

ÉVOLUTION DU MILDIOU : DES CHANGEMENTS MAJEURS DANS LES POPULATIONS DU *PHYTOPHTHORA INFESTANS*

Michel Lacroix, agronome-phytopathologiste
Laboratoire de diagnostic en phytoprotection
Direction de l'innovation scientifique et technologique

Le mildiou causé par le champignon *Phytophthora infestans* est une maladie qui préoccupe depuis toujours les producteurs de pomme de terre car cet organisme pathogène peut causer des pertes considérables dans cette culture. Bien que le mildiou puisse affecter la tomate de champ, cette maladie atteignait rarement des proportions épidémiques au sein de cette culture. Cependant, en 1994 au Québec, le mildiou connaît un nouvel essor chez la tomate de champ même que certaines cultures sont entièrement dévastées. Cette même année, plusieurs productions de tomate de serre ont été gravement affectées par cette maladie fongique. En 1998, un scénario similaire se reproduit. Le mildiou affecte tardivement la tomate de champ et cause des pertes totales dans certaines cultures. Tout comme en 1994, le mildiou fut également grave dans certaines productions de tomate en serre. Finalement, en 2000 les pertes engendrées par le mildiou dans les cultures de tomates de champ et de serre sont des plus considérables. Mais que s'est-il passé dans les populations du *P. infestans* durant les années 1990 pour que ce champignon puisse désormais induire des dommages et pertes si importants chez la tomate? Pour comprendre cette soudaine augmentation de la virulence du mildiou, il est essentiel de se référer aux changements et aux caractéristiques observés au sein des populations du champignon depuis sa première mention en Amérique du Nord au début des années 1840.

1. ORIGINE ET MIGRATIONS DU *PHYTOPHTHORA INFESTANS*

❖ PREMIÈRE MIGRATION DU *P. INFESTANS*

En Amérique du Nord, le mildiou est observé pour la première fois en 1843 près de Philadelphie aux États-Unis tandis qu'en Europe cette maladie fait son apparition en Belgique en 1845. Par la suite, le mildiou atteint rapidement toutes les régions productrices de pomme de terre à travers le monde. Les tubercules de pomme de terre contaminés par le *P. infestans* représentent le véhicule de choix pour transporter et disperser ce champignon phytopathogène.

Diverses hypothèses furent énoncées pour expliquer le lieu d'origine des migrations du *P. infestans* vers l'Amérique du Nord et l'Europe. Celle retenant le plus l'attention stipule que le centre d'origine du *P. infestans* est localisé dans les montagnes du Mexique central puisque dans cette région la diversité des populations du champignon est maximale et la reproduction sexuée semble existée depuis toujours. Ainsi la théorie la plus acceptée aujourd'hui est donc celle préconisant une migration du *P. infestans* à partir du Mexique vers les États-Unis et de là

vers l'Europe. Il n'est également pas exclu que le champignon puisse avoir été transporté directement du Mexique vers l'Europe.

Ainsi, la première migration du *P. infestans* vers l'Amérique du Nord et l'Europe remonte au milieu de 19^{ième} siècle. Avant d'assister à une seconde migration de ce champignon, il faut attendre la fin du 20^{ième}. Comme nous le verrons, cette deuxième migration a eu un impact majeur dans les populations du *P. infestans* qui s'est traduit par une nouvelle émergence d'épidémies du mildiou dans les cultures de pomme de terre et de tomate (champ et serre).

❖ SECONDE MIGRATION DU *P. INFESTANS*

En Amérique du Nord, c'est en 1979 qu'une nouvelle population du *P. infestans* (connue sous le nom de US-6) a été vraisemblablement introduite en Californie aux États-Unis. Il semble qu'elle est entrée via des fruits de tomate en provenance de la région du nord-ouest du Mexique. En Californie, le mildiou n'avait pas été observé sur la tomate depuis 32 ans soit jusqu'à l'avènement de l'épidémie de 1979. Cette nouvelle population du *P. infestans* (US-6) est donc présumée responsable de cette infection sévère sur la tomate.

Cependant, cette population du *P. infestans* (US-6) ne peut expliquer les épidémies de mildiou que les États-Unis et le Canada ont connu depuis le milieu des années 1990. L'explication la plus plausible pour justifier l'émergence de ces épidémies du mildiou en Amérique du Nord est la migration massive, juste avant ou durant l'année 1992, de nouvelles populations du parasite comme les lignées US-7 et US-8. L'analyse de ces nouvelles populations du *P. infestans* présentes en Amérique du Nord démontre qu'elles proviendraient des régions productrices de pomme de terre et de tomate du nord-ouest du Mexique. Les tubercules de pomme de terre ainsi que les transplants et fruits de tomate infectés permettent le transport sur de longues distances de l'agent responsable du mildiou.

2. DIVERSITÉ DES POPULATIONS DU PHYTOPHTHORA INFESTANS

Depuis les années 1990, le mildiou de la pomme de terre et de la tomate connaît un nouvel essor aux États-Unis et au Canada. La cause première de ces graves infections par le mildiou est associée à la migration récente de nouvelles populations du *P. infestans*. Avant 1980, l'analyse des populations du champignon démontre qu'une seule lignée est présente dans les diverses régions du monde laquelle est nommée US-1. Une exception existe, soit le Mexique central où la diversité du *P. infestans* est particulièrement grande. En fait la lignée US-1 est issue de la première migration du *P. infestans* en Amérique du Nord et en Europe.

La lignée US-1 est principalement pathogène chez la pomme de terre bien qu'elle peut occasionnellement infecter la tomate. Cette information permet de comprendre pourquoi le mildiou n'atteignait pas des proportions épidémiques dans les cultures de tomate avant l'introduction de nouvelles lignées. Bien que la lignée US-1 dominait aux États-Unis et au Canada depuis son introduction, elle est désormais rare voire absente.

En Amérique du Nord des changements ont commencé à s'installer dans les populations du *P. infestans* au début des années 1980 mais les principaux bouleversement prennent place durant les années 1990. Les lignées qui ont contribué à la menace grandissante du mildiou sont :

- US-6 : Introduction en Californie en 1979. Lignée pathogène principalement sur la tomate et occasionnellement sur la pomme de terre. Rare depuis 1993. Sensible ou résistante au métalaxyl. Type sexuel A1.
- US-7 : Présente depuis 1992. Lignée pathogène principalement sur la tomate et occasionnellement sur la pomme de terre. En 1993, responsable de l'épidémie de mildiou sur la tomate dans l'état de New-York. Non détecté depuis 1996. Résistante au métalaxyl. Type sexuel A2.
- US-8 : Présente depuis 1992. Lignée pathogène principalement sur la pomme de terre et occasionnellement sur la tomate. Il s'agit de la lignée présentement la plus répandue en Amérique du Nord. Résistante au métalaxyl. Type sexuel A2.
- US-11 : Lignée vraisemblablement issue d'une recombinaison sexuelle. Pathogène sur la pomme de terre et la tomate. Lignée principalement présente dans l'Ouest des États-Unis et en Colombie Britannique bien qu'elle a déjà été détectée dans l'État de New-York et en Ontario. Résistante au métalaxyl. Type sexuel A1.
- US-17 : Lignée vraisemblablement issue d'une recombinaison sexuelle entre US-6 et US-8. Présente depuis 1996. Lignée détectée seulement dans les champs de tomate. En 1997, responsable de l'épidémie de mildiou dans l'état de New-York. Résistante au métalaxyl. Type sexuel A1.

Au Québec, il apparaît que depuis 1994, la lignée la plus fréquemment identifiée est US-8. Cette nouvelle lignée représente une menace plus sérieuse puisqu'elle a la capacité de se propager plus rapidement et de causer des dommages plus importants. Cette virulence accrue lui est conférée par les caractéristiques suivantes : développement de brûlures foliaires de plus grandes dimensions, capacité d'infecter les tiges et de causer des chancres, sporulation davantage abondante et rapide, germination des spores prompte et accrue. Ces caractéristiques en plus de la résistance au métalaxyl, ont donc permis à la lignée US-8 de prédominer et de déloger la lignée d'origine US-1. Bien que la lignée US-8 est principalement rapportée pour causer des dommages chez la pomme de terre, il demeure que depuis 1997 elle a été isolée d'échantillons de plants de tomate en provenance de l'Île du Prince Édouard, de la Nouvelle-Écosse et du Québec.

RÉFÉRENCES

- Abad, Z.G. et J.A. Abad. 1997. Another look at the origin of late blight of potatoes, tomatoes, and pear melon in the Andes of South America. *Plant Dis.* 81 : 682-688.
- Andrивon, D. 1996. The origin of *Phytophthora infestans* populations present in Europe in the 1840s : a critical review of historical and scientific evidence. *Plant Pathol.* 45 : 1027-1035
- Andrивon, D. et L. Lebreton. 1997. Mildiou de la pomme de terre, où en sommes-nous après 150 ans? *Phytoma* 494 : 24-27.
- Andrивon, D. et al. 1998. *Phytophthora infestans* : des populations en évolution. *Phytoma* 502 : 28-30.

Daayf, F. et H.W. (Bud) Platt. 2000. Changes in metalaxyl resistance among glucose phosphate isomerase genotypes of *Phytophthora infestans* in Canada during 1997 and 1998. Amer. J. of Potato Res. 77 : 311-318.

Daayf, F. et H.W. (Bud) Platt. 2000. Assessment of variations in Canadian populations of the potato late blight pathogen *Phytophthora infestans* in 1999. Agri-Info (juillet 2000). Agdex : 161.630.

Daayf, F., H.W. (Bud) Platt et R. D. Peters. 2000. Changes in mating types, resistance to metalaxyl, and Gpi-allozyme genotypes of *Phytophthora infestans* in Canadian provinces from 1996 to 1998. Can. J. Plant Pathol. 22 : 110-116.

Fry, W.E. *et al.* 1992. Population genetics and intercontinental migrations of *Phytophthora infestans*. Annu. Rev. Phytopathol. 30 : 107-129.

Fry, W.E. *et al.* 1993. Historical and recent migrations of *Phytophthora infestans* : chronology, pathways, and implications. Plant Dis. 77 : 653-661.

Fry, W.E. et W.B. Goodwin. 1997. Re-emergence of potato and tomato late blight in the United States. Plant Dis. 81 : 1349-1357.

Goodwin, S.B. *et al.* 1994. Migration from northern Mexico as the probable cause of recent genetic changes in populations of *Phytophthora infestans* in the United States and Canada. Phytopathology 84: 553-558.

Goodwin, S.B. *et al.* 1998. Genetic change within populations of *Phytophthora infestans* in the United States and Canada during 1994 to 1996: Role of migration and recombination. Phytopathology 88: 939-949.

Legard, D.E., T.Y. Lee et W.E. Fry. 1995. Pathogenic specialization in *Phytophthora infestans* : aggressiveness on tomato. Phytopathology 85 : 1356-1361.

Peters, R.D., H.W. (Bud) Platt et R. Hall. 1999. Hypotheses for the inter-regional movement of new genotypes of *Phytophthora infestans* in Canada. Can. J. Plant Pathol. 21 : 132-136.

Peters, R.D., H.W. (Bud) Platt et R. Hall. 1999. Use of allozyme markers to determine genotypes of *Phytophthora infestans* in Canada. Can. J. Plant Pathol. 21 : 144-153.

Texte rédigé en décembre 2000