



LA STÈLE ROUGE DU FRAISIER ET LE POURRIDÉ DES RACINES DU FRAMBOISIER

Michel Lacroix, agronome-phytopathologiste
Direction de l'innovation scientifique et technologique
et
Luc Urbain, agronome
Direction régionale Chaudière-Appalaches

Dans la littérature, les premières mentions de la stèle rouge du fraisier et du pourridé des racines du framboisier datent de la première moitié des années 1900. La première observation de la stèle rouge nous parvient d'Écosse en 1921 (Wardlaw 1926). Cependant il faut attendre en 1940 pour que le champignon responsable de cette maladie soit identifié, le *Phytophthora fragariae* (Hickman 1940). Quant au pourridé des racines du framboisier, la première publication rapportant que cette maladie est associée à un *Phytophthora* nous parvient également d'Écosse mais cette fois en 1937 (Waterson 1937).

Au Québec, ces maladies ont pris leur importance durant les années 1980 et 1990. C'est à l'automne 1982 qu'un premier rapport fait mention de la stèle rouge dans une fraisière au Québec (Pierre O. Thibodeau, communication personnelle.). En 1958, il est rapporté que *Phytophthora fragariae* cause une pourriture des racines chez la mûre de Logan en Colombie Britannique (McKeen 1958). Cette même étude suggère qu'un champignon similaire pourrait être à l'origine du dépérissement observé dans des framboisiers, bien que l'agent pathogène n'a pu être détecté. Quelque dix ans plus tard, un *Phytophthora* est rapporté sur la côte ouest américaine comme la cause première d'un pourridé des racines observé en sol humide chez le framboisier (Converse et Schwartz 1968). Durant les années 1980, de nombreuses

études dans le monde rapportent du dépérissement dans les framboisiers. En 1985, une étude mentionne qu'une infection par *Phytophthora* pourrait être un facteur important pour expliquer le dépérissement observé dans des framboisiers dans l'état de New York (Wilcox et Nevill 1985). L'année 1989 marque la date du premier rapport officiel rapportant que le dépérissement du framboisier en Amérique du Nord, à l'extérieur de la côte ouest américaine, est la conséquence d'une infection par un *Phytophthora* (Wilcox 1989). Au Québec, cette maladie fut également identifiée pour la première fois en 1989 au Laboratoire de diagnostic en phytoprotection du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec.

CHAMPIGNONS RESPONSABLES DE CES MALADIES

Stèle rouge du fraisier

En 1940, le champignon responsable de la stèle rouge est identifié comme *Phytophthora fragariae* (Hickman 1940). Cet agent pathogène infecte naturellement une gamme d'hôtes très limitée soit le fraisier et la mûre de Logan. À la

suite d'inoculations artificielles, plusieurs autres espèces végétales de la famille des Rosacées ont été infectées par *Phytophthora fragariae* et ont développé des symptômes (Erwin et Ribeiro 1996). Il est également important de noter que le *Phytophthora fragariae* pathogène sur le fraisier ne cause pas de dommage au framboisier (Nourrisseau et Baudry 1987, Erwin et Ribeiro 1996). Ainsi, le champignon responsable de la **stèle rouge chez le fraisier** est désormais connu comme ***Phytophthora fragariae* var. *fragariae***.

Pourridié des racines du framboisier

Concernant le pourridié des racines du framboisier, la détermination du *Phytophthora* responsable de la maladie a demandé quelque peu d'investigations. Voici les résultats de quelques études sur les *Phytophthora* associés au dépérissement des framboisières :

- *Phytophthora erythroseptica* (États-Unis, état de Washington) (Converse et Schwartze 1968).
- Le *P. megasperma* type 2 s'avère être l'espèce la plus virulente (Royaume-Uni). D'autres espèces de *Phytophthora* sont isolées: *P. cactorum*, *P. cambivora*, *P. drechsleri* et *P. syringae*. (Duncan, Kennedy et Seemüller 1987).
- Un *Phytophthora* isolé de plants de framboisier dépérissant présente les caractéristiques de *P. fragariae* (France) (Nourrisseau et Baudry 1987).
- Le *P. fragariae* s'est avéré être l'espèce la plus virulente (États-Unis, état de New York). D'autres espèces de *Phytophthora* sont isolées: *P. cactorum*, *P. citricola*, *P. cryptogea* et *P. megasperma*. (Wilcox 1989).

À la suite des travaux plus approfondis de Wilcox *et al.* (1993), il est déterminé que *P. erythroseptica* (Converse et Schwartze 1968), *P. megasperma* type 2 (Duncan, Kennedy et Seemüller 1987), *Phytophthora* ressemblant à *P. fragariae* (Nourrisseau et Baudry 1987) et *P. fragariae* (Wilcox 1989) étaient en fait la même espèce soit *Phytophthora fragariae* var. *rubi*. Ainsi, il est maintenant connu que le principal champignon pathogène responsable du

pourridié des racines sur le framboisier est le ***Phytophthora fragariae* var. *rubi***. Il est important de noter que le *Phytophthora fragariae* pathogène sur le framboisier ne cause pas de symptômes sur le fraisier (Duncan, Kennedy et Seemüller 1987, Wilcox 1989).

D'autres espèces de *Phytophthora* ont été isolées de plants de framboisier présentant du dépérissement. Pour plus d'information à ce sujet, consulter la « Note particulière sur les *Phytophthora* spp. et le pourridié des racines du framboisier » à l'intérieur de ce document.

LES SYMPTÔMES

Le *Phytophthora fragariae* est un champignon du sol infectant les racines de ses plantes hôtes. La gravité des symptômes sur les parties aériennes sera donc directement reliée à l'intensité des dommages au système racinaire.

Stèle rouge du fraisier

Les plants affectés ont une croissance ralentie et demeurent nains. Les plus vieilles feuilles développent des jaunissements, rougissements, brunissements et viennent à se dessécher. Les jeunes feuilles sont petites mais demeurent vertes. À un stade plus avancé de la maladie, les plants flétrissent. Les plants affectés produisent peu de fruits.

Il demeure que les symptômes caractéristiques de cette maladie s'observent sur le système racinaire. Les racines principales présentent une pourriture brune à noire débutant à l'extrémité et ont une apparence de « queue de rat » étant donné la destruction complète des radicelles. Une coupe longitudinale de ces racines permet de noter une coloration rougeâtre, pourpre ou brunâtre de la stèle (filament central de la racine). Ce symptôme est observable au champ lorsque le sol est froid (printemps ou automne). Sur des plants fortement atteints, il est possible de noter une coloration rougeâtre du système vasculaire à l'intérieur même du collet.

Bien que la coloration rougeâtre de la stèle représente un bon indice pour le diagnostic d'une infection par *Phytophthora fragariae*, il faut demeurer vigilant. Une étude rapporte que

des facteurs non parasitaires peuvent induire une coloration rougeâtre de la stèle (Otterbacher, Powell et Zych 1969). Dans des situations où la stèle rouge du fraisier est soupçonnée, il est préférable d'acheminer un échantillon au Laboratoire de diagnostic en phytoprotection du MAPAQ afin de confirmer la présence du champignon.

Au champ, le printemps et le début de l'été demeurent la période privilégiée pour détecter la présence de plants atteints de la stèle rouge. Lors de journées chaudes, les plants affectés flétrissent. Durant les mois les plus chauds de l'été, les racines nouvellement formées ne sont pas infectées par le champignon, ce qui peut engendrer une certaine reprise de la croissance. Quant aux racines infectées antérieurement, elles viennent à se décomposer durant la saison estivale. Il faut venir à la conclusion que l'été n'est pas le moment propice pour le diagnostic de la stèle rouge car la maladie laisse peu d'évidence de sa présence.

Les plants affectés par la stèle rouge sont généralement regroupés en foyers dans les zones où l'eau a tendance à s'accumuler comme dans les baissières et le bas des pentes. Par la suite, ces foyers s'agrandissent pour former dans la fraisière de très larges zones où les plants dépérissent.

Certaines maladies, ravageurs ou facteurs non parasitaires peuvent causer du dépérissement s'apparentant à certains égards à celui engendré par la stèle rouge. La cueillette d'information peut aider à les distinguer de la stèle rouge.

- Lésion des racines causée par le nématode *Pratylenchus*. Les dommages par les nématodes sont observés dans les sols légers. Ces microorganismes ne se plaisent pas dans des sols gorgés d'eau contrairement au *Phytophthora*.
- Flétrissement verticillien causé par le champignon *Verticillium dahliae*. Cette maladie fongique est diagnostiquée dans les champs d'implantation dont les sols sont légers. Les premiers plants présentant des symptômes sont ceux situés sur des buttes ou aux endroits s'asséchant rapidement.
- Pourriture noire des racines. Cette maladie est la conséquence d'une interaction entre

des facteurs non parasitaires défavorables à la plante (ex. : drainage inadéquat, zones déprimées dans le champ permettant l'accumulation d'eau, sol lourd et compact, asphyxie racinaire, excès de pluie, dommages par les conditions hivernales adverses, phytotoxicité par un herbicide, fertilisation inappropriée...) et des infections des racines par des champignons et/ou des nématodes phytopathogènes.

- Dommage par le gel hivernal. Une coupe longitudinale du collet permet de noter un brunissement foncé de la moelle débutant généralement à la base.
- Asphyxie racinaire par un excès d'eau (sols lourds, mal drainés, compacts ou baissières).
- Dommages par un insecte présent dans le sol comme le ver blanc (année d'implantation à la suite d'un pâturage) ou le charançon des racines du fraisier (année de production dans les champs dont les sols sont légers).

Pourridié des racines du framboisier

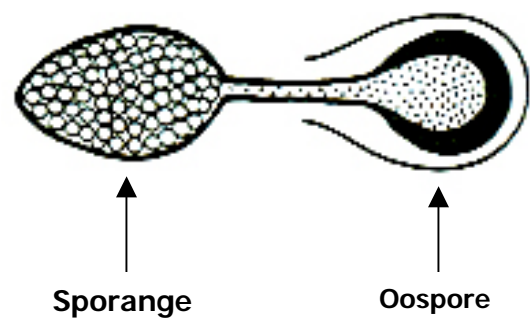
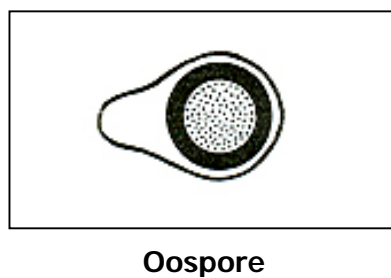
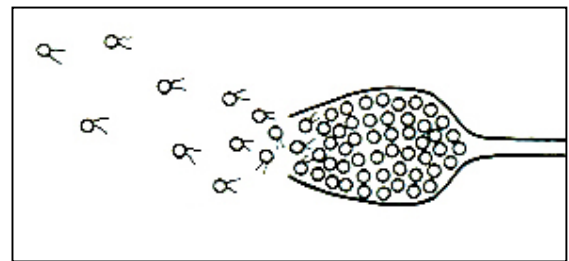
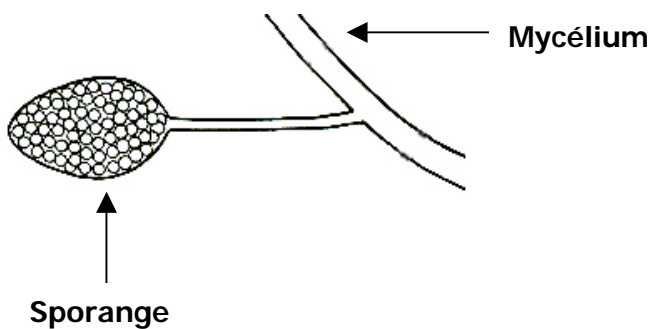
Les symptômes peuvent être observés sur les tiges végétatives et fructifères. Les dommages causés par cette maladie apparaissent généralement lors de la fructification. Les symptômes débutent sur les feuilles basales, lesquelles jaunissent, rougissent et présentent des brûlures à la marge et entre les nervures. Les feuilles desséchées demeurent attachées au plant. Éventuellement, le plant flétrit et meurt. Les symptômes s'accroîtront durant les périodes chaudes et sèches. Les plants affectés sont peu productifs.

Cette maladie fongique en est une affectant le système racinaire. Les racines présentent des anomalies de coloration variant du brun au noir, ayant une apparence humide, ainsi que des pourritures. L'enlèvement de l'épiderme permet de noter la présence de zones brunes dont la délimitation entre les tissus sains et les tissus bruns est nettement démarquée. Sur des plants gravement atteints, un symptôme très caractéristique de la maladie peut être observé au collet. En prenant soin de soulever l'épiderme au collet, une coloration brun foncé et humide est notée.

Un élément important pour le diagnostic de cette maladie est la distribution des plants affectés à l'intérieur d'une framboisière. Les plants atteints seront généralement regroupés en foyers dans les endroits où le sol demeure plus humide comme les baissières ou le bas de pente. Lors de la saison, ces foyers ont tendance à s'étendre le long des rangs plutôt que d'un rang à l'autre. Dans un champ, les zones affectées par le pourridié des racines prennent donc une forme allongée.

QUELQUES DÉFINITIONS SUR LES STRUCTURES FONGIQUES

Pour bien comprendre le cycle de développement de la maladie, il est important de définir et d'illustrer certaines structures du *Phytophthora fragariae*. La phase végétative du champignon est constituée de filaments microscopiques connus sous le nom de **mycélium**. Le *Phytophthora fragariae* possède la capacité de produire des spores asexuées et motiles appelées **zoospores**. Ces zoospores sont produites à l'intérieur d'une structure nommée **sporange**. Des spores sexuées, appelées **oospores**, font également partie des structures caractéristiques de *Phytophthora fragariae*.



SYMPTÔMES DE LA STÈLE ROUGE DU FRAISIER CAUSÉE PAR *PHYTOPHTHORA FRAGARIAE* VAR. *FRAGARIAE*



Photo : Liette Lambert, MAPQ



Photo : Pierre O. Thibodeau, IRDA

Champs de fraisières dont les plants montrent un dépérissement causé par la stèle rouge.



Photo : Liette Lambert, MAPAQ



Photo : Liette Lambert, MAPAQ



Photo : Pierre O. Thibodeau, IRDA

Les plants de fraisier affectés par la stèle rouge montrent une anomalie de coloration (jaunissement et rougissement) et un dessèchement des vieilles feuilles. Les plus jeunes feuilles demeurent vertes. Dans son ensemble le plant a une croissance ralentie et demeure nain.



Photo : Pierre O. Thibodeau, IRDA

Pourriture brun foncé à noire débutant à l'extrémité des racines. Destruction complète des radicelles



Photo : Pierre O. Thibodeau, IRDA

Coloration rougeâtre à pourpre foncé de la stèle (filament central de la racine).



Photo : Pierre O. Thibodeau, IRDA

Plant gravement atteint de la stèle montrant une coloration rougeâtre à brunâtre du système vasculaire au collet (intérieur).

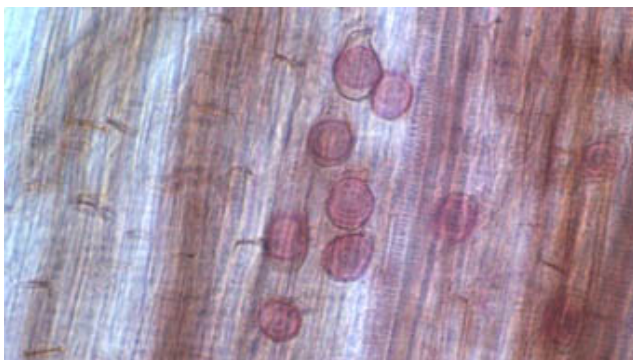


Photo : Pierre O. Thibodeau, IRDA

Oospores (spores sexuées) dans des racines de fraisier (*Phytophthora fragariae* var. *fragariae*).



Photo : Pierre O. Thibodeau, IRDA

Sporanges contenant des zoospores (spores asexuées motiles) (*Phytophthora fragariae* var. *fragariae*).

SYMPTÔMES DU POURRIDÉ DES RACINES DU FRAMBOISIER CAUSÉ PAR *PHYTOPHTHORA FRAGARIAE* VAR. *RUBI*



Photo : Liette Lambert, MAPAQ



Photo : Liette Lambert, MAPAQ

Framboisières dont les plants montrent du dépérissement causé par le pourridé des racines. Les plants affectés sont regroupés en foyers rectilignes sur le rang.



Photo : Bernard Drouin, MAPAQ

Framboisier affecté par le pourridé des racines montrant du jaunissement et des brûlures à la marge, entre les nervures et de tout le limbe.



Photo : Liette Lambert, MAPAQ

Défoliation complète des plants sur une section de rang.



Photo : BernardDrouin, MAPAQ

Coloration brun foncé et humide des tissus internes au collet (plant situé à gauche affecté par le pourridié des racines ; plant sain à droite).



Photo: Bernard Drouin, MAPAQ

Coloration brun foncé de la partie centrale des racines principales

CYCLE DE DÉVELOPPEMENT DE LA MALADIE

Dans le présent document, les informations transmises concernant le cycle vital de la maladie s'appliquent à *Phytophthora fragariae* var. *fragariae* et *Phytophthora fragariae* var. *rubi*.

Ces champignons phytopathogènes peuvent être introduits dans un champ par des plants infectés ne présentant pas de symptôme. Il est reconnu que des cultivars de fraisier résistants à la stèle rouge peuvent être porteurs d'oospores dans leurs racines (Khanizadeh et Buszard 1992). De plus, des particules de sol contaminées par le champignon peuvent être transportées par la machinerie d'un champ à l'autre.

La survie du *Phytophthora fragariae* à l'hiver est assurée par la présence de mycélium ou d'oospores dans les racines infectées. À la suite de la décomposition des racines infectées, les oospores sont libérées dans le sol. Même en l'absence de plantes hôtes, elles peuvent survivre de nombreuses années. Sous des conditions expérimentales, il a été démontré que les oospores pouvaient survivre 3 ans dans le sol (Duncan et Cowan 1980). Ces auteurs citent des observations laissant entrevoir que **le champignon pourrait survivre jusqu'à 15 ans dans un champ en l'absence de plante hôte.**

Le cycle de développement de la maladie est initié à la suite de l'infection des racines par les zoospores. Ces spores sont produites dans des sporanges, lesquels peuvent être formés directement à partir du mycélium ou à la suite de la germination d'une oospore. La température optimale pour **la formation des sporanges varie selon les isolats de *Phytophthora fragariae*, soit entre 12°C et 20°C** (Law et Kiholland 1991). Quant à la germination des oospores, elle est optimale à une température de 15°C (Duncan 1985). D'une façon plus générale, il est considéré que **la température optimale pour la germination des oospores se situe entre 10°C et 15°C** bien qu'elle est possible entre 5°C et 20°C (EPPO quarantine pest).

La quantité de zoospores produites est fonction de l'humidité et de la température du sol. Pour ***Phytophthora fragariae* var. *fragariae***, la production de zoospores est observée entre 2°C et 20°C (Duncan et Kennedy 1995). Les résultats de cette étude indiquent une **production maximale de zoospores à 8°C et 14°C**. Les basses températures, soit celles généralement inférieures à 10°C, sont considérées plus favorables pour une production accrue de zoospores et ce sur une plus longue période. Aucune zoospore n'a été observée à 26°C (Duncan et Kennedy 1995). Pour ***Phytophthora fragariae* var. *rubi***, la **production de zoospores est importante entre 10°C et 20°C, optimale à 15°C** et non négligeable à 25°C (Baudry *et al.* 1990).

À la suite de leur libération, les zoospores motiles se déplacent vers l'extrémité des racines où elles se fixent, s'enkystent et germent pour infecter son hôte. En fonction de la température, la germination des zoospores sur des racines de fraisier se présente ainsi (George et Milholland 1986) :

TEMPÉRATURE (°C)	% DE GERMINATION DES OOSPORES
5	12
10	79
15	78
20	80
25	83

Outre la température, l'humidité du sol est un facteur influençant la production de zoospores. **Les zoospores nécessitent pour leur formation un sol saturé en eau ou inondé.** La grande importance de l'humidité du sol pour les zoospores peut être illustrée par l'information suivante. Imaginons un billon s'élevant de la surface d'un sol saturé en eau. Un tiers des zoospores sont présentes dans les cinq premiers centimètres du billon situés au-dessus du sol saturé en eau. À 10 cm au-dessus du sol saturé en eau, il y a environ 10% des zoospores tandis qu'aucune zoospore est observée à 25 cm au-dessus du sol (Wilcox, comm. pers.)

Les zoospores ont un géotropisme négatif c'est-à-dire qu'elles se déplacent et se concentrent

dans l'eau présente à la surface du sol. L'eau de ruissellement ou de drainage, et ce principalement en présence d'une pente, assure la dispersion des zoospores.

Les racines sont infectées par les zoospores dans une zone située entre 5 et 10 mm de leur extrémité. Par la suite, la croissance mycélienne s'installe dans la racine, suivie de la formation de sporanges et d'oospores (Milholland et Dayking 1993). À partir du printemps, lorsque les conditions climatiques deviennent davantage favorables au champignon, de nombreux cycles d'infection prennent place caractérisés par la

formation d'une grande quantité de sporanges lesquels libèrent des zoospores qui initient de nouvelles infections racinaires.

La production considérable et la dispersion rapide des zoospores, la nature polycyclique de la production de sporanges durant une saison de croissance ainsi que la production, la libération et la survie dans le sol des oospores font que, sous les conditions climatiques du Québec, la stèle rouge et le pourridié des racines sont des maladies particulièrement redoutables pour le fraisier et le framboisier.

Les données présentées permettent de conclure que la stèle rouge du fraisier et le pourridié des racines du framboisier sont favorisés par des conditions humides du sol et des températures fraîches. Là où s'accumule l'eau, comme des baissières, le bas des pentes et des sols lourds et mal drainés, devraient être sous haute surveillance lors du dépistage. En regard des basses températures, le printemps et l'automne sont des saisons particulièrement propices au *Phytophthora fragariae* car il est considéré que des températures de sol variant entre 10°C et 17°C sont optimales pour l'infection. Chez le fraisier conventionnel, le développement important de nouvelles racines à l'automne sensibilise davantage les plants à de nouvelles infections.

NOTE PARTICULIÈRE SUR LES *PHYTOPHTHORA* SPP. ET LE POURRIDÉ DES RACINES DU FRAMBOISIER

Outre le *Phytophthora fragariae* var. *rubi*, d'autres espèces de *Phytophthora* ont été isolés de plants de framboisier présentant un dépérissement (Duncan, Kennedy et Seemüller 1987, Wilcox 1989). Certaines espèces comme *P. cactorum*, *P. drechslera*, *P. erythroseptica* et *P. syringae* ne causent qu'une faible pourriture

des racines et aucun symptôme sur les parties aériennes à la suite d'inoculation de framboisiers. D'autres espèces comme *P. cambivora*, *P. citricola*, *P. cryptogea* et *P. megasperma* se sont avérées moyennement à hautement virulentes chez le framboisier.

Cependant, l'humidité du sol peut influencer la gravité des symptômes selon l'espèce de *Phytophthora*. Sous des conditions de sol saturé en eau, il a été démontré que la gravité de la maladie était davantage importante avec des espèces reconnues faiblement à modérément virulentes comme *P. drechslera* et *P. cambivora* (Duncan et Kennedy 1989).

MESURES DE LUTTE PRÉVENTIVE

La prévention demeure des plus importantes, car les moyens de lutte chimique sont peu nombreux et le résultat n'est pas toujours à la hauteur de nos attentes.

A. Rotation

Faut-il encore parler de rotation? C'est encore le meilleur moyen de lutter contre plusieurs maladies de sol. Les populations de *Phytophthora* ne cesseront d'augmenter si nous replantons des plants de fraisiers toujours sur le même site. Bien que les oospores de *Phytophthora* peuvent demeurer viables dans le sol jusqu'à 15 ans, il ne faut pas pour autant laisser la population atteindre des niveaux élevés. Dans la pratique actuelle, une rotation de cinq ans pourra maintenir les populations à un niveau acceptable.

Il faut aussi prêter une attention particulière à la contamination des champs. Le transport de résidus de sol et de plants par les équipements de ferme d'un champ contaminé à un champ sain peut facilement contribuer à l'expansion des maladies. Le nettoyage des équipements est essentiel pour éliminer le maximum de résidus.

B. Drainage

Le champignon exige un sol saturé en eau pour produire des spores mobiles (zoospores) et aller infecter des racines saines. Un bon drainage du sol est donc prioritaire pour la lutte contre la stèle rouge et le pourridié des racines. Il faut surtout éviter les baissières, les bas de pente et les creux où l'eau pourrait s'accumuler et séjourner. La compaction du sol par le passage répété d'un tracteur peut aussi avoir des effets néfastes sur le drainage. Saviez-vous que le rotoculteur et la charrue occasionnent une compaction juste sous la couche de travail du sol? Faites varier la profondeur du travail à chaque année.

L'eau qui s'écoule des rangs lors de fortes averses transporte aussi des particules de sol et

des spores du champignon. Pensez à façonner vos rangs, dans la mesure du possible, dans le sens inverse de la pente. Quelques recherches rapportent aussi que l'eau d'irrigation pourrait être vecteur de spores. Évitez, si possible, que l'eau des champs contaminés s'écoule dans votre étang.

C. Billons

La culture sur billon permet une meilleure aération de même qu'un meilleur drainage et réchauffement du sol au printemps. Ce sont toutes des conditions qui empêchent le développement des champignons du sol. Cependant, la confection du billon et son entretien requièrent des équipements adaptés à cette fin. À titre d'exemple, le sarcleur doit être modifié pour rebâtir le billon à chaque passage et non le défaire.

D. Cultivars

Plusieurs cultivars sont résistants à la stèle rouge. Cependant, comme il existe plusieurs races de *Phytophthora fragariae* var. *fragariae*, le degré de résistance des cultivars varie. Si vous avez déjà eu des problèmes avec la stèle rouge, il serait prudent d'utiliser des cultivars moins sensibles dans les parcelles contaminées. Les cultivars Mohawk, Annapolis, Cavendish, Sable et Mira sont rapportés résistants à plusieurs races.

E. Approvisionnement en plants

La première source de contamination des maladies affectant les racines demeure l'approvisionnement en plants. Nous ne cesserons de justifier l'achat de plants certifiés afin de minimiser les risques. Le système de certification du Québec prévoit précisément une évaluation de la présence de la stèle rouge dans les champs.

F. Stress

Un plant stressé par divers facteurs devient plus sensible aux maladies. Des plants qui ont chauffé lors de l'entreposage ou juste avant la plantation seront alors plus sensibles. Lors de la

plantation, prêtez une attention pour ne pas assécher inutilement les racines. Une fertilisation trop forte dans l'eau de plantation ainsi qu'une mauvaise utilisation des herbicides peuvent aussi avoir le même effet. Nous oublions trop souvent les nématodes, les charançons et les hannetons qui peuvent détruire une partie du système racinaire et accentuer les dommages.

MÉTHODES DE LUTTE CHIMIQUE

Des traitements avec le RIDOMIL 480-EC et ALIETTE WDG sont possibles au printemps et à l'automne. Pour connaître les directives exactes, reportez-vous au guide de protection – fraisier 2005 disponible sur le site d'Agri-Réseau (<http://www.agrireseau.qc.ca/petitsfruits/>).

Cependant, il faut toujours considérer l'utilisation de produits chimiques comme un dernier recours lorsque les pratiques culturales ne permettent plus un niveau acceptable de maladies.

RÉFÉRENCES CITÉES

Baudry, A. , L. Juillard-Condat, D. Breniaux, J.G. Nourrisseau et J.P. Morzières. 1990. Le point sur le *Phytophthora* du framboisier. Phytoma 40 : 27-32.

Converse, R.H. et C.D. Schwartz. 1968. A root rot of red raspberry caused by *Phytophthora erythroseptica*. Phytopathology 58: 56-59.

Duncan, J.M. 1985. Effect of temperature and other factors on *in vitro* germination of *Phytophthora fragariae* oospores. Trans. Br. Mycol. Soc. 85 : 455-462.

Duncan J.M. et J.B. Cowan. 1980. Effect of temperature and soil moisture content on persistence of infectivity of *Phytophthora fragariae* in naturally infested soil. Trans. Br. Mycol. Soc. 75 : 133-139.

Duncan, J.M. et D.M. Kennedy. 1995. Effect of

temperature and host genotype on the production of inoculum by *Phytophthora fragariae* var. *fragariae* from the roots of infected strawberry plants. Plant Pathology 44: 10-21.

Duncan J.M. et D.M. Kennedy. 1989. The effect of waterlogging on *Phytophthora* root rot of red raspberry. Plant Pathology 38: 161-168.

Duncan J.M., D.M. Kennedy et E. Seemüller. 1987. Identities and pathogenicities of *Phytophthora* spp. causing root rot of red raspberry. Plant Pathology 36: 276-289.

Eppo quarantine pest. Data sheets on quarantine pests. *Phytophthora fragariae*. http://www.eppo.org/QUARANTINE/fungi/Phytophthora_fragariae/PHYTFR_ds.pdf

Erwin, D.C. et O.K. Ribeiro.1996. *Phytophthora* diseases worldwide. APS Press. 562 p.

George, S.W. et R.D. Milholland. 1986. Inoculation and evaluation of strawberry plants with *Phytophthora fragariae*. Plant Disease 70: 371-375.

Hickman, C.J. 1940. The red core root disease of the strawberry caused by *Phytophthora fragariae* n.sp. Journal of Pomology and Horticultural Science 18: 89-118.

Khanizadeh, S. et D. Buszard. 1992. Caution required in distribution of plants of red stele (*Phytophthora fragariae* Hickman) –resistant strawberries. HortScience 27: 870-871.

Law T.F. et R.D. Milholland. 1991. Production of sporangia and oospores of *Phytophthora fragariae* in roots of strawberry plants. Plant diseases 75: 475-478.

Milholland, R.D. et M.E. Daykin. 1993. Colonization of roots of strawberry cultivars with levels of susceptibility of *Phytophthora fragariae*. Phytopathology 83: 538-542.

Nourrisseau, J.G. et A. Baudry. 1987. Un *Phytophthora* cause de dépérissement du framboisier en France. Phytoma 1 : 39-41.

Otterbacher, A.G., D. Powell et C.C. Zych. 1969. The induction of stelar reddening in strawberry roots. Plant disease reporter 53: 794-797.

Wardlaw, C.W. 1926. Lanarkshire strawberry disease. A report for the use of growers. Botany department, University of Glasgow. 38 p.

Waterson, J.M. 1937. A note on the association of a species of *Phytophthora* with a "die-back" disease of the raspberry. Trans. R. Soc. Edinburg 35 : 251-259.

Wilcox, W.F. 1989. Identity, virulence, and isolation frequency of seven *Phytophthora* spp. causing root rot of raspberry in New York. *Phytopathology* 79: 93-101.

Wilcox, W.F. et J.R. Nevill. 1985. Implication of *Phytophthora* spp. in a raspberry decline syndrome. *Phytopathology* 75:1347.

Wilcox, W.F., P.H. Scott, P.B. Hamm, D.M. Kennedy, J.M. Duncan, C.M. Brasier et E.M. Hansen. 1993. Identity of a *Phytophthora* species attacking raspberry in Europe and North America. *Mycological research* 97: 817-831.

AUTRES RÉFÉRENCES

Heiberg, N. 1995. Control of root rot of raspberries caused by *Phytophthora fragariae* var *rubi*. *Plant pathology* 44: 153-159.

Lareau, M. 2000. Lutte contre le pourridié : implantation de framboisiers sur des buttes avec ou sans paillis de plastique noirs. Fiche technique 038. CPVQ. 4 p.

Wilcox, W.F., M.P. Pritts et M.J. Kelly. 1999. Integrated control of *Phytophthora* root rot of red raspberry. *Plant diseases* 83: 1149-1154.

Mise en page du document par Carolle Fortin, agente de bureau – Laboratoire de diagnostic en phytoprotection, MAPAQ