

***Bipolaris hawaiiensis* (Ellis) Uchida & Aragachi 1979, champignon nouveau au Maroc : Pathogénie comparée sur cinq variétés de riz**

Bipolaris hawaiiensis (Ellis) Uchida and Aragachi 1979, new fungi in Morocco : Comparative pathogeny on five rice varieties

**Nadia LAMRANI*, Rachid BENKIRANE, Mohamed CHLIYEH,
Amina OUZZANI TOUHAMI & Allal DOUIRA**

Laboratoire de Botanique et de Protection des Plantes, UFR de Mycologie, Département de Biologie, Faculté des Sciences, BP 133, Université Ibn Tofail, Kénitra, Maroc *(nadia_lamia@hotmail.fr)

Résumé. *Bipolaris hawaiiensis* (Ellis) Uchida & Aragachi 1979 est cité pour la première fois au Maroc. Le pouvoir pathogène de deux isolats d'origine marocaine (H₁, H₂) est testé sur cinq variétés de riz cultivées dans la région du Gharb (Elio, Eurano, Cererrer, Arpa, Taibonet). L'inoculation des feuilles des plants de riz a montré que deux isolats, H₁ et H₂, ont provoqué des dégâts ; selon les variétés testées, les feuilles présentent des indices de sévérité modérés à élevés (entre 42 et 74%). De plus, les lésions provoquées ont été toutes sporulantes (entre 0,93 et 4,73 10⁵ spores/cm²).

Mots-clés : Maroc, Riz, *Bipolaris hawaiiensis*, pouvoir pathogène, Indice de sévérité.

Abstract. *Bipolaris hawaiiensis* (Ellis) Uchida & Aragachi 1979 is cited for the first time in Morocco. The pathogenic potential of two isolates from Moroccan origin (H₁, H₂) was tested on five rice varieties cultivated in the Gharb region (Elio, Eurano, Cererrer, Arpa, Taibonet). The inoculation of rice leaves have shown that two isolates, H₁ and H₂, caused some damages on the leaves; severity indexes are moderate to high (between 42 and 74%) depending on the tested varieties. Furthermore, the caused injuries were all sporulating (between 0.93 and 4.73 10⁵ spores/cm²).

Keywords : Morocco, Rice, *Bipolaris hawaiiensis*, pathogenic potential, Severity index.

Abridged English version

Surveys in two Moroccan areas of rice have allowed to note that 75% of collected leaves of Eurano variety, cultivated in Souk Tlet El Gharb (Kénitra region), shows leaf blight symptoms. In 10% of these leaves, lesions are elongated, dark brown in the center to bright brown in the periphery (Fig. 1). This is the first time this type of symptoms is observed in Morocco. The objective of this work was to isolate the causal agent of these symptoms and to study its pathogeny on different varieties of rice cultivated in Morocco.

200 fragments of rice leave lesions of this variety were placed in Petri dishes (5 à 6 fragments / dish) containing two slices of sterile filter paper, humidified with sterile distilled water. After 4 days of incubation, temperature 24°C ± 2°C and photoperiod 12 hours, the fragments were examined under optical microscope. The spores were transferred from the surface of the fragments to Petri dishes containing water agar (2%) using drawn glass capillary. Pure cultures of the colonies were obtained from monosporale culture. On the basis of the description of the fungus morphological characteristics, the species was identified as *Bipolaris hawaiiensis* (Ellis) Uchida & Aragachi 1979, anamorph, synonyme of *Drechslera hawaiiensis* Ellis 1971, *Helminthosporium hawaiiense* Bugnicourt 1955 and *Cochliobolus hawaiiensis* Alcorn 1978, teleomorph.

Seven days after the inoculation of the leaves of five rice varieties (Arpa, Cerereer, Taibonet, Elio, Eurano) with two isolates of *Bipolaris hawaiiensis* (H1 and H2), symptoms start appearing on the inoculated leaves. These are small lesions, elongated to elliptical, white at the beginning and become dark brown in the center and bright in the periphery (Fig. 4). The size of the lesions induced by *Bipolaris hawaiiensis* differs depending on the variety and the isolate (Tab. 2). The lesions induced by the H1 isolate reach 6 mm on Cerereer variety. Those induced by the H2 isolate have the same size (3 mm) for the both varieties Eurano and Elio, followed by Arpa and Cerereer varieties (2 mm), and finally by Taibonet variety (1.5 mm). Lesions located side-by-side combine to form a large necrotic leaf area; similar lesions in appearance were also observed on some nodes.

The disease is serious for both of the isolates H1 and H2 on the five varieties (Tab. 3). Abra variety was very sensitive to the isolate H1 (severity index = 74%) ; followed by Cerereer, Elio and Eurano varieties which are moderately sensitive (severity indexes are 59.2 %, 58 % and 54.3 % respectively). Conversely, these three varieties were more sensitive (severity index ≥ 67%) to the isolate H2 ; the variety Apra has shown an index of severity equal to 59.2%. However, only the Taibonet variety has a little resistance against the two isolates (the severity indexes are 42% and 43.2% for the isolates H1 and H2 respectively).

Comparison of the infection coefficients (C.I.) of the studied pathogeny has allowed to classify the tested isolates according to their pathogen potential (Tab. 4). The *Bipolaris hawaiiensis* isolate H2 alters the foliar surface of the five rice plant varieties, showing the highest values of the infection coefficient. So, the Career variety seems to be the most sensitive (C.I. = 102.73), followed by Elio and Eurano varieties (C.I. = 80.4). The Taibonet variety is the most resistant (C.I. = 53.6).

The isolate H1 also attacks the rice varieties but with less important intensity. The highest value is observed with the Arpa variety (C.I. = 73.33), the lowest value with the Taibonet variety (C.I. = 44). According to the notation of the altered leaf percentage, all the varieties have proven to be sensitive against different tested isolates. These results enable, for the first time, to show the pathogeny of *Bipolaris hawaiiensis* on rice.

The two isolates of *Bipolaris hawaiiensis*, H1 and H2, were able to sporulate on the leaves of all tested varieties, with a high or low intensity, depending on the varieties (Tab.

5). Sporulation intensity of the isolate H1 on Eurano and Arpa varieties is maximum with $6.1 \cdot 10^6$ and $4.66 \cdot 10^6$ spores/cm² respectively; followed by Taibonet, Arpa and Cererrer varieties with a value that not exceed $2.86 \cdot 10^6$ spores/cm². The isolate H2 has also produced a significant amount of spores on the leaves of the Arpa variety ($4.73 \cdot 10^6$ spores/cm²), and on the leaves of Taibonet, Eurano and Cererrer varieties (2.63 , 2.53 and $1.60 \cdot 10^6$ spores/cm² respectively); while its sporulation on the leaves of Elio variety is only $0.93 \cdot 10^6$ spores/cm².

The fact that *B. hawaiiensis* is able to induce lesions on leaves of several rice varieties and has the ability to reproduce even on the varieties that resist against this fungus (new in the rice fields of Morocco) lets ask if it could not constitute a threat to rice cultivation in the near future. Similarly, the continuous use of resistant varieties may cause further selection of genotypes or rare and dangerous species, that can multiply and become abundant with the times. The danger caused by such species does not appear immediately, however, they must be carefully monitored.

INTRODUCTION

Au Maroc, la riziculture est localisée dans la région du Gharb et le périmètre du Loukkos. En 2010, la superficie exploitée a atteint 7400 ha avec une production de 50 520 tonnes et un rendement de 6,827 tonnes/ha (Anonyme, 2013). Plusieurs facteurs diminuent la productivité de cette culture : mauvais travail du sol, insuffisance d'eau, ravageurs, mauvaises herbes, maladies (Lage 1997). Les prospections réalisées dans les deux zones rizicoles marocaines ont permis d'identifier plusieurs agents pathogènes responsables des maladies foliaires. La pyriculariose due à *Pyricularia grisea* (Benkirane *et al.* 1995) et l'helminthosporiose provoquée par *Helminthosporium oryzae* (Bousslim 1996) constituent les maladies dominantes. La réduction de rendement par ces deux maladies foliaires est de 15% quand la date d'apparition des infections est précoce (Tajani *et al.* 2001). D'autres espèces d'*Helminthosporium* ont été aussi isolées des feuilles malades de riz : *H. spiciferum* (Ennaffah *et al.* 1997), *H. australiensis* et *H. sativum* (Ouazzani Touhami *et al.* 2000) et *Bipolaris cynodontis* (Zehhar *et al.* 2008). Gnancadja-André *et al.* (2005) ont montré que le nombre de grains matures diminue avec l'intensité des lésions provoquées par plusieurs espèces d'*Helminthosporium* sur la feuille paniculaire de différentes variétés de riz largement cultivées au Maroc.

En octobre 2011, au cours d'une prospection dans la région du Gharb (nord-ouest), 75% des feuilles collectées de la variété Eurano, cultivée dans les rizières de Souk Tlet El Gharb, présentaient des symptômes de l'helminthosporiose. Chez 10% de ces feuilles, les lésions sont allongées brun foncé au centre à brun vif sur la périphérie (Fig. 1). C'est la première fois que ce type de symptômes a été observé sur les feuilles de riz au Maroc. L'objectif de ce travail est d'isoler l'agent causal de cette maladie et d'étudier son pouvoir pathogène sur différentes variétés de riz cultivées au Maroc.

MATERIEL ET METHODES

Isolement et identification de l'agent pathogène

40 feuilles de riz présentant des lésions allongées, brun foncé au centre à brun vif sur la périphérie, sont collectées de 38 plantes de la variété Eurano, ramenées des rizières de la localité de Souk Tlet du Gharb (Nord ouest) au Maroc.

200 fragments de feuilles de riz sont déposés dans des boîtes de Petri contenant deux rondelles de papier filtre stérile, humidifiées par l'eau distillée stérile à raison de 5 à 6 fragments par boîte. Après 4 jours d'incubation, à une température de $24^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ et sous une photopériode de 12h, les fragments de riz sont examinés au microscope optique pour observer la présence des champignons. Les spores présentes sur la surface des fragments sont déposées dans des boîtes de Petri contenant de l'eau gélosée (2%) à l'aide de capillaires en verre étiré (Benkirane 1995). Des cultures pures des colonies sont obtenues à partir d'une culture monosporelle.

L'examen microscopique des fragments et des différentes cultures a permis de déterminer l'espèce fongique.

Préparation de l'inoculum

Les isolats H1 et H2 du champignon, sont cultivés sur le milieu Farine de riz (farine de riz : 14 g, agar-agar : 15 g, extrait de levure : 4 g, eau distillée : 1000 ml). Après dix jours d'incubation, à une température de 26°C et à l'obscurité, la surface des thalles est submergée par de l'eau distillée stérile, raclée stérilement à l'aide d'une spatule métallique stérile. La suspension est filtrée à l'aide d'un tissu en mousseline. Elle est ensuite ajustée avec de l'eau distillée contenant 0,05% de Tween 20 et 0,25% de gélatine de façon à avoir une concentration finale de 10^6 conidies/ml. La concentration des conidies est déterminée par comptage sur une Cellule de Malassez.

Matériel végétal

Les grains paraissant sains de cinq variétés de riz (Arpa, Cerereer, Taibonet, Elio, Eurano) ont été désinfectés par trempage dans une solution d'hypochlorite de sodium à 15% pendant 10 minutes, rincés plusieurs fois à l'eau distillée stérile, puis déposés dans des boîtes de Petri contenant du coton stérile imbibé d'eau distillée stérile. L'incubation a lieu à l'obscurité et à 28 °C.

Trois jours après la mise en germination des grains, les plantules sont repiquées dans des pots (3 par pot) contenant du sol noir provenant de la forêt de la Mamora et mises en serre. Les plantules ont été arrosées quotidiennement avec l'eau du robinet jusqu'au stade requis pour l'inoculation (4 ou 5 feuilles).

Inoculation

L'inoculation a été faite par pulvérisation de 60 ml de la suspension conidienne pour chaque isolat du pathogène testé. Les plants témoins ont été pulvérisés avec de l'eau distillée additionnée de 0,05% de Tween 20 et 0,5% de gélatine. Trois répétitions ont été réalisées pour les témoins et chacun des isolats et variétés étudiés.

Les plantes ont été ensuite placées pendant 48 heures sous des housses noires en plastique, pulvérisées d'eau distillée stérile permettant de maintenir une humidité relative élevée. Les plantules ont par la suite été repiquées dans des pots ; l'incubation est faite dans une serre à une température de 18 à 25 °C et une photopériode de 12 h lumière / 12 h obscurité.

Notation des résultats

La fréquence d'isolement de l'espèce fongique à partir des lésions foliaires présentes sur les feuilles des plantes de riz est exprimée par le pourcentage d'infection et/ou de contamination calculé selon la méthode de Ponchet (1966) : $PC = (NFI / NTF) \times 100$ (PC : pourcentage d'infection et/ou de contamination ; NFI : nombre de lésions infectées par une espèce fongique donnée ; NTF : nombre total de lésions).

Après 7 jours d'incubation, la taille des lésions observées sur les feuilles des plantes de riz est mesurée à l'aide d'un double décimètre. Le pourcentage de la surface foliaire malade (SFM) est estimé selon l'échelle de Notteghem *et al.* (1980) (Tab. 1). L'indice de sévérité de la maladie (IS) est exprimé selon la relation : $IS\% = \frac{\sum Xi \times ni}{9 Nt}$ (Xi : sévérité de la maladie correspondant à la note de l'échelle de notation ; ni : nombre de plantes de sévérité i ; Nt : nombre total de plantes observées ; 9 : note la plus élevée de l'échelle).

Le coefficient d'infection (C.I.) est calculé en multipliant la sévérité de la maladie (S) par l'incidence (I) qui est le nombre total de feuilles présentant des symptômes (Loegering 1959) : $CI = I \times S$.

Sporulation sur l'hôte

La sporulation est mesurée selon la technique de Hill & Nelson (1983) par l'estimation du nombre moyen de conidies produites par unité de surface des feuilles de l'hôte portant les lésions (exprimée en nombre de spores/cm²).

Sept jours après l'inoculation, les feuilles présentant des lésions sont prélevées, découpées en 4-5 fragments puis déposées dans des boîtes de Petri contenant du papier filtre imbibé d'eau distillée stérile. Les boîtes sont placées sous lumière continue fluorescente pendant 48-72 heures à 28 °C.

Les fragments sont ensuite récupérés dans des tubes à essai contenant 1 ml d'eau distillée stérile. Les tubes sont agités de manière à détacher les conidies du mycélium. La richesse des suspensions ainsi obtenues est déterminée à l'aide d'une Cellule de Malassez et le nombre de conidies est ramené à la surface unitaire de la feuille. L'observation est faite au microscope optique (×100).

Test statistique

Les résultats sont traités statistiquement par un logiciel de traitement de données. Une analyse de la variance a été portée sur chaque donnée suivie d'un test statistique de la comparaison de moyennes (Test PPDS) au seuil de 5 %.

RESULTATS ET DISCUSSION

Après 4 jours d'incubation, la fréquence d'isolement, exprimée par le pourcentage de contamination du champignon, a été de 60 % à partir des fragments des feuilles de riz de la variété Eurano ramenées des rizières marocaines et présentant des lésions allongées brun foncé au centre à brun vif à la périphérie (Fig. 1).

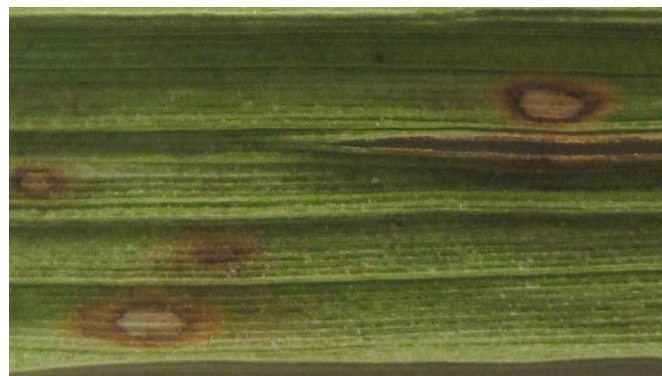


Figure1. Feuilles de riz (variété Eurano) présentant des lésions allongées provoquées par *H. hawaiiensis*

Figure1. Lesions on the rice (Eurano variety) leaves caused by *H. hawaiiensis*.

Tableau 1. Echelle de notation de Notteghem *et al.* (1980)
Table 1. Notation scale of Notteghem *et al.* (1980)

Note Xi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Surface foliaire malade (%)	0	0,05	0,5	1,5	3,5	7,5	17,5	37,5	62,5	87,5

Sur ces lésions, les conidiophores sont généralement courts. Les conidies sont de couleur brun clair à foncé et sont attachées sur le conidiophore vers l'extrémité dans différentes directions. Sur le milieu PSA (pomme de terre : 200 g ; saccharose : 20 g ; Agar-agar : 15 g ; eau distillée : 1000 ml), la colonie est noire (Fig. 2).

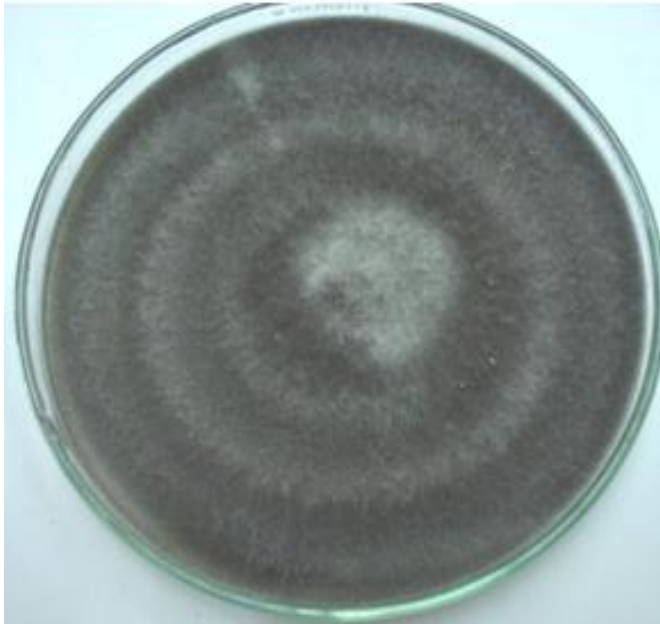


Figure 2. Développement d'une culture de *Helminthosporium hawaiiensis*, âgée de 15 jours, sur milieu PSA

Figure 2. Development of *Helminthosporium hawaiiensis* culture on PSA at age of 15 days

Les conidies sont droites, ellipsoïdes, oblongues ou cylindriques à cylindriques clivées arrondies aux extrémités. Elles sont de petite taille $12-37 (24,5) \times 5-11 (8,2) \mu\text{m}$ et présentent plusieurs pseudocloisons 2-7 (en moyenne 5) (Fig. 3).

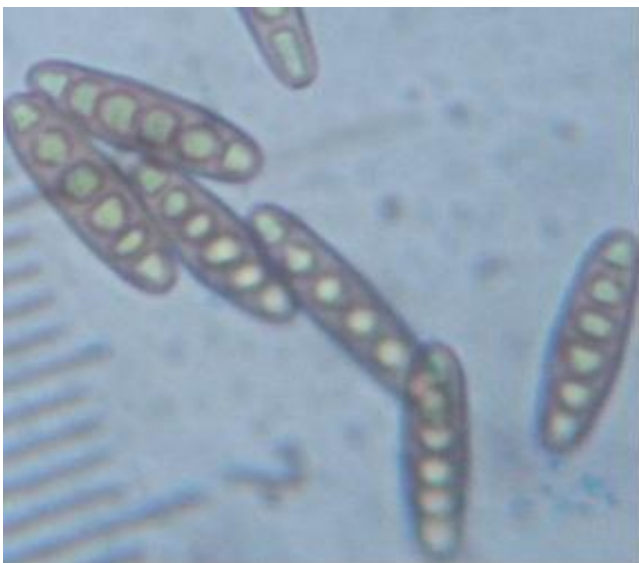


Figure 3. Conidies de *H. hawaiiensis* (G x 400)

Figure 3. Conidia of *H. hawaiiensis* (G x 400)

En se basant sur la description des caractères morphologiques du champignon, l'espèce est identifiée à *Bipolaris hawaiiensis* (Ellis) Uchida et Aragachi 1979, anamorphe, synonyme de *Drechslera hawaiiensis* Ellis 1971, *Helminthosporium hawaiiense* Bugnicourt 1955 et *Cochliobolus hawaiiensis* Alcorn 1978, téléomorphe.

Bipolaris hawaiiensis a été isolé pour la première fois à partir des grains de riz à hawaii (Bugnicourt 1955). Il a aussi été identifié sur 141 plantes hôtes (Farr & Rossman 2013). Ce champignon colonise plusieurs niches écologiques ; il a été isolé de l'air (Picco *et al.* 2004) et du sol (Wu & Zhang 2008).

Après 7 jours de l'inoculation des feuilles des plantes de riz, les deux isolats de *Bipolaris hawaiiensis* ont altéré la surface foliaire des 5 variétés de riz testées. Les symptômes observés sur les feuilles sont des petites lésions allongées à elliptiques de couleur blanche en premier lieu, et deviennent brun foncé au centre à brun vif à la périphérie (Fig. 4).



Figure 4. Symptômes foliaires développés sur des plantes de riz 4 semaines après inoculation artificielle par *H. hawaiiensis*.

Figure 4. Leaf symptoms developed on the rice plants 4 weeks after artificial inoculation with *H. hawaiiensis*.

La taille des lésions induites par *Bipolaris hawaiiensis* diffère selon l'isolat et la variété (Tableau 2). L'isolat H₁ a induit des lésions qui ont atteint 6 mm sur la variété Cerereer. Alors que l'isolat H₂ a induit des lésions de même taille (3 mm) sur Eurano et Elio suivi d'Arpa et Cerereer (2 mm) et de Taibonet (1,5 mm). Les lésions situées côte-à-côte s'unissent pour former une surface foliaire nécrosée importante et des lésions de même aspect sont aussi observées sur quelques nœuds.

A titre comparatif, l'inoculation des 3 premières feuilles du Chiendent (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) par *B. hawaiiensis* à une concentration de $6,8 \cdot 10^3$ spores/ml a permis d'observer des lésions de différents diamètres : 6,8mm sur la 1^{ère} feuille, 11,9 mm sur la 2^{ème} et 8,2 mm sur la 3^{ème} (Pratt 2003).

Tableau 2. Taille (en mm) des lésions induites par *Bipolaris hawaiiensis* sur les feuilles des cinq variétés de riz. (Deux résultats lus sur la même ligne diffèrent significativement au seuil de 5% s'ils ne sont affectés d'aucune lettre en commun)

Table 2. The size (mm) of the lesions induced by *Bipolaris hawaiiensis* on leaves of five rice plant varieties. (The results of the same line followed by different letters differ significantly at 5%).

Isolats de <i>B. hawaiiensis</i>	Variétés de riz				
	Taibonet	Arpa	Elio	Eurano	Cerereer
H1	2,80 a	3,10 a	3,30 a	5,00 a	6,00 a
H2	1,50 b	2,50 ab	3,00 a	3,30 a	2,00 ab

Tableau 3. Comparaison des moyennes de la sévérité de la maladie provoquée par *Bipolaris hawaiiensis* sur les feuilles de cinq variétés de riz testées (exprimée en % par l'indice de sévérité). (Deux résultats lus sur la même ligne diffèrent significativement au seuil de 5% s'ils ne sont affectés d'aucune lettre en commun).

Table 3. Comparison of disease severity means caused by *Bipolaris hawaiiensis* on leaves of five rice varieties (expressed in% by severity index). (The results of the same line followed by different letters differ significantly at 5%).

Isolats de <i>B. hawaiiensis</i>	Variétés de riz				
	Taibonet	Arpa	Elio	Eurano	Cerereer
H1	42 c	74 a	58 b	54,3 b	59,2 bc
H2	43,2 b	59,2 ab	68 a	67 a	68 a

Tableau 4. Comparaison des moyennes des coefficients d'infection par *Bipolaris hawaiiensis* sur les cinq variétés de riz. (Deux résultats lus sur la même ligne diffèrent significativement au seuil de 5% s'ils ne sont affectés d'aucune lettre en commun).

Table 4. Comparison of the infection coefficients means caused by *Bipolaris hawaiiensis* on five rice plant varieties. (The results of the same line followed by different letters differ significantly at 5%).

Isolats de <i>B. hawaiiensis</i>	Variétés de riz				
	Taibonet	Arpa	Elio	Eurano	Cerereer
H1	44 a	73,33 a	62,33 a	55 a	62,33 a
H2	53,6 b	67 b	80,4 ab	80,4 ab	102,73 a

Il ressort des résultats (Tab. 3) que la sévérité de la maladie des deux isolats H₁ et H₂ de *Bipolaris hawaiiensis* est importante sur les cinq variétés. La variété Abra a été très sensible à l'isolat H₁, l'indice de sévérité (I.S.) a atteint 74% ; suivi par les variétés Cerereer, Elio et Eurano qui sont moyennement sensibles (I.S. respectivement de 59,2%, 58% et 54,3%). Ces trois variétés se sont montrées par contre plus sensibles (IS ≥ 67%) à l'isolat H₂ et c'est la variété Apra qui a montré un I.S. égal à 59,2%. La variété Taibonet est la seule qui a montré une certaine résistance vis-à-vis des deux isolats H₁ et H₂ (I.S. de 42% et 43,2% respectivement)

La comparaison des coefficients d'infection (C.I.) a permis de classer les isolats testés selon leur pouvoir pathogène (Tab. 4). L'isolat H₂ de *B. hawaiiensis* altère la surface foliaire des variétés étudiées, marquant ainsi les valeurs les plus élevés du C.I. Toutefois, la variété Cerereer s'est révélée la plus sensible (C.I. = 102,73), suivi des variétés Elio et Eurano (C.I. = 80,4). La variété Taibonet s'est montrée la plus résistante (C.I. = 53,6). L'isolat H₁ a attaqué également les variétés du riz mais avec des intensités moins importantes ; le coefficient d'infection le plus élevée est noté chez la variété Arpa (C.I. = 73,33) et le plus faible chez la variété Taibonet (C.I. = 44).

Selon la notation du pourcentage de la feuille altérée, les cinq variétés se sont montrées sensibles à l'encontre des isolats testés. Ces résultats ont ainsi permis de voir pour la première fois des symptômes sur les feuilles de riz induits par des isolats marocains de *Bipolaris hawaiiensis* issus des grains. Au contraire, Nazari *et al.* (2011) rapportent qu'une suspension de 5×10⁴ conidies/ml de *Bipolaris hawaiiensis*, originaire des grains de riz, inoculée à des plantes de riz ne donne pas de symptômes au niveau des feuilles.

Cette espèce fongique a été également identifiée comme espèce pathogène sur la Jacinthe d'eau (El-Morsy, 2004) et sur le Chiendent (*Cynodon dactylon*) (Pratt 2005 et 2006).

Il apparait d'après le Tableau 5 que les deux isolats H₁ et H₂ de *Bipolaris hawaiiensis* sont capables de sporuler sur les feuilles de toutes les variétés du riz testées avec une intensité plus ou moins grande selon les variétés.

L'intensité de sporulation de l'isolat H₁ sur les feuilles de la variété Eurano et Arpa est maximale avec des valeurs respectives de 6,1.10⁶ et 4,66.10⁶ spores/cm² ; suivie par les variétés Taibonet, Elio et Cerereer avec des valeurs qui ne dépassent pas 2,86.10⁶ spores/cm².

Tableau 5. Sporulation de *B. hawaiiensis* sur les feuilles des 5 variétés du riz ($\times 10^6$ spores/cm²). (Deux résultats lus sur la même ligne diffèrent significativement au seuil de 5% s'ils ne sont affectés d'aucune lettre en commun)

Table 5. Sporulation of *B. hawaiiensis* on leaves of five rice plant varieties ($\times 10^6$ spores/cm²). (The results of the same line followed by different letters differ significantly at 5%).

Isolats de <i>B. hawaiiensis</i>	Variétés de riz				
	Taibonet	Arpa	Elio	Eurano	Cerereer
H1	2,86 b	4,66 ab	2,8 b	6,1 a	1,8 b
H2	2,63 ab	4,73 a	0,93 b	2,53 ab	1,60 ab

L'isolat H2 a produit aussi une quantité importante de spores sur les feuilles de la variété Arpa ($4,73 \cdot 10^6$ spores/cm²), moyenne sur les feuilles des variétés Taibonet, Eurano et Cererer (respectivement 2,63 ; 2,53 et 1,60 10^6 spores/cm²), alors que sa sporulation sur les feuilles de la variété Elio n'est que de $0,93 \cdot 10^6$ spores/cm².

Le nombre de spores de ce pathogène produites sur l'hôte peut renseigner sur sa pathogénicité et sa capacité de se reproduire d'une campagne agricole à une autre lorsque les conditions climatiques sont favorables.

En effet, les isolats de différentes espèces de *Helminthosporium*, *H. oryzae*, *H. sativum*, *H. spiciferum* et *H. australiensis* ont été capables de sporuler à des degrés variables selon leur virulence et la sensibilité et résistance des différentes variétés de riz (Ouazzani Touhami *et al.* 2000). De même, Zehhar *et al.* (2008) ont montré que l'isolat de *Bipolaris cynodontis* est le plus virulent ; il a présenté les coefficients d'infection les plus élevés sur les trois variétés testées et a produit le nombre le plus élevé de spores.

Si la fréquence de *Pyricularia oryzae* (Benkirane 1995 ; El Oirdi 1996) et de *Helminthosporium oryzae* (Bouslim 1996) est dominante par rapport à celle des autres champignons recensés sur le riz au Maroc, la généralisation de certaines variétés sensibles entraînerait probablement une situation inverse. Le fait que *H. hawaiiensis* a été isolé des lésions foliaires de riz et le fait qu'il est capable d'induire des lésions foliaires sur plusieurs variétés, et qu'il a la faculté de se reproduire même sur des variétés qui se comportent bien vis-à-vis de ce champignon (nouveau dans les rizières marocaines), constituera peut être avec le temps une menace pour la culture du riz. De même, l'utilisation continue des variétés résistantes peut entraîner une sélection plus poussée des génotypes ou des espèces rares et dangereuses, qui peuvent se multiplier et devenir abondantes avec le temps comme le cas de *H. sativum*, *H. spiciferum* et *H. australiensis* (Ouazzani Touhami *et al.* 2004). Le danger que représentent de telles espèces ne semble pas immédiat, mais leur apparition devra faire l'objet d'une surveillance attentive.

REFERENCES

Benkirane R., El Oirdi M., Bouslim F. *et al.* 1995. Un essai pour déterminer la sensibilité ou la résistance des variétés de riz vis-à-vis de quelques isolats marocains de *Pyricularia oryzae*. *Revue du Réseau Amélioration Production Agricole en Milieu Aride*, 7, 131-143.

- Benkirane R. 1995. *Contribution à l'étude des maladies du riz au Maroc. Cas de la pyriculariose due à Pyricularia oryzae*. Thèse Doc. 3^{ème} cycle. Université Ibn Tofail, Faculté des sciences, Kénitra, Maroc, 189 p.
- Bouslim F. 1996. *Contribution à l'étude de l'helminthosporiose du riz au Maroc due à l'Helminthosporium Oryzae*. Thèse Doc. 3^{ème} cycle. Université Ibn Tofail, Kénitra, Maroc, 148p.
- Bugnicourt F. 1955. Deux espèces nouvelles d'*Helminthosporium* isolées de semences de riz. *Revue Générale de Botanique Paris*, 62, 1-5.
- Ellis M.B. 1971. *Demataceous hyphomycetes*. Commonwealth Mycological Institute Kew, Surrey, England, 608 p.
- El Oirdi M. 1996. *Contribution à l'étude de la pyriculariose du riz au Maroc due à Pyricularia oryzae: Application de quelques moyens de lutte chimique*. Thèse Doc. 3^{ème} cycle, Université Ibn Tofail, Faculté des Sciences de Kénitra, 139 p.
- Ennaffah B., Bouslim F., Benkirane R. *et al.* 1997. *Helminthosporium spiciferum*, foliar parasite of rice in Morocco. *Agronomie*, 17, 299-300.
- El-Morsy E. M. 2004. Evaluation of microfungi for the biological control of water hyacinth in Egypt. *Fungal Diversity*, 16, 35-51.
- Gnancadja-André L. S., Hannin S., Ouazzani Touhami A. *et al.* 2005. Impact de la mycoflore de la feuille paniculaire du riz sur le rendement en grains. *Bulletin de la Société de Pharmacie de Bordeaux*, 144, 225-236.
- Hill J.P. & Nelson R.R. 1983. Genetic control of two parasitic fitness attributes of *Helminthosporium maydis* race T. *Phytopathology*, 73, 455-457
- Lage M. 1997. Production rizicole et consommation de riz au Maroc. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 24(2), 147-150.
- Loegering W.D. 1959. *Method for recording cereals rusts data*. Washington, International Spring Wheat Rust nursery, USDA.
- Nazari S., Javan-Nikkhah M., Fotouhifar K.H. & Khosravi V. 2011. Occurrence of *Bipolaris hawaiiensis* associated with rice grain in Iran. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 47(4), p. 159.
- Notteghem J.L., Andriatempo G.M., Chatel M. & Dechanet R. 1980. Techniques utilisées pour la sélection des variétés de riz possédant la résistance horizontale à la pyriculariose. *Annales de Phytopathologie*, 12(3), 199-226
- Picco A.M., Lorenzi E., Rodino D. *et al.* 2004. *Air spores detection of Pyricularia grisea (Cooke) Sacc. and Bipolaris sp.: a three years monitoring in different rice fields in northern Italy*. Challenges and opportunities for sustainable rice-based production systems, Torino, Italy, September 13-15, 127-131.
- Ponchet A. 1966. Étude des communautés mycopéricarpiques du caryopse du blé. *Annales Epiphyties* 17 (hors série), 1, 61-66.
- Pratt R. G. 2003. An excised-leaf inoculation technique for evaluating host-pathogen interactions and quantitative

- resistance of Bermudagrass genotypes to Dematiaceous Hyphomycètes. *Phytopathology*, 93, 1565-1571.
- Pratt R. G. 2005. Variation in occurrence of Dematiaceous Hyphomycètes on forage Bermudagrass over years, sampling times, and locations. *Phytopathology*, 95, 1183-1190.
- Pratt R. G. 2006. Frequency and pathogenicity of Dematiaceous Hyphomycètes on annual ryegrass overseeded on Bermudagrass in Mississippi. *Plant Disease*, 90, 1085-1090.
- Ouazzani Touhami A., Ennaffah B., El Yachioui M & Douira A. 2000. Pathogénie comparée de 4 espèces de *Helminthosporium* obtenues à partir des plantes malades du riz au Maroc. *Journal of Phytopathology*, 148, 221-226.
- Ouazzani Touhami A., Ennaffah B. & Douira A. 2004. Pathogénie comparée de *Pyricularia oryzae*, *Helminthosporium spp.* et *Curvularia lunata* vis-à-vis de quelques variétés de riz cultivées au Maroc. *Proceeding 5^{ème} congrès de l'Association Marocaine de Protection des Plantes*, 30-31 mars, 211-221.
- Tajani M., Benkirane R., Douira A. & El Haloui N. 2001. Impact des maladies foliaires sur les composantes de rendement du riz (*Oryza sativa*) au Maroc. *Actes Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II*, 21(2), 83-86.
- Wu Y-M & Zhang T-Y. 2008. Soil dematiaceous hyphomycetes from Dahingganling Mountain Range, Inner Mongolia, China I. *Mycosystema*, 27(1), 5-15
- Zehhar G. Ouazzani Touhami A. & Douira A. 2008. First report of *Bipolaris cynodontis* on *Oryza sativa* in Morocco. *Phytopathologia Mediterranea*, 47, 73-76.

Sites web

- Farr D. F. & Rossman A.Y. 2013. Fungal Databases, Systematic Mycology and Microbiology Laboartry, ARS, USDA. Retrieved May 3, 2013. <http://nt.ars-grin.gov/fungalDATABASES/>
- Food and Agriculture Organization of United Nations Statistics Division. <http://faostat3.fao.org/> (Accès 25/04/2013).

Manuscrit reçu le 01/08/2014
Version révisée acceptée le 04/03/2015
Version finale reçue le 09/03/2015
Mise en ligne le 25/03/2015