

Manuscrit reçu le 25 mars 2009 et accepté le 14 février 2012

Effet de la salinité sur la sensibilité de la tomate à la verticilliose

Effect of salinity on the sensitivity of tomato to *Verticillium* wilt

BOUKHARTA Nouredine, ENNAFFAH Btissam, OUAZZANI TOUHAMI Amina,
BENKIRANE Rachid et DOUIRA Allal.

Laboratoire de Botanique et de Protection des Plantes, Université Ibn Tofail,
Faculté des Sciences, Kénitra, Maroc.

Résumé

La salinité provoque une sensibilité de la tomate vis-à-vis de *Verticillium dahliae*. En effet, plus le milieu de culture est salin plus l'attaque due à l'isolat non pathogène et pathogène est élevée vis-à-vis de la tomate. La sensibilité de l'hybride résistant à l'isolat non pathogène 1-2 est plus importante en cours de culture. De même, la prédisposition des plantules au sel au stade pépinière a une influence sur l'augmentation de cette sensibilité.

La sensibilité de la tomate vis-à-vis de l'isolat non pathogène se traduit par la progression du parasite vers les niveaux supérieurs des plantes et par l'extériorisation des symptômes à savoir des rabougrissements importants (I.R passent de 4% à 87,5%) et des altérations foliaires intenses (I.F passent de 0,25 à 4).

Mots clés : Tomate, *Verticillium dahliae*, salinité, prédisposition, sensibilité.

Abstract

The salinity causes a sensitivity of tomato to *Verticillium dahliae*. Indeed, the more salt in the growing medium the higher are the attacks by the non-pathogenic and high pathogenic isolates against the tomato. The sensitivity of the resistant hybrid to a non-pathogenic isolate 1-2 is more important during the culture. Similarly, the susceptibility of seedlings to salt in nursery has an influence on the increased sensitivity.

The sensitivity of tomato toward the non-pathogenic isolate results in the growth of the parasite on the higher levels of the plants and in significant stunting (I.R varies from 4% to 87,5%) and intense leaf alterations (I.F goes from 0,25 to 4).

Keywords: Tomato, *Verticillium dahliae*, salinity, predisposition, sensitivity.

Introduction

Au Maroc, la culture de la tomate occupe une place très importante dans le contexte socio-économique national. En effet, la culture en serre occupe une superficie de près de 4.900 ha et une production de plus de 800.000 tonnes (MDRPM, 2008), dont plus de la moitié est exportée essentiellement vers les pays de l'Union Européenne (Hormatallah *et al.*, 2010).

Cependant, malgré l'utilisation de variétés résistantes, la culture de tomate sous serres demeure sujette à des attaques de maladies cryptogamiques, bactériennes et de ravageurs qui entraînent parfois des dégâts très importants (Chibane, 1999). Parmi les maladies fongiques, la verticilliose, causée par *Verticillium dahliae* Kleb., cause des dégâts importants sur les cultures de la tomate, surtout le long de la côte atlantique marocaine où les sols sont sujets à l'action d'embruns et les eaux d'irrigation contiennent un niveau significatif de chlorure de sodium (Besri et Afailal, 1993). Une augmentation de l'incidence de la maladie a été corrélée avec l'augmentation de la salinité (Besri, 1991). Celle-ci stimule la croissance de *Verticillium dahliae* et augmente ses capacités cellulolytiques et pectinolytiques (Regragui *et al.*, 2003). Ainsi, la colonisation des tissus par le parasite est rendue plus aisée par la production de ces enzymes de dégradation des parois cellulaires de l'hôte (Cooper *et al.*, 1978 ; Durands et Cooper, 1988).

La présente étude vise premièrement à déterminer l'influence de la salinité sur la sensibilité de la tomate vis-à-vis du *Verticillium dahliae*, en particulier envers l'isolat 1-2 qui montre un pouvoir pathogène nul vis-à-vis d'un grand nombre de variétés et d'hybrides de tomate, et deuxièmement de montrer, si la salinité du sol et des eaux d'irrigation a une influence sur le développement de la verticilliose. L'application du sel est réalisée durant et après l'inoculation des plantes.

Matériel et méthodes

Deux isolats de *Verticillium dahliae* ont été utilisés. L'isolat V4 a été obtenu, en 2003, à partir d'une tige de tomate atteinte de verticilliose, dans la région de Kénitra (localité Hancha). Il est pathogène vis-à-vis de plusieurs variétés et hybrides de tomate (Douira, 2003). L'isolat 1-2 a été isolé en 1995 à partir d'un pied de tomate dans la région de Méknès (Douira *et al.*, 1995). Il est non pathogène vis-à-vis des variétés et hybrides de tomate cultivés au Maroc (Douira, 2003).

Pour isoler le *V. dahliae* des plantes malades, des coupes minces à partir des racines et des tiges infectées sont déposées dans l'alcool à 95 °C pendant 2 mn, rincées plusieurs fois à l'eau distillée stérile, séchées rapidement sur un papier absorbant stérile puis déposées sur milieu gélosé (20 g de gélose/l eau distillée) (Douira et Lahlou, 1989). Les colonies de *V. dahliae* commencent à se développer après 7 jours d'incubation des boîtes à 22 °C. Des repiquages successifs sur milieu PDA (Potato Dextrose Agar), et des observations microscopiques permettent d'obtenir des cultures pures de *V. dahliae*.

Le cultivar de tomate utilisé dans ce travail est l'hybride F209 très sensible à l'isolat V4 et très résistant à l'isolat 1-2.

Dix pépinières (bacs en plastique remplis de substrat de culture) sont préparées et

arrosées régulièrement avec des eaux ayant des salinités respectives de 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, et 20 g.l⁻¹ de NaCl, avec 6 types de substrats présentant différents niveaux de salinité (0, 2, 4, 6, 8, 10 g de NaCl.kg⁻¹ de substrats) sont préparés.

La suspension de spores est recueillie dans l'eau distillée avec trois concentrations en chlorure de sodium (0, 2 et 4 g.l⁻¹ de NaCl). La concentration en chlorure de sodium des eaux d'arrosage utilisée dans cet essai est fixée à 2 g.l⁻¹ (conditions des eaux d'irrigation du littoral atlantique marocain).

Pour l'estimation de l'indice de la maladie, le champignon est recherché dans les vaisseaux conducteurs des plantes 5 semaines après l'inoculation. La réduction de la taille de l'épicotyle des plantes inoculées par rapport au témoin est estimée par l'indice de rabougrissement (I.R) (Douira et Lahlou, 1989), 40 jours après inoculation des plantes.

L'expression des symptômes foliaires est estimée par un indice foliaire en utilisant une échelle arbitraire (Douira et Lahlou, 1989) établie comme suit : feuilles d'apparence saine : 0 ; feuilles cotylédonaire : flétrissement ou jaunissement : 1 ; chute : 2 ; feuille vraie : flétrissement ou jaunissement : 3 ; nécrose : 4 ; chute : 5. La somme des notes rapportée au nombre de feuilles constitue l'indice d'altération foliaire (I.F). Un indice moyen est ensuite calculé pour chaque lot de plantes.

Résultats

La comparaison des indices de rabougrissement des plantes de tomate inoculées montre que l'effet de l'isolat 1-2 est fonction de la concentration en sel du substrat et des eaux d'arrosage. En effet, après 5 semaines de développement, les I.R sont de l'ordre de 4% pour les plantes inoculées et non traitées (Figure 1B) et de 22,2% et 66% respectivement pour les plantes traitées et non inoculées (T/4-2) et pour celles traitées et inoculées (1-2/4-2) (Figure 1A et 1B). De même, l'indice de rabougrissement induit pour l'isolat V4 passe de 73% pour les plantes inoculées (V4/0-0) à 87,5% pour celles traitées et inoculées (V4/4-2) (Figure 1C).

Parallèlement, l'aptitude de l'isolat 1-2 à altérer le feuillage de la tomate va en augmentant avec l'accroissement de la concentration saline du milieu de culture de la tomate. Ainsi, aux traitements T/2-2 et T/4-2, l'isolat 1-2 s'est montré pathogène sur tomate et induit respectivement des I.F de l'ordre de 1,3 et 1,82 (Figure 2B). Par contre, pour les mêmes traitements, les plantes témoins montrent respectivement des I.F de l'ordre de 0,44 et 0,53 (Figure 2A). De même, les plantes inoculées et non traitées présentent un I.F de l'ordre 0,31 (Figure 2B).

Le pouvoir pathogène de l'isolat V4 varie également avec le traitement utilisé. Il augmente avec l'accroissement du taux de sel du substrat et des eaux d'arrosage. En effet, l'I.F passe de 2,3 pour les plantes inoculées et non traitées à 3,3 et 4 pour les plantes inoculées et traitées (V4/2-2 et V4/4-2) (Figure 2C).

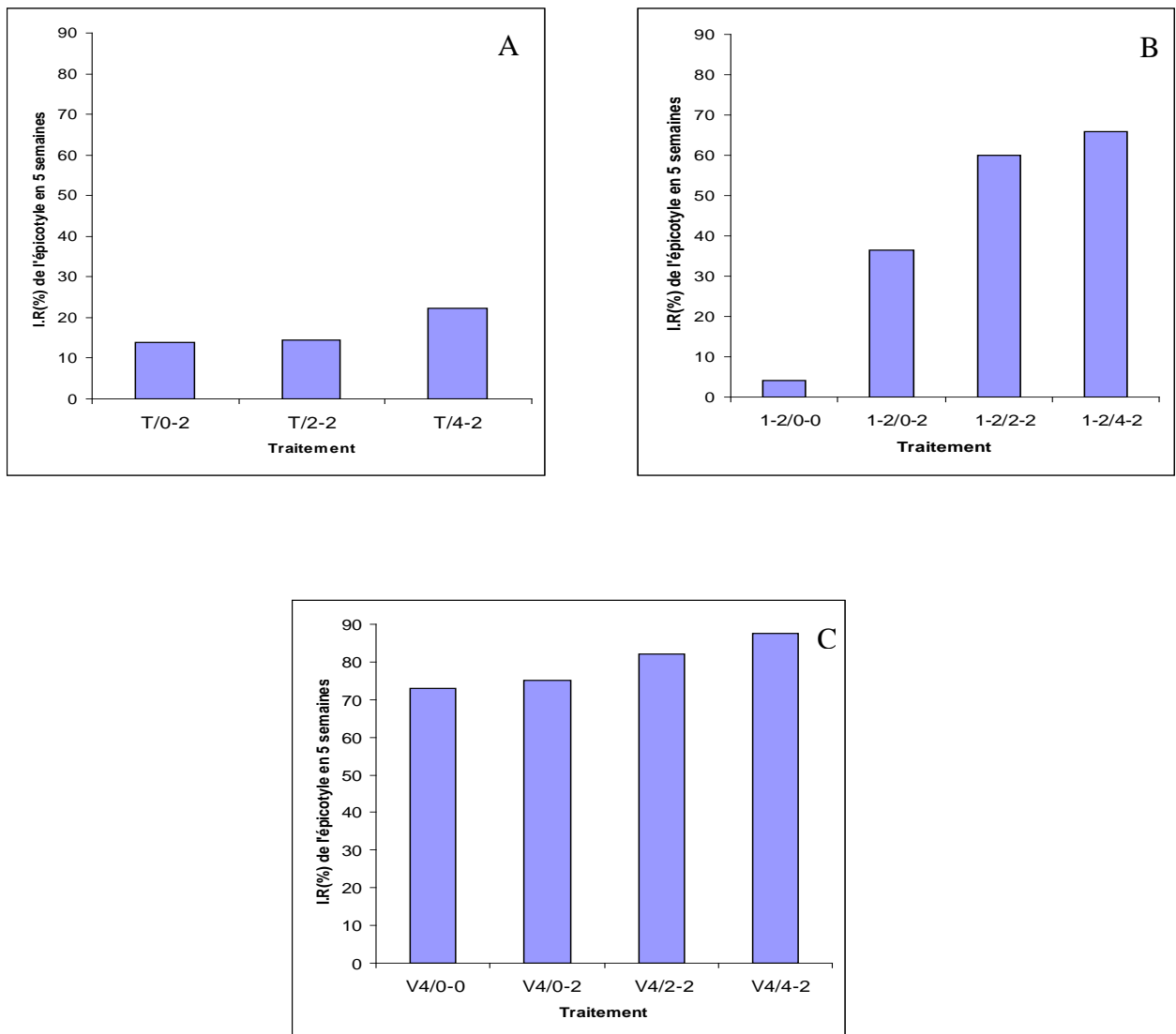


Figure 1 : Indices de rabougrissement des plantes de tomate non inoculées (A), inoculées par l'isolat 1-2 (B), par l'isolat V4 (C) et traitées par le NaCl.

T/0-2 :0 : quantité de NaCl contenue dans le substrat
2 : quantité de NaCl contenue dans l'eau d'arrosage.
1-2 ou V4/0-0 : Plantes de tomate inoculées par l'isolat 1-2 ou V4
0 : quantité de NaCl contenue dans le substrat
0 : quantité de NaCl contenue dans l'eau d'arrosage.

Parallèlement, l'aptitude de l'isolat 1-2 à altérer le feuillage de la tomate va en augmentant avec l'accroissement de la concentration saline du milieu de culture de la tomate. Ainsi, aux traitements T/2-2 et T/4-2, l'isolat 1-2 s'est montré pathogène sur tomate et induit respectivement des I.F de l'ordre de 1,3 et 1, 82 (Figure 2B). Par contre, pour les mêmes

traitements, les plantes témoins montrent respectivement des I.F de l'ordre de 0,44 et 0,53 (Figure 2A). De même, les plantes inoculées et non traitées présentent un I.F de l'ordre 0,31 (Figure 2B).

Le pouvoir pathogène de l'isolat V4 varie également avec le traitement utilisé. Il augmente avec l'accroissement du taux de sel du substrat et des eaux d'arrosage. En effet, l'I.F passe de 2,3 pour les plantes inoculées et non traitées à 3,3 et 4 pour les plantes inoculées et traitées (V4/2-2 et V4/4-2) (Figure 2C).

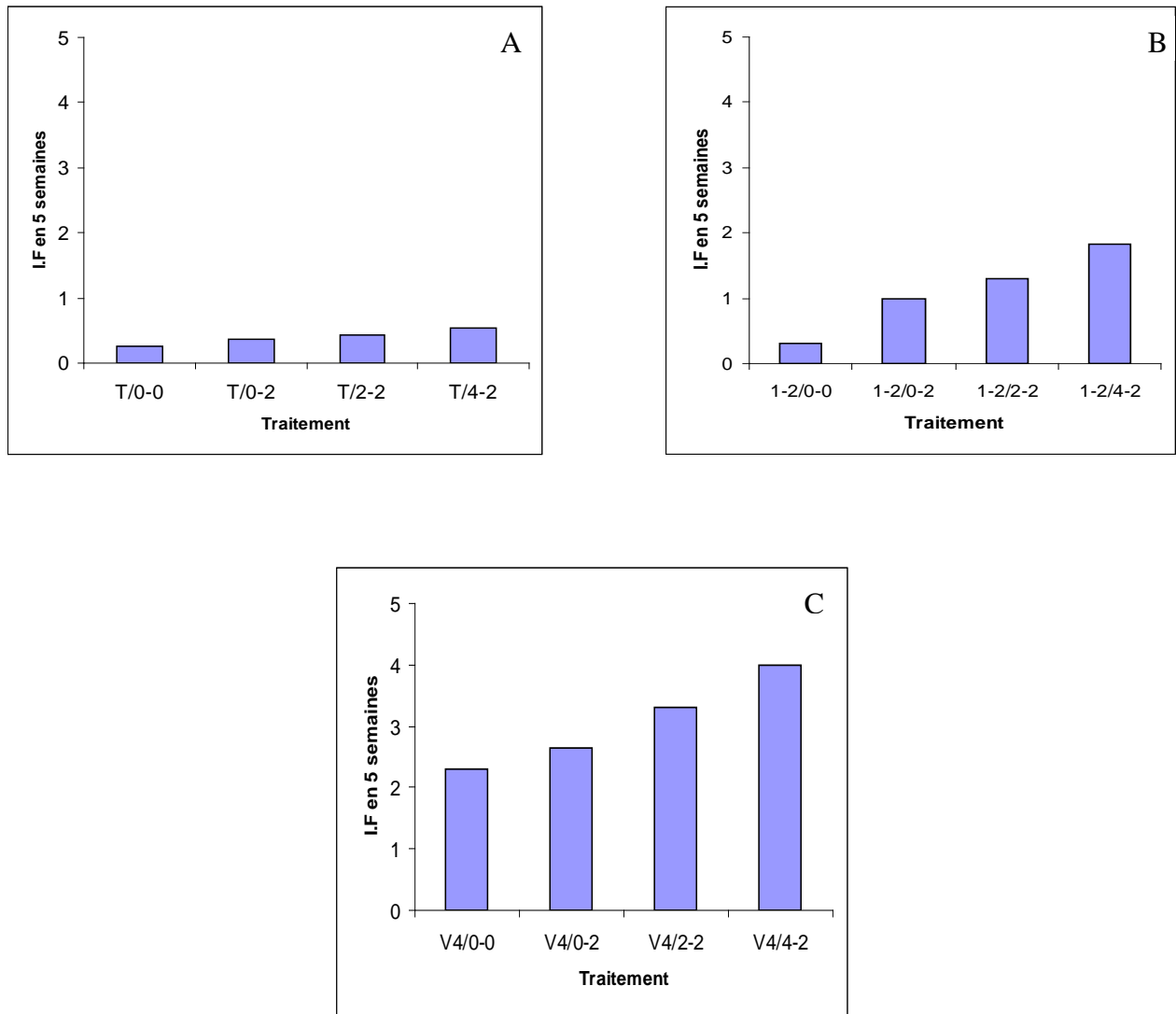


Figure 2 : Indices foliaires des plantes de tomates non inoculées (A), inoculées par l'isolat 1-2 (B), par l'isolat V4 (C) et traitées par le NaCl.

Discussion et conclusion

Les irrigations répétées ont entraîné une accumulation des sels dans le substrat. En conditions du laboratoire, cette accumulation est normale puisque ces sels ne sont pas lessivés. Mais, dans la nature une grande partie des sels accumulés pendant la culture est lessivée par les précipitations hivernales et printanières.

Bien que, la tomate soit considérée comme une plante qui supporte bien les eaux chargées en sel (El Aissami et Lahlou, 1999 ; Ben Salah *et al.*, 2008), la salinité a un effet indirect entraînant une forte sensibilité de cette espèce végétale à la verticilliose. En effet, les résultats obtenus montrent que plus le milieu de culture est salin, plus l'attaque due à l'isolat non pathogène et pathogène est élevée vis-à-vis de la tomate. Cette sensibilité de l'hybride F209 résistant à l'isolat 1-2 est plus importante en cours de culture. De même, la prédisposition des plantules au sel au stade pépinière a une influence sur l'augmentation de cette sensibilité.

La salinité des sols constitue un problème majeur dans les zones où les cultures irriguées sont pratiquées. Dans l'objectif de lutter efficacement contre la verticilliose par un moyen non polluant et sans inconvénients pour l'environnement, la bioprotection des tomates contre la verticilliose a été tentée en conditions salines de culture, plusieurs antagonistes ont été testées *in vitro* (*Penicillium* sp., *Talaromyces flavus*, *Trichoderma harzianum*, *Fusarium oxysporum* non pathogène et *Bacillus* sp.), mais seule *T. harzianum* s'est montré efficace contre *Verticillium dahliae* en milieu salin. L'efficacité de cette espèce antagoniste dépend des facteurs de l'environnement, de la salinité du milieu et aussi du couple hôte-pathogène (Regragui, 2005), ce qui ouvre des voies de recherche intéressantes.

Références

Ben Salah I., Ben Ahmed H. et Zid E., 2008. Croissance et nutrition minérale de la tomate cultivée (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sous stress salin. Revue des régions arides, 21, (2), 550-558.

Besri M., 1991. *Verticillium* wilt of tomato grown under plastic tunnel in Morocco. Acta Horticulturae, 287, 355-360. http://www.actahort.org/books/287/287_40.htm

Besri M. et Afailal A., 1993. Effect of water salt content on the development of *Verticillium* wilt on resistant tomato cultivars. Proceedings of 6th International Congress of Plant Pathology, July 28-August 6, Montréal, Canada.

Chibane A., 1999. Fiche technique, tomate sous serre. Transfert de Technologie en Agriculture. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Maroc, N°57/juin, 4pp.

Cooper R. M., Ranking B., and Wood R.K.S., 1978. Cell wall degrading enzymes of vascular wilt fungi. II. Properties and modes of actions of polysaccharidases of *Verticillium* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*. Physiological Plant Pathology, 13, 101-134.

Douira A. et Lahlou H., 1989. Variabilité de la spécificité parasitaire chez *Verticillium albo-atrum* Reinke et Berthold frome à microsclérotos. *Cryptogamie Mycologie*, 10, 19-32.

Douira A., 2003. Effet des rotations culturales sur l'agressivité de *Verticillium dahliae*. *Al Awamia.*, 107, 77-85

Douira A., Benkirane R., Ouazzani Touhami A., Okeke B., and El Haloui N.E., 1995. *Verticillium* wilt of pepper (*Capsicum annum*) in Morocco. *J. Phytopathology*, 143, 467-470.

Durrands P.K. and Cooper R.M., 1988. The role of pectinases in vascular wilt disease as determined by defined mutants of *Verticillium albo-atrum*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 32, 363 -371.

El Aissami A. et Lahlou H., 1999. Adaptation progressive à la luzerne d'un isolat de *Verticillium dahliae* originaire de la tomate. *Bulletin OEPP/EPPO*, 29 :191-195.

Hormatallah A., El Morsli M., Dermouni A., Salghi R. et Bazzi L., 2010. Gestion des pesticides et contrôle de leurs résidus en culture de tomate sous serre dans quelques exploitations de la région du Souss-Massa. *Proceedings du Septième Congrès de L'Association Marocaine de Protection de Plantes*, Mai 2010, Rabat, Maroc, pp. 271-279.

MADRPM, 2008. Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche Maritime, direction du conseil général du développement agricole. Document interne
<http://www.madrpm.gov.ma/>

Regragui A., Rahouti M. et Lahlou H., 2003. Effet du stress salin sur *Verticillium albo-atrum*: pathogénéicité et production d'enzymes cellulolytiques *in vitro*. *Cryptogamie Mycologie*, 24, (2), 167-174.

Regragui A., 2005. Contribution à l'étude de l'influence de la salinité sur le couple tomate-*Verticillium*: conséquences physiologiques et impact sur la bioprotection des tomates contre la verticilliose. Doctorat d'État, Université Mohammed V, Faculté des Sciences, Rabat, Maroc, 219 p.