

## Pathogénie comparée de quelques isolats marocains d'*Helminthosporium oryzae* vis-à-vis de certaines variétés du riz (*oryzae sativa*)

Bousslim F.<sup>1</sup>, Ennaffah B.<sup>1</sup>, Ouazzani Touhami A.<sup>1</sup>, Douira A.<sup>1</sup> et El Haloui N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Botanique, Faculté des sciences de Kénitra, Université Ibn Tofail, Maroc

<sup>2</sup> Laboratoire de Microbiologie, Faculté des sciences de Kénitra, Université Ibn Tofail, Maroc

### Résumé

*L'inoculation artificielle des variétés de riz largement cultivées au Maroc par cinq isolats d'*Helminthosporium oryzae* d'origine marocaine a permis de mettre en évidence une variabilité aussi bien dans le comportement des variétés à l'encontre du parasite que dans le pouvoir pathogène des isolats issus de la même région.*

*La comparaison du pouvoir pathogène, montre que les isolats H.Ot et H.Oa présentent des indices de sévérité élevés vis-à-vis de toutes les variétés de riz testées.*

*Cette étude, a permis également de soulever les problèmes de l'helminthosporiose du riz au Maroc.*

**Mots clés :** Riz (*Oryzae sativa*), *Helminthosporium oryzae*, inoculation artificielle, pouvoir pathogène, variabilité

### Abstract : Pathogenic capacity of some moroccan isolates of *Helminthosporium oryzae* on different rice varieties

*Artificial inoculation of six varieties of rice, widely grown in Morocco, using five isolates of *Helminthosporium oryzae* originated from Morocco have shown a different response of the varieties tested, as well as a difference in the isolates from the same region.*

*The pathogenicity results show that isolate H.Ot and H.Oa have a high severity index during infection of all varieties tested.*

*This study have raised the problems of the Brown spot disease encountered in rice in Morocco.*

**Keys words :** Rice (*Oryzae sativa*), *Helminthosporium oryzae*, artificial inoculation, pathogenicity, variability

## ملخص : الأمراض المقارنة لبعض العزلات المغربية لـ *Helminthosporium oryzae* إزاء أصناف

معينة من الأرز (*Oryzae sativa*)

بوسليم ف.<sup>1</sup>، الفلاح أ.<sup>1</sup>، وزاني توهامي أ.<sup>1</sup>، دويرة ع.<sup>1</sup> والحلوي ن.<sup>2</sup>

1مختبر البيوتنيك، كلية العلوم، القنيطرة، المغرب

2 مختبر الميكروبيولوجيا، كلية العلوم، القنيطرة، المغرب

التلقيح الإصطناعي لستة أصناف من الأرز، المزروعة بكثرة بالمغرب بخمس عزلات لـ *Helminthosporium oryzae* من أصل مغربي، مكنت من تبيين تغير في سلوك أصناف الأرز بعكس الطفيلي، وكذلك قدرة إصابة العزلات المأخوذة من نفس المنطقة بالأمراض.

مقارنة القابلية للإصابة بينت أن العزلات H.Ot و H.Oa أظهرت مؤشرات المناعة إزاء كل أصناف الأرز الخاضعة للتجارب. هذه الدراسة، مكنت كذلك من إثارة مشاكل *Helminthosporiose* الأرز بالمغرب.

**الكلمات المفتاحية :** الأرز، *Helminthosporium oryzae*، التلقيح الإصطناعي، القابلية للإصابة، تغيير

## Introduction

L'helminthosporiose du riz, causée par l'*Helminthosporium oryzae* Breda de Haan, est une maladie dévastatrice répandue dans tous les pays producteurs du riz (Lucas et al., 1985).

En 1942, cette maladie a été la cause principale de la famine au Bengale (Padmanabhan, 1973). Aux U.S.A, l'helminthosporiose est considérée comme la maladie du riz la plus importante (Nyvall et al., 1995). Selon la sévérité de la maladie, les baisses de rendement peuvent atteindre 75 % (Kohls et Percich, 1983 ; Kohls et al., 1987). Au cours d'épidémies sévères, elle peut occasionner une perte totale des récoltes (Bean et Schwartz., 1961 ; Kernkamp et al., 1976).

L'importance de l'helminthosporiose réside dans son caractère polycyclique. Le cycle de la maladie peut s'accomplir en un temps record de six jours pendant lesquels le degré d'infection peut augmenter de 60 %, en conditions favorables (humidité relative de 70 % à 90 % pendant la nuit, présence de la rosée et une température du jour qui varie entre 30 et 35 °C) (Kernkamp et al., 1976).

Au Maroc, le riz n'est cultivé que dans le périmètre du Gharb où les isolements fongiques à partir des plantes malades du riz nous ont montré que de nombreux problèmes sanitaires existent. C'est ainsi, que l'helminthosporiose et la pyriculariose apparaissent comme des af-

fections fongiques prédominantes sur les tiges, les feuilles (Benkirane, 1995) et les graines (Benkirane et al., 1994).

D'autres parasites sont fréquemment rencontrés sur les lésions foliaires : *Fusarium sp*, *Alternaria sp*, *Trichoderma sp*, *Helminthosporium spiciferum* (Ennaffah et al, 1997) et *Curvularia lunata* (Hassikou et al, 1997).

Les travaux que nous rapportons ici ont trait à l'helminthosporiose du riz, maladie sur laquelle ont particulièrement porté nos efforts, en raison des dégâts qu'elle peut provoquer. Au Maroc, aucun test de sensibilité ou de résistance des variétés du riz vis-à-vis de l'*Helminthosporium oryzae* n'a été réalisé. L'inoculation artificielle constitue un moyen de tri des variétés résistantes à l'*H. oryzae*. De ce fait, nous avons évalué la sensibilité ou la résistance de six variétés du riz largement cultivées dans la région du Gharb vis-à-vis du pathogène étudié. Ceci nous permettra de déterminer, s'ils existent, des différences dans le pouvoir pathogène des isolats issus de la même région.

## Matériel et méthodes

### Matériel végétal

Les graines des variétés du riz (Elio, Hayat, 446, Triomphe, Dinar et Kenz) sont stérilisées par un trempage dans l'hypochlorite de sodium à 0,6 %, pendant 10 minutes, puis rincées vigoureusement à l'eau distillée stérile. Après avoir été séchées sur papier filtre stérile, les graines sont ensuite mises à prégermer sur coton imbibé avec de l'eau distillée stérile. L'incubation est faite à l'obscurité et à 28 °C.

Après 75 heures, les plantules émanant des graines prégermées, sont repiquées dans des pots contenant le sol de Maâmora. Les plantules sont arrosées avec l'eau de robinet jusqu'au stade requis pour l'inoculation, soit 4 à 6 feuilles.

Le dispositif expérimental de cet essai est un " split-plot " à trois répétitions avec le traitement " isolat " en grande parcelle et le traitement " variété " en petite parcelle.

### Isolats

Les isolats de l'*H. oryzae* étudiés H.O209, H.Ot, H.Oh, H.Oa et H.Oe sont obtenus respectivement à partir des lésions foliaires des variétés 209, Triomphe, Hayat, Arch et Elio.

Les cinq isolats précédents ont été préalablement repiqués à partir d'une conidie unique.

### Préparation de l'inoculum

Les isolats d'*H. oryzae*, sont repiqués sur le milieu à base de farine de riz. Les cultures sont incubées pendant 15 jours à une température de 25 °C + 1 °C et sous une lumière continue.

La surface chargée de spores est raclée stérilement à l'aide d'une spatule métallique. Le mycélium est mis en suspension dans l'eau distillée stérile, puis agité pendant 30 à 60 secondes. La suspension sporale résultante est filtrée à travers deux couches de gaz, pour éliminer les débris mycéliens (Xiao et al., 1991). La suspension sporale est ensuite ajustée avec l'eau distillée stérile contenant de la gélatine, de façon à avoir une concentration finale de 105 spores ml<sup>-1</sup>.

La gélatine est nécessaire pour réussir l'inoculation (Ranomenjanahary, 1987). En effet, elle permet un dépôt uniforme des gouttelettes d'eau sur les feuilles. Sans gélatine, la plupart des gouttes glissent des feuilles.

## Inoculation et notation

Les plantes sont inoculées au stade 4 à 6 feuilles. L'inoculation est effectuée par pulvérisation de la suspension sporale au-dessus des feuilles du riz, à l'aide d'un pulvérisateur à recharge. Les plantes inoculées sont placées pendant 48 heures sous une housse en plastique noir, afin de maintenir une humidité relative de l'ordre de 95 %. Les plantes témoins sont pulvérisées avec de l'eau distillée stérile additionnée de gélatine.

Les inoculations sont réalisées, en général, le soir pour empêcher le dessèchement de l'inoculum (Ayers et al., 1976). Les plantes inoculées sont ensuite placées en serre.

Six jours après l'inoculation, les plantes sont notées selon l'échelle de notation décrite par Aluko (1970) :

- Petites taches sombres parfois invisibles (plante très résistante)
- Taches brunes de 0.5 à 1 mm de diamètre (plante résistante)
- Taches avec un centre gris et un contour brun de 1 mm de diamètre environ (plante moyennement résistante)
- Taches typiques, circulaires ou ovales, avec un large centre gris de 1 à 4 mm de diamètre et un nombre de taches par feuille à 50 (plante moyennement sensible)
- 50 à 100 lésions par feuille, semblables à celles décrites dans la note 4 ou souvent larges et une petite portion de la feuille (< 25 %) meurt par fusionnement des lésions (plante sensible)
- Taches larges, de 5 mm de long environ et un nombre de lésions par feuille supérieur à 100 (plante très sensible)

L'indice de sévérité de la maladie est déterminé par le pourcentage de la surface foliaire malade qui est estimé par la même échelle. Le traitement statistique des données a porté sur l'analyse de la variance, le test ppds et le test de Duncan après transformation angulaire en  $\sin^{-1}Vp$ , où p désigne l'indice de sévérité de la maladie en %.

## Résultats

Les différentes variétés testées ne se comportent pas de la même manière vis-à-vis de l'ensemble des isolats de l'*Helminthosporium oryzae* (Tableau 1).

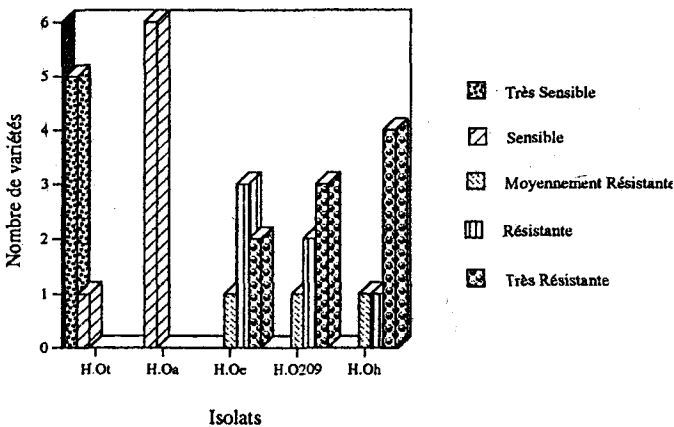
**Tableau 1.** Sensibilité ou résistance de six variétés de riz vis-à-vis de cinq isolats d'*Helminthosporium oryzae*

Variétés	Isolats				
	H.Ot	H.Oe	H.Oa	H.O209	H.Oh
Dinar	T.S	R	S	M.R	R
Triomphe	T.S	M.R	S	R	T.R
Elio	S	T.R	S	T.R	T.R
Kenz	T.S	R	S	R	M.R
Hayat	T.S	R	S	T.R	T.R
446	T.S	T.R	S	T.R	T.R

La réaction de la maladie est notée en se basant sur une échelle de notation établie par Aluko, 1970. (T.S : très sensible; S : sensible ; R : résistante ; M.R : moyennement résistante ; T.R : très résistante).

Ainsi, toutes les variétés se sont montrées sensibles à très sensibles à l'encontre des isolats H.Ot et H.Oa. Les autres isolats ont induit des réactions de résistance chez toutes les variétés testées. Cependant, le degré de résistance est fonction d'une part de la variété. Les variétés Dinar, Triomphe et Kenz sont moyennement résistantes respectivement à l'encontre des isolats H.O209, H.Oe et H.Oh. Les variétés Elio et 446 sont, par contre, très résistante vis-à-vis de ces trois isolats.

Le nombre de variétés sensibles vis-à-vis de chaque isolat de l'*H. oryzae* (Figure 1), nous permet de comparer entre la virulence relative des cinq isolats étudiés. Ainsi, les isolats H.Ot et H.Oa ont été identifiés comme les plus virulents vis-à-vis de toutes les variétés du riz testées. La plupart des variétés sont hautement résistantes à l'isolat H.Oh qui est par conséquent, le moins virulent.



**Figure 1.** Virulence comparative de 5 isolats marocains d'*H. oryzae*. La virulence est indiquée par le nombre de variétés sensibles

Les analyses statistiques des indices moyens de sévérité de la maladie montrent que l'effet isolat, l'effet variété et l'effet interaction isolat-variété sont hautement significatifs au seuil de 5 % et de 1 % (Tableau 2).

**Tableau 2.** Analyse de la variance de l'indice moyen de sévérité de la maladie de six variétés de riz inoculées par cinq isolats d'*H. oryzae*

Source de variation	ddl	S.C.E	C.M	F observé	F de la table	
					5 %	1 %
Grande parcelle	89	240492,28				
Petite parcelle	14	41213,3				
Blocs	2	22,7	11,36	1,01	3,18	5,06
Isolats (Is)	4	41168,4	10292,1	928,05	3,84	7,01
Erreur a	8	22,18	11,09			
Variétés (V)	5	1096,17	219,234	19,49	2,40	3,41
Is x V	20	2010,9248	100,55	8,94	1,78	2,26
Erreur b	50	562,47	11,25			

Les données sont analysées après transformation angulaire ( $\sin^{-1}Vp$ ) où p désigne l'indice de sévérité de la maladie en %.

ddl : degré de liberté.

S.C.E : somme des carrés des écarts.

C.M : carré moyen.

F : valeur de Fisher Snédécour.

Erreur a : la variance entre la répétition et le traitement (isolat).

Erreur b : l'erreur résiduelle.

La comparaison entre les indices moyens de sévérité de la maladie des niveaux de traitement " variété " à un même niveau de traitement " isolat ", représentée dans le tableau 3, nous permet de bien visualiser la sensibilité relative des variétés pour un même isolat. Il ressort également de ce tableau qu'un même isolat entraîne des réponses variables de la part des six variétés du riz testées. Toutefois, on note un même niveau de sensibilité vis-à-vis de l'isolat H.Oa. Parmi les six variétés du riz testées, la variété Hayat s'est montrée la plus sensible vis-à-vis de l'isolat H.Ot. Pour l'isolat H.Oh l'indice de sévérité le plus élevé est enregistré sur la variété Kenz. Les isolats H.Oe et H.O209 sont plus agressifs respectivement sur les variétés Triomphe et Dinar.

**Tableau 3.** Comparaison des moyennes de l'indice de sévérité de la maladie des niveaux de traitement (variété) pour un même niveau de traitement (isolat)

Isolats	Variétés					
	Dinar	Kenz	Triomphe	Hayat	446	Elio
H.Ot	82,77 ab	81,67 b	82,77 ab	87,37 a	81,67 b	67,91 c
H.Oh	26,32 b	37,09 a	24,99 b	24,55 b	24,99 b	24,99 b
H.Oe	24,99 c	37,45 b	45,34 a	36,81 b	36,81 b	24,55 c
H.O209	46,41 a	30,12 b	26,99 b	24,55 b	24,55 b	24,55 b
H.Oa	62,76 a	65,86 a	64,06 a	64,06 a	64,06 a	64,06 a

Les différences dans la sensibilité des variétés sont étudiées en comparant l'indice moyen de sévérité des cinq isolats sur chaque variété testée (Tableau 4).

**Tableau 4.** Classement des moyens des indices de sévérité de la maladie des 5 isolats confondus sur chaque variété de riz

Isolats	Variétés					
	Dinar	Kenz	Triomphe	Hayat	446	Elio
Moyenne des 5 isolats	51,1 a	50,4 a	48,7 ab	47,5 b	44,1 c	41,2 d

- Les données sont analysées après transformation angulaire ( $\sin^{-1}Vp$ ) où p désigne l'indice de sévérité de la maladie en %.

- Les moyennes de la même ligne ayant la même lettre, ne diffèrent pas significativement entre elles au seuil de 5 %.

On peut déterminer cinq classes de variétés parmi les six testées. La première classe est constituée par les variétés, Dinar et Kenz, qui sont les plus sensibles. La variété Triomphe, forme la deuxième classe, avec une sensibilité intermédiaire entre la première et la troisième classe. Cette dernière renferme une seule variété, Hayat. La quatrième classe renferme, de même, une seule variété, 446. La variété Elio forme la cinquième classe et elle est ainsi qualifiée comme la variété la plus résistante.

Les indices de sévérité de la maladie développés par les isolats de *H. oryzae*, séparément sur chaque variété, diffèrent significativement au seuil de 5 % (Tableau 5). Généralement, les indices de sévérité les plus élevés sont toujours enregistrés pour l'isolat H.Ot, suivis par l'isolat H.Oa. Le niveau de pathogénie des isolats H.Oh, H.Oe et H.O209 dépend de la variété hôte.

**Tableau 5.** Comparaison des moyennes de l'indice de sévérité de la maladie des niveaux de traitement (isolats) pour un même niveau de traitement (variétés)

Variétés	Isolats					
	H.Ot	H.Oh	H.Oa	H.Oe	H.O209	
Dinar	82,77 a	26,32 d	62,76 b	24,99 d	46,41 c	
Kenz	81,67 a	37,02 c	65,86 b	37,45 c	30,12 d	
Triomphe	82,77 a	24,99 d	64,06 b	45,34 c	26,33 d	
Hayat	87,37 a	24,55 d	63,60 b	36,81 c	24,99 d	
446	81,67 a	24,99 d	64,06 b	36,81 c	24,55 d	
Elio	67,91 a	24,99 b	64,06 b	24,55 b	24,55 b	

En se basant sur les indices de sévérité moyens développés par les six variétés du riz étudiées à l'encontre de chaque isolat, les cinq isolats peuvent être subdivisés en quatre classes (Tableau 6). L'isolat H.Ot, qui forme la première classe, est le plus agressif. Les isolats H.Oa et H.Oe forment respectivement la deuxième et la troisième classe. Les deux derniers isolats H.O209 et H.Oh sont les moins agressifs, et représentent ainsi la quatrième classe.

**Tableau 6.** Classement des moyennes des indices de sévérité de la maladie provoquée par chaque isolat vis-à-vis des 6 variétés de riz confondues

Variétés	Isolats				
	H.Ot	H.Oa	H.Oe	H.O209	H.Oh
Moyenne des 6 variétés	80,7 a	64,07 b	34,33 c	29,5 d	29,16 d

- Les données sont analysées après transformation angulaire ( $\text{Sin}^{-1}\text{Vp}$ ) où p désigne la proportion du pourcentage de l'indice de sévérité de la maladie.

- Les moyennes de la même ligne ayant la même lettre, ne diffèrent pas significativement entre elles au seuil de 5 %.

## Discussion et conclusion

Les critères pathologiques sont utilisés par plusieurs auteurs pour classer les isolats de certains champignons en différents groupes (Heidrich-Sobrinho et Hermer, 1981 ; Vales et al., 1986 ; El Oirdi et al., 1995) et les isolats d'*H. oryzae* (El Kawokgy et al., 1987). Nos résultats montrent qu'il existe des différences dans le pouvoir pathogène chez les isolats marocains d'*H. oryzae*. Ainsi, ils ont été groupés en quatre classes selon le degré de sensibilité manifesté par les six variétés testées. La variabilité observée dans le degré de pathogénie peut être attribuée aux interactions génotypiques hôte-parasite.

Les tests d'inoculation effectués dans notre laboratoire nous ont permis également de constater que les isolats marocains d'*H. oryzae* sont très agressifs vis-à-vis des six variétés du riz largement cultivées dans la région du Gharb.

Aucune variété du riz testée, dans cette étude, ne résiste à tous les isolats d'*H. oryzae*. De ce fait, on ne peut pas parler de variété résistante. Il serait donc intéressant de tester la sensibilité ou la résistance à l'helminthosporiose d'une gamme plus large de variétés du riz cultivées au Maroc.

Les résultats obtenus ont montré, de même, qu'il n'y a pas une relation entre l'isolat et la variété à partir de laquelle il a été isolé. Par exemple, l'isolat H.Oe a été isolé de la variété Elio, cependant c'est la variété Triomphe qui a été la plus sensible à l'attaque par cet isolat.

La lutte génétique est certainement la méthode la plus efficace pour limiter les dégâts imputables à l'helminthosporiose. En effet, depuis 1990 début de nos travaux dans la région, le pourcentage d'isolement de l'*Helminthosporium oryzae* était très important (El Oirdi, 1993 ; Benkirane et al., 1994 ; Benkirane, 1995 ; Benkirane et al., 1995) et nous pensons que ce parasite était présent depuis plusieurs années. Le développement rapide de la maladie suggère que des pertes économiques sérieuses sont à craindre dans les années à venir. Aussi, les sélectionneurs doivent prendre en considération ce pathogène redoutable qui trouve au Maroc toutes les conditions favorables pour sa multiplication. Un programme de sélection qui tiendrait compte des différentes interactions et d'une gamme plus large de variétés du riz et de l'*Helminthosporium oryzae* peut conduire à la sélection d'une variété réunissant les caractéristiques avantageuses actuellement dispersées et présente de ce fait, une résistance générale plus efficace.



Parallèlement à ce programme d'amélioration variétale, on ne doit pas oublier les mesures d'hygiène visant à réduire l'inoculum initial. Il faut procéder à la destruction complète des chaumes du riz malade, souvent laissées dans les rizières. L'agent pathogène peut survivre dans les résidus infectés et il s'avère utile de les éliminer par un labour profond. En outre, les graines constituent une source primaire d'inoculum ce qui exige leur désinfection systématique. Une faible densité du semis, la rotation culturale ainsi, qu'une bonne gestion de l'eau jouent un rôle dans la réduction du taux de la maladie (Lucas et al., 1985 ; ou 1985 ; Suriachandraselvan et Ranganathan, 1989).

Il est évident également que les déficiences nutritionnelles, au niveau des sols des rizières, prédisposent les plantes du riz à l'helminthosporiose. L'apport de certains éléments tels que l'azote, le phosphore et le potassium, en quantité adéquate, peut prémunir les plantes du riz contre une éventuelle infection par l'*H. oryzae* (Lucas et al., 1985 ; ou 1985). La silice (apportée sous forme de silicate de calcium) est également un élément très important. En effet, d'après Datnoff et al. (1991, 1992) la silice confère aux plantes du riz la dureté de la paroi cellulaire, ce qui les rend moins accessibles par le pathogène.

## Références bibliographiques

- Aluko M.O. (1970). The measurement of Brown leaf spot on rice. PANS, 16 (1) : 76-81.
- Ayers J.E., Nelson R.R., CASTOR L.L. & BLANCO M.H. (1976). Yield losses in corn caused by *Helminthosporium maydis*, race T. Plant Disease Reporter, Vol. 60 (4) : 331-335.
- Benkirane R. (1995). Contribution à l'étude des maladies de riz au Maroc. Cas de la pyriculariose due à *Pyricularia oryzae*. Thèse de 3ème cycle. Faculté des Sciences de Kénitra., 145 p.
- Benkirane R., Douira A., El Oirdi M., Ouazzani Touhami A., Bouslim F., Karmoussi M., El Hassani N., El Haloui N. E. (1995). Relation symptôme-agents pathogènes isolés à partir des plantes malades du riz ; Deuxième congrès de l'AMPP, Rabat, 6-7 décembre 1995, 24-28.
- Datnoff L. E., Snyder C. H. & Deren C.W. (1992). Influence of silicon fertilizer grades on Blast and Brown Spot development and rice yields. Plant Disease, vol., 76 (10) : 1011-1013.
- Datnoff L.E., Snyder G.H. & Jones D.B. (1990). Influence of calcium silicate slag and fungicides on Brown Spot and neck rot development and yields of rice. in 1990 Rice Growers Seminar. F.J. Coale, ed. Belle Glade Everglades Res. Educ. Cent. Res. Rep., 26-33.
- El Kawokgy T.M.A., Hamoda M.H., Sharaf A.N. & El Kazzaz A.A.A. (1987). The relationship between cellulase and toxin production of physiological races of *Helminthosporium oryzae* and their pathogenicity. Egyptian journal of microbiology (Egypt), Vol. 0, N° Spec. Issue, 91-98.
- El Oirdi M. (1993). Contribution à l'étude de l'activité antifongique in vitro de quelques fongicides sur différentes souches de *Pyricularia oryzae*. Mémoire de C.E.A., Faculté des Sciences Semlalia Marrakech., 35 p.
- El Oirdi M., Douira A., Benkirane R., Ouazzani Touhami A., Mouslim J., Bouslim F., Karmoussi M., El Hassani N. & El Haloui N.E. (1995). Comparaison du caractère pathogène de quelques isolats marocains de *Pyricularia oryzae* vis-à-vis de certaines variétés du riz. Rev. Rés. Prod. Agr. Milieu aride, 7 : 231-240.

- Ennafah B., Bouslim F., Benkirane R., Ouazzani Touhami A. & Douira A. (1997). Helminthosporium spiciferum, foliar parasite of rice in Morocco. Agronomie, 17 : 299-300.
- Hassiko K., Hassiko R. & Douira A (1997). Behaviour of some rice cultivars in relation to Curvularia lunata. Phytopathology, 73 : 445-457.
- Heirdrich-Sobrino E. & Hermes M.T.L. (1981). Studies of genetic resistance to and virulence of Trichometasphaeria turcica in corn Zea mays. Rev. Bras. Genet., 4 (1) : 17-28.
- Kernkamp M.F., Kroll R. & Woodruff W.C. (1976). Diseases of cultivated wild rice in Minnesota. Plant Disease Reporter, 60 (9) : 771-775.
- Kohls C.L. & Percich J.A. (1983). Wild rice yield reductions associated with four fungal Brown Spot epidemic. (Abstr). Phytopathology, Vol. 73 : 794.
- Kohls C.L., Percich J.A. & Huot C.M. (1987). Wild rice yield reductions associated with growth-stage-specific fungal Brown Spot epidemics. Plant Disease, 71 : 419-422.
- Lucas G.B., Campbell C.L. & Lucas L.T. (1985). Introduction to plant diseases. Identification and management. Departement of plant pathology. North Carolina state. University Realeigh, North Carolina. Brown Spot of rice, pp. 199-200.
- Nyvall r.F., Percich J.A., Porter R.A. & Brantner J.R. (1995). Comparaison of fungal brown spot severity to incidence of seed borne Bipolaris oryzae and B. sorokiniana and infected floral sites of cultivated wild rice. Plant Disease, 79 : 249-250.
- OU S. H. (1985). Rice Diseases. Commonwealth Mycological Institute Kew, Surrey, England. 367p.
- Padmanabhan S.Y. (1973). The great Bengal famine. Annu. Rev. Phytopathol, 11 : 10-26.
- Ranomenjanahary S. (1987). Etude de l'acide tenuazonique dans les relations Riz-Pyricularia oryzae. Thèse de 3ème cycle. Université Paris XI. Orsay., 179 p.
- Suriachandraselvan M. &anganathan T. B. (1989). Effect of planting season on the incidence of rice diseases. Madras Agricultural Journal, 76 (5) : 297-300.
- Touhami A., Douira A., Karmoussi M., Fadli M. & El Haloui N.E. (1994). Study of the composition of the fungi flora associated with rice seed in Morocco. Fifth Arab Congress of Plant Protection, Fes, 27 Novembre 2nd December, page 47.
- Vales J.P., Topka G. & Ollitrault P. (1986). Comparaison de trois méthodes d'identification des souches de Pyricularia oryzae Cav. Agronomie tropicale, 41 : 242-249.
- Xiao J.Z., Tsuda M., Doke N. & Nishimura S. (1991). Phytotoxins produced by germinating spores of Bipolaris oryzae. Phytopathology, 81 : 58-64.