

Criblage de quelques variétés de riz de Côte d'Ivoire pour la résistance à la panachure jaune du riz : incidence de la maladie sur quelques caractères agronomiques

Nicaise A. AMANCHO¹, Hortense A. DIALLO², Nazaire K. KOUASSI^{1*}, Alphonse BOUET³ & Placide K. N'GUESSAN^{*}

¹ Laboratoire Central de Biotechnologies, CNRA, 01 BP 1740, Abidjan, Côte d'Ivoire

² laboratoire de Biologie et physiologie végétale de l'Université d'Abobo-Adjamé, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

³ Station de recherche de Gagnoa, CNRA, BP 602 Gagnoa, Côte d'Ivoire

* Auteur pour les correspondances (E-mail: kouassinazaire@yahoo.fr ou nazaire.kouassi@cnra.ci)

Reçu le 04-12-2007, accepté le 29-01-2009.

Résumé

La panachure jaune du riz (RYMV) est la maladie virale la plus connue des rizières africaines qui occasionne des pertes économiques importantes en Afrique de l'Ouest. Dans le cadre de la lutte contre cette maladie, trente variétés et cultivars de riz irrigué et pluvial de la collection de l'ADRAO et du CNRA ont été criblées pour leur résistance au RYMV. Onze variétés ont présenté des résistances à 14 jours après inoculation du virus avant que ces résistances ne soient surmontées avec le temps. L'impact de la maladie sur les paramètres agronomiques mesurés est lié à la sévérité des symptômes chez la plupart des variétés. Le rendement en grains a été le paramètre agronomique le plus affecté par la virose (29,5 à 99,50% de perte). Sur la base de la réaction des variétés testées, trois groupes ont été distingués : le premier groupe tolérant, est représenté par le cultivar traditionnel Morobérékan ; le second groupe modérément tolérant est constitué de WITA7, WITA8, WITA10 et du cultivar Zagouaglô ; enfin le troisième groupe, hautement sensible, regroupe les vingt cinq autres variétés.

Mots clés : criblage, *Oryza sp.*, RYMV, résistance, tolérance

Abstract

Screening rice varieties, for Rice yellow mottle virus disease in Côte d'Ivoire: incidence of the disease on some agronomic traits.

Rice Yellow Mottle (RYMV) is the most important viral disease of cultivated rice in Africa with an important economic impact. In order to control the disease, thirty lowland and upland rice varieties and cultivars from the WARDA and CNRA germplasm collections were screened for RYMV resistance. Eleven varieties showed resistances 14 days after inoculation but these resistances were overcome with time. The impact of the disease on agronomic traits depended on symptom severity in most of rice varieties. The impact on yield was the most significant (29.5 to 99.5% yield losses) amongst the agronomic traits studied. Based on the reaction of the rice varieties to RYMV inoculation, three different groups were distinguished. The first group is composed of a tolerant cultivar represented by the traditional cultivar Moroberekan. The second group is composed of moderately tolerant varieties including WITA7, WITA8, WITA10 and the cultivar Zagouaglô. The last group comprises 25 highly susceptible varieties.

Key words: screening, *Oryza sp.*, RYMV, resistant, tolerant

1. Introduction

La panachure jaune du riz (RYMV) est la principale maladie virale des rizières africaines. Elle a été décrite pour la première fois au Kenya en 1970 (Bakker, 1970) et a été par la suite signalée dans 21 pays au Sud du Sahara (Awoderu, 1991 ; Kouassi *et al.*, 2005). Elle constitue actuellement un problème phytosanitaire majeur qui a une incidence considérable sur l'économie des pays d'Afrique. En effet, le riz est la céréale la plus consommée par les populations africaines. En Côte d'Ivoire, la production nationale d'environ 650 000 tonnes de riz blanchi ne représente que 40 à 50% des besoins de consommation nationale de riz (CNRA, 2004), soit un déficit de production estimé à près de 130 milliards de francs CFA. Cette insuffisance de production en Côte d'Ivoire est accentuée par la présence du RYMV qui sévit avec acuité dans toutes les grandes zones rizicoles, notamment dans les bas-fonds et les périmètres irrigués. Les pertes de productions consécutives à l'infection varient de 20 à 100% selon la variété, la souche virale infectante, le stade végétatif de la plante et l'environnement (Rossel *et al.*, 1982 ; Awoderu, 1991).

L'agent pathogène de la maladie est un sobemovirus appelé « virus de la panachure jaune du riz » ou *Rice Yellow Mottle Virus* (RYMV). Cette maladie est transmise dans les rizières par un complexe biologique impliquant les insectes vecteurs, les rongeurs, les plantes hôtes, les résidus de récolte et les systèmes de culture, notamment le système irrigué (Bakker, 1971 ; Abo *et al.*, 2000 ; Sarra *et al.*, 2004). La manifestation de la maladie affecte le développement végétatif de la plante (feuilles couvertes de tâches chlorotiques linéaires, rabougrissement des plants de riz, réduction du tallage, mauvaise sortie des panicules et stérilité des épillets) (Bakker, 1974 ; Awoderu, 1991 ; Raymundo & Buddenhagen, 1976). Avec la diversité des sources d'infection, des vecteurs et des isolats viraux, la lutte génétique reste à l'heure actuelle, la voie la plus prometteuse de lutte contre la panachure jaune du riz. Les travaux

de criblage des variétés pour la résistance au RYMV ont permis d'identifier une résistance partielle à déterminisme polygénique chez le riz pluvial Azucena (*O. sativa* sous espèce japonica) et une résistance élevée, sous le contrôle du gène Rymv1. Ce gène a été cartographié sur le chromosome 4 avec différents allèles chez la variété Gigante (*O. sativa*, sous espèce indica), et quelques accessions d'*Oryza glaberrima* dont Tog5681 (Albar *et al.*, 2006). L'introduction de ces caractères par croisements ou par transgénèse dans les variétés élites telles que Bouaké189 très adoptées par les paysans, pourrait freiner l'expansion de la maladie en Côte d'Ivoire. Aussi, la connaissance de la réaction des cultivars traditionnels et des variétés de riz cultivées de Côte d'Ivoire, à cette maladie jusque là très peu étudiée, peut contribuer à identifier d'autres caractères de résistance qu'on pourrait combiner pour lutter contre cette maladie.

L'objet de cette étude est d'identifier des variétés de riz possédant des résistances partielles ou élevées vis-à-vis du RYMV. Pour ce faire, certaines variétés et cultivars de riz de la collection disponible au Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) et au Centre du Riz pour l'Afrique (ADRAO) ont fait l'objet d'un criblage pour leur résistance au RYMV sur la base des symptômes exprimés et leurs comportements agronomiques.

2. Matériel et méthodes

2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est constitué de 30 génotypes de riz irrigué et pluvial provenant de la collection de CNRA et de l'ADRAO (Tableau 1). La variété Morobérékan (*Oryza sativa*, sous espèce japonica) partiellement résistante au RYMV a été utilisée comme témoin de résistance (Awoderu, 1991). La résistance partielle se caractérise par un retard dans l'expression des symptômes ou une tolérance à l'infection (Ioannidou *et al.*, 2003). Le témoin sensible est représenté par la variété Bouaké189 (*O. sativa* sous espèce indica).

Tableau 1 : Origines et écologies des génotypes de riz testés

Variétés	Origine	Croisements	Vocation culturale
Youkinmin	CNRA	-	Bas-fond
Tangomani	CNRA	-	Bas-fond
Bouaké189	CNRA	-	Bas-fond
Beuguivièlé	CNRA	-	Bas-fond
Ziankagui	CNRA	-	Bas-fond
Yimli	CNRA	-	Bas-fond
Zaguoaglô	CNRA	-	Bas-fond
Sohou	CNRA	-	Bas-fond
Morobérékan	CNRA	-	Pluviale
WAT 316	CNRA	-	-
Bonfani (NERICA)	ADRAO	WAB 56-104 / CG 14	pluviale
WITA 7	ADRAO	TOX891-212-1-201-1-105/ TOX3056-5-1	Bas-fond /Irriguée
WITA 8	ADRAO	TOX891-212-1-201-1-105/ TOX3056-5-1	Bas-fond /Irriguée
WITA 9	ADRAO	IR 2042-178-1/ CT 19	Bas-fond /Irriguée
WITA 10	ADRAO	ITA 235-IR 9828-91-2-3/ CT 19	Bas-fond /Irriguée
WITA12	ADRAO	TOX891-212-1-201-1-105/ TOX3056-5-1	Bas-fond /Irriguée
TOX4340WAT26-3-1-1	ADRAO	IR 2042-178-1/ CT 19/ IR 9828-91-91-2-3	-
TOX3440-47-6-3-1	ADRAO	TOX891-212-1-201-1-105/ TOX3056-5-1	-
TOX3440-90-1-3-2	ADRAO	TOX891-212-1-201-1-105/ TOX3056-5-1	-
TOX3440-99-6-1-2-11	ADRAO	TOX891-212-1-201-1-105/ TOX3056-5-1	-
TOX4341-123-2-1-2-1-4	ADRAO	TOX891-212-1-201-1-105/ TOX3058-20-2	-
TOX3519-2-1-1-2	ADRAO	ITA 3211-42-1/ITA 306	-
TOX3432WAT34-1-2-2-1	ADRAO	ITA 212/ITA 235	-
TOX3432WAT20-1-1-3-1	ADRAO	ITA 212/ITA 235	-
TOX3432WAT43-1-3-3-1	ADRAO	ITA 212/ITA 235	-
TOX3432WAT20-1-3-1	ADRAO	ITA 212/ITA 235	-
TOX3432WAT60-1-2-1-1	ADRAO	ITA 212/ITA 235	-
TOX3435WAT15-1-3-2	ADRAO	-	-
TOX4339WAT44-1-2-2-1	ADRAO	-	-

- : Les informations relatives aux origines génétiques et à l'écosystème cultural n'ont pas été obtenues pour ces variétés de riz

2.2. Culture et inoculation des plants

Les semences de riz ont été mises en pépinière pendant 21 jours. Les plantules issues de la germination ont été repiquées en ligne à raison de 3 plants par poquet, suivant un dispositif de

bloc de Fisher randomisé à 4 répétitions. L'essai a été implanté dans une parcelle irriguée à la station expérimentale CNRA Man. L'écartement est de 20 cm entre les lignes et de 20 cm entre les poquets (20 cm x 20 cm) et le nombre de plants par répétition est de 30 (3 x 10 poquets)

pour chaque variété. Chaque bloc a été divisé en deux sous parcelles comportant chacune les variétés testées. La distance entre deux sous-parcelles successives a été de 50 cm. Les plants d'une sous parcelle ont été inoculés avec une suspension virale, préparée à partir d'un broyat de 60g de feuilles de riz virosées dans 1 litre d'eau distillée. L'inoculation des feuilles a été faite mécaniquement par friction des feuilles avec des grains de sable fin stérilisé. Les plantes de chacune des accessions testées ont reçu la même dose d'inoculum virale. La sous-parcelle non inoculée a servi de témoin de contrôle.

2.3. Evaluation des accessions

Les génotypes de riz ont été évalués sur la base de l'intensité des stries (panachures) observées sur les feuilles à 14 et à 60 jours après inoculation (JAI). L'échelle de notation de la sévérité des symptômes de la panachure jaune (échelle de 1 à 9) de l'IRRI (IRRI, 2002) a été utilisée à cet effet. Cette sévérité des symptômes est fonction de la densité des stries jaunes sur la feuille.

L'impact de la maladie sur les caractéristiques agronomiques, en l'occurrence la hauteur des plants à maturité, la floraison et la production de grains a été aussi évalué. Cette évaluation a été faite par la détermination du pourcentage de réduction sur les paramètres mesurés chez les plants inoculés par rapport aux plants témoins. L'écart entre les dates de floraison des plantes inoculées par rapport à celles non inoculées a été calculé. Le logiciel STATITCF a servi à l'analyse statistique des données. Le test "T" a servi pour la comparaison des moyennes du temps de floraison, tandis qu'une analyse de variances a été effectuée pour les autres paramètres. Le test de NEWMAN KEULS au seuil de 5% a permis de structurer des moyennes.

3. Résultats

3.1. Sévérité des symptômes foliaires

Toutes les variétés de riz testées ont développé les symptômes caractéristiques de la panachure

jaune du riz. L'analyse statistique des résultats relatifs à la sévérité des symptômes sur les feuilles a révélé une différence significative entre les variétés ($p < 0,05$). Les moyennes de sévérité des symptômes enregistrés 14 jours après inoculation sont comprises entre 2,41 et 6,30. Onze variétés dont le cultivar témoin Morobérékan, ont présenté une bonne résistance au RYMV avec des symptômes frustes de la virose (sévérité 3). Les effets sur la teinte foliaire ont été moyens chez les autres variétés (sévérité 5) à l'exception de TOX4332-WAT-20-1-1-3-1 et WITA9 qui présentent des indices de sévérité supérieurs à 5. Les symptômes ont évolué de façon significative entre le 14^e et 60^e JAI avec une sévérité variable selon les génotypes (Tableau 2). Les symptômes enregistrés au 60^e jour après inoculation, indiquent des moyennes de sévérité comprises entre 3,43 et 8,76. Les onze variétés chez lesquelles une résistance a été observée 14 JAI, ont présenté de fortes chloroses à l'exception de Morobérékan dont les symptômes ont varié très peu entre le 14^e et 60^e JAI (de 2,41 à 3,43). En outre, les symptômes sont restés stationnaires chez les variétés WITA10, TOX3440-90-1-3-2 et le cultivar traditionnel Beuguivièlè (Tableau 2). Avec les autres variétés, les symptômes ont connu une évolution plus ou moins importante (sévérité 3 à 9). Cette analyse permet de distinguer quatre groupes de variétés en fonction de leur réaction au RYMV à 60 JAI (Tableau 2) :

- i. Symptômes foliaires très faibles (sévérité 3) : 1 variété résistante (Morobérékan)
- ii. Symptômes foliaires moyens (sévérité 5) : 4 variétés modérément résistantes
- iii. Symptômes foliaires élevés (sévérité 7) : 22 variétés sensibles
- iv. Symptômes foliaires très élevés (sévérité 9) : 3 variétés hautement sensibles

Cependant, une classification effectuée à 14 JAI, permet d'obtenir un effectif plus important de variétés (10) présentant des symptômes très faibles (sévérité 3) donc partiellement résistantes dans ce délai (Tableau 2)

Tableau 2: Moyennes des indices de sévérité de la panachure jaune sur les variétés de riz testées 14 et 60 JAI

Variétés	Indice de Sévérité à 14 JAI	Indice de Sévérité à 60 JAI	Niveau de résistance
Morobérékan	2.41 j	3.43f	R
TOX4340-WAT-26-3-1-1	2.70 j	5.38de	MR
TOX4332-WAT-50-2-3-2-2	2.90 ij	6.65 bcde	S
TOX4332-WAT-20-1-3-1	3.10 hij	6.13 bcd	S
TOX4332-WAT-34-1-2-2-1	3.10 hij	6.53bcde	S
TOX4335-WAT-15-1-3-2	3.25 ghij	6.68 bcde	S
TOX4332-WAT-43-1-3-3-1	3.35 fghij	6.97 abcde	S
TOX3440-99-1-2-1	3.35 fghij	5.22de	MR
TOX4332-WAT-60-1-2-1-1	3.35 fghij	5.75 cde	S
WITA7	3.50 efghij	6.10 bcde	S
WITA8	3.50 efghij	5.45 de	MR
Yimli	3.94 cdefghij	6.00 bcde	S
TOX3441-123-2-1-2-1-4	4.00 bcdefghij	5.80 cde	S
WITA10	4.36 abcdefghij	4.95 e	MR
TOX3519-2-1-1-2	4.55 abcdefgh	7.20 abcd	S
TOX4339-WAT-44-1-2-2-1	4.56 abcdefgh	8.05 ab	HS
Ziankagui	4.80abcdefg	6.30 bcde	S
WITA12	4.91 abcdef	7.72 abc	HS
Beuguiviélé	5.03 abcde	5.61 cde	S
Youkinmi	5.04 abcde	6.56 bcde	S
TOX3440-47-6-2-3-1	5.05 abcde	6.71 bcd	S
TOX3440-90-1-3-2	5.10 abcde	5.60 cde	S
Tangomani	5.20abcd	8.76 a	HS
Bouaké189	5.33 abc	7.32 abcde	S
Sohou	5.40 abc	7.32 abcde	S
Bonfani (Nerica 1)	5.40 abc	7.35 abcde	S
WITA9	5.60 ab	6.82 abcde	S
WAT316	5.71 ab	7.10 abcde	S
Zagouaglô	5.76 ab	7.44 abcd	S
TOX4332-WAT-20-1-1-3-1	6.30 a	7.24 abcd	S
Coefficient de variation CV (%)	15.4	13	
Signification	HS	HS	
Moyenne générale	4.25	6.47	

Les moyennes affectées par les mêmes lettres ne diffèrent pas statistiquement selon le test de NEWMAN-KEULS au seuil de 5%

HS : Hautement significatif

HS : hautement sensible

S : sensible

MR : modérément résistant

R : résistant

JAI : jours après inoculation

3.2. Impact de la maladie sur la floraison des variétés

L'impact de la maladie sur la durée semis-floraison s'est traduit par quatre types de réactions (Tableau 3) :

- i. une absence totale de floraison chez les variétés traditionnelles (3 variétés)
- ii. un taux de floraison inférieur à 50% chez 4 variétés
- iii. un allongement de la durée semis-floraison de 1 à 22 jours chez 15 variétés.
- iv. une absence totale d'effet sur la floraison chez 9 variétés.

Pour les variétés dont la durée de floraison a été allongée, l'analyse statistique des résultats a révélé une différence significative de la durée semis-floraison entre les traitements chez les variétés Zagouaglô et TOX3519-2-1-1-2 ($P < 0,05$). Pour les autres variétés qui ont enregistré plus de 50% de floraison, aucune différence significative n'a été notée entre les plantes infectées et les plantes non infectées. On observe cependant, chez cette dernière catégorie, des différences relatives de la durée de floraison atteignant une à trois semaines pour certaines variétés.

Tableau 3 : Impact de la maladie sur la floraison des variétés de riz inoculées.

Variétés	Durée moyenne du cycle semis-floraison des plants en jour			Test t		Réactions
	Sous-parcelle non inoculée	Sous-parcelles inoculées	Ecart entre traitements	T	Prob	
Tangomani	132	-	-	-	-	Absence de floraison
Ziankagui	124	-	-	-	-	
Youkinmin	128	-	-	-	-	
TOX3440-47-6-3-1	109	+/-	-	-	-	Taux de floraison inférieur à 50%
WITA 12	94	+/-	-	-	-	
Yimli	125	+/-	-	-	-	
Sohou	116	+/-	-	-	-	
TOX3440-90-1-3-2	107	116	9	- 1,15	0,29	
TOX3440-99-6-1-2-11	94	96	2	- 0,33	0,75	
TOX4341-123-2-1-2-1-4	107	114	7	- 0,74	0,48	
TOX3519-2-1-1-2	107	114	7	- 2,53	0,045	
TOX3432WAT60-1-2-1-1	80	81	1	- 0,71	0,67	
WITA 10	97	101	4	- 0,81	0,45	
WITA 7	99	107	8	- 0,85	0,41	
WITA 8	90	91	1	- 1,21	0,27	
WITA 9	82	86	4	- 2,24	0,065	
WAT 316	86	99	13	- 1,53	0,18	
Bouaké189	90	98	8	- 0,86	0,42	
Bonfani (Nerica1)	81	83	2	- 1,75	0,13	
Zagouaglô	106	128	22	- 5,40	0,0017	
Beuguiviélé	125	134	9	- 1,17	0,29	
Morobérékan	100	100	0	0,00	1,0	
TOX3432WAT20-1-1-3-1	80	80	0	1,22	0,50	
TOX3432WAT20-1-3-1	80	80	0	0,00	0,27	
TOX3432WAT34-1-2-2-1	80	80	0	- 1,17	1,0	
TOX3432WAT43-1-3-3-1	83	83	0	- 1,26	0,29	
TOX3432WAT50-2-3-2-1	81	81	0	- 0,50	0,25	
TOX3435WAT15-1-3-2	80	80	0	0,00	1,0	
TOX4339WAT44-1-2-2-1	79	79	0	0,00	1,0	
TOX4340WAT26-3-1-1	98	98	0	- 0,48	0,65	

Seuil $\alpha = 0,05$

Test t : test de Student; prob : probabilité

- : absence de floraison, Cela n'a permis la réalisation du test "t" de comparaison des moyennes.

+/- : La floraison a été très faible voire absente pour certaines répétitions. Dans la plupart des parcelles inoculées, la floraison n'a pas été homogène et moins de 50% des plants ont fleuri.

3.3. Impact de la maladie sur la hauteur des plants

L'impact de la maladie sur la hauteur des plants a été déterminé à la maturité. La maladie a provoqué une réduction de la hauteur des plants allant de 17% à 58% (tableau 4 & 5). L'analyse statistique des résultats relatifs à l'impact du RYMV sur la croissance a révélé une différence significative entre les variétés (tableau 4). L'impact de la maladie sur la croissance (rabougrissement) est lié à la sévérité des symptômes chez certaines variétés tandis que chez d'autres aucun lien ne peut être établi. A

titre d'exemple, la variété Morobérékan de sévérité 3, a présenté une faible réduction de la hauteur (17%). Les variétés WITA8; WITA10; WITA7 et Zagouaglô de sévérité 5 à 7 ont enregistré une réduction de la hauteur allant de 25% à 58%). Chez les variétés WITA12, Bonfani et Bouaké189 qui ont présenté des symptômes sévères de la maladie (sévérité 7 à 9), la réduction de la hauteur des plantes enregistrée s'évalue également entre 25 et 58% (tableau 5). Sur la base de ces deux paramètres retenus, la variété Morobérékan est la seule variété qui présente à la fois un faible indice de sévérité et une faible réduction de hauteur des plants.

3.4. Impact de la maladie sur la production

L'impact de la maladie sur la production de grains se traduit dans l'ensemble par une diminution de la production allant de 29,50 à 100% (tableau 4). L'analyse statistique des résultats a montré une différence significative entre les variétés (Tableau 4). Cette diminution est liée à la sévérité des symptômes chez la plupart des variétés. Les variétés traditionnelles Sohou, Youkinmin, Ziankagui et Tangomani, de même que les variétés améliorées TOX4329WAT20-1-1-3-1, WITA9 et le témoin de sensibilité Bouaké189 ont enregistré les plus fortes réductions de rendement en grains. Chez ces variétés, les pourcentages de pertes varient de 98 à 100%. Le taux de réduction de la production le plus faible a été obtenu avec la variété Morobérékan (29,50%). Avec les autres variétés les pertes de production varient de 60 à 85%. Ainsi, en considérant le couple sévérité de

symptômes/production, trois groupes de variétés ont été identifiés (tableau 5) le premier groupe qui est composé de variétés chez lesquelles l'indice de sévérité des symptômes est 3 et le pourcentage de réduction de 29,5%, est considéré comme tolérant. C'est le cas de la variété Morobérékan ; le second groupe est composé de WITA8, WITA10, WITA7 et Zagouaglo avec une sévérité de 5-7 et une réduction de la production de 60-85%. Enfin, les autres variétés chez lesquelles la sévérité est supérieure à 7 et dont la perte de production est supérieure à 85%. En définitive, en ayant pour objectif la production qui est un paramètre agronomique important et la sévérité des symptômes comme indicateur d'infection, trois groupes de variétés se sont distingués (tableau 5). Le premier groupe, tolérant, est représenté par Morobérékan. Le second groupe, modérément tolérant, est composé de WITA7, WITA8, WITA10 et Zagouaglo. Le troisième groupe, hautement sensible, est composé des 25 autres variétés (tableau 5)

Tableau 4 : Impact de la maladie sur la hauteur et la production de grains des variétés inoculées

Variétés	% réduction de hauteur des plants	% réduction de la production
Youkinmin	58 a	100a
Tangomani	56 ab	95,20 ab
Bouaké189	53,34 ab	99,50 abc
Beuguiviélé	53,34 abc	95,20 abc
WITA12	50,5 abcd	94,50 abc
WITA 12	50,5 abcd	94,50 abc
Ziankagui	48,10 abcde	100 a
WITA 9	45 abcde	98,10 ab
TOX3440-47-6-3-1	45 abcde	95 abc
Bonfani (NERICA)	45 abcdef	91,30 abc
Yimli	44,04 abcdef	92,30abc
Sohou	44 abcdef	100 a
TOX3519-2-1-1-2	43 abcdef	94,42 abc
TOX3440-90-1-3-2	41 abcdef	93,16 abc
WITA 10	40 abcdef	80,10 cd
WAT 316	34 bcdef	97 abc
TOX3432WAT43-1-3-3-1	34 bcdef	96 abc
TOX4341-123-2-1-2-1-4	33,52 bcdef	91,51 abc
TOX3432WAT20-1-1-3-1	32,25 cdefg	98,32 ab
TOX4339WAT44-1-2-2-1	32,10 cdefg	90,64 abc
TOX4340WAT26-3-1-1	31,30 defg	93,20 abc
Zaguoaglô	31,06 cdef	81 bcd
WITA 7	30,10 defg	84,20 abcd
TOX3435WAT15-1-3-2	28,11 defg	91abc
TOX3432WAT34-1-2-2-1	28 defg	92 abc
TOX3440-99-6-1-2-11	28 defg	94 abc
WITA 8	26,27 efg	60 d
TOX3432WAT20-1-3-1	26 efg	92 abc
TOX3432WAT60-1-2-1-1	24,15 fg	85,51abcd
Morobérékan	17 g	29,50 e
CV (%)	24,0	8,0
Signification	HS	HS
Moyenne générale	37,13	89,97

Les moyennes affectées par les mêmes lettres ne diffèrent pas statistiquement selon le test de NEWMAN-KEULS au seuil de 5%

HS : Hautement significatif

Tableau 5 : Répartition des variétés de riz testées en fonction des différents paramètres analysés.

Variétés	Paramètres analysés				Niveau de résistance
	Sévérité des symptômes	Floraison	%réduction de hauteur	% réduction de la production	
Morobérékan	3	Normale	17%	29.5%	T
WITA8; WITA10 ; WITA7, Zagouaglô	5 - 7	Retardée	25 - 58%	60 - 85%	MT
TOX3440-90-1-3-1 TOX3432WAT20-1-1-3-1 TOX3432WAT20-1-3-1 TOX3432WAT34-1-2-2-1 TOX3432WAT43-1-3-3-1 TOX3432WAT50-2-3-2-1 TOX3435WAT15-1-3-2 TOX4339WAT44-1-2-2-1	7 - 9	Normale	25 - 58%	85 - 100%	HS
Bouaké189; Bonfani; TOX3440-99-6-1-2-11; TOX4340WAT26-3-1-1, TOX4340WAT26-3-1-1; TOX4341-123-2-1-2-1-4 TOX3519-2-1-1-2; WAT 316 TOX3440-99-1-2-1; Zagouaglô Beuguiviélé; TOX3440-90-1-3-2 TOX4332WAT60-1-2-1-1; WITA9	7 - 9	Retardée	25 - 58%	85 - 100%	HS
TOX3440-47-6-2-3-1 Sohou; Yimli; WITA12	7 - 9	Partielle	25 - 58%	85 - 100%	HS
Youkinmin ; Ziankagui ;Tangomani	7 - 9	Inhibée	25 - 58%	85 - 100%	HS

T : tolérant ; MT: Modérément tolérant; HS: Hautement Sensible

4. Discussion

Toutes les variétés testées au cours de ce travail ont développé des symptômes caractéristiques de la panachure jaune du riz après inoculation par le virus. Cependant, le comportement des variétés vis-à-vis du RYMV varie selon les variétés et le paramètre considéré. Sur la base des symptômes foliaires exprimés, des groupes de variétés avec différents niveaux de sensibilité au RYMV ont été distingués. Un groupe composé de onze variétés a présenté des symptômes frustes de la virose (sévérité 3) à 14 JAI. Ce groupe était composé du cultivar traditionnel Morobérékan, témoin et dix autres variétés dont huit de la série TOX et deux de la série WITA. Ce retard dans le développement de symptômes prononcés, indique l'existence d'une durée d'au moins 14 jours, chez ces génotypes.

Cependant, à 60 JAI toutes les variétés de ce groupe, excepté Morobérékan ont présenté des symptômes de la panachure jaune des feuilles de riz avec parfois une sévérité plus élevée chez les variétés de la série TOX. L'amplification des symptômes foliaires enregistrés après ce délai est la conséquence du contournement de la résistance partielle. Toutefois, ce retard observé à 14 JAI dans l'expression des symptômes de la virose, constitue un avantage exploitable dans la perspective de la création de variétés à résistances pyramidées. En effet, la tendance actuelle dans la lutte contre le RYMV est la création de variétés cumulant la résistance partielle et la résistance élevée (Albar, 1998 ; Ndjiondjop *et al.*, 1999 ; Albar *et al.*, 2006). Dans ce cas, les onze génotypes classés résistants à 14 JAI peuvent servir de fonds génétiques pour la mise au point de lignées ou de variétés à résistances pyramidées. L'association du gène

rymv1 (résistance élevée) à la résistance partielle observée chez ces onze variétés au cours de ce travail peut être une alternative à la lutte contre la panachure jaune du riz en Côte d'Ivoire. La différence relative dans l'évolution des symptômes chez les variétés TOX et WITA pourraient être liée à une différence entre la puissance des QTLs impliqués dans l'expression de la résistance chez ces groupes variétaux. Le comportement de la variété WITA8 est semblable à celui rapporté dans les mêmes conditions par Konaté *et al.* (1997). La variété Morobérékan a confirmé la résistance antérieurement observée (Sy *et al.*, 2001). Les variétés WAT316 et WITA9, plus ou moins résistantes au RYMV (Issaka, 2000), se sont révélées relativement sensibles dans cette étude. Ces différents résultats pourraient s'expliquer par l'utilisation au cours de nos travaux d'isolats viraux virulents et agressifs d'une part et de la méthode d'inoculation utilisée qui a certainement soumis les variétés de riz à une dose optimale d'inoculum virale d'autre part. L'efficacité de la méthode d'inoculation par friction manuelle des feuilles par rapport aux autres méthodes notamment la méthode d'inoculation à l'aide du ciseau (Bouet *et al.* 2001) fait de la méthode d'inoculation par friction, la plus adoptée pour le criblage de variétés de riz. Les travaux de Sorho *et al.* (2005) sur le déterminisme écologique du contournement de la résistance au RYMV ont révélé que la concentration en inoculum est un facteur clé de l'infection. Il est donc fort probable que tous ces facteurs évoqués aient favorisé chez les variétés testées, une sévérité plus importante comparativement aux travaux antérieurs. Compte tenu du phénomène du contournement des résistances lié à la concentration en inoculum mise en évidence par Sorho (2006), les chances d'obtenir des variétés résistantes sous une très forte pression de sélection par inoculation mécanique (frottement) de la plante entière avec le virus, semblent très réduites. De plus, dans le modèle d'inoculation des plantes par piqûres d'insectes vecteurs en conditions naturelles, il n'est pas évident que tout l'appareil végétatif aérien d'une plante soit piqué par le vecteur de la maladie. Dans ce cas, les variétés qui se sont montrées tolérantes et moyennement tolérantes avec ce mode d'inoculation optimal utilisé dans nos travaux, seraient tolérantes dans les conditions naturelles

d'infection et pourraient par conséquent être utilisées pour la lutte génétique. La mise au point d'une méthode d'inoculation artificielle, proche du modèle naturel (insectes vecteurs) est nécessaire pour un meilleur criblage de variétés.

La variété de riz pluvial NERICA1 ou Bonfani, présumée résistante à la plupart des principales maladies du riz en Afrique (ADRAO, 2000), s'est révélée hautement sensible au RYMV au cours de nos travaux. En plus des facteurs précédemment évoqués (agressivité de l'isolat, doses et méthodes d'inoculation), cette grande sensibilité pourrait aussi dépendre d'une part, du changement d'écosystème cultural (du plateau au bas-fond) et d'autre part d'un facteur de sensibilité au virus, probablement apporté par l'un des parents de cette nouvelle variété. Une étude comparative du profil de réactions de cette variété NERICA1 en système bas-fond et de plateau est nécessaire. Cela permettra d'apprécier l'effet de l'environnement sur l'expression de la résistance pour être définitivement situé sur son comportement vis à vis des isolats utilisés dans nos travaux. La sensibilité des cultivars traditionnels suite à l'inoculation, démontre une fois de plus que la panachure jaune du riz est une grande menace pour la riziculture en Côte d'Ivoire et en Afrique.

L'impact de la maladie sur la croissance et le développement est lié à la sévérité des symptômes chez certaines variétés, tandis que chez d'autres, il varie selon le paramètre considéré. Ces observations démontrent que la sévérité des symptômes sur les feuilles n'est pas toujours un critère déterminant dans l'évaluation des variétés vis à vis du RYMV comme l'a aussi constaté Issaka (2000). Toutefois, il demeure un outil précieux de diagnostic de la maladie. Cette sévérité des symptômes sur les feuilles devrait selon N'Guessan *et al.* (2001) être associée aux pertes de production et au développement végétatif anormal des plantes, pour la caractérisation pathogénique des isolats et pour l'évaluation de la sensibilité des variétés au RYMV. En ce qui concerne les paramètres comme la floraison, la hauteur et le poids des graines, les résultats obtenus avec la variété Morobérékan sont en accord avec ceux obtenus dans les travaux antérieurs (Sy *et al.*, 2001 ; Onasanya *et al.*, 2004) et confirme que cette variété est tolérante au

RYMV. L'effet de l'inoculum viral sur ce témoin de résistance est le même que celui observé avec l'isolat KGO-24 de Korhogo (Onasanya *et al.*, 2004) tandis qu'il est différent de ceux de 11 autres isolats utilisés par ces mêmes auteurs. Les taux de réduction enregistrés ont été de 29,5 et 31,7% respectivement pour l'inoculum utilisé dans notre étude et pour l'isolat KGO-24. Chez les 11 autres isolats, les pertes de production ont varié de 33,7 à 56% confirmant ainsi la diversité pathogénique du RYMV. En ce qui concerne le témoin sensible Bouaké 189, les taux de réduction de la hauteur et de la production de grains sont semblables à ceux rapportés par Sy *et al.* (2001). Ces taux ont été de 45% et 95,2% respectivement pour la hauteur et la production au cours des travaux antérieurs (Sy *et al.*, 2001), tandis qu'ils sont de 53,34% et 99,50% dans notre cas. Les pertes enregistrées sur la composante production, confirment l'impact du RYMV sur le rendement des variétés sensibles, partiellement résistantes et résistantes rapporté par des travaux antérieurs (N'Guessan *et al.*, 2001). L'effet de l'inoculation artificielle du RYMV s'est traduit par l'inhibition totale ou partielle et le retard plus ou moins prononcé de la floraison des variétés infectées. Ceci indique d'une part que le RYMV affecte de façon significative la phase de reproduction des variétés testées, et d'autre part, qu'il est l'un des facteurs responsables des pertes de production en riziculture de bas-fond.

5. Conclusion

Le travail réalisé, a permis d'évaluer le comportement symptomatique de quelques génotypes de riz de la collection de la Côte d'Ivoire vis-à-vis du RYMV et l'impact des infections sur certaines caractéristiques agronomiques. L'effet de cette virose a été plus accentué sur la production de grains parmi les paramètres étudiés. L'ampleur des pertes enregistrés pourrait être l'effet d'un isolat très agressif utilisé dans la préparation de l'inoculum. En considérant le rendement comme principal paramètre agronomique et la sévérité des symptômes comme indicateur d'infection, trois groupes de variétés ont été distingués. La variété Morobérékan en confirmant sa tolérance constitue le premier groupe. Les variétés WITA7, WITA8, WITA10 et Zagouaglô modérément tolérantes forment le deuxième groupe. Le dernier groupe comprenant le reste des variétés testées,

se caractérise par sa très grande sensibilité à la maladie. Par ailleurs, onze variétés de riz ont présenté une résistance partielle au moins 14 jours après l'inoculation mais celle-ci a été contournée avec le temps. Dans la lutte contre la panachure jaune du riz, les variétés à résistance partielle ou tolérantes mises en évidence dans cette étude, pourraient être utilisées dans une stratégie de pyramidage des caractères de résistance associant des gènes de résistance élevée et partielle. Cette nouvelle approche de lutte exige de disposer d'une grande diversité de gènes de résistance au RYMV devant permettre différentes combinaisons. Il est donc nécessaire d'intensifier le criblage de génotypes de riz non seulement dans la collection du CNRA mais aussi dans d'autres germoplasmes.

Hommage et remerciements

Nous tenons à rendre un vibrant hommage à notre regretté maître de stage, collègue et ami, N'Guessan K. Placide, chef de programme riz du CNRA, co-auteur de cet article, emporté par la guerre à Man (Côte d'Ivoire) en 2002, alors qu'il tentait de fuir la zone de combat. Que son épouse Françoise et sa fille Victoire, trouvent ici l'expression de notre compassion et de notre disponibilité. Les auteurs remercient Dr Denis Fargette de l'IRD Montpellier pour ses critiques et suggestions dans l'amélioration de ce manuscrit.

Références citées

- Abo M, Alegbejo M, Sy A & Misari S., 2000. An overview of the mode of transmission, host plants and methods of detection of rice yellow mottle virus. *J Sustain Agric* : 17:19-36.
- ADRAO, 2000. Rapport annuel. Bouaké, ADRAO. 83 pp.
- Albar L., 1998. *Etude des bases génétiques de la résistance partielle du riz au virus de la panachure jaune du riz (RYMV). Cartographie moléculaire et relation avec la diversité génétique.* Thèse Doctorat, Université de Paris XI. 187 p.
- Albar L., Bangratz-Reyser M., Hebrard E., Ndjondjop M.N., Jones M. & Ghesquière A., 2006. Mutations in the elf(iso)4G translation initiation factor confer high resistance of rice to rice yellow mottle virus. *The Plant Journal*: 47: 417– 426.

- Awoderu, V.A., 1991. Rice yellow mottle virus situation in West Africa. *J Basic Micro biol*: **31** : 91-99.
- Bakker W., 1970. Rice Yellow Mottle Virus a mechanically transmissible virus in Kenya. *Neth J Plant Pathol*: **76**: 53-63.
- Bakker W., 1971. Three new beetle vectors of rice yellow virus in Kenya. *Neth J Plant pathol*: **77**: 201-206.
- Bakker W., 1974. Characterization and ecological aspects of rice yellow mottle virus in Kenya. PhD Thesis, Agricultural University, Wageningen, the Netherlands, 152 pp.
- Bouet A., Yobouet N. & M. Vales. 2001. Méthodes d'inoculation pour le criblage variétal de la résistance du riz (*Oryza sativa L.*) à la panachure jaune ou RYMV (Rice Yellow Mottle virus) In : Sy A.A., Hughes J. and A. Diallo (Eds.). Rice Yellow mottle virus (RYMV), Economic Importance, Diagnosis and Management Strategies: pp 93 – 99.
- CNRA, 2004. Le CNRA en 2004, Rapport annuel d'activités. Abidjan, CNRA, 60 pp.
- Fargette D., Pinel A., Traoré O., Ghesquière A., & Konaté G., 2002. Emergence of resistance-breaking isolates of rice yellow mottle virus during serial inoculations. *Eur. J. Plant Pathol* : **108** : 585-591.
- Ioannidou D., Pinel A., Brugidou C., Albar L., Ahmadi N., Ghesquiere A., Nicole M. & Fargette D., 2003. Characterisation of the effects of a major QTL of the partial resistance to Rice yellow mottle virus using a near-isogenic-line approach. *Physiol and Mol Plant Pathol* : **63** : 213–221.
- Issaka S., 2000. *Essai de criblage de variétés de riz pour la résistance à la panachure jaune du riz*. DEA Physiologie végétale, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 44 pp.
- IRRI, 2002. Standard Evaluation System (SES) for rice: International Rice Research Institute. IRRI, 13 pp.
- Konate G., Traore O. & Coulibaly M., 1997. Characterization of rice yellow mottle virus isolates in Sudano-Sahelian areas. *Arch Virol*: **42** : 1117-1124.
- Kouassi, N.K, N'guessan, P., Albar L., Brugidou C., & Fauquet, C.M., 2005. Distribution and characterization of Rice Yellow Mottle Virus: A Threat to African farmers. *Plant Dis* : **89** : 124-133.
- N'Guessan P., Pinel A., Sy A. A., Ghesquière A. & Fargette D., 2001. Distribution, pathogenicity, and interactions of two strains of rice yellow mottle virus in Forested and savanna zones of west Africa. *Plant Dis* : **85** (1): 59-64.
- Onasanya, A., Sere, Y., Nwilene, F., Abo, M.E. & Akator K., 2004. Reactions and resistance status of differential rice genotypes to rice yellow mottle virus, genus Sobemovirus in Cote d'Ivoire. *Asian J Plant Sci*: **3** (6) : 718-723.
- Raymundo, S. A., & Buddenhagen, I. W. 1976. A rice disease in West Africa. *Int. Rice Com. Newsletter*.29: 51 - 53.
- Rossel H., Thottapilly G. & Buddenhagen I., 1982. Occurrence of rice yellow mottle in two important rice growing areas of Nigeria. *FAO Plant Prot Bull*: **30**: 137-139.
- Sorho F., Pinel A., Traoré A., Bersoult A., Ghesquiere A., Herbrad E., Konaté G., Seré Y. & Fargette D., 2005. Durability of natural and transgenic resistances in rice to Rice yellow mottle virus. *Eur. J. Plant Pathol* **112**: 349 – 359.
- Sy A.A., Adam A., Akator K. & Kamelan Z., 2001. Impact du virus de la panachure jaune du riz (RYMV) sur la morphologie et les composantes du rendement sous conditions semi-artificielles. : . In : La panachure jaune du riz importance économique, diagnostic et stratégies de gestion Sy A.A, Hughes J & Diallo A., eds. Actes du premier symposium sur la panachure jaune du riz *M'bé*, 18-22 septembre 1995. Bouaké, Côte d'Ivoire, pp. 64-73.