

Identification de la mycoflore pathogène de *Sorghum bicolor* (L.) Moench, cultivé dans le Gharb et le Loukkos (Nord-ouest du Maroc)

Fadwa BERBER, Amina OUAZZANI TOUHAMI* & Allal DOUIRA

Université Ibn Tofaïl, Faculté des Sciences, Laboratoire de Botanique et de Protection des Plantes, UFR de Mycologie, B. P. 133, Kénitra, Maroc. * e-mail : touhami01@hotmail.com

Résumé. Les prospections réalisées dans les régions du Gharb et du Loukkos de 2001 à 2003, ont révélé pour la première fois au Maroc la présence de nombreux champignons qui infectent différents organes des plantes de sorgho. Le complexe fongique observé sur les grains de sorgho est constitué d'un nombre d'espèces plus élevé par rapport à celui des lésions foliaires. Dans le Loukkos, les espèces les plus fréquentes sont *Curvularia lunata* et *Alternaria alternata* dont les pourcentages de contamination sont respectivement 81% et 79%, tandis que *Bipolaris maydis*, *B. sorghicola*, *B. tetramera*, *B. sorokiniana*; *Curvularia tuberculata* et *Acremonium* sp. sont moyennement fréquents. Dans le Gharb, la fréquence des espèces est faible par rapport au Loukkos, et les espèces les plus fréquentes sont *Fusarium* sp. avec un taux de 82 %, suivi de *Curvularia lunata* (79 %), *Alternaria alternata* (53 %) et *Trichoderma harzianum* (40 %).

Mots clés : Phytopathologie, Mycologie, *Sorghum bicolor*, symptômes, *Bipolaris*, *Curvularia*, *Alternaria*.

Identification of the pathogenic mycoflora of *Sorghum bicolor* (L.) Moench in the Gharb and Loukkos areas (Northwest of Morocco).

Abstract. The investigations conducted in the Gharb and Loukkos areas from 2001 to 2003, have proved for the first time in Morocco the presence of several species of fungi that infect different organs of sorghum plants. The fungal complex observed on sorghum grains consists of a number of species more numerous compared to those of foliar lesions. Thus, in the Loukkos, the most common species are *Curvularia lunata* and *Alternaria alternata* whose percentages of contamination are respectively 81% and 79% while *Bipolaris maydis*, *B. sorghicola*, *B. tetramera*, *B. sorokiniana*, *Curvularia tuberculata* and *Acremonium* sp. are moderately frequent. In the Gharb, the frequency of species is low compared to those of the Loukkos. Indeed, the most common species are *Fusarium* sp. with a rate of 82%, followed by *Curvularia lunata* (79%), *Alternaria alternata* (53%) and *Trichoderma harzianum* (40%).

Keywords: Phytopathology, Mycology, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, symptoms, *Bipolaris*, *Curvularia*, *Alternaria*.

INTRODUCTION

Par sa situation géographique et ses caractéristiques orographiques, le Maroc offre une grande variété de conditions climatiques qui permettent l'installation de la culture de sorgho. Ce dernier est répandu dans les zones tropicales et subtropicales, ainsi que dans les zones à climat méditerranéen, il est aussi rencontré en climat semi-aride (Ouarzane 1993).

Des écotypes locaux ont été cultivés depuis des siècles au Maroc ; actuellement, ce sont essentiellement des cultivars sudan-grass et des hybrides sorgho-sudan-grass qui sont cultivés (Noutfia & Baya 1997).

A l'échelle mondiale, les problèmes majeurs limitant la production de sorgho fourrager, sont les dégâts causés par les ravageurs (IRAT 1987, 1988), les mauvaises herbes et les parasites (Wrather & Sweets 1999), mais aussi les maladies fongiques. Parmi ces dernières, il y a l'antracnose causée par *Colletotrichum graminicola* (Kaboré *et al.* 2001), l'helminthosporiose provoquée par *Bipolaris maydis* (USAID 1984, Vincelli & Hershman 1995), *Helminthosporium turcicum*, *Bipolaris sorghicola* et *H. rostratum* (Elazegui & Exconde 1973), les fontes de semis dues à *Phytophthora*, *Rhizoctonia* et *Phoma* (Wrather & Sweets 1999) et la rouille, causée par *Puccinia purpurea* (Kucharek 1992, Birgiwa *et al.* 1997).

Au Maroc, aucune étude n'a été faite sur les maladies fongiques de sorgho. Dans ce sens, des prospections ont été réalisées dans les régions du Gharb et du Loukkos afin de

déterminer le nombre de parasites fongiques qui attaquent le Sorgho et la relation entre les symptômes et les champignons isolés.

MATERIEL ET METHODES

Les investigations menées durant les années 2001 à 2003 dans le Nord-ouest marocain ont concerné respectivement le Gharb (4 parcelles) et le Loukkos (6 parcelles).

Echantillonnage

Les prélèvements des pieds du sorgho cultivé dans différentes parcelles ont été effectués au hasard selon la technique d'échantillonnage en diagonale (cinq individus par parcelle). Les échantillons ont été placés dans des sachets en plastique blanc (70 cm x 50 cm) et ramenés au laboratoire pour analyse.

Techniques d'analyse des échantillons

L'analyse de la mycoflore associée aux semences, feuilles et tiges de sorgho, a été réalisée par deux méthodes : la méthode du buvard et la méthode du buvard modifiée.

Méthode de buvard

Les feuilles et les épis présentant différents types de lésions sont prélevés à partir des plantes de sorgho. Les grains et les fragments de feuilles (1cm de Ø) sont lavés dans l'eau de robinet, puis dans de l'eau distillée stérile.

Ensuite, ils sont placés stérilement dans des boîtes de Pétri contenant 2 rondelles de papier filtre, humidifiées par l'eau distillée stérile. Les boîtes sont ensuite incubées soit à la lumière continue, soit en alternance de lumière et obscurité. Après 48 h, les fragments des feuilles et les grains sont examinés au microscope optique au grossissement x 100, pour observer la présence de différentes espèces de champignons.

Les conidies identifiées à l'aide de différentes clés de détermination (Tarr 1962, Ellis 1971) sont transférées une à une sous microscope à l'aide d'un capillaire en verre étiré, préalablement stérilisé à la flamme et refroidi dans le milieu gélosé (15 g d'Agar-agar, 1000 ml d'eau distillée), puis transférées à l'aide d'une aiguille stérilisée à la surface du milieu à base de farine de riz (14 g farine de riz, 15 g d'Agar-agar, 4 g d'extrait de levure, 1000 ml d'eau distillée). Des repiquages successifs précédés par des observations au microscope permettent d'obtenir des cultures pures de champignons. Le taux d'infection et/ou de contamination est calculé selon le nombre de chaque microorganisme isolé par 100 fragments de feuille ou grains par l'observation des conidies.

Méthode du buvard modifiée (Benkirane 1995)

Certains fragments de feuilles, incubés de la même manière que précédemment, sont repiqués dans des boîtes de Pétri contenant le milieu P.D.A (40 g de Potato Dextrose Agar, 5 g d'Agar-agar, 1000 ml d'eau distillée). Les boîtes sont placées dans un incubateur à l'obscurité à 28°C. Après 7 jours, l'examen microscopique des fragments et des différentes cultures a permis d'identifier la mycoflore des plantes de sorgho (Tarr 1962, Ellis 1971).

Le traitement statistique des données a porté sur l'analyse de la variance et le test P.P.S.D au seuil de 5% à l'aide du logiciel STATISTICA.

RESULTATS

Sur les feuilles, la maladie se manifeste par des petites tâches rougeâtres ou brun roux de 1 mm de longueur (Fig. 1a). Ces tâches s'allongent et deviennent elliptiques ou rectangulaires (95 mm de longueur), possédant un centre jaune avec un contour brun rougeâtre à brun foncé (Fig. 1b-e). Des tâches rougeâtres sont observées également sur les grains.

Au niveau des lésions foliaires (Fig. 1f), le complexe fongique isolé comporte (Fig. 2) :

- *Bipolaris maydis* (Nisikado et Miyake) Subramanian et P.C Jain, 1966
- *Bipolaris sorghicola* (Lefebvre et Sherwin) E.M. Fraser 1968
- *Curvularia lunata* (Wakker) Boedijn 1933
- *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl 1912
- *Trichoderma harzianum* Rifai 1969
- *Fusarium* sp.

Certaines lésions foliaires qui sont considérées comme caractéristiques de *B. maydis* ont livré d'autres espèces de *Bipolaris* comme *B. sorghicola*.

Les lésions rencontrées sur les grains contiennent
B. tetramera (Mckinney) Subram. et B.L. Jain 1966
B. sorokiniana (Sacc.) Subram. et B.L. Jain 1966
C. tuberculata B.L. Jain 1962
Acremonium sp.

Les sources des espèces fongiques (feuille et/ou graine) isolées dans les régions du Gharb et Loukkos sont présentées dans le Tableau I.

Description des caractères morphologiques

La description des caractères morphologiques des différents champignons a été effectuée sur milieu de culture (farine de riz) et sur l'hôte.

Bipolaris maydis présente des colonies de couleur grise à noire. Sur l'hôte, les conidiophores sont de couleur brun foncé à noire, groupés en 2 ou 3, souvent plats, droits ou flexibles, géniculés dans la plupart des cas, pâles vers l'extrémité. Les conidies sont curvées, fusiformes, de couleur pâle à brun doré, mesurant 67-127 x 16-20 µm et formées de 5 à 10 cellules.

Les colonies de *Bipolaris sorghicola*, sont lisses, poudreuses, de couleur brun olivâtre avec une marge irrégulière. Sur l'hôte, les conidiophores sont solitaires, souvent rassemblés en petits groupes, droits ou flexibles, de couleur brun foncé à brun olivâtre, gonflées à la base. Les conidies sont droites à légèrement curvées, fusiformes, de couleur pâle à brun doré, mesurant 26-40 x 13-17 µm et possédant 3 à 8 fausses cloisons.

Bipolaris sorokiniana, a montré des colonies brunâtres, sombres à l'intérieur et devenant généralement plus claires vers la périphérie. Sur les grains, les conidiophores sont brunâtres, courts dans la plupart des cas, solitaires portant 1 à 6 conidies. Ces conidies sont droites ou courbées, elliptiques avec une base effilée, de couleur brun foncé, mesurant 45-100 x 7-14 µm et possédant 6 à 9 cloisons.

Les colonies de *Bipolaris tetramera*, sont noires, sombres à l'intérieur, devenant plus claires vers la périphérie. Sur les grains, les conidiophores sont brunâtres, solitaires ou groupés en 2 à 3. Les conidies sont droites, elliptiques, souvent cylindriques, arrondies à leur base, lumineuses vers l'extrémité des cellules, de couleur brune, mesurant 20-38 x 9-14 µm et possédant 3 cloisons.

Les colonies de *Alternaria alternata*, sont de couleur noire à noire olivâtre. Les conidiophores sont solitaires ou formant des petits groupes, simples ou ramifiés, droits ou flexibles, souvent géniculés, de couleur olivâtre à brun doré. Les conidies se forment en longueur, souvent branchées en chaîne, ovoïdes ou elliptiques, de couleur pâle à brun doré, lisses ou verruculeuses, mesurant 24-38 x 7-14 µm avec 1 à 8 cloisons transversales, généralement longitudinales ou obliques.

Curvularia lunata forme des colonies de couleur noire. Les conidiophores sont droits ou flexibles, géniculés, généralement lisses et de couleur brun. Les conidies sont solitaires, simples, généralement curvées, elliptiques, fusiformes, ovoïdes, mesurant 17-30 x 4-13 µm avec 3 cloisons transversales, de couleur pâle à brun foncé, lisses ou verruculeuses.

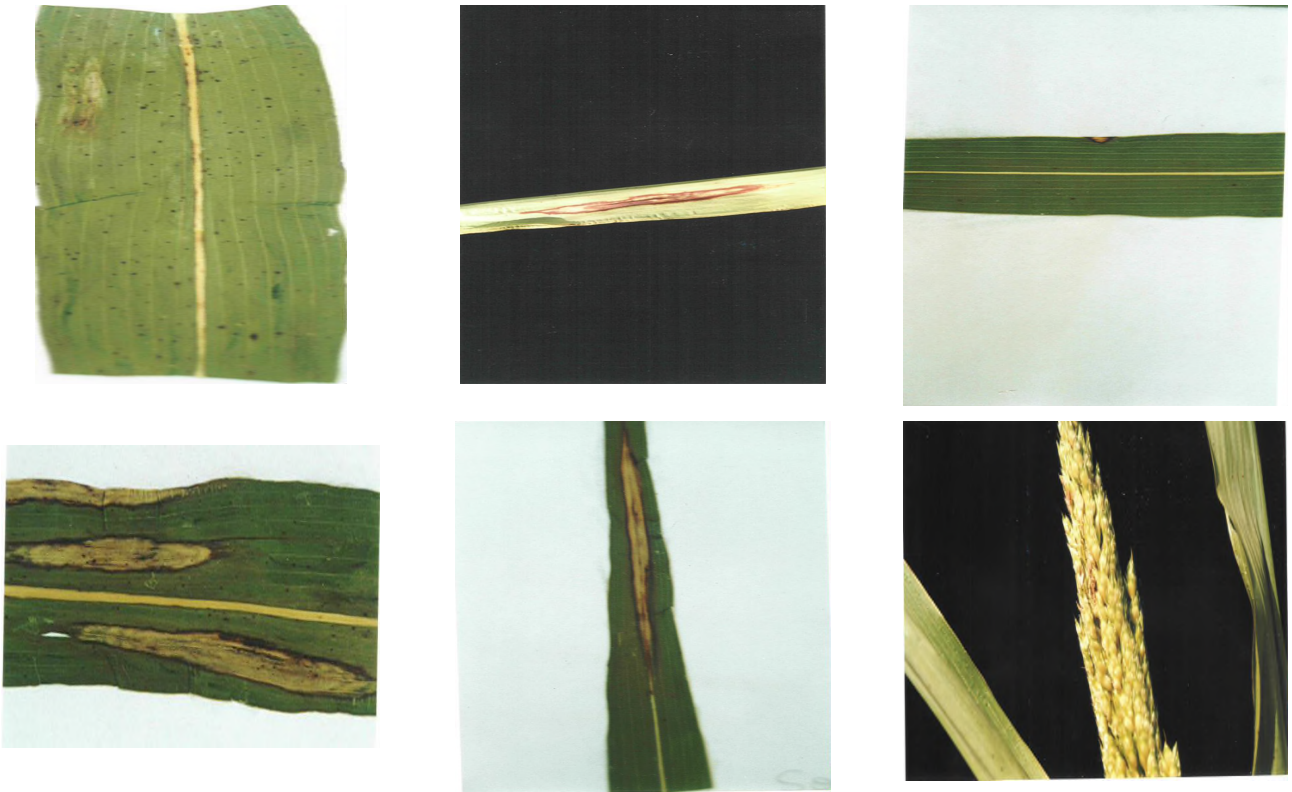


Figure 1 : Symptômes foliaires développés sur les plantes de sorgho (*Sorghum bicolor* (L.) Meonch). a, Tâches petites de couleur rougeâtres ou brun roux. b, c, d, e : Tâches elliptiques ou rectangulaire avec un centre jaune et un contour brun rougeâtre à brun foncé ; f : Symptômes développés sur l'épi des plantes de sorgho.

Les colonies de *Curvularia tuberculata*, sont de couleur noire. Les conidiophores sont droits ou flexibles, géniculés, généralement lisses et de couleur brun. Les conidies sont droites, ornementées, de couleur brun foncé, lumineuses vers l'extrémité, mesurant 17-30 x 7-14 µm avec 3 cloisons.

Trichoderma harzianum forme des colonies de couleur verdâtre. Les conidiophores sont distincts, branchés portant des phialides qui naissent plus au moins perpendiculairement au conidiophore. Les conidies sont globuleuses, lisses et de couleur verte.

Fréquence des espèces fongiques

Les résultats reportés dans le tableau II, montrent que la fréquence des espèces fongiques dépend de la région étudiée et de la source d'isolement (feuille/grain).

Dans la région du Loukkos, le pourcentage d'infection des feuilles le plus important est enregistré chez *A. alternata* avec un taux de 71 %, suivi de *B. maydis* (58 %), de *B. sorghicola* (52 %) et de *C. lunata* (44 %) durant les 3 années de prospection, alors que *B. sorokiniana* et *Acremonium* sp. ont été isolés seulement sur les échantillons de feuilles prélevés pendant la dernière année. Par ailleurs, au niveau des grains, les espèces les plus fréquentes sont *C. lunata* et *A. alternata* dont le pourcentage de contamination est respectivement 81 et 79 %. Tandis que *Acremonium* sp., *C. tuberculata*, *B. tetramera*, *B. sorghicola*, *B. sorokiniana* et *B. maydis*

sont moyennement fréquents (pourcentage de contamination de 19 % à 52 %).

Cependant, dans la région du Gharb, la fréquence des espèces isolées est faible par rapport à la région du Loukkos. Ainsi, le pourcentage d'infection le plus élevé est noté chez *Fusarium* sp. (74 %), suivi de *A. alternata* (56 %), de *C. lunata* (45 %) et *T. hazianum* (35 %), alors qu'au niveau des grains, les espèces les plus fréquentes sont *Fusarium* sp. avec un taux de 82 %, *C. lunata* (79 %), *A. alternata* (53 %) et *T. hazianum* (40 %). De plus, *Fusarium* sp. et *T. harzianum* sont les seules espèces isolées sur les feuilles et les grains des plantes prélevées durant la première année.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Les prospections réalisées de 2001 à 2003 dans les régions du Gharb et du Loukkos ont révélé la présence de nombreux champignons qui infectent les différents organes des plantes de sorgho : *B. maydis*, *B. sorghicola*, *B. tetramera*, *B. sorokiniana*, *C. lunata*, *C. tuberculata* et *A. alternata*.

La fréquence de chaque espèce dépend des conditions d'humidité et de température favorables à son développement (Anahosur 1992). Le nombre d'espèces rencontré au niveau des grains de sorgho est plus important que celui isolé des lésions foliaires, ce qui est en concordance avec les résultats obtenus par Singh & Bandyopadhyay (2000).

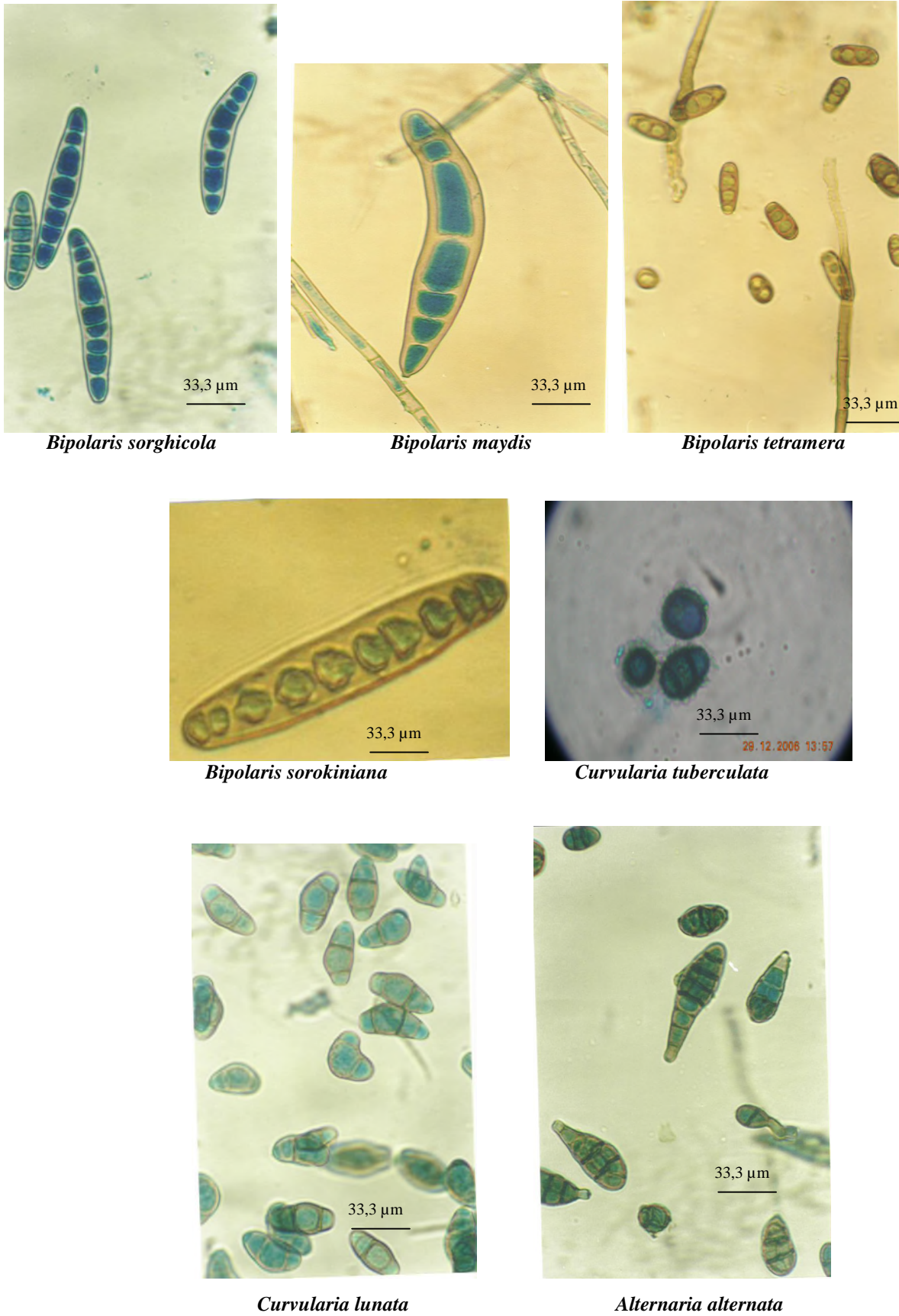


Figure 3 : Espèces fongiques isolées au niveau des lésions foliaires et semences des plantes de sorgho (x400). Liquide de montage : Bleu de Coton

Tableau I.: Origine des différentes espèces fongiques isolées dans la région du Gharb et le Loukkos durant l'année 2001.

Espèces fongiques	Région	Source d'isolement	Code
<i>Bipolaris maydis</i>	Loukkos	Feuille	HG1
		Grain	HG2
			HG3
			HG4
			HG5
<i>B. sorghicola</i>	Loukkos	Feuille	HS1
		Grain	HS2
			HS3
			HS4
			HS5
<i>B. sorokiniana</i>	Loukkos	Grain	HSA1
<i>B. tetramera</i>	Loukkos	Grain	HTS1
			HTS2
			HTS3
<i>Trichoderma harzianum</i>	Gharb	Feuille	THS1
		Grain	THS2
<i>Alternaria alternata</i>	Loukkos	Feuille	ALS4
		Grain	ALS2
<i>Curvularia lunata</i>	Loukkos	Feuille	CUS1
		Grain	CUS2
<i>C. tuberculata</i>	Loukkos	Grain	TS1
<i>Fusarium</i> sp.	Gharb	Feuille	FIS1
			FIS2
			FIS3
<i>Acremonium</i> sp.	Loukkos	Grain	CL1
			CL3

Les espèces pathogènes rencontrées au niveau des grains sont capables d'altérer le feuillage des plantes de sorgho.

B. maydis, provoque l'helminthosporiose (southern leaf blight), considérée comme la maladie la plus importante du sorgho (Vincelli & Hershman 1995). *B. sorghicola* est aussi un agent causal de l'helminthosporiose (Tarr 1962, Elazegui & Exconde 1973).

B. tetramera, responsable des pourritures racinaires du blé et de *Trapa bispinosa* (Singh & Lal 1965, Naphade 1968). L'espèce parasite également *Pennisetum typhoides* (Yadav *et al.* 1975) et le riz (Singh & Mukerjee 1981, Alionte 1997).

C. tuberculata, rencontré dans les rizières marocaines (El Abdellaoui *et al.* 2005), est capable de provoquer des lésions foliaires sur les plantes de riz. Ce champignon est considéré également comme un pathogène du Manguier, *Mangifera indica* (Lele *et al.* 1981). Il a été isolé en 1993 aux Philippines à partir de mauvaises herbes telles que *Cyperus difformis* L. et *C. iria* L. (De Luna *et al.* 2001). Au Brésil, ce pathogène appartient à la mycoflore associée aux amandes de l'Anacardier (Freire & Barguil 2002).

A. alternata est considéré comme un saprophyte sur les céréales. Mais Wrather & Sweets (1998) ont rapporté que cette espèce provoque une pourriture d'épi.

Les symptômes rencontrés sur les plantes du sorgho ne sont pas spécifiques et ne permettent pas d'identifier correctement la cause de la maladie, d'où la nécessité d'une analyse au laboratoire pour identifier les pathogènes responsables de la maladie.

La présence de tâches rougeâtres sur les feuilles de sorgho ne prouve pas que *B. maydis* est l'agent responsable de ces tâches, car d'autres espèces de *Bipolaris*, comme *B. sorghicola*, sont capables de provoquer des tâches foliaires sur les plantes de sorgho. Une lésion peut être initiée par un pathogène mais colonisée par d'autres.

De même, différents agents pathogènes peuvent induire des symptômes similaires, mais les mêmes agents peuvent produire des symptômes variables selon les circonstances qui entourent l'apparition de la maladie. Les lésions ne sont pas colonisées seulement par les pathogènes mais également par les saprophytes, le cas de *Trichoderma harzianum* qui est apparemment un antagoniste important des *Bipolaris* (Mouria *et al.* 2003, Howell 2003).

Tableau II. Pourcentages moyens d'infection et/ou de contamination des plantes de sorgho par les différentes espèces fongiques dans la région du Loukkos (a) et le Gharb (b).

a		Année					
Espèces fongiques	2001		2002		2003		
	Feuille	Grain	Feuille	Grain	Feuille	Grain	
	Loukkos						
<i>B. maydis</i>	58b	24e	53b	16f	50c	19f	
<i>B. sorghicola</i>	52c	33c	51bc	30e	54b	25e	
<i>B. sorokiniana</i>	-	17f	-	15f	12e	20f	
<i>B. tetramera</i>	-	26de	-	31e	-	35d	
<i>A. alternata</i>	71a	79a	69a	81a	71a	81a	
<i>C. lunata</i>	44d	81a	49c	73b	50c	83a	
<i>C. tuberculata</i>	-	28d	-	34d	-	40c	
<i>Acremonium</i> sp.	-	52b	-	48c	30d	52b	
b		Année					
Espèces fongiques	2001		2002		2003		
	Feuille	Grain	Feuille	Grain	Feuille	Grain	
	Gharb						
<i>A. alternata</i>	-	-	56b	53b	62b	51b	
<i>C. lunata</i>	-	-	45c	79a	54c	78a	
<i>T. harzianum</i>	49b	51b	35d	40c	41d	47b	
<i>Fusarium</i> sp.	81a	64a	74a	82a	81a	81a	

(-) : Espèce non isolée.

Deux résultats lus sur la même colonne sont significatifs au seuil de 5% s'ils ne sont affectés d'aucune lettre en commun.

Remerciements

Nos vifs remerciements vont à Mr. Omar Benkhemmar (Faculté des Sciences, Rabat) pour ses remarques précieuses qui ont permis d'améliorer la qualité de cet article. Nous remercions également Mr. A. Noutfia (INRA, Tanger) qui nous a fourni les semences de sorgho.

Références

- Alionte G. 1997. The incidence of rice diseases in Romanian climate conditions. *Cah. Options Médit.*, 15, 3, 7-18. <http://ressources.ciheam.org/om/pdf/c15-3/CI011009.pdf>
- Anahosur K.H. 1992. Sorghum diseases in India: knowledge and research needs. Sorghum and millets diseases: a second world review, Patancheru, India, international Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, 45-56.
- Benkirane R. 1995. Contribution à l'étude des maladies du riz au Maroc. Cas de la pyriculariose due à *Pyricularia oryzae*. Thèse de Troisième Cycle, Univ. Ibn Tofail, Fac. Sci. Kénitra, 189 p.
- Birgiwa G., Adipala E. & Esole P. 1997. Sorghum downy mildew: A disease of maize, sorghum and Johnson grass in Uganda. *African Crop Science Conference Proc.*, 3, 933-937.
- De Luna L.Z., Watson A.K. & Paulitz T.C. 2001. Seedling blights of *Cyperaceae* weeds caused by *Curvularia tuberculata* and *C. oryzae*. *Biocontrol Sci. Technol.*, 12, 2, 165-172.
- El Abdellaoui F., Ouazzani Touhami A., Douira A. & Badoc A. 2005. Culture in vitro de deux isolats de *Curvularia tuberculata* et pouvoir pathogène sur six cultivars de riz. *Bull. Soc. Pharmacol. Bordeaux*, 144, 7-26.
- Elazgui F.A. & Exconde O.R. 1973. Host-parasite relationship in *Helminthosporium* leaf spot of sorghum. *Phil. Agric.*, LVII, 210-218.
- Ellis M.B. 1971. *Dematiaceous Hyphomycetes*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, England, 608 p.
- Freire F.C.O. & Barguil B.M. 2002. Fungos que deterioram amêndoas de cajueiro no Brasil. Comunicado Técnico Embrapa Cnpat, Fortaleza, CE, 64, 1-2.
- Haut Commissariat au Plan, Direction des Statistiques (Maroc) 2004. Principales productions agricoles, Agriculture / Forêt /Pêche. Le Maroc en Chiffres 2002. : <http://www.statistic-hcp.ma/publigne.html>, Publication en ligne.
- Heath M.E., Metcalfe D.S. & Barnes R. 1973. *Forages : The science of grassland agriculture*. Third edition. Iowa State University Press, Ames, Iowa, 755 p.
- Howell C.R. 2003. Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: the history and evolution of current concepts. *Plant Dis.*, 87, 4-10.
- IRAT-CIRAD 1987. Comment identifier des chenilles phytophages? *In* : Défense des cultures, Fiches. Montpellier, France.
- IRAT-CIRAD 1988. Quel est ce ravageur africain du sorgho ? *In* : Entomologie, Fiches. Montpellier, France.
- Kaboré B.K., Couture L., Dostaler D. & Bernier L. 2001. Variabilité phénétique du *Colletotrichum graminicola* du sorgho. *Can. J. Plant Pathol.*, 23, 2, 138-145.
- Kafi A. & Tarr S.A.J. 1966. Growth, sporulation and conidial characteristics of 5 graminicolous species of *Helminthosporium*. I. The effect of nutrients. *Trans. British Mycol. Soc.*, 49, 327-337.
- Kucharek T. 1992. Foliar and head diseases of sorghum in Florida. Florida Cooperative Extension service/Institute of food and Agricultural Sciences/University of Florida, Gainesville. US. Circular-1073.
- Lele V.C., Singh J., Rai S.N. & Kandhari J. 1981. Occurrence of a new blight disease of mango caused by *Curvularia*. *Curr. Sci.*, 50, 10, 464-465.

- Mouria A., Ouazzani Touhami A. & Douira A. 2003. Etude de certains facteurs favorisant le maintien de l'activité antagoniste de *Trichoderma harzianum* à l'égard de *Helminthosporium oryzae* sur les feuilles de riz. *Cah Rech. Univ. Hassan II Casablanca*, sér. A (Sciences et Techniques), 5, 50-66.
- Naphade S.R. 1968. A new leaf blight disease of *Crotalaria juncea* from India. *Plant Dis. Rep.*, 52, 377-378.
- Noutfia A. & Baya B. 1997. Sorgho fourrager et sudan-grass (*Sorghum* spp.). In : Jaritz G. & Bounejmate M. (eds) - Production et utilisation des cultures fourragères au Maroc. INRA Presses, Rabat, Maroc, 254-262.
- Ouarzane A. 1993. Etude comparée des propriétés de la phosphoenol-pyruvate carboxylase foliaire de deux cultivars de sorgho (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) pendant la sénescence et en réponse à des contraintes hydriques en condition contrôlées. Thèse, Univ. Paris, 169 p.
- Reed J.D. 1992. Sorghum and millets as forage crops in the semi- and tropics. In : Utilisation of sorghum and millets, ICRISAT, Patancheru, 176-178.
- Singh G. & Mukerjee P. 1981. Occurrence of *Helminthosporium tetramera* in Uttar Pradesh- *Oryza sativa*, *Triticum* and *Phalaris minor*. *Indian Phytopathol.*, 34, 535-537.
- Singh G.P. & Lal S. 1965. A new leaf spot disease of Singhara (*Trapa bispinosa*) caused by *Bipolaris tetramera*. *Indian Phytopathol.*, 18, 85-87.
- Singh S.D. & Bandyopadhyay R. 2000. Panicle and seed diseases. In: Frederiksen R.A. & Odvody G.N. (eds) - Compendium of sorghum diseases, 2nd ed, American Phytopathological Society, St Paul.
- Tarr S.A.J. 1962. Diseases of sorghum, sudan grass and broom corn. Commonwealth Mycological Institute, Kew, England, 380 p.
- USAID 1984. L'helminthosporiose du maïs, *Drechslera maydis* (Nisikado) Subram. et Jain ou *Helminthosporium maydis* Nisikado, Stade parfait: *Cochliobolus heterostrophus* (Drech.) Drech. In : Projet de lutte intégrée contre les ennemis des principales cultures vivrières, Burkina. Annexe G1/PV/CILSS. G1.P-03..
- Vincelli P. & Hershman D.E. 1995. Diseases of grain sorghum. Department of Plant Pathology, University of Kentucky, PPA-29, <http://www.ca.uky.edu/agc/pubs/ppa/ppa29/ppa29.htm>
- Wrather A. & Sweets L. 1999. Management of grain sorghum diseases in Missouri., 4 p. <http://muextension.missouri.edu/explorepdf/agguides/crops/g04356.pdf>
- Yadav R.K.S., Agnihotri J.P. & Prasada R. 1975. A new leaf spot disease of barja (*Pennisetum typhoides*) caused by *Helminthosporium tetramera*. *Indian J. Mycology & Plant Pathol.*, 5, 184.

Manuscrit reçu le 14 décembre 2007
Version modifiée acceptée le 2 mai 2008