

***Phytophthora nicotianae* var *parasitica* pathogène du piment en Tunisie**

MB Allagui ^{1*}, JT Marquina ², A Mlaiki ¹

¹ INRAT, laboratoire de cryptogamie, rue Hedi-Karray, 2080 Ariana, Tunisie

² INSPV, Crta La Coruna Km 7.5, 28040 Madrid, Espagne

(Reçu le 26 janvier 1995 ; accepté le 22 juin 1995)

Résumé — Une espèce de *Phytophthora* différente de *Phytophthora capsici*, extrêmement dommageable et fréquente sur piment en Tunisie est identifiée. Les symptômes se caractérisent par un brunissement des racines, du collet et un flétrissement rapide des plantes ou plantules atteintes. Ce pathogène sévit aussi bien sous abri-serre en hiver qu'en plein champ l'été. L'identification des souches du parasite fondée sur leurs caractéristiques morphologiques, biologiques, et l'inoculation artificielle de plants sains de piment, montrent que l'agent pathogène est *Phytophthora nicotianae* var *parasitica* sensu Stamps *et al* (1990), synonyme de *Phytophthora parasitica* sensu Tucker (1931). Une étude sur l'homothallisme, l'hétérothallisme et les 2 types sexuels de compatibilité génétique A1 et A2 chez les souches testées a été entreprise. Les variations morphologiques constatées au niveau des souches ainsi que la dénomination de cette espèce de *Phytophthora* sont discutées.

piment / *Phytophthora nicotianae* var *parasitica* / flétrissement / taxonomie

Summary — *Phytophthora nicotianae* var *parasitica* pathogen of the pepper in Tunisia. A *Phytophthora* species infecting pepper plants in Tunisia was identified. The symptom characteristics are collar and root rot leading to diseased plants or plantlets and rapid wilting. The pathogen attacks the plants in the greenhouse during winter as well as in the field during the summer. The identification of the parasite strain using morphological and biological behavior and artificial inoculation of healthy pepper plants showed that the species causing the disease is *Phytophthora nicotianae* var *parasitica* sensu Stamps *et al* (1990), which is synonymous with *Phytophthora parasitica* sensu Tucker (1931). The study of the homothallism, heterothallism and sexual genetic compatibility of the A1 and A2 types was undertaken. The morphological variations observed in the strains and the *Phytophthora* sp taxonomy are discussed.

pepper / *Phytophthora parasitica* / wilting / taxonomy

INTRODUCTION

La maladie du flétrissement du piment (*Capsicum annuum* L) sévit dans plusieurs régions tunisiennes (le cap Bon, le Sahel, la basse vallée de la Medjerba, la région de

Bizerte...). Elle se développe aussi bien en plein champ que sous abri-serre. Les plantes malades montrent un flétrissement général et rapide sans jaunissement. Le collet et les racines présentent un rétrécissement et un brunissement apparent bien délimité pouvant progresser vers la tige

* Correspondance et tirés à part

mais sans atteindre en général la ramification primaire. Le flétrissement est dû à la perturbation de la circulation de l'eau dans les vaisseaux désorganisés sous l'effet du parasite. Aux premiers stades de l'infection, de rares pourritures ont pu être observées sur les feuilles ou les fruits. Après le dépérissement, la masse foliaire et fructifère reste attachée à la plante pendant que les fruits immatures prennent une couleur rougeâtre.

Cette maladie a une incidence économique considérable. Le flétrissement se manifeste par le dessèchement des plantes jeunes ou en pleine production, ce qui représente, pour l'agriculteur, une chute de rendement importante allant jusqu'à la destruction totale au champ ou sous serre.

Il n'existe pas d'étude approfondie sur les causes de cette maladie. *A priori*, elle pourrait être attribuée à *Phytophthora capsici*, à *Verticillium dahliae* ou même à un excès d'eau qui entraîne l'asphyxie des racines (Palazon *et al*, 1977 ; Palazon et Palazon, 1989). Dans son inventaire sur les maladies des cultures maraîchères en Tunisie, Davet (1967) a décrit les symptômes de cette maladie observée sur piment à Nabeul en signalant qu'un *Phytophthora* sp est incriminé. Plus tard, dans un document interne à l'INRAT, Mahjoub (1979) a cité, sans décrire la méthode d'isolement ou d'identification, *Phytophthora capsici* comme étant l'agent infectieux du piment en Tunisie, produisant au collet des plantes des pourritures molles descendant vers les racines. D'autre part, Moens et Ben

Aïcha (1982) ont utilisé, pour tester l'efficacité de plusieurs fongicides anti-mildiou, de la terre venant de parcelles portant des plants de piment flétris, en considérant, sans aucune justification taxonomique apparente, que le pathogène à l'origine de ce flétrissement était *Phytophthora capsici*. Les services de vulgarisation du ministère de l'Agriculture (1976) considèrent encore que les symptômes de brunissement racinaire et de flétrissement des plantes de piment sont produits par *P capsici*.

Les éléments rassemblés dans notre étude montrent qu'il ne s'agit pas de *P capsici*, parasite connu depuis longtemps sur piment (Léon, 1922), mais plutôt d'une autre espèce de *Phytophthora* non décrite auparavant comme pathogène sur le piment mais cependant présente à grande échelle en Tunisie. Il s'agit de *Phytophthora nicotianae* var *parasitica* sensu Stamps *et al* (1990), synonyme de *Phytophthora parasitica* sensu Tucker (1931).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Matériel cryptogamique

Les régions prospectées pour la présence du flétrissement du piment ont été la basse vallée de la Medjerda, la région de Bizerte, le cap Bon et le Sahel. La culture traditionnelle du piment y occupe de grandes surfaces.

Au cours de cette analyse, l'étude a été faite sur 13 souches issues de différentes plantes et venant des 4 régions précitées (tableau I).

Tableau I. Caractéristiques des échantillons de piment présentant des symptômes de flétrissement au champ et révélant, après isolement sur milieu sélectif, la présence de *Phytophthora nicotianae* var *parasitica*.

Code souches	Date d'échantillonnage	Type d'exploitation	Lieu de prélèvement	Plante hôte	Stade végétatif	Taux d'attaque (%) ^a
1	26/5/91	Primeur	Manouba	Différentes variétés	Production	5 à 10
2	8/10/91	Saison	Gornata	Meski	Fin production	1 à 5
3, 219, 220, 221, 222	3/3/92	Primeur	Bkalta	B26 et Beldi	Plantes jeunes et adultes	60 à 100
4	11/8/92	Saison	Besbessia	Beldi	Production	20 à 30
5	25/8/92	Saison	Cherfech 2	Variété locales	Production	10 à 20
6	8/4/93	Primeur	Chott Mariem	B26	Production	1 à 5
14, 18, 19	1/7/93	Saison	Korba	Variétés locales	Production	30 à 70

^a Estimation visuelle du nombre de plantes flétries par rapport au total des plantes de la parcelle.

Les milieux de culture

Pour éviter le développement des champignons secondaires et des bactéries, le milieu sélectif des pythiacées mis au point par Ponchet *et al* (1972) a été utilisé pour tous les isoléments. Ce milieu se compose de : 1 l d'eau distillée, 10 g de gélose, 10 g de maltéa moser, 250 mg de pénicilline G (400000 UI), 250 mg de polymyxine B (200000 UI), 15 mg de bénomyl et 100 mg de pentachloronitrobenzène. La stérilisation est faite à l'autoclave à 110°C pendant 30 min. Les racines et le collet de l'échantillon sont lavés, séchés puis déposés sur le milieu sélectif.

Deux autres milieux de culture ont été utilisés : l'un à base d'une décoction de petit pois (PG) (Boccas, 1978), l'autre de pomme de terre (PDA) (Rapilly, 1968).

Après confirmation de leur appartenance au genre *Phytophthora*, les souches, conservées dans des tubes contenant du milieu PDA à la température du laboratoire, sont repiquées tous les 3 ou 4 mois.

Identification de l'espèce

Morphologie

Elle est basée sur des observations microscopiques de la morphologie du champignon cultivé sur les

milieux PG et PDA. Le milieu PG, riche en stérols (Boccas, 1978), est favorable à la formation des organes sexuels, ainsi que des sporocystes. Les chlamydospores sont produits plus abondamment dans l'eau stérile. Les caractères mis en évidence et représentant une valeur taxonomique importante sont comparés avec ceux retenus dans la clef de Stamps *et al* (1990).

Biométrie des sporocystes et des oospores

Une étude biométrique des sporocystes concernant la longueur (L), la largeur (l) et le rapport L/l a été menée sur 3 souches (1, 2 et 3) cultivées sur PDA pendant 10 j. Pour chacune des souches, 100 mesures ont été réalisées.

Les souches, placées au début en culture simple (sur milieu PG, à l'obscurité et à 25°C) pour la production d'oospores, ont été par la suite confrontées aux 2 types complémentaires de référence A1 et A2 appartenant à *P. capsici*. Un croisement intraspécifique a été fait pour les souches dont les oospores n'ont pas été produites, ni en culture simple, ni par croisement avec *P. capsici*. Le témoin est représenté par la confrontation entre le type A1 de *P. capsici* et une deuxième référence appartenant à *P. nicotianae* var *nicotianae* de type A2 (tableau II). Le diamètre de 20 oospores par souche ayant produit les organes sexuels en culture simple ou en confrontation a été mesuré.

Tableau II. Compatibilité génétique des souches (homothallisme/hétérothallisme) de *P. nicotianae* var *parasitica*. Incubation sur milieu PG à l'obscurité et à 25°C pendant au moins 5 j.

Code isolats	Oospores en culture simple (3 répétitions)				Oospores en croisement avec <i>P. capsici</i>			Oospores en croisement intraspécifique			Type de compatibilité génétique observé
	R1	R2	R3	Type	A1	A2	Type	5 (A1)	3 (A2)	Type	
1	-	-	-
2	+	+	-	hom	-	+	A1	...	...	...	hom/A1
3	-	-	-	...	+	-	A2	+	...	A2	A2
219	-	+	...	hom	*	+	hom	...	...	...	hom
220	+	+	-	hom	*	+	hom	...	...	...	hom
221	-	-	-	...	-	-	...	+	-	A2	A2
222	-	-	-	...	-	-	...	+	-	A2	A2
4	+	+	+	hom	+	+	hom	...	...	...	hom
5	-	-	-	...	-	+	A1	...	...	...	A1
6	-	-	-	...	-	-	...	-	+	A1	A1
14	-	-	-	...	-	-	...	*	+	hom	hom
18	+	+	...	hom	*	+	hom	...	...	...	hom
19	*	-	-	+	A1	*	+	hom	hom/A1
<i>P. capsici</i> (A1)	-	-	-	...	-	+	A1	...	...	...	A1 confirmé
<i>P. n</i> var <i>n</i> (A2)	-	-	-	...	+	-	A2	...	...	...	A2 confirmé

+ : formation d'oospores sur la ligne de confrontation pour les cultures doubles et naissance d'oospores près de l'implant mycélien pour les cultures simples ; * : formation d'un petit nombre d'oospores en secteurs limités généralement à côté de l'implant mycélien, aussi bien en culture simple que double, mais absence d'oospore sur la ligne de confrontation pour les cultures doubles ; - : absence d'oospore dans tout le milieu de culture ; hom : tendance vers l'homothallisme, les oospores sont formées en secteurs limités et non distribuées de manière homogène sur tout le milieu ; ... : essai n'ayant pas donné de résultat exploitable ou non effectué ; *P. n* var *n* : *Phytophthora nicotianae* var *nicotianae* ; R1, R2, R3 : répétitions 1, 2 et 3 ; A1, A2 : types de compatibilité génétique.

Croissance à 36°C

Des explants de 9 mm de diamètre prélevés dans chaque souche ont été déposés dans des boîtes de Petri de 90 mm contenant 15 ml de milieu PDA et placé à l'obscurité à $36 \pm 0,5^\circ\text{C}$ pendant 96 h.

Deux mesures, en position perpendiculaire, de la croissance radiale du mycélium sur le milieu gélosé ont été effectuées après la période d'incubation (3 répétitions par souche). *P. capsici* et *P. nicotianae* var *nicotianae* ont été introduites dans l'essai comme témoins.

Infection artificielle

L'isolat 1 a été inoculé artificiellement sur des plantes de piment de variétés locales et étrangères au stade 9-12 feuilles (Allagui, 1994). Du terreau, préalablement désinfecté par autoclavage à 120°C pendant 30 min, a été utilisé comme substrat. On dépose au collet de chaque plante 25 ml d'une suspension de zoospores titrée à 10 000 par ml. Les zoospores sont obtenues en utilisant la méthode suivante : après élevage du champignon sur PDA pendant 10 j à 25°C , des fragments mycéliens sont immergés dans l'eau distillée en boîte de Petri pendant 3 à 7 j. De nombreuses zoospores sont libérées dans l'eau après refroidissement à 4°C pendant 1 h. La température diurne des plantes inoculées était maintenue à un maximum de 25°C mais celle de la nuit pouvait descendre au dessous de 15°C .

RÉSULTATS

Papille des sporocystes

Tous les sporocystes observés sont pourvus de papilles très proéminentes (fig 1). La zone transparente de la papille est étroite et les sporocystes sont généralement uni-papillés, rarement munis de 2 papilles ou plus. La seule présence de papille très apparente chez les sporocystes limite la recherche de l'espèce aux 2 groupes I et II de la clef de Stamps *et al* (1990).

Position de l'anthéridie par rapport à l'oogone

Les organes sexuels de ce *Phytophthora* sont incapables de se former sur milieu PDA et en présence de lumière du jour. Cependant, le milieu PG incubé à l'obscurité et sous une température de 25°C permet une formation abondante d'oospores à partir du 5^e jour.

Certaines souches ont la capacité de produire des oospores (tableau II) indifféremment en cul-

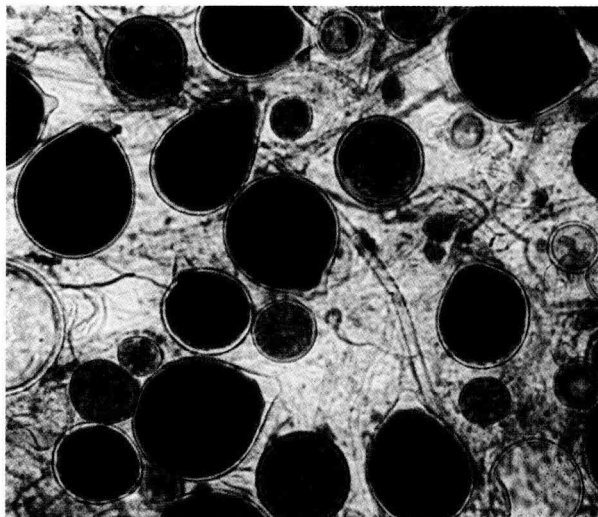


Fig 1. Sporocystes avec papilles proéminentes et sans pédicelle. Entre les sporocystes apparaissent les chlamydospores de forme sphérique.

ture simple ou en confrontation avec un type sexuel complémentaire (souches 4, 18, 219, 220) : ce sont des souches homothaliques. En revanche, d'autres ne produisent des oospores que si elles sont opposées à un type conjugal complémentaire (souches 3, 5, 6, 14, 221, 222). Les croisements inter- et intraspécifiques révèlent l'existence de 2 types sexuels A1 et A2 pour les souches étudiées.

D'autre part, les croisements intraspécifiques (entre nos souches isolées du piment) sont plus favorables à une production abondante d'oospores que les confrontations interspécifiques (entre nos souches et la référence *P. capsici*). Ceci apparaît chez les couples complémentaires formés entre la souche 5 de type A1 ou 3 de type A2 et les souches 6, 14, 221 et 222 dont le type conjugal n'a pas été déterminé en croisement interspécifique par manque de formation d'oospores (tableau II).

La position amphigyne de l'anthéridie par rapport à l'oogone est la règle pour toutes les souches (fig 2), ce qui permet de rattacher l'espèce recherchée au groupe II puisque le groupe I réunit les espèces à position paragyne.

Chlamydospores

Sur milieu PG, on peut observer facilement des chlamydospores. Elles sont généralement sphériques et terminales. Dans l'eau, leur nombre est encore plus élevé, avec une position intercalaire ou terminale. La production de chlamydospores

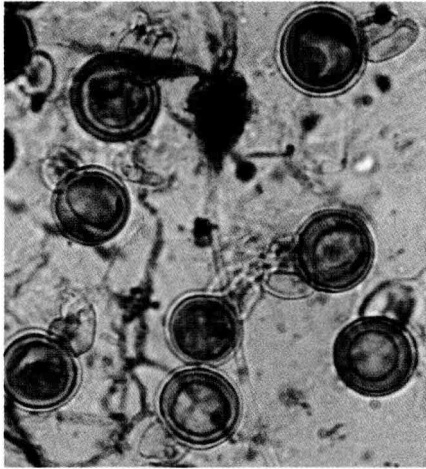


Fig 2. Oospores plérotiques et antheridies en position amphigyne par rapport à l'oogone.

par toutes les souches (fig 1), aussi bien en milieu gélosé que dans l'eau, les apparentent aux 2 espèces suivantes : *P palmivora* MF1 et MF2 et *P nicotianae*. Cependant, *P capsici* se distingue par l'absence de chlamydospores.

Pédicelle et forme des sporocystes

En général, les sporocystes des souches se caractérisent par une forme plus ou moins sphérique à ovoïde avec un pédicelle très court, à peine visible au microscope (fig 1). Le pédicelle des sporocystes est considéré comme étant un caractère de diagnostic stable (Al-Hedaithy et

Tsao, 1979a, b, cité par Erwin, 1983). La taille très courte du pédicelle des sporocystes permet d'exclure catégoriquement l'appartenance de nos souches à l'espèce *P capsici*. La forme sphérique à ovoïde des sporocystes est plutôt une caractéristique de *P nicotianae* que de *P palmivora* dont les sporocystes sont en majorité ellipsoïdes.

Croissance à 36°C

Toutes les souches analysées montrent une croissance mycélienne à 36°C (fig 3). À cette température élevée, la croissance mycélienne moyenne a variée de 5,3 mm à 9,5 mm en 4 j à l'obscurité.

Dans le groupe II de la clef de Stamps *et al* (1990), la croissance mycélienne à une température supérieure à 35°C représente un critère taxonomique important pour *P nicotianae*. Étant donné que *P palmivora* n'est pas capable de croître à 36°C, nous déduisons que nos souches se rattachent à l'espèce *P nicotianae* (var *nicotianae* ou var *parasitica*).

Biométrie des sporocystes et des oospores

Dimensions des sporocystes

La variation intra-souches de la longueur et de la largeur des sporocystes est importante, variant respectivement entre 33–75 et 23–56 μm (tableau III). La variation inter-souches de ces 2

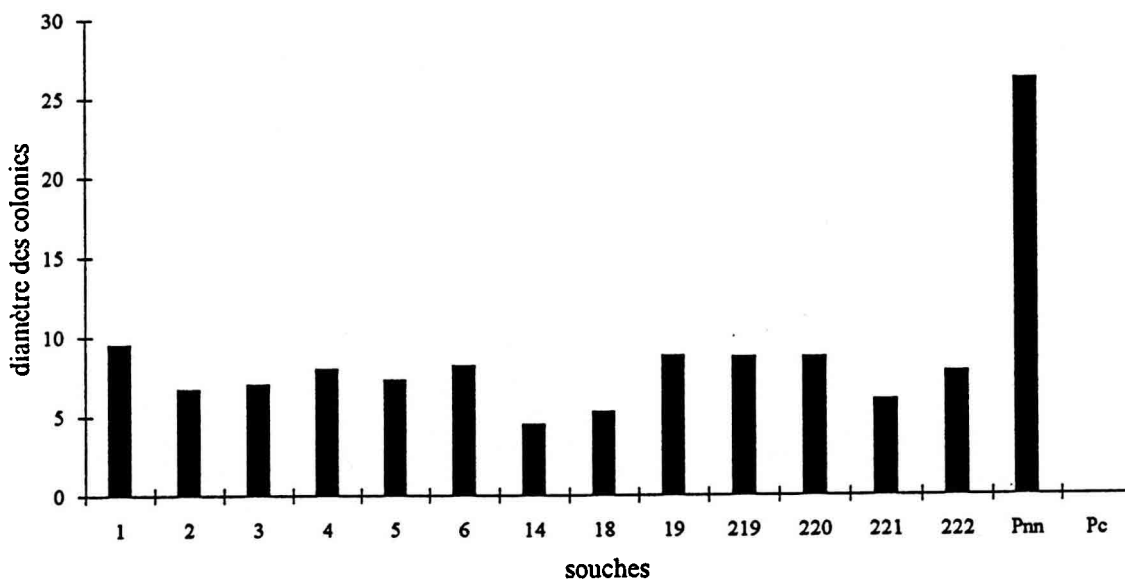


Fig 3. Croissance radiale moyenne (mm) du mycélium de souches de *P nicotianae* var *parasitica* incubées à 36°C et à l'obscurité pendant 96 h sur PDA (Pnn = *P nicotianae* var *nicotianae*, Pc = *P capsici*).

caractères est plus réduite que la précédente mais la différence entre souches demeure significative. Cependant, le rapport L/l, malgré sa grande variation intra-souches, ne met pas en évidence de différence significative entre les souches.

La moyenne de la longueur, de la largeur et de leur rapport établie sur 300 sporocystes a été respectivement de 53,4 μm , 38,7 μm et 1,38.

Diamètre des oospores

Les oospores sont toujours plérotiques (fig 2). Les oospores formés en culture simple ou en croisement sont de taille relativement petite. Leur diamètre oscille entre 14 et 26 μm . La moyenne par souche varie de 18,8 à 23,5 μm et la moyenne générale effectuée sur 100 oospores est de 21,6 μm (valeur moyenne d'une importance particulière pour la taxonomie de *Phytophthora nicotianae* var *parasitica*). Néanmoins, dans les mêmes conditions, les oospores formées par le couple témoin *P. nicotianae* var *nicotianae* de type A2 et *P. capsici* de type A1 ont un diamètre moyen de 28,2 μm qui est significativement plus élevé que le diamètre des oospores de nos souches.

Autres caractères distinctifs

Les observations microscopiques ont révélé que les hyphes, dont les parois sont irrégulières, ont un aspect coralloïde (fig 4). Cette caractéristique, attribuée à *P. nicotianae* var *parasitica*, est commune à toutes les souches observées. En revanche, *P. nicotianae* var *nicotianae* est décrite

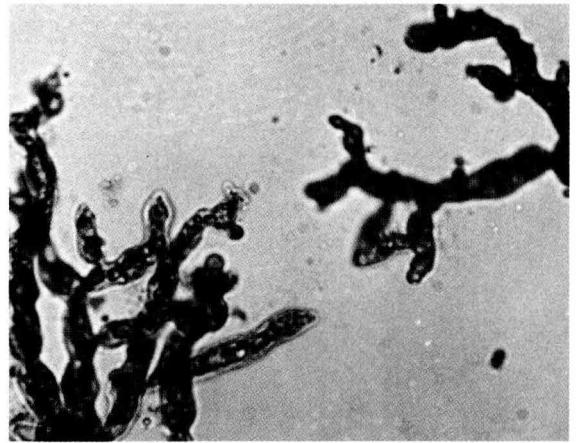


Fig 4. Mycélium coralloïde et à parois irrégulières.

comme ayant des hyphes dont les parois sont uniformes.

D'autre part, les renflements mycéliens, normalement présents chez *P. nicotianae* var *nicotianae*, n'ont été mis en évidence chez aucune de nos souches cultivées sur milieu PG et PDA.

Test de pouvoir pathogène

Les inoculations artificielles des plants de piment de quelques variétés locales et étrangères ont entraîné des mortalités à partir du 17^e jour après l'inoculation. Les symptômes identiques à ceux des plantes infectées naturellement (figs 5 et 6) et le réisolement du même champignon utilisé en inoculation permet de satisfaire au postulat de Koch, indiquant que *P. nicotianae* var *parasitica*

Tableau III. Longueur (μm), largeur (μm), rapport (longueur/largeur) et limite de variation de ces 3 caractères chez les sporocystes de 3 souches de *Phytophthora nicotianae* var *parasitica* isolées du piment et mises en culture sur PDA).

Souches	Longueur (L) * et limite de variation	Largeur (l) * et limite de variation	Rapport (L/l) * et limite de variation
1	51,9 ^a (33-66)	37,2 ^a (23-47)	1,39 ^a (1,1-1,9)
2	54,1 ^b (37-66)	39,6 ^b (23-56)	1,37 ^a (1,1-1,6)
3	54,2 ^b (37-75)	39,3 ^b (28-52)	1,38 ^a (1,2-2,4)

* Valeurs moyennes de 100 sporocystes. Les moyennes d'une même colonne sont significativement différentes selon le test de Duncan au seuil de 5% lorsqu'elles ont un indice différent.



Fig 5. Aspect (à droite) de plants de piment après inoculation artificielle par *P nicotianae* var *parasitica*, par rapport au témoin non inoculé (à gauche), indemne.



Fig 6. Plant de piment naturellement atteint de flétrissement et révélant, après isolement, la présence de *P nicotianae* var *parasitica*.

est l'agent causal de la maladie du flétrissement du piment.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Nous avons montré que le pathogène qui produit des pourritures, des brunissements des racines, du collet, un flétrissement général et rapide des plantes de piment en Tunisie n'est pas le *P cap-*

sici, parasite connu depuis longtemps. Les résultats de cette analyse prouvent nettement, malgré les imperfections des clefs de détermination relative à *Phytophthora*, que l'agent infectieux de cette maladie est le *Phytophthora nicotianae* var *parasitica* sensu Stamps *et al* (1990). Cette espèce est la seule de son genre identifiée comme parasite du piment en Tunisie.

Il est admis que *P capsici* est une espèce de *Phytophthora* capable d'attaquer le piment. Aucun auteur, semble-t-il, n'a démontré qu'en plus de *P capsici*, le piment peut être affecté par une autre espèce de *Phytophthora*. Léon (1922) et Tucker (1931) ont indiqué que *P capsici* est la seule espèce du genre capable d'infester le piment. Cette opinion a été ensuite admise par Sator et Butler (1968) pour développer une étude approfondie de l'hérédité de la pathogénicité de *P capsici* sur le piment et la tomate.

Quant à *P parasitica*, il est traditionnellement considéré à un parasite des citrus (Klotz *et al*, 1958 ; Tsao, 1969), de la tomate (Messiaen *et al*, 1991) et de l'œillet (Hine et Aragaki, 1952 ; Tramier et Andréoli, 1969 ; Tello, 1990) mais non du piment (Palazon, 1988). Très récemment, Bartual *et al* (1991) ont isolé à partir de plants de piment victimes de flétrissement, outre *P capsici* prédominant en Espagne, *P parasitica*, dans une zone continentale réduite à Ciudad Real et Toledo. Notre étude révèle que *P nicotianae* var *parasitica* est responsable des pourritures racinaires et du flétrissement du piment en Tunisie. Plus de 300 autres souches que nous avons isolées et identifiées postérieurement montrent les mêmes caractéristiques que les souches figurant dans cette étude.

Du point de vue taxonomique, les caractères morphologiques et biologiques étudiés coïncident, selon la clef de Stamps *et al* (1990), avec *Phytophthora nicotianae* var *parasitica*. Cette dénomination n'est pas acceptée par tous les

auteurs et suscite certaines controverses. Tucker (1931) a suggéré de donner le nom *Phytophthora parasitica* à toutes les souches de *Phytophthora* qui se distinguent par le type de croissance en milieu de culture, la papille des sporocystes, l'abondance de chlamydospores en milieu de culture, la position amphigyne de l'anthéridie et la capacité de croître à 35°C sur milieu maïs gélosé. Ce même auteur propose que toutes les souches de *P parasitica* qui attaquent les plantes jeunes ou adultes de tabac *Nicotiana tabacum* soient dénommées *P parasitica* var *nicotianae*, nomenclature admise par Gooding et Lucas (1959), Savage *et al* (1968) et Tsao (1969). Cependant, cette classification n'a pas été retenue par Waterhouse (1963) qui a appelé cette espèce *P nicotianae* en la subdivisant en 2 variétés : var *nicotianae* et var *parasitica*. Plus tard ce thème a continué d'intéresser les chercheurs. Erwin (1983) a remarqué qu'en utilisant les critères morphologiques de Waterhouse (1963) toutes les souches de tabac *P parasitica* var *nicotianae* sensu Tucker (1931) ne sont pas nécessairement synonymes de *P nicotianae* sensu Waterhouse (1963). Cet auteur pense qu'il est évident de nommer la forme spéciale tabac *P parasitica* fsp *nicotianae*. Waterhouse *et al* (1983) suggèrent que la clef qu'ils ont établie en 1978, malgré sa simplicité, ne résoud pas la complexité existante dans la dénomination de certaines espèces comme *nicotianae-parasitica* et le groupe de *Palmivora*. À propos de l'espèce de *Phytophthora* que nous avons isolée du piment en Tunisie, nous considérons comme plus logique de l'appeler *Phytophthora parasitica* sensu Tucker (1931).

La longueur (L), la largeur (l) et le rapport L/l des sporocystes sont des critères parmi d'autres, utilisés pour la séparation des espèces de *Phytophthora* (Waterhouse, 1963). En nous basant sur l'analyse de 3 de nos isolats, nous avons montré les grandes variations intra-souches et inter-souches de L et l, c'est pourquoi nous n'avons pas attaché à ces caractères une importance taxonomique majeure. Le rapport L/l, bien que la variation intra-souches soit importante, ne montre pas de différence significative inter-souches. À cause de la grande variabilité des mesures de la longueur, de la largeur et de leur rapport chez les sporocystes de *P parasitica*, Tucker (1931) a décidé de ne pas accorder une valeur taxonomique à ces caractères. Toutefois, nos résultats montrent que le rapport L/l demeure utile, compte tenu des moyennes non significatives entre souches et la moyenne générale 1,38 inférieure à la limite

supérieure 1,40 fixée par Tucker (1931) et Waterhouse (1963) pour *P parasitica*. Pour trouver un rapport caractéristique de l'espèce, il nous semble intéressant de considérer la moyenne d'un grand nombre de sporocystes pris au hasard et appartenant à plusieurs souches au lieu de se limiter à quelques sporocystes d'une seule souche.

La variation entre souches n'est pas restreinte à la morphologie des sporocystes puisqu'elle s'affirme également dans la croissance mycélienne à 36°C, par le diamètre des oospores et plus particulièrement au niveau de l'homothallisme et l'hétérothallisme, quoique Stamps *et al* (1990) dans leur clef n'accordent pas une valeur taxonomique à ce phénomène. Toutefois, Sansome (1980, cité par Waterhouse *et al*, 1983), Tello (1990) et Bartual *et al* (1991) indiquent l'existence de souches homothalliques et d'autres hétérothalliques dans *P nicotianae* var *parasitica*. En revanche, *P capsici* est bien considéré encore comme une espèce réellement hétérothallique, ce qui est bien un autre facteur de distinction entre les 2 espèces.

Dès lors que nous avons révélé l'existence d'une espèce de *Phytophthora* parasitant le piment en Tunisie, différente de ce qui est connu par ailleurs, il convient de poursuivre son étude, en particulier en ce qui concerne sa pathogénicité, son épidémiologie et les méthodes de lutte.

REMERCIEMENTS

Ce programme de recherche est soutenu par la Fondation internationale pour la science (FIS), Suède. Les auteurs remercient sincèrement R Perrin et P Camporota (INRA, Dijon) pour leur participation à la correction de cet article.

RÉFÉRENCES

- Allagui MB (1994) *Phytophthora nicotianae* var *parasitica* resistance ability of some pepper varieties. *Capsicum Eggplant News* 13, 93-96
- Al-Hedaithy SSA, Tsao PH (1979a) The effects of culture media and sporulation methods on caducity and pedicel length of sporangia in selected species of *Phytophthora*. *Mycologia* 71, 392-401
- Al-Hedaithy SSA, Tsao PH (1979b) Sporangium pedicel length in *Phytophthora* species and the consideration of its uniformity in determining sporangium caducity. *Trans Br Mycol Soc* 72, 1-13
- Bartual R, Marsal JI, Carbonell A, Tello JC, Campos T (1991) Genética de la resistencia a *Phytophthora capsici* León en pimiento. *Bol San Veg Plagas* 17, 1-124

- Boccas B (1978) La reproduction sexuelle chez les *Phytophthora* : ses voies et quelques-unes de ses conséquences génétiques. Thèse doc es sci nat, univ Paris-Sud, Orsay
- Davet P (1967) Les maladies des solanées maraîchères en Tunisie. *Ann Inst Natl Rech Agr Tunisie* 40, 1-43
- Erwin DC (1983) Variability within and among species of *Phytophthora*. In : *Phytophthora, its Biology, Taxonomy, Ecology and Pathology* (DC Erwin, S Bartniki-Garcia S, PH Tsao, eds), *Ann Phytopathol Soc*, St Paul, MN, États-Unis
- Gooding GV, Lucas GB (1959) Factors influencing sporangial formation and zoospore activity in *Phytophthora parasitica* var *nicotianae*. *Phytopathology* 49, 277-281
- Hine RB, Aragaki H (1952) A new wilt disease of carnations in Hawaii caused by *Phytophthora parasitica*. *Hawaii Fin Sci* 11, 6
- Klotz LJ, DeWolfe TA, Wong PP (1958) Decay of fibrous root of citrus. *Phytopathology* 48, 616-622
- Léon LH (1922) Stem and fruit blight of peppers caused by *Phytophthora capsici* sp Nov. *Phytopathology* 12, 401-408
- Mahjoub M (1979) Principales maladies cryptogamiques et bactériennes sur plantes cultivées en Tunisie. Document interne à l'INRAT, 378
- Moens M, Ben Aïcha B (1982) Possibilités de lutte préventive et curative contre le mildiou du piment *Phytophthora capsici* (Léon). *Med Fac Landbouww Rijksuniv Gent* 47, 953-959
- Messiaen CE, Blancard D, Rouxel F, Lafon R (1991) Les maladies des plantes maraîchères (3^e éd). INRA, Paris
- Palazon C, Gil R, Palazon I (1977) Contribucion al estudio de la fermedad conocida como «tristeza» o «seca» del pimiento. Publ CRIDA 03, Zaragoza, 200 p
- Palazon C (1988) Estudios de los posibles metodos de control de la «tristeza» o «seca» del pimiento. Tesis Doctoral, Univers Politec Valencia, 231 p
- Palazon C, Palazon I (1989) Estudios epidemiologicos sobre la «tristeza» del pimiento en la zona del Valle Medio del Ebro. *Bol San Veg Plagas* 15, 233-262
- Ponchet J, Ricci P, Andréoli C, Augé G (1972) Méthodes sélectives d'isolement du *Phytophthora nicotianae* fsp *parasitica* (Dastur) Waterh à partir du sol. *Ann Phytopathol* 42, 97-108
- Rapilly F (1968) Les techniques de mycologie en pathologie végétale. *Ann Épiphyt* 19, (n° HS)
- Sansome E (1980) Reciprocal translocation heterozygosity in heterothallic species of *Phytophthora* and its significance. *Trans Br Mycol Soc* 74, 175-185
- Savage EJ, Clayton CW, Hunter JH, Breneman JA, Laviola C, Gallegly ME (1968) Homothallism, heterothallism and interspecific hybridization in the genus *Phytophthora*. *Phytopathology* 58, 1004-1021
- Satur MM, Butler EE (1968) Comparative morphological and physiological studies on the progenies from intraspecific matings on *Phytophthora capsici*. *Phytopathology* 58, 183-192
- Service de vulgarisation du ministère de l'Agriculture en Tunisie (1976) La défense des cultures en Afrique du Nord (Office allemand de la coopération technique, ed), fasc «solanées», 69 p
- Stamps DJ, Waterhouse FJ, Newhook FJ, Hall GS (1990) Revised tabular key to the species of *Phytophthora*. *Mycol Papers* 162
- Tello JC (1990) La podridumbre del cuello y de la base del tallo del clavel causada por *Phytophthora* de Bary en los cultivos españoles. Cuadernos de Fitopatología/1^{er} trimestre 9-12
- Tramier R, Andréoli C (1969) Biologie et écologie du *Phytophthora nicotianae* f *parasitica* (Dastur) Waterh parasite du collet de l'œillet. *Ann Phytopathol* (HS), 171-176
- Tsao PH (1969) Studies on the saprophytic behavior of *Phytophthora parasitica* in soil. In : *Proc First Intern Citrus Symp* (HD Chapman, ed), 3, 1221-1230
- Tucker CM (1931) Taxonomy of the genus *Phytophthora* de Bary. *Res Bull Mo Agric Exp St*, 153 p
- Waterhouse GM (1963) Key to the species of *Phytophthora* de Bary. *Mycol Papers* 92, 1-22
- Waterhouse GM, Newhook FJ, Stamps DJ (1983) Present criteria for classification of *Phytophthora*. In : *Phytophthora, its Biology, Taxonomy, Ecology and Pathology* (DG Erwin, S Bartniki-Garcia, PH Tsao, eds), *Ann Phytopathol Soc*, Saint Paul, MN, États-Unis