

**VARIABILITE DU POUVOIR PATHOGENE CHEZ
MYCOSPHAERELLA GRAMINICOLA FUCKEL
(SCHROETER)
(SEPTORIA TRITICI ROB. EX DESM.)
AU MAROC.**

MAZOUZ H.*, JLIBENE M.*, SAADAOU EL M. ** et EL BOUAMI F.**

ملخص

تعتبر قدرة فطر سبطوريا تريتيسي (*Septoria tritici Rob. ex Desm.*) على التغلب على مقاومة أصناف القمح أهم انشغالات الباحثين المختصين في تحسين المقاومة ضد التبقع السبطوري.

إن الهدف من هذه الدراسة هو معرفة مجال ضرر هذا الفطر في المغرب. هذا وقد تم تلقيح ستة عشر صنفاً من القمح الطري بواسطة سبعة وعشرين لقاحاً من سبطوريا تريتيسي. بحيث تم عزل خمسة وعشرون منهم من القمح الطري، واحد من القمح الصلب والآخر من التريتكال. وتبين وجود تأثير خاص واضح بين أصناف العائل ولقاح الفطر، مما يدل على أن لسبطوريا تريتيسي مجموعات ذات أضرار مختلفة. كما قسم السبعة والعشرون لقاحاً إلى تسع مجموعات. وسجل هناك اختلاف متميز بين اللقاح الذي تم عزله من القمح الصلب وباقي الألقاح، الشيء الذي يوحى إلى وجود نوع من العلاقة المتخصصة بين هذا اللقاح والقمح الصلب. وتمت في هذا البحث مناقشة انعكاسات التخصص الفسيولوجي لسبطوريا تريتيسي على تحسين مقاومة القمح للتبقع السبطوري.

* Centre Régional de la Recherche Agronomique du Saïs et Moyen Atlas, Programme Bour Favorable, 3 Esplanade du Dr. Giguët, Meknès - MAROC.

** Université Moulay Ismaïl. Faculté des Sciences de Meknès - MAROC.
Contribution du Centre Régional de la Recherche Agronomique de Doukkala, Abda et Chaouia, B.P. 589, Settat - MAROC.

RESUME

La capacité de *Septoria tritici* de surmonter la résistance des variétés de blé est une principale préoccupation pour l'amélioration de la résistance à la septoriose.

L'objectif du présent travail est la connaissance du spectre de virulence de *S. tritici* au Maroc.

Seize génotypes de blé tendre (*Triticum aestivum*) ont été inoculés avec 27 isolats de *Septoria tritici*, dont 25 obtenus à partir du blé tendre, un du blé dur et un du triticales. Une interaction isolat du champignon x génotype de blé tendre, hautement significative, a pu être constatée, signalant l'existence de différents groupes de virulence de *Septoria tritici*. Les 27 isolats ont été groupés en neuf groupes de virulence. L'isolat du blé dur s'est avéré différent de tous les autres en montrant une tendance à se spécialiser sur le blé dur. Les conséquences de la spécialisation physiologique de *Septoria tritici* sur l'amélioration génétique pour la résistance à la septoriose du blé sont discutées.

MOTS CLES : *Septoria tritici*, *Triticum aestivum*, spécialisation physiologique, interaction hôte-parasite, Maroc.

ABSTRACT

The ability of *Septoria tritici* to overcome host resistance is a major concern to breeding for resistance. This report deals with the knowledge of the virulence spectrum of this pathogen in Morocco.

Sixteen bread wheat accessions were inoculated with 27 *Septoria tritici* isolates secured from the major wheat growing regions in Morocco. All isolates were obtained from bread wheat, except for one which was isolated from durum wheat and one from triticales.

There were significant differences within strains and host genotypes. Physiologic specialization of the pathogen was clearly demonstrated as a result of the differential interaction between isolates and host genotypes. The 27 isolates could be grouped into nine virulence groups. The isolate obtained from durum wheat was very distinctive in its parasitic characters and was significantly different from all other cultures. The effect of physiologic specialization of *Septoria tritici* on breeding for disease resistance is discussed.

KEY WORDS : *Septoria tritici*, *Triticum aestivum*, physiologic specialization, host-parasite interaction, Morocco.

RESUMEN

La capacidad de *Septoria tritici* de vencer la resistencia de las variedades del trigo es una principal preocupacion para el mejoramiento de la resistencia a la septoriosis.

El objetivo de este trabajo es el estudio de la variabilidad de la virulencia de *S. tritici* en Marruecos.

Se utilizo 16 variedades y lineas de trigo harinero para estudiar una poblacion de 27 aislamientos de *S. tritici* (25 aislamientos de trigo harinero, uno de trigo duro y uno de triticale) provenientes de las principales regiones trigueras en Marruecos.

La interaccion cultivares x aislamientos fue altamente significativa, evidenciando la existencia de diferentes grupos de virulencia del hongo. Los 27 aislamientos se clasificaron en nueve grupos de virulencia. El aislamiento del trigo duro fue por completo diferente de los otros. Las consecuencias de la especializacion fisiologica de *Septoria tritici* sobre el mejoramiento genético para la resistencia a la mancha de la hoja del trigo son discutidas.

PALABRAS LLAVES : *Septoria tritici*, *Triticum aestivum*, especializacion fisiologica, interaccion huésped-parasito, Maruecos.

INTRODUCTION

Au Maroc, la septoriose du blé due à *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) Schroeter (*Septoria tritici* Rob. ex Desm.) se place en tête du complexe parasitaire du blé tendre, notamment pendant les années pluvieuses (Schlüter et Janati, 1976 ; Lyamani, 1990 ; Mazouz, 1992). Pour lutter contre la maladie, l'utilisation des fongicides s'est révélée efficace, mais est généralement coûteuse et délicate. La résistance variétale serait une solution plus économique et plus pratique. Plusieurs rapports ont signalé l'existence de sources de résistance à *S. tritici* (Hilu et Bever, 1957 ; Morales, 1957 ; Rosielle, 1972 ; Jlibene, 1990 ; Jlibene, 1992). Cependant, des variétés de blé résistantes dans certaines régions sont parfois sujettes à de fortes attaques du pathogène dans d'autres (Eyal et al., 1987). En outre, une spécialisation physiologique de *S. tritici* a été signalée dans plusieurs pays (Eyal et al., 1987), y compris le Maroc (Saadaoui, 1987). Depuis 1987, aucune étude de la variabilité du pathogène au Maroc n'a été réalisée. Cependant, le suivi de l'évolution du pathogène et la détermination de sa composition raciale dans le pays sont d'une grande importance pour le programme national d'amélioration génétique pour la résistance à la maladie.

L'objectif du présent travail est d'étudier la variabilité du pouvoir pathogène chez *S. tritici*.

MATERIEL ET METHODES

Vingt sept isolats de *S. tritici* ont été isolés, selon la procédure rapportée par Saadaoui (1987), à partir de feuilles infectées de blé tendre, de blé dur (S17) et de triticale (S13) collectées dans les principales régions céréalières du Maroc (Fig. 1). Ensuite, ils ont été cultivés sur milieu de culture Y.M.A. (extrait de levure : 4g, extrait de malt : 4g, saccharose : 4g, agar : 15g eau distillée: 1000ml).

Seize génotypes de blé tendre (tableau I) qui semblent posséder des gènes de résistance différents (Jlibene, communication personnelle) ont été utilisés pour la caractérisation des différents isolats. Ces génotypes ont été fournis par le programme national d'amélioration génétique du blé tendre.

Le semis a été effectué dans 28 terrines en bois (40 x 30 x 15 cm), contenant 2/3 de sol stérilisé et 1/3 de tourbe. Dans chaque terrine les génotypes de blé ont été semés en lignes de 8 cm selon un dispositif expérimental en blocs aléatoires complets à trois répétitions. Une parcelle élémentaire consistait en cinq plantules.

Les plantules ont été inoculées au stade trois feuilles avec une suspension de 10^6 spores/ml d'eau additionnée de tween 20 (5 gouttes/litre de suspension), puis placées pendant 72 heures sous des couverts en plastique contenant des humidificateurs assurant une humidité saturée, à une température variant entre 12 et 20°C. Chaque isolat a été inoculé aux plantules d'une seule terrine à raison de 0,8 ml de suspension par plantule. Les plantules d'une terrine utilisée comme témoin ont reçu uniquement une pulvérisation d'eau additionnée de tween 20.

Fig . 1 : Répartition géographique des isolats de *Septoria tritici* étudiés.

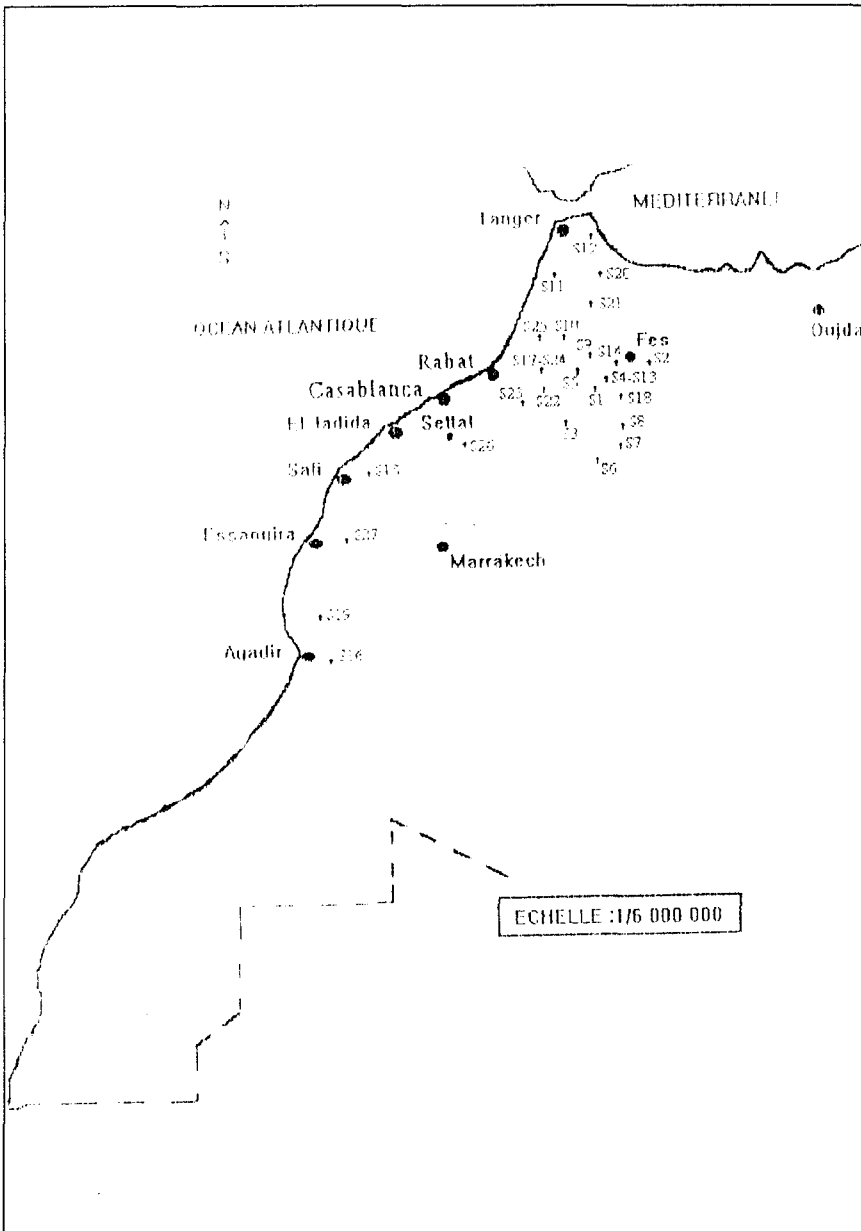


Tableau I : Génotypes de blé tendre utilisés comme " variétés différentielles".

Génotype	Nom
G1	JOUDA / THB'S'
G2	RPB 709. 71/ COC // * 2CAR. 853 / COC
G3	IAS20 / H 567. 71 // 4* IAS20 /3/ 2*RPB709. 71/ COC
G4	SAÏS *2 // 14 - 2
G5	NASMA *3 / 14 - 2
G6	NASMA / SAADA
G7	IAS20 *5 / H567. 71 // CAR. 853 / COC
G8	THB ' S ' // CAR. 853 / COC
G9	BOW ' S '
G10	VEE ' S ' / SNB ' S '
G11	THB ' S '
G12	IAS20 *5 / H567. 71
G13	RPB709. 71 / COC
G14	NASMA
G15	TEGYEY
G16	SAADA

Vingt quatre jours après l'inoculation, la surface foliaire nécrosée et le pourcentage de recouvrement pycnidial ont été évalués sur la deuxième feuille. Deux échelles d'évaluation ont été utilisées, une échelle de 0 (pas de symptômes) à 9 (feuille détruite à 90% ou plus) pour la surface foliaire nécrosée et l'échelle "ZIV-EVAL" allant de 0 (pas de pycnides) à 100% (toute la feuille est couverte par les pycnides) (Eyal et al., 1983) pour le recouvrement pycnidial.

Un premier essai a été conduit en octobre 1990 sur les 16 génotypes de blé tendre. Ensuite, un deuxième a été mené en février 1991 uniquement sur 10 génotypes. Six génotypes ont été éliminés dans le premier essai en raison de la similitude avec d'autres génotypes de leur comportement vis-à-vis des isolats du pathogène.

Une analyse de la variance a été faite pour dégager les effets génotype, isolat, essai x génotype et génotype x isolat. En plus, une analyse de groupements hiérarchiques a été faite pour différencier les isolats.

RESULTATS

Une corrélation positive hautement significative ($r = 0,96$) entre la surface foliaire nécrosée et le recouvrement pycnidial a été constatée. Par conséquent, on s'est basé uniquement sur le pourcentage de recouvrement pycnidial pour la caractérisation des 27 isolats de *S. tritici*.

L'analyse de la variance (Tableau II), a montré un coefficient de variation de 38,6%, témoignant de l'uniformité des inoculations. L'effet essai a été non significatif. En outre, comme l'indique l'absence d'interactions essai x génotype et essai x isolat, les réactions des isolats et des génotypes n'ont pas changé dans le deuxième essai. Par ailleurs, les effets isolat et génotype étaient hautement significatifs. Enfin, la présence d'une interaction isolat x génotype hautement significative témoigne d'une spécialisation physiologique de *Septoria tritici* au Maroc.

En l'absence d'interaction essai x génotype et essai x isolat, on a déterminé le pourcentage de recouvrement pycnidial moyen des deux essais pour chaque combinaison isolat x génotype (Tableau III). L'examen de ce tableau révèle que l'isolat collecté entre Essaouira et Marrakech (S27) s'est montré le plus virulent. Il a manifesté une forte virulence sur huit génotypes, une virulence intermédiaire sur la variété "BOW'S" (G9) et une faible virulence sur la variété "TEGYEY" (G15). A l'autre extrême, les isolats S7, S9 et S26 (collectés respectivement à Adarouche, Meknès et Ben Ahmed), ont révélé une forte virulence uniquement sur la variété "NASMA" (G14). Le moins virulent de tous les isolats était celui du blé dur (S17) qui n'a pas sporulé sur tous les génotypes de blé tendre.

Tableau II : Analyse de la variance du pourcentage de recouvrement pycnidial de 27 isolats de *S. tritici* sur dix génotypes de blé tendre.

Source de variation	degré de liberté	Carré moyen
Essai	1	1521 . 54 ns`
Isolat	26	6983 . 62 ***
Génotype	9	52029 . 49 ***
Isolat x Essai	26	58 . 82 ns
Génotype x Essai	9	96 . 10 ns
Isolat x Génotype	234	1429 . 60 ***
Erreur résiduelle	1314	106 . 15
C. V. (%)		38 . 63

ns : Différence non significative à $p = 0,05$

*** : Différence non significative à $p = 0,01$

C. V. : Coefficient de variation

Tableau III : Recouvrement pycnidial (%) sur dix génotypes de blé tendre inoculés par 27 isolats de *S. tritici*

ISOLAT	Génotype										Moyenne
	G2	G4	G6	G7	G9	G11	G12	G13	G4	G15	
S1	11	60	10	0	50	8	0	25	80	28	27
S2	52	63	52	0	63	5	0	49	80	30	39
S3	20	60	18	20	30	30	0	10	70	3	26
S4	30	60	3	3	30	58	0	28	70	3	29
S5	50	18	45	35	5	50	3	45	60	30	34
S6	18	18	0	0	45	5	9	40	70	0	20
S7	4	5	11	12	32	0	0	12	60	3	14
S8	48	67	28	0	63	43	5	58	70	3	40
S9	0	35	9	0	13	0	0	2	52	0	11
S10	53	35	25	0	57	38	0	40	70	5	32
S11	0	20	13	0	18	50	0	5	67	45	22
S12	50	57	17	0	70	23	0	57	70	5	35
S13	63	35	0	0	45	50	0	22	75	0	29
S14	5	58	0	0	52	0	0	28	70	15	23
S15	11	57	50	0	50	50	0	20	60	25	32
S16	52	57	20	21	57	40	8	10	67	50	38
S17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S18	35	35	5	40	57	45	3	52	70	5	35
S19	57	57	5	5	50	30	0	17	70	18	31
S20	45	20	45	0	40	0	0	35	70	13	27
S21	18	43	40	0	20	20	4	20	67	0	23
S22	25	45	15	15	9	5	0	20	50	5	19
S23	0	33	38	0	45	43	0	52	67	5	28
S24	3	43	0	0	47	20	0	14	70	0	20
S25	0	18	35	0	58	0	0	20	67	12	21
S26	0	20	2	0	20	0	4	5	50	13	11
S27	67	63	60	63	25	63	43	52	75	3	51
Moyenne	27	40	20	8	39	25	3	27	65	12	27

Tableau IV : Isolats composant les groupes de virulence déterminés par l'analyse hiérarchique des isolats de *S. tritici*.

Groupe	Isolats
I	S 1- S 14- S 24- S 3- S 21- S 9- S 26- S 22- S 6- S 7- S 25
II	S 4- S 8- S 12- S 10- S 13- S 19- S 18
III	S 15- S 23
IV	S 2- S 20
V	S 11
VI	S 16
VII	S 5
VIII	S 17
IX	S 27

Certains isolats ont montré des comportements opposés sur quelques génotypes. En effet, à l'inverse de l'isolat S27, l'isolat d'Agadir (S16) s'est révélé très virulent sur la variété "TEGYEY" et peu virulent sur les génotypes IAS20*5/H567.71 (G12) et RPB709. 71/COC (G13). De même les isolats S5 et S25 ont révélé un comportement opposé sur le génotype BOW'S' (G9) d'une part et les génotypes RPB709. 71/COC//*2CAR.853/COC (G2) et THB'S' (G11) d'autre part.

L'analyse des groupements hiérarchiques a permis de partitionner les 27 isolats étudiés en neuf groupes de virulence (Tableau IV). Certains isolats provenant de régions relativement éloignées l'une de l'autre appartenaient au même groupe. En revanche, une variabilité pathogénique appréciable a parfois été constatée au sein d'isolats d'une même région. Par exemple, les isolats S1, S4 et S5 collectés dans la région de Meknès appartenaient à des groupes distincts. L'isolat du blé dur (S17) s'est nettement distingué de tous les autres. Inoculé à des variétés de blé dur inscrites au catalogue national, cet isolat a pourtant fructifié en abondance sur certains génotypes. A noter que l'isolat du triticale (S13), collecté dans la région de Meknès, s'est comporté comme certains isolats du blé tendre.

DISCUSSION

La mise en évidence d'interactions isolat x génotype dans le système *Septoria tritici* x *Triticum aestivum* suggère que le pathogène présente différents groupes de virulence capables d'attaquer certaines variétés de l'hôte plus que d'autres. Plusieurs rapports ont signalé la présence de telles interactions dans ce même système (Eyal et al., 1973 ; Ballantyne, 1985 ; Eyal et al., 1985a ; Eyal et al., 1985b ; Eyal et Levy, 1987 ; Saadaoui, 1987 ; Cordo et Ariaga, 1990 ; Diaz, 1990 ; Perello et al., 1990). En utilisant sept génotypes de blés (*T. aestivum* et *T. durum*) comme "variétés différentielles", Saadaoui (1987) a détecté l'existence de quatre groupes de virulence dans une population marocaine de 19 isolats du pathogène.

Dans la présente étude, neuf groupes de virulence ont été identifiés au sein d'une population de 27 isolats. L'élaboration d'une gamme de variétés différentielles standard à génotype connu et l'étude d'un nombre d'isolats plus élevé et plus représentatif des régions céréalières devrait donner une idée plus précise sur la composition raciale de *S. tritici* au Maroc.

Il semble que les isolats de *S. tritici* accusent une certaine tendance à se spécialiser soit sur le blé tendre, soit sur le blé dur. Cette hypothèse également suggérée par Eyal et al. (1973) et contredite par Kema et Van Silfhout (1990) reste cependant à vérifier en étudiant la réaction d'une gamme de génotypes de blé tendre à un nombre élevé d'isolats du blé dur, et en incluant des génotypes de blé dur dans la gamme des "variétés différentielles", chose qui a été omise dans la présente étude. Notons que le blé tendre est une culture introduite et donc relativement récente au Maroc. Les isolats capables d'attaquer cette espèce ne peuvent provenir que d'une différenciation d'isolats du blé dur ; espèce anciennement cultivée dans le pays.

La similitude observée entre l'isolat du triticales et certains isolats du blé tendre suggère que *S. tritici* a pu s'adapter au triticales malgré l'introduction récente de cette nouvelle céréale au Maroc.

L'existence de différents groupes de virulence de *S. tritici* au Maroc rend nécessaire le développement d'une stratégie de sélection appropriée. Il est en particulier important d'utiliser des mélanges d'isolats pour les inoculations artificielles et d'évaluer la résistance des génotypes de blé dans différentes régions du pays.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BALLANTYNE, B. 1985. Resistance to speckled leaf blotch of wheat in southern New South Wales. p 31-32. In A.L., SCHAREN (ed.). *Septoria of cereals : Proceeding of the workshop, 1983*. Montana State University, Bozeman.

CORDO, C.A., ARIAGA, H.O. 1990. Variacion en patogenicidad entre cepas argentinas de *Mycosphaerella graminicola* (Anamorfo, *Septoria tritici*). p 88-100. In KOHLI, M.M., y VAN BEUNINGEN, L. (ed.). Conferencia regional sobre la septoriosis del trigo, 8 al 12 de Noviembre de 1987. Montevideo, Uruguay.

DIAZ, D.A.M. 1990. Variabilidad patogénica de *Septoria tritici* Rob. ex Desm. p 108-119; In KOHLI, M.M. y VAN BEUNINGEN, L. (ed.). Conferencia regional sobre la septoriosis del trigo; 8 al 12 de Noviembre de 1987. Montevideo, Uruguay.

EYAL, Z., and LEVY, E. 1987. Variations in pathogenicity patterns of *Mycosphaerella graminicola* within *Triticum spp.* in Israel. *Euphytica* 36 : 237-250.

EYAL, Z., AMIRI, Z., and WAHL, I; 1973. Physiological specialization of *Septoria tritici*; *Phytopathology* 63 : 1087-1091.

EYAL, Z., SCHAREN, A.L., and PRESCOTT, J.M. 1983. Glum blotch (*Leptosphaeria nodorum-Septoria nodorum*) and speckled leaf blotch (*Mycosphaerella graminicola-Septoria tritici*) diseases of cereals. Methods and concepts. Research report 211 of the Montana Agricultural Experiment Station.

EYAL, Z., SCHAREN, A.L. and PRESCOTT, J.M. 1985b. Global "fingerprinting" of *Leptosphaeria nodorum* (*Septoria nodorum*) and *Mycosphaerella graminicola* (*Septoria tritici*) pathogenicity patterns. p 74-76. In A.L. SCHAREN (ed.). *Septoria of cereals : Proceeding of the workshop, 1983*. Montana State University, Bozeman.

EYAL, Z., SCHAREN, A.L., HUFFMAN, M.D., and PRESCOTT, J.M. 1985a. Global insights into virulence frequencies of *Mycosphaerella graminicola*. *phytopathology*. 75 : 1456-1462.

EYAL, Z., SCHAREN, A.L. PRESCOTT, J.M., and VAN GINKEL, M. 1987. The *Septoria* diseases of wheat : Concepts and methods of disease management. Mexico, D.F. : CIMMYT. 52pp.

HILU, H.M., and BEVER, W.M. 1957. Inoculation, oversummering and susceptibility of *Septoria tritici* on *tritium* species. *Phytopathology* 47 : 474-480.

JLIBENE, M. 1990. Breeding wheat resistant to *Septoria tritici* blotch in Morocco. p 319. In 8th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union.

October 28th November 3th 1990. Agadir, Morocco.

JLIBENE, M. 1992. An efficient method of breeding wheat resistant to *Septoria tritici* blotch.
Al awamia 76 : 33-43.

KEMA, G.H.J. y VAN SILFHOUT, C.H. 1990. Estudios sobre la virulencia de *Septoria tritici* en todo el mundo. p 120-126. In KOHL, M.M., y VAN BEUNINGEN, L. (ed.). Conferencia regional sobre la septoriososis del trigo. 8 al 12 de Noviembre de 1987. Montevideo, Uruguay.

LYAMANI, A. 1990. Fungal foliar diseases of wheat and barley in Morocco. pp 281-282. In 8th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union. October 28th Novembre 3th 1990. Agadir, Morocco.

MAZOUZ, H. 1992. Etudes sur la septoriose du blé due à *Mycosphaerella graminicola* (FUCKEL) SCHROETER (*Septoria tritici* ROB. ex DESM.) au Maroc. Thèse de troisième cycle. Uni. My Ismaïl. Fac. des Sciences de Meknès. 112pp.

NARVAEZ, I.M. 1957. Studies of *Septoria* leaf blotch of wheat. Ph. D. thesis. Purdue Univ., W. Lafayette. 101 pp.

PERELLO, A.E., BEBINEC, F.J., y CORDO, C.A; 1990. Especializacion fisiologica en cepas argentinas de *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) Schroeter (Anamorfo *Septoria tritici* Rob. ex Desm.). Conferencia regional sobre la septoriososis del trigo. 8 al 12 de Noviembre de 1987. Montevideo, Uruguay.

ROSIELLE, A.A. 1972. Sources of resistance in wheat to speckled leaf blotch caused by *Septoria tritici*.
Euphytica 21 : 152-161.

SAADAOUÏ, E.M. 1987. Physiologic specialization of *Septoria tritici* in Morocco.
Plant Disease 71 : 153-155.

SCHLUTER, K., et JANATI, A. 1976. Les septorioses du blé au Maroc.
Phytopath. medit; 15 : 7-13.