

# Sensibilité de la pomme de terre à la maladie de la jambe noire provoquée par *Dickeya* spp.

Jérémy Rouffiange<sup>1</sup>, David Gerardin<sup>2</sup>, Gaétan Riot<sup>1</sup>, Etienne Thévoz<sup>1</sup>, Isabelle Kellenberger<sup>1</sup>, Santiago Schaerer<sup>1</sup> et Brice Dupuis<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agroscope, Institut des sciences en production végétale IPV, 1260 Nyon, Suisse

<sup>2</sup>UFR PEPS, Université de Haute Alsace, 68000 Colmar, France

Renseignements: Brice Dupuis, e-mail: brice.dupuis@agroscope.admin.ch



Figure 1 | Vue d'ensemble de l'essai portant sur la sensibilité variétale. (Photo J. Rouffiange)

## Introduction

Les bactéries pectinolytiques des genres *Pectobacterium* et *Dickeya*, anciennement regroupées dans le genre *Erwinia*, peuvent conduire au développement de plusieurs maladies de la pomme de terre, comme des pourritures aériennes de tiges communément appelées «jambes noires» et des pourritures de tubercules qualifiées de «pourritures molles». Ces symptômes sont responsables de pertes importantes dans la plupart des pays producteurs et utilisateurs de semences (Laurila *et al.* 2010; Pritchard *et al.* 2013; Rousselle *et al.* 1996).

Après infection de la plante via les racines, les stolons ou les lenticelles des tubercules (Czajkowski *et al.*

2010; Pérombelon et Lowe 1974; Scott *et al.* 1996), les bactéries peuvent coloniser l'ensemble du système vasculaire de la plante (Pérombelon *et al.* 1988). Il en résulte alors, en cas de faible humidité relative du sol (Pérombelon *et al.* 1988), un flétrissement de la plante pouvant entraîner un dessèchement des feuilles dans les cas les plus sévères (Laurila *et al.* 2010). Ces flétrissements sont dus à une réduction de la circulation de la sève brute dans le xylème (Helias *et al.* 2000b). En cas de hausse de l'humidité relative, les bactéries peuvent pénétrer dans les tissus parenchymateux et provoquer par la suite des pourritures de tiges, communément appelées jambes noires (Helias *et al.* 2000a; Laurila *et al.* 2010).

Le producteur de plants sera le plus affecté, car le symptôme de jambe noire peut entraîner un déclassement de son lot lors des visites de cultures effectuées deux fois par an pendant la période de végétation. En Suisse, la maladie de la jambe noire est la première cause de déclassement de lots de pomme de terre au champ (tabl. 1).

Les symptômes de flétrissement et de jambe noire sont observés lors des visites de culture. L'observation des flétrissements est cependant difficile à interpréter car d'autres maladies et facteurs abiotiques (dartrose, verticilliose, phyto-toxicité due à un herbicide, carence en potassium, carence en eau) peuvent également provoquer ce type de symptômes (FN3PT *et al.* 2008).

De précédentes études ont montré que l'importance des pertes induites par les bactéries pectinolytiques dépend largement de la sensibilité variétale (Helias *et al.* 2000a). Des différences ont notamment été constatées sur tranches de tubercules en laboratoire (Gerardin *et al.* 2013) ainsi que sur tiges lors d'essais en pots (Rouffiange *et al.* 2013). Afin de limiter le risque de refus de parcelles de plant, il serait donc intéressant de promouvoir la culture des variétés moins sensibles. Peu de données sont cependant disponibles sur la sensibilité des variétés lorsque les plantes sont cultivées en plein champ.

Des différences d'agressivité entre isolats bactériens ont été observées dans différentes études réalisées sur tranches de pommes de terre et sur plantes entières (Gerardin *et al.* 2013; Haynes *et al.* 1997; Laurila *et al.* 2010; Rouffiange *et al.* 2013). Deux espèces du genre *Dickeya* sont principalement présentes aujourd'hui en Europe: *Dickeya dianthicola* et *Dickeya solani*. Une étude réalisée sur tranches de tubercules montre que les isolats de *D. solani* sont particulièrement agressifs (Gerardin *et al.* 2013). En revanche, un test de pathogénicité

**Résumé** Les bactéries pectinolytiques des genres *Pectobacterium* et *Dickeya* peuvent conduire au développement de plusieurs maladies de la pomme de terre, comme des pourritures de tiges communément appelées «jambes noires» et des pourritures de tubercules qualifiées de «pourritures molles». Le symptôme de jambe noire est la première cause de rejet de lots de plants de pomme de terre en Suisse. Les essais réalisés lors de cette étude visaient d'une part à identifier d'éventuelles différences de sensibilité à *Dickeya* spp. parmi les variétés Agria, Victoria, Charlotte et Innovator et, d'autre part, à étudier l'agressivité de trois isolats de *D. solani* et de deux isolats de *D. dianthicola* sur la variété Agria. Des essais ont été réalisés pour suivre le développement au champ des symptômes de flétrissement et de jambe noire sur des plantes issues de tubercules préalablement inoculés par les bactéries. Des différences de sensibilité variétale ont été constatées. La variété Agria s'est montrée plus sensible que les autres variétés testées. A titre d'exemple, Agria a développé deux fois plus de symptômes de jambe noire que la variété Charlotte. Parmi tous les isolats testés, l'un des deux isolats de *D. dianthicola* a été le plus agressif et le second le moins agressif, ce dernier étant 26 fois moins agressif que le premier. Les trois isolats de *D. solani* ont présenté des niveaux d'agressivité intermédiaires. Le risque de développement de symptômes au champ lié à l'isolat semble donc plus important que celui lié à la variété. Enfin, une relation linéaire a pu être établie entre les symptômes de flétrissement et ceux de jambe noire au champ.

**Tableau 1** | Causes et surfaces (en ha) des retraits de cultures de plants de pomme de terre après les visites de cultures en Suisse de 2005 à 2012. (Henri Gilliland, communication personnelle)

	Enroulements et mosaïques	Jambes noires	Mildiou du feuillage	Isolement de la parcelle	Présence de repousses	Divers
2005	11	48	0	0	0	11
2006	8	39	0	0	0	56
2007	68	85	2	3	1	8
2008	10	31	3	0	0	13
2009	16	13	0	0	0	8
2010	0	72	0	0	0	4
2011	2	21	0	0	0	1
2012	2	39	0	0	0	3
Moyenne	14,6	43,5	0,6	0,4	0,2	13,0

### Encadré 1 | Concept de lutte intégrée contre les bactéries pectinolytiques dans la production de pommes de terre

Dans le cadre d'un projet international (2010–2014), un concept de lutte intégrée est développé contre *Dickeya* spp., *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* et *Pectobacterium atrosepticum*. Ce projet est soutenu par la Commission pour la technologie et l'innovation CTI.

#### Objectifs:

- Développer une méthode d'analyse de routine des infections latentes des tubercules lors du processus de certification des plants de pomme de terre.
- Identifier et quantifier les principaux facteurs responsables de la contamination des lots de pomme de terre.
- Développer un concept de lutte intégrée en collaboration avec les représentants de tous les niveaux de la branche de la pomme de terre.

#### Partenaires:

- Haute école spécialisée bernoise BFH - Zollikofen (direction du projet pour la Suisse)
- Agroscope, Institut des sciences en production végétale IPV
- BIOREBA AG – Reinach
- Swissem, organisation faitière des multiplicateurs de semences de toute la Suisse
- Swisspatat, organisation de la branche, responsable de l'économie de la pomme de terre
- Institut national de la recherche agronomique INRA - Rennes (direction du projet pour la France)
- Groupement national interprofessionnel des semences et plants (GNIS)
- Fédération nationale des producteurs de plants de pomme de terre (FN3PT)

réalisé avec les mêmes isolats sur plantes en pots ne confirme pas les observations réalisées sur tranches (Rouffiangue et al. 2013), puisque c'est un isolat de *D. dianthicola* qui se montre le plus agressif.

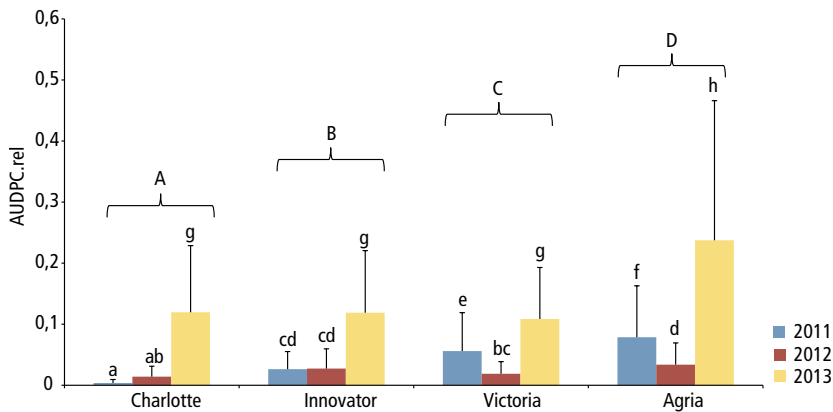
Les essais au champ, réalisés dans le cadre de cette étude, ont deux objectifs principaux: d'une part, identifier d'éventuelles différences de sensibilité variétale face à *Dickeya* spp. parmi les principales variétés de pomme de terre cultivées en Suisse; d'autre part, étudier l'agressivité de plusieurs isolats de *Dickeya dianthicola* et *Dickeya solani* afin de décrire leur pathogénicité en plein champ. Le profil de pathogénicité obtenu pourra alors être comparé à celui obtenu avec les mêmes souches dans les essais réalisés sur tranches de pomme de terre (Gerardin et al. 2013) ainsi que sur plantes en pots (Rouffiangue et al. 2013).

### Matériel et méthodes

Un premier essai (A) a permis d'étudier la sensibilité des variétés Agria, Charlotte, Innovator et Victoria. Ces quatre variétés sont inoculées avec la souche *D. dianthicola* 8823. Dans un second essai (B), l'agressivité des cinq isolats suivants de *Dickeya* a été suivie sur la variété Agria: *D. dianthicola* 980, *D. dianthicola* 8823, *D. solani* 2222, *D. solani* 05026 et *D. solani* 07044. L'inoculation des tubercules se fait à une concentration de  $10^5$  ufc/ml et se déroule sur une période de 48 heures et en quatre étapes (Rouffiangue et al. 2013).

Chaque essai comprend un procédé témoin sans inoculation (trempage uniquement dans de l'eau) pour déterminer le degré de contamination latente du lot de départ. Ce pourcentage de jambes noires est soustrait du pourcentage final afin de pouvoir comparer les variétés indépendamment de la contamination de départ. L'essai portant sur la sensibilité variétale a été répété trois années de suite (2011–2013), tandis que l'essai portant sur l'agressivité des isolats a été répété durant deux ans (2012–2013). Les deux essais sont réalisés en bloc aléatoire complet (Dagnelie 2003) avec quatre répétitions, chaque parcelle étant constituée de quatre lignes de vingt-cinq plantes (33 cm entre les plantes et 75 cm entre les lignes).

Dès l'apparition des premiers symptômes de flétrissement, deux observations par semaine sont effectuées jusqu'à la fin de l'essai. Le nombre de plantes flétries est compté ainsi que le nombre de plantes présentant des symptômes de jambe noire. Enfin, un calcul de l'aire sous la courbe de progression de la maladie (AUDPC.rel) est effectué (Bonierbale et al. 2007). Cette aire permet de considérer le développement des symptômes sur l'ensemble de la saison culturale.



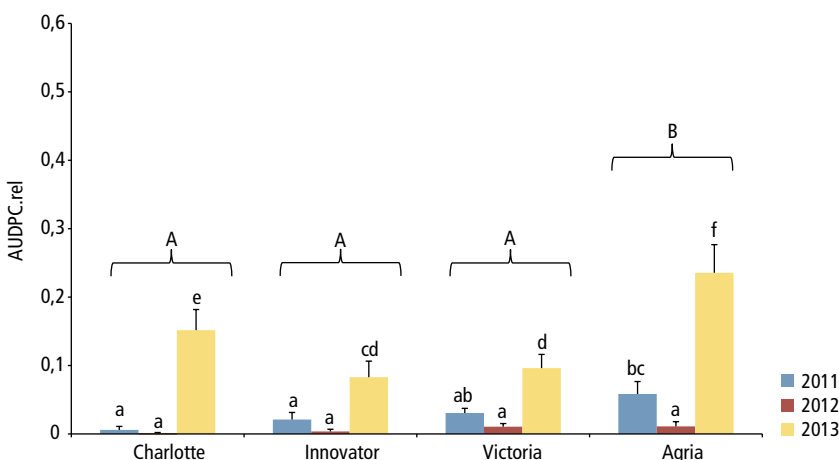
**Figure 2** | Aire sous la courbe de progression du flétrissement (AUDPC.rel) pour les quatre variétés testées et pour les années 2011, 2012 et 2013. La variabilité est représentée par l'écart type. Les groupes de variétés de même sensibilité sont indiqués, au sommet des barres d'erreur, par des lettres minuscules pour chaque année et par des lettres majuscules pour la moyenne des trois années.

L'analyse statistique est réalisée avec le logiciel STATISTICA® (StatSoft, Tulsa, USA). Pour chaque essai, une analyse de la variance (ANOVA) est effectuée ( $\alpha=0,05$ ). Le premier facteur correspond à la répétition de l'essai dans le temps. Le deuxième facteur est l'objet de l'étude, c'est-à-dire l'isolat bactérien pour l'essai portant sur l'agressivité des isolats de *Dickeya* spp. ou la variété pour l'essai portant sur la sensibilité variétale. L'interaction entre les différents facteurs est également testée. Si pour l'un des facteurs de l'étude une différence significative est décelée, un test de comparaison de moyennes est effectué (test de Newman & Keuls).

## Résultats

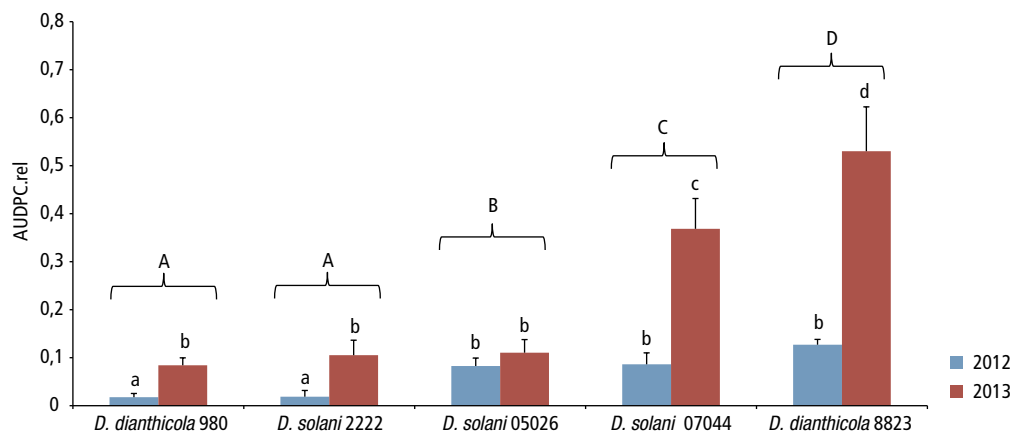
### Essai A: sensibilité variétale

L'analyse de l'aire sous la courbe de développement des symptômes de flétrissement (fig. 2) montre d'une part que l'importance de ces symptômes varie d'une année à l'autre ( $p<0,001$ ), avec un nombre plus important de plantes flétries pour l'ensemble des variétés en 2013 et, d'autre part, que des différences entre les variétés testées existent ( $p<0,001$ ). On observe pour la variété Agria en moyenne trois fois plus de plantes flétries que pour la variété Charlotte.



**Figure 3** | Aire sous la courbe de progression des symptômes de jambe noire (AUDPC.rel) pour les quatre variétés testées et pour les années 2011, 2012 et 2013. La variabilité est représentée par l'écart type. Les groupes de variétés de même sensibilité sont indiqués, au sommet des barres d'erreur, par des lettres minuscules pour chaque année et par des lettres majuscules pour la moyenne des trois années.





**Figure 4** | Aire sous la courbe de progression du flétrissement (AUDPC.rel) pour les cinq isolats testés et pour les années 2011, 2012 et 2013. La variabilité est représentée par l'écart type. Les groupes d'isolats de même agressivité sont indiqués, au sommet des barres d'erreur, par des lettres minuscules pour chaque année et par des lettres majuscules pour la moyenne des trois années.

Une interaction apparaît cependant entre les facteurs année et variété ( $p < 0,001$ ), preuve que, pour chaque variété, l'expression des symptômes de flétrissement varie d'une année à l'autre.

L'analyse des données d'AUDPC.rel concernant les symptômes de jambe noire (fig. 3) révèle un effet significatif de l'année ( $p < 0,001$ ), l'année 2013 ayant montré davantage de symptômes de jambe noire que les deux autres années. D'autre part, des différences de sensibilité variétale sont observées ( $p < 0,001$ ) et deux groupes de sensibilité sont mis en évidence. Le premier comprend la variété Agria et le second les autres variétés testées. Ainsi, Agria a développé en moyenne trois fois plus de symptômes que la variété Charlotte. Une interaction entre les facteurs année et variété est mise en évidence par l'analyse ( $p < 0,001$ ). Cette interaction est principalement due à un développement plus important de symptômes de jambe noire sur la variété Charlotte en 2013.

Lorsqu'on considère le pourcentage de jambes noires toutes variétés confondues, 27,5 % de jambes noires ont été observées en 2013, contre 13,2 % en 2011 et seulement 4,6 % en 2012.

Enfin, une relation linéaire a pu être établie entre les symptômes de flétrissement et les symptômes de jambe noire ( $r^2 = 0,94$ ;  $p < 0,001$ ).

#### Essai B : agressivité des isolats

Après analyse des données d'AUDPC.rel des symptômes de flétrissement (fig. 4), des différences entre les deux années d'essais ( $p < 0,001$ ) ainsi qu'entre les isolats testés ( $p < 0,001$ ) sont mises en évidence par l'analyse. Quatre

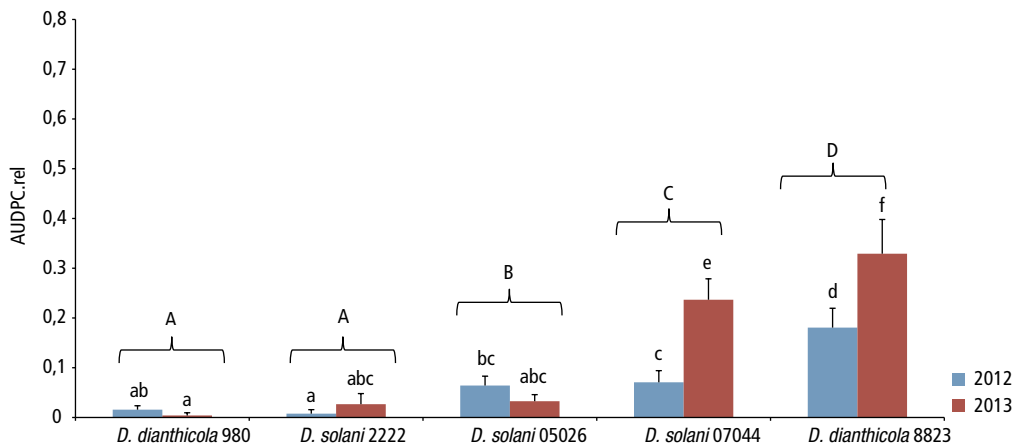
groupes d'agressivité sont identifiés. Le premier comprend les isolats les moins agressifs, à savoir *D. dianthicola* 980 et *D. solani* 2222. A l'opposé, on retrouve *D. dianthicola* 8823, isolat le plus agressif avec en moyenne six fois plus de plantes flétries que l'isolat le moins agressif (*D. dianthicola* 980). Entre ces deux groupes, on retrouve l'isolat *D. solani* 05026 et l'isolat *D. solani* 07044. Une interaction apparaît cependant entre les facteurs années et isolats ( $p < 0,001$ ). Celle-ci est principalement due à l'isolat *D. solani* 05026 avec une différence moins marquée entre les deux années d'essai que celle observée pour les autres isolats.

Si l'on observe l'AUDPC.rel des symptômes de jambe noire (fig. 5), des différences apparaissent entre les années ( $p < 0,01$ ) ainsi qu'entre les isolats testés ( $p < 0,001$ ). *D. dianthicola* 8823 s'est montré le plus agressif, tandis que *D. dianthicola* 980 est l'isolat le moins agressif avec 26 fois moins de symptômes de jambe noire. Une interaction est observée entre les années et les isolats ( $p < 0,001$ ), *D. dianthicola* 980 et *D. solani* 05026 ayant entraîné moins de jambes noires en 2013, contrairement aux autres isolats.

Une relation linéaire a également pu être établie entre le flétrissement et l'apparition de jambes noires ( $r^2 = 0,86$ ;  $p < 0,001$ ).

## Discussion

Ces essais ont permis de mettre en évidence des différences de sensibilité variétale face à *Dickeya* spp. Parmi les quatre variétés testées dans ces essais, Agria est la plus



**Figure 5** | Aire sous la courbe de progression des symptômes de jambe noire (AUDPC.rel) pour les cinq isolats testés et pour les années 2011, 2012 et 2013. La variabilité est représentée par l'écart type. Les groupes d'isolats de même agressivité sont indiqués, au sommet des barres d'erreur, par des lettres minuscules pour chaque année et par des lettres majuscules pour la moyenne des trois années.

sensible avec en moyenne 27 % de plantes atteintes de jambe noire à la fin des essais, contre moins de 10 % pour la variété Charlotte, ce qui confirme les essais réalisés précédemment sur tranches de pommes de terre et en serre (Gerardin *et al.* 2013; Rouffiange *et al.* 2013). Le comportement de Charlotte en 2013 est singulier vu que cette variété s'est montrée plus sensible que les variétés Innovator et Victoria, contrairement à ce qui avait été observé en 2011 et 2012.

Concernant l'agressivité des isolats, des différences ont également été observées et les isolats ne sont pas regroupés par espèce, contrairement à ce que mentionne la littérature (Toth *et al.* 2011) qui décrit les isolats de *D. solani* comme étant plus agressifs que les isolats de *D. dianthicola*. Ceci semblait se confirmer lors de nos essais sur tranches de tubercules (Gerardin *et al.* 2013), mais était infirmé par nos essais sur plantes entières cultivées en pot (Rouffiange *et al.* 2013). Lors de ces derniers essais comme lors de ceux décrits dans cet article et réalisés au champ, l'isolat le plus agressif est un isolat de *D. dianthicola* (8823), le moins agressif appartenant aussi à cette espèce (*D. dianthicola* 980).

Entre les deux isolats de *D. dianthicola*, on retrouve les trois isolats de *D. solani*. La relative homogénéité de pathogénicité que présentent les isolats de *D. solani* est probablement due au caractère clonal de ces derniers (Czajkowski *et al.* 2012; Pritchard *et al.* 2012; Pritchard *et al.* 2013). Les interactions isolat x année peuvent quant à elles être dues à une variabilité de l'agressivité des isolats. Cette variabilité peut provenir de repiquages successifs des souches bactériennes, susceptibles de provoquer une perte de virulence.

Ceci démontre une fois de plus l'importance de l'expérimentation au champ, qui demande des moyens considérables en surfaces et en main d'œuvre, pour valider ou invalider des processus observés dans des essais en laboratoire ou en serre, plus simples et moins coûteux. Si l'on compare les résultats obtenus avec les mêmes isolats et les mêmes variétés au champ, en pot et sur tranches de pommes de terre, les essais au champ montrent des résultats différents de ceux obtenus sur tranches de pommes de terre (Gerardin *et al.* 2013) et le test au champ s'avère plus sensible que le test en pots (Rouffiange *et al.* 2013).

Le développement de symptômes de flétrissements et de jambes noires est éminemment variable d'une année à l'autre. L'expression des symptômes de jambe noire variant en fonction des conditions de température et d'humidité du sol (Scott *et al.* 1996; Toth *et al.* 2002), ces différences peuvent être attribuées aux variations importantes de l'hygrométrie du sol et de la température lors de la saison 2013, caractérisée par un printemps froid et humide, suivi d'un été chaud et sec. Ces conditions particulières ont vraisemblablement affaibli et stressé les plantes, les rendant plus vulnérables face aux bactéries.

Enfin, une relation linéaire a pu être établie entre les flétrissements et le développement de symptômes de jambes noires, ce qui confirme le lien étroit entre ces deux manifestations de la maladie. Le flétrissement résulte de la colonisation et de l'obturation partielle du système vasculaire de la plante par les bactéries (Czajkowski *et al.* 2013; Helias *et al.* 2000b), étapes préalables et nécessaires au développement de pourritures aériennes, suite à la migration et à la prolifération bactérienne dans les tiges. ➤

Les flétrissements peuvent donc être considérés, sous certaines conditions pédo-climatiques, comme des signes avant-coureurs d'un développement ultérieur de jambes noires. Lorsque de nombreux symptômes de flétrissement sont observés dans un champ de production de plants, il conviendra d'en suivre attentivement l'évolution. L'apparition de jambes noires prouvera que le lot planté était infecté par des bactéries du genre *Dickeya* ou *Pectobacterium*.

## Conclusions

- Des différences de sensibilité variétale à *Dickeya* spp. existent et la variété Agria est la plus sensible dans cet essai.

- L'agressivité des isolats de *D. dianthicola* semble plus variable que celle des *D. solani*. Un isolat de *D. dianthicola* est le plus agressif de tous les isolats testés.
- Le développement des symptômes de flétrissement et de jambe noire est très variable d'une année à l'autre.
- Il existe une relation linéaire entre les symptômes de flétrissement et les symptômes de jambe noire au champ. ■

### Remerciements

Les auteurs remercient Swissem, Swisspatat, Bioreba et la Commission pour la technologie et l'innovation CTI qui ont contribué au financement de cette étude, ainsi que la Haute école spécialisée bernoise (BFH), partenaire de ce projet.

### Bibliographie

- Bonierbale M., de Haan S. & Forbes A., 2007. Procedures for standard evaluation trials of advanced potato clones. An International Cooperators' Guide. I. P. C. (CIP). International Potato Center (CIP), Lima. 126 p.
- Czajkowski R., De Boer W. J. & Van der Wolf J. M., 2013. Chemical disinfectants can reduce potato blackleg caused by *Dickeya solani*. *Plant Pathology* **136**, 419–432.
- Czajkowski R., de Boer W. J., Velvis H. & van der Wolf J. M., 2010. Systemic Colonization of Potato Plants by a Soilborne, Green Fluorescent Protein-Tagged Strain of *Dickeya* sp Biovar 3. *Phytopathology* **100** (2), 134–142.
- Czajkowski R., De Boer W. J., Van der Zouwen P. S., Kastelein P., Jafra S., De Haan E. G., Van den Bovenkamp G. W. & Van der Wolf J. M., 2012. Virulence of *Dickeya solani* en *Dickeya dianthicola* biovar-1 end-7 strains on potato (*Solanum tuberosum*). *Plant Pathology* **62**, 597–610.
- Dagnelie P., 2003. Principes d'expérimentation. Les Presses Agronomiques de Gembloux ASBL, 397.
- FN3PT, GNIS & ARVALIS, 2008. Maladies, ravageurs et désordres de la pomme de terre. 192 p.
- Gerardin D., Rouffiange J., Kellenberger I., Schaerer S. & Dupuis B., 2013. Sensibilité de la pomme de terre à la pourriture molle provoquée par *Dickeya* spp. *Recherche Agronomique Suisse* **4**, 288–295.
- Haynes K. G., Potts M. J. E. & Goth R. W., 1997. Evaluation of the reliability of determining soft rot resistance in potatoes by the tuber slice method. *American Potato Journal* **74** (4), 265–275.
- Helias V., Andrivon D. & Jouan B., 2000a. Development of symptoms caused by *Erwinia carotovora* ssp *atroseptica* under field conditions and their effects on the yield of individual potato plants. *Plant Pathology* **49** (1), 23–32.
- Helias V., Andrivon D. & Jouan B., 2000b. Internal colonization pathways of potato plants by *Erwinia carotovora* ssp *atroseptica*. *Plant Pathology* **49** (1), 33–42.
- Laurila J., Hannukkala A., Nykyri J., Pasanen M., Helias V., Garland L. & Pirhonen M., 2010. Symptoms and yield reduction caused by *Dickeya* spp. strains isolated from potato and river water in Finland. *European Journal of Plant Pathology* **126** (2), 249–262.
- Pérombelon M. C. M. & Lowe R., 1974. Studies on the initiation of bacterial soft rot in potato tubers. *Potato Research* **18**, 64–82.
- Pérombelon M. C. M., Lopez M. M., Carbonell E. & Hyman L. J., 1988. Effects of contamination by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* and *E. carotovora* subsp. *atroseptica* of potato seed tubers and of cultivar resistance on blanking or non-emergence and blackleg development in Valencia, Spain. *Potato Research* **31**, 591–599.
- Pritchard L., Humphris S., Saddler G., Parkinson N. M., Bertrand V., Elphinstone J. G. & Toth I. K., 2012. Detection of phytopathogens of the genus *Dickeya* using a PCR primer prediction pipeline for draft bacterial genome sequences. *Plant Pathology*, 587–596.
- Pritchard L., Humphris S., Saddler G. S., Parkinson N. M., Bertrand V., Elphinstone J. G. & Toth I. K., 2013. Detection of phytopathogens of the genus *Dickeya* using a PCR primer prediction pipeline for draft bacterial genome sequences. *Plant Pathology* **62** (3), 587–596.
- Rouffiange J., Gerardin D., Kellenberger I., Schaerer S. & Dupuis B., 2013. Sensibilité de la pomme de terre aux pourritures de tiges provoquées par *Dickeya* spp. *Recherche Agronomique Suisse* **4**, 432–439.
- Rousselle P., Robert Y. & Crosnier J. C., 1996. La pomme de terre. Vol. 1. INRA, Paris 606 p.
- Scott R. I., Chard J. M., Hocart M. J., Lennard J. H. & Graham D. C., 1996. Penetration of potato tuber lenticels by bacteria in relation to biological control of blackleg disease. *Potato Research* **39**, 333–344.
- Toth I. K., van der Wolf J. M., Saddler G., Lojkowska E., Helias V., Pirhonen M., Tsror L. & Elphinstone J. G., 2011. *Dickeya* species: an emerging problem for potato production in Europe. *Plant Pathology* **60** (3), 385–399.
- Toth I. K., Sullivan L., Brierley J. L., Avrova A. O., Hyman L. J., Holeva M., Broadfoot L., Pérombelon M. C. M. & McNicol J., 2002. Relationship between potato seed tuber contamination by *Erwinia carotovora* ssp. *atroseptica*, blackleg disease development and progeny tuber contamination. *Plant Pathology* **52**, 119–126.

**Riassunto****Sensibilità della patate alla malattia della gamba nera causata da *Dickeya* spp.**

I batteri pectinolitici del genere *Pectobacterium* e *Dickeya* possono portare allo sviluppo di diverse malattie della patata, come, p. es., i marciumi degli steli comunemente chiamati «gambe nere» e dei marciumi dei tuberi definiti «marciumi molli». Il sintomo della gamba nera è la prima causa di rifiuto dei lotti di piante di patate in Svizzera. Le prove realizzate durante questo studio miravano da un lato a identificare eventuali differenze di sensibilità verso *Dickeya* spp. mediante le varietà Agria, Victoria, Charlotte e Innovator e, dall'altro, a studiare l'aggressività di tre isolati di *D. solani* e di due isolati di *D. dianthicola* sulla varietà Agria. Si sono realizzate delle prove per seguire lo sviluppo in campo dei sintomi di avvizzimento e di gamba nera su delle piante ottenute da tuberi precedentemente inoculati con i batteri. Si sono constatate delle differenze di sensibilità varietale. La varietà Agria si è mostrata più sensibile delle altre varietà testate, sviluppando due volte più sintomi di gamba nera della varietà Charlotte. Tra tutti gli isolati testati, uno dei due di *D. dianthicola* è risultato 26 volte più aggressivo del secondo. I tre isolati di *D. solani* presentavano dei livelli d'aggressività intermedi. Il rischio di sviluppo di sintomi in campo legati a l'isolato sembra dunque più importante di quello legato alla varietà. Infine, si è potuto stabilire una relazione lineare tra i sintomi d'avvizzimento e quelli della gamba nera in campo.

**Summary****Potato susceptibility to blackleg disease caused by *Dickeya* spp.**

Pectinolytic bacteria belonging to the genera *Pectobacterium* and *Dickeya* can cause several diseases on potato, such as stem rots, commonly named «blacklegs», and tuber rots, which are referred to as «soft rots». The blackleg symptom is the primary cause for the rejection of potato seed lots in Switzerland. The field trials conducted in this study had two main objectives. On the one hand, to identify potential differences in the susceptibility of the cultivars Agria, Victoria, Charlotte and Innovator to *Dickeya* spp. and, on the other hand, to study the aggressiveness of three isolates of *D. solani* and two isolates of *D. dianthicola* on cv. Agria. For these purposes, the development of blackleg symptoms was followed in the fields, on plants whose mother tubers had been previously inoculated with the bacteria. Differences in susceptibility were recorded between cultivars, Agria being the most susceptible and producing twice as many blackleg symptoms as Charlotte. Of the two *D. dianthicola* isolates tested, one was the most aggressive of all isolates tested, while the other was the least aggressive: the latter being twenty six times less aggressive than the former. *D. solani* isolates presented intermediate aggressiveness. The risk of developing symptoms in the field seems therefore more closely related to the isolates than to the cultivars. Furthermore, a linear relationship was found between plant wilting and blackleg symptoms in the fields.

**Key words:** *Dickeya*, blackleg, potato, aerial stem rot, *Pectobacterium*.