

Fiche informative sur les organismes de quarantaine

Ralstonia solanacearum**IDENTITE**

Nom: *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi *et al.*

Synonymes: *Bacterium solanacearum* (Smith) Chester

Burkholderia solanacearum (Smith) Yabuuchi *et al.* (1992).

Pseudomonas solanacearum (Smith) Smith

Classement taxonomique: Bacteria: Gracilicutes

Noms communs: Braunfäule, Schleimkrankheit der Kartoffel (allemand)

Brown rot (pomme de terre), southern bacterial wilt (tomate), Moko

disease (bananier), Granville wilt (tabac) (anglais)

podredumbre parda de la patata (espagnol)

bactériose vasculaire, flétrissement bactérien (français)

Notes sur la taxonomie et la nomenclature: dans une étude taxonomique de certaines espèces non fluorescentes du genre *Pseudomonas* (Yabuuchi *et al.*, 1992), le genre *Burkholderia* a été proposé pour recouvrir la variation présente dans ce groupe et le nom *Burkholderia solanacearum* a été proposé. Une étude ultérieure de ce genre a montré que *B. solanacearum* était suffisamment distinct des autres membres du genre pour justifier la classification dans le genre récemment proposé *Ralstonia* (Yabuuchi *et al.*, 1995).

Code informatique Bayer: PSDMSO

Liste A2 OEPP: n° 58

Désignation Annexe UE: II/A2

PLANTES-HOTES

La gamme d'hôtes de *R. solanacearum* est très large, mais certaines variétés pathogènes (races) au sein de l'espèce peuvent présenter une gamme de plantes-hôtes très restreinte. Dans la région OEPP, la race actuellement présente et qui possède un potentiel de dissémination est la race 3 (voir ci-dessous) à gamme de plantes-hôtes restreinte qui comprend notamment la pomme de terre (*Solanum tuberosum*), la tomate (*Lycopersicon esculentum*) et l'adventice *Solanum dulcamara*. Plus de 200 autres espèces, tropicales et subtropicales en général, sont sensibles à l'une ou l'autre des races de *R. solanacearum*. Les plus importantes à l'échelle mondiale sont tomate, *Musa* spp., tabac (*Nicotiana tabacum*), et pomme de terre. Parmi les hôtes mineurs on trouve: *Anthurium* spp., arachide (*Arachis hypogaea*), aubergine (*Solanum melongena*), *Capsicum annuum*, cotonnier (*Gossypium* spp.), gingembrier (*Zingiber officinale*), *Hevea brasiliensis*, manioc (*Manihot esculenta*) et *Ricinus communis*. Ce pathogène attaque aussi de nombreuses adventices, ce qui augmente son potentiel de former un inoculum. Pour des listes complètes de plantes-hôtes, consulter Kekman (1953), Bradbury (1986), Persley (1986a), Hayward (1994a).

REPARTITION GEOGRAPHIQUE

R. solanacearum est largement répandu dans les zones à climat tropical, subtropical ou chaud, dans le monde entier. Pour la région OEPP, c'est surtout la race 3 (voir paragraphe "Biologie") qui est importante, car cette souche dite "à faible température" est adaptée aux climats plus frais des zones d'altitude des tropiques et du bassin méditerranéen. Sa présence a maintenant été signalée dans des zones tempérées, et en particulier la race 3 a été signalée dans un certain nombre de pays européens dans les années 1990. La répartition géographique est présentée ci-dessous pour *R. solanacearum* globalement (à l'exception de la race 3), pour les signalements confirmés ou probables de la race 3, et pour les signalements de la race 2 (agent causal de la Moko disease).

***R. solanacearum* (à l'exception de la race 3)**

OEPP: Allemagne (interceptions uniquement), Danemark (signalé mais non établi sur des *Musa* ornementales), Pays-Bas (race 1 signalée par hasard sur des *Curcuma* ornementales en serre, importées de Thaïlande), Russie (signalé sur diverses cultures, par exemple soja, différant des plantes-hôtes de la race 3; statut incertain).

Afrique: Afrique du Sud, Angola, Burkina Faso, Burundi, Congo, Ethiopie, Gabon, Gambie, Kenya, Madagascar, Malawi, Maurice, Mozambique, Nigéria, Ouganda, Réunion, Rwanda, Sénégal, Seychelles, Sierra Leone, Somalie, Swaziland, Tanzanie, Tunisie, Zaïre, Zambie, Zimbabwe.

Amérique du Nord: Canada (signalé mais non établi sur tomate et pelargonium uniquement en Ontario), Mexique, Etats-Unis (Arkansas, Florida, Georgia, Hawaii, North Carolina).

Amérique Centrale et Caraïbes: Belize, Costa Rica, Cuba, Dominique, El Salvador, Grenade, Guadeloupe, Guatemala, Haïti, Honduras, Jamaïque, Martinique, Nicaragua, Panama, Paraguay, Porto Rico, République dominicaine, Sainte-Lucie, Saint-Vincent-et-les-Grenadines, Trinité-et-Tobago.

Amérique du Sud: Argentine, Belize, Brésil (largement répandu), Chili, Colombie, Equateur, Guyane française, Guyane, Paraguay, Pérou, Suriname, Uruguay, Venezuela.

Océanie: Australie (largement répandu), Fiji, Guam, Iles Cook, Micronésie, Nouvelle-Calédonie, Nouvelle-Zélande, Papouasie-Nouvelle-Guinée, Polynésie française, Samoa, Samoa américaines, Tonga, Vanuatu.

UE: absent.

Race 3 de *R. solanacearum*

(les signalements de races non spécifiées sur pomme de terre dans la région OEPP sont considérés comme des signalements probables de la race 3). Cette bactérie est en cours d'éradication partout où on l'a trouvée dans l'UE ou les autres pays de l'OEPP.

OEPP: Algérie (probable), Autriche (probable, signalements isolés en 1995), Bélarus (non confirmé), Belgique (une attaque unique en 1992; non découvert depuis 1994), Bulgarie (probable, signalé dans les années 1940/1950 mais non établi), Chypre (signalé dans les années 1950 mais non établi), Egypte, Espagne (probable, signalé en 1981 mais non établi, uniquement dans les îles Canaries; jamais découvert sur le continent, le signalement indiqué dans la première édition (OEPP/CABI, 1992) d'une présence antérieure éradiquée était une erreur), Finlande (interceptions uniquement), France (signalements isolés en 1995), Grèce (y compris la Crète), Israël (signalement d'un foyer dans les années 1970 mais éradiqué), Italie (signalé dans les années 1950; signalements isolés en 1995), Lettonie (signalements anciens non confirmés; actuellement absent), Liban (probable), Libye (probable), Moldavie (probable), Maroc (signalements anciens non confirmés, jamais signalé sur pomme de terre; actuellement absent), Pays-Bas (signalements isolés dans le début des années 1990, graves attaques en 1995), Pologne (signalements anciens non confirmés dans les années 1940; actuellement absent), Portugal (signalements isolés sur le continent en 1995; signalement

ancien non confirmé à Madeira, actuellement absent), Roumanie (signalé d'après des symptômes uniquement dans les années 1950; actuellement absent), Suède (probable, découvert sur *S. dulcamara* dans les années 1970 et éradiqué), Royaume-Uni (attaque unique sur pomme de terre en Angleterre en 1993; non signalé depuis sur pomme de terre, mais encore trouvé sur *S. dulcamara*), Tunisie (signalements anciens non confirmés; non découvert lors d'enquêtes récentes), Turquie, Ukraine (signalements anciens non confirmés; actuellement absent) et Yougoslavie (probable).

Asie: Chine (signalé sur pomme de terre au Fujian, Guangdong, Guangxi, Hebei, Jiangsu et Zhejiang), Chypre (voir ci-dessus), Inde, Indonésie (Java), Iran, Israël (voir ci-dessus), Japon, Népal, Philippines (probable), Turquie.

Afrique: Afrique du Sud, Algérie (probablement), Burundi, Egypte, Kenya, Libye (probable), Maroc (voir ci-dessus), Tunisie (voir ci-dessus), Zambie.

Amérique du Nord: Mexique.

Amérique Centrale et Caraïbes: Costa Rica.

Amérique du Sud: Argentine, Brésil, Chili, Pérou, Uruguay.

Asie: Arménie, Bangladesh, Bhoutan, Brunei Darussalam, Cambodge, Chine (largement répandu), Géorgie, Hong-kong, Inde (largement répandu), Indonésie (largement répandu), Iran, Japon, République de Corée, République populaire démocratique de Corée, Malaisie (largement répandu), Myanmar, Népal, Pakistan, Philippines, Russie (Extrême-Orient), Singapour, Sri Lanka, Taïwan, Thaïlande, Viet Nam.

Océanie: Australie.

UE: présent.

Race 2 de *R. solanacearum*

(agent causal de la Moko disease du bananier)

OEPP: Libye.

Afrique: Ethiopie, Libye, Malawi, Nigéria, Sénégal, Sierra Leone, Somalie.

Amérique du Nord: Mexique, Etats-Unis (Florida).

Amérique Centrale et Caraïbes: Belize, Costa Rica, Cuba, El Salvador, Grenade, Guadeloupe, Guatemala, Haïti, Honduras, Jamaïque, Nicaragua, Panama, République dominicaine (non confirmé), Trinité-et-Tobago.

Amérique du Sud: Argentine, Brésil, Colombie, Equateur, Guyane, Paraguay, Pérou, Suriname, Venezuela.

Asie: Inde (West Bengal), Indonésie, Malaisie, Philippines, Sri Lanka, Thaïlande, Viet Nam.

Carte de répartition: voir CMI (1977, n° 138).

BIOLOGIE

R. solanacearum ne se comporte pas comme une bactérie unique avec une biologie et une gamme de plantes-hôtes uniformes, mais comme un complexe de variants, décrits de manière variable en tant que groupes, races, biovars, biotypes, sous-races et souches. Les différentes classifications de *R. solanacearum* ont entraîné d'importantes confusions dans la littérature scientifique. Buddenhagen *et al.* (1962) différencient trois races en fonction de leur pouvoir pathogène:

Race 1: touchant le tabac, la tomate, la pomme de terre, l'aubergine, les bananiers diploïdes et de nombreuses autres cultures et adventices (des solanées) et présentant un optimum de croissance à température élevée (35-37°C).

Race 2: touchant les bananiers triploïdes (agent causal de la Moko disease) et les *Heliconia* spp., et présentant un optimum de croissance à température élevée (35-37°C).

Race 3: touchant principalement la pomme de terre et la tomate et sans grande virulence sur les autres cultures de solanées et présentant un optimum de croissance à une

température plus faible (27°C). Les autres plantes-hôtes sont les adventices *S. dulcamara*, *S. nigrum*, *S. cinereum* (en Australie); *Melampodium perfoliatum* (au Costa Rica); *Pelargonium hortorum*.

Deux races supplémentaires affectant *Zingiber officinale* et le mûrier (*Morus* spp.), respectivement, ont également été distinguées (Buddenhagen, 1986), mais leur statut n'est pas bien défini.

Hayward (1964) différencie quatre biotypes (biovars) par leur capacité à former de l'acide à partir de divers disaccharides et alcools. Les souches du mûrier ont été décrites en tant que biovar 5 (Buddenhagen, 1986). Il n'existe pas de corrélation entre ces biotypes et les races de Buddenhagen *et al.* (1962). Seule la race 3, la race pomme de terre, est équivalente au Biotype II (Hayward, 1983). Les races et biovars ont été répartis en deux 'groupes principaux' en fonction de l'analyse par RFLP (Cook & Sequeira, 1988; 1994). Les souches asiatiques de la race 1 (biovars 3,4,5) sont rassemblées en un groupe, les souches américaines de la race 1 (biovar 1), la race 2 (biovar 1) et la race 3 (biovar 2) dans un autre.

La race 3 (biovar 2) semble très homogène dans de nombreuses études par fingerprinting. Lors d'études des souches d'Amérique du Sud de la race 3 (biovar 2), cependant, on a observé une plus grande variabilité: a) souches "normales" que l'on trouve à l'est de la ligne de séparation des eaux dans les Andes et dans le monde entier, b) souches différentes d'un point de vue biochimique, et que l'on ne trouve jusqu'à maintenant qu'à l'ouest de la ligne de séparation des eaux dans les Andes et c) souches se comportant pratiquement comme des intermédiaires entre les races 1 et 3 que l'on trouve dans les zones de faible altitude en Amérique du Sud (également appelées biotype 2N ou 2T). On ne sait pas si les types mentionnés en b) et en c) sont aussi présent dans d'autres parties du monde (Janse, 1991; Gillings & Fahy, 1994; Hayward, 1994). Ces découvertes ainsi que l'existence d'une résistance chez la plante sauvage *Solanum phureja* (Sequiera & Rowe, 1969) indiquent que l'Amérique du Sud est l'origine probable de la race 3.

La bactérie peut se disséminer dans la terre dans laquelle elle peut se maintenir plus ou moins longtemps, ainsi que dans des eaux de drainage et d'irrigation. Dans les pays tropicaux, de nombreuses adventices se sont révélées être des hôtes alternatifs. La faible vitesse de développement dans les adventices leur permet de résister à l'infection et permet un passage du pathogène d'une culture à la suivante.

La bactérie pénètre dans les plantes par des racines blessées, des plaies de tiges ou par les stomates. Une fois dans la plante, elle va dans les tissus vasculaires, mouvement qui est accéléré par les fortes températures. La vitesse de mouvement dépend aussi de la partie de la plante concernée, par exemple la bactérie se déplace plus rapidement dans les tiges que dans les racines de tabac (Ono *et al.*, 1984). Ensuite le xylème est colonisé (Xiao *et al.*, 1983), et la bactérie adhère aux parois des vaisseaux ou envahit les tubes. L'adhérence se fait par attraction polaire aux cellules de surface, avec localisation ensuite sur des sites préférentiels du mésophylle (Petrolini *et al.*, 1986). Le blocage des vaisseaux par les bactéries est la principale cause du flétrissement.

La maladie est très grave à 24-27°C, elle est rarement rencontrée dans les climats tempérés si la température moyenne des mois hivernaux est inférieure à 10°C. Chaque biovar a ses propres optimums de température (Swanepol, 1990).

L'intensité de la maladie est élevée lors des périodes humides, des saisons pluvieuses et lorsque le taux d'humidité du sol est élevé. L'humidité du sol est aussi un des facteurs principaux qui affectent la reproduction et la persistance du pathogène; les taux d'humidité les plus favorables sont entre -0,5 et -1 bar, alors que -5 à -15 bar sont défavorables (Nesmith & Jenkins, 1985).

Des conditions climatiques légèrement défavorables, telles que des basses températures, ont une influence sur l'expression des symptômes. Au Kenya, des tubercules de pomme de terre de semence certifiés et manifestement sains, produits à 1520-2120 m d'altitude, ont

manifesté des signes d'infection étant plantés à des altitudes inférieures (Nyangeri *et al.*, 1984). Ceci est dû à une infection latente des tubercules qui se manifeste dans un environnement moins favorable.

Pour des informations complémentaires voir aussi Kelman (1953), OEPP/EPPO (1961), Buddenhagen & Kelman (1964), Persley (1986b), Hayward (1994b).

DETECTION ET IDENTIFICATION

Symptômes

Sur pomme de terre

Feuillage: le premier symptôme visible est le flétrissement des feuilles des extrémités des branches pendant les chaleurs diurnes et leur récupération la nuit tombée; enfin, les plantes ne récupèrent plus et meurent. Au fur et à mesure que la maladie se développe, une décoloration linéaire brune peut s'observer sur les tiges, à partir de 2,5 cm au-dessus du sol, les feuilles prenant une teinte bronzée. De plus, une épinastie des pétioles peut se produire. Un exsudat bactérien blanc et gluant suinte à partir des faisceaux vasculaires cassés ou coupés. Ce liquide s'écoule spontanément à partir de la surface d'une tige de pomme de terre cassée; il forme des filaments lorsqu'on le garde dans un bœcher avec de l'eau. De tels filaments ne sont pas formés par les autres bactéries pathogènes de la pomme de terre. Ce test est donc un diagnostic présomptif de terrain.

Tubercules: les symptômes externes peuvent être visibles ou non, suivant l'état de développement de la maladie; de plus, les symptômes sont très similaires à ceux de la pourriture annulaire (*Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* (OEPP/CABI, 1996). *R. solanacearum* se distingue par le suintement bactérien qui émerge souvent à partir des yeux et des talons des tubercules infectés. Quand cet exsudat se dessèche, de la terre reste attachée au tubercule au niveau des yeux. Une coupe des tubercules infectés révèle une nécrose et un brunissement du faisceau vasculaire et des tissus environnants jusqu'à 0,5 cm de chaque côté de l'anneau. Un exsudat crémeux et fluide suinte généralement de l'anneau vasculaire sur la surface coupée. Dans le cas de la brown rot (pomme de terre) il faut presser le tubercule afin de faire sortir une masse de tissus vasculaires jaunâtres dissous et d'exsudat bactérien. Des symptômes atypiques sur pomme de terre (taches nécrotiques sur l'épiderme), probablement provoqués par une infection des lenticelles, ont aussi été décrits par Rodrigues-Neto *et al.* (1984).

Les plantes présentant des symptômes foliaires provoqués par *R. solanacearum* peuvent porter des tubercules sains, et des plantes ne présentant pas de symptômes de la maladie peuvent produire des tubercules infectés.

Sur tomate

Les plus jeunes feuilles sont touchées en premier et ont un aspect flasque, habituellement pendant les périodes les plus chaudes de la journée. La plante entière peut rapidement se flétrir si les conditions sont favorables au pathogène. En conditions moins favorables, la maladie se développe plus lentement un rabougrissement peut se produire et de nombreuses racines adventives sont produites par la tige. Les tissus vasculaires de la tige prennent une teinte brune et une coupe transversale entraîne l'apparition d'un exsudat bactérien blanc ou jaunâtre (McCarter, 1991).

Sur tabac

Le flétrissement unilatéral est un des principaux symptômes. Les feuilles d'un côté de la plante et parfois des moitiés de feuille manifestent des symptômes de flétrissement. Dans les plus graves cas les feuilles se flétrissent sans changer de couleur et restent attachées à la tige. Comme chez la tomate, une coupe transversale laisse voir une coloration brune des tissus vasculaires. Les racines primaires et secondaires virent au brun ou au noir (Echandi, 1991).

Sur bananier

La Moko disease, provoquée par *R. solanacearum*, se confond aisément avec la maladie provoquée par *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*. La distinction se fait quand les fruits sont atteints et qu'une pourriture brune et sèche s'observe sur ceux-ci, car dans ce cas il ne peut s'agir que du Moko. Sur les plantes jeunes et à croissance rapide les feuilles les plus jeunes virent au vert pâle ou au jaune et s'affaissent. En l'espace d'une semaine toutes les feuilles peuvent ainsi s'affaisser. Les jeunes repousses peuvent noircir, se rabougir ou se tordre (Hayward, 1983).

Morphologie

R. solanacearum est un bacille Gram-négatif, de longueur 0,5-1,5 µm, portant un flagelle polaire unique. Sa réaction positive de coloration des granules de poly-β-hydroxybutyrate au Sudan Black B ou au Nile Blue le distingue des *Erwinia* spp.. De plus, ses pôles se colorent fortement au carbol-fuchsine. Sur milieu gélosé, au départ ses colonies sont lisses, luisantes et opalescentes, mais brunissent avec l'âge. Voir aussi Lelliott & Stead (1987) et Saddler (1994).

Méthodes de détection et d'inspection

Afin de les colorer, les bactéries peuvent être obtenues à partir de tubercules ou de tiges contaminées en pressant un petit morceau de tissu sur une lame propre. Les tubercules originaires de pays où la maladie est présente doivent être inspectés à la recherche de symptômes externes, et un échantillon doit être extrait et coupé pour détecter les symptômes internes. Les tubercules suspects d'être infectés doivent être analysés au laboratoire. Les méthodes de laboratoire utilisées pour la détection du pathogène sont IFAS (indirect immunofluorescence antibody staining) et un test du pouvoir pathogène sur tomate pour confirmer un IFAS positif. On prélève des échantillons normalisés de 200 tubercules pour 25 t de pommes de terre (Janse, 1988, OEPP/EPPO, 1990a). Récemment a été décrit un milieu sélectif très efficace (Engelbrecht, 1994), on peut aussi l'utiliser pour la détection dans des échantillons environnementaux. On a aussi utilisé avec succès les techniques ELISA de PCR avec des amorces déterminées. Des tests biochimiques, l'analyse des acides gras, la RFLP et l'analyse des protéines peuvent être utilisés pour l'identification (Seal *et al.*, 1993; Seal & Elphinstone, 1994).

MOYENS DE DEPLACEMENT ET DE DISPERSION

La plupart des races de *R. solanacearum* se déplacent lentement et de façon limitée dans la nature. Cependant il est démontré que la race 2, qui provoque la Moko disease du bananier, se transmet par des insectes et possède un potentiel de dissémination naturelle élevé. La race 3 peut être disséminée facilement par les eaux de surface lorsque des racines de *S. dulcamara* affectées par la maladie se développent dans de l'eau stagnante. La bactérie peut ensuite être disséminée vers d'autres plantes-hôtes lorsque les eaux de surface contaminées sont utilisées pour l'irrigation (Olsson, 1976).

Le principal moyen de dissémination internationale est l'envoi de pommes de terre de semence et autres matériels de propagation végétative infectés (de manière latente). L'infection naturelle des semences véritables n'a été fermement établie que pour l'arachide. Il existe quelques signalements de présence de la race 1 dans des semences de tomate, poivron et aubergine (Persley, 1986b; Kelman *et al.*, 1994; Singh, 1995). Les infections des tubercules peuvent être latentes à cause de conditions climatiques adverses, cultivars résistants en partie ou faible virulence de certaines souches du pathogène; les tubercules porteurs du pathogène latent sont le moyen d'introduction le plus probable dans une zone nouvelle.

NUISIBILITE

Impact économique

R. solanacearum est un sérieux obstacle à la culture de nombreuses Solanaceae dans les régions tropicales et tempérées. Les dégâts économiques les plus importants ont été signalés sur pomme de terre, tabac et tomate dans le sud-est des Etats-Unis, Indonésie, Brésil, Colombie et Afrique du Sud. Aux Philippines, en 1966-1968, les pertes étaient en moyenne de 15% pour la tomate, 10% pour l'aubergine et *Capsicum*, 2-5% pour le tabac (Zehr, 1969). Dans le bassin amazonien du Pérou, la moitié environ des plantations de bananier sont affectées et la dissémination rapide du pathogène menace de détruire toutes les plantations de la forêt péruvienne (French & Sequeira, 1968). Les récoltes de tomates sont parfois totalement détruites en Inde. En Israël, lors de l'attaque éradiquée, il y a eu des pertes en pommes de terre, plus importantes sur la récolte de printemps que sur celle d'automne, à cause des températures plus élevées lors de la maturation des premières (Volcani & Palti, 1960). De fortes pertes ont été signalées en Grèce en 1951-1953 (Zachos, 1957).

La virulence de la maladie augmente si *R. solanacearum* est associée à des nématodes des racines. Chez le tabac, une infestation par des nématodes change la physiologie de la plante, provoquant une sensibilité à la maladie (Chen, 1984). Des expériences en Inde démontrent que l'effet pathogène combiné de *R. solanacearum* et *Meloidogyne javanica* est supérieur aux effets indépendants de chacun d'eux (Sitaramaiah & Sinha, 1984).

Lutte

La lutte contre cette maladie s'est avérée très difficile, particulièrement pour la race 1 avec sa gamme de plantes-hôtes étendue. Une lutte chimique est pratiquement impossible. La fumigation du sol a montré un effet faible ou nul (Murakoshi & Takahashi, 1984). De même, les antibiotiques tels que tétracycline, pénicilline, ampicilline, et streptomycine ont un effet négligeable (Farag *et al.*, 1982); en fait, la streptomycine a fait augmenter l'incidence de la maladie en Egypte (Farag *et al.*, 1986). On a expérimenté une lutte biologique mais elle n'en est qu'à ses balbutiements. Des résultats positifs ont été obtenus avec les bactéries *Bacillus polymyxa* et *Pseudomonas fluorescens* qui ont réussi à maîtriser la maladie sur pomme de terre en laboratoire aux Philippines (Aspiras & Cruz, 1985). On a obtenu des réussites dans des expériences au Chili, à l'aide de *P. fluorescens* qui a maîtrisé *R. solanacearum* sur pomme de terre, en laboratoire et en plein champ. On a aussi utilisé des mutants avirulents de la bactérie dans certaines études (consulter Ciampi-Panno *et al.*, 1989; Gallardo & Panno, 1989; Hartman & Elphinstone, 1994).

De nombreux cultivars résistants, de pomme de terre comme d'autres cultures, existent, mais la diversité de races et de souches rend impossible leur utilisation dans des pays différents. Des cultivars de pomme de terre obtenus en Colombie avec *Solanum phureja* et *S. demissum* parmi leurs antécédents résistent à *R. solanacearum* dans sept pays (French, 1985; Hartman & Elphinstone, 1994).

La culture associée de pomme de terre et maïs ou *Phaseolus vulgaris* réduit la densité de l'inoculum et le développement de la maladie (Autrique & Potts, 1987). Il faut éviter de pratiquer la coupe des pommes de terre de semence, en effet l'incidence peut augmenter 2,5 fois et les pertes de rendement peuvent être supérieures à 40% (Vijayakumar *et al.*, 1985). Il est recommandé aussi d'effectuer des rotations de culture de 5-7 ans sans cultures sensibles. La lutte peut aussi se mener par application d'engrais pour réduire le pH du sol. Aux Etats-Unis, le pathogène a été éradiqué en portant le pH à 4-5 en été et en l'élevant à 6 en automne. La maladie s'exprime sur sols sableux, limoneux, argileux et tourbeux mais jamais sur sol marneux. On a trouvé que la survie de la bactérie était de 2-3 ans en Australie dans les sols nus ou les pâturages. La présence de débris végétaux de l'hôte, de tubercules infectés de manière latente et les couches de sol profondes s'est révélée très importante pour la survie de la bactérie (Graham & Lloyd, 1979; Graham *et al.*, 1979).

En liaison avec l'attaque actuelle dans la région OEPP, l'utilisation de semences de pomme de terre saines (testées), la détection précoce et certifiée ainsi que la signalisation du pathogène, des mesures de quarantaine pour les champs et les exploitations touchés, une rotation des cultures suffisante, une maîtrise des adventices et des plantes spontanées hôtes (et dans certains des nématodes), la non utilisation des eaux de surface pour l'irrigation et l'information sont les facteurs déterminants de la lutte contre la race 3 de *R. solanacearum*.

Risque phytosanitaire

R. solanacearum est un organisme de quarantaine A2 de l'OEPP (OEPP/EPPO, 1978) et revêt aussi une importance de quarantaine pour l'APPPC et l'IAPSC. L'existence de plusieurs races et souches de ce pathogène de virulence diverse suivant les conditions environnementales est un grave danger pour les productions européennes et méditerranéennes de pomme de terre et de tomate. L'absence de la bactérie est une considération importante pour les pays exportateurs de semences de pommes de terre. Des plantes-hôtes autres que la pomme de terre sont susceptibles d'être attaqués dans les régions à climat plus doux de l'OEPP, où la bactérie est déjà présente. Cependant, même dans ces zones, on n'a identifié formellement d'autres races que la race 3 et l'introduction des nombreuses zones n'étant pas présentes dans la région pourrait avoir un impact économique différent; par exemple les souches affectant le bananier n'ont pas été trouvées dans la zone productrice de banane du sud de la zone méditerranéenne, et sont donc virtuellement des organismes A1. La race 3 (biovar 2) semble être celle qui présente le risque le plus important pour la région OEPP dans son ensemble. Il existe un risque réel de dissémination en cas d'importation de pommes de terre de consommation ou de semences infectées (de manière latente) en provenance de pays où la maladie est actuellement présente. De plus, l'introduction de *R. solanacearum* par l'intermédiaire de pommes de terre infectées (de manière latente) destinées à l'alimentation du bétail ou à l'industrie est un risque si les pommes de terre ou les déchets qui en proviennent sont réintroduits dans le circuit agricole. La dissémination naturelle peut avoir lieu par l'intermédiaire d'eaux de surfaces contaminées (par exemple par *S. dulcamara*), utilisées pour l'irrigation de pommes de terres ou de tomates.

MESURES PHYTOSANITAIRES

Les pommes de terre de semence et le matériel végétal d'autres Solanacées destinés à la plantation doivent être trouvés indemnes de *R. solanacearum* au cours de la période de végétation et doivent provenir d'un champ trouvé indemne de *R. solanacearum* au cours des deux dernières périodes de végétation. Le matériel végétal destiné à la plantation des *Musa* spp. doit être maintenu en conditions de quarantaine après importation pour s'assurer de l'absence de souches dangereuses de *R. solanacearum* (OEPP/EPPO, 1990b).

BIBLIOGRAPHIE

- Aspiras, R.B.; Cruz, A.R. de la (1985) Potential biological control of bacterial wilt in tomato and potato with *Bacillus polymyxa* FU6 and *Pseudomonas fluorescens*. In: *Bacterial wilt disease in Asia and the South Pacific. Proceedings of an International Workshop held at PCARRD, Los Banos, Philippines, 8-10 October 1985* (Ed. by Persley, G.J.), pp. 89-92. *ACIAR Proceedings* **13**.
- Autrique, A.; Potts, M.J. (1987) The influence of mixed cropping on the control of bacterial blight wilt (*Pseudomonas solanacearum*). *Annals of Applied Biology* **111**, 125-133.
- Bradbury, J.F. (1986) *Guide to the plant pathogenic bacteria*. CAB International, Wallingford, Royaume-Uni.

- Buddenhagen, I.W. (1986) Bacterial wilt revisited. In: *Bacterial wilt disease in Asia and the South Pacific. Proceedings of an International Workshop held at PCARRD, Los Banos, Philippines, 8-10 October 1985* (Ed. by Persley, G.J.), pp. 126-143. *ACIAR Proceedings* **13**.
- Buddenhagen, I.W.; Kelman, A. (1964) Biological and physiological aspects of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. *Annual Review of Phytopathology* **2**, 203-230.
- Buddenhagen, I.W.; Sequeira, L.; Kelman, A. (1962) Designation of races of *Pseudomonas solanacearum*. *Phytopathology* **52**, 726.
- Chen, W.Y. (1984) Influence of the root-knot nematode on wilt resistance of flue-cured tobacco infested by *Pseudomonas solanacearum*. *Bulletin of the Tobacco Research Institute, Taiwan* **21**, 44-48.
- Ciampi-Panno, L.; Fernandez, C.; Bustamante, P.; Andrade, N.; Ojeda, S.; Contreras, A. (1989) Biological control of bacterial wilt of potatoes caused by *Pseudomonas solanacearum*. *American Potato Journal* **66**, 315-332.
- CMI (1977) *Distribution Maps of Plant Diseases* No. 138 (edition 5). CAB International, Wallingford, Royaume-Uni.
- Cook, D.R.; Sequeira, L. (1988) The use of restriction fragment length polymorphism (RFLP) analysis in taxonomy and diagnosis. *ACIAR Bacterial Wilt Newsletter* No. 4, p. 4.
- Cook, D.; Sequeira, L. (1994) Strain differentiation of *Pseudomonas solanacearum* by molecular genetic methods. In: *Bacterial wilt: the disease and its causative agent, Pseudomonas solanacearum* (Ed. by Hayward, A.C.; Hartman, G.L.), pp. 77-93. CAB International, Wallingford, Royaume-Uni.
- Echandi, E. (1991) Bacterial wilt. In: *Compendium of tobacco diseases* (Ed. by Shew, H.D.; Lucas, G.B.), pp. 33-35. American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, Etats-Unis.
- Engelbrecht, M.C. (1994) Modification of a selective medium for the isolation and quantification of *Pseudomonas solanacearum*. *ACIAR Bacterial Wilt Newsletter* No. 10, pp. 3-5.
- Farag, N.S.; Lashin, S.M.; All-Abdel, R.S.; Shatta, H.M.; Seif-Elyazal, A.M. (1982) Antibiotics and control of potato black leg and brown rot diseases. *Agricultural Research Review* **60**, 149-166.
- Farag, N.S.; Fawzi, F.G.; El-Said, S.I.A.; Mikhail, M.S. (1986) Streptomycin in relation to potato brown rot control. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* **21**, 115-122.
- French, E.R. (1985) Multiple disease resistance in potato cultivars with *Solanum phureja* and *S. demissum* background. *Phytopathology* **75**, 1288.
- French, E.R.; Sequeira, L. (1968) Bacterial wilt or moko of plantain in Peru. *Fitopatologia* **3**, 27-38.
- Gallardo, P.B.; Panno, L.C. (1989) Biological control of bacterial wilt of potato induced by *Pseudomonas solanacearum*. *Revista de Microbiologia* **20**, 18-26.
- Gillings, M.R.; Fahy, P. (1994) Genomic fingerprinting: towards a unified view of the *Pseudomonas solanacearum* species complex. In: *Bacterial wilt: the disease and its causative agent, Pseudomonas solanacearum* (Ed. by Hayward, A.C.; Hartman, G.L.), pp. 95-112. CAB International, Wallingford, Royaume-Uni.
- Graham, J.; Lloyd, A.B. (1979) Survival of the potato strain (race 3) of *Pseudomonas solanacearum* in the deeper soil layers. *Australian Journal of Agricultural Research* **30**, 489-496.
- Graham, J.; Jones, D.A.; Lloyd, A.B. (1979) Survival of *Pseudomonas solanacearum* in plant debris and in latently infected potato tubers. *Phytopathology* **69**, 1100-1103.
- Granada, G.A.; Sequeira, L. (1983) Survival of *Pseudomonas solanacearum* in soil, rhizosphere, and plant roots. *Canadian Journal of Microbiology* **29**, 433-440.
- Hartman, G.L.; Elphinstone, J.G. (1994) Advances in the control of *Pseudomonas solanacearum* race 1 in major food crops. In: *Bacterial wilt: the disease and its causative agent, Pseudomonas solanacearum* (Ed. by Hayward, A.C.; Hartman, G.L.), pp. 157-177. CAB International, Wallingford, Royaume-Uni.
- Hayward, A.C. (1964) Characteristics of *Pseudomonas solanacearum*. *Journal of Applied Bacteriology* **27**, 265-277.
- Hayward, A.C. (1983) *Pseudomonas solanacearum*: bacterial wilt and moko disease. In: *Plant bacterial diseases* (Ed. by Fahy, P.C.; Persley, G.J.), pp. 129-135. Academic Press, Sydney, Australie.
- Hayward, A.C. (1994a) The hosts of *Pseudomonas solanacearum*. In: *Bacterial wilt: the disease and its causative agent, Pseudomonas solanacearum* (Ed. by Hayward, A.C.; Hartman, G.L.), pp. 9-24. CAB International, Wallingford, Royaume-Uni.

- Hayward, A.C. (1994b) Systematics and phylogeny of *Pseudomonas solanacearum* and related bacteria. In: *Bacterial wilt: the disease and its causative agent, Pseudomonas solanacearum* (Ed. by Hayward, A.C.; Hartman, G.L.), pp. 123-135. CAB International, Wallingford, Royaume-Uni.
- Janse, J.D. (1988) A detection method for *Pseudomonas solanacearum* in symptomless potato tubers and some data on its sensitivity and specificity. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* **18**, 343-351.
- Janse, J.D. (1991) Infra- and intraspecific classification of *Pseudomonas solanacearum* strains, using whole cell fatty acid analysis. *Systematic and Applied Microbiology* **14**, 335-345.
- Kelman, A. (1953) The bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. A literary review and bibliography. *Technical Bulletin of North Carolina Agricultural Experiment Station* No. 99, pp. 194.
- Kelman, A.; Hartman, G.L.; Hayward, A.C. (1994) Introduction. In: *Bacterial wilt: the disease and its causative agent, Pseudomonas solanacearum* (Ed. by Hayward, A.C.; Hartman, G.L.), pp. 1-7. CAB International, Wallingford, Royaume-Uni.
- Lelliott, R.A.; Stead, D.E. (1987) Methods for the diagnosis of bacterial diseases of plants. *Methods in Plant Pathology, Volume 2* (Ed. by Preece, T.F.), p. 216. Blackwell Scientific Press, London, Royaume-Uni.
- McCarter, S.M. (1991) Bacterial wilt. In: *Compendium of tomato diseases* (Ed. by Jones, J.B.; Jones, J.P.; Stall, R.E.; Zitter, T.A.), pp. 28-29. American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, Etats-Unis.
- Murakoshi, S.; Takahashi, M. (1984) Trials of some control of tomato wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. *Bulletin of the Kanagawa Horticultural Experiment Station* No. 31, pp. 50-56.
- Nesmith, W.C.; Jenkins, S.F. (1985) Influence of antagonists and controlled matric potential on the survival of *Pseudomonas solanacearum* in four North Carolina soils. *Phytopathology* **75**, 1182-1187.
- Nyangeri, J.B.; Gathuru, E.M.; Mukunya, D.M. (1984) Effect of latent infection on the spread of bacterial wilt of potatoes in Kenya. *Tropical Pest Management* **30**, 163-165.
- OEPP/CABI (1992) *Organismes de Quarantaine Pour l'Europe*. CAB International, Wallingford, Royaume-Uni.
- OEPP/CABI (1996) *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*. In: *Organismes de Quarantaine Pour l'Europe*. 2ème édition. CAB International, Wallingford, Royaume-Uni.
- OEPP/EPPO (1961) Bacterial diseases of potato. Report of the International Conference on *Corynebacterium sepedonicum* and *Pseudomonas solanacearum*. *EPPO Publications Series A* No. 31.
- OEPP/EPPO (1978) Data sheets on quarantine organisms No. 58, *Pseudomonas solanacearum*. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* **8** (2).
- OEPP/EPPO (1990a) Méthode de quarantaine n° 26, *Pseudomonas solanacearum*; Méthodes d'inspection et de tests. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* **20**, 255-262.
- OEPP/EPPO (1990) Exigences spécifiques de quarantaine. *Document technique de l'OEPP* n° 1008.
- Olsson, K. (1976) Overwintering of *Pseudomonas solanacearum* in Sweden. In: *International Planning Conference and Workshop on the ecology and control of bacterial wilt caused by Pseudomonas solanacearum*. (Ed. by Sequeira, L.; Kelman, A.), pp. 105-109. North Carolina State University, Raleigh, Etats-Unis.
- Ono, K.; Hara, H.; Akazawa, J. (1984) Ecological studies on the bacterial wilt, caused by *Pseudomonas solanacearum*. V. The movement of the pathogen in tobacco plants. *Bulletin of the Okayama Tobacco Experiment Station* No. 43, pp. 41-46.
- Persley, G.J. (editor) (1986a) Bacterial wilt disease in Asia and the South Pacific. *Proceedings of an International Workshop held at PCARRD, Los Banos, Philippines, 8-10 October 1985*. *ACIAR Proceedings* **13**, 145.
- Persley, G.J. (1986b) Ecology of *Pseudomonas solanacearum*, the causal agent of bacterial wilt. In: *Bacterial wilt disease in Asia and the South Pacific. Proceedings of an International Workshop held at PCARRD, Los Banos, Philippines, 8-10 October 1985* (Ed. by Persley, G.J.), pp. 71-76. *ACIAR Proceedings* **13**.
- Petrolini, B.; Quaroni, S.; Saracchi, M. (1986) Scanning electron microscopy investigations on the relationships between bacteria and plant tissues. II. Investigations on the initial process of *Pseudomonas solanacearum* pathogenesis. *Rivista di Patologia Vegetale* **22**, 100-115.
- Rodrigues-Neto, J.; Malavolta, V.A.; Hamahiga, I. (1984) [Atypical symptoms in potato tubers infected with *Pseudomonas solanacearum* (Smith) Smith]. *Biologico* **50**, 93-95.

- Saddler, G.S. (1994) *Burkholderia solanacearum*. *IMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria* No. 1220. CAB International, Wallingford, Royaume-Uni.
- Seal, S.E.; Elphinstone, J.G. (1994) Advances in identification and detection of *Pseudomonas solanacearum*. In: *Bacterial wilt: the disease and its causative agent, Pseudomonas solanacearum* (Ed. by Hayward, A.C.; Hartman, G.L.), pp. 35-57. CAB International, Wallingford, Royaume-Uni.
- Seal, S.E.; Jackson, L.A.; Young, J.P.W.; Daniels, M.J. (1993) Differentiation of *Pseudomonas solanacearum*, *Pseudomonas syzygii*, *Pseudomonas pickettii* and the blood disease bacterium by partial 16S rRNA sequencing; construction of oligonucleotide primers for sensitive detection by polymerase chain reaction. *Journal of General Microbiology* **139**, 1587-1594.
- Sequeira, L.; Rowe, P.R. (1969) Selection and utilization of *Solanum phureja* clones with high resistance to different strains of *Pseudomonas solanacearum*. *American Potato Journal* **46**, 451-462.
- Singh, R. (1995) Seed transmission studies with *Pseudomonas solanacearum* in tomato and eggplant. *ACIAR Bacterial Wilt Newsletter* No. 11, pp. 12-13.
- Sitaramaiah, K.; Sinha, S.K. (1984) Interaction between *Meloidogyne javanica* and *Pseudomonas solanacearum* on brinjal. *Indian Journal of Nematology* **14**, 1-5.
- Swanepol, A.E. (1990) The effect of temperature on the development of wilting and on progeny tuber infection of potatoes inoculated with South African strains of biovar 2 and 3 of *Pseudomonas solanacearum*. *Potato Research* **33**, 287-290.
- Vijayakumar, S.; Thyagaraj, N.E.; Vishwanathappa, K.R.; Devaiah, C.P. (1985) Effect of type of planting material on yield and wilt incidence in potato. *Bacterial Wilt Newsletter* **3**, 13-14.
- Volcani, Z.; Palti, J. (1960) *Pseudomonas solanacearum* in Israel. *Plant Disease Reporter* **44**, 448-449.
- Xiao, L.Z.; Zhu, Z.D.; He, K.L.; Zhou, M.N.; Lin, G.F. (1983) Observations of the infected portion of mulberry bacterial wilt by scanning electron microscopy. *Science of Sericulture* **9**, 58-59.

- Yabuuchi, E.; Kosako, Y.; Oyaizu, H.; Yano, I.; Hotta, H.; Hashimoto, Y.; Ezaki, T.; Arakawa, M. (1992) Proposal of *Burkholderia* gen. nov. and transfer of seven species of the genus *Pseudomonas* homology group II to the new genus, with the type species *Burkholderia cepacia* (Palleroni & Holmes 1981) comb. nov. *Microbiology and Immunology* **36**, 1251-1275.
- Yabuuchi, E.; Kosako, Y.; Yano, I.; Hotta, H.; Nishiuchi, Y. (1995) Transfer of two *Burkholderia* and an *Alcaligenes* species to *Ralstonia* gen. nov.: Proposal of *Ralstonia pickettii* (Ralston, Palleroni and Douderoff 1973) comb. nov., *Ralstonia solanacearum* (Smith 1896) comb. nov. and *Ralstonia eutropha* (Davis 1969) comb. nov. *Microbiology and Immunology* **39**, 897-904.
- Zachos, D.G. (1957) The brown rot of potatoes in Greece. *Annales de l'Institut Phytopathologique Benaki*, New Series **1**, 115-117.
- Zehr, E.I. (1969) Studies of the distribution and economic importance of *Pseudomonas solanacearum* in certain crops in the Philippines. *Philippine Agriculturist* **53**, 218-223.