



Évaluation multi locale des nouvelles lignées du mil, pour leur résistance au *Sclerospora graminicola* (Sacc.) Schroet au Niger

KARIMOU Issa¹, HALILOU Hayyo^{2,*}

¹ Centre Régional de Recherche Agronomique (CERRA) de Maradi, Institut National de Recherche Agronomique du Niger (INRAN), BP : 429, Niamey-Niger

² Département d'Agriculture en zones arides, Université d'Agadez, BP : 199 Agadez-Niger

* Auteur correspondant, Email : hayyohalilou5@gmail.com, Cel : + 227 90 29 91 87

Submitted 10/04/2026, Published online on 30/06/2026 in the <https://www.m.elewa.org/journals/journal-of-applied-biosciences-about-jab/> <https://doi.org/10.35759/JABs.221.6>

RESUME

Objectif : Le mildiou du mil causé par un champignon *Sclerospora graminicola*, est la maladie la plus destructrice du mil provoquant d'importantes pertes de récoltes. La présente étude vise à tester des nouvelles lignées du mil pour leur résistance au mildiou du mil et à évaluer la virulence des isolats de *S. graminicola* au Niger.

Méthodologie et résultats : Un essai de criblage de Vingt (20) géotypes du mil a été installé dans différentes zones agroécologiques au niveau de cinq (5) stations de recherche de l'INRAN : Bengou dans la zone soudanienne, Kalapaté, Konni, Tarna et Magaria dans la zone sahélo soudanienne. L'expérimentation a été conduite suivant un dispositif en bloc de Fischer avec deux (02 répétitions. Les données sur l'incidence et la sévérité du mildiou du mil sont collectées. Il ressort de l'étude que les témoins de résistance, SOSAT-C88 (ISC) et SOSAT – C88 (Pat) ont confirmé leur résistance à la maladie dans tous les sites. Les variétés ICMV-IS 90311, ICMV-IS 92326, HKP et Gamoji ont été modérément résistantes dans 3 à 4 sites. Parmi les nouvelles lignées, seulement deux (2), IP22445 et IP5082 ont été modérément résistantes dans 2 à 3 sites. L'analyse du ratio (R:S) a révélé que l'isolat du *S. graminicola* le plus virulent est celui du Tarna avec seulement 3 géotypes qui lui sont résistants et l'isolat le moins virulent se trouve dans la localité de Konni.

Conclusions et application des résultats : L'étude a permis d'identifier plusieurs géotypes résistants dans au moins deux localités. L'étude a aussi permis d'établir trois (03) groupes d'isolats de *S. graminicola* dans les cinq (05) localités où l'étude a été réalisée. Les résultats de cette étude serviront des bases pour les futures études sur la résistance des géotypes au *S. graminicola* au Niger.

Mots-clés: Mildiou, isolat, incidence, sévérité, virulence, lignée.

Multi-local evaluation of new pearl millet lines for their resistance to *Sclerospora graminicola* (Sacc.) Schroet in Niger

ABSTRACT

Objective: Pearl millet downy mildew caused by a fungus *Sclerospora graminicola*, is the most destructive disease of pearl millet responsible for significant crop losses on pearl millet. This study aims to test new millet lines for their resistance to millet downy mildew and to evaluate the virulence of *S. graminicola* isolates in Niger.

Methodology and results: A screening trial of twenty (20) pearl millet genotypes was set up in different agro-ecological zones at five (5) INRAN research stations: Bengou in the Sudanian zone, Kalapaté, Konni, Tarna and Magaria in the Sahelo-Sudanian zone. The experimental design used was a Fischer block with two (02) replicates. Data on the incidence and severity of pearl millet downy mildew were collected. The study shows that the resistance controls, SOSAT-C88 (ISC) and SOSAT – C88 (Pat) confirmed their resistance to the disease in all the sites. The varieties ICMV-IS 90311, ICMV-IS 92326, HKP and Gamoji were moderately resistant in 3 to 4 sites. Among the new lines, only two (2), IP22445 and IP5082, were moderately resistant in 2 to 3 sites. Analysis of the (R:S) ratio revealed that the most virulent *S. graminicola* isolate is from Tarna with only 3 genotypes that are resistant to it, and the least virulent isolate is found in the locality of Konni.

Conclusions and application of results: The study identified several resistant genotypes in at least two locations. The study also identified three (3) groups of *S. graminicola* isolates in the five (5) locations where the study was conducted. The results of this study will serve as a basis for future studies on the resistance of *S. graminicola* genotypes in Niger.

Key words: Downy mildew, isolate, incidence, severity, virulence, lineage.

INTRODUCTION

Originaire d'Afrique de l'ouest, le mil, *Pennisetum glaucum* a été domestiqué dans cette région il y a plus de 4000 ans (Manning et al., 2011; Clotault et al., 2012). Grâce à sa tolérance à la sécheresse, aux sols pauvres et à faible pH, le mil est particulièrement cultivé dans les régions tropicales arides et semi-arides d'Afrique et d'Inde où les conditions agro-climatiques sont très difficiles et où aucune autre espèce ne peut réussir (Botorou et Siaka, 2004 ; Ati et al., 2015). En Afrique, la superficie emblavée par le mil est supérieure à 13 millions d'hectares et plus de 500 millions de personnes l'utilise comme aliment de base (Syngenta, 2013 ; Kadidiatou, 2014). Au Niger, le mil est cultivé sur plus de 65% des terres emblavées chaque année et sa production représente 75% de la production céréalière totale. Malgré cette importante superficie emblavée chaque année, la

production du mil est insuffisante pour satisfaire les besoins des populations à cause des faibles rendements à l'hectare (450 kg / ha) enregistrés chaque année en milieu paysan (MA, 2015). Plusieurs facteurs abiotiques (baisse progressive de fertilité des sols, absence de jachère, mise en culture des terres marginales, bilan hydrique déficitaire) et biotiques (maladies et ravageurs) sont responsables de cette baisse de rendement en milieu paysan (BA et al., 2014, Zakari et al., 2016, Nomaou et al., 2015). Parmi les facteurs biotiques, les maladies fongiques en général et particulièrement le mildiou du mil causé par le champignon *Sclerospora graminicola*, est la maladie la plus destructrice du mil (Thakur et al., 2011). C'est un parasite obligatoire que l'on rencontre dans plus de 50 pays à travers le monde, particulièrement dans les régions tempérées et tropicales d'Afrique, d'Asie,

d'Amérique, d'Europe et d'Océanie. La maladie se manifeste par le jaunissement des feuilles, le rabougrissement des plants attaqués, la transformation partielle ou totale de l'épi en organes foliacés ou la mort totale de la plante (Halilou et al., 2017). Elle est responsable d'importantes pertes de récoltes sur le mil, allant de 10 à 80% (Thakur et al., 2008 ; Grahame, 2014). Beaucoup des travaux dans divers aspects de ce parasite ont été

effectués (Girard, 1975; Singh et Williams, 1980; Kumar et al., 2012). Cependant peu des travaux ont été réalisés sur les isolats de *S. graminicola* du Niger. La présente étude vise d'une part à tester des nouvelles lignées du mil dans plusieurs localités pour leur résistance au mildiou du mil, et d'autre part à évaluation la virulence des isolats de *S. graminicola* de ces localités.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Sites expérimentaux : L'étude a été conduite durant deux années successives en hivernages dans différentes zones agroécologiques au Niger : en zone soudanienne dans la station de recherche de Bengou (11° 58' N, 3° 33' E et 182m) et en zone sahélo soudanienne dans les stations de Kalapaté (13° 12' N, 2° 56' E et 197m), Konni (13° 47' N, 5° 7' E et 264m),

Tarna (13°27' N, 7°6'E et 380m) et Magaria (13° 44N, 9° 36'E et 401m).

Matériel Végétal : Le matériel végétal utilisé est composé de vingt (20) génotypes du mil, dont 12 nouvelles lignées, 2 témoins sensibles et 6 témoins de résistance au mildiou du mil (Tableau 1).

Tableau 1: Génotypes du mil utilisés dans l'expérimentation

Génotypes	Source	Génotypes	Source
IP22291 ^c	ICRISAT	IP22439 ^c	ICRISAT
IP22295 ^c	ICRISAT	IP22441 ^c	ICRISAT
IP22313 ^c	ICRISAT	IP22442 ^c	ICRISAT
IP22315 ^c	ICRISAT	IP22445 ^c	ICRISAT
IP22319 ^c	ICRISAT	IP22446 ^c	ICRISAT
ICMV-IS 90309 ^a	ICRISAT	7042 ^b	ICRISAT
ICMV-IS 90311 ^a	ICRISAT	HKP ^b	INRAN
ICMV-IS 92326 ^a	ICRISAT	GAMOJI ^a	INRAN
SOSAT-C88-Pat ^a	ICRISAT	IP 5082 ^c	ICRISAT
SOSAT-C88-ISC ^a	ICRISAT	IP 852B ^c	ICRISAT
NB : ^a = témoins résistants ; ^b = témoins sensibles ; ^c = nouvelles lignées			

Méthodes : Le dispositif expérimental est un bloc complet randomisé à deux répétitions. Les parcelles expérimentales sont constituées de 2 lignes de 4,8 m de longueur, avec un écartement de 0,8 m entre les lignes et 0,4 m entre les poquets. Un apport d'engrais de 2g de DAP (Di-ammonium phosphate) au poquet a été effectué en micro dose au semi. Un premier sarclage a été effectué quatorze (14) jours après le semis et un deuxième deux semaines

après le premier . Selon le site, un troisième sarclage a été effectué. Le démariage à 1 plant par poquet a été effectué deux semaines après le semis. Deux apports d'entretien de 5g d'urée aux premier et second sarclages ont été également effectués pour favoriser le développement végétatif des plants du mil. Les données sur l'incidence et la sévérité du mildiou du mil sont collectées au stade maturité physiologique. L'incidence de la

maladie est le pourcentage des plants malades par rapport au nombre total des plants dans une parcelle donnée. Elle est exprimée par la formule de (James, 1983).

$$\text{Incidence (\%)} = \frac{\text{Nombre des plants malades}}{\text{Nombre total des plants}} \times 100$$

La sévérité (S) indique la gravité de la maladie. Elle est évaluée à partir de l'échelle standard proposée par Williams (1984) modifiée par (MBAYE, 1994). La sévérité de la maladie est déterminée la formule de ci-dessous où i est la catégorie de l'échelle allant de 1 à 5.

$$S (\%) = \frac{\sum_{i=1}^5 Y_i(i-1)}{N \times 4} \times 100 \text{ avec}$$

S (%) = sévérité, **i = 1**: pas de symptômes, **i = 2** : symptômes uniquement sur les talles nodales, **i = 3** : symptômes sur les talles principales mais plus de 50% des épis sont sains, **i = 4** : symptômes sur les talles principales avec plus de 50% des épis malades,

RESULTATS

Incidence et sévérité du mildiou du mil : L'analyse de variance montre qu'il existe une différence hautement significative au seuil de 1% entre les génotypes du mil ($P = 0.001$), entre les localités ($P = 0.001$) et l'interaction « génotypes x localités » ($P = 0.001$) pour l'incidence et la sévérité du mildiou du mil. Les tableaux 2 et 3 donnent les résultats relatifs à l'incidence et la sévérité de la maladie du mildiou du mil. Tous les génotypes testés ont été attaqués par le mildiou du mil dans tous les sites sauf la variété SOSAT C88 (Pat) à Magaria. Les témoins de résistance SOSAT C88 (ISC) et SOSAT C88 (Pat) ont été modérément résistants voir résistants dans tous les sites. Ainsi, la variété SOSAT C88 (ISC) a enregistré une incidence variant de 0,5% à Magaria à 15,44% à Bengou (Tableau 2) et une sévérité du mildiou du mil allant de 0,25% à

i = 5 : toutes les talles sont attaquées de sorte qu'il n'y ait pas des épis productifs, **Y_i** = Nombre de plants infestés de la catégorie i considérée et **N** = Nombre total de plants observés.

Pour l'appréciation du comportement des lignées testées face au mildiou du mil, l'échelle de notation de Bal, (1983) basée sur l'incidence de la maladie a été adoptée : 0-5% = Hautement Résistant (HR), 5-10% = Résistant, 10-25% = Modérément Résistant (MR), 25-50% = Modérément sensible (MS), 50-80% = Sensible (S), > 80% = Hautement sensible (HS).

Le logiciel Genstat 14^{ème} édition a été utilisé pour analyser les données collectées. Une analyse de variance a été effectuée pour identifier la présence ou non de différences significatives aux seuils de 5% de probabilité. Un test de comparaison des moyennes (DUNCAN) au seuil de 5% a été également effectué.

Magaria à 7,94% à Konni (Tableau 3). Avec une incidence variant de 96,05% à 100% (Tableau 2) et une sévérité de 75,89% à 100% (Tableau 3), le témoin de sensibilité (la variété 7042) a confirmé le niveau élevé de pression de la maladie du mildiou du mil dans toutes les localités. Parmi les nouvelles lignées testées, IP22445 s'est révélée modérément résistante voir résistante dans trois sites avec une incidence de 2,89% à Bengou, 16,15% à Kalapaté et 27,56% à Konni. De même la lignée IP5082 a été modérément résistante dans tous les sites. Les lignées IP852B, IP22291, IP22319, IP22442 et IP22446 ont été modérément résistantes dans un à deux sites sur les cinq. Toutes les autres nouvelles lignées testées ont été sensibles dans tous les sites (Tableau 2).

Tableau 2: Incidence (%) de la maladie du mildiou du mil notée sur les 20 géotypes

Géotypes	Sites d'expérimentation					Moyenne
	Bengou	Kalapaté	Konni	Tarna	Magaria	
7042	100,00	100,00	96,05	97,50	100,00	98,71
IP22295	100,00	33,17	85,51	89,37	63,01	74,21
IP22319	97,75	42,23	84,86	79,62	76,65	76,22
IP22439	98,75	92,19	67,89	92,41	93,88	89,02
IP22441	97,70	87,42	47,54	93,22	87,02	82,58
IP22442	90,23	63,33	65,45	62,44	42,57	64,80
IP22291	91,62	60,47	81,18	86,91	7,85	65,61
IP (852B)	87,67	92,19	27,45	57,27	53,31	63,57
IP22313	93,26	54,27	48,59	66,97	87,82	70,18
IP22446	54,50	74,61	15,98	57,79	27,47	46,07
IP22315	51,94	68,75	55,04	68,31	59,47	60,70
ICMV-IS 90311	17,91	5,63	7,39	67,67	31,39	26,00
ICMV-IS 90309	29,99	32,95	17,66	75,86	27,54	36,80
ICMV-IS 92326	29,73	13,18	13,94	38,51	7,93	20,65
IP5082	34,72	18,78	19,84	39,42	10,27	24,60
HKP	27,05	17,09	14,90	22,84	11,54	18,68
GAMOJI	24,72	16,97	14,39	52,29	49,60	31,59
SOSAT-C88 (ISC)	15,44	5,20	12,60	10,45	0,50	8,84
SOSAT-C88 (Pat)	2,84	5,76	11,30	14,01	0,00	6,78
IP22445	2,89	16,15	27,56	80,88	37,06	32,91
Probabilité	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	
LSD	5,648	4,155	2,925	3,581	2,800	
CV (%)	4,7	4,4	3,45	2,7	3,2	

Tableau 3: Sévérité (%) de la maladie du mildiou du mil notée sur les 20 géotypes

Géotypes	Sites d'expérimentation					Moyenne
	Bengou	Kalapaté	Konni	Tarna	Magaria	
7042	100,00	97,27	75,89	82,68	100,00	91,17
IP22295	76,64	12,18	24,54	70,80	50,53	46,93
IP22319	73,78	24,09	35,14	66,15	59,92	51,81
IP22439	89,69	30,90	29,43	71,52	70,21	58,35
IP22441	78,04	69,30	18,40	73,24	51,28	58,05
IP22442	53,10	32,47	35,53	24,81	27,53	34,69
IP22291	49,36	30,49	63,15	57,58	4,55	41,03
IP(852B)	47,42	71,72	13,76	33,10	29,06	39,01
IP22313	54,03	28,87	30,21	37,68	41,04	38,36
IP22446	26,07	40,39	7,22	26,09	8,61	21,67
IP22315	27,91	28,93	36,09	49,52	38,37	36,16
ICMV-IS 90311	5,66	2,03	2,87	35,22	11,85	11,52
ICMV-IS 90309	14,30	22,11	7,45	33,08	16,53	18,69
ICMV-IS 92326	13,02	7,27	5,16	23,80	1,98	10,24
IP5082	12,51	8,87	16,69	19,83	4,63	12,50

HKP	10,41	6,86	5,16	6,67	3,61	6,54
GAMOJI	9,94	4,39	5,72	34,77	24,11	15,78
SOSAT-C88 (ISC)	4,24	2,48	7,94	4,86	0,25	3,95
SOSAT-C88 (Pat)	1,34	1,44	4,97	5,68	0,00	2,69
IP22445	1,07	6,03	8,30	34,79	18,09	13,65
Probabilité	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	
LSD	6,403	3,009	2,025	3,720	2,439	
CV (%)	8,2	5,4	4,45	4,5	4,45	

La différence hautement significative observée entre les localités signifie que le pouvoir pathogène de l'agent responsable de la maladie du mildiou du mil diffère d'une localité à une autre. Cela suppose que les « isolats » de *Sclerospora graminicola* qui se trouvent dans les cinq localités sont significativement différents entre eux. Ainsi les isolats de Tarna

ont enregistré les plus grands taux d'incidence (62,69%) et de sévérité (39,59%) de la maladie, suivi des isolats de Bengou avec 59,43% d'incidence et 37,42 de sévérité. Tandis que, les isolats de Konni ont les plus faibles taux d'incidence (41,75%) et de sévérité (21,68) de la maladie du mildiou du mil (figure 1).

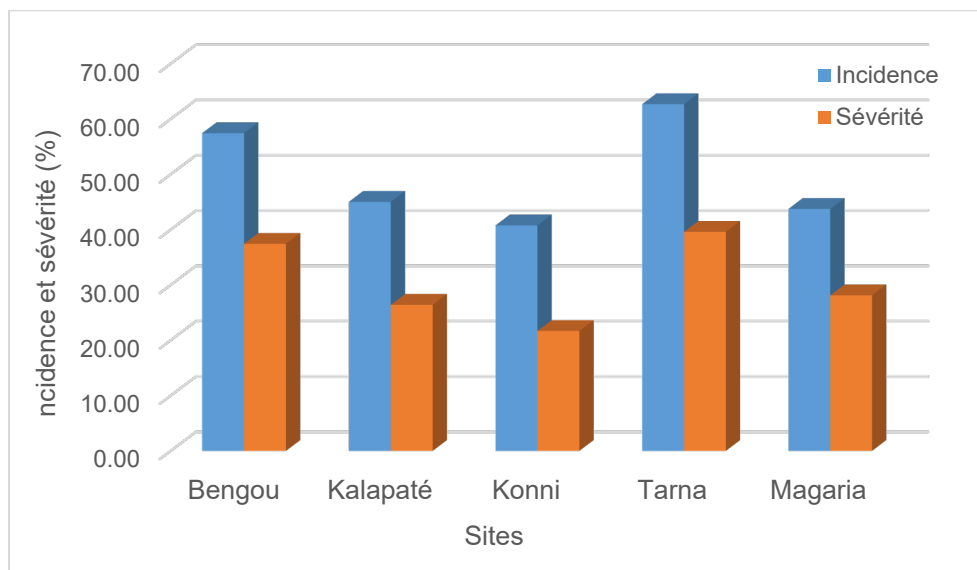


Figure 1 : Incidence du mildiou du mil dans les sites expérimentaux

Effet des génotypes du mil sur le mildiou :

Sur les 20 génotypes testées, 2 sont déclarés résistants (R) soit 10% des génotypes avec une incidence de la maladie comprise entre 5 et 10%, 3 soit 15% ont été modérément résistants (MR) avec une incidence de la maladie comprise entre 10 et 25%, 5 soit 25% des génotypes ont été modérément sensibles (MS) avec une incidence de la maladie comprise

entre 25% et 50%, 7 soit 35% des génotypes ont été Sensibles (S) avec une incidence de la maladie comprise entre 50 et 80%, et 3 soit 15% des génotypes ont été hautement Sensibles (HS) avec une incidence de la maladie qui est supérieure à 80% (Tableau 4). Au total, 25% des variétés ont été résistantes et 75 % ont été susceptibles.

Tableau 4: Incidence et sévérité du mildiou du mil, combinaison des données des 5 sites

Génotypes	Incidence (%)	Sévérité (%)	Effet
7042	98,71	91,17	HS
IP22295	74,21	46,93	S
IP22319	76,22	51,81	S
IP22439	89,02	58,35	HS
IP22441	82,58	58,05	HS
IP22442	64,80	34,69	S
IP22291	65,61	41,03	S
IP(852B)	63,57	39,01	S
IP22313	70,18	38,36	S
IP22446	46,07	21,67	MS
IP22315	60,70	36,16	S
ICMV-IS 90311	26,00	11,52	MS
ICMV-IS 90309	36,80	18,69	MS
ICMV-IS 92326	20,65	10,24	MR
IP5082	24,60	12,50	MR
HKP	18,68	6,54	MR
GAMOJI	31,59	15,78	MS
SOSAT-C88 (ISC)	8,84	3,95	R
SOSAT-C88 (Pat)	6,78	2,69	R
IP22445	32,91	13,65	MS

Les données quantitatives sur l'incidence du mildiou du mil (Tableau 2) sont traduites en données qualitatives (Tableau 5). Les témoins de résistance, les variétés SOSATC88 (ISC) et SOSATC88 (Pat) ont une résistance stable dans les cinq sites et la variété HKP a une résistance stable dans 4 sites (Tableau 5). Les variétés Gamoji, ICMV-IS 90311 et ICMV-IS 92326 ont une résistance stable dans 3 sites. Parmi les lignées, et IP5082 a été résistante dans 3 sites, IP22445 dans 2 sites, IP22291 et

IP22446 dans un seul site (Tableau 5). Ces données qualitatives révèlent clairement la variabilité de virulence entre les sites. Avec le ratio (R:S), il ressort que le pathogène de Tarna s'est révélé hautement virulent avec seulement 3 génotypes qui lui sont résistants et ceux de Bengou et Magaria sont modérément virulents ayant 5 génotypes résistants. Le pathogène du *S. graminicola* le moins virulent se trouve dans le site de Konni où 9 génotypes sur 20 sont résistants (Tableau 5).

Tableau 5: Réaction des différents génotypes testés dans les cinq sites

Génotypes	Sites d'expérimentation				
	Bengou	Kalapaté	Konni	Tarna	Magaria
7042	S	S	S	S	S
IP22295	S	S	S	S	S
IP22319	S	S	S	S	S
IP22439	S	S	S	S	S
IP22441	S	S	S	S	S
IP22442	S	S	S	S	S
IP22291	S	S	S	S	R

IP (852B)	S	S	S	S	S
IP22313	S	S	S	S	S
IP22446	S	S	R	S	S
IP22315	S	S	S	S	S
ICMV-IS 90311	R	R	R	S	S
ICMV-IS 90309	S	S	R	S	S
ICMV-IS 92326	S	R	R	S	R
IP5082	S	R	R	S	R
HKP	S	R	R	R	R
GAMOJI	R	R	R	S	S
SOSAT-C88 (ISC)	R	R	R	R	R
SOSAT-C88 (Pat)	R	R	R	R	R
IP22445	R	R	S	S	S
Ratio (R:S)	05:15	08:12	09:11	03:17	05:15
NB: R = incidence ≤ 25%; S = incidence >25%,					

DISCUSSION

Dans la lutte contre les maladies des plantes, la résistance génétique est généralement le moyen le plus simple, le plus efficace et le plus économique pour le producteur. Pour le cas particulier du mildiou du mil, il existe beaucoup d'informations dans divers aspects de ce parasite dont la résistance génétique (Thakur *et al.*, 2011; Kumar *et al.*, 2012). Cependant, la dégradation dans le temps de cette résistance chez le mil, la variabilité au sein de l'espèce *S. graminicola*, ainsi que l'utilisation à grande échelle d'un génotype du mil dans un environnement propice au développement de la maladie, sont autant des défis majeurs dans la gestion de cette maladie. Avec son système de reproduction mixte (sexuée et asexuée), *S. graminicola* est l'un des agents pathogènes qui contournent très souvent une résistance variétale (McDonald et Linde, 2002). Dans la plupart des hybrides commerciaux en Inde, la durée de vie d'un gène de résistance au mildiou du mil ne dépasse pas 5 années en raison de cette variabilité, ce qui rend difficile la sélection des variétés résistantes (Christet *et al.*, 1987). Du fait de cette variabilité du *S. graminicola*, une variété du mil peut être résistante à un endroit donné et sensible un autre. Ainsi, l'étude de la variabilité des agents pathogènes nécessite

différentes variétés d'hôtes, résistantes et/ou sensibles, cultivées à divers endroits (Flor, 1971 ; Vanderplank, 1984). Dans la présente étude, 20 génotypes du mil sont évalués pour leur résistance au mildiou du mil dans cinq localités différentes. Ces génotypes ont montré des réactions différentes selon les localités. Cette variabilité de comportement des génotypes face au mildiou du mil selon les localités peut être due à la variabilité de la population de *S. graminicola* dans ces localités et/ou à la variation des conditions météorologiques (pluviométrie) d'une localité à une autre. L'étude a montré que les génotypes témoins de résistance SOSAT-C88 (ISC) et SOSAT-C88 (Pat) ont confirmé leur niveau de résistance dans tous les sites. De même les variétés HKP, Gamoji et s'est révélée résistante dans 4 sites sur 5 (Tableau 2, 4 et 5). Des résultats similaires ont été trouvés par Halilou *et al.* (2017) et Halilou *et al.* (2020) sur la gestion intégrée du mildiou du mil à la station de Tarna. Parmi les nouveaux génotypes, IP5082, IP22445, IP22291 et IP22446 ont été résistants respectivement dans 3, 2 et 1 sites (Tableau 2, 4 et 5). Les études de Kassari *et al.*, (2021) sur le développement des variétés du mil résistantes au mildiou pour les zones sahéliennes, ont montré que plusieurs

lignées sont résistantes aux isolats de Tarna. Il ressort de cette étude que les isolats du *S. graminicola* de Tarna sont les plus virulents avec seulement 3 géotypes qui leurs sont résistant suivi de ceux de Bengou et Magaria avec 5 géotypes résistants (Tableau 2 et 5). Au regard des résultats de cette étude, la variabilité observée au sein des isolats de *S. graminicola* des cinq (5) sites expérimentaux n'était pas due aux conditions climatiques seules. En effet, l'isolat de Bengou se trouvant

dans la zone soudanienne (la plus pluvieuse), a une virulence similaire à d'autres isolats (isolat de Magaria) se trouvant dans la zone sahélo soudanienne (Tableau 2 et 5). Cette variation significative de virulence entre les localités est due à la variation au sein de la population de *S. graminicola*. Ces résultats confirment ceux de (Thakur et al., 2004) qui affirment que la variabilité du pathogène d'une localité à l'autre peut provoquer la variation de sensibilité des variétés testées à différents endroits.

CONCLUSION ET APPLICATION DES RESULTATS

D'après les résultats de cette étude, la variété SOSAT C-88 souche du Centre sahélien de l'ICRISAT à Sadoré au Niger est identique du point de vu résistance au mildiou du mil, à la variété SOSAT C-88 source de Patancheru en Inde. Ces deux (2) géotypes ont montré une résistance stable dans les cinq (5) localités du Niger. Ils constituent donc des témoins importants de résistance au mildiou du mil pour la continuation de la caractérisation d'autres isolats de *S. graminicola* du Niger.

L'étude a permis d'identifier d'autres géotypes tels que Gamoji, HKP, ICMV-IS 90311, ICMV IS 92326, IP22445 et IP5082 qui ont été résistants dans au moins deux localités. Cette étude a permis d'établir trois (3) groupes d'isolats de *S. graminicola* dans les cinq (5) localités du Niger où les expérimentations ont été conduites. Les résultats de cette étude serviront des bases pour des futures études sur la résistance des géotypes au *S. graminicola* au Niger.

REMERCIEMENT

Nous tenons à remercier Dr Ichaou Aboubacar, ancien Directeur Général de l'Institut National de Recherche Agronomique du Niger (INRAN), qui nous a beaucoup soutenus cette

étude. Qu'il trouve ainsi notre profonde gratitude. Nos remerciements vont également au projet PPAAO pour son appui financier dans cette étude.

RÉFÉRENCES

- Ati HM, Aba DA, Ishiyaku MF, Katung MD, 2015. Field Evaluation of Some Pearl Millet Genotypes for Downy Mildew (*Sclerospora graminicola*) Resistance and Yield. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*, 8(6): 01-06. DOI: 10.9790/2380-08620106
- Ba MF, Samba SAN, Bassene E, 2014. Influence des bois rameaux fragmentés (BRF) de *Guiera senegalensis* J.F. Gmel et de *Piliostigma reticulatum* (Dc) Hochst sur la productivité du mil, *Pennisetum glaucum* (L.). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 8(3): 1039-1048. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v8i3.18>
- Botorou O, Boureima SS, 2004. Le mil [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] au Niger: généralités et résultats de la sélection. IRD Editions, pp 33-43
- Clotault J, Thuiller AC, Buiron M, Mita SD, Couderc M, Haussman BIG, Mariac C, Vigouroux Y, 2012. Evolutionary history of pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) and selection on flowering genes since its domestication. *Molecular Biology and*

- Evolution, 29(4): 1199-1212. DOI: 10.1093/molbev/msr287
- Christ BJ, Person CO, Pope DD, 1987. The genetic determination of variation in pathogenicity. In: Wolfe MS, Caten CE. (Eds.), Populations of Plant Pathogens: Their Dynamics and Genetics. Blackwell Scientific, Oxford, UK, pp 7-19.
- Flor HH, 1971. Current status of the gene-for-gene concept. *Annu. Rev. Phytopathol.* 9:275-296.
- Girard J, 1975. Downy mildew of pearl millet in Senegal. In: Williams R.J. (ed.) Proceedings of the consultants group meetings on downy mildew and ergot of pearl millet. 1-3 October, ICRISAT (International Crops Research Institute for the Semi -Arid Tropics), Patancheru, India, pp 59-73
- Grahame J, 2014. Pearl millet downy mildew *S. graminicola* Plantwise Knowledge Bank. <http://www.plantwise.org/KnowledgeBank/Datasheet.aspx?dsid=49159>.
- Halilou H, Kadri A, Karimou I, 2017. Gestion intégrée du mildiou du mil en station au centre régional de recherche agronomique de Maradi (CERRA/Maradi) au Niger. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 11(6): 2704-2712. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i6.33>
- Halilou H, Kadri A, Karimou I, 2020. Effet de la fumure minérale et du traitement chimique de semences sur le mildiou (*Sclerospora graminicola* Sacc. Schroët.) du mil (*Pennisetum glaucum* L. Br.) au Niger. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 30(1) : 427-437. <http://www.ijias.issr-journals.org/>
- James WC, 1983. Crop loss assessment. In: Plant Pathologist. Pook book 2nd Edn. (Johnson, A. and C. Boths, Eds.). Common wealth Mycological Institute, Kew, pp: 130-140.
- Kadidiatou HM, 2014. Construction d'une carte génétique pour le mil, *Pennisetum glaucum* L.R.Br, par une approche de génotypage par séquençage (GBS). Mémoire, Université de Laval, Québec, Canada, p.111
- Kassari AI, Halilou H, Karimou I, Abdou SI, Laouali IH, 2021. Développement des variétés du mil [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] résistantes au mildiou [*Sclerospora graminicola* (Sacc) Schroët] pour les zones sahéliennes. *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT)*, 15(7):10-15. DOI: 10.9790/2402-1507021015
- Kumar A, Manga VK, Gour HN and Purohit AK, 2012. Pearl millet downy mildew: challenges and prospects. Indian Society of Mycology and Plant Pathology Scientific Publishers (India), Jodhpur pp. 139-177.
- Manning K, Pelling R, Higham T, Schwenniger JL, Fuller DQ, 2011. 4500-Year old domesticated pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) from the Tilemsi Valley, Mali: New insights into an alternative cereal domestication pathway. *Journal of Archaeological Science*, 38 (2): 312-322, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.09.007>
- McDonald BA, Linde C, 2002. Pathogen population genetics, evolutionary potential, and durable resistance. *Ann. Rev. Phytopathol.* 40 : 349-379.
- MA (Ministère de l'Agriculture), 2015. Résultats Définitifs, Campagne Agricole, Hivernage 2014 et Perspectives Alimentaires 2014-2015. Direction des statistiques. 32p.
- Nomaou DL, Yajji G, Abdourahmane TD, Rabah L, Babou AB, Patrice D,

- Adamou DT, Nassirou AM, Ambouta JMK, 1015. Effet des touffes de *Hyphaene thebaica* (Mart) sur la production du mil dans la région de Tarna (Niger). *Int. J. Biol. Chem. Sci*, 9(5): 2477-2487. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i5.19>
- Singh SD, Williams RJ, 1980. Role of sporangia in the epidemiology of Pearl millet. Downy mildew. *Phytopathology*, 70:1187-1190.
- Syngenta, 2013. Enhancement of the set of microsatellite markers for improving pearl Millet breeding efficiency in Africa and Asia. <http://www.syngentafoundation.org/index.cfm>
- Thakur RP, Sharma R, Rao VP, 2011. Screening Techniques for Pearl Millet Diseases. Information Bulletin No. 89. Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, 56 p.
- Thakur RP, Rao VP, Wu BM, Subbarao KV, Shetty HS, Singh G, Lukose C, Panwar MS, Paco S, Hess DE, Gupta SC, Dattar VV, Panicker S, Pawar NB, Bhangale GT., Panchbhai SD, 2004. Host resistance stability to downy mildew in pearl millet and pathogenic variability in *S. graminicola*. *Crop Protection* 23, 901–908
- Thakur RP, Rai KN, Khairwal IS, Mahala RS, 2008. Strategy for downy mildew resistance breeding in pearl millet in India. *Journal of SAT Agricultural Research*, 6: 1-11. <http://ejournal.icrisat.org>
- Vanderplank JE, 1984. Disease Resistance in Plants. 2nd Edn. Academic Press, Orlando, Florida.
- Williams RJ. 1984. Downy mildews of tropical cereals. *Advances in Plant Pathology*, 2:1-103.
- Zakari AH, Mahamadou B, Toudou A, 2016. Les systèmes de productions agricoles du Niger face au changement climatique: défis et perspectives. *Int. J. Biol. Chem. Sci*, 10(3): 1262-1272. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i3.28>