

Article

« Caractérisation pathologique et physiologique de deux populations de *Verticillium albo-atrum* isolées de la luzerne et de la pomme de terre »

T. Barasubiye, C. Richard et D. Dostaler
Phytoprotection, vol. 75, n° 2, 1994, p. 53-67.

Pour citer cet article, utiliser l'information suivante :

URI: <http://id.erudit.org/iderudit/706052ar>

DOI: 10.7202/706052ar

Note : les règles d'écriture des références bibliographiques peuvent varier selon les différents domaines du savoir.

Ce document est protégé par la loi sur le droit d'auteur. L'utilisation des services d'Érudit (y compris la reproduction) est assujettie à sa politique d'utilisation que vous pouvez consulter à l'URI <https://apropos.erudit.org/fr/usagers/politique-dutilisation/>

Érudit est un consortium interuniversitaire sans but lucratif composé de l'Université de Montréal, l'Université Laval et l'Université du Québec à Montréal. Il a pour mission la promotion et la valorisation de la recherche. Érudit offre des services d'édition numérique de documents scientifiques depuis 1998.

Pour communiquer avec les responsables d'Érudit : info@erudit.org

Caractérisation pathologique et physiologique de deux populations de *Verticillium albo-atrum* isolées de la luzerne et de la pomme de terre

Tharcisse Barasubiye¹, Claude Richard² et Daniel Dostaler¹

Reçu 1994-04-05; accepté 1994-10-25

Le pouvoir pathogène et la croissance de souches de *Verticillium albo-atrum* isolées de la luzerne (*Medicago sativa*) et de la pomme de terre (*Solanum tuberosum*) ont été déterminés. D'une part, sur la luzerne, les souches de la luzerne étaient plus virulentes que celles de la pomme de terre. D'autre part, seules les souches de la pomme de terre ont attaqué la pomme de terre. Sur la gélose dextrosée à la pomme de terre, la croissance optimale a été obtenue à 20°C pour les souches de la pomme de terre, et à 20-25°C pour les souches de la luzerne. La température de 30°C n'a pas été létale pour les souches de la luzerne, alors que 75% des souches de la pomme de terre ont été tuées à cette température. Avec le milieu de Fries, la masse sèche du mycélium des souches de la pomme de terre était de trois à quatre fois supérieure à celle des souches de la luzerne. À l'opposé, un milieu contenant du chlorate de potassium a inhibé d'une façon significative la croissance des souches de la pomme de terre comparativement aux souches de la luzerne. Ces résultats indiquent que les souches de la luzerne et celles de la pomme de terre constituent deux groupes pathologiquement et physiologiquement distincts.

Barasubiye, T., C. Richard, and D. Dostaler. 1994. Pathological and physiological characterization of two *Verticillium albo-atrum* populations isolated from alfalfa and potato. PHYTOPROTECTION 75: 53-67.

Pathogenicity and growth of strains of *Verticillium albo-atrum* recovered from alfalfa (*Medicago sativa*) and potato (*Solanum tuberosum*) were determined. On alfalfa, the alfalfa strains were more virulent than the potato strains, and only the potato strains were virulent on potato. The optimum temperature for growth was 20°C for potato strains, and 20-25°C for alfalfa strains on potato dextrose agar. At 30°C, no alfalfa strain was killed whereas this temperature was lethal for 75% of the potato strains. On Fries medium, the potato strains produced three to four times more dry weight than the alfalfa strains. However, on a solid medium amended with potassium chlorate, a significant inhibition was noted for potato strains as compared to alfalfa strains. These results indicate that *V. albo-atrum* strains isolated from alfalfa and potato form two pathologically and physiologically distinct groups.

1. Département de phytologie, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval, Québec (Québec), Canada G1K 7P4

2. Centre de recherche, Agriculture et Agro-alimentaire Canada, 2560, boul. Hochelaga, Sainte-Foy (Québec), Canada G1V 2J3. Auteur correspondant. Contribution n° 499

INTRODUCTION

Le *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berthier (Vaa) est un agent pathogène de la verticilliose de la luzerne (*Medicago sativa* L.) et de la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.). Depuis 1918, cette maladie destructrice entrave la production de luzerne dans les pays nordiques d'Europe (Kreitlow 1962). En 1925, ce champignon pathogène a été isolé de la pomme de terre en Ontario (Berkeley *et al.* 1931). Par ailleurs, le champignon entraîne des pertes dans les productions de pomme de terre de l'Île-du-Prince-Édouard depuis 1930 (Ayers et Hurst 1939).

Du point de vue climatique, le Vaa est adapté au climat tempéré humide (Gagné et Richard 1982). Dans les régions à climat chaud, c'est le *V. dahliae* Kleb. qui est l'agent pathogène principal de la verticilliose, notamment chez la pomme de terre (Nachmias et Krikun 1985). Au Canada, la verticilliose de la pomme de terre est attribuée au Vaa (McKeen et Thorpe 1981; Platt et Sanderson 1987). Platt (1986) rapporte des pertes de rendement de 40% chez les cultivars de pomme de terre sensibles à la verticilliose.

La verticilliose est relativement récente chez la luzerne dans les États américains (Gagné et Richard 1982). Elle a été signalée au Québec pour la première fois en 1962, par Aubé et Sackston (1964), dans des parcelles expérimentales de luzerne. Toutefois, la maladie a été éradiquée. Plus tard, en 1976, la verticilliose est apparue avec une grande intensité, principalement dans les États américains de Washington et d'Oregon (Graham *et al.* 1977). Par la suite, la maladie s'est propagée aussi bien dans les États américains que dans les provinces canadiennes (Gordon *et al.* 1989; Gossen et Jespersion 1990; Martin et Boswall 1989; Nicholls *et al.* 1987).

D'une part, les souches de Vaa semblent avoir une spécificité pathologique à l'égard de leur plante-hôte autant en Europe qu'en Amérique du Nord (Correll *et al.* 1988; Heale et Isaac 1963). D'autre part, les études sont contradic-

toires quant à la virulence des souches selon leur origine géographique. Ainsi, Christen *et al.* (1983) n'ont pas trouvé de différence significative de virulence entre des souches américaines de Vaa isolées de la luzerne et des souches européennes. Par contre, les travaux antérieurs de Flood *et al.* (1978) montraient que des souches nord-américaines du Vaa étaient plus virulentes chez la luzerne que des souches européennes.

Par ailleurs, Isaac et Lloyd (1959) ont obtenu un niveau d'infection de 88% chez la pomme de terre inoculée avec des souches de Vaa isolées de la luzerne. À l'opposé, dans une expérience semblable, Christen et French (1982) n'ont pas observé d'infection chez la pomme de terre inoculée avec des souches de Vaa obtenues de la luzerne. À la lumière de ces derniers travaux et en considérant les dates différentes des premiers relevés, voire de l'introduction des verticillioses de la luzerne et de la pomme de terre en Amérique du Nord, les souches de l'agent pathogène qui provoquent la verticilliose chez la pomme de terre seraient différentes des souches retrouvées chez la luzerne.

Au moyen d'inoculations chez la luzerne et la pomme de terre en milieu contrôlé ainsi que de différentes mesures de croissance *in vitro*, la présente étude vise à préciser la spécificité pathologique et les caractéristiques physiologiques des souches nord-américaines du Vaa.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Souches de Vaa

Trente-cinq souches de Vaa ont été utilisées. Ces souches, principalement isolées en Amérique du Nord, comprenaient 20 souches obtenues de la luzerne et 15 obtenues de la pomme de terre (tableau 1). Les souches monoonidiennes ont été conservées à 4°C sur une gélose dextrosée à la pomme de terre (PDA, Difco) recouverte d'une huile minérale stérile. Les cultures actives obtenues en repiquant le mycélium sur PDA en boîtes de Pétri étaient maintenues à l'obscurité, à 22°C, pendant 10 j.

Tableau 1. Souches de *Verticillium albo-atrum* isolées de la luzerne et de la pomme de terre

Souche	Hôte	Origine	Fournisseur
<i>Série 1</i>			
424 [§]	<i>Medicago sativa</i>	Alberta	H.C. Huang
426	<i>Medicago sativa</i>	Alberta	S.F. Hwang (R-9) [†]
434	<i>Medicago sativa</i>	Ontario	P.K. Basu (#3)
224	<i>Medicago sativa</i>	Maryland	J.H. Graham (w10)
380	<i>Medicago sativa</i>	Québec	C. Richard
403	<i>Medicago sativa</i>	Québec	C. Richard
451	<i>Medicago sativa</i>	New York	G.C. Bergstrom (vaa 007 NY 83)
227	<i>Medicago sativa</i>	France	J. Gondran
428	<i>Medicago sativa</i>	Californie	R.A. Khan (va-25)
423	<i>Medicago sativa</i>	Washington	R.N. Peaden (wa 40-3)
437	<i>Solanum tuberosum</i>	Île-du-Prince-Édouard	M. Celetti (vaa-1401)
170	<i>Solanum tuberosum</i>	Québec	C. Richard
470	<i>Solanum tuberosum</i>	Québec	T. Barasubiye
471	<i>Solanum tuberosum</i>	Québec	T. Barasubiye
472	<i>Solanum tuberosum</i>	Québec	T. Barasubiye
473	<i>Solanum tuberosum</i>	Québec	T. Barasubiye
442	<i>Solanum tuberosum</i>	Maine	R.A. Henn (2c-3)
<i>Série 2</i>			
435	<i>Medicago sativa</i>	Ontario	P.K. Basu (#4)
410	<i>Medicago sativa</i>	Québec	C. Richard
433	<i>Medicago sativa</i>	Saskatchewan	P.K. Basu (#2)
228	<i>Medicago sativa</i>	France	J. Gondran
443	<i>Medicago sativa</i>	Californie	P. Grybauskas (MD#171)
448	<i>Medicago sativa</i>	Californie	T.R. Gordon (CA4)
447	<i>Medicago sativa</i>	Colombie-Britannique	K. Leath (Laws 82-055)
450	<i>Medicago sativa</i>	New York	G.C. Bergstrom (vaa 004 NY 83)
445	<i>Medicago sativa</i>	Pennsylvanie	K. Leath (vp-11)
282	<i>Medicago sativa</i>	Washington	J. Sheppard (95)
479	<i>Solanum tuberosum</i>	Québec	T. Barasubiye
480	<i>Solanum tuberosum</i>	Québec	T. Barasubiye
481	<i>Solanum tuberosum</i>	Québec	T. Barasubiye
482	<i>Solanum tuberosum</i>	Québec	T. Barasubiye
485	<i>Solanum tuberosum</i>	Québec	T. Barasubiye
487	<i>Solanum tuberosum</i>	Québec	T. Barasubiye
542	<i>Solanum tuberosum</i>	Cuba	Ottawa (DAOM-145760)
441	<i>Solanum tuberosum</i>	Maine	R.A. Henn (3D-3B)

[§] Numéro de collection des souches de *V. albo-atrum* au Centre de recherche de Sainte-Foy, Agriculture et Agro-alimentaire Canada.

[†] Les numéros originaux des souches sont indiqués entre parenthèses.

Luzerne

Deux cultivars de luzerne, Oneida VR et Saranac, respectivement résistant et sensible à la verticilliose, ont été inoculés avec les souches de Vaa (tableau 1) en cabinet de croissance. Chaque cultivar a été semé individuellement dans des caissettes de 26 cm × 51 cm × 6 cm contenant un terreau pasteurisé à la vapeur. Les caissettes ont été placées dans une chambre de croissance à 19°C le jour et 16°C la nuit, avec un éclairage d'appoint de 320 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, sous une photopériode de 16 h. Sept jours après le semis, nous avons inoculé les plantes avec la souche A2 du *Rhizobium meliloti* Dangeard.

Pomme de terre

En serre, nous avons estimé le pouvoir pathogène des mêmes souches de Vaa avec deux cultivars de pomme de terre, Atlantic et Superior, respectivement tolérant et sensible à la verticilliose. Des tubercules de classe Élite 1 du cv. Superior et de classe Fondation du cv. Atlantic ont été plantés dans des pots (15 cm diam) contenant un substrat composé de mousse de tourbe, de terre noire, de perlite, de vermiculite et de sable (38:28:14:12:8, v:v:v:v). Ce mélange a été préalablement stérilisé à la vapeur. Après la levée, les plantules de pomme de terre ont été arrosées au besoin sans être fertilisées. En hiver, la pomme de terre a été maintenue à 22°C le jour et 18°C la nuit, avec un éclairage de 220 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, sous une photopériode de 14 h. En été, les conditions moyennes de croissance étaient de 27°C, sous un éclairage naturel plus un éclairage d'appoint de 170 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ et sous une photopériode de 14 h.

Préparation de l'inoculum

Les conidies de Vaa ont été décrochées avec 5 mL d'eau distillée stérile à partir de cultures individuelles âgées de 10 j. Des fioles Erlenmeyer de 250 mL contenant 100 mL de milieu liquide Czapek (Difco) ont été ensemencées avec 3 mL de suspension de conidies. Après l'ensemencement, les cultures ont été placées sur un agitateur à 150 r min⁻¹ pendant 3 j à l'obscurité, à 22°C. La concentration de l'inoculum a été ajustée à 2×10^6 conidies mL⁻¹.

Inoculation, traitement de la luzerne et prise de données

Les racines de la luzerne âgée de 50 j ont été lavées à l'eau du robinet. Les racines et les tiges ont été coupées à 5 cm du collet, puis les plantes ont été trempées dans l'inoculum individuel des souches de Vaa série 1 (tableau 1) pendant 30 min (Graham *et al.* 1977). Les plantes inoculées ont été transplantées dans des pots (10 cm diam) contenant le substrat Pro-Mix BX (Les Tourbières Premier Ltée, Québec) stérilisé à la vapeur. Par la suite, nous avons placé les plantes dans deux cabinets de croissance réglés à 22°C le jour et 18°C la nuit, sous un éclairage de 320 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ et une photopériode de 16 h. Nous avons utilisé un dispositif en parcelles partagées (Steel et Torrie 1980) avec cinq répétitions. Les cultivars Oneida VR et Saranac ont été placés en parcelles principales, avec les souches de Vaa série 1 et les plantes non inoculées (témoins) en sous-parcelles. Un pot contenant cinq plantes constituait l'unité expérimentale. Nous avons arrosé les plantes au besoin, sans apport subséquent d'éléments fertilisants.

Chez la luzerne, l'intensité de la verticilliose a été évaluée 21 j après l'inoculation. Le flétrissement des feuilles (1 = plante saine et 5 = plante morte) et le brunissement des racines (1 = racine saine et 5 = racine morte) ont été notés selon les échelles de Graham *et al.* (1977). Les repousses des plantes ont été coupées à 5 cm au-dessus du collet, séchées à 70°C pendant 48 h, et pesées pour évaluer le rendement de la biomasse aérienne. Une expérience semblable a été effectuée avec la série 2 des souches de Vaa (tableau 1).

Inoculation, traitement de la pomme de terre et prise de données

Les racines de pomme de terre (cv. Atlantic et cv. Superior) âgées de 30 j ont été lavées à l'eau du robinet et le tubercule de semence a été enlevé. Les semenceaux ont ensuite été trempés pendant 30 min dans l'inoculum des souches de Vaa série 1 (tableau 1) ajusté à 2×10^6 conidies mL⁻¹. Les plantes ont été gardées 7 j à 18°C sous un éclairage de 80 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ et une photopé-

riode de 16 h. Après ce temps d'incubation, les plantes ont été transférées en serre selon un dispositif en parcelles partagées avec trois répétitions. Les deux cultivars ont été placés en parcelles principales, avec les souches de Vaa et les témoins en sous-parcelles. Un pot contenant deux plantes constituait l'unité expérimentale. Dans cette expérience réalisée en été, les plantes ont poussé à la température moyenne de 27°C sous un éclairage naturel plus un éclairage d'appoint de 170 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ avec une photopériode de 14 h. Nous avons appliqué une fertilisation hebdomadaire avec un engrais soluble 15-20-20 (N-P-K).

À l'aide de l'échelle réduite de Corsini *et al.* (1985) (1 = plante saine et 5 = > 90% des feuilles flétries), nous avons estimé l'intensité de la verticilliose de la pomme de terre 35 j après l'inoculation et mesuré le rendement en tubercules. Nous avons effectué une deuxième expérience en serre avec les souches de Vaa série 2 (tableau 1) en hiver, à 22°C le jour et 18°C la nuit, sous un éclairage de 220 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ et une photopériode de 14 h.

Effet de la température sur la croissance des souches de Vaa

Des rondelles de 5 mm diam ont été prélevées à la marge des cultures actives des souches de Vaa pour ensemen- cer le centre de boîtes de Pétri de 9 cm diam contenant 18 mL de PDA. Par la suite, les boîtes de Pétriensemencées ont été placées à l'obscurité dans des incubateurs ajustés à 5, 10, 15, 20, 22, 25, 27 et 30°C. Un dispositif complètement aléatoire a été utilisé et l'unité expérimentale était une boîte de Pétri. Deux rayons perpendiculaires de chaque culture ont été mesurés après 10 j de croissance. Les souches incubées à 30°C ont étéensemencées de nouveau sur du PDA fraîchement préparé. Après 12 j d'incubation à 22°C, la croissance mycélienne radiale a été notée sur la base de deux rayons perpendiculaires. Cette expérience a été répétée trois fois.

Détermination de la croissance des souches de Vaa sur le milieu de Fries

Des bouteilles de Roux de 900 mL contenant 120 mL de milieu de Fries (Dhin-

gra et Sinclair 1985) ont étéensemencées avec une suspension d'inoculum de chaque souche de Vaa ajustée à une concentration de 10⁶ conidies mL⁻¹. Nous avons placé les bouteilles à l'obscurité à 22°C selon un dispositif en blocs complets avec une bouteille comme unité expérimentale. Après 14 j de croissance, le mycélium a été recueilli par filtration à travers une double épaisseur de mousseline de coton, puis congelé dans de l'azote liquide et lyophilisé. La masse sèche du mycélium a été mesurée et l'expérience répétée trois fois.

Effet du chlorate de potassium sur la croissance radiale des souches de Vaa

Pour évaluer la toxicité du chlorate de potassium sur les souches de Vaa, nous avons incorporé 15% de ce produit dans le milieu de Puhalla (1985). Les souches de Vaa ont étéensemencées au centre de boîtes de Pétri contenant 18 mL de ce milieu. Nous avons utilisé un dispositif en blocs complets avec une boîte de Pétri comme unité expérimentale. L'ensemencement sur le milieu sans chlorate de potassium constituait le traitement-témoin. Après 10 j d'incubation à l'obscurité à 22°C, deux rayons perpendiculaires ont été mesurés pour chaque culture. L'expérience a été répétée trois fois.

Analyse statistique

La procédure GLM (SAS Institute Inc. 1990) a été utilisée pour l'analyse de la variance. Avec les données du pouvoir pathogène obtenues en cabinet de croissance et en serre, l'interaction souches x cultivars a été décomposée et nous avons calculé le rapport de variance souches intra-cultivar. Les moyennes individuelles des souches de Vaa et du traitement-témoin non inoculé ont été comparées à l'aide du test LSD protégé (Steel et Torrie 1980), tandis que les moyennes des souches de Vaa isolées de la luzerne et de la pomme de terre ont été comparées entre elles par des contrastes orthogonaux. Quant à la croissance sur divers milieux et à l'effet de la température, après une analyse de variance, des contrastes orthogonaux ont été utilisés pour comparer les souches de Vaa isolées de la luzerne à celles obtenues de la pomme de terre.

RÉSULTATS

Pouvoir pathogène des souches de Vaa chez la luzerne

Les résultats de la détermination du pouvoir pathogène des souches de *V. albo-atrum* de la luzerne (Vaa-L) et de la pomme de terre (Vaa-P) série 1 sont présentés au tableau 2. Les plantes de luzerne cv. Saranac inoculées avec les souches Vaa-L 224, 380, 403, 423, 424, 426, 434 et 451 ont eu des indices de flétrissement des feuilles significativement supérieurs ($P \leq 0,05$) à ceux obtenus chez les témoins et chez les plantes inoculées avec les souches Vaa-P 437, 442, 470, 471, 472 et 473. Enfin, les indices de flétrissement des feuilles obtenus chez les plantes inoculées avec les souches Vaa-L ($x = 3,43$) et Vaa-P ($x = 2,22$) étaient significativement différents ($P \leq 0,01$).

Les plantes-témoins ont eu un indice de brunissement des racines significativement inférieur ($P \leq 0,05$) à l'ensemble des indices obtenus chez les plantes inoculées avec les souches de Vaa (tableau 2). De plus, les indices de brunissement des racines obtenus chez les plantes inoculées avec les souches Vaa-L ($x = 3,47$) et Vaa-P ($x = 2,91$) étaient significativement différents ($P \leq 0,01$).

La luzerne inoculée avec les souches Vaa-L 380, 403, 423, 424, 426 et 434 a eu des biomasses sèches aériennes significativement inférieures ($P \leq 0,05$) à celle de la luzerne-témoin. La moyenne de la biomasse sèche aérienne était presque deux fois plus élevée ($P \leq 0,01$) chez les plantes inoculées avec les souches Vaa-P comparativement aux souches Vaa-L (tableau 2).

Chez la luzerne cv. Oneida VR, les plantes inoculées avec les souches Vaa-L 224, 426, 428 et 434 ont eu un flétrissement des feuilles significativement accentué par rapport aux témoins (tableau 2). Toutefois, les indices de flétrissement des feuilles obtenus chez les plantes inoculées avec les souches Vaa-L ($x = 2,10$) et Vaa-P ($x = 1,70$) étaient significativement différents ($P \leq 0,05$).

Toutes les plantes inoculées avec les souches Vaa-P (sauf 437) et les souches Vaa-L (sauf 451 et 424) ont eu un indice

de brunissement des racines significativement supérieur ($P \leq 0,05$) à celui des témoins non inoculés (tableau 2). Avec la luzerne cv. Oneida VR, le rapport de variance (F) n'a pas été significatif pour la biomasse sèche aérienne.

Les résultats obtenus avec les souches de Vaa série 2 sont consignés au tableau 3. Seules les plantes du cv. Saranac inoculées avec la souche 448 n'ont pas montré un indice de flétrissement des feuilles supérieur ($P \leq 0,05$) à celui des plantes-témoins. Par contre, les plantes inoculées avec les souches Vaa-L (sauf 433 et 448) ont eu des indices de flétrissement des feuilles significativement supérieurs ($P \leq 0,05$) à ceux des plantes inoculées avec les souches Vaa-P. Au sein des souches Vaa-P, les plantes inoculées avec les souches 479, 481 et 487 ont eu des indices de flétrissement des feuilles significativement supérieurs ($P \leq 0,05$) à celui des plantes-témoins (tableau 3). Toutefois, les indices de flétrissement des feuilles obtenus chez les plantes inoculées avec les souches Vaa-L ($x = 3,15$) et Vaa-P ($x = 2,16$) étaient significativement différents ($P \leq 0,01$).

Les racines des plantes du cv. Saranac inoculées avec les souches Vaa-L 228, 282, 410, 433, 435, 443, 445, 447 et 450 ont eu des indices de brunissement significativement supérieurs ($P \leq 0,05$) aux indices obtenus chez les plantes inoculées avec les souches Vaa-P, à l'exception de la souche 485 (tableau 3). Toutefois, les indices de brunissement des racines obtenus chez les plantes inoculées avec les souches Vaa-L ($x = 3,50$) et Vaa-P ($x = 2,80$) étaient significativement différents ($P \leq 0,01$).

Pour les rendements, la moyenne de 530 mg pour la biomasse sèche aérienne des plantes inoculées avec les souches Vaa-P était supérieure ($P \leq 0,01$) aux 409 mg des plantes inoculées avec les souches Vaa-L. Les plantes du cv. Saranac inoculées avec les souches Vaa-P 441, 480, 482, 485 et 542 ont eu des biomasses sèches aériennes significativement supérieures ($P \leq 0,05$) à celles des plantes-témoins (tableau 3). De même pour les souches Vaa-L, les plantes inoculées avec les souches 433

et 448 ont eu des biomasses sèches supérieures ($P \leq 0,05$) à celles des plantes-témoins.

Les plantes du cv. Oneida VR inoculés avec les souches Vaa-L 228, 435 et 443 ont eu un indice de flétrissement des feuilles significativement supérieur ($P \leq 0,05$) à celui des plantes-témoins (tableau 3). Toutefois, les indices de flétrissement des feuilles obtenus chez

les plantes inoculées avec les souches Vaa-L ($x = 2,30$) et Vaa-P ($x = 1,89$) étaient significativement différents ($P \leq 0,01$).

Au niveau des racines (tableau 3), les indices de brunissement de la luzerne cv. Oneida VR inoculées avec les souches Vaa-L ($x = 2,83$) et Vaa-P ($x = 2,62$) étaient significativement différents ($P \leq 0,01$), et la biomasse sèche aérienne a varié en fonction des souches.

Tableau 2. Pouvoir pathogène des souches Vaa-L et Vaa-P envers deux cultivars de luzerne (série 1)

Souche	Saranac			Oneida VR		
	Indice de flétrissement des feuilles (1 - 5)	Indice de brunissement des racines (1 - 5)	Biomasse sèche aérienne (mg)	Indice de flétrissement des feuilles (1 - 5)	Indice de brunissement des racines (1 - 5)	Biomasse sèche aérienne (mg)
380 L [§]	3,95 a [†]	3,75 a	100 g	1,45 de	2,45 c-e	390 [∞]
434 L	3,85 a	3,80 a	160 e-g	2,45 ab	3,15 ab	240
426 L	3,60 ab	3,35 a-d	110 fg	2,85 a	3,55 a	250
403 L	3,50 ab	3,50 a-c	150 e-g	2,15 a-e	2,55 b-f	390
451 L	3,45 ab	3,20 a-e	220 d-g	1,30 e	1,95 fg	460
423 L	3,45 ab	3,70 ab	160 e-g	1,90 b-e	2,70 b-e	340
424 L	3,40 ab	3,40 a-d	140 e-g	1,40 de	2,20 d-g	450
224 L	3,35 ab	3,35 a-d	270 c-g	2,65 ab	2,90 a-c	270
428 L	3,20 a-c	3,55 a-c	210 d-g	2,35 a-c	3,10 a-c	360
170 P	2,90 bc	2,90 c-e	300 b-f	1,85 b-e	2,60 b-f	330
227 L	2,55 cd	3,10 b-e	310 a-e	1,60 c-e	2,45 c-e	410
473 P	2,40 cd	3,20 a-e	400 a-d	1,45 de	2,60 b-f	330
470 P	2,35 d	3,00 c-e	250 c-g	1,80 b-e	2,65 b-e	340
442 P	2,10 d	2,90 c-e	280 c-g	1,60 c-e	2,65 b-e	360
472 P	2,00 d	2,80 de	420 a-c	2,15 a-e	2,85 b-d	290
471 P	1,90 d	2,90 de	380 a-d	1,60 c-e	2,65 b-e	460
437 P	1,90 d	2,65 e	490 a	1,50 de	2,15 e-g	430
Témoins	1,75 d	1,90 f	360 a-d	1,30 e	1,65 g	400
p.p.d.s. ($P \leq 0,05$)	0,80	0,65	190	0,80	0,65	
Moyenne Vaa-L [‡]	3,43 **	3,47 **	183 **	2,10 *	2,70 ns	356
Moyenne Vaa-P	2,22	2,91	360	1,70	2,59	363

[§] L : isolée de la luzerne; P : isolée de la pomme de terre.

[†] Les moyennes suivies par les mêmes lettres ne diffèrent pas significativement selon le test de LSD protégé à $P \leq 0,05$.

[∞] Le rapport de variance (F) n'a pas été significatif.

[‡] Résultats des contrastes entre les souches isolées de la luzerne (Vaa-L) et les souches isolées de la pomme de terre (Vaa-P).

*, ** Significatif à $P \leq 0,05$ et $P \leq 0,01$, respectivement; ns : non significatif.

Tableau 3. Pouvoir pathogène des souches Vaa-L et Vaa-P envers deux cultivars de luzerne (série 2)

Souche	Saranac			Oneida VR		
	Indice de flétrissement des feuilles (1 - 5)	Indice de brunissement des racines (1 - 5)	Biomasse sèche aérienne (mg)	Indice de flétrissement des feuilles (1 - 5)	Indice de brunissement des racines (1 - 5)	Biomasse sèche aérienne (mg)
443 L [§]	3,60 a [†]	3,83 a	260 g	2,78 a	3,30 a	250 h
450 L	3,58 a	3,53 ab	290 fg	2,34 a-d	2,85 b-e	350 e-h
410 L	3,45 a	3,68 ab	440 b-f	2,38 a-c	3,10 a-c	540 a-d
282 L	3,45 a	3,48 ab	350 e-g	2,15 b-e	2,58 d-h	300 gh
435 L	3,38 ab	3,78 a	420 c-g	2,78 a	3,21 ab	580 a-c
228 L	3,35 ab	3,65 ab	350 e-g	2,48 ab	2,78 c-f	410 d-h
445 L	3,28 ab	3,55 ab	490 b-e	2,30 b-d	2,55 d-g	360 e-h
447 L	3,00 bc	3,33 bc	310 fg	2,15 b-e	2,83 b-e	260 h
433 L	2,55 cd	3,59 ab	550 a-d	2,05 c-e	2,83 b-e	510 a-e
481 P	2,43 de	2,88 d-f	440 b-f	1,85 ef	2,40 f-h	270 h
479 P	2,39 d-f	2,66 d-g	500 b-e	2,13 b-e	2,76 c-f	440 c-g
487 P	2,23 d-g	2,93 de	350 e-g	2,15 b-e	2,70 d-f	390 d-h
480 P	2,15 d-h	2,90 d-f	590 ab	2,03 c-e	2,48 e-h	530 a-d
482 P	2,10 e-h	2,90 d-f	600 ab	1,90 d-f	2,90 b-d	500 b-e
485 P	2,10 e-h	3,00 cd	590 ab	1,79 ef	2,51 e-h	500 b-e
542 P	1,95 f-h	2,53 f-h	700 a	1,55 f	2,78 c-f	510 a-e
441 P	1,92 f-h	2,60 e-g	630 ab	1,78 ef	2,44 f-h	610 ab
448 L	1,85 gh	2,53 f-h	630 ab	1,55 f	2,31 g-i	670 a
Témoins	1,76 h	2,20 h	380 e-g	1,98 c-e	1,98 ij	350 e-h
p.p.d.s. ($P \leq 0,05$)	0,44	0,38	160	0,44	0,38	160
Moyenne Vaa-L [∞]	3,15 **	3,50 **	409 **	2,30 **	2,83 **	423 ns
Moyenne Vaa-P	2,16	2,80	550	1,89	2,62	468

[§] L : isolée de la luzerne; P : isolée de la pomme de terre.

[†] Les moyennes suivies par les mêmes lettres ne diffèrent pas significativement selon le test de LSD protégé à $P \leq 0,05$.

[∞] Résultats des contrastes entre les souches isolées de la luzerne (Vaa-L) et les souches isolées de la pomme de terre (Vaa-P).

** Significatif à $P \leq 0,01$; ns : non significatif.

Pouvoir pathogène des souches de Vaa chez la pomme de terre

Aucun flétrissement des feuilles n'a été observé, ni chez les plantes du cv. Superior inoculées avec les souches Vaa-L série 1, ni chez les plantes-témoins (tableau 4). Les plantes inoculées avec les souches Vaa-P série 1 ont présenté un flétrissement marqué des feuilles

avec un indice moyen de 3,58, à l'exception de la souche Vaa-P 437, avirulente envers sa plante-hôte avec un indice de 1,00 (plante saine). Les autres souches Vaa-P ont entraîné un rendement moyen en tubercules significativement inférieur ($P \leq 0,05$) à celui des plantes-témoins (tableau 4). Enfin, les rendements moyens en tubercules des

plantes inoculées avec les souches Vaa-P ($x = 12,76$ g) et Vaa-L ($x = 16,62$ g) étaient significativement différents ($P \leq 0,01$) (tableau 4).

De même avec le cv. Atlantic, la verticilliose a été uniquement observée chez les plantes inoculées avec les souches Vaa-P avec un indice moyen de flétrissement des feuilles de 2,76

(tableau 4). La souche Vaa-P 437 a aussi été avirulente envers le cv. Atlantic. Aucun symptôme n'a été observé ni chez les plantes inoculées avec les souches Vaa-L, ni chez les plantes-témoins (tableau 4). Chez le cv. Atlantic, nous n'avons pas noté de différence de rendement moyen en tubercules entre les plantes inoculées avec les souches Vaa-L et Vaa-P.

Tableau 4. Pouvoir pathogène des souches Vaa-L et Vaa-P envers deux cultivars de pomme de terre (série 1)

Souche	Superior		Atlantic	
	Indice de flétrissement des feuilles (1 - 5)	Rendement en tubercules (g)	Indice de flétrissement des feuilles (1 - 5)	Rendement en tubercules (g)
473 P [§]	4,23 a [†]	13,85 c	2,90 b	11,66 b-d
170 P	4,20 a	10,84 c	2,90 b	10,66 b-d
472 P	4,10 a	11,13 c	3,67 a	9,29 d
470 P	4,00 a	12,22 c	3,47 ab	11,34 b-d
442 P	3,77 a	11,82 c	3,33 ab	13,46 ab
471 P	3,77 a	12,05 c	2,03 c	10,12 cd
437 P	1,00 b	17,42 a	1,00 d	12,91 ab
424 L	1,00 b	15,42 a-c	1,00 d	13,37 ab
227 L	1,00 b	17,92 a	1,00 d	11,20 b-d
428 L	1,00 b	16,84 ab	1,00 d	11,61 b-d
426 L	1,00 b	14,44 a-c	1,00 d	13,25 ab
451 L	1,00 b	16,94 ab	1,00 d	11,23 b-d
380 L	1,00 b	16,77 ab	1,00 d	10,49 b-d
434 L	1,00 b	16,92 ab	1,00 d	9,52 d
224 L	1,00 b	18,07 a	1,00 d	15,40 a
423 L	1,00 b	16,44 a-c	1,00 d	12,64 a-c
403 L	1,00 b	16,41 a-c	1,00 d	11,73 b-d
Témoins	1,00 b	17,9 a	1,00 d	10,77 b-d
p.p.d.s. ($P \leq 0,05$)	0,76	2,97	0,76	2,97
Moyenne Vaa-L [∞]	1,00 **	16,62 **	1,00 **	12,05 ns
Moyenne Vaa-P	3,58	12,76	2,76	11,35

[§] L : isolée de la luzerne; P : isolée de la pomme de terre.

[†] Les moyennes suivies par les mêmes lettres ne diffèrent pas significativement selon le test de LSD protégé à $P \leq 0,05$.

[∞] Résultats des contrastes entre les souches isolées de la luzerne (Vaa-L) et les souches isolées de la pomme de terre (Vaa-P).

** Significatif à $P \leq 0,01$; ns : non significatif.

Les plantes du cv. Superior inocu-
lées avec les souches Vaa-P série 2 ont
montré un flétrissement très marqué
des feuilles avec un indice moyen de
4,35 (tableau 5). Enfin, les rendements
moyens en tubercules des plantes
inoculées avec les souches Vaa-P ($x =$
25,56 g) et Vaa-L ($x = 73,68$ g) étaient
significativement différents ($P \leq 0,01$)
(tableau 5).

Toutes les souches Vaa-P ont provo-
qué un flétrissement des feuilles chez
les plantes inoculées du cv. Atlantic
(tableau 5). À l'opposé, les souches Vaa-
L n'ont pas causé la verticilliose chez ce
cultivar de pomme de terre. Enfin, les
rendements moyens en tubercules des
plantes inoculées avec les souches Vaa-
P ($x = 23,79$ g) et Vaa-L ($x = 42,43$ g)
étaient significativement différents
($P \leq 0,01$).

Croissance des souches de Vaa à différentes températures

Après 10 j d'incubation à 5, 10 et 15°C,
la croissance radiale moyenne des sou-
ches Vaa-L était respectivement de 1,1,
6,6 et 9,6 mm (fig. 1). À ces mêmes
températures, la croissance radiale
moyenne était respectivement de 1,4,
7,0 et 11,1 mm pour les souches Vaa-
P. Les contrastes orthogonaux montrent
qu'à 5, 10 et 15°C, la croissance radiale
des souches Vaa-P était supérieure ($P \leq$
0,05) à celle des souches Vaa-L.

La température optimale de croissan-
ce était 20°C pour les souches Vaa-P.
Pour les souches Vaa-L, les tempéra-
tures optimales étaient 20, 22 et 25°C (fig.
1). À 20°C, les souches Vaa-P avaient un
rayon supérieur ($P \leq 0,05$) à celui des
souches Vaa-L. Par ailleurs, il n'y avait
pas de différence significative de crois-
sance radiale entre ces groupes à 22°C.
À 25 et 27°C, sur la base des contrastes
orthogonaux, les souches de Vaa-L
présentaient cette fois une croissance
moyenne supérieure ($P \leq 0,05$) à celle
des souches Vaa-P. Il n'y a pas eu de
croissance à 30°C pour l'ensemble des
souches de Vaa (fig. 1).

Cependant, toutes les souches Vaa-L
exposées à 30°C ont produit du mycé-
lium après repiquage sur du PDA et
incubation à 22°C durant 12 j. À l'op-
posé, la température de 30°C était

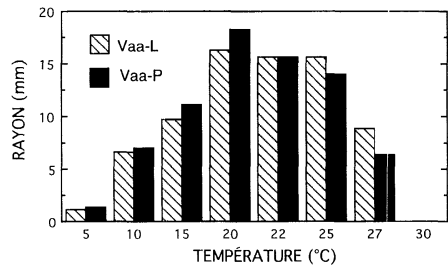


Figure 1. Effet moyen de la température sur
la croissance radiale des colonies de 35
souches de *Verticillium albo-atrum*.

létale pour 11 des 15 souches Vaa-P;
4 souches seulement ont poussé lors-
que repiquées à 22°C.

Croissance mycélienne des souches de Vaa sur le milieu de Fries

La masse sèche du mycélium sur le
milieu de Fries est généralement plus
élevée avec les 15 souches Vaa-P qu'avec
les 20 souches Vaa-L (fig. 2). La souche
Vaa-P 470 a eu la masse de mycélium
lyophilisé la plus élevée (1714 mg). Cette
masse était de 1020 mg avec la souche
Vaa-L 448. Les contrastes orthogonaux
montrent que la masse moyenne de
825 mg des souches Vaa-P était signi-
ficativement supérieure ($P \leq 0,05$) aux
232 mg des souches Vaa-L.

Effet du chlorate de potassium sur la croissance radiale des souches de Vaa

En général, l'inhibition de la croissan-
ce par le chlorate de potassium était plus
marquée chez les souches Vaa-P que
chez les souches Vaa-L (fig. 3). Pour les
souches Vaa-P, l'inhibition maximale a
été de 59% (souche 472). Avec les sou-
ches Vaa-L, cette valeur était de 49%
(souche 433). Par les contrastes ortho-
gonaux, les souches Vaa-P montrent
une inhibition de croissance moyenne
de 40%, supérieure ($P \leq 0,05$) à celle de
20% obtenue avec les souches Vaa-L.

DISCUSSION

L'objectif de cette recherche était de
démontrer la spécificité pathologique
et physiologique de souches nord-amé-
ricaines du *V. albo-atrum* isolées de la

Tableau 5. Pouvoir pathogène des souches Vaa-L et Vaa-P envers deux cultivars de pomme de terre (série 2)

Souche	Superior		Atlantic	
	Indice de flétrissement des feuilles (1 - 5)	Rendement en tubercules (g)	Indice de flétrissement des feuilles (1 - 5)	Rendement en tubercules (g)
441 P [§]	4,90 a [†]	18,32 d	3,80 ab	10,07 hi
480 P	4,80 a	33,48 d	3,20 cd	36,92 c-g
487 P	4,70 a	30,75 d	3,60 bc	28,90 d-g
485 P	4,70 a	25,48 d	3,40 bc	31,90 c-g
482 P	4,50 a	29,74 d	3,40 bc	27,94 d-g
542 P	4,40 a	12,39 e	4,20 a	9,69 i
479 P	3,70 b	30,91 d	2,70 de	23,78 f-i
481 P	3,10 c	23,43 d	2,30 e	21,15 g-i
443 L	1,00 d	85,88 a	1,00 f	56,07 ab
447 L	1,00 d	57,07 c	1,00 f	24,20 f-i
448 L	1,00 d	67,55 bc	1,00 f	42,77 a-e
228 L	1,00 d	77,87 ab	1,00 f	35,04 c-g
435 L	1,00 d	75,68 ab	1,00 f	45,20 a-e
445 L	1,00 d	73,69 a-c	1,00 f	40,11 b-f
433 L	1,00 d	78,77 ab	1,00 f	50,06 ab
410 L	1,00 d	74,97 ab	1,00 f	46,35 a-d
282 L	1,00 d	70,83 a-c	1,00 f	37,21 c-g
450 L	1,00 d	74,52 a-c	1,00 f	47,25 a-c
Témoins	1,00 d	84,05 ab	1,00 f	60,66 a
p.p.d.s. ($P \leq 0,05$)	0,51	18,05	0,51	18,05
Moyenne Vaa-L [∞]	1,00 **	73,68 **	1,00 **	42,43 **
Moyenne Vaa-P	4,35	25,56	3,32	23,79

[§] L : isolée de la luzerne; P : isolée de la pomme de terre.

[†] Les moyennes suivies par les mêmes lettres ne diffèrent pas significativement selon le test de LSD protégé à $P \leq 0,05$.

[∞] Résultats des contrastes entre les souches isolées de la luzerne (Vaa-L) et les souches isolées de la pomme de terre (Vaa-P).

** Significatif à $P \leq 0,01$.

luzerne et de la pomme de terre. Par ces résultats, deux groupes de souches de Vaa se distinguent sur la base de leur pouvoir pathogène et de leur croissance radiale dans des conditions de milieu et de température définies. D'une part, lorsque inoculées chez la luzerne, les souches Vaa-L sont plus virulentes que les souches Vaa-P. D'autre part, seules les souches Vaa-P ont entraîné

le flétrissement de la pomme de terre. Aucune souche Vaa-L n'a produit de symptômes de verticilliose chez la pomme de terre, pas même chez le cv. Superior pourtant très sensible à la verticilliose selon Platt (1986).

Que ce soit chez la luzerne ou chez la pomme de terre, l'indice de flétrissement des feuilles a permis de distin-

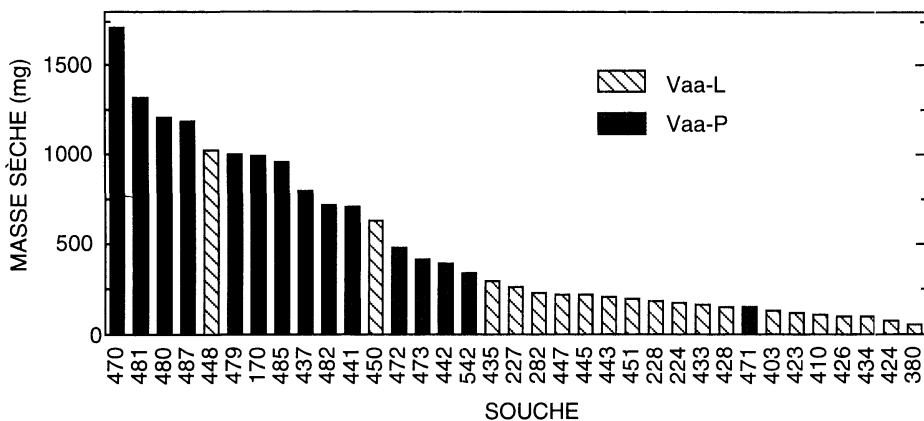


Figure 2. Réponse de la croissance du mycélium de 35 souches de *Verticillium albo-atrum* inoculées sur le milieu de Fries.

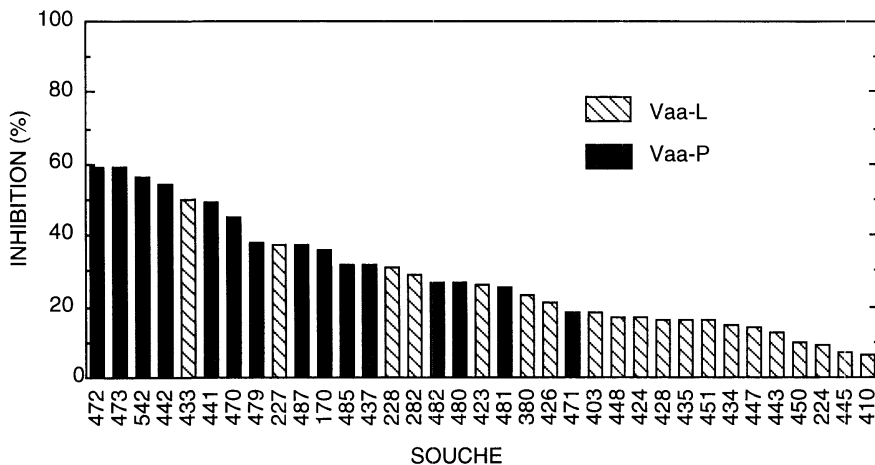


Figure 3. Effet du chlorate de potassium sur l'inhibition de la croissance radiale de 35 souches de *Verticillium albo-atrum* inoculées dans le milieu de Puhalla.

guer les groupes Vaa-L et Vaa-P. Ces résultats corroborent ceux de Correll *et al.* (1988) à l'effet que la verticilliose est plus grave chez la luzerne inoculée avec des souches de Vaa-L qu'avec d'autres souches. Par ailleurs, nos résultats se distinguent de ceux de quelques études. Ainsi, Heale et Isaac (1963) ont rapporté que leurs souches Vaa-P ne pouvaient pas causer la verticilliose chez la luzerne. Or, dans nos travaux, quelques souches issues de la pomme de terre ont provoqué un flétrissement des feuilles et un brunissement des racines

significatifs chez la luzerne cv. Saranac (sensible) par rapport aux plantes-témoins. Autre divergence, Isaac et Lloyd (1959) ont obtenu 88% de plantes infectées lorsque la pomme de terre est inoculée avec des souches Vaa-L. Dans nos expériences, toutes les souches Vaa-L ont été avirulentes chez les deux cultivars de pomme de terre. À cet égard, nos résultats corroborent les observations de Christen et French (1982) qui n'ont pas pu reproduire la verticilliose chez la pomme de terre inoculée avec des souches Vaa-L.

Avec la luzerne, la biomasse sèche aérienne n'a pas permis la discrimination des souches Vaa-L et Vaa-P, en particulier avec le cv. Oneida VR (résistant). Chez le cv. Saranac (sensible), seulement 6 souches sur 10 de Vaa-L de la série 1 ont réduit significativement le rendement par rapport aux plantes-témoins non inoculées. Dans la série 2 (tableau 3), 2 souches sur 10 de Vaa-L et 5 souches sur 8 de Vaa-P inoculées chez le cv. Saranac ont entraîné un rendement supérieur ($P \leq 0,05$) aux plantes-témoins.

À l'opposé, chez la pomme de terre cv. Superior, le rendement en tubercules est discriminant. Toutes les souches Vaa-P virulentes réduisent ($P \leq 0,05$) le rendement par rapport au témoin et par rapport à toutes les souches Vaa-L de la série 2 (tableau 5). Par contre, chez le cv. Atlantic (résistant), surtout dans la série 1, le rendement ne permet de distinguer ni les souches Vaa-L, ni les souches Vaa-P des plantes-témoins non inoculées.

Chez la pomme de terre, avec les souches de la série 1 inoculées en été, les températures diurnes de la serre de 24-30°C ont réduit les rendements dans tous les traitements (maximum de 18,07 g pot⁻¹). Cette température a probablement masqué l'effet des souches Vaa-P chez le cv. Atlantic. Par contre, chez les plantes inoculées avec les souches de la série 2 en hiver où les températures diurnes étaient de 18-22°C, le rendement maximum en tubercules était de 85,88 g pot⁻¹. Le rendement moyen chez les plantes inoculées avec les souches Vaa-P était plus faible qu'avec les souches Vaa-L ou des plantes-témoins. Dans la série 2, la baisse du rendement par rapport aux plantes-témoins chez le cultivar Superior atteignait 70% avec les souches Vaa-P, et seulement 12% avec les souches Vaa-L.

Chez la luzerne, la souche Vaa-L 448, virulente dans les travaux de Correll *et al.* (1988), était pratiquement avirulente chez les cv. Saranac et Oneida VR dans nos expériences. Aussi, la souche Vaa-P 437, obtenue de l'Île-du-Prince-Édouard était totalement avirulente envers la pomme de terre.

La température optimale de croissance des souches Vaa-P est de 20°C sur du PDA, alors que cet optimum est partagé entre 20, 22 et 25°C pour les souches Vaa-L. Cette gamme de températures optimales des souches Vaa-L rejoint les observations de Christen et French (1982). Sur du PDA, aucune des souche Vaa n'a poussé à 30°C. À l'opposé des souches Vaa-P, toutes les souches Vaa-L ont repris leur croissance lorsque répiquées à 22°C. Ce résultat corrobore les observations de Gondran (1984) qui rapporte une croissance des souches Vaa-L ensemencées sur une gélose à la pomme de terre et au saccharose et incubées à 30°C. Par ailleurs, Christen et Peaden (1981) ont isolé, d'une luzerne infectée par le Vaa, l'agent pathogène dans certains échantillons incubés à 33°C et non à 35°C. Ainsi, la température de 30°C n'est pas létale pour les souches Vaa-L, mais le serait pour la plupart des souches Vaa-P.

La culture des souches Vaa-L et Vaa-P sur le milieu de Fries et sur le milieu à base de chlorate de potassium a donné des résultats opposés. D'une part, sur le milieu de Fries, la masse moyenne du mycélium lyophilisé des souches Vaa-P (825 mg) est nettement supérieure à la moyenne des souches Vaa-L (232 mg). Nous supposons que, dans ce milieu, les souches Vaa-L ont sécrété des métabolites auto-inhibiteurs. D'autre part, l'inhibition de la croissance sur le milieu amendé au chlorate de potassium a été significativement plus marquée avec les souches Vaa-P qu'avec les souches Vaa-L.

Dans notre étude, la moins grande inhibition de croissance de la plupart des souches Vaa-L pourrait s'expliquer par l'inhibition de la biosynthèse de la nitrate réductase ou par son mauvais fonctionnement. Cette enzyme réduit le chlorate de potassium en chlorite de potassium, un produit toxique pour les champignons (Cove 1976). Néanmoins, la réduction du chlorate de potassium en chlorite de potassium ne serait pas suffisante pour qu'un champignon soit tué, comme en fait foi le cas de l'*Aspergillus nidulans* (Cove 1976). Quoique le chlorate de potassium puisse produire des mutations chez le Vaa (Correll *et al.*

1988), aucun changement morphologique ne s'est produit avec nos souches. Cependant, les souches Vaa-P ont présenté un niveau moyen d'inhibition plus accentué, soit 40% contre 20% chez les souches Vaa-L.

Cette étude met en évidence que les souches Vaa-L et Vaa-P, agents pathogènes de la verticilliose de la luzerne et de la pomme de terre, forment deux groupes distincts par leur virulence. Le groupe luzerne est spécifique à cette plante alors que le groupe pomme de terre est plus virulent chez la pomme de terre que chez la luzerne. Sur du PDA, la plupart des souches Vaa-P sont tuées à 30°C. De plus, avec le milieu de Fries, nous avons obtenu une différence nette de croissance entre les souches Vaa-L et les souches Vaa-P. Ces différences significatives entre les souches Vaa-L et Vaa-P sont aussi corroborées par les résultats obtenus au niveau génétique par la technique d'ADN polymorphe amplifié au hasard (RAPD) (Barasubiye *et al.*, résultats non publiés).

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient M. Jean-Guy Martin pour sa participation à l'exécution des travaux, ainsi que M. Gilbert Banville qui nous a fourni la semence de pomme de terre. Nous tenons aussi à remercier tous les chercheurs qui nous ont fourni des souches de *V. albo-atrum* et le Programme Canadien des bourses de la Francophonie qui a accordé une bourse à T. Barasubiye.

RÉFÉRENCES

- Aubé, C. et W.E. Sackston. 1964.** Verticillium wilt of forage legumes in Canada. *Can. J. Plant Sci.* 44: 427-432.
- Ayers, G.W. et R.R. Hurst. 1939.** Verticillium wilt of potatoes in Prince Edward Island. *Sci. Agric.* 19: 722-735.
- Berkeley, G.H., G.O. Madden et R.S. Willison. 1931.** Verticillium wilts in Ontario. *Sci. Agric.* 11: 739-759.
- Christen, A.A. et R.C. French. 1982.** Growth and pathogenicity of alfalfa strain of *Verticillium albo-atrum*. *Plant Dis.* 66: 416-418.
- Christen, A.A. et R.N. Peaden. 1981.** Verticillium wilt in alfalfa. *Plant Dis.* 65: 319-321.
- Christen, A.A., R.N. Peaden, G.P. Harris et J.B. Heale. 1983.** Virulence of North American and European isolates of *Verticillium albo-atrum* on alfalfa cultivars. *Phytopathology* 73: 1051-1054.
- Correll, J.C., T.R. Gordon et A.H. McCain. 1988.** Vegetative compatibility and pathogenicity of *Verticillium albo-atrum*. *Phytopathology* 78: 1017-1021.
- Corsini, D.L., J.R. Davis et J.J. Pavek. 1985.** Stability of resistance of potato to strains of *Verticillium dahliae* from different vegetative compatibility groups. *Plant Dis.* 69: 980-982.
- Cove, D.J. 1976.** Chlorate toxicity in *Aspergillus nidulans* studies of mutants altered in nitrate assimilation. *Mol. Gen. Genet.* 146: 147-159.
- Dhingra, O.D. et J.B. Sinclair. 1985.** Basic plant pathology methods. CRC Press Inc., Boca Raton, Floride. 355 pp.
- Flood, J., I. Isaac et J.M. Milton. 1978.** Reactions of some cultivars of lucerne to various isolates of *Verticillium albo-atrum*. *Plant Pathol.* 27: 166-169.
- Gagné, S. et C. Richard. 1982.** La verticilliose de la luzerne en Amérique du Nord. *Can. J. Plant Pathol.* 4: 47-53.
- Gondran, J. 1984.** La verticilliose de la luzerne : Détermination de l'agent causal, biologie du parasite, répartition géographique, dégâts et méthodes de lutte. Thèse de Docteur-ingénieur. Université de Poitiers, France. 156 pp.
- Gordon, T.R., J.C. Correll, D.G. Gilchrist et A.N. Martensen. 1989.** Verticillium wilt of alfalfa in California. *Plant Dis.* 73: 18-20.
- Gossen, B.D. et G.D. Jespersen. 1990.** Verticillium wilt of irrigated alfalfa in Saskatchewan, 1987-89. *Can. Plant Dis. Surv.* 70: 129-131.
- Graham, J.H., R.N. Peaden et D.W. Evans. 1977.** Verticillium wilt of alfalfa found in the United States. *Plant Dis. Rep.* 61: 337-340.
- Heale, J.B. et I. Isaac. 1963.** Wilt of lucerne caused by species of *Verticillium*. IV. Pathogenicity of *V. albo-atrum* and *V. dahliae* to lucerne and other crops; spread and survival of *V. albo-atrum* in soil and in weeds; effect upon lucerne production. *Ann. Appl. Biol.* 52: 439-451.
- Isaac, I. et A.T.E. Lloyd. 1959.** Wilt of lucerne caused by species of *Verticillium*. II. Seasonal cycle disease; range of pathogenicity; host-parasite relations; effects of seed dressings. *Ann. Appl. Biol.* 47: 673-684.

- Kreitlow, K.W. 1962.** Verticillium wilt of alfalfa. A destructive disease of Britain and Europe not yet observed in the United States. U.S. Dep. Agric. Agric. Res. Serv. ARS 34-20. 15 pp.
- Martin, R.A. et P. Boswall. 1989.** First occurrence report of Verticillium wilt of alfalfa on Prince Edward Island. Can. Plant Dis. Surv. 69: 51.
- McKeen, C.D. et H.J. Thorpe. 1981.** Verticillium wilt of potato in southwestern Ontario and survival of *Verticillium albo-atrum* and *V. dahliae* in field soil. Can. J. Plant Pathol. 3: 40-46.
- Nachmias, A. et J. Krikun. 1985.** Verticillium wilt of potato in Israel. Am. Potato J. 62: 201-205.
- Nicholls, H., C. Richard et J.-G. Martin. 1987.** Verticillium wilt of alfalfa in Quebec. Can. Plant Dis. Surv. 67: 17-21.
- Platt, H.W. 1986.** Varietal response and crop loss due to Verticillium wilt of potato caused by *V. albo-atrum*. Phytoprotection 67: 123-127.
- Platt, H.W. et J.B. Sanderson. 1987.** Comparison of inoculation methods for field studies on varietal response to verticillium wilt of potatoes. Am. Potato J. 64: 87-92.
- Puhalla, J.E. 1985.** Classification of strains of *Fusarium oxysporum* on the basis of vegetative compatibility. Can. J. Bot. 63: 179-183.
- SAS Institute Inc. 1990.** SAS/STAT User's guide: version 6.0, 4th Ed. SAS Institute Inc. Cary, Caroline du Nord. 943 pp.
- Steel, R.G.D. et J.M. Torrie. 1980.** Principles and procedures of statistics : a biometrical approach. 2^e édition, McGraw Hill Book Co., New York. 633 pp.