

Caractérisation des symptômes foliaires et évaluation du pouvoir pathogène de quelques isolats de *Curvularia lunata* sur trois variétés de riz (*Oryza sativa* L) produites au Burkina Faso

Abalo Itolou KASSANKOGNO^{1,2*}, Gaoussou SIDIBE³, Abdoul Kader GUIGMA²,
Clément Bowendson NIKIEMA¹, Abdoulaye NANA³ et Kadidia KOITA²

¹ Institut de l'Environnement et de Recherche Agricole (INERA), Département Production Végétale,
Laboratoire de Phytopathologie, BP 910 Bobo Dioulasso, Burkina Faso

² Université Joseph KI-ZERBO, UFR-SVT, Laboratoire Biosciences, 03 BP 7021 Ouagadougou, Burkina Faso

³ Centre agricole Polyvalent de Matourkou (CAP-M), Ministère d'Agriculture, Département Production
Végétale, BP 130 Bobo Dioulasso, Burkina Faso

(Reçu le 28 Avril 2021 ; Accepté le 15 Octobre 2021)

* Correspondance, courriel : kassabalo@yahoo.fr

Résumé

Le présent article porte sur la caractérisation des symptômes foliaires et l'évaluation du pouvoir pathogène de quatre isolats de *Curvularia lunata* sur trois variétés de riz produites au Burkina Faso. Le dispositif expérimental utilisé a été un split plot en trois (3) répétitions et cinq (5) traitements correspond à quatre souches de *Curvularia lunata* et un témoin non traité. Le matériel fongique et végétal était constitué d'isolats de *Curvularia lunata* des rizières de Bama (BM), Bagré (BG), Karfiguela (KR) et Banzon (BN) et de trois (3) variétés de riz qui sont la FKR19, la FKR62 et la FKR64. Les résultats ont montré que le pathogène provoque de petites taches de couleur marron à noirâtres aux contours sombre accentués vers l'apex de la feuille ou un jaunissement à partir de l'apex et des bordures de la feuille vers l'intérieur. Les attaques sévères entraînent des lésions nécrotiques au centre grisâtre avec un contour jaunâtre de forme elliptiques ou allongées des feuilles. La pathogénicité hôte-pathogène est variable, l'isolat BM avec des indices de sévérité comprise entre 40,74 à 57,41 a été le plus virulent comparativement à KR (20,99 à 37,4), BG (25,92 à 48,15) et BN (16,9 à 39,50). La variété FKR19 a été la plus affectée avec des coefficients d'infection moyens allant de 114,2 à 317,7 et les variétés FKR62 et FKR64 ont été tolérantes à tous les isolats. Ces résultats permettent de faire le choix des meilleures variétés de riz tolérantes ou résistantes à la Curvulariose.

Mots-clés : pouvoir pathogène, isolats, *Curvularia* sp, *Oryza sativa*, Burkina Faso.

Abstract

Characterization of leaf symptoms and evaluation of the pathogenicity of some isolates of *Curvularia lunata* on three rice varieties (*Oryza sativa* L) produced in Burkina Faso

This article focuses on the characterization of leaf symptoms and the evaluation of the pathogenicity of four (4) isolates of *Curvularia lunata* on three rice varieties produced in Burkina Faso. The experimental design

used was a split plot with three (3) replicates and five (5) treatments corresponding to four strains of *Curvularia lunata* and an untreated control. The fungal and plant material consisted isolates of *Curvularia lunata* from the rice fields of Bama (BM), Bagré (BG), Karfiguela (KR) and Banzon (BN) and three (3) rice varieties, which are FKR19, FKR62 and FKR64. The results showed that the pathogen causes small brown to blackish spots with dark edges accentuated towards the apex of the leaf or yellowing from the apex and leaf margins inward. Severe attacks lead to necrotic lesions with greyish centres and yellowish outlines of elliptical or elongated leaf shapes. The host-pathogen pathogenicity is variable, the BM isolate with severity indices between 40.74 to 57.41 was the most virulent compared to KR (20.99 to 37.4), BG (25.92 to 48.15) and BN (16.9 to 39.50). Variety FKR19 was the most affected with average infection coefficients ranging from 114.2 to 317.7 and FKR62 and FKR64 were tolerant to all isolates. These results are useful for selecting the best rice varieties that are tolerant or resistant to Curvulariosis.

Keywords : *pathogenicity, isolates, Curvularia sp., Oryza sativa L, Burkina Faso.*

1. Introduction

La sécurité alimentaire constitue un défi majeur pour la plupart des nations surtout ceux des pays d'Afrique sub-saharienne. La population sub-saharienne devrait plus que doubler d'ici 2050 [1] entraînant ainsi une augmentation des besoins alimentaires. Pour assurer cette sécurité alimentaire, le riz peut être l'une des céréales stratégiques en raison de sa contribution à la sécurité alimentaire des populations et du fait de son impact sur l'économie des ménages et des pays [2]. En effet, le riz représente la deuxième céréale cultivée au monde et constitue l'aliment de base de la moitié de la population [3]. En Afrique subsaharienne, le riz représente 25 % des céréales consommées et sa consommation moyenne par habitant est estimée à 45 kg/ par habitant/an en Afrique de l'Ouest [4]. Au Burkina Faso, le riz occupe la 4^{ème} place parmi les céréales tant du point de vue des superficies que de la production. Sa production nationale en paddy a connu une croissance spectaculaire à partir de 2008 en passant de 195 102 tonnes à 305 382 tonnes en 2014 avec des rendements quasi-stables. Cette production ne couvre que 30 % des besoins de la population [5]. Ainsi, pour combler le déficit, le pays a recours à des importations massives annuelles qui occasionnent d'importantes sorties de devises chiffrées en moyenne à 41,6 milliards de FCFA par an entre 2005 et 2013. Des efforts sont déployés par l'Etat et ses partenaires pour augmenter la production nationale du riz. Cependant, cette culture reste confrontée à de multiples contraintes d'ordre abiotique, socio-économique et biotique qui entraînent des baisses importantes de productions [6]. Les contraintes biotiques causées par les microorganismes pathogènes, les bactéries, les virus et les champignons restent les plus préjudiciables [7]. Parmi les contraintes biotiques, les maladies cryptogamiques compromettent la récolte du riz en quantité et/ou en qualité [8]. Les champignons du genre *Curvularia* les plus fréquemment rencontrés sur les organes de riz sont des espèces *Curvularia lunata* (Walkker) Boedijn [9] et *Curvularia tuberculata* B.L. Jain. Ce dernier altère la surface des feuilles [10]. Quant à l'espèce *lunata*, il est polyphage mais le riz reste l'hôte le plus favorable [11, 12]. Il est responsable de la Curvulariose du riz [13] qui prend de l'ampleur, cause des altérations foliaires et détériore la qualité des grains du riz [14, 15]. La situation socio-économique précaire de la majorité des exploitants de riz du Burkina Faso, conjuguée au coût relativement élevé des fongicides, l'usage de variétés résistantes devient l'une des options dans la gestion de la Curvulariose du riz. Cependant, les manifestations symptomatiques de cette maladie restent peu connues par les riziculteurs sur les variétés de riz les plus vulgarisées. Aussi, au Burkina Faso, aucune étude sur la caractérisation des symptômes et du pouvoir pathogène de *Curvularia lunata* sur le riz n'a été réalisée. Il est donc important de mener cette étude dont l'objectif global est de contribuer à améliorer la production du riz sur le plan qualitatif et quantitatif. De façon spécifique, il s'agira de caractériser les manifestations symptomatiques foliaires de la Curvulariose et d'évaluer le pouvoir pathogène de quatre (04) isolats de *Curvularia lunata* sur trois (03) variétés de riz les plus vulgarisées au Burkina Faso.

2. Matériel et méthodes

2-1. Présentation du site d'expérimentation

L'étude a été réalisée en conditions semi-contrôlées, du 1er février au 15 octobre 2019, à la station de recherche de l'INERA sise à Farako-Bâ, à une dizaine de km au Sud-Ouest de Bobo-Dioulasso. Elle se trouve à une altitude de 405 m avec une latitude Nord de 11°06' et de longitude Ouest 4°20' [16]. Le cumul pluviométrique recueilli à la station de février à septembre 2019 était de 1 117,6 mm en 60 jours pluvieux. Les sols stérilisés utilisés sont de type ferrugineux tropical à texture sablo-limoneuse, légèrement acide, pauvre en azote et phosphore assimilable [17].

2-2. Matériel

2-2-1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé était constitué de trois variétés de riz vulgarisées au Burkina Faso [18], obtenues au programme riz et riziculture à la station de recherche de Farako-Bâ. La situation des variétés riz utilisées sont illustrés par le **Tableau 1**.

Tableau 1 : Liste des variétés utilisées, origine et quelques caractéristiques

N°	Dénomination	Type variétal	Mainteneur	Ecologie	Rend. (t / ha)	Cycle (jour)
1	FKR 19	Japonica	INERA	Bas-fond	4-6	95
2	FKR 62	Nerica L	INERA	Bas-fond/irrigué	6-7	118
3	FKR 64 ou TS2	Indica	INERA	Bas-fond/irrigué	6,5-7	120

2-2-2. Matériel fongique

Le matériel fongique utilisé était composé de quatre isolats de *Curvularia lunata*. Ils ont été obtenus à partir des graines de riz prélevées sur les sites de production rizicoles de Bagré, Bama, Banzon et Karfiguéla. Les isolats ont été identifiés en se basant sur les caractères morphologiques décrits dans la clé d'identification [19]. Le **Tableau 2** présente la liste des isolats utilisés.

Tableau 2 : Liste des isolats ou souches de *Curvularia lunata*

N°	Dénomination	Date d'isolement	Origine	
			Région	Localité
1	BG	30/04/2019	Centre-Est	Bagré
2	BM	05/06/2019	Hauts-Bassins	Bama
3	BN	02/05/2019	Hauts-Bassins	Banzon
4	KR	02/05/2019	Cascades	Karfiguéla

2-3. Méthodes

2-3-1. Dispositif expérimental

L'essai a été implanté suivant un dispositif expérimental split-plot avec trois répétitions et cinq traitements. Chaque traitement correspond à un isolat inoculé aux trois variétés de riz testés et un traitement témoin à l'eau distillée stérile ajustée de Tween 20 et de gélatine. Deux facteurs ont été étudiés : le facteur « variété de riz » avec trois variantes (génotypes) et le facteur « isolat de *Curvularia lunata* » avec quatre modalités.

2-3-2. Préparation des graines de riz

Les graines des variétés de riz FKR19, FKR62 et FKR64 ont été désinfectées par trempage dans l'hypochlorite de sodium à 1 % pendant 10 mn, puis rincées rigoureusement trois fois à l'eau distillée stérile. Après séchage sur du papier buvard stérile, les graines sont placées dans les boîtes de Pétri de 9 cm de diamètre pendant 24 h [20]. Elles ont été ensuite mises en pré-germination par addition d'eau distillée stérile puis incubées à l'obscurité à une température de 28° C.

2-3-3. Mise en place de l'essai

Trois jours après incubation, les graines pré-germées ont été semées dans des pots de volume d'environ 11,44 litres à fond percé de 5 petits trous contenant 8 kg de sol stérilisé. Le semis a été effectué à 5 graines par pot placés dans des bacs protégés par un filet (moustiquaire). Une semaine après, les plants ont été démarrés à 3 plants par pot. Comme fertilisant, de l'engrais NPK de formulation 14-23-14 a été utilisé en raison de 300 kg/ha. Les plants ont été entretenus tout au long de la période de collecte des données.

2-3-4. Préparation du milieu de culture

Le milieu de culture a été préparé par prélèvement de 23,5 g de Malt agar composé de : 30 g d'extrait de malt, 17 g d'agar ajoutés à 500 mL d'eau distillée. Ce mélange a été homogénéisé sur une plaque chauffante avant d'être stérilisé à l'autoclave à 120° C pendant 30 minutes. Après refroidissement à une température d'environ 50° C, le milieu gélosé obtenu a été coulé sous la hotte, dans 20 boîtes de Pétri de 9 cm de diamètre chacune, à raison de 25 mL par boîte. Une fois solidifié, le milieu a servi à l'isolement et à la culture de *Curvularia lunata*.

2-3-5. Isolement du champignon et identification du champignon

Les échantillons de grains de riz provenant des sites rizicoles de Bagré, Bama, Banzon et de Karfiguéla ont été incubés puis les champignons ont été isolés et caractérisés sur la base des caractères morphologiques : croissance radiale, sporulation, type de spores, forme et dimensions à l'aide du microscope optique [19]. Sur ces caractères, quatre isolats ou souches de *Curvularia lunata* dénommés « BG, BM, BN et KR » ont été choisis.

2-3-6. Préparation de l'inoculum et inoculation des plants de riz

La surface du milieu de culture chargée de spores a été raclée stérilement à l'aide d'un pinceau après ajout de 20 ml d'eau distillée stérile. La suspension sporale obtenue a été agitée pendant 30 à 60 secondes à l'aide d'un agitateur (vortex) puis filtrée à l'aide d'un tamis à mailles fines, pour séparer les spores des débris mycéliens. Après comptage des spores sur une Cellule de Malassez selon la méthode [21], le filtrat obtenu a été ajusté avec de l'eau distillée stérile contenant 0,05 % de Tween 20 et 0,5 % de gélatine, de façon à avoir une concentration finale de 10⁶ spores/mL. L'inoculation a été réalisée par pulvérisation de 60 mL de la suspension conidienne de chaque isolat additionné de gélatine (0,5 %) et de Tween 20 (0,05 %), sur les feuilles des plantules de riz. Les inoculations ont été réalisées, le soir pour éviter le dessèchement de l'inoculum. Les plants témoins ont été pulvérisés avec de l'eau distillée stérile sans inoculum additionnée de Tween 20 et de gélatine. Les plantes inoculées ont été placées pendant 24 h sous une housse en plastique noir pulvérisée d'eau distillée stérile afin de maintenir une humidité relative de l'ordre de 95 à 100 %. Les plantules ont été ensuite placées en serre à la température ambiante avec alternance de 12 h de lumière et de 12 h d'obscurité.

2-3-7. Observations et notations

Les données ont été collectées à différentes dates après inoculation et ont portées sur les paramètres de sévérité, l'indice de sévérité, coefficient d'infection et incidence de la maladie, le niveau d'agressivité et la résistance ou sensibilité. La détermination :

- ✓ de la sévérité de la maladie a été faite en attribuant des notes de sévérité selon l'échelle de sévérité (**Tableau 3**) et suivant l'estimation du pourcentage de la surface foliaire malade (SFM) [22, 23]. Aussi, l'indice de sévérité (IS) a été calculé suivant les méthodes [8, 24] comme le montre **l'Équation (1)** :

$$IS (\%) = \left[\frac{\sum Xi.ni}{9 Nt} \right] \times 100 \tag{1}$$

avec, *Xi* : la sévérité de la maladie, *ni* : le nombre de plantes présentant la sévérité *i*, *Nt* : le nombre total des plantes observées.

Tableau 3 : Echelle de notation de la sévérité de la maladie

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

- ✓ du coefficient d'infection et de l'incidence de la maladie [21] selon **l'Équation (2)** :

$$CI = I \times S \tag{2}$$

avec, *S* : la sévérité, *I* : l'incidence déterminé selon **l'Équation (3)** :

$$I (\%) = \left[\frac{n1 - n2}{n1} \right] \times 100 \tag{3}$$

avec, *n1* : le nombre total de feuilles, *n2* : le nombre de feuilles ne présentant pas de symptômes ;

- ✓ du niveau d'agressivité des isolats, la méthode des trois niveaux d'agressivité a été utilisée [24]. Sera qualifié selon cette méthode, de « *très agressif* », les isolats dont le IS est supérieur à 50 %, de « *modérément agressif* », les isolats dont le IS est compris entre 25 et 50 % et de « *non agressif* », les isolats dont le IS est inférieur à 25 % ;
- ✓ de la résistance ou de la sensibilité des variétés, une variété de riz est dite « *Résistante* » si les scores de sévérité varient entre 1 et 3, « *Modérément sensible* » si les scores varient entre 4 et 5 et « *Sensible* » si les scores sont supérieurs à 5 [24].

2-4. Traitement et analyse des données

La saisie des données et la réalisation des graphiques ont été faites à l'aide du tableur Microsoft Excel 2013. Le logiciel XLSTAT version 2007.7.02 a servi à l'analyse de la variance suivie de la comparaison des moyennes par le test statistique de Fisher (LSD) au seuil de 5 %.

3. Résultats

3-1. Description des symptômes sur les feuilles de riz après inoculation

L'observation des symptômes de la Curvulariose sur les feuilles de riz a débuté au 4^{ème} jour après inoculation. Les symptômes sont divers et se caractérisent par un jaunissement s'étendant sur toute la zone de la

progression de l'infection (**Figure 1a**), de nombreuses petites taches de couleur marron à noirâtres disséminées à la surface foliaire et accentuées sur le bout de la feuille (**Figure 1a**). Par la suite, ces petites taches évoluent en grandes lésions nécrotiques de forme elliptiques ou allongées (**Figure 1c**).

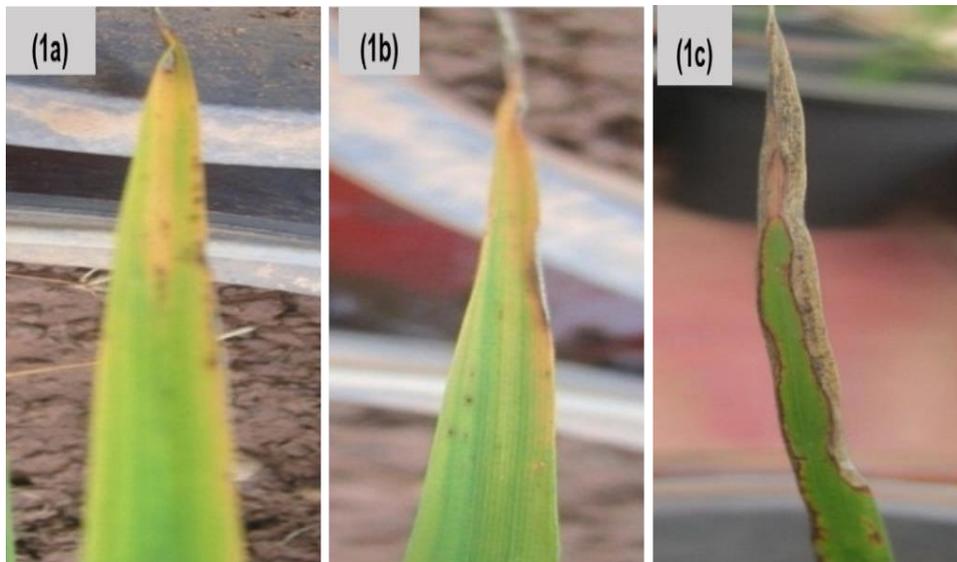


Figure 1 : *Symptômes foliaires de la Curvulariase*

Les grandes lésions sont de couleur brune à noirâtre entourées d'une bande sombre peuvent atteindre 0,5 cm de large et 1,5 cm de long. Cette évolution est progressive et est fonction du temps sur une même feuille. La **Figure 2** montre l'évolution des symptômes au 6^{ème} (**Figure 2a**), 8^{ème} (**Figure 2b**) et au 10^{ème} (**Figure 2c**) jour après infection. En cas de forte infection de la feuille, celle-ci se dessèche totalement (**Figure 3**).



Figure 2 : *Évolution des symptômes sur une même feuille*

Figure 3 : *Dessèchement total de la feuille*

3-2. Confirmation de l'identité de l'agent responsable des symptômes observés sur les feuilles de riz

Les feuilles inoculées présentant des lésions ou un jaunissement ou séchées ont été prélevées sur toutes les variétés. Elles ont été ensuite placées dans des boîtes de Petri sur papier buvard imbibés d'eau stérile et maintenues en incubation dans une chambre à une température de 20-25°C et un cycle alternatif de douze 12 heures d'obscurité et douze 12 heures de lumière proche ultra-violet. Sept jours après incubation, ces

feuilles ont été observées à la loupe au grossissement 40. L'observation des feuilles a révélé une prolifération de conidies de *Curvularia lunata* sur toute la surface foliaire observée. Ces conidies ont été ré-isolées en culture pure sur milieu Potato Dextrose Agar (PDA) pour le test de confirmation de l'identité de l'agent responsable selon le postulat de Koch.

3-3. Pouvoir pathogène et agressivité des isolats

La comparaison des moyennes des indices de sévérité au 14^{ème} jour après inoculation montre une différence entre les isolats en fonction des variétés de riz. L'analyse de variance a révélé une différence significative entre les isolats et les variétés FKR19 (57,41 %) et FKR64. L'indice de sévérité le plus élevé a été obtenu par l'isolat BM sur la variété FKR 19 et le plus faible par l'isolat BN sur la variété FKR 64 (16,05 %). L'agressivité des isolats a été dépendante de la variété. En effet, sur la FKR19, l'isolat BM a été très agressif alors que KR, BG et BN ont été modérément agressif. Sur la FKR62, tous les isolats ont été modérément agressifs. Les isolats BM et BG ont été modérément agressif tandis que les isolats KR et BN ont été non agressifs sur la FKR64 (**Tableau 4**).

Tableau 4 : Indices de sévérité et niveau d'agressivité des isolats

Isolats	Variétés de riz					
	FKR19		FKR62		FKR64	
	IS (%)	Ag	IS (%)	Ag	IS (%)	Ag
BM	57,41 ^b ± 5,29	TA	42,59 ^a ± 11,51	MA	40,74 ^c ± 4,67	MA
KR	37,04 ^a ± 4,74	MA	32,10 ^a ± 10,30	MA	20,99 ^{ab} ± 4,17	NA
BG	48,15 ^{ab} ± 4,74	MA	44,44 ^a ± 10,30	MA	25,92 ^b ± 4,17	NA
BN	39,50 ^a ± 3,35	MA	29,63 ^a ± 7,28	MA	16,05 ^a ± 2,95	NA
Probabilité (P)	0,023		0,459		0,006	
Signification	*		-		*	

IS = Indice de sévérité, Ag = Niveau d'agressivité, T.A = très agressif ; M.A = modérément agressif ; N.A = non agressif. Les valeurs d'une même colonne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Fisher (LSD) au seuil de 5 %. * = Significatif.

3-4. Classification des variétés de riz en fonction du coefficient d'infection (CI) et des scores de sévérité (SS)

Deux groupes de variétés se dégagent selon le coefficient d'infection de l'isolat BM. Il s'agit du groupe constitué par la variété FKR19 (CI = 317,7) et le groupe formé par les variétés FKR62 (CI = 110,8) et FKR64 (CI = 188,6) (**Figure 4**). Avec l'isolat KR, nous avons également deux groupes de variétés dont le groupe formé par la variété FKR19 (CI = 145,0) et celui formé par les variétés FKR62 (CI = 57,5) et FKR64 (CI = 54,4) (**Figure 4**). Pour les isolats BG et BN, toutes les variétés de riz sont classées dans un même groupe (**Figure 4**).

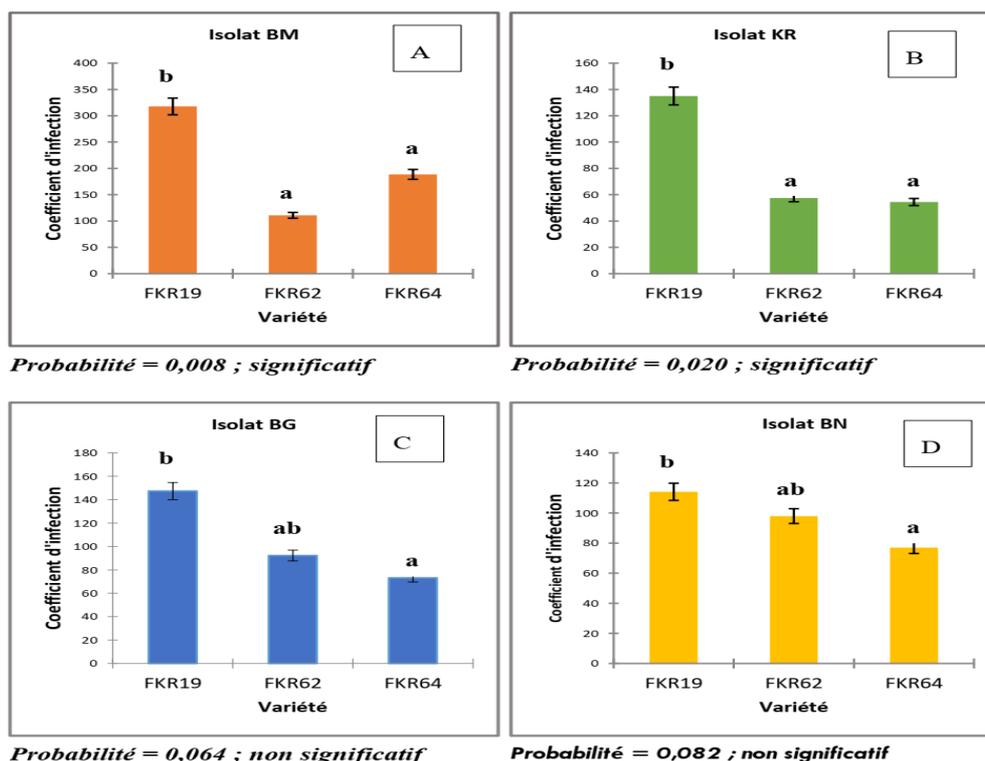


Figure 4 : Classification des variétés de riz en fonction du coefficient d'infection (CI)

Les moyennes des mêmes graphiques affectés de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Fisher (LSD) au seuil de 5 %

En fonction des scores de sévérité, les variétés se sont comportées différemment selon les isolats (**Tableau 5**). L'isolat KR a présenté une différence significative entre les variétés de riz, par contre avec les autres isolats (BM, BG et BN) aucune différence n'a été observée. Les SS moyens ont varié de : 3,3 à 4,9 soit une moyenne de 4,0 pour la variété FKR19 ; 2,7 à 3,7 soit une moyenne de 3,1 pour la variété FKR62 et ; 1,4 à 3,2 soit une moyenne de 2,2 pour la variété FKR64. Le plus grand score (4,9) est enregistré chez la variété FKR19 vis-à-vis de l'isolat BM et le plus petit score (1,4) est noté chez la variété FKR64 vis-à-vis de l'isolat BN.

Tableau 5 : Moyennes des scores de sévérité des trois variétés

Variétés de riz	Isolats			
	BM	KR	BG	BN
FKR19	4,9 ^b ± 0,6 (M.S)	3,3 ^b ± 0,4 (R)	4,3 ^b ± 0,7 (M.S)	3,6 ^b ± 0,8 (R)
FKR62	3,7 ^{ab} ± 0,7 (R)	2,3 ^{ab} ± 0,4 (R)	3,7 ^{ab} ± 0,7 (R)	2,7 ^{ab} ± 0,9 (R)
FKR64	3,2 ^a ± 0,4 (R)	1,9 ^a ± 0,3 (R)	2,3 ^a ± 0,5 (R)	1,4 ^a ± 0,6 (R)
Probabilité	0,084	0,037	0,073	0,105
Signification	-	*	-	-

Les valeurs d'une même colonne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % (Fisher, LSD). M.S = Moyennement sensible ; R = Résistante ; * = significatif.

4. Discussion

4-1. Description des symptômes sur les feuilles de riz après inoculation

Les résultats de cette étude ont permis de noter que les symptômes causés par *Curvularia lunata* sur les feuilles de riz sont variables. En effet, les symptômes débutent par l'apparition de nombreuses petites taches de coloration marronnes à noirâtres, de contours sombre accentués vers l'apex de la feuille. A ce stade, les symptômes de la maladie peuvent être confondus au début d'infection de la Pyriculariose et l'Helminthosporiose du riz. Par la suite, les petites taches évoluent vers de lésions nécrotiques au centre grisâtre avec un contour jaunâtre de forme elliptiques ou allongées de dimensions pouvant atteindre 0,5 cm de large et 1,5 cm de long. Dans le cas d'attaque sévère sur les variétés sensibles, les manifestations commencent par un jaunissement évoluant à partir de l'apex et des bordures de la feuille vers l'intérieur et les autres parties de la feuille suivie parfois du détachement de la partie infectée voir le dessèchement total de celle-ci. L'inoculation artificielle des feuilles de riz avec quelques isolats de *Curvularia lunata* lors des études pathogénicité a provoqué des taches de couleur brune à noire, allongées ou circulaires aux contours plus sombres, une infection débutant à partir de la périphérie de la feuille tout en se répandant vers le centre. Les feuilles sévèrement infectées jaunissent et finissent par se faner [8, 10, 25]. Le pathogène entraîne également sur le maïs des petites taches brunes sur les feuilles encerclées par une mince couche jaunâtre ayant des formes circulaires ou ovales. Elles peuvent également apparaître sur l'épi et la tige [26]. Les taches foliaires provoquées par la Curvulariose du riz peuvent avoir des effets significatifs sur le rendement et la productivité [27]. Un ré-isolément *Curvularia lunata* à partir des symptômes observés sur les feuilles de riz a permis de confirmer l'identité de l'agent pathogène. La description symptomatique réalisée permettra de différencier la Curvulariose des autres maladies fongiques majeures telles que la Pyriculariose et l'Helminthosporiose du riz. Aussi, elle permettra aux différents acteurs de mieux connaître la maladie afin de développer les méthodes de lutte efficace contre celle-ci.

4-2. Pouvoir pathogène et agressivité des isolats

Les résultats de l'étude montrent que les isolats de *Curvularia lunata* présentent un effet pathogène vis-à-vis des trois variétés de riz inoculées, en provoquant des altérations foliaires sur les plants de riz. Les variétés testées n'ont pas eu la même réaction vis à vis des isolats. En effet, l'agressivité des isolats a été dépendante de la variété. Sur la FKR19, l'isolat BM (57,41 %) a été très agressif alors que KR (37,04 %), BG (48,15 %) et BN (39,50 %) ont été modérément agressif. Sur la FKR62, tous les isolats ont été modérément agressifs. Les isolats BM (40,7) et BG (25,92 %) ont été modérément agressif tandis que les isolats KR (20,99 %) et BN (16,05 %) ont été non agressifs sur la FKR64. Cette différence de l'agressivité des souches testées pourrait être expliquée par la différence des caractères intrinsèques de chaque souche inoculée. Des résultats similaires ont été rapportés par plusieurs auteurs. En effet, la pathogénicité de 111 isolats de *Curvularia lunata* mené en chine a révélé la présence de plusieurs pathotypes selon les symptômes induits sur les feuilles du riz de variétés différentielles [28]. Aussi, l'inoculation artificielle des feuilles de riz de la variété Arco avec *Curvularia lunata* a provoqué des lésions et une abondante sporulation preuve de virulence élevée du pathogène [29]. Également, une autre étude au Brésil sur la variété de riz Bonaça a démontré une forte incidence de 70 % après inoculation aux isolats de *Curvularia lunata* [30]. De même, certains auteurs ont souligné que *Curvularia lunata* fait partie des espèces redoutables responsables des maladies maculaires des feuilles [31]. Ainsi, la connaissance du pouvoir pathogène et l'agressivité des souches permettrons de sélectionner les souches les plus virulentes pour le criblage des variétés de riz.

4-3. Classification des variétés de riz en fonction du coefficient d'infection (CI) et des scores de sévérité

En fonction des scores de sévérité attribués aux trois variétés, les variétés FKR62 et FKR64 ont présenté un bon niveau de résistance à tous les isolats contrairement à la variété FKR19 qui a été modérément sensible vis-à-vis de deux isolats (BM et BG). L'analyse du coefficient d'infection (CI) de l'isolat BM montre une répartition des variétés en deux groupes distincts à savoir le groupe constitué de la variété FKR19 (CI = 317,7) et celui des variétés FKR62 (CI = 110,8) et FKR64 (CI = 188,6). Avec l'isolat KR, nous avons également deux groupes de variétés dont le groupe formé par la variété FKR19 (CI = 145,0) et celui formé par les variétés FKR62 (CI = 57,5) et FKR64 (CI = 54,4). Pour les isolats BG et BN, toutes les variétés de riz sont classées dans un même groupe. En effet, le caractère résistant des variétés FKR62N et FKR64 pourrait donc être lié au fait qu'elles soient pourvues d'au moins un gène capable de freiner ou de diminuer le développement de *Curvularia lunata* lors de l'infection. Des travaux sur la pathogénicité des isolats du genre *Curvularia* réalisés sur des variétés de riz ont montré une différence de résistance vis-à-vis des variétés [28, 31, 32]. Cette variabilité observée dans le comportement des variétés peut être attribuée aux interactions génotypiques hôte-parasite [33]. Selon les scores de sévérités, les variétés ont eu des comportements différents en fonction des isolats. En effet, la variété FKR19 a été moyennement sensible aux isolats BM et BG et résistante aux isolats KR et BN. Par contre, les variétés FKR62 et FKR64 ont été résistantes à tous les isolats. Cela s'expliquerait par le fait que certaines variétés permettent un grand développement du parasite et subissent de ce fait, des dommages très importants, la variété est dite sensible, tandis que chez d'autres, les atteintes de la maladie sont moins graves ou même très bénignes, elle est dite résistante à la maladie. Aussi, selon les cas, la résistance peut être plus ou moins accentuée, la variété est moyennement sensible [34]. La variabilité du comportement des variétés vis-à-vis des souches met en relation la capacité intrinsèque de chaque variété d'une part et d'autre part l'interaction entre les molécules du parasite et de son hôte. Ainsi, à travers ce résultat, les variétés de riz (FKR62 et FKR64) ayant montré une résistance ou une tolérance pourront être proposées au monde rural dans le cadre de la gestion de cette maladie.

5. Conclusion

Cette étude a permis de décrire les symptômes foliaires de la Curvulariose et d'évaluer le pouvoir pathogène d'isolats de *Curvularia lunata* sur trois variétés de riz les plus vulgarisées au Burkina Faso. Les symptômes de la Curvulariose se caractérisent par un jaunissement, de petites taches de couleur marron à noirâtres sur la feuille qui par la suite deviennent de grandes lésions nécrotiques. Les données du pouvoir pathogène des isolats ont montré que l'isolat BM a été le plus agressif comparativement à KR, BG et BN. L'évaluation de la résistance variétale a montré que FKR62 et FKR64 ont été les plus résistantes vis-à-vis des isolats testés. Au vu des résultats ci-dessus, l'isolat BM pourrait être proposé pour les inoculations artificielles lors de la sélection des variétés contre la Curvulariose. Aussi, les variétés FKR62 et FKR64 peuvent être conseillées aux riziculteurs du Burkina Faso afin d'améliorer la production du riz.

Remerciements

Les auteurs remercient le LMI PathoBios Burkina Faso pour l'appui accordé à cette étude.

Références

- [1] - PNUD / UNDP. Demographic projections, the environment and food security in sub-saharan africa. WP 2012-001, (2012) 22 p.
- [2] - P. A. SECK, A. TOGOLA, A. TOURE et A. DIAGNE, Propositions pour une optimisation des performances de la riziculture en Afrique de l'Ouest. *Cah Agric 22 : Doi : 10.1684/agr.2013.0646*, (2013) 361 - 368
- [3] - FAOSTAT, Production-Crops, Food and Agriculture Organization of the United Nation (www.fao.org), (2014)
- [4] - P. MENDEZ DEL VILLAR, L'Afrique et les marchés mondiaux de matières premières. Chalmin Philippe (ed.), Jégourel Yves (ed.). Rabat : OCP Policy Center-Economica, Riz. In : ARCADIA (2017) 93 - 99. ISBN 978-9954-9636-8-5
- [5] - PNSRII, Programme National du Secteur Rural phase 2 pour la période 2016-2020 au Burkina Faso, (2016) 87 p.
- [6] - M. OUEDRAOGO et D. DAKOUO, Evaluation de l'adoption des variétés de riz NERICA dans l'Ouest du Burkina Faso. *African Journal of Agricultural and Resource Economics*, Vol. 12, (0) (2017) 16 p.
- [7] - M. C. S WOPEREIS, T. DEFOER, P. IDINOBA, S. DIACK et M. J. DUGUE, Curriculum d'apprentissage participative et recherche action (APRA) pour la gestion intégrée de la culture du riz de bas-fond (GIR) en Afrique Subsahélienne. Manuel technique, (2008) 36 p.
- [8] - N. IMRANI, A. OUZZANI CHAHDI, M. CHLIYEH, J. TOUATI, A. OUZZANI TOUHAMI, A. RACHID BENKIRANE et A. DOUIRA, Effet de la fertilisation par différents niveaux de N P K sur le développement des maladies foliaires du riz. *Journal of Animal & Plant Sciences*, Vol. 23, (1) (2014) 3601 - 3625
- [9] - N. LAMRANI, F. EL ABDELLAOUI, A. OUZZANI TOUHAMI, R. BENKIRANE et A. DOUIRA, Etude de la mycoflore des grains de trois variétés de riz et effet d'*Alternaria padwickii* (Ganguly) M.B. Ellis sur les grains pré-germés. *Institut Scientifique, Rabat, Section Sciences de la Vie*, (35) (2013) 1 - 7
- [10] - F. EL ABDELLAOUI, A. OUZZANI TOUHAMI, A. BADOUC et A. DOUIRA, Culture in vitro de deux isolats de *Curvularia tuberculata* et pouvoir pathogène sur six cultivars de riz. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, (144) (2005) 7 - 26
- [11] - L. S. GNANCADJA-ANDRÉ, S. HANNIN, A. OUZZANI TOUHAMI, A. BADOUC et A. DOUIRA, Impact de la mycoflore de la feuille paniculaire du riz sur le rendement en grains. *Bull. Soc. Pharmacol. Bordeaux*, (144) (2005) 225 - 236
- [12] - K. HASSIKOU, R. HASSIKOU et A. DOUIRA, Behaviour of some rice cultivars in relation to *Curvularia lunata*, *Phytopathol. Mediterr.*, (36) (1997) 163 - 164
- [13] - K. HASSIKOU, R. HASSIKOU et A. DOUIRA, Étude du pouvoir pathogène de *Curvularia lunata* sur certaines variétés du riz cultivées dans la région du Gharb, Maroc. - *Cah. Rech.*, (1) (2001) 19 - 31
- [14] - N. IMRANI, A. OUZZANI CHAHDI, M. CHLIYEH, J. TOUATI, A. OUZZANI TOUHAMI, A. RACHID BENKIRANE et A. DOUIRA, Effet de la fertilisation par différents niveaux de N P K sur le développement des maladies foliaires du riz. *Journal of Animal & Plant Sciences*, Vol. 23, (1) (2014) 3601 - 3625
- [15] - G. E. HARMAN, Mechanism of seed infection and pathogenesis. Symposium : Deterioration mechanisms in seeds. *The American Phytopathological Society*, 73 (2) (1983) 326 - 329
- [16] - S. GUINKO, Végétation de Haute Volta. *Thèse de Doctorat d'état, Université de Bordeaux III (France)*, (1984) 145 p.
- [17] - S. NACRO, S. OUEDRAOGO, K. TRAORE, E. SANKARA, C. KABORE et B. OUATTARA, Effets comparés des pratiques paysannes et des bonnes pratiques agricoles de gestion de la fertilité des sols sur les propriétés des sols et les rendements des cultures dans la zone sud soudanienne du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 4 (4) (2010) 1044 - 1055
- [18] - CNS, Catalogue national des espèces et variétés agricoles du Burkina Faso, (2014) 81 p.
- [19] - S. B. MATHUR et O. KONGSDAL, Common laboratory seed health testing methods for detecting fungi. *First edition, Kandrups Bogtrkkeri Publication, Denmark*, (2003) 425 p.

- [20] - G. ZEHAR, A. OUAZZANI TOUHAMI, A. BADOUC et A. DOUIRA, Effet des *Fusarium* des eaux de rizière sur la germination et la croissance des plantules de riz. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, (145) (2006) 7 - 18
- [21] - N. LAMRANI, R. BENKIRANE, M. CHLIYEH, A. OUAZZANI TOUHAMI et A. DOUIRA, *Bipolaris hawaiiensis* (Ellis) Uchida et Aragachi, champignon nouveau au Maroc : Pathogénie comparée sur cinq variétés de riz. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, Section Sciences de la Vie*, (36) (2014) 1 - 7
- [22] - IRRI, Standard evaluation system for rice. Philippines : *International Rice Research Institute, Manila, Philippines*, (2002) 56 p.
- [23] - COAHP, Protocole spécifique pour l'évaluation de l'efficacité biologique des fongicides utilisés contre les maladies foliaires du riz autres que la pyriculariose. *Pathologie des cultures – PC 06 PS 33 – CEDEAO*, (2014) 7 p.
- [24] - A. BOKA, A. BOUET, A. TIENDREBEOGO, A. I. KASSANKOGNO, I. OUEDRAOGO, G. N. E. NDA, O. D. DENEZON et A. ADIKO, Pathogenic variability of *Bipolaris oryzae* causing leaf spot disease of rice in West Africa, *Int. J. Phytopathol*, (2018) 103 - 110
- [25] - R. HASSIKOU, K. HASSIKOU, A. OUAZZANI TOUHAMI, A. BADOUC et A. DOUIRA, Biologie, physiologie et pouvoir pathogène de quelques isolats de *Curvularia lunata*, agent de la curvulariose du riz. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, (142) (2003) 25 - 44
- [26] - R. SIKIROU, S. NAKOUZI, J. ADANGUIDI et J. BAHAMA, Reconnaissance des maladies du maïs en culture au Bénin et méthode de lutte. Fiche technique Cotonou, FAO, (2018) 28 p.
- [27] - N. A. KUSAI, M. M. Z. AZMI, S. ZULKIFLY, M. T. YUSOF, N. A. I. M. ZAINUDIN, Morphological and molecular characterization of *Curvularia* and related species associated with leaf spot disease of rice in Peninsular Malaysia. Accepted : 31 July 2015. *Accademia Nazionale dei Lincei*, (2015). DOI 10.1007/S12210-015-0458-6.10 p.
- [28] - D. ZHANG, F. WANG, J. ZHAO, J. SUN, D. FU, K. LIU, N. CHEN, G. LI, S. XIAO et C. XUE, Virulence, Molecular Diversity, and Mating Type of *Curvularia lunata* in China College of plant protection, shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China. *Plant Disease*, 103 (2019) 1728 - 1737. <https://doi.org/10.1094/PDIS-10-18-1857-RE>
- [29] - M. BAHOUS, A. OUAZZANI TOUHAMI et A. DOUIRA, Suivre de quelques pathogènes fongiques sur les feuilles de riz conservées au laboratoire. *Bulletin de l'Institut scientifique, Rabat, section science de la vie*, N°30 (2008) 13 - 18
- [30] - M. SHIRLEY BRAZIL DOS SANTOS E SILVA, A. ALICE COSTA RODRIGUES, L. DE JESUS MACHADO GOIS DE OLIVEIRA, E. KEILA CANDIDO ET SILVA et T. DE SANTOS, Sanity of rice seed, biocontrol, characterization and transmission of *Curvularia lunata* on rice seed-seedlings (2014) <https://doi.org/10.1590/0034-737X201461040009>
- [31] - L. S. GNANCADJA-ANDRE, A. OUAZZANI TOUHAMI et A. DOUIRA, Effet de certaines espèces fongiques sur le développement de la ternissure des grains de riz (*Oryza sativa* L.). *Actes Inst. Agron. Vet. Maroc 2004*, Vol. 24 (1 & 2) (2004) 45 - 50 p.
- [32] - R. HASSIKOU, K. HASSIKOU, A. OUAZZANI TOUHAMI et A. DOUIRA, Effet *in vitro* et *in vivo* de quelques fongicides sur *Curvularia lunata*. : *Actes Inst. Agron. Vet. Maroc*, Vol. 22, (4) (2002) 205 - 223 p.
- [33] - F. BOUSLIM, B. ENNAFFAH, A. OUAZZANI TOUHAMI, A. DOUIRA et N. EL HALOUI, Pathogénie comparée de quelques isolats marocains d'*Helminthosporium oryzae* vis-à-vis de certaines variétés de riz (*Oryza sativa*). *Al Awamia 98-septembre 1991*, (1997) 47 - 56
- [34] - P. NOBECOURT, Les mécanismes de l'immunité naturelle chez les végétaux. *Revue internationale de botanique appliquée et d'agriculture tropicale*, 26^e année, bulletin n°287-288, Septembre-octobre 1946, (1946) 529 - 542