

Evaluation de la résistance à la pyriculariose des variétés de riz utilisées au Maroc

El Guilli M.¹, Jrifi A.¹, Milazzo J.², Adreit H.², Ismaili M.⁴, Farih A.¹, Lyamani A.¹, Notteghem J.L.³ et Tharreau D.²

¹ INRA, Laboratoire de phytopathologie. Centre Régional de Recherche Agronomique, BP 293, Kénitra, Maroc

² CIRAD-CA, Bât. 2, BP5035, 34032 Montpellier, France

³ ENSA. M-INRA, UFR de Biologie, Ecologie et Pathologie Végétales, 2 place Viala, 34060 Montpellier, France

⁴ Faculté des Sciences de Meknès

Résumé

La résistance de onze variétés du riz (Oryza sativa L.) utilisées ou nouvellement sélectionnées au Maroc à la pyriculariose (Magnaporthe grisea) a été évaluée en utilisant une collection marocaine de onze isolats représentant les différentes lignées clonales détectées dans le pays. L'inoculation a été faite par pulvérisation foliaire d'une suspension de spores. Les résultats obtenus montrent que huit variétés sur les onze testées sont sensibles à toutes les souches utilisées. En outre, les variétés Thaibonnet, Dinar, INRAM6 sont pourvues d'au moins un gène de résistance spécifique vis à vis d'une partie des souches marocaines. La variété Farah s'est révélée résistante à toutes les souches marocaines et à dix isolats en provenance d'autres pays et connus pour leur spectre de virulence très large. Les variétés Elio, et Thaibonnet, malgré qu'elles soient sensibles à presque la totalité des souches marocaines ont un bon niveau de résistance partielle.

Mots clés : Pyriculariose, *Magnaporthe grisea*, résistance, *oryza sativa*

Abstract : Assessment of resistance to *Pyricularia oryzae* in rice cultivars used in Morocco

A Magnaporthe grisea collection containing 11 isolates originating from different locations in Morocco and representing all the lineages detected was used for artificial inoculation in the greenhouse. These tests were performed in order to detect resistance to blast within 11 varieties commonly used or recently developed in the country. The results obtained showed that 8 varieties were susceptible to all the isolates.

Thaibonnet, Dinar and INRAM 6 have at least one resistance gene against some isolates.

Farah variety was completely resistant to all the moroccan isolates and to ten other isolates selected for their large virulence scale and originating from different countries. Elio and Thaibonnet have shown a good partial resistance.

Key words : Blast, *Oryza sativa*, *Magnaporthe grisea*, resistance

ملخص: تقييم مقاومة اصناف الأرز المستعملة في المغرب لمرض إصابة الأوراق والسنبيل

بفطر *Magnaporthe grisea*

الكلي م.1، اجريفي أ.1، ميلازو ج.2، أدرايت ه.2، إسماعلي م.4، فاريح ع.1، اليماني ع.2، نوثيغم ج.ل.3،
طارود.2

1 المعهد الوطني للبحث الزراعي، المركز الجهوي للغرب، القنيطرة، المغرب

2 المركز الدولي للبحوث الفلاحية و التنمية، مونبلي، فرنسا

3 المدرسة الوطنية العليا للزراعة، مونبلي، فرنسا

4 كلية العلوم بمكناس

كان الهدف من وراء اجراء هذه الدراسة هو معرفة قدرة اصناف الارز المستعملة في المغرب لمقاومة مرض
اصابة الاوراق والسنبيل بفطر *Magnaporthe grisea*.

ولقد استعمل في هذه التجربة احدى عشر سلالة تمثل جميع السلالات المعروفة في البلاد.
ومن خلال النتائج تبين أن ثمانية اصناف الارز حساسة لكل السلالات، وان صنف الطايبيوني ودينار وكذلك
INRAM6 تحتوي علي جين وراتي لمقاومة عدد من السلالات. في حين بين صنف الأرز فرح على مقاومة لكل
السلالات المستعملة وكذلك لعشر سلالات أخرى في بلدان مختلفة. من جهة أخرى بين صنف الطايبيوني
والنيوان لهما مستوى جيد من نوع المقاومة المتبقية أو (Partial Resistance).

الكلمات المفتاحية : الأرز، مقاومة، اصناف، *Magnaporthe grisea*

Introduction

La pyriculariose est considérée comme la principale maladie fongique du riz (*Oryza sativa*). Elle est très répandue dans le monde et sévit dans toutes les régions rizicoles (Notheghem, 1981). Elle provoque des dégâts importants (Ou, 1985) sous forme de lésions en forme de losange sur les graines et les feuilles (Figure 1). L'attaque des pièces florales et des tiges paniculaires (Figure 2) se manifeste par des nécroses et peut conduire à un mauvais remplissage des grains

mais aussi à une stérilité partielle ou totale. L'agent causal est le champignon *Magnaporthe grisea* (Hebert) Barr (Barr, 1977) de la famille des ascomycètes. *M. grisea* peut être transmis par les semences (Neergaard, 1979).

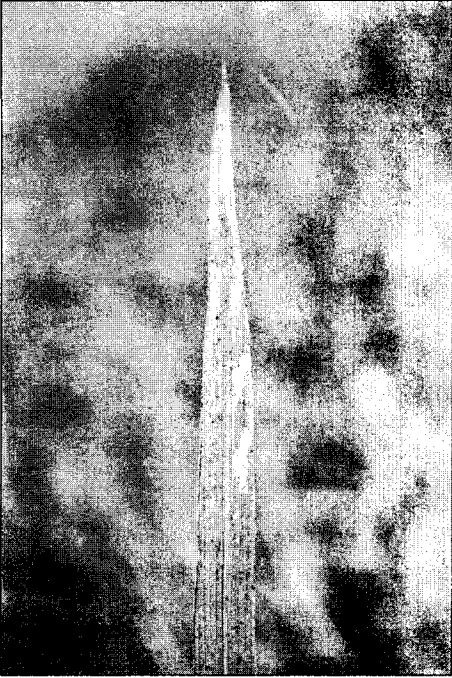


Figure 1 : Lésion sur feuille de riz
causée par *Magnaporthe grisea*
(photo : D.Tharreau)



Figure 2 : Lésion sur panicule de riz
causée par *Magnaporthe grisea*
(photo : D.Tharreau)

L'utilisation de fongicides et l'amélioration des techniques culturales telle que la réduction des apports azotés (Matsuyama et Dimond, 1973) sont les méthodes de lutte les plus employées contre la pyriculariose. L'utilisation des variétés résistantes reste cependant le moyen le plus répandu. Dans le cas du pathosystème riz- *M. grisea*, la plupart des auteurs distinguent généralement deux types de résistances, l'une spécifique et l'autre non spécifique (Kiyosawa, 1972, Vanderplank, 1975, Notteghem, 1985). La résistance spécifique n'est efficace que vis-à-vis de certains isolats et est généralement complète (absence totale de symptôme de type sensible). L'agent pathogène est bloqué dans les premières étapes de l'infection. La colonisation se limite alors à un petit nombre de cellules. Cette résistance spécifique est généralement monogénique. A l'opposé, la résistance partielle se manifeste par la réduction du nombre ou de la taille des lésions de type sensible et est le plus souvent oligogénique ou polygénique. Cette résistance est présumée efficace vis-à-vis de toutes les souches de l'agent pathogène (résistance non spécifique). La stratégie de sélection de variétés possédant des gènes de résistance spécifique a été très utilisée, mais l'amélioration de la résistance partielle a également été mise en œuvre.

Au Maroc, la pyriculariose est anciennement connue et des pertes importantes ont été déjà rapportées (Duagporn, 1977 ; Lakrimi, 1989). Durant des prospections réalisées de 1997 à 1999, il s'est avéré que cette maladie cause des dégâts surtout dans la région de Larache. L'absence de fongicide homologué pour cette maladie au Maroc ne permet pas d'effectuer des traitements. La sélection de nouvelles variétés de riz s'effectuant dans la région du Gharb où la pression de pyriculariose est faible, la résistance à la pyriculariose n'a jamais été prise en compte dans les objectifs de sélection. De ce fait, le niveau de résistance des variétés utilisées par les agriculteurs n'est pas connu. Les épidémies importantes observées dans la région de Larache ont conduit à s'interroger sur les risques potentiels d'épidémie dans la région du Gharb et, en particulier, sur le niveau de résistance des variétés marocaines. L'objectif de cette étude a donc été d'évaluer la résistance à la pyriculariose de plusieurs variétés utilisées ou nouvellement sélectionnées au Maroc.

Matériel et méthodes

Isolement et stockage de l'agent pathogène

Une collection d'isolats marocains a été constituée en 1997 et 1998. Ils ont été prélevés à partir de lésions se trouvant sur les feuilles ou sur les tiges paniculaires. Le choix des isolats pour les inoculations a été basé sur les résultats préliminaires d'une étude de la diversité de la population marocaine de *M. grisea* à l'aide de marqueurs moléculaires et de tests de pouvoir pathogène (Résultats non présentés, article en préparation). Onze isolats, représentatifs des différentes lignées clonales et races existantes dans la population marocaine de *M. grisea*, ont été utilisés. Pour la caractérisation de la résistance de Farah, 10 isolats supplémentaires en provenance de différents pays (Chine, Cameroun, Côte d'Ivoire et Thaïlande) et connus pour leur

spectre de virulence large (13 gènes de résistance spécifique surmontés sur 13 testés) ont été inoculés sur cette variété.

Pour chaque échantillon un isolement monospore a été effectué. A l'aide d'une pipette Pasteur effilée, quelques conidies récoltées à partir des tissus infectés mis en chambre humide ont été déposées séparément sur milieu bacto agar (20 g de bacto-agar, 1 L d'eau). Après 16 à 24 heures à 25 °C, une conidie germée par échantillon a été récoltée et repiquée sur milieu farine de riz (20 g de farine de riz, 15 g d'agar, 2,5 g d'extrait de levure, 500 000 unités de Pénicilline G, 1 L d'eau).

La méthode de mise en collection est inspirée de Valent et al. (1986). Le champignon est cultivé sur un disque de papier de diamètre 7 cm déposé sur milieu farine de riz. Après colonisation du papier par le mycélium, soit environ 7 jours en chambre climatique (25°C, éclairage fluorescent, photopériode de 12 h), le papier est prélevé, séché dans une étuve à 37°C, découpé pour une mise en collection dans des sachets scellés sous vide. Cette méthode permet de stocker les isolats à - 20°C pendant plusieurs années.

Les variétés et conditions de culture du riz

La résistance de plusieurs variétés a été évaluée. Elio et Thaïbonnet sont actuellement les variétés les plus cultivées par les riziculteurs marocains. Hayat, Dinar et Kenz sont des variétés anciennes. Nachat, Maghreb et Bahja sont des variétés nouvellement inscrites au catalogue officiel par l'INRA. Farah, INRAM 6 et INRAM 11 sont de nouvelles variétés INRA proposées pour le catalogue officiel. Deux autres variétés ont été utilisées comme référence. Ariete est une variété française dont la résistance est acceptable dans les conditions de la Camargue (Sud de la France) et Maratelli est une variété italienne qui a été utilisée ici comme témoin sensible. Les graines ont été semées en ligne dans des bacs (45 x 29 x 7 cm) contenant du terreau. Ils ont été arrosés après semis puis mis en serre. Un apport d'azote sous forme de nitrate d'ammonium (3,2 g/bac) a été réalisé à 7 et 14 jours après le semis puis un jour avant l'inoculation.

Production d'inoculum et inoculation

Les isolats ont été cultivés sur milieu gélosé farine de riz. Après 7 jours de culture, les boîtes de pétri ont été additionnées d'eau stérile et les spores ont été récoltées en raclant la surface de la culture avec un pinceau. Les suspensions de conidies obtenue ont été filtrées puis calibrées à 50 000 spores/ml.

Les plantes ont été inoculées au stade 4-5 feuilles par pulvérisation de 30ml par bac de la suspension d'inoculum contenant 50 000 conidies/ml et 0,5% de gélatine. Après inoculation, les bacs ont été placés en chambre humide (HR>90%, 22°C) à l'obscurité pendant 16 h. Les plants ont été ensuite remis en serre. L'évaluation de la résistance a été réalisée deux fois (2 dates différentes) et sur 4 répétitions à chaque fois.

Les variétés Thaïbonnet, Dinar et INRAM6 sont résistantes aux souches MC1 et MC18 (Tableau 1). Ces variétés sont donc pourvues d'au moins un gène de résistance complète efficace vis-à-vis d'une partie des souches marocaines (Spécifique), ce gène pouvant être ou non le même pour chacune des trois variétés. La comparaison avec le spectre de résistance de variétés de riz pourvues de gènes de résistance connus (résultats non présentés, article en préparation) ne permet pas d'identifier avec certitude ce ou ces gènes de résistance.

Seule la variété Farah s'est révélée complètement résistante à toutes les souches marocaines. Afin, de tester la résistance partielle de cette variété nous avons recherché des souches compatibles (Capable d'attaquer la variété). Farah a donc été inoculée avec 10 souches non marocaines dont le spectre de virulence (Capacité à attaquer des variétés de riz portant des gènes de résistance différents) est large. Farah est également totalement résistante à ces 10 souches supplémentaires.

La mesure de la surface foliaire malade (Tableau 2) fait apparaître des différences significatives entre les variétés. La surface foliaire malade des variétés testées varie entre 40% et 69% de celle du témoin sensible Maratelli. L'analyse statistique permet de mettre en évidence 3 groupes de variétés. Les variétés les plus sensibles sont INRAM11, INRAM6, Hayat, Dinar, Maghreb et Nachat. Les variétés les plus résistantes sont Elio et Thaïbonnet. Les variétés Bahja, Kenz et Ariete ont un niveau de résistance intermédiaire. En l'absence de souche compatible, il n'a pas été possible d'évaluer la résistance partielle de la variété Farah.

Tableau 2. Résultats d'inoculation de variétés de riz cultivées ou créées au Maroc par des souches marocaines de *M. grisea* : surface foliaire malade exprimé en pourcentage de la surface foliaire malade du témoin sensible Maratelli.

Variétés	Thaïbonnet	Elio	Ariete	Kenz	Bahja	Nachat	Maghreb	Dinar	Hayat	INRAM6	INRAM11
Surface malade	40a	40a	51b	57b	58bc	62c	63c	64c	66c	67c	69c

Les chiffres suivis par une même lettre ne sont pas significativement différents (Test de Newman et Keuls au seuil de 5 %)

Discussion

Peu de variétés présentent un spectre de résistance aussi large que celui de la variété Farah. Il serait donc utile d'étudier plus en détail la résistance de cette variété, en particulier son déterminisme génétique. Une telle variété est potentiellement intéressante par son niveau de résistance. Cependant, en l'état actuel des connaissances, il ne peut être exclu que cette résistance soit contrôlée par un gène de résistance spécifique et que les populations de *M. grisea* soient capables de surmonter cette résistance. L'introduction de nouvelles souches doit donc être limitée. Pour ce faire, il convient d'éviter l'introduction de semences infectées.

Cette expérimentation a permis de montrer que la plupart des variétés nouvellement inscrites au catalogue officiel ou proposées pour l'inscription (INRAM11, INRAM6, Maghreb, Nachat et Bahja) sont compatibles (sensibles) avec les souches marocaines. En outre, leur niveau de résistance partielle est plus faible que celui des variétés cultivées actuellement. Leur culture

dans des conditions favorables au développement de la pyriculariose (trop forte fumure azotée par exemple) devrait être évitée.

Les variétés Kenz et Bahja ont un niveau de résistance partielle comparable à celui de la variété Ariete. Le niveau de résistance au champ de cette dernière reste acceptable par les agriculteurs dans les conditions de culture du riz en France (Camargue). Il est probable que le niveau de résistance de ces variétés serait suffisant dans le contexte épidémiologique du Maroc.

Les variétés Elio et Thaïbonnet, malgré leur sensibilité à la totalité ou presque la totalité des souches marocaines, ont un bon niveau de résistance partielle au niveau foliaire. Cette caractéristique permet de penser que, dans des conditions normales de culture (en particulier fertilisation azotée non excessive), ces variétés devraient être résistantes au champ dans les régions du Gharb et de Larache.

Des expériences de piégeages avec des plantes sensibles dans la région du Gharb (résultats non présentés) nous ont permis de mettre en évidence la présence de souches de *Magnaporthe grisea*. L'inoculum est donc présent. L'absence d'épidémie importante dans cette région pourrait s'expliquer par la culture, dans des conditions ne favorisant pas le développement de la maladie, d'une variété pourvue d'un bon niveau de résistance partielle (Elio). Par contre, les épidémies observées à Larache sur Thaïbonnet après des fertilisations azotées trop importantes, semblent montrer que cette résistance partielle peut être rendue inefficace par des pratiques culturales inadaptées.

Au cours de cette étude, la résistance à la pyriculariose a été évaluée au niveau des feuilles. La résistance au niveau de la panicule n'est pas toujours directement corrélée à la résistance foliaire. Cette étude permet donc d'éliminer les variétés les plus sensibles au stade végétatif mais des études de la résistance paniculaire réalisées au champ permettraient de compléter utilement ce travail.

Remerciements

Les travaux présentés ont été réalisés dans le cadre du Projet de Recherche Agronomique pour le Développement PRAD 97-5 financé par le Ministère français des Affaires Etrangères et l'Institut National de la Recherche Agronomique du Maroc.

Les auteurs tiennent à remercier les services de coopération du CIHEAM à Paris et celui de la DIF de l'INRA à Rabat.

Références bibliographiques

- Barr, ME. 1977. Magnaporthe Telimenella, and Hyponectria, Physosporiaceae., Mycologia 69: 952-966.
- Duangporn, A. 1977. Rapport sur une première analyse des pathogènes des semences de riz au Maroc. Bulletin de la protection des cultures 1 : 9-13.

- Kiyosawa, S. 1972. The inheritance of blast resistance transferred from some indica varieties in rice. Bull. Natl. Inst. Agric. Sci. serie D 23: 69-96.
- Lakrimi A. 1989. Les contraintes techniques de la riziculture marocaine. Institut National de la Recherche Agronomique. pp 9.
- Matsuyama, N et Dimond, A. E. 1973. Effect of nitrogenous fertilizer on biochemical process that could affect lesion size of rice blast. Phytopathology 63: 1202-1203.
- Notteghem, J.L. 1981. Analyse des résultats d'inoculation de 67 variétés de riz par 15 isolats de *Pyricularia oryzae*. p.74-95. In Symposium sur la résistance du riz à la pyriculariose. IRAT/GERDAT, Montpellier, France.
- Notteghem, J.L. 1985. Définition d'une stratégie d'utilisation de la résistance par analyse génétique des relations hôte-parasite. Cas du couple riz-*Pyricularia oryzae*. L'Agronomie Tropicale 40 : 129-147.
- Neergaard, P. 1979. Seed Pathology. Vol. I. (Eds) Mac Millan Press Ltd. p. 10-11.
- Ou, S.H. 1985. Blast. p.109-201. In Rice diseases 2nd Edition. Commonwealth Mycological Institute, Kew, GB.
- Silué, D., Notteghem, J. L. et Tharreau, D. 1992. Evidence of a gene-for-gene relationship in the *Oryza sativa-Magnaporthe grisea* pathosystem. Phytopathology 82: 577-580.
- Valent, B., Crawford, M.S., Weaver, C.G. et Chumley, F.G. 1986. Genetic studies of fertility and pathogenicity in *Magnaporthe grisea* (*Pyricularia oryzae*). Iowa State Journal of Research 60 : 569-594.
- Van der Planck, J.E. 1975. Horizontal resistance to blast : six suggested projects in relation to blast disease of rice. pp. 21-26. In CIAT (ed) Proceedings of the Seminar on Horizontal Resistance to the Blast Disease of Rice.