

Criblage variétal du riz pour la résistance au RYMV au Sahel

M. M'B. COULIBALY¹, G. KONATE² et J. D. ZONGO³

1. Institut d'économie rurale - Centre de recherches agronomiques de Niono B.P. 07 Ségou - Mali.
2. Institut de l'environnement et de recherches agricoles 01 B.P. 476 Ouagadougou 01 - Burkina Faso.
3. Université - FAST - 03 B.P. 7121 Ouagadougou 03 - Burkina Faso.

Introduction

Descrit pour la première fois en 1970 au Kenya en Afrique de l'Est (BAKKER, 1970), le virus de la panachure jaune du riz ou Rice Yellow Mottle Virus (RYMV) a été observé en 1975 au Niger et en Sierra Léone, (ATTERE *et al.*, 1983), en 1976 en Côte d'Ivoire (FAUQUET et THOUVENEI, 1977) et en 1978 en Guinée (FAUQUET et THOUVENEL, 1978). Le RYMV est un Sobemovirus transmis par différentes espèces de coléoptères (*chrysomelidae spp*), (HULL, 1988). La maladie est aujourd'hui répandue sur l'ensemble du continent africain. En Afrique de l'Ouest, la maladie est particulièrement importante. Des cas d'épidémies dévastatrices ont été rapportés en riziculture irriguée intensive au Mali. Ceux-ci peuvent avoir des dimensions variables. Selon les environnements, l'incidence de la maladie atteint 80 % à Sélingué et à l'Office du Niger au Mali, 75 % au Niger (RECKHAUS et ADAMOU, 1989) et 51-87 % à Madagascar (ANONYME, 1991). Les pertes de récolte occasion-

nées s'échelonnent de 25 à 80 % suivant la date d'infection et la sensibilité des cultivars. Malheureusement, il n'existe pas pour l'instant de méthode de contrôle de la maladie. Sur le plan génétique, la sélection des lignées ayant un bon niveau de résistance et un rendement élevé a abouti jusque-là, à des résultats peu satisfaisants. Toutes les variétés dites tolérantes, développées par le Programme conjoint d'amélioration variétale de l'Association pour le développement de la riziculture en Afrique de l'Ouest (ADRAO) et l'Institut international d'agriculture tropicale (IITA) (ADRAO, 1995), ont manifesté des niveaux de sensibilité très variables dans les tests de comportement variétal au RYMV à travers les différents environnements rizi-coles ouest-africains notamment au Mali (ANONYME, 1995).

Les travaux décrits ici avaient pour objectifs l'identification de sources de résistance au RYMV chez le riz qui tiennent compte de la biodiversité du virus dans la zone soudano-sahélienne.

Matériels et méthodes

Matériel biologique

Deux cent soixante dix variétés de riz provenant des collections variétales du Burkina Faso et du Mali et constituées de variétés locales d'espèces traditionnelles de riz africain de *Oryza glaberrima* et d'espèces introduites de *Oryza sativa*, ont été évaluées pour leur sensibilité au RYMV.

Isolats viraux

Les pathogroupes A et B du RYMV (KONATÉ *et al.*, 1997) originaires du Burkina et du Mali ont été utilisés pour infecter les variétés de riz.

Inoculation du RYMV

Un gramme de feuille de la variété sensible de riz BG 90-2 infecté par les pathogroupes A ou B du RYMV ont été broyées dans 10 ml de tampon phosphate 0,05 M pH 7,0 à l'aide d'un mortier et d'un pilon stériles. Le broyat obtenu a été filtré sur une couche de gaze et 2 g de Carborundum 600 mesh ont été additionnés à 100 ml de filtrat.

Les deux pathogroupes A et B du RYMV ont été inoculés mécaniquement à 6480 jeunes plants de riz (12 plants/variété/pathogroupe) âgés de 28 à 30 jours.

Dispositif expérimental

Le test de criblage a été conduit au champ en simples parcelles d'observations pendant la saison sèche chaude de février à mai 1997 et la saison humide de la même année de juin à novembre au Burkina Faso ainsi qu'il suit : chaque variété a été semée sur trois lignes de 4 m de long avec des espacements de 0,30 m x 0,30 m sur la ligne et entre les lignes et 0,50 m entre les variétés. La ligne centrale a servi de témoin de contrôle. Un démaillage à un plant a été réalisé 15 jours après la levée. Une fertilisation minérale sous forme d'engrais N-P-K (15-15-15) à 100 kg/ha et d'urée (46 % N) à 200 kg/ha ainsi qu'une fertilisation organique sous forme de fumier de parc à 5 t/ha ont été appliquées. L'engrais NPK (15-15-15) et le fumier ont été apportés comme engrais de fond au semis. L'urée a été appliquée en deux fractions au tallage et à l'initiation paniculaire.

Critères d'évaluation de la résistance au RYMV

L'évaluation de la résistance au champ était basée sur la comparaison de la coloration foliaire, du développement végétatif, de la durée du cycle semis - épiaison, des composantes de rendement des plants inoculés et non inoculés et de l'accumulation du RYMV dans les feuilles.

Pour chaque variété, les observations ont été réalisées de manière individuelle sur 10 plantes médianes de la ligne inoculée et 10 plantes médianes de la ligne non inoculée. Les caractères mesurés sur chacune des 10 plantes étaient : la hauteur 25 jours après inoculation et à la maturité (Hm), le nombre de talles 25 jours après inoculation (T1), le nombre de talles fertiles (Tm), le nombre de grains pleins, le nombre de grains vides et le poids récolte (PR). Trois paramètres ont été calculés au niveau individuel à partir des données collectées. Il s'agissait : du cycle semis-épiaison (CSE), semis-maturité (CSM), du nombre de grains par panicule selon la formule $NGPa = [(NGP + NGV)/Tm]$ et du taux de stérilité selon la formule $TS = [100 \times (NGV)/(NGP + NGV)] \%$ où $NGPa$ = nombre de grain par panicule, NGP = nombre de grains pleins, NGV = nombre de grains vides, Tm = nombre de talles fertiles et TS = taux de stérilité. Les effets de l'infection du RYMV ont été mesurés pour chaque variété étudiée et sur chacun des caractères observés à partir de la moyenne des performances des 10 plantes inoculées exprimées en pourcentage de la moyenne des 10 plantes saines de la ligne témoin en utilisant la formule suivante :

I (effets de l'infection) = $[100 \times (mt - mi)/mt] \%$ où mt = moyenne de 10 plants sains et mi = moyenne de 10 plants infectés.

Des prélèvements d'échantillons ont été réalisés sur les feuilles émergentes à 12, 25 et 50 jours après inoculation pour évaluer la teneur en virus de ces organes à l'aide d'un procédé biotine/streptavidine/DAS-ELISA. Pour cela, une courbe étalon établie à partir de RYMV purifié et remis en suspension dans un extrait brut de feuille de riz sain a été utilisée. Les concentrations en particules virales variaient de 0-200 ng/ml.

Nous nous sommes inspirés également du système d'évaluation de la résistance du riz au RYMV utilisé à l'IITA (Institut international d'agriculture tropicale) (tableau I).

Résultats

L'infection du riz par le RYMV a eu un effet dépressif sur la plupart des caractères agromorphologiques. Cet effet a permis de distinguer quatre groupes de variétés (tableau IIa et b). Le groupe 1, constitué d'une seule variété de *Oryza glaberrima*, n'a été infecté par aucun des deux pathogroupes du RYMV. Chez le groupe 2, constitué de neuf variétés appartenant toutes à l'espèce *Oryza glaberrima*, l'infection n'a pas eu d'effet sur les caractères agromorphologiques. Chez le groupe 3, constitué de trois variétés appartenant à l'espèce *Oryza sativa* L., l'infection n'a eu qu'un effet faible sur ces caractères. Par contre, chez les 257 autres variétés constituant le groupe 4, les caractères agromorphologiques ont été affectés de façon importante par l'infection. Le caractère agromorphologique le plus affecté était le poids récolte (60-90 %) résultant d'une stérilité élevée des épillets (50-80 %) tandis que les moins affectés étaient le nombre de talles, le poids de 1000 grains et le nombre de grains par panicule. Le nombre de talles et la hauteur des plants à 25 jours après inoculation du virus, la hauteur des plants à la maturité et le cycle semis-épiaison ont été moyennement affectés par l'infection. Les variétés de ce dernier groupe appartenaient aux espèces *Oryza glaberrima* et *Oryza sativa*. Parmi elles, des variétés comme Wita 7, Wita 8, Wita 9 et Metica étaient considérées comme tolérantes/résistantes et proposées à la vulgarisation (ANONYMES, 1994, 1995).

L'estimation de la teneur en virus des feuilles de riz chez 28 variétés choisies parmi les 270 variétés testées est rapportée dans le tableau III. Les variétés se sont distinguées les unes des autres par la précocité de l'infection, la quantité de particules virales accumulées et la réaction différentielle vis-à-vis des deux pathogroupes du RYMV. Le RYMV a été détecté en grande quantité (30-225 mg/g de feuille) dès le 12^e jour après inoculation chez 15 variétés. Le pathogroupe A seul a infecté 9/15 variétés, le pathogroupe B 1/15 et les deux pathogroupes 5/15. Chez huit

variétés, les pathogroupes A et B du virus ont été détectés simultanément 25 jours après inoculation. Chez quatre variétés, le virus a été détecté seulement 50 jours après inoculation alors qu'il n'a pas pu l'être chez une variété.

Les 257 variétés ayant le même niveau de sensibilité se sont distinguées par des symptômes caractérisés par de la panachure chlorotique chez les espèces de *Oryza sativa* et des brunissements avec de nombreuses lésions nécrotiques chez les espèces de *Oryza glaberrima*. Sept variétés ont réagi différemment à l'infection des deux pathogroupes en exprimant des symptômes variant de faible à moyen. Il n'a pas été possible d'établir une relation entre l'expression des symptômes et l'accumulation du virus dans les plants de riz. Ainsi, par exemple, les variétés TOG 5681 et TOG 5674 qui n'ont pas manifesté de symptômes contenaient jusqu'à 25-55 µg/g de feuille de RYMV 50 jours après infection. Cependant, les symptômes forts étaient toujours accompagnés d'une forte accumulation de particules virales.

Discussions

Les variétés de riz identifiées comme résistantes au cours de nos travaux appartiennent toutes à l'espèce africaine *Oryza glaberrima*. Celles identifiées comme tolérantes appartiennent à l'espèce *Oryza sativa* L. du type japonica, utilisées en riziculture pluviale en Afrique depuis des siècles. Quant aux variétés sensibles, elles appartiennent à l'espèce *Oryza sativa* L. du type indica introduite en Afrique récemment à la faveur du développement des ouvrages hydroagricoles pour l'irrigation et à l'espèce *Oryza glaberrima*.

Le RYMV est confiné au continent africain. La résistance/tolérance pourrait être le résultat de la longue coévolution du virus et des variétés traditionnelles africaines de riz ; il en est de même pour les variétés de *Oryza sativa* L. du type japonica pluvial cultivées depuis des siècles en Afrique. Nos résultats sur la résistance au RYMV de *Oryza glaberrima* corroborent avec ceux rapportés par plusieurs auteurs (ANONYME, 1996 ; ATTENE *et al.*, 1983 ; FOMBA, 1988 ; JOHN *et al.*, 1987 ; THOTTAPPILLY *et al.*, 1993 ; IITA, 1986).

Le niveau de résistance de Moroberekan et IRAT 104 que nous avons observés est similaire à celui rapporté par AWODERU (1991), OKIAMA et SARKARUNG (1983). La variété FKR 33 est rapportée pour la première fois comme étant une bonne source de résistance aux deux pathogroupes sahéliens du RYMV.

Nos résultats confirment la sensibilité des variétés Wita qui avaient déjà manifesté des niveaux différents de sen-

sibilité dans les tests de comportement variétal au Mali. Dans nos conditions expérimentales la variété Metica est sensible. La sensibilité de ces variétés semble être due probablement à la différence de variabilité biologique qui existe entre les souches utilisées et nos deux pathogroupes.

Lorsqu'on se réfère au système d'évaluation de la résistance du riz au RYMV de l'IITA qui est limité au stade épaisseur/floraison, les notes 5, 7 et 9 correspondent respectivement à modérément résistant, sensible et hautement sensible. Dans nos conditions expérimentales, les variétés auxquelles ces notes sont affectées peuvent être rassemblées en un seul groupe réduisant ainsi l'échelle à 4 groupes de résistance : (0) ; variétés immunes, (1) ; variétés résistantes chez lesquelles les caractères agromorphologiques ne sont pas affectés par l'infection et les teneurs en virus sont faibles, (3) ; variétés tolérantes chez lesquelles les caractères agromorphologiques sont faiblement affectés et les teneurs en virus sont relativement élevées, (5) ; variétés sensibles chez lesquelles les caractères agromorphologiques sont fortement affectés et les teneurs en virus sont élevées.

Parmi les variétés testées, une seule a été immune à l'infection des deux pathogroupes en l'occurrence TOG 5672. Ce résultat est en contradiction avec celui rapporté sur l'immunité de TOG 7235 par THOTTAPPILLY (1993). Alors que dans nos conditions expérimentales cette variété a été trouvée résistante. La contradiction résulte probablement de la variabilité de la souche virale utilisée qui pourrait être différente des deux pathogroupes sahéliens du RYMV. Les variétés TOG 5681 et TOG 5674 qui sont pourtant infectées et ne présentent pas de symptômes constituent des hôtes dangereux, car elles contribuent à l'augmentation de l'inoculum naturel.

Le poids récolte est le plus affecté à cause du taux de stérilité élevé des épillets. Cela montre qu'une bonne sélection de variétés résistantes ou tolérantes au RYMV ne peut pas se limiter à l'évaluation de la sévérité des symptômes.

Conclusion

La résistance variétale basée sur la quantification des effets de l'infection sur les caractères agromorphologiques semble être un phénomène à caractère statique qui est acquis dès les premiers stades de végétation chez les variétés résistantes rencontrées exclusivement chez les *Oryza glaberrima*. Par contre, chez les variétés tolérantes composées en majorité d'espèces *Oryza*

sativa ; celle-ci évolue graduellement avec l'âge des plants de riz. Le seuil de tolérance admissible pour ces variétés est comprise entre 0-10 %.

Il ressort des résultats de cette étude que l'évaluation de la résistance réalisée seulement au stade de développement végétatif semble insuffisante pour mieux caractériser la résistance variétale au RYMV. L'incidence du virus étant plus marquée au stade maturité sur les composantes du rendement notamment le taux de stérilité des épillets entraîne une baisse sensible de la production.

Tout progrès génétique dans l'amélioration variétale de la résistance au RYMV passe forcément par une connaissance approfondie de la variabilité biologique du virus à travers les différentes écologies rizicoles. Celle-ci conditionne sans doute le succès attendu pour l'obtention à court et moyen terme des variétés résistantes ou tolérantes.

Remerciements

Nous remercions le ministère néerlandais de la Coopération et de Développement (DGIS) qui a financé ces travaux de recherches et le Dr Ng (Institut international d'agriculture tropicale) pour nous avoir fourni une partie de la collection variétale de riz du Mali. Nos remerciements vont également à E. S. V. Traoré pour son assistance technique.

Références bibliographiques

ADRAO, 1995. Rapports annuels. 66-67.

ANONYME, 1995. Rapport analytique programme riz irrigué IER-Mali, 142 p.

ANONYME, 1994. Rapport analytique programme riz de bas-fond. Amélioration variétale. 60 p.

ANONYME, 1991. Rapport de campagne 1989/90. 1^{er} oct 1989-30 juin 1990. Service de la protection des végétaux, Division de la défense des cultures, Madagascar, 25 p.

ATTERE A., FATOKUN C. A., 1983. Réaction of *Oryza glaberrima* accessions to rice yellow mottle virus. *Plant Disease*, 67, 420-421, 11.

AWODERU V. A., 1991. Rice yellow mottle virus in West Africa. *Tropical. Pest Management*, 37 (4), 356-362.

BAKKER W., 1970. Rice yellow mottle virus, a mechanically transmissible virus disease of rice in Kenya. Netherlands. *Journal of. Plant Pathology*, 76(2), 53-63.

FAUQUET C., THOUVENEL J. C., 1977. Isolation of rice yellow mottle virus in Ivory Coast. *Plant Disease. Reporter*, 61 (6), 443-446.

FAUQUET C., THOUVENEL J. C., 1978. Identification of rice yellow mottle virus in Ivory Coast. London, UK ; Academic Press : 307-310.

FOMBA S. N., 1988. Screening for seedling resistance to rice yellow mottle virus in some rice cultivars in Sierra Leone. *Plant Disease*, 72, 641-642.

HULL R., 1988. Polyhedral virions with monopartite RNA genome. Edited by Renate Koenig. New York : Plenum Press : 113-146.

IITA, 1986. Annual Report and Research Highlights 1985. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria, 130-132.

JOHN V. T., THOTTAPPILLY G., 1987. A scoring system for rice yellow virus disease (RYMV) IITA Ibadan, International. *Rice Research. Newsletter*. 12 (3) : 26.

KONATÉ G., TRAORÉ O., COULIBALY M. M., 1997. Characterization of rice yellow mottle virus isolated in Sudano-Saharan areas. *Archives of. Virology*, 142, 1117-1124.

OKIOMA S. N. M., SARKARUNG S., 1983. Screening rice varieties for resistance to rice yellow mottle virus disease. *Tropical. Pest Management*, 29(2), 145-147.

RECKHAUS P. M., ADAMOU I., 1989. Field observations and field research on RYMV in the Republic of Niger. Paper presented at the IRTP-Africa Workshop at ICIPE. Duduville, Kenya, 20-23 March, 1989.

THOTTAPPILLY G., ROSSEL H. W., 1993. Evaluation of resistance to Rice yellow mottle virus in *Oryza* species. *Indian. Journal of Virology*, 9 (1), 65-73.

Résumé Le criblage de 270 variétés de riz d'origines diverses vis-à-vis des deux pathogroupes sahéliens du RYMV en condition d'inoculation mécanique artificielle au champ a permis d'identifier parmi les espèces de *Oryza sativa*. Trois variétés d'excellent niveau de tolérance appartenant au type *japonica* pluvial et sept nouvelles variétés à réaction différentielle. Une seule variété appartenant à *Oryza glaberrima* s'est révélée immune aux deux pathogroupes du virus en l'occurrence TOG 5672.

Cette étude de la résistance du riz au RYMV a montré qu'une bonne sélection de variétés résistantes ou tolérantes ne peut pas se limiter à l'évaluation qualitative basée sur l'expression des symptômes. Le taux de stérilité apparaît comme le caractère le plus discriminant pour la résistance. Ainsi, des progrès génétiques peuvent être réalisés dans la sélection pour la résistance ou la tolérance variétale au RYMV en faisant une sélection rigoureuse au stade maturité en prenant en compte le rendement et ses composantes.

Tableau I. Système d'évaluation de la résistance variétale du riz au RYMV à l'IITA (Institut international d'agriculture tropicale).

Score	Résistance	Coloration foliaire	Rabougrissement	Floraison	Sérodiagnostic	
					Agar gel	ELISA
0	I	Vert	Nul	Normal	-	- ou +
1	HR	Vert	Nul	Normal	+	+
3	R	Vert avec des stries chlorotiques clairsemées	Négligeable	Normal	++/+++	+++
5	MR	Vert avec une panachure visible /ou vert pâle	Faible environ 25 %	Normal ou légèrement retardée	+++	+++
7	S	Jaune pâle	Environ 50 %	Retardée et/ou stérilité partielle	+++	+++
9	HS	Jaune, orange ou plants morts	75 %	Pas de floraison ou complètement stérile	+++	+++

R : Résistant ; I : Immune ; HR : Hautement résistant ; MR : modérément résistant ; S : sensible ; HS : Hautement sensible.

Sérodiagnostic : (-) : réaction négative ; (+) : réaction douteuse ; (+) : réaction faible ; (++) : faible mais réaction claire ; (+++) : forte réaction.

Tableau IIa. Évaluation qualitative et quantitative de la résistance variétale du riz au RYMV en champ.

Groupe	Symptômes	Effets de l'infection sur les caractères agromorphologiques (%)									Teneur en virus (µg/g de feuille)		
		T1	H1	Tm	Hm	CSE	Pd 1000G	NG/Pa	TS	PR	12JAI	25JAI	50JAI
1	Coloration verte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Coloration verte ou panachure visible	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54 ± 9,6
3	Vert/stries chlorotiques	7	6	0	7	0	6	8	8	5-10	0	82 ± 21,7	
4	Jaune/nécrose	40	30	20	40	30	20	20	50-80	60-90	92 ± 37		

T1, H1 : tallage et hauteur à 25 jours après inoculation ; Tm, Hm : tallage fertile et hauteur à la maturité ; Pd 1000G : poids de 1000 grains ; NbG/Pa : nombre de grains par panicule ; PR : poids récolte ; CSE : cycle semis-épiaison* ; écart type.

Tableau IIb. Regroupement de 270 variétés par niveau de sensibilité.

Groupes	Variétés
1	TOG 5672
2	TOG 5681*, TOG 7235*, TOG 7291*, TOG 5675*, TOG 5674, TOG 7226, TOG 7238, VL 6*, VL 123(a)*
3	IRAT 104*, Moroberekan, FKR 33
4	TOG 7115, TOG 7116, TOG 7117, TOG 7119, TOG 7187, TOG 7226, TOG 7231, TOG 7248, TOG 7249, TOG 7236, TOG 7238, TOG 7250, TOG 7183, TOG 7188, TOG 7212, TOG 7181, TOG 7182, TOG 7213, TOG 7214, TOG 7215, TOG -2-2-4-3BG 90-2, Bouake 189, Kogoni 91-1, Metica, SIK 16-104-2-14, SIK 19-617-1, SIK 19-617-2, SIK 270-303-3-2, Naputo chenese, IBT 1740, Lac 2, OS 6, CT 19 TOS 4017, TOS 3554, TOS 6454, TOS 6455, TOS 6457, TOS 7125, TOS 7184, TOS 7185, TOS 7186, TOS 7189, TOS 7414, TOS 8033 TOS 13431, TOS 14130, TOS , 15229, TOS 15231, TOS 15232, TOS 15233, TOS 15234, TOS 15235, TOS 15236, TOS 15237, TOS 15239, TOS 15240, TOS 15242, TOS 15243, TOS 15244, TOS 15245, TOS 15246, TOS 15247, TOS 15248, TOS 15249, TOS 16101 TOS 16118, TOS 16119, TOS 16191, TOS 16192, TOS 16193, TOS 16194, Picloutié, Mourou, Gambiaka blanc, Gambiaka S-43s, N'gon, Nioukou, Naikelaka, Tirvilé, Djaboni-oulé, Tjirefini, Dissi oulé, Sokoundé, Gnagourou, Niougourouko, Kessouka, Ouattara, Sampéré, Djaboni-djéma, Bentoubala V-1, Nankournou, Rijeto, Tognès Dodingo (VL 3d), Koungo (48), Kamelekan, Nazie, Tomiela, Sobara, Niofila, Moutegue, KalKan Raaja, Outrou, Goui-Goui, Maroba, VL 144, Diamana, Alkama, VL 147, Gasanganse, Bombele, Pounou-pounou, VL 149, Moui Samba, VL 38, Torko, Zongoutele, Kamelekan Bambele Damantele, Yours, Kalongue, Bombele rouge, Mariame, Maloba, VL 123 (b), Baguera, Kofougoutio, Kokarnifing, Namogo, Bombele Fele, Hormi, Fangwele.

* : Variétés à réaction différentielle ; TOG : Tropical *Oryza glaberrima* ; TOS : Tropical *Oryza sativa* ; VL : Variété locale du Burkina Faso ; TOX : Tropical *Oryza cross* ; Wita : WARDA/IITA (West Africa Rice Development Association/ International Institute of Tropical Agriculture).

Tableau III. Cinétique d'accumulation du RYMV dans les feuilles de riz.

Variétés	Virus ($\mu\text{g/g}$ de feuilles)						GR
	12 JAI		25 JAI		50 JAI		
	RYMV-A	RYMV-B	RYMV-A	RYMV-B	RYMV-A	RYMV-B	
TOG 5672	-	-	-	-	-	-	1
Moroberekan	40	-	60	125	-	-	3,4
IRAT 104	-	90	65	70	-	-	
BG 90-2	70	112	nt	nt	-	-	
Kogoni 91-1	98	100	nt	nt	-	-	
Bouaké 189	100	225	nt	nt	-	-	
Wita 7	70	-	85	150	-	-	
Wita 8	90	30	70	85	-	-	
Wita 9	70	-	140	90	-	-	
Metica	65	-	80	65	-	-	
Mourou	50	65	80	90	-	-	
Naputo chenesse	40	-	50	31	-	-	
N'fite	50	-	65	40	-	-	
TOS 13431	50	-	90	140	-	-	
TOS 16192	31	-	70	90	-	-	
TOS 15249	65	-	50	125	-	-	
TOG 7291	-	-	65	40	-	-	2,3,4
TOG 7235	-	-	60	50	-	-	
TOG 7238	-	-	70	40	-	-	
TOG 7226	-	-	50	50	-	-	
TOS 3554	-	-	50	125	-	-	
TOS 16101	-	-	50	200	-	-	
TOS 8033	-	-	31	40	-	-	
FKR 33	-	-	65	70	-	-	
TOG 5681	-	-	-	-	25	-	2
TOG 5675	-	-	-	-	52	55	
TOG 5674	-	-	-	-	52	40	
VL 123 (a)	-	-	-	-	40	31	

A et B : pathogroupes de RYMV ; JAI : jours après inoculation ; (-) : non détectable ; GR : groupe de résistance.