

Résistance partielle et interaction
hôte - pathogène dans l'association
Ascochyta rabiei - *Cicer arietinum*

Chettou A¹., Sbaghi M.² et Msetef Y³.

1 Centre Régional de la Recherche Agronomique de Meknès, BP 578, Meknès, Maroc

2 Centre Régional de la Recherche Agronomique de Kénitra, BP 257, Kénitra, Maroc

3 Département des Sciences et de vie, Faculté des Sciences, Dhar El Mehraz, Fès.

Résumé

*L'utilisation de la résistance variétale contre l'antracnose (*Ascochyta rabiei*) du pois chiche reste le moyen de lutte le plus pratique pour réduire l'effet néfaste de cette maladie. Onze génotypes de pois chiche ont été évalués sous serre au stade plantule pour leur résistance partielle à sept isolats d'*A. rabiei*. Quatre composantes de la résistance partielle: la période d'incubation, le nombre et la taille de lésions et le potentiel de sporulation (nombre de spores produit par gramme de tissu sec infecté), ont été prises en considération lors de cette étude. Des effets significatifs génotype-isolat et leur interaction sur les quatre paramètres ont été observés. Cette étude a permis, dans un premier temps, de classer les génotypes de pois chiche testés en trois groupes de résistance. Le premier (PCH46, ILC72, ILC482, ICC5127 et ILC5342) a montré une sensibilité élevée, avec de courtes périodes d'incubation, un nombre important de lésions de tailles plus grandes et une sporulation importante; le second possède une résistance intermédiaire, constituée par les génotypes Rizki, Douyet et ILC195. Le dernier groupe résistant (Zahor, ILC5928 et ICC3996), n'a présenté qu'un nombre réduit de petites lésions avec une sporulation faible. Dans un deuxième temps, ce travail a permis aussi, de partager les isolats traités en trois groupes de virulence: virulent (Mar3, Doy1 et Mek6), intermédiaire (Syri7 et Dar2) et moins virulent (Sid4 et Taza5). L'interaction différentielle entre les isolats d'*A. rabiei* et les génotypes de pois chiche dans cette étude est considérée comme l'indice d'une spécialisation dans la pathogénie d'*A. rabiei* et la résistance du pois chiche. La corrélation significative qui existe entre la période d'incubation et les autres variables indique que la période d'incubation conditionne aussi bien le développement des nécroses que celui des pycnides. Le développement des nécroses s'accompagne de formation des pycnides.*

Mots clés : Pois chiche, Antracnose, *Ascochyta rabiei*, interaction hôte parasite, résistance partielle.

ملخص

يعتبر استعمال الأصناف المقاومة من أهم الطرق لمكافحة مرض لفحة الاسكوكيتا. يتركز بحثنا على دراسة عناصر المقاومة الجزئية لللفحة الاسكوكيتا عند إحدى عشر صنفا من الحمص من طور البادرة في غرفة التحضين. تمت دراسة كل من عناصر المقاومة المتمثلة بفترة الكمون، نسبة التبويغ، عدد وحجم البقع المرضية على إحدى عشر صنفا من الحمص بعد إصابتها بسبع عزل من (*Ascochyta rabiei*). وقد لوحظ وجود تفاعل واضح بين أفراد الفطر والأصناف في ما يخص عناصر المقاومة الجزئية، مما يدل على أن لللفطر "سلالات فسيولوجية". أدت النتائج إلى تقسيم ردود فعل الأصناف إلى ثلاثة مجموعات : الأنماط الوراثية المقاومة (ILC5928)، (Zahor و ICC3996) ينتج عنهم فترة حضانة طويلة و نسبة التبويغ وعدد وحجم البقع المرضية صغيرة، عكس الأنماط الوراثية الحساسة (PCH46، ILC72، ILC4، ICC5127 و ILC5342) لهم فترة حضانة قصيرة و نسبة التبويغ وعدد وحجم البقع المرضية كبيرة وثلاثة أصناف (Douyet، Rizki و ILC195) متوسطة المقاومة. وأوضحت التجربة إمكانية تصنيف ثلاثة مجموعات من العازلات بالنسبة لحدة التسمم المرضي. فالمجموعة الأولى تضم عازلات Mek6 ، Mar3 و Doy1 التي تتوفر على أكثر حدة التسمم وتضم الثانية Syri7 و Dr2 في صنف حدة التسمم متوسط. أما الثالثة المتكونة من عزل Taza5 و Sid4 فهم من صنف غير شديد التسمم. ويبدو أن هناك ارتباط عال ما بين فترة الكمون وعناصر المقاومة الأخرى، وما بين عدد وحجم البقع المرضية ونسبة التبويغ

الكلمات المفتاحية : الحمص، لفحة الاسكوكيتا، اسكوشيطا رابيبي، المقاومة الجزئية، تفاعل بين الفطر والعائل.

Abstract

The best way to control Ascochyta blight in chickpea is through the use of resistant cultivars. Eleven chickpea genotypes were evaluated at the seedling stage, in the greenhouse against seven isolates of A. rabiei for their partial resistance. Four components of partial resistance were considered in this evaluation (incubation period, sporulation potential number of lesions and their sizes). The results showed significant differences within isolates and between host genotypes. Pathogenic specialization in the fungus was clearly demonstrated as a result of differential interaction between isolates and host genotypes. The eleven genotypes could be grouped in three distinct resistance classes. The first group composed by : PCH46, ILC 72, ILC482, ICC5127 and ILC5342 represents the most susceptible genotype. This group is characterized by a short incubation periods, an important number of large lesions and an important sporulation. The second group composed by Rizki, Douyet and ILC195, has intermediate resistance and the last group represented by Zahor, ILC5928 and ICC3996, was resistant with a few numbers of small lesions and a little sporulation. Also, this work permitted to separate the isolates into three groups: virulent group (Mar3, Doy1 and Mek6), intermediate group (Syria7 and Dra2) and less agressif group (Sid4 and Taza5). The significant correlation between the incubation period and the other variables indicates that necrosis and pycnidia development are determined by the incubation period.

Key words : Chickpea, *Ascochyta rabiei*, *Ascochyta* blight, host-pathogen interaction, partial resistance

Introduction

L'antracnose du pois chiche causée par *Ascochyta rabiei* (Pass.) Lab. forme imparfaite de *Didymella rabiei* (Kovach.) Vou. arx., est l'une des graves maladies de cette culture causant, ainsi, en année pluvieuse des dommages considérables. Ce pathogène redoutable, a une distribution mondiale (Sous-continent indien, Moyen Orient, les pays du bassin Méditerranéen, le Canada) (Nene et al., 1996). Le développement de la maladie s'effectue à des températures comprises entre 5 et 30°C avec un optimum de 20°C et une humidité relative élevée de 100% (Reddy et Singh, 1990; Trapero-Cassa et Kaiser, 1992). Les pertes de rendement dues à ce cryptogame ont été estimées durant les années favorables à l'épidémie de 20 à 100% (Nene et Reddy, 1987).

Pour ce qui est de sa répartition nationale, elle se trouve dans toutes les zones de la culture du pois chiche (Boulif, 1992; Akem et al., 1999) et, engendre ainsi, des dégâts pouvant aller jusqu'à 97% de la récolte (Kamel, 1984).

Bien que la lutte chimique soit efficace, la rentabilité du pois chiche, à elle seule, ne peut pas couvrir le nombre élevé des traitements phytosanitaires nécessaires pour protéger la culture de ce fléau (Reddy, 1980). Par ailleurs, la pression économique et la protection de l'environnement imposent une utilisation moins massive des pesticides; d'où le recours à l'utilisation de variétés de pois chiche résistantes à l'antracnose comme moyen de lutte plus pratique et non polluant (Reddy et Singh, 1984, 1990, Reddy et al., 1992 ; Weltzien, 1989; Morjane et al., 1993). Plusieurs auteurs ont rapporté l'existence de sources de résistance chez le pois chiche à l'antracnose. Les sources de résistance identifiées à ce jour présentent plutôt des niveaux de résistance de type verticale (monogénique) (Reddy et al., 1989; Singh et Reddy, 1983, 1993). De telle résistance est souvent contrôlée par un seul gène dominant ou récessif (Ahmad et al., 1952; Tewari et Pandey, 1986; Singh et Reddy, 1989; Acikgoz et Sakar 1989; Halila et al., 1989). Toutefois, cette faculté de résistance monogénique à ce parasite est capable d'être surmontée par l'apparition de nouvelles races physiologiques d'*A. rabiei* (Acikgoz et sakar 1989; Singh et Reddy, 1989; Tewari et Pandey, 1986).

Devant la grande variabilité d'*A. rabiei*, (Aujla, 1964; Vir et Grewal, 1974; Sajjad et Sarwar, 1984; Gowen et al., 1989; Porta-Puglia, 1989; Singh et Reddy 1990; Hamidullah et Wiese, 1991; Bouznad 1991; Bouzaoui, 1993; Lamnoui et al., 1994), l'hypothèse néanmoins de l'existence d'une résistance polygénique est rarement émise (Day et Singh, 1993, Labdi, 1995).

Le but de cette étude, a donc été à la fois, d'évaluer les composantes de la résistance partielle (période d'incubation, période de latence, nombre des lésions, taille des lésions et potentiel de sporulation du pathogène de onze génotypes du pois chiche d'hiver à sept isolats d'*A. rabiei* et d'étudier la variabilité du pouvoir pathogène des sept isolats du champignon.

Matériels et Méthode

Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé, est composé de quatre variétés marocaines (PCH46, Rizki, Douyet, Zahor) et de sept lignées de pois chiche (ILC5928, ILC5342, ILC5127, ILC482, ILC72, ILC195, ICC3996), choisies sur la base de leur réaction à l'antracnose au champ (Tableau 1).

Tableau 1 : Variétés et lignées de pois chiche utilisées dans l'étude de la résistance partielle à l'antracnose

Génotypes	Type de semences	Origine	Réaction à l'antracnose
PCH46 (variété locale)	Kabouli	Maroc	Sensible
ILC 5342	Kabouli	Italie	Sensible
ILC 482	Kabouli	Turquie	Sensible
ICC 5127	Kabouli	Inde	Moyennement sensible
ILC 72	Kabouli	Espagne	Moyennement sensible
ILC 195	Kabouli	Maroc	Moyennement résistante
Douyet (FLIP84-92C)	Kabouli	Maroc	Moyennement résistante
ICC 3996	Desi	Inde	Résistante
Rizki ((FLIP83-48C)	Kabouli	Maroc	Résistante
Zahor (FLIP84-145C)	Kabouli	Maroc	Résistante
ILC 5928	Kabouli	ICARDA	Résistante

Source : Porta – Puglia et Crino, 1985 ; Singh et Reddy, 1990

Matériel fongique

Sept souches d'*A. rabiei* ont fait l'objet de cette étude, dont six isolats d'*A. rabiei*, ont été isolés à partir des tiges et des feuilles de pois chiche collectées dans différentes régions du Maroc « Douyet, Dar Bouaza, Marchouch, Sidi El Aidi, Taza et Meknès »; le septième isolat est d'origine syrienne 'ICARDA' (Tableau 2).

Le dispositif expérimental

Tableau 2 : Isolats d'*Ascochyta rabiei* dans l'étude de la résistance partielle du pois chiche à l'antracnose

Isolat	Code	Région
Douyet	Douy1	Fès
Dar Bouaza	Dar2	Casablanca
Marchouch	Mar3	Zaër
Sidi El Aidi	Sid4	Settat
Taza	Taza5	Taza
Meknès	Mek6	Meknès
Syrie	Syrie7	ICARDA (Syrie)

Le semis a été effectué dans des pots en plastique, de 30 cm de hauteur et de 25 cm de diamètre, remplis par un substrat composé de 1/3 de terre arable, 1/3 de sable et 1/3 du fumier.

Le dispositif expérimental adopté est un 'split plot' à trois répétitions. La parcelle élémentaire est représentée par un seul pot où sont semées 5 graines du même génotype hôte, alors que la grande parcelle est représentée par 11 pots qui sont inoculés par le même isolat.

Isolément des isolats d'*A. rabiei*

Les tiges de pois chiche malades ont été découpées en fragments de 1 à 3 cm de longueur, désinfectées par une solution diluée d'hypochlorite de sodium puis rincées à nouveau avec de l'eau distillée stérilisée.

Les fragments stériles ainsi obtenus ont été incubés dans des boîtes de Pétri renfermant chacune du papier Wattman imbibé d'eau stérile. Après 1 à 2 jours d'incubation, les pycnides obtenus de chaque isolat sont transférés de nouveau dans des boîtes de Pétri contenant le milieu de culture 'Chickpea Seed Meal Agar' (CSMA), composé de 40g de farine de pois chiche et 20g d'agar par litre d'eau distillée (Grewal, 1984), puis incubées durant 10 jours à une température de 20°C et une photopériode de 12h de lumière et 12h d'obscurité.

Préparation de l'inoculum et inoculation des plants de pois chiche

Pour l'obtention de cultures monospore de *A. rabiei*, on isole de chaque culture mère des pycnides que l'on dépose dans de l'eau distillée stérile. Après ajustement de la suspension des spores à une concentration de 10^3 spores par ml, une aliquote de 1 ml de suspension est étalée dans une boîte de Pétri contenant l'eau gélifiée, puis déposée dans un incubateur. Après 24 heures d'incubation, une colonie issue de la germination d'une spore est transférée dans une boîte contenant le milieu CSMA. L'ensemble est maintenu à une photo-périodicité de 12h de lumière et 12h d'obscurité avec une température de 18 à 20°C durant 15 jours. Après cette période d'incubation, la cul-

ture monospore ainsi obtenue, est transférée dans un Erlen Meyer contenant de l'eau stérile. Un volume de suspension de spores titrant 10^6 spores/ml de chaque isolat, est préparé, pour servir à l'inoculation des géotypes de pois chiche (Porta-Pulgia et al., 1994). Les plantules de pois chiche âgées d'un mois sont pulvérisées par la suspension de spores à un volume de 100 ml par pot et par isolat. Immédiatement après inoculation, les pots avec leurs plantules, ont été placés dans une chambre en plastique à une température de 20 à 25°C et une humidité relative de 100% obtenue grâce à un humidificateur.

Evaluation

L'évaluation a porté sur la période d'incubation (P.I.), le nombre de lésions par plante (N.L.), la taille des lésions sur les tiges (T.L.) et le potentiel de sporulation du champignon sur les tissus de l'hôte (P.S.). Les trois derniers paramètres sont mesurés 21 jours après l'inoculation. La sporulation des différents isolats a été déterminée selon la méthode de Gowen et al. (1989). Cette méthode consiste à découper les parties infectées de chaque géotype puis les tromper dans de l'eau distillée stérile, l'ensemble est agité durant quatre heures. Le nombre de spores (pycnidiospores) libérées durant cette période est estimé à l'aide d'une cellule de Tomas et le nombre total de spores est exprimé par gramme de tissu sec de l'hôte.

Analyses statistiques

Les résultats obtenus ont été analysés statistiquement en utilisant le logiciel SAS (Statistical Analysis Systems) pour l'analyse de la variance. D'autres analyses ont été effectuées, dont le test de comparaison des moyennes (test de la Plus Petite Différence Significative: LSD) et l'analyse hiérarchique des groupements.

Résultats

L'analyse de la variance (Tableau 3) montre des effets hautement significatifs ($p < 0,01$) du géotype, de l'isolat et de l'interaction géotype x isolat pour la période d'incubation (P.I.), le nombre de lésions (N.L.), la taille des lésions (T.L.) et le potentiel de sporulation (P.S.).

Tableau 3. Carrés moyens de la variance de la période d'incubation (P.I.), du nombre des lésions (N.L.), de la taille des lésions (T.L.) et de la sporulation du champignon (P.S.) sur les tissus de l'hôte de 11 géotypes du pois chiche et de 7 isolats d'*A. rabie*

Isolats	6	26,22**	5,10**	7,00**	0,64**
Géotypes	10	101,39**	10,38**	51,61**	152,90**
Isolats x géotypes	60	2,28**	0,53**	0,35**	0,64**
Erreur	152	1,04	0,45	0,24	0,19
CV(%)		11,36	26,12	24,09	14,56

* : différence significative à $p = 0,01$; ddl : degré de liberté ; CV : coefficient de variation.

Pour l'étude de la corrélation (Tableau 4), les résultats obtenus montrent l'existence des relations hautement significatives entre les composantes de la résistance mesurées. Ainsi, des corrélations positives entre NL et TL ($r=0,54$), NL et PS ($r=0,60$), TL et PS ($r=0,65$) et des corrélations négatives entre PI et NL ($r=-0,60$), PI et TL ($r=-0,65$), PI et PS ($r=-0,69$) ont été révélées dans cette analyse.

Tableau 4 : Corrélations entre la période d'incubation (P.I.), le nombre des lésions (N.L.), la taille des lésions (T.L.) et la sporulation du champignon (P.S.) sur les tissus de l'hôte de 11 génotypes du pois chiche et de 7 isolats d'*A. rabiei*

Paramètres	N.L.	T.L.	P.S.
P.I.	-0,60** -	0,65 ** -	0,69**
N.L.		0,54**	0,60**
T.L.			0,65**

** : différence significative à $p=0,01$

Période d'incubation P.I.

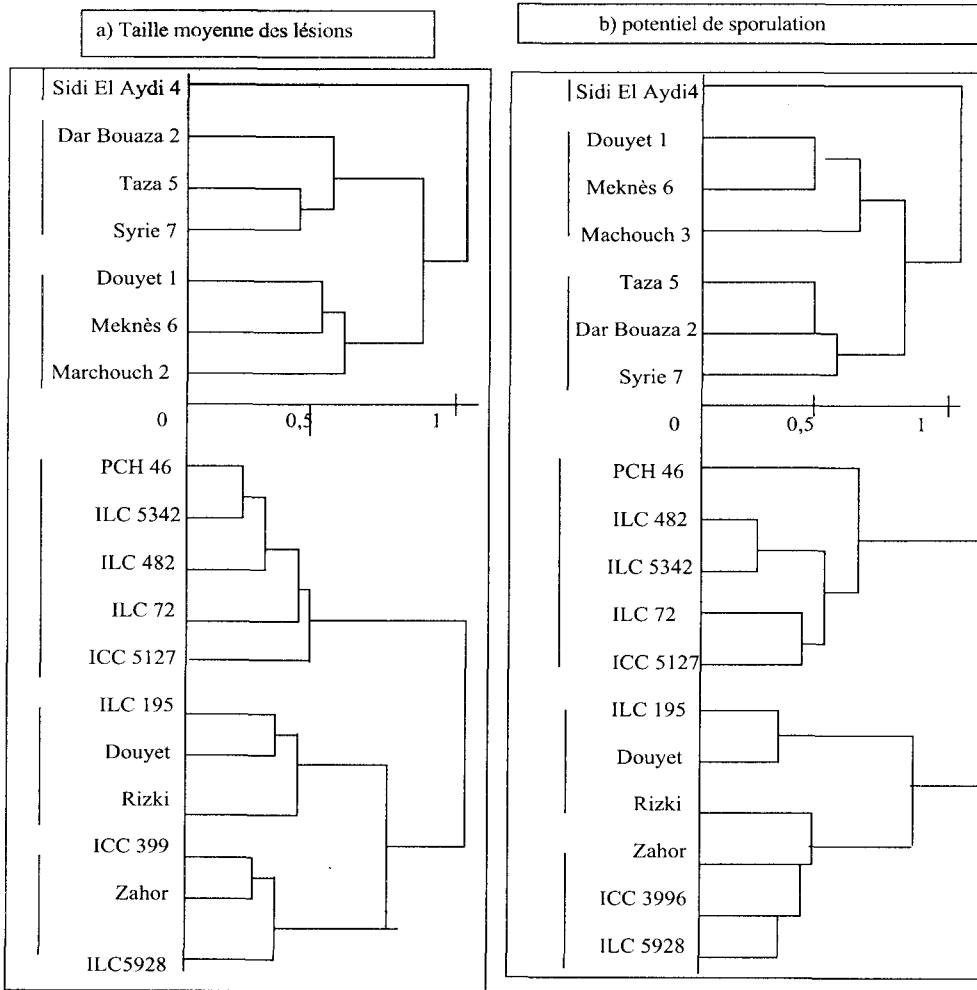
Les résultats obtenus (Tableau 5) montrent que tous les isolats d'*A. rabiei* ont été pathogènes sur tous les génotypes du pois chiche utilisés dans cette étude. Par ailleurs, des différences entre les P.I. de ces isolats ont été également identifiées. La P.I. des sept isolats sur les onze génotypes s'étale de 8,37 à 10,64 jours (Tableau 5). La P.I. des isolats Mek6 et Mar3 est réduite de deux jours par rapport à l'isolat Sid4 qui affiche une P.I. moyenne de 10,64 jours.

Les onze génotypes de pois chiche inoculés par les sept isolats d'*A. rabiei* ont montré des symptômes qui apparaissent en moyenne dans 6 à 13,46 jours. Les génotypes Zahor, Rizki et ILC5928 augmentent leur P.I. en moyenne de 7 jours par rapport à la variété la plus sensible PCH46 qui a la plus courte période d'incubation moyenne de 6 jours. La P.I. des autres génotypes est intermédiaire. La P.I. la plus longue (15,67 jours) a été notée sur ILC5928 inoculé par l'isolat Sid4, mais l'inoculation de PCH46 par Mar3 a permis d'obtenir la plus courte P.I. (4,33 jours).

L'analyse de la variance des périodes d'incubations notées pour les différentes combinaisons isolat x génotype (Tableau 3) montre la présence d'interaction hôte x isolat hautement significative ($p<0,01$) En effet, la présence des cas d'interactions est montrée, par exemple, l'isolat Mar3 manifeste une période d'incubation courte sur la variété ILC195 et moyennement longue sur ILC482. Par contre, Sid4 présente une PI longue sur ILC195 et courte sur ILC482. Ces résultats, indiquent que, l'isolat Mar3 est plus virulent sur ILC195 et peu virulent sur ILC482. Par contre, l'isolat Sid4 est moins virulent sur ILC195 et plus virulent sur ILC482.

L'analyse hiérarchique des groupements a permis de distinguer trois groupes d'isolats et trois classes de génotypes (Figure.1 a).

Fig 2 : Dendrogramme résultat de l'analyse hiérarchique des groupements de 7 isolats *d'A. rabiei* et de 11 génotypes de pois chiche testés par :



Pour les sept isolats d'*Ascochyta*:

Le premier groupe d'isolats a une courte période d'incubation de 8,60 jours, constitué des isolats : Mek6, Mar3 et Doy1 ;

Le deuxième groupe a une période d'incubation longue de 10,42 jours, constitué des isolats Sid4 et Taza5 ;

Le troisième groupe a une période d'incubation intermédiaire de 9,55 jours, composé des isolats Dar2 et Syri7.

Tableau 5 : Période d'incubation en jours notée sur 11 géotypes de pois chiche inoculés par 7 isolat d'*A. rabiei*

Géotypes	Isolats							Moyennes	LSD
	Dar2	Syri7	Taza5	Sid4	Doyt1	Mar3	Mek6		
ICC3996	13,33	13,67	13,33	13,67	11,00	10,67	11,67	12,60	0,94
Rizki	12,00	11,67	12,33	13,00	9,87	9,00	9,00	10,98	2,17
PCH46	5,33	6,67	7,67	7,33	5,67	4,33	5,33	6,05	2,23
ILC5342	7,00	7,00	8,00	9,00	6,00	5,67	6,00	6,95	2,44
ILC72	6,33	6,67	6,33	7,33	6,73	5,67	6,33	6,48	1,62
ICC5127	8,67	8,67	8,67	8,67	6,67	6,33	7,67	7,91	1,50
ILC195	9,67	10,00	11,00	12,33	8,00	7,33	8,87	9,57	1,68
Douyet	10,00	11,00	10,33	9,00	10,00	10,00	10,33	10,28	1,03
Zahor	12,33	12,66	14,33	14,67	14,50	12,33	11,00	13,11	1,58
ILC5928	12,67	13,33	13,67	15,67	13,17	12,67	11,67	13,46	1,31
ILC482	6,33	7,00	6,67	6,33	7,33	8,00	5,67	6,76	1,93
Moyennes	9,44	9,66	10,20	10,64	8,81	8,37	8,60		
LSD 5%	1,87	1,85	2,31	1,43	1,57	1,72	1,35		

Pour les 11 géotypes de pois chiche :

Les géotypes PCH46, ILC5342, ILC482, ICC5127 et ILC72 ont la même sensibilité (P.I. courte de 6,83 jours) aux sept isolats d'*Ascochyta*;

Les géotypes ICC3996, Zahor et ILC5928 ont montré la même résistance à la plupart des isolats (P.I. longue de 13,06 jours) ;

Les géotypes ILC195 Rizki, et Douyet sont moyennement résistants avec une P.I. de 10,28 jours.

Le nombre de lésions par plante (N.L.)

Le nombre de lésions (N.L.) noté pour les différentes combinaisons isolats x génotypes de pois chiche varie entre 1 et 6,67 (Tableau 6). Les variétés sensibles ont accusé le N.L. le plus élevé (6,7). Celui-ci a été noté sur ILC5342 inoculé par l'isolat Mar3. Par contre, le plus faible N.L. (N.L.=1) est obtenu sur ILC5928 inoculé par l'isolat Sid4.

Tableau 6 : Le nombre moyen de lésions noté sur les plantes de 11 génotypes de pois chiche inoculés par 7 isolats d'*A rabiei*

Génotypes	Isolats							Moyennes	LSD
	Dar2	Sid4	Taza5	Doyl	Mar3	Syri7	Mek6		
ILC195	2,33	2,00	2,15	3,67	3,67	3,00	3,33	2,88	1,35
Rizki	2,67	1,33	2,33	2,67	2,33	2,67	2,00	2,57	1,01
Douyet	2,33	2,00	3,63	2,33	2,67	2,67	3,00	2,71	1,00
ILC482	2,67	2,00	3,00	3,67	4,00	4,33	4,33	3,42	1,34
ICC72	2,33	2,00	2,33	3,67	4,00	3,00	3,67	3,00	1,43
ILC5127	2,33	2,00	3,33	4,00	4,33	3,00	3,33	3,19	1,50
PCH46	4,67	3,33	2,33	5,67	6,00	4,00	6,33	4,62	1,30
ILC5342	4,33	3,00	3,33	5,33	6,67	4,67	6,00	4,76	0,92
Zahor	1,67	1,67	1,00	1,67	2,33	1,67	2,67	1,81	0,90
ICC3996	1,67	1,33	1,33	2,33	2,00	2,00	2,00	1,82	1,11
ILC5928	1,67	1,00	1,33	1,33	2,00	1,33	1,67	1,51	0,78
Moyennes	2,61	1,94	2,37	3,28	3,64	2,91	3,50		
LSD 5%	1,00	0,93	1,02	1,01	1,44	1,38	1,15		

L'analyse du nombre moyen de lésions induites par les 7 isolats d'*Ascochyta rabiei* sur les 11 génotypes de pois chiche, par la méthode d'analyse hiérarchique des groupements a montré trois groupes d'isolats et quatre classes de génotypes (Figure 1 b).

Pour les sept isolats d'*Ascochyta* :

Le premier groupe moins virulent : Sid4 et Taza5 (nombre moyen de lésions N.M.L.=2,15) ;

Le second groupe à virulence intermédiaire: Dar2 et Syri7 (N.M.L. = 2,80) ;

Le troisième groupe plus virulent : Doy1, Mar3 et Mek6 (N.M.L. = 3,47).

Pour les 11 géotypes de pois chiche :

Le premier groupe sensible : PCH46 et ILC5342 (N.M.L. plus élevé =4,70) ;

Le deuxième groupe moyennement sensible : ILC482, ICC5127 et ILC72 (N.M.L. = 3,20);

Le troisième groupe moyennement résistant: ILC195, Rizki et Douyet (N.M.L. = 2,72) ;

Le quatrième groupe résistant : Zahor, ICC3996 et le ILC5928 (N.M.L. = 1,70).

La Taille des lésions (T. L.)

La taille moyenne des lésions sur les tiges des plantes, provoquée par les sept isolats d'*A. rabiei* qui ont été utilisés dans cette expérience sur les onze géotypes de pois chiche, se situe entre 1,55 et 3,1 cm de longueur (Tableau 7). La lecture de notre résultat, semble

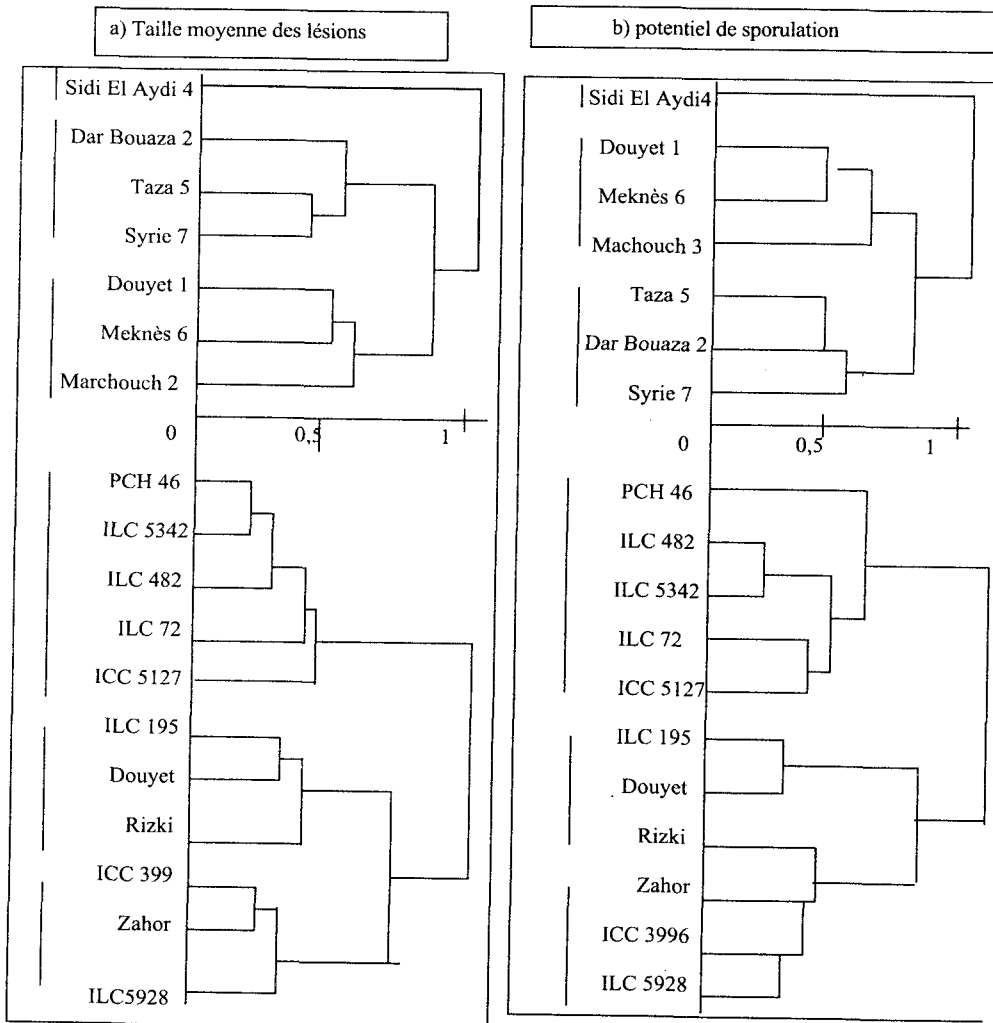
Tableau 7 : La taille moyenne de lésions notées sur 11 géotypes de pois chiche inoculés par 7 isolats d'*A.rabiei*

Géotypes	Isolats							Moyennes	LSD
	Taza5	Sid4	Dar2	Syri7	Mek6	Doy1	Mar3		
Rizki	1,30	1,45	1,28	2,15	2,80	2,70	3,10	2,11	0,58
ICC 3996	1,20	0,63	1,33	1,57	1,80	1,63	1,92	1,44	0,53
Zahor	0,68	0,55	1,33	1,53	1,37	1,67	1,95	1,30	0,94
ILC5928	0,43	0,30	0,83	0,63	1,63	1,50	1,73	1,01	0,27
ILC195	2,10	1,70	2,13	2,33	2,60	2,70	2,80	2,34	0,59
Douyet	1,67	1,80	2,00	2,00	2,83	2,53	2,90	2,25	0,66
ILC72	2,33	1,80	2,00	2,30	3,33	3,47	3,67	2,70	1,00
PCH46	3,67	2,00	2,33	2,33	4,00	3,33	4,67	3,19	1,10
ILC5342	3,33	2,33	3,33	2,67	3,00	3,67	4,00	3,19	0,92
ILC482	3,67	2,50	2,67	3,00	3,67	3,17	3,67	3,20	0,70
ICC5127	2,33	2,00	2,33	3,33	4,00	4,33	3,33	3,10	1,05
Moyennes	2,06	1,55	1,96	2,17	2,82	2,80	3,07		
LSD 5%	0,75	0,64	0,74	0,88	0,78	0,84	1,13		

indiquer que la souche Mar3 est la plus virulente avec une moyenne de taille des lésions de 3,1 cm. Cependant, la taille moyenne de lésions (T.M.L) de 1,96 cm est obtenue avec la souche Sid4 et laisse penser que cette souche est la moins virulente. La T.M.L. sur les tiges des plantes, notée sur les onze génotypes de pois chiche est variable d'un génotype à l'autre. En effet, elle est comprise entre 1,0 et 3,2 cm.

L'analyse de la taille des lésions provoquées par les 7 isolats d'*A. rabiei* sur les 11 génotypes de pois chiche, par la méthode d'analyse hiérarchique des groupements a permis de distinguer trois groupes d'isolats et trois classes de génotypes (Figure 2a).

Fig 2 : Dendrogramme résultat de l'analyse hiérarchique des groupements de 7 isolats d'*A. rabiei* et de 11 génotypes de pois chiche testés par :



Pour les sept isolats d'Ascochyta :

Le premier groupe moins virulent : Sid4 (T.M.L. faible =1,55 cm) ;

Le second groupe à virulence intermédiaire : Dar2, Syri7 et Taza5 (T.M.L. =2,1 cm) ;

Le troisième groupe plus virulent : Doy1, Mar3 et Mek6 (T.M.L. =2,90 cm).

Pour les 11 géotypes de pois chiche :

La première classe moyennement sensible : PCH46, ILC482, ICC5127, ILC5342 et ILC72 (T.M.L. de 3,10 cm) ;

La deuxième classe moyennement résistante : Rizki, ILC195 et Douyet (T.M.L. =2,23) ;

La troisième classe plus résistante : Zahor, ICC3996 et ILC 5928 (T.M.L. =1,25).

Le potentiel de sporulation (P.S.)

Les résultats présentés au niveau du tableau 8, montrent de grandes variations du potentiel de sporulation (P.S.) des isolats d'Ascochyta sur les tiges des 11 géotypes de pois chiche. En effet, ces variations sont cadrées entre $0,30 \times 10^6$ et $2,20 \times 10^6$ spores. L'isolat Mar3 est

Tableau 8 : Le potentiel de sporulation de 7 isolats d'A.rabiei évalué sur 11 géotypes de pois chiche.

	Géotypes							Moyennes	LSD5%
	Taza 5	Dar 2	Syrie7	Doy1	Mek6	Mar3	Sid4		
Douyet	0,80	0,85	0,75	0,76	0,90	1,00	0,60	0,81	0,12
Zahor	0,47	0,48	0,60	0,65	0,80	0,70	0,43	0,60	0,10
ICC3996	0,58	0,42	0,62	0,68	0,82	0,85	0,43	0,63	0,10
ILC72	1,07	1,03	1,17	1,40	1,35	1,60	0,92	1,20	0,46
ILC5127	1,30	1,28	1,30	1,20	1,33	1,50	0,73	1,23	0,21
ILC5343	1,43	1,35	1,50	1,43	1,21	2,10	1,16	1,45	0,31
ILC482	1,27	1,13	1,53	1,37	1,30	1,90	1,13	1,38	0,20
PCH46	1,23	1,58	1,50	1,53	1,82	2,20	1,16	1,57	0,34
Rizki	0,67	0,52	0,63	0,98	0,90	0,95	0,60	0,77	0,18
ILC5928	0,45	0,30	0,35	0,57	0,58	0,53	0,63	0,50	0,16
ILC195	0,82	0,88	0,90	0,97	0,98	1,03	0,65	0,89	0,22
Moyennes	0,82	0,88	0,97	1,04	1,09	1,32	0,76		
LSD 5%	0,15	0,49	0,20	0,19	0,15	0,15	0,12		

Chaque valeur dans ce tableau est multipliée par 10^6

le plus virulent ($1,32 \times 10^6$ spores), alors que Sid4 est celui qui possède le pouvoir de sporulation le moins élevé ($0,76 \times 10^6$ spores). Lorsqu'on compare le potentiel de sporulation sur les différents génotypes étudiés; on constate la présence d'un nombre important de spores ($1,57 \times 10^6$ spores) sur les nécroses des tiges de la variété PCH46 en comparaison avec la lignée ILC5928 qui produit seulement $0,50 \times 10^6$ spores.

L'analyse du potentiel de sporulation (P.S.) manifesté par les 7 isolats d'*A. rabiei* sur les 11 génotypes de pois chiche, par la méthode d'analyse hiérarchique des groupements a permis de distinguer trois groupes d'isolats et trois classes de génotypes (Figure 2b).

Pour les sept isolats d'*Ascochyta* :

Le premier groupe moins virulent a un potentiel de sporulation faible: Sid4 (P.S.= $0,76 \times 10^6$);

Le second groupe à sporulation intermédiaire : Dar2, Syri7 et Taza5 (P.S. = $0,90 \times 10^6$);

Le troisième groupe virulent a potentiel de sporulation élevé: Doy1, Mar3 et Mek6 (P.S.= $1,15 \times 10^6$).

Pour les 11 génotypes de pois chiche:

La première classe moyennement sensible: PCH46, ILC482, ICC5127, ILC5342 et ILC72 (PS = $1,37 \times 10^6$) ;

La deuxième classe moyennement résistante: Rizki, ILC195 et Douyet (P.S. = $0,82 \times 10^6$) ;

La troisième classe plus résistante: Zahor, ICC3996 et ILC5928 (P.S. = $0,58 \times 10^6$).

Discussion et conclusion

Les résultats obtenus suite à l'interaction entre des génotypes de pois chiche et une gamme d'isolats d'*A. rabiei* de diverses origines, a permis de noter de grandes variations dans le comportement réactionnel des variétés de pois chiche à l'infection par les isolats testés. En effet, les valeurs mesurées pour les différentes composantes de la résistance partielle (période d'incubation, nombre de lésions, taille des lésions sur tiges et le potentiel de la sporulation sur les tissus de l'hôte), montrent que tous les génotypes ont manifesté des réactions variables suite à leur inoculation par *A. rabiei* et, par conséquent, aucune forme de résistance complète chez les lignées de pois chiche étudiées n'a été observée vis-à-vis des sept isolats de l'agent causal de l'antracnose. Ces résultats sont en accord avec les données qui ont été rapportées par d'autres auteurs (Reddy et Kabbabeh, 1985; Singh et Reddy, 1990; Bouazaoui Bensouda, 1993) chez d'autres génotypes de pois chiche confrontés à d'autres isolats d'*A. rabiei*.

Aucun génotype n'a révélé de la résistance à tous les isolats. Le comportement ainsi, des génotypes de pois chiche testés vis-à-vis de l'antracnose manifeste des réactions variables allant de sensible à un niveau élevé de résistance. En effet, la plus courte période d'incubation a été obtenue, sur les deux génotypes de pois chiche PCH46 et ILC5342, montrant ainsi, que les isolats d'*Ascochyta* utilisés n'ont trouvé aucune résistance à leur développement. De plus, les valeurs élevées du potentiel de sporulation, le nombre et la taille des lésions renforcent l'idée que cette rapidité du développement et d'expansion du champignon sur les diffé-

rents organes du pois chiche est due au fait que les deux variétés n'opposent aucune résistance à cette gamme d'isolats testés; confirmant, ainsi, les observations notées sur le terrain (Akeim et al. 1999), concernant la forte sensibilité à l'antracnose de la variété de pois chiche PCH46.

Des différences significatives existent entre les composantes de résistance partielle chez les génotypes étudiés. En effet, la P.I. la plus longue et les plus faibles valeurs du N.L., de la T.L. et du P.S. notées sur les variétés Rizki, Zahor et la lignée ILC5928 indiquent, ainsi, que la progression limitée du pathogène à l'intérieur du tissu de l'hôte est due, probablement au degré élevé de la résistance de ces trois variétés de pois chiche à l'antracnose. Ces résultats vont dans le même sens que ceux rapportés par Bouazoui Bensouda (1993) et Khoury (1994). En effet, chez les variétés résistantes, le mycélium se développe lentement. Il en résulte une longue période d'incubation et de latence, l'apparition de lésions nécrotiques de petites tailles et un faible niveau de sporulation (Singh et Reddy, 1990; Singh et al., 1981; Bouznad, 1991, Reddy et Kabbabeh, 1985). Ceci est due soit à la présence d'une densité forte de poils empêchant ainsi la pénétration du mycélium (présence des barrières mécaniques) (Hafiz, 1952; Chand et al., 1988) ou à l'existence dans la tige d'une zone de lignification qui isole les tissus infectés et constitue une barrière mécanique à la propagation du pathogène (Ameziane, 1981) et/ou une production et accumulation au niveau des folioles de composés phénoliques fongitoxiques (Vir et Grewal, 1974; Weigand, 1989).

Par ailleurs, le niveau de résistance moyen affiché par les deux variétés Douyet et ILC195, considérées pourtant comme résistantes à *A. rabiei*, laissent penser qu'il y a une évolution du pathogène au cours des dernières années lui permettant de s'attaquer d'une manière plus agressive à ces variétés.

Les isolats d'*A. rabiei* diffèrent significativement dans l'aptitude à infecter les génotypes de pois chiche. Ainsi, les isolats Doy1 (Douyet1), Mar3 (Marchouch3) et Mek6 (Meknès6) semblent être les plus virulents, car ils ont montré des P.I. de courte durée (7,5 jours). Les autres paramètres (N.L., T.L. et P.S.) sont aussi élevés, avec des moyennes respectivement de 2,70, de 2,15 cm et de $1,08 \times 10^6$ spores par mm³. Cependant, l'isolat Sid4 (Sidi El Aydi4) s'est montré moins virulent avec des P.I. de longue durée de 10,18 jours, un nombre de lésions de 2,13, une taille de lésions de 1,64 cm et un taux de sporulation de $0,72 \times 10^6$ spores par mm³. Par ailleurs, les autres isolats Dar2 (Dar Bouaza2), Taza5 et Syrie7 ont manifesté une virulence intermédiaire. Ces résultats vont dans le même sens que ceux rapportés par plusieurs auteurs (Hamidullah et Wiese, 1991; Bouazaoui Bensouda, 1993; Lamnoui et al., 1994; Lamnoui et El Lyamani, 1999; Bouznad, 1991) sur la base de la sévérité de la maladie pour les isolats d'*A. rabiei* provenant d'un même pays.

Dans cette étude, l'analyse de la variance (Tableau 2), a montré que les interactions isolats x génotypes sont très hautement significatives ($p < 0,01$). Lors de la réalisation des différentes interactions entre les sept isolats et les onze génotypes, nous avons remarqué que la virulence propre à chaque isolat varie d'un génotype à l'autre. Ces constatations ont été confirmées par leur comparaison deux à deux à l'aide du test LSD. En effet, le test LSD a permis de dégager plusieurs cas d'interactions à savoir :

L'isolat Mar3 s'est montré plus virulent sur le génotype ILC195 que sur le génotype ILC482. Il présente, en effet, une PI courte sur ILC 195 mais moyennement longue sur ILC482, alors que l'isolat Sid4 s'est révélé moins virulent sur le génotype ILC 195 est plus virulent sur le génotype ILC482. Il présente, ainsi, une P.I. longue sur le génotype ILC195 et courte sur le génotype ILC482 (Tableau5). De même, l'isolat Taza5 s'est montré plus virulent sur le génotype Rizki que sur le génotype ILC5828. Il a affiché en conséquence, un taux

de sporulation important sur le génotype Rizki que sur le génotype ILC5928. Par contre, Sid4 a une faible sporulation sur le génotype Rizki et un taux sporulation plus important sur le génotype ILC5928. Il s'est révélé donc moins virulent sur le génotype Rizki que sur le génotype ILC5928 (Tableau 7).

Egalement, les résultats obtenus sur le nombre des lésions (Tableau 6), montre que l'ordre de classement des génotypes utilisés dans cette étude, varie selon les isolats. Par exemple, le génotype ICC5127 a été classé parmi les variétés résistantes à l'isolat Dar2, alors qu'il a été classé parmi les variétés sensibles à Taza5. En revanche, le génotype PCH46 a été classé parmi les variétés sensibles à l'isolat Dar2, alors qu'il a été groupé parmi les variétés résistantes à Taza5.

De même, le génotype ILC5342 s'est montré sensible à l'isolat Doy1, alors qu'il est résistant à l'isolat Mek6 (Tableau 6). Par contre, le génotype PCH46 s'est révélé résistant à l'isolat Doy1 et sensible à l'isolat Mek6.

La mise en évidence d'interaction différentielle entre les isolats d'*A. rabiei* et les génotypes de pois chiche dans cette étude, est considérée comme l'indice d'une spécialisation spécifique dans la virulence d'*A. rabiei* et la résistance du pois chiche. (Vanderplank, 1968, 1982, 1984). Plusieurs travaux de recherche ont rapporté la présence d'interaction isolat-génotype hôte dans le système pois chiche - *A. rabiei* (Bouznad, 1991; Sajjad et Serwar, 1984; Reddy et Kabbabeh, 1985; Anjla, 1964).

L'analyse du coefficient de corrélation entre les différents paramètres mesurés (Tableau 4), montre qu'il y a une corrélation négative et significative entre P.I. et T.L., d'une part, et entre P.I. et P.S., d'autre part. En outre, des corrélations significatives positives ont été notées entre N.L. et P.S., T.L. et P.S. et N.L. et T.L. Ces résultats indiquent, premièrement, que le P.I. conditionne en même temps la taille des lésions (T.L.) et la sporulation (P.S.) et, deuxièmement le potentiel de sporulation (P.S.) est étroitement lié à la taille et le nombre de lésions sur les tiges et les ramifications du pois chiche. Ces corrélations nous amène également à avancer l'hypothèse que ces composantes mesurées sont contrôlées par les mêmes gènes. Pour l'évaluation de la résistance des génotypes de pois chiche à cette maladie, on pourrait donc utiliser l'une de ces composantes. Les génotypes qui possèdent une grande période d'incubation, un faible nombre de lésion, une taille de lésion réduite et un faible taux de sporulation, peuvent être sélectionnés pour leur résistance. Ainsi, chez les variétés résistantes, le mycélium se développe lentement. Il en résulte une longue période d'incubation et de latence, l'apparition de lésions nécrotiques de petites tailles et un faible niveau de sporulation (Boorsma, 1980 ; Bouzaoui Bensouda, 1993 et Houry, 1994).

L'existence de la variabilité de la virulence au sein des isolats d'*A. rabiei* dans les régions de production de pois chiche au Maroc est un phénomène très important à prendre en considération lors de l'établissement de programmes d'amélioration génétique du pois chiche. Cette variabilité nécessite le développement des variétés de pois chiche à résistance polygénique contre des races physiologiques du pathogène.

Références bibliographiques

- Acikgoz N. & Sakar D., 1989. Breeding for ascochyta blight-resistant Kabuli chickpea in Turkey. Pages, 71-76. In Proceedings of the Consultative Meeting on Breeding for Disease Resistance in Kabuli Chickpea, 6-8 March 1989, Aleppo, Syria, on Disease Resistance Breeding in chickpea (Singh K. B. & Saxena, M. C. eds.). ICARDA.
- Ahmad G.D., Hafiz A. & Ashraf M. 1952. Association of morphological character with blight resistance. P. 17-19 in proc. 4th Pakistan Sci. Conf.
- Akem C., Meskine M., Chettou A., & Lamnoui M. 1999. Distribution and intensity chickpea diseases in Morocco. In proceeding du 2ème Symposium Régional sur les maladies des céréales et légumineuses alimentaires. Nabeul, Tunisie novembre 10-12, 1999. p. 51-57
- Ameziane E.A., 1981. Modalités d'expression de la résistance d'un cultivar de pois chiche (*Cicer arietinum* L.) à *Ascochyta rabiei* (Pass.) Lab. Thèse de Docteur-Ingénieur en Sciences Agronomiques ENSA de Rennes France 40pp.
- Boorsma P.A., 1980. Variability in chickpea for blight for resistance. Plant protection Bulletin 28 (3): 110-113.
- Aujla S.S., 1964. Study on eleven isolates of *Phyllosticta rabiei* (Pass.) Trot., the causal agent of gram blight in the Punjab. Indian phyto. 17: 83-87.
- Bouzaoui Bensouda F., 1993. Etudes sur l'antracnose du pois chiche due à *Ascochyta rabiei* (Pass.) Lab. au Maroc. Mémoire de DES en Biologie option phytopathologie, Faculté des Sciences de Meknès, 72 pp.
- Boulif M., 1992. Maladie et adventices. In: Le secteur des légumineuses alimentaires au Maroc. P: 281-314 Actes (eds.), Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II., Rabat, Maroc.
- Bouznad Z., 1991. Recherche sur la variation pathologique de l'*Ascochyta rabiei*, agent de l'antracnose du pois chiche et de la résistance du matériel végétal introduit en Algérie. Réunion de coordination projet de Maghreb/ICARDA, Tunis, 8-12 Octobre 1991.
- Chand H., Khirbat S.K., Singal H.R., Jalali H.L. & Singh R. 1988. Association of morphological and biochemical characters with chickpea ascochyta blight: Indian Phytopath. 41 (1): 75-79.
- Gowen S.R., Orton M, Thurley B. & White A., 1989. Variation in pathogenicity of *Ascochyta rabiei* on chickpeas. Tropical pest management, 35 (2): 180-186.
- Grewal J. S., 1984. Evidence of physiologic races in *Ascochyta rabiei* of chickpea. Pages 55-65, in Proceedings of Workshop on Ascochyta Blight and Winter Sowing of Chickpea (Saxena, M.C. & Singh K. B., eds) ICARDA 4-7 may 1981, Aleppo, Syria. Martinus Nijhoff/Dr W. Junk publishers for ICARDA.
- Hafiz A. 1952. Basis of resistance in gram to mycosphaerella blight. Phytopath. 42: 422-424.
- Halila H., Harrabi M. & Haddad A. 1989. Variabilité morphologique de l'*Ascochyta rabiei* (Pass.) Lab. en Tunisie . Ann. de l'INRAT, Tunisie. 61,(9): 150-157
- Hamidullah J. & Wiese M.V. 1991. Virulence forms of *Ascochyta rabiei* affecting chickpea in the Palouse. Plant disease, 75 (9): 904-906.
- Kamel M., 1984. The status of chickpea production and research in Morocco. In Proceedings of Workshop on Ascochyta Blight and Winter Sowing of Chickpeas. p. 247-257 Aleppo

- Syria ICARDA, 4-7 May 1981 (Saxena and Singh K.B. eds). Martinus Nijhoff/Dr W. Junk publishers for ICARDA.
- Khory W., 1994. Components of resistance to ascochyta blight at different stages of chickpea development. Page 53, in Abstracts of the fifth Arab Congress Plant Protection, Fez, Morocco, 27 November – 2nd December, 1994 (B.Ezahiri & M. Bouhach, eds.).
- Labdi M. 1995. Etude de la résistance à l'anthracnose (*Ascochyta rabiei*) chez le pois chiche (*Cicer arietinum* L.). Thèse de l'ENSA de Montpellier, 155p.
- Lamnoui M., Wahabi S. & Beniwell S.P.S., 1994. Pathology variability of *Ascochyta rabiei* in Morocco. Page 56. in Abstracts of the fifth Arab Congress Plant Protection, Fez, Morocco, 27 November– 2nd December, 1994 (B.Ezahiri & M. Bouhach, eds).
- Lamnoui & El Lyamani, 1999. Variabilité pathogénique chez *Ascochyta rabiei* agent de l'anthracnose de pois chiche. In proceeding du 2ème symposium Régional sur les maladies des céréales et légumineuses alimentaires. Nabeul, Tunisie novembre 10-12, 1999. p. 221-228.
- Morjane H., Cherif M. & Harrabi, M. 1993. Chemical and genetic control of ascochyta blight in chickpea. International Chickpea Newsletter 28: 11-13.
- Nene Y.L. & Reddy M.V., 1987. Chickpea diseases and their control. Pages 233-242, in: The chickpea (M.C. Saxena & K.B. Singh, eds). CAB International, ICARDA.
- Nene Y.L., Sheila V.K. & Sharma S.B., 1996. A world list of chickpea and pigeon pea pathogens. 5ème Edition ICRISAT. Patancheru 502329. India.
- Porta-Puglia A., Bernier C.C., Jellis G.J., Kaiser W.J. & Reddy M.V., 1994. Screening techniques and sources of resistance to foliar diseases caused by fungi and bacteria in cool food legumes. Euphytica, 71: 11-25.
- Porta-Puglia A. 1989. Variability in *Ascochyta rabiei*. Pages 135-144, in Proceedings of the Consultative Meeting on Breeding for Disease Resistance in Kabuli Chickpea, 6-8 March 1989, Aleppo, Syria; on Disease resistance Breeding in chickpea (Singh K. B. & Saxena, M. C. eds.) ICARDA.
- Reddy M.V. 1980. Calixine M an effective fungicide for eradication of *Ascochyta rabiei* in chickpea seed. International Chickpea Newsletter 3: 12.
- Reddy M.V. & Kabbabeh. 1985. Pathogenic variability in *Ascochyta rabiei* (Pass.) Lab. In Syria and Lebanon. Phytopath. Medit. 24 : 265-266.
- Reddy M.V., Nene Y.L., Singh G. & Bachir M. 1989. Strategies for management of foliar diseases of chickpea. Pages 117-127, in Proceedings of the International Workshop on Chickpea Improvement 4-8 Dec. 1989, ICRISAT Centre India, on Chickpea in the Nineties 1990S ICARDA, ICRISAT.
- Reddy M.V. & Singh K.B. 1990. Management of ascochyta blight of chickpea through integration of host plant tolerance and foliar spraying of chlorothalonil. Indian J.Plant Prot., 18: 65-69.
- Reddy M.V., Singh K.B & Malhotra R.S., 1992. Multiplication evaluation of chickpea germoplasm and breeding lines to Ascochyta blight. Phytopathol. Mediterr., 35, 59-61.
- Reddy M.V. & Singh K.B. 1984. Evaluation of a world collection of chickpea germoplasm accession for resistance to ascochyta blight. Plant. Diseases, 68: 900-901.
- Sajjad H., Quoreshi. & Sarwar, A., 1984. Pathogenic behaviour of *Ascochyta rabiei* isolates on different cultivars of chickpea. International Chickpea Newsletter 11: 29-31.

- Singh K.B., Hawtin G.C., Nene Y.L. & Reddy M.V., 1981. Resistance in chickpea to *Ascochyta rabiei*. Plant disease: 65 (7), 586-587.
- Singh K. B. & Reddy M.V. 1983. Inheritance of resistance to ascochyta blight in chickpea. Crop Sci. 23: 9-10.
- Singh K. B & Reddy M.V., 1989. Genetic of resistance to ascochyta blight in four chickpea lines. Crop Sci. 29: 657-659.
- Singh K. B. & Reddy M.V., 1990. Patterns of resistance and susceptibility to races of *Ascochyta rabiei* among germ plasm accession and breeding lines of chickpea. Plant dis. 74: 127-129.
- Singh K. B. & Reddy M.V., 1993. Resistance to six races of *Ascochyta rabiei* in the world germoplasm collection of chickpea. Crop Sci. 33: 186-189.
- Singh K.B., Reddy M.V. & Haware M.P, 1989. Breeding for resistance to ascochyta blight in chickpea. Pages: 23-54 In Proceedings of the Consultative Meeting on Breeding for Disease Resistance in Kabuli Chickpea, 6-8 Mars 1989, Aleppo, Syria on Disease Resistance Breeding in Chickpea (Singh K. B. and Saxena, M. C. eds.). ICRISAT/ICARDA.
- Tewari S.K. & Pandey M.P., 1986. Genetics of resistance to ascochyta blight in chickpea (*Cicer arietinum* L.) India - Euphytica, 35 (1): 211-215.
- Trapero-Casas A. & Kaiser W.J., 1992. Influence of temperature, wetness period, plant age, and inoculum concentration on infection and development of *Ascochyta* blight of chickpea. Phytopathology, 82 (5): 589-596.
- Vanderplank J.E.,1982. Host – Pathogen Interaction in Plant Diseases. Academic Press. New York. 206p.
- Van Der Plank J.E.,1984. Diseases Resistance in Plants. Second edition Academic press, INC. New York. 149p.
- Vir S. & Grewal J.S., 1974. Physiologic specialisation in *Ascochyta rabiei*, the causal organism of gram blight. phatopath. 27: 355-360.
- Vir, S., Grewal, J.S. & Guepta, V.P., 1975. Inheritance of resistance to ascochyta blight in chickpea. Euphytica, 24: 209-211.
- Weigand F., 1989. Lignification as an active resistance mechanism. P:170-171. In Food Legume Improvement Program. Annual Report 1989. ICARDA, 1989, Aleppo, Syria.
- Weltzien H.C., 1989. Role of host-plant resistance in integrated disease mangement. Pages 144-155. In Proceedings of the consultative meeting on Breeding for Disease Resistance in Kabuli Chickpea, 6-8 March 1989, Aleppo, Syria, on Disease Resistance Breeding in Chickpea (Singh K. B. and Saxena, M. C. eds.). ICARDA.