



# Évaluation du niveau de sensibilité et de résistance des variétés de riz différentielles d’AfricaRice à huit isolats de la panachure jaune du riz (RYMV) de Gagnoa (Côte d’Ivoire)

Dago Faustin SOKO<sup>1</sup>, Laopé Ambroise Casimir SIENE<sup>2</sup>, Valère KOTCHI<sup>1</sup>, Seu Jonathan GOGBEU<sup>1</sup>, Yacouba SERE<sup>3</sup>, Séverin AKE<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Université Jean Lorougnon Guédé, Laboratoire de Physiologie et de Pathologie Végétale, BP 150 Daloa, Côte d’Ivoire

<sup>2</sup>Université Peleforo Gon Coulibaly, UFR des Sciences Biologiques, Département de Biologie Végétale BP 1328 Korbogo, Côte d’Ivoire

<sup>3</sup>Centre du Riz pour l’Afrique (AfricaRice), 01 BP 2551 Bouaké 01, Côte d’Ivoire

<sup>4</sup>Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody, Laboratoire de Physiologie Végétale, 22 BP 552 Abidjan 22, Côte d’Ivoire

Corresponding author: Dago Faustin SOKO, [fsoko2000@yahoo.com](mailto:fsoko2000@yahoo.com)/ (225)47618785

**Mots clés :** cultivars de riz, RYMV, sensibilité, isolats

**Keys words:** rice cultivar, RYMV, susceptibility, isolates

---

## 1 RESUME

La réponse des variétés différentielles d’AfricaRice à huit isolats du RYMV a été évaluée dans un dispositif en split plot à la station de recherche d’AfricaRice. Les feuilles présentant les symptômes du RYMV ont été échantillonnées et broyées à raison de 60g de feuille pour 1000 ml d’eau distillée dans un mortier préalablement nettoyé à l’alcool. L’inoculation a consisté à frotter à l’aide des doigts trempés dans l’inoculum les dernières feuilles dégainées de chaque talle. Le niveau de résistance de chaque variété a été évalué sur la base de la sévérité de la chlorose foliaire et l’accumulation du virus dans les différents cultivars de riz. Une variabilité importante a été observée dans la réaction des différents cultivars de riz aux différents isolats de RYMV. La sévérité de la chlorose a varié de 1 à 7 selon les isolats. L’isolat Gagnoa plateau (iso7) a induit des symptômes très faibles (3 à 5) sur les cultivars sensibles. Les cultivars de riz Bouake 189, PNA647F456 et H232-44-1-1 ont été très sensible à tous les isolats, avec un contenu en virus très élevé. Les cultivars Gigante, Morobérékan, Faro 11 et IR47686-15-1-1 sont résistants à tous les isolats et multiplient faiblement le virus. La diversité des réponses au sein d’un cultivar montre l’existence de plusieurs souches du RYMV dans les différentes localités rizicoles de Gagnoa. Le criblage de variétés à plusieurs souches de RYMV permettra d’identifier des sources de résistance durable dans un contexte d’affiner les programmes de sélection de variétés résistantes aux RYMV.



**Assessment of the susceptibility and resistance of Africarice differential varieties infected by eight isolates of Rice Yellow Mottle Virus (RYMV) from Gagnoa (Côte d'Ivoire)**

**ABSTRACT**

The response of AfricaRice differential varieties was assessed with eight isolates of rice yellow mottle virus (RYMV) in a split plot design at AfricaRice research center. The inoculum was prepared by grinding 60 g of rice yellow mottle virus infected leaves with 1000 ml of distilled water in a mortar washed with alcohol. The plants were inoculated manually by rubbing the leaves from the leaf base to the tip with fingers moistened with inoculum. The level of resistance of each variety was assessed based on the severity of leaves chlorosis and virus content in the different rice cultivars. An important variability was observed in the reaction of the different genotypes of rice to the different isolates of RYMV. The severity of the chlorosis varies from 1 to 7 according to the isolates. Gagnoa isolate (iso7) was responsible for very weak symptoms (3 to 5) on the susceptible cultivars. The rice cultivars Bouake 189, PNA647F4-56 et H232-44-1-1 were susceptible to all isolates with an important virus content. The cultivars Gigante, Morobérékan, Faro 11 and IR47686-15-1-1 were resistant to all isolates with low virus content. The significant differential interaction observed between the different genotypes of rice and the different isolates of the virus suggested the existence of different strains of the RYMV within a restrictive environment. Varietal breeding program could take into accounts this information for the deployment of RYMV resistance genotypes to different rice ecologies in Gagnoa.

**2 INTRODUCTION**

Le riz est l'aliment de base de plus de la moitié de la population mondiale. Il occupe la deuxième place après le maïs, et est cultivé sur près de 150 Mha. Ces dernières années, la production a atteint 654,1 Mt (Anonyme 1, 2009). Les pays d'Asie restent les principaux exportateurs de riz dans le monde. En Afrique, le rendement moyen atteint 1784 kg/ha, contre 4068 en Asie. La consommation s'accroît de près de 2 % par an, du fait de l'augmentation rapide de la population. L'augmentation de la production est aussi rendue faible à cause des contraintes biotiques et abiotiques. Près de 3 Mt sont importées chaque année. Pour couvrir les besoins des populations, un vaste programme d'intensification de sa culture a été entrepris dans la plupart des pays africains, avec l'aide des partenaires au développement telles la BIRD (Banque Internationale de Reconstruction et de Développement) et la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture), à travers les innovations apportées

dans le système de production (riziculture irriguée, utilisation d'engrais minéraux et introduction de variétés de riz améliorées (Anonyme 1, 2009). L'introduction de variétés améliorées, mais sensibles, a favorisé l'émergence de nombreuses maladies virales, bactériennes et fongiques. Parmi ces maladies, celle causée par le virus de la panachure jaune du riz (RYMV) semble être la principale affection phytopathogène, sous écosystème irrigué, en zone tropicale humide et en zone sahélienne. La maladie a été identifiée pour la première fois en 1966, au Kenya (Bakker, 1970 ; Banwo, 2003). L'explosion épidémique des années 1990 a fait prendre conscience de la menace que la maladie pouvait faire peser sur la riziculture ouest africaine. La maladie se caractérise par un jaunissement des feuilles (figure 1). Les pertes causées par la maladie sont très importantes, notamment, chez les variétés de riz sensibles inoculées précocement (Bakker, 1974 ; Banwo *et al.*, 2004; Soko, 2010; Ochola et Tusiime, 2011b).



Figure 1 : Symptômes du RYMV sur le riz

Les pertes de rendement, en condition irriguée, des régions sahéennes et des zones tropicales humides ont varié de 58 à 68 % au Niger (Reckhauss et Adamou, 1986), et 64 à 100 % au Mali (Sy *et al.*, 1994) suite à une mauvaise insertion paniculaire et une décoloration des grains (Gnanamanickam, 2009). La maladie est transmise par des insectes du genre *Chrysomelidea* (Nwilène *et al.*, 2009 ; Onasanya *et al.*, 2012). Le virus colonise tous les écosystèmes rizicoles de l'Afrique, avec d'importantes pertes de production (Onwughalu *et al.*, 2011). Différents sérotypes (Séré *et al.*, 2007) et pathotypes (Onasanya *et al.*, 2006 ; Amancho *et al.*, 2009 ; Ochola et Tusiime, 2011a ; Issaka, 2012) ont été identifiés. Les méthodes de lutte

préconisées contre ce fléau impliquent la gestion des insectes vecteurs, l'élimination des hôtes alternatifs, des pratiques culturales appropriées. La recherche de variétés résistantes au RYMV a constitué le point focal de la lutte contre la maladie. Divers travaux de criblage variétal entreprise ont indiqué que des sources de résistance existent dans le groupe japonica de l'espèce *Oryza sativa*, et chez l'espèce *Oryza glaberrima* (Raymundo et Konthey, 1980 ; Okioma et Sarkarung, 1983b ; Thottappilly et Rossel, 1993 ; Albar *et al.* 2006 ; Thiémélé *et al.*, 2010). L'espèce *O. sativa* comporte plusieurs variétés, qui expriment des réponses variables à l'infection du RYMV. Parmi ces variétés, Gigante (*O. sativa indica*) offre une résistance élevée, de même que la variété Tog5681 (*O. glaberrima*). Des études récentes mentionnent l'existence de trois souches de virulences différentes (Nicolas *et al.*, 1993). Une souche de très faible virulence originaire de Madagascar qui infecte surtout les variétés sensibles. Une souche moyennement virulente originaire du Mali et de la Guinée. Une souche très virulente originaire du Burkina Faso qui est capable de briser la résistance de la variété TOX 3219 considérée comme hautement résistante. Une forte pression du RYMV a été constatée dans plusieurs localités rizicoles de la Côte d'Ivoire (Onasanya *et al.*, 2004). Parmi les régions rizicoles de la Côte d'Ivoire, celles de Gagnoa connaissent une forte pression de la maladie. L'objectif de ce travail est d'évaluer le niveau de résistance des variétés de la gamme différentielle d'AfricaRice aux isolats de RYMV collectés dans la localité de Gagnoa.

### 3 MATERIEL ET METHODES

**3.1 Matériel végétal :** Le matériel végétal est constitué de dix variétés de riz de la gamme différentielle d'AfricaRice (Tableau1).

**3.2** Le matériel viral est constitué de huit isolats du virus de la panachure jaune du riz ont été collectés, dont sept proviennent de Gagnoa (Région du GOH), et un isolat servant de témoin à Odienné (Région du Kabadougou) (Tableau 2).

#### 3.3 Méthodes

**3.3.1** Mise en place et transplantation de la pépinière : Le dispositif expérimental a été un split plot à trois répétitions, dans lequel les parcelles principales sont attribuées aux isolats de RYMV. Chaque variété a été repiquée sur une ligne, en six poquets, dont deux ont servi de témoins non inoculés. Les écartements entre les répétitions ont été de 50 cm, 40 cm entre les parcelles, à l'intérieur de chaque répétition, 10 cm entre les variétés, sur les lignes et entre les lignes,



et, enfin, 30 cm entre poquets inoculés et non inoculés, pour éviter d'éventuelles contaminations. Un apport de fertilisant (N.P.K et Urée) a été effectué. Le N.P.K (10-18-18), a été appliqué au repiquage, à 120 kg/ha. De l'urée a

été apportée, respectivement, les 20° (début tallage) et 40° (à la montaison) jour après transplantation, à la dose de 50 kg/ha. L'eau a été régulièrement apportée dans la serre grâce, à un système d'irrigation.

**Tableau 1 :** Caractéristiques des différentes variétés de riz utilisées dans nos essais

N°	Variétés	Réaction variétale	Origine
1	IR47686-15-1-1	Résistante	IRRI
2	H234-18-1-1-1	Positif à l'Elisa	ARGENTINE
3	ITA235	Résistante/sensible	IITA/NIGERIA
4	PNA647F4-56	Résistante/sensible	PEROU
5	BOUAKE189	Sensible	COTE D'IVOIRE
6	H232-44-1-1	Sensible	ARGENTINE
7	FARO11	Résistante/sensible	NIGERIA/ZAIRE
8	GIGANTE (tete)	Résistante	ASIE
9	LAC23	Résistante/sensible	LIBERIA
10	MOROBÉRÉKAN	Résistante/sensible	COTE D'IVOIRE

**Tableau 2 :** Caractéristiques des isolats du RYMV

code	Isolats	Zone d'échantillonnage	Hôtes
SP	Iso1	Site clé prolongement	Sacciolepis africana
RM	Iso 2	Route Mahiboua	riz
SE	Iso 3	Site clé extension	riz
RA	Iso 4	Route d'Abidjan	riz
CI	Iso 5	Cnra ex Idessa	riz
AF	Iso 6	Afridoukou	riz
GP	Iso 7	Gagnoa plateau	riz
OD	Iso 8	Odienné	riz

**3.3.2 Production de Pinoculum viral et infection des plantes :** Les différents isolats ont été rénovés sur la variété sensible Bouaké 189. Les plantes infectées ont été coupées 28 j après infection, puis broyées, à raison de 60 g de feuilles pour 1000 ml d'eau distillée. Du carborundum, préparé à 2 ‰, a été ajouté à l'extrait brut, pour favoriser la pénétration du virus. L'inoculation a concerné la dernière feuille dégainée de chaque talle principale.

**3.3.3 Détermination des paramètres :** L'évaluation de la sensibilité et de la résistance des différentes variétés de riz a été faite à partir des données de la chlorose foliaire et la charge

virale déterminée par immunoprécipitation et ELISA.

**3.3.3.1 Chlorose :** L'évaluation de la panachure jaune a été menée de différentes manières dans la littérature. La méthode retenue a été celle préconisée dans le manuel de Standard Evaluation System for Rice (SES) (Anonyme 2, 1996). Cette échelle quantifie l'expression phénotypique de la plante de riz en lui donnant un score défini selon une classe de caractères (Tableau 3). C'est une donnée visuelle qui progresse de manière logarithmique. Les notations des symptômes ont eu lieu à 28 jai .

**Tableau 3.** Échelle de notation (score) de l'évolution de la maladie de la panachure jaune du riz

Note	Teinte foliaire	Nanisme	ELISA
0	Verte	Néant	-
1	Verte	Néant	+/-
3	Verte/tache éparses	Nanisme	+++
5	Verte léger, mosaïque distincte	Léger 25 %	+++
7	Jaune pale	50 %	+++
9	Jaune, oranger, plantes détruites	75 %	+++

### 3.3.3.2 Détection du RYMV en gel d'agarose :

Deux échantillons de feuilles, l'un prélevé au niveau de l'étage foliaire supérieure et l'autre situé au niveau de l'étage foliaire inférieur, correspondant, respectivement, aux feuilles jeunes et âgées, ont été broyés à l'aide d'un broyeur électrique type MECU avec du tampon PBST (Phosphate buffer saline tween). Les feuilles ont été échantillonnées sur les différentes

variétés de riz à 28 jai. Dix ml de chaque broyat ont été déposés dans les puits périphériques et l'anticorps produit à partir de chaque isolat a été déposé dans le puits central. L'anticorps et l'antigène diffusent dans le gel. La présence d'une particule virale dans le broyat est détectée par l'anticorps, se traduisant par l'apparition d'une ligne de précipitation entre le puits central et le puits périphérique (figure 2).



**Figure 2 :** Détection du RYMV par la technique du gel d'agarose

L'anticorps est déposé dans les puits centraux et l'antigène dans les 6 puits périphériques, la présence du virus se traduit par la formation d'un arc de précipité entre les deux puits. L'absence de précipité traduit une absence du virus dans l'échantillon

**3.3.3.3 Détection du RYMV au test IACPELISA :** La détection du RYMV dans les

différents échantillons de feuilles a été faite selon (Clark et Adams 1977) et les pourcentages de plantes infectées ont été déterminés,

### 3.3.4. Traitement statistique des données :

Les traitements statistiques sont basés sur l'analyse de variance, au seuil de 5 % de niveau de confiance de la charge virale, exprimée en densité optique, avec le logiciel IRRISTAT, version 5.1



## 4 RESULTATS

**4.1 Chlorose Foliaire :** Les notes attribuées aux différentes variétés à 28 jai ont varié de 1 à 7 en fonction des isolats (tableau 4). De façon générale, les variétés peuvent être groupées en fonction de leur niveau de résistance et de sensibilité. Le premier groupe concerne les variétés Bouaké 189 et PNA647F4-56. Les scores attribués à ces variétés est de 7. Ces variétés se caractérisent par une sensibilité élevée aux différents isolats du RYMV. Le deuxième groupe est constitué des cultivars H232-44-1-1, Lac 23, Morobérékan, Faro11 et IR47686-15-1-1. Les scores attribués à ces variétés varient de 1 à 5 suivant les isolats. Ces variétés présentent une résistance partielle aux différents isolats. Le troisième groupe constitué du cultivar Gigante qui ne présente aucun symptôme (note 1). Cette variété est hautement résistante vis-à-vis de l'ensemble des isolats.

**4.2 Détection en gel d'agarose :** Le test de double diffusion agarose montre que les variétés Bouaké189 et PNA647F4-56, H23244-1-1 et H232-44-1-1 contiennent toutes le virus. Par contre, les cultivars de riz Lac 23, Morobérékan, Faro11 et IR47686-15-1-1 ne révèlent que la présence de certains isolats (tableau 5). Chez ces variétés, on constate très fréquemment que le virus est absent des feuilles inférieures. Cependant aucun isolat n'a pu être détecté chez la variété Gigante (tete). Le taux de plantes infecté par le RYMV est variable suivant l'isolat. Il varie de 40 % pour l'isolat 8 à 90 % pour l'isolat 5 au niveau des feuilles supérieures (feuille jeune) et de 30 % pour l'isolat 8 à 70 % pour l'isolat 5 au niveau des feuilles inférieures (feuille âgée).

**4.3 Détection du RYMV au test IACPELISA :** L'analyse de variance du contenu en virus indique un effet isolat et variété significatif ainsi que l'interaction variétés et isolats (tableau 6). Les contenus en virus des différentes variétés de riz sont consignés dans le tableau 7. Le test ELISA permet la détection qualitative et quantitative des différents isolats viraux dans les différents échantillons de feuille. Les variétés de riz Bouaké189, PNA647F4-56, H234-18-1-1-1 et H232-44-1-1 identifiées en gel d'agarose comme infectées, le sont au test ELISA avec des charges virales élevées (DO proche du témoin positif). La variété FARO11 inoculée avec l'isolat 1, 2 et 4 ne présentent pas de symptôme visuel. Cependant, le test ELISA atteste qu'elle est infectée. La majorité des variétés qui présentent une faible charge virale au test ELISA ont exhibé des symptômes de sévérité faible. Ces variétés présentent une résistance élevée au RYMV. La réponse d'une variété de riz à l'accumulation virale varie au sein d'une variété en fonction des isolats. Nous pouvons constater que les variétés H234-18-1-1-1 et H232-44-1-1, bien que les symptômes soient faibles, présentent une forte accumulation des antigènes viraux des différents isolats (tableau 7). Ces résultats permettent de dire que les variétés Bouaké 189, PNA647F4-56, H234-18-1-1-1 et H232-44-1-1 accumulent fortement le virus (DO>0,2). Les variétés Lac 23, ITA 235, faro11, Morobérékan et IR47686-15-1-1 accumulent faiblement le virus (DO<0,2). Seule la variété Gigante ne contient aucune particule virale (DO<0,05).



**Tableau 4 :** Niveau de résistance de 10 variétés de riz à 8 isolats du virus de la panachure jaune du riz à 28 JAI

Variétés de riz	Isolats du RYMV															
	ISO1		ISO2		ISO3		ISO4		ISO5		ISO6		ISO7		ISO8	
	sc	Nr	sc	Nr	sc	Nr	sc	Nr	sc	Nr	sc	Nr	sc	Nr	sc	Nr
<b>BOUAKE189</b>	7	S	7	S	7	S	7	S	7	S	7	S	5	Mr	7	S
<b>PNA647F4-56</b>	7	S	7	S	7	S	7	S	7	S	7	S	5	Mr	7	S
<b>H232-44-1-1</b>	5	Mr	5	Mr	3	Hr	7	S	5	Mr	5	Mr	3	R	5	Mr
<b>H234-18-1-1-1</b>	1	Hr	3	R	3	R	3	R	3	R	3	R	1	Hr	5	Mr
<b>LAC23</b>	1	Hr	1	Hr	1	Hr	3	R	3	R	1	Hr	1	Hr	3	R
<b>ITA235</b>	3	R	5	Mr	3	Mr	3	Hr	3	R	3	R	3	R	5	Mr
<b>FARO11</b>	1	Hr	1	Hr	1	Hr	1	Hr	3	R	1	Hr	1	Hr	5	Mr
<b>MOROBEEKAN</b>	1	Hr	1	Hr	1	Hr	1	Hr	3	R	1	Hr	1	Hr	3	R
<b>IR47686-15-1-1</b>	3	R	3	R	3	R	1	Hr	1	Hr	1	Hr	1	Hr	3	R
<b>GIGANTE (tete)</b>	1	Hr	1	Hr	1	Hr	1	Hr	1	Hr	1	Hr	1	Hr	1	Hr

ISO : isolate , ISO1= SP, ISO2 = RM, ISO3 = SE, ISO4 = RA, ISO5 = CI, ISO6 = AF, ISO7 = GP, ISO8 = OD

Sc : Score ; Nr : Niveau de résistance ; S : Sensible ; Mr : Moyennement résistante, Hr: Hautement résistante ; R : Résistante

**Tableau 5:** Détection qualitative du virus de la panachure jaune du riz par la technique du gel d'agarose ou outcherlony

Variétés de riz	Isolats du RYMV															
	ISO1		ISO2		ISO3		ISO4		ISO5		ISO6		ISO7		ISO8	
	Fa	Fj	Fa	Fj	Fa	Fj	Fa	Fj	Fa	Fj	Fa	Fj	Fa	Fj	Fa	Fj
<b>BOUAKE189</b>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>PNA647F4-56</b>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>H232-44-1-1</b>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>H234-18-1-1-1</b>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>LAC23</b>	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<b>ITA235</b>	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-
<b>FARO11(OS6)</b>	+	+	-	-	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-
<b>MOROBEEKAN</b>	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-
<b>IR47686-15-1-1</b>	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-
<b>GIGANTE (tete)</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ISO : isolate , ISO1= SP, ISO2 = RM, ISO3 = SE, ISO4 = RA, ISO5 = CI, ISO6 = AF, ISO7 = GP, ISO8 = OD+ Présence du RYMV Fa : feuille âgées

Fj : feuilles jeunes



**Tableau 6 :** Analyse de variance de l'accumulation du RYMV

Source de variation	Accumulation virale			
	DL	SC	CM	F
Rep	2	0,00038	0,00019	1,41ns
Variétés (V)	9	0,97	0,11	423**
Erreur (a)	18	0,0047	0,00026	
Isolats (I)	7	0,084	0,012	85,70**
VXI	63	0,047	0,0048	85**
Erreur (b)	140	0,0189	0,00014	
Total	239			

\*\* = significatif à 1 % ; ns = non significatif

DL : degré de liberté, SC : somme des carrés ; CM : carré moyen

**Tableau 7 :** Relation entre la charge virale du RYMV (Do à 405 nm) et symptômes visuels sur des variétés de riz à 28 jai

Variétés de riz	Isolats de RYMV															
	ISO1		ISO2		ISO3		ISO4		ISO5		ISO6		ISO7		ISO8	
	Sc	Do	Sc	Do	Sc	Do	Sc	Do	Sc	Do	Sc	Do	Sc	Do	Sc	Do
<b>BOUAKE189</b>	7	0,26	7	0,24	7	0,21	7	0,31	7	0,15	7	0,21	5	0,09	7	0,28
<b>PNA647F4-56</b>	7	0,18	7	0,27	7	0,18	7	0,13	7	0,20	7	0,22	5	0,19	7	0,23
<b>H232-44-1-1</b>	5	0,20	5	0,27	3	0,26	7	0,20	5	0,23	5	0,21	3	0,18	5	0,33
<b>H234-18-1-1-1</b>	1	0,23	3	0,15	3	0,15	3	0,14	3	0,14	3	0,19	1	0,07	5	0,19
<b>LAC23</b>	1	0,04	1	0,07	1	0,06	3	0,11	3	0,09	1	0,04	1	0,06	1	0,05
<b>ITA235</b>	3	0,18	5	0,08	3	0,09	3	0,19	3	0,09	3	0,19	3	0,09	5	0,17
<b>FARO11</b>	1	0,16	1	0,06	1	0,08	1	0,13	3	0,18	1	0,11	1	0,07	5	0,16
<b>MORO</b>	1	0,09	1	0,11	1	0,06	1	0,05	3	0,07	1	0,04	1	0,05	3	0,08
<b>IR47686-15-1-1</b>	3	0,16	1	0,09	3	0,15	1	0,09	1	0,10	1	0,15	1	0,09	3	0,07
<b>GIGANTE (tete)</b>	1	0,03	1	0,04	1	0,04	1	0,05	1	0,04	1	0,04	1	0,05	1	0,04

ISO : isolat ; Sc = score ; Do = densité optique



## 5 DISCUSSION

La sensibilité et la résistance des cultivars de riz au RYMV sont le résultat d'interactions dynamiques dépendant des souches du virus, des génotypes des cultivars et d'autres facteurs environnementaux. Le criblage variétal aux RYMV permet de déterminer le niveau de sensibilité et de résistance des différents cultivars. Cette méthode est performante si elle couple la résistance visuelle (chlorose) à la détection sérologique du virus. Ainsi, la réaction des différents cultivars de riz a été étudiée par confrontation avec plusieurs isolats de RYMV de la localité de Gagnoa. Les réponses variétales à l'observation de l'expression de la chlorose foliaire visuelle indiquent différents profils de sensibilité et de résistance des différents cultivars de riz. L'étude de cette interaction permet de comprendre les propriétés biologiques des différents isolats (Astiers *et al.* 2001). Le niveau de résistance foliaire couplé aux détections sérologiques du virus a permis d'identifier des résistances à l'observation visuelle, avec cependant une sensibilité à la capacité de multiplication du virus. Ce type de résistance ne peut être vulgarisée parce que constituant des sources potentielles de propagation des épidémies. De manière générale, la sensibilité est corrélée à un contenu en virus très important. La sensibilité résulte de réaction compatible avec quelques isolats du virus. Parmi les cultivars sensibles, Bouaké 189 a toujours été utilisée comme témoin de sensibilité à l'image du cultivar de riz BG-90 utilisé au Niger. Le travail a montré l'existence de nombreux cultivars résistant à l'ensemble des isolats de RYMV. On observe une accumulation faible ou pas, de certains isolats du virus indiquant une incompatibilité avec leur hôte. Dans de nombreux programmes d'amélioration variétale, les cultivars Gigante, Morobérékan, Faro 11 et IR47686-15-1-1 ont été utilisés comme des donneurs de résistance. La variété Gigante se révèle hautement résistant et se caractérise par une absence du virus aussi bien en gel d'agarose qu'en ELISA. L'étude du déterminisme génétique de Gigante a révélé l'existence d'un gène récessif responsable de cette résistance élevée (Ndjondjop *et al.*, 1999). Un

gène de résistance majeur, baptisé Rymv1, a été identifié chez la variété Gigante (Albar *et al.*, 2003) ; puis, un second gène majeur, Rymv2, a été identifié (Thiémélé *et al.*, 2010). Certaines variétés d'*O. sativa* expriment une résistance partielle au RYMV (Thottappilly et Rossel, 1993). Différents cultivars de riz prometteurs ont été sélectionnés à partir de donneurs partiellement résistants, et ont fait l'objet d'évaluation dans différents environnements rizicoles (Sing, 1995). Les tests ELISA et les tests d'Outcherlony (double diffusion agarose) effectués sur les différents échantillons de feuilles, ont montré une variation du taux d'infection des différents cultivars de riz. De même, la charge virale a varié selon les isolats. Ces observations montrent bien que la pathogénie du RYMV comporte deux caractéristiques principales, que sont : la virulence et l'agressivité. La virulence qui se définit comme la capacité à provoquer la maladie, est également liée aux spectres d'hôtes. C'est un phénomène complexe, dans lequel le phénotype est intimement dépendant de l'hôte et du pathogène (Casadevall et Pirofski, 2001). L'agressivité traduit l'intensité des dégâts causés par le pathogène sur son hôte. De façon générale, la sévérité de la maladie est corrélée à la capacité de multiplication du virus dans son hôte à l'exception des cultivars tolérants. Le RYMV présente une grande variabilité, aussi bien dans des environnements restreints que dans des environnements plus vastes (Sorho *et al.*, 2005). Parmi les isolats étudiés, l'isolat 1 est issu d'un adventice, *Sacciolepis africana*, connu comme hôte alternatif. Ceci montre bien que les hôtes alternatifs jouent un rôle prépondérant dans l'évolution des épidémies. *Sacciolepis africana* constitue une importante source de maintenance du virus. Les variétés de riz Bouaké 189 et PNA647F456 ont été sévèrement attaquées par tous les isolats (note 7), à l'exception de l'isolat Gagnoa-plateau (isolat 7). Le pourcentage de plants infectés est resté toujours le plus faible au niveau des plants à feuilles âgées. Cette résistance serait probablement liée à la maturité des organes foliaires ou à la manifestation de gènes de résistances activés au stade adulte (Rappilly, 1991



; Roumen *et al.*, 1992 ). L'interaction variétés-isolats significative observée dans l'accumulation des différents antigènes viraux montre que les différents isolats diffèrent par leur résistance virulence et les variétés par leur résistance de type verticale (Adugna, 2004). La durabilité des résistances déployées au champ peut être compromise par la variabilité des souches du RYMV. Le dosage immunologique (ELISA) constitue un moyen assez fiable dans la caractérisation biologique des différents isolats de

RYMV. Les résultats obtenus par la technique d'immunodiffusion ou gel d'agarose ont présenté un niveau de sensibilité plus faible, surtout lorsque les organes testés étaient âgés. Les organes âgés ne permettent pas une forte multiplication du virus. Cette résistance développée au niveau des organes foliaires pourrait se manifester à l'ensemble de la plante (Goss et Bergelson, 2006). Des gènes de résistance seraient impliqués dans la résistance foliaire (Galiana *et al.*, 2005).

## 6. CONCLUSION

La détermination du niveau de résistance des cultivars de riz au RYMV basée sur les symptômes foliaires doit être couplée aux détections sérologiques. Les variétés différentielles d'AfricaRice identifiées comme sensibles aux RYMV dans divers environnements écologiques le sont aux isolats du RYMV de Gagnoa à l'exception de l'isolat Gagnoa plateau qui induit les symptômes de sévérité plus faibles. Les variétés Morobérékan, Gigante et Faro 11 conservent leur niveau de résistance élevé dans un environnement de forte pression de la maladie.

Ces variétés permettent de discriminer les différents isolats de RYMV de cette localité. Dans un contexte de lutte intégrée contre cette affection, il est nécessaire que les programmes d'amélioration variétale prennent en compte cette variabilité dans un environnement microgéographique. Cette variabilité rend encore plus délicate l'utilisation de variétés résistantes au RYMV. La gestion de la maladie reste liée à la compréhension des mécanismes de résistance développés par les divers cultivars de riz interagissant avec le virus.

## 7 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adugna A. 2004. Alternate approaches in deploying genes for disease resistance in crop plants. *Asian J. Plant Sci.*, 3: 618-623.
- Albar L, Ndjiondjop MN, Eshak Z, Berger A, Pinel A, Fargette D. and Ghesquiere A: 2003. Fine mapping of a gene required for rice yellow mottle virus cell to cell movement in view of positional cloning. *Theoretical and Applied Genetics*, 107: 371-378.
- Albar L, Angratz-reyse R M, Hebrar E, Ndjiondjop MN, Jone M. and Ghesquiere A: 2006. Mutations in the eIF(iso)4G translation initiation factor confer high resistance of rice to rice yellow mottle virus. *Plant J.*, 47: 417-426.
- Amancho NA, Kouassi NK, Diallo HA, Bouet A, Sangare A. and Kouadio YJ: 2009. The report of highly resistance breaking isolates of rice yellow mottle virus in Cote d'Ivoire. *Afri. J. Plant Sci. Biotechnol.*, 3:44-50.
- Anonyme 1, FAO Statistical Database : 2009: Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy. Available online: <http://faostat>. Fao.org consulté le 15-05-2011
- Anonyme 2: 1996. Standard Evaluation System for rice. IRRI et INGER, 4th eds. 52 p.
- Astier S, Albouy J, Maury Y. and Lecoq H: 2001. Principe de virologie végétale : Génome, Pouvoir pathogène, Écologie des virus, INRA EDN., Paris. 444 pp.
- 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.



- Bakker W: 1971. Three new beetle vectors of the mottle virus in Kenya. Netherlands journal of plant pathology, 77: 201 - 206.
- Bakker W: 1974. Characterization and ecological aspects of rice yellow mottle virus in Kenya. Ph.D. thesis. Agricultural University. Wageningen, Netherlands 829: 152 pp.
- BANWO OO : 2003. Rice yellow mottle virus disease : A national problem in Tanzania. Acta Phytopathol. Entomol. Hung, 38: 99-107.
- Banwo OO, Alegbejo MD. and Abo ME: 2004. Rice yellow mottle virus genus Sobemovirus: A continental problem in Africa. Plant Protection Sci., 39:26-36.
- Casadeval A. and Pirofski LA: 2001. Hostpathogen interactions: The attributes of virulence. Journal of infectious Diseases, 184: 337-344.
- Clark MF. and Adams RN: 1977. Characteristics of the microplate method of Enzyme Linked Immunosorbent Assay for the detection of plant virus. Journal of General Virology, 34: 475-483.
- Galiana E, Riviere MP, Pagnotta S, Baudoin E, Panabiere F, Gounon P. and Boudier L: 2005. Plant induced cell death in the pathogenic oomycete Phytophthora parasitica. Cell Microb, 7: 1365-1378.
- Gnanamanickam SS : 2009. Biological Control of Rice Diseases. Vol. 8, Springer, The Netherland: 13-42.
- Goss EM. and Bergelson 2006. Variation in resistance and virulence in the interaction between *Arabidopsis thaliana* and a bacterial pathogene. Évolution, 60: 1562-1573.
- Issaka S, Onasanya A, Basso A, Sorho F, Haougui AY, Ake S, Fargette D. and Sere Y : 2012. Existence of several pathotypes among Rice Yellow Mottle Virus (RYMV) isolates collected in Niger Republic. Trends in Applied Sciences Research, 7: 32-45.
- Ndjiondjop MN, Albar L, Fargette D, Fauquet C. and Ghesquiere A: 1999. The genetic basic of the very high resistance to Rice Yellow Mottle Virus (RYMV) in some varieties of the two cultivated rice species. Plant Disease, 83: 931-935.
- Nicolas L, Notteghem JL. and Fargette D: 1993. Study on the pathogeny of certains rice yellow mottle virus (RYMV) strains and the resistance of member of rice cultivars (*Oryza sativa*) to RYMV. Document Project/CIRAD/ORSTOM. 26 pp.
- Nwilène FN, Traore AK, Assidi AN, Sere Y, Onasanya A. and Abo ME: 2009. New record of insect vectors of Rice Yellow Mottle Virus (RYMV) in cote d'ivoire, West Africa. J. Entoml., 6:198206.
- Ochola D. and Tusime G: 2011a. Pathogenicity of rice yellow mottle virus and potential sources of resistance against the disease in Easten Uganda. Asian J. Plant Pathol. 5:1-15.
- Ochola D. and Tusime G: 2011b. Survey on incidences and severity of rice yellow mottle virus disease in Eastern Uganda. Int. J. Plant Pathol., 2 :15-25.
- Okioma S NM. and Sarkarung S: 1983b. Screening rice varieties for resistance to rice yellow mottle virus disease. Tropical Pest Management, 29 (2): 145147.
- Onasanya A, Sere Y, Nwilène F, Abo ME. and Akator K: 2004. Reactions and Resistance Status of differential rice genotypes to rice yellow mottle virus, genus sobemovirus in Cote d'Ivoire. Asian journal of plant sciences, 3(6): 718723.
- Onasanya A, Sere Y, Sie M, Akator K, Coulibaly MM. and Hamadou A: 2006. Existence of two pathotypes of rice yellow mottle virus, genus Sobemovirus, in Mali. Plant pathol.J., 5:368-372.
- Onasanya A, Joseph A, Olufolaji DB, Ekperigin MM, Sere Y, Nwilène FE, Kiepe RO. and Onasanya A: 2012. RYMV Serological detection in insect vector, distribution and transmission to rice



- cultivars. Trends in Applied Sciences Research, 7(1): 46-56.
- Onwughalu JT, Abo ME, Okoro JK, Onasanya A. and Sere Y. 2011 : Rice Yellow Mottle Virus infection and reproductive losses in (*Oryza sativa* Linn.) Trend Applied sci. Res., 6:182189.
- Rapilly F : 1991. L'épidémiologie en pathologie végétale. Mycose aérienne INRA paris, 317 pp.
- Raymundo SA. and Konthey IK: 1980. Distribution, importance, screening methods and varietal reaction to pale yellow mottle disease. International Rice Commission Newsletter, Rome, FAO, 29: 51 -53.
- Reckhaus PM. and Adamou HI : 1986. Rice Diseases and their Economic Importance in Niger. FAO Plant Protection Bulletin, 34(2) : 77-82.
- Roumen EC, Bonman JM. and Parlevliet JE : 1992. Leaf age related partial resistance to *Pyricularia oryzae* in tropical lowland rice cultivars as measured by number of sporulating lesions. Phytopathology, 82: 1414-1417.
- Sing NN : 1995. Breeding for rice yellow mottle virus resistance. In Rice Yellow Mottle Virus (RYMV) : Economic importance, Diagnosis and Management strategies/ La panachure jaune du riz : Importance économique, diagnostic et stratégie de gestion, Bouaké, Côte d'Ivoire : WARDA/ADRAO, 2001, Eds A.A. Sy, J. Hughes, et A. Diallo. : 207-214.
- Soko DF, Sere Y, and Ake S, 2010: Effet de l'âge de huit cultivars de riz sur l'expression génétique de la résistance au virus de la panachure jaune du riz. Journal of Applied Biosciences, 25:15851593.
- Sorho F, Pinel A, Traore O, Bersoult A, Ghesquiere A, Hebrard E, Konate G, Sere Y. and Fargette D: 2005. Durability of natural and transgenic resistances in rice to Rice yellow mottle virus. European Journal of plant pathology, 112: 349-359.
- Sy AA, Sere Y. and Akator K: 1994. Cours de formation de l'ADRAO sur la protection intégrée des cultures : Application à la riziculture. Les maladies du riz en Afrique de l'Ouest : Description, Identification, Évaluation et gestion intégrée Module 4, 66 pp.
- Thottappilly and Rossel HW : 1993. Evaluation of resistance to Rice yellow mottle virus in *oryza* species. Indian Journal of virology, 9 (1) : 65-73.
- Thiemele D, Boissard A, Ndjiondjop MN, Cheron S. and Sere Y : 2010. Identification of a second major resistance gene to rice yellow mottle virus, RYMV2, in the African cultivated rice species, *O. Glaberrima*. . Applied Genet., 121: 169-179.