospora* se développe dans des conditions différentes.

Celui-ci aime davantage un climat frais et humide, un sol ayant une forte rétention d'eau (souvent un sol argileux) et des températures se situant entre 16 et 20 °C (Aujean *et al.*, 2000; Harrison *et al.*, 1997; Radtke et Rieckmann, 1991). La gale poudreuse peut aussi évoluer en entrepôt (Gérard Gilbert, communication personnelle).

SYMPTÔMES

LES GALES BACTÉRIENNES

La bactérie *Streptomyces* pénètre dans les tubercules par les lenticelles ou par les blessures durant les cinq premières semaines de leur formation. Les jeunes tissus, en pleine croissance, sont particulièrement sensibles à cette bactérie (Radtke et Rieckmann, 1991). Il n'y a aucun symptôme au niveau des parties aériennes de la plante. La bactérie *Streptomyces* s'attaque généralement aux tubercules des pommes de terre et quelques rares fois aux stolons, aux racines et aux tiges souterraines. Après la récolte, les symptômes n'évoluent pas lors de l'entreposage (Aujean *et al.*, 2000; Radtke et Rieckmann, 1991).

La bactérie cause des lésions sur l'épiderme du tubercule. Les lésions ressemblent à des croûtes subéreuses de marron clair à brunes, de formes irrégulières pouvant atteindre entre 5 à 10 mm de diamètre et de différentes profondeurs dans la chair. Elles sont réparties au hasard à la surface de l'épiderme (Aujean *et al.*, 2000; Blodgett *et al.*, 1949; Hardy, 1996; Jean, 2002; Radtke et Rieckmann, 1991; Stevenson *et al.*, 2001; Wharton *et al.*, 2007). Tout dépendant de l'espèce de *Streptomyces*, plusieurs types de lésions peuvent être observés (Radtke et Rieckmann, 1991; Wharton *et al.*, 2007) :

- 1) Gale superficielle (photos a, b et c) : les symptômes se limitent à la surface et seulement les couches supérieures de l'épiderme sont mortes.
- 2) Gale bosselée (photos d et e) : le tissu se reforme en-dessous des lésions qui se soulèvent, en forme de cratères.
- 3) Gale profonde (photos f, g et h) : enfoncements marqués et sillonnés.
- 4) Gale réticulée (photo i) : quadrillage en filet (des craquelures superficielles). On n'a jamais vu cette gale au Laboratoire.

Les types de lésions dépendront de certains critères tels que l'espèce de *Streptomyces*, le cultivar, le moment de l'infection, la cicatrisation des plaies et les conditions

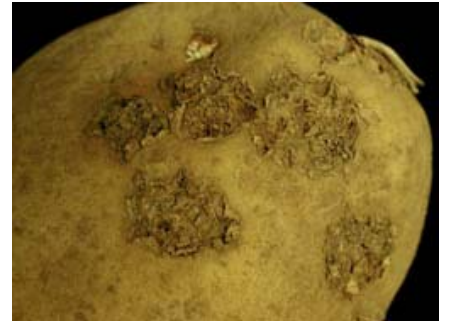
environnementales (Aujean *et al.*, 2000; Radtke et Rieckmann, 1991; Stevenson *et al.*, 2001; Wharton *et al.*, 2007).



a)



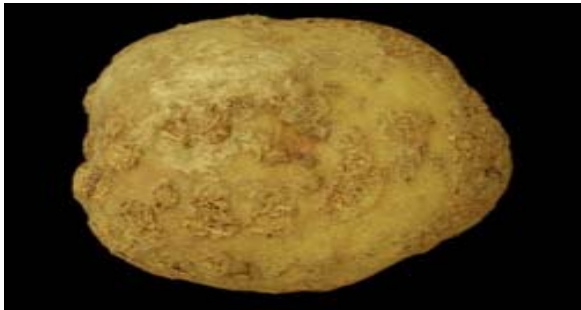
b)



c)

Photos a), b) et c) : La gale superficielle

Source : Chantal Malenfant, Laboratoire de diagnostic en phytoprotection, MAPAQ



d)



e)

Photos d) et e) : La gale bosselée

Source : Chantal Malenfant, Laboratoire de diagnostic en phytoprotection, MAPAQ



f)



g)



h)

Photos f), g) et h) : La gale profonde

Source : Chantal Malenfant, Laboratoire de diagnostic en phytoprotection, MAPAQ



Photo i : La gale réticulée
Source : Radtke et Rieckmann, 1991

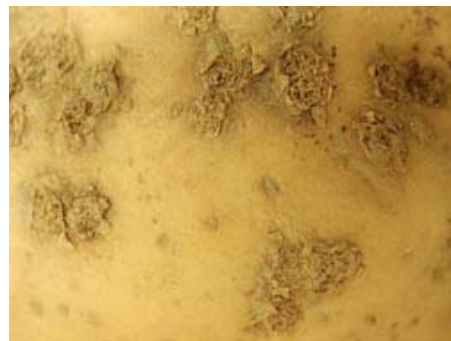
LA GALE POUFREUSE

Le champignon *Spongospora* s'attaque aux jeunes tubercules et celui-ci se loge sous

l'épiderme pour former des lésions gonflées, rondes (d'un diamètre entre 0,5 à 2,0 mm) (Jean, 2002) et de couleur jaune pâle (photos j, k et l). Au moment de la récolte, les lésions deviennent brun foncé et elles forment des dépressions liégeuses en forme de cratères entourées par de la peau déchirée et soulevée (photo m) (ce type de symptôme n'est pas fréquent). L'intérieur des pustules est rempli par une masse poudreuse de spores que l'on appelle cystosores (Stevenson *et al.*, 2001). Les spores brunes vivent cinq à six ans dans le sol; le froid et la sécheresse n'ont aucun effet contre elles (Harrison *et al.*, 1997; Radtke et Rieckmann, 1991). Les symptômes de la gale poudreuse sont facilement confondus avec ceux de la gale commune (*Streptomyces scabies*). C'est pourquoi, la détection microscopique des spores est d'une importance capitale (Andrison *et al.*, 1998; Aujean *et al.*, 200).



j)



k)



l)

Photos j), k) et l) : Gale poudreuse causée par le champignon *Spongospora*
Source : j) et k) : Chantal Malenfant, Laboratoire de diagnostic en phytoprotection, MAPAQ
 l) : Radtke et Rieckmann, 1991

BREF RÉSUMÉ DES DIFFÉRENCES ENTRE LES SYMPTÔMES DE LA GALE COMMUNE ET POUFREUSE

Les lésions causées par le champignon *Spongospora* sont plus petites et plus rondes que celles causées par la bactérie *Streptomyces scabies* qui sont plutôt de différentes grosseurs et irrégulières. Afin de les distinguer hors de tout doute, un examen au microscope permet de vérifier la présence de spores, les cystosores, dans les pustules de la gale poudreuse.



Photo m : Gale poudreuse causée par le champignon *Spongospora*
Source : Radtke et Rieckmann, 1991

CYCLE DE DÉVELOPPEMENT

LES GALES BACTÉRIENNES

L'agent pathogène *Streptomyces* est un saprophyte pouvant survivre pendant l'hiver dans le sol ou à la surface des résidus de culture et des tubercules (figure 1 a) (Wharton *et al.*, 2007). Au printemps, les bactéries sont dispersées jusqu'au plant par les éclaboussures (l'irrigation ou la pluie), le vent, les semences et l'équipement de la ferme (figure 1 b). Par la suite, l'agent pathogène infecte les tubercules en entrant par les lenticelles ou une blessure quelconque (figure 1 d). Le développement de la bactérie est favorisé par des températures se

situant entre 19 et 24 °C pour la plupart des espèces de *Streptomyces* et à un pH alcalin, c'est-à-dire plus grand que 5,2 (figure 1 c) (Aujean *et al.*, 2000; Stevenson *et al.*, 2001). Après la pénétration, la bactérie croît dans les cellules du périoderme du tubercule et cause la mort de celles-ci (figure 1 e). Ensuite, l'agent pathogène se nourrit des cellules mortes et sécrète un composé qui favorise la division rapide des cellules ce qui amène la subérisation (figure 1 f). Le cycle est répété plusieurs fois (figure 1 g). Le moment de l'infection détermine la taille des lésions. En effet, plus l'infection a lieu tôt dans la saison plus les lésions sont grandes.

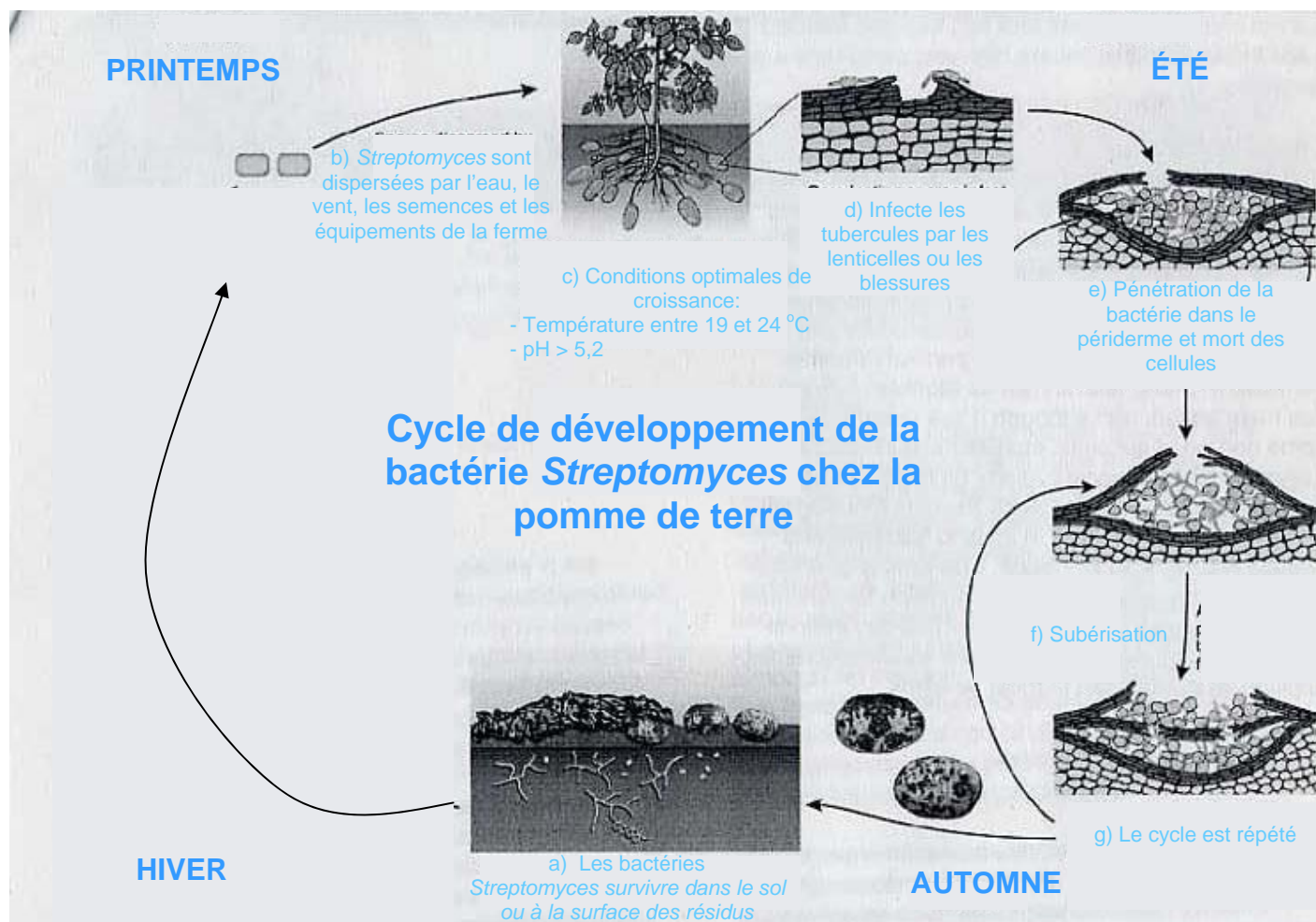
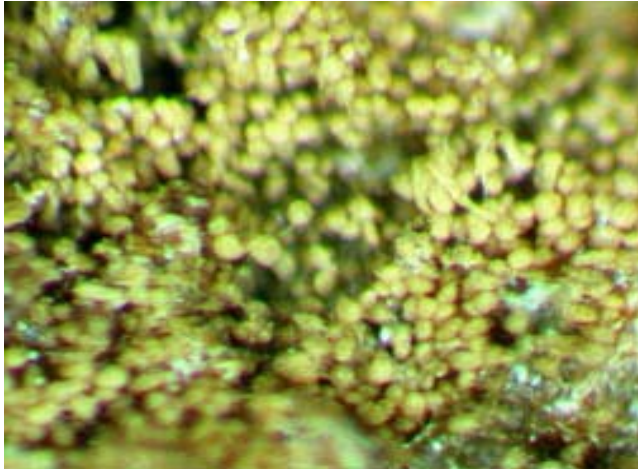


Figure 1 : Cycle de développement de la bactérie *Streptomyces*
Inspiré de : Wharton *et al.*, 2007

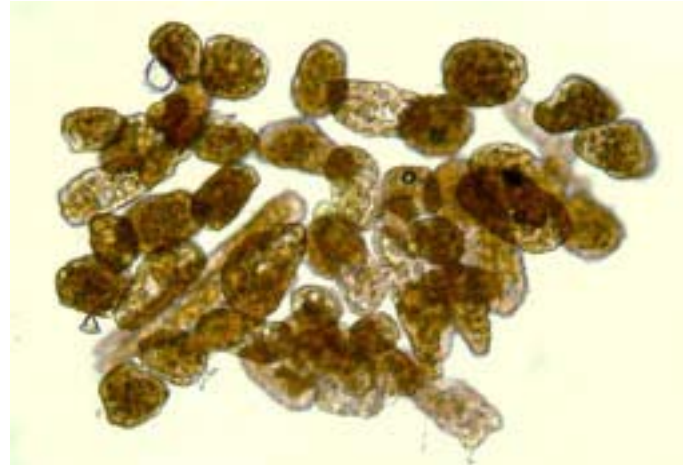
LA GALE POUDREUSE

Le champignon *Spongospora* peut survivre dans le sol sous la forme de cystosores (« spore ball ») (photos n et o). Les principales sources d'inoculum se retrouvent dans le sol et les semences. Les spores peuvent survivre jusqu'à



n)

six ans dans le sol. Au printemps, les cystosores germent et relâchent des zoospores. L'eau libre leur permet de nager jusqu'au cellule de l'épiderme du tubercule. Le développement du champignon est favorisé à une température se situant entre 16 et 20 °C.



o)

Photos n) et o) : Cystosores ou «spore balls» du champignon *Spongospora*, causant la gale poudreuse

Source : Mario Tésolin, Laboratoire de diagnostic en phytoprotection, MAPAQ

APPROCHE DIAGNOSTIQUE UTILISÉE AU LABORATOIRE DE DIAGNOSTIC EN PHYTOPROTECTION

LA GALE COMMUNE

Un tubercule entier est lavé et quelques parties sont prélevées et inoculées sur un milieu de culture nommé YME. Celui-ci est incubé de quatre à cinq jours à une température de 30 °C. S'il y a présence de la bactérie *Streptomyces*, on observera sur le milieu une croissance microbienne ressemblant à des filaments aériens (Stevenson *et al.*, 2001). À partir d'une culture pure provenant du milieu YME, il y a inoculation dans un milieu de culture liquide CRM et incubation de 48 à 72 heures. Ensuite, l'ADN de la bactérie est extrait et son

identification s'effectue par une technique en biologie moléculaire (Polymerase Chain Reaction (PCR)) (Raghida *et al.*, 1998).

LA GALE POUDREUSE

Le test, réalisé au Laboratoire de diagnostic en phytoprotection pour vérifier la présence du champignon *Spongospora*, est un examen microscopique. Il n'y a pas d'isolement sur milieux de culture puisque *Spongospora* est un parasite obligatoire nécessitant des cellules vivantes pour croître. Donc, un prélèvement à l'intérieur des lésions suivi d'une recherche microscopique est nécessaire pour vérifier la présence des cystosores caractéristiques (photo o).

TABLEAU COMPARATIF DE LA GALE COMMUNE ET POUDREUSE CHEZ LA POMME DE TERRE

Caractéristiques	Gale commune	Gale poudreuse
Nom anglais	Common scab	Powdery scab
Agent pathogène	<i>Streptomyces scabies</i>	<i>Spongospora subterranea</i>
Distribution mondiale	Partout où l'on cultive la pomme de terre	Afrique, Asie, Australie, Europe et Amérique du Nord et du Sud
Hôtes	La betterave, le radis, le rutabaga, la carotte, le panais et le navet	Les plants de tomate, le tabac et diverses solanacées
Symptômes	Lésions de différentes grosseurs et irrégulières	Lésions rondes, petites et présence de spores
Régie et climat favorisant leur développement	<ul style="list-style-type: none"> - Un apport suffisant en oxygène - Des sols légers et sableux - Des sols alcalins - Une faible humidité du sol - Températures optimales se situant entre 19 et 24°C 	<ul style="list-style-type: none"> - Un climat frais et humide - Un sol ayant une forte rétention d'eau (souvent un sol argileux) - Températures se situant entre 16 et 20°C
Méthode de diagnostic utilisée au Laboratoire	Isolements sur milieux de culture et confirmation par biologie moléculaire (PCR)	Examen microscopique direct des pustules

RÉFÉRENCES

Andrison D., Boucek K., Depays C., Duvauchelle S., Gaucher D., Guérin C., Jouan B., Kerlan C. et Pasco C. 1998. Pomme de terre, maladies de la pomme de terre. ITCF. Pp. 32, 37-39.

Aujean J.-M., Crouau G., Gokelaere T., Jouan B., Kerlan C. Le Hingrat Y., Mugniery D et Riquiez X. 2000. Fiches descriptives des maladies et ravageurs de la pomme de terre. FNPPPT, GNIS. Fiche 13 et 21.

Blodgett E.C. et Rich A.E. 1949. Potato tuber diseases, defects, and insect injuries in the

pacific northwest. University of Idaho. Pp. 6-7, 14.

Christ B.J. 1998. Identifying potato diseases in Pennsylvania. The Pennsylvania state university. Pp. 15, 18.

Gilat research center. Powdery scab (*Spongospora subterranea*). www.agri.gov.il/gilat-molcho/spongospora.html

Hardy B. 1996. Major potato diseases, insects, and nematodes. International Potato Center (CIP). Pp.8-11.

Harrison J.G., Searle R.J. et Williams N.A. 1997. Powdery scab disease of potato-a review. Plant pathology. Pp. 1-25.

Hodgson W.A., Pond D.D et Munro J. 1973. Maladies et ennemis de la pomme de terre. Ministère de l'agriculture du Canada, publication 1492. Pp. 23-25.

Jean Christine. 2002. Maladies, insectes nuisibles et utiles de la pomme de terre, guide d'identification. IRDA. Pp. 12, 19.

Le plant de pomme de terre. Gale poudreuse (*Spongopora subterranea*). www.plantdepommedeterre.org/pages/maladies/chamq2.htm

Lehtonen M.J., Rantala H., Kreuze J.F., Bang H., Kuisma L., Koski P., Virtanen E., Vihlman K. et Valkonen P.T. 2004. Occurrence and survival of potato scab pathogens (*Streptomyces* species) on tuber lesions: quick diagnosis based on a PCR-based assay. Plant pathology 53. pp. 280-287.

Potato council, supporting the British potato industry. Potato diseases-common scab. www.potato.org.uk/departement/sbeu/potato_diseases/index.html?did=47&pg=1

Radtke W. et Rieckmann W. 1991. Maladies et ravageurs de la pomme de terre. Editions Th. Mann. Pp. 52-53, 55-56.

Raghida A. Bukhalid, Soo Young Chung et R. Loria. 1998. Nec1, a gene conferring a necrogenic phenotype, is conserved in plant-pathogenic *Streptomyces* spp. and linked to a transposase pseudogene. Molecular Plant-microbe interactions vol.11 No 10 : 960-967.

Rich A.E. 1983. Potato diseases. Academic Press. Pp. 14-18, 60-63.

Stevenson W.R., Loria R., Franc G.D., et Weingartner D.P. 2001. Compendium of potato diseases, second edition. Pp. 14-15, 35-36.

University of massachuetts amherst. Potato scab. www.umassvegetable.org/soil_crop_pest_mgt/disease_mgt/potato_scab.html

Wharton P., Driscoll J., Douches D., Hammerschmidt R. et Kirk W. 2007. Common scab of potato. Michigan potato diseases. www.potatodiseases.org, extension bulletin E-2990.

Mise en page du document par Carole Fortin, technicienne en administration – Laboratoire de diagnostic en phytoprotection, MAPAQ

Sainte-Foy, le 17 juin 2008

Vous retrouverez ce document sur le site Agrireseau.qc.ca

