



Connaissance paysanne sur la gestion de la panachure jaune du riz (RYMV) à l'Est de la RD Congo : Plaine de la Ruzizi, Sud Kivu

Elois CINYABUGUMA L⁴, Xavier BADERHEKUGUMA², Ruphine BATUMIKE N¹, Landry KONDO¹, MASUNGA M², Nna'kâ, RUDAHABA¹, Salama B⁴, René CIVAVA M⁴, Landry CIZUNGU N³.

1 Institut national pour l'étude et la recherche agronomiques (INERA) DS Bukavu

2 Département de Biologie, Centre de Recherche en Sciences Naturelles (CRSN-LWIRO) DS Bukavu.

3 Université catholique de Bukavu ; Facultés des sciences agronomiques (UCB) DS Bukavu

4 Université libre des grands lacs (ULGL) DS Bukavu.

Résumé

La présente étude a été axée à la perception paysanne sur la gestion de la panachure jaune du riz (RYMV) à l'Est de la RD Congo, dans plaine Ruzizi.

L'objectif de cette étude était de contribuer à l'amélioration du rendement de la culture du riz à l'Est de la RD Congo en apportant une contribution sur la connaissance et la gestion paysanne sur la panachure jaune du riz.

L'enquête a concerné un échantillon de 160 riziculteurs repartis dans quatre groupements (localités).

Sur base d'un questionnaire adressé aux agriculteurs et observations directes sur le comportement des plantes au champ, il a été constaté que la panachure jaune du riz est l'une des nouvelles maladies rependues est connue dans les exploitations paysanne.

Cependant, il se dégage que la gestion de cette panachure jaune du riz par les agriculteurs pose encore un sérieux problème. Pour le control du virus, peu des paysans font recours aux bonnes pratiques agricoles et aux variétés améliorées. Cette situation confirme d'ailleurs un faible rendement agricole du riz tel que défendu dans les résultats de cette recherche.

Keys words : *Connaissance, Paysan, Gestion, RYMV et Riz*

Abstract

Mots-clés : *Connaissance, Paysan, Gestion, RYMV et Riz.*

La présente étude a été axée à la perception paysanne sur la gestion de la panachure jaune du riz (RYMV) à l'Est de la RD Congo, dans plaine Ruzizi.

L'objectif de cette étude était de contribuer à l'amélioration du rendement de la culture du riz à l'Est de la RD Congo en apportant une contribution sur la connaissance et la gestion paysanne sur la panachure jaune du riz.

L'enquête a concerné un échantillon de 160 riziculteurs repartis dans quatre groupements (localités).

Sur base d'un questionnaire adressé aux agriculteurs et observations directes sur le comportement des plantes au champ, il a été constaté que la panachure jaune du riz est l'une des nouvelles maladies rependues est connue dans les exploitations paysanne.

Cependant, il se dégage que la gestion de cette panachure jaune du riz par les agriculteurs pose encore un sérieux problème. Pour le control du virus, peu des paysans font recours aux bonnes pratiques agricoles et aux variétés améliorées. Cette situation confirme d'ailleurs un faible rendement agricole du riz tel que défendu dans les résultats de cette recherche.

Introduction

En République Démocratique du Congo, le riz est devenu une denrée alimentaire très préoccupante. Plus de 90% des populations Congolaises consomment le riz et la grande majorité des provinces de la RD Congo en produisent suite aux climats qui lui soient favorables.

En RD Congo, le riz est intensivement consommé à une fréquence moyenne de 4 fois par semaine pour ses valeurs énergétiques. Outre son usage dans l'alimentation, il est utilisé comme matière première dans plusieurs industries brassicoles, localement desservies par la plaine de la Ruzizi. La culture du riz reste l'une des activités principales pour les agriculteurs de la plaine de la Ruzizi suite à ses grandes potentialités de production rizicole. Outre son utilisation directe dans l'alimentation humaine, le riz fournit plus des calories, des glucides, des protéines, Potassium, Fer, Magnésium, sodium, Phosphore et des vitamines (B1 ou thiamine, B2 ou riboflavine, B3 ou niacine) consommés dans le monde (Melaku et *al.*, 2019).

Ce dernier temps, la culture du riz est victime d'une forte attaque due à une maladie virale émergente dont l'agent pathogène responsable est le virus de la panachure jaune du riz ou *Rice Yellow Mottle virus* (RYMV), membre du genre *Sobemovirus* (Hull R. & Fargette D., 2005), une maladie responsable d'une chute dramatique du rendement dans les rizicoles paysannes allant jusqu'à plus de 80% de perte de production voire même jusqu'à 100%. Cette situation laisse impuissamment les pauvres agriculteurs dans une difficulté sans précédent au point de faire recours à l'importation pour la sécurité alimentaire.

Dans les pays de la Communauté Economique des Pays des Grands Lacs (le Burundi, la RD Congo et le Rwanda) plus de 25% des besoins en consommation du riz est satisfait par les importations à cause de l'offre domestique insuffisante (Kassankogno, 2015b). Le taux de dépendance en riz a fortement augmenté, il a été de 22,3% au Burundi, 25,7% en RDC (dont 82% dans la Province du Sud-Kivu concernée par l'Etude) et 38,2% au Rwanda à cause de la croissance démographique.

Malgré les potentialités naturelles en terre et en eau dans la plaine de la Ruzizi, la riziculture est sujette d'énormes contraintes biotiques et abiotiques limitant sa production. Il a été rapporté dans la plupart des zones de culture du riz en Afrique sub-saharienne où il affecte tous les types de riziculture (Kouassi N.K., N'Guessan P., Albar L., Fauquet C. & Brugidou C., 2005).

La riziculture africaine est fortement affectée par cette maladie qui cause des pertes de récolte de 20 à 100% (Abo M.E., Sy A.A. & Alegbejo M.D., 1998). La maladie se manifeste d'abord sur les feuilles par des panachures chlorotiques linéaires. Ces panachures forment plus tard des stries jaunes pouvant atteindre 10 cm de longueur et conduisent à un jaunissement complet de la plante. La maladie se traduit aussi par une réduction importante de la hauteur et la stérilité des épillets.

Le RYMV est facilement transmis au laboratoire par inoculation mécanique qui consiste à frotter les feuilles d'une plante saine avec un broyat de feuilles d'une plante malade (Bakker W., 1970,).

Ses vecteurs naturels sont les coléoptères tels que *Trichispa sericea*, *Chatochnema* spp. et *Sesselia pussilla*, le vent et certains mammifères comme les rats, les bovins ou les ânes.,(Sarra S. & Peters D., 2003, Sarra S., Oevering P., Guindo S. & Peters D., 2004),..

Cependant, malgré les nombreux travaux effectués pour une meilleure connaissance de cette affection, les virus progressent de façon inquiétante et reste un danger pour la production du riz en République Démocratique du Congo et particulièrement dans la plaine de la Ruzizi.

Les connaissances limitées en matière d'épidémiologie du RYMV expliqueraient en partie les raisons de la progression de l'épidémie (Leroux, 2003).

Ainsi, peu d'études sont réalisées pour déterminer l'incidence de la panachure jaune du riz (RYMV) dans la plaine de la Ruzizi ou d'identifier les contraintes majeures de production du riz dans cette zone. C'est dans cette optique que s'inscrit le but principal d'initiation de la présente étude.

Constatant une baisse de rendement dramatique du riz depuis une certaine période dans la plaine de la Ruzizi, certaines préoccupations ont été orientées dans le sens de comprendre la perception et le niveau de connaissance du paysan dans l'identification et la gestion de la panachure jaune du riz (RYMV) dans leurs exploitations respectives.

Milieu, matériels et méthodes

Milieu d'étude

L'étude a été réalisée dans la plaine de la Ruzizi qui couvre 1750 Km² et partagée entre trois pays notamment le Rwanda, la RD Congo et le Burundi. Cette région qui est situé à 836 m par rapport au niveau de la mer avec 29°09'55,4'' de longitude Est, 03°13'18,4'' de latitude Sud et de 02°51'59,1'' latitude Sud, 29°02'11,0'' longitude Est au Nord. La partie de la RD Congo couvre approximativement 80 000 hectares.

Elle appartient au climat semi-aride ; pendant 4 mois allant de juin à septembre, les précipitations mensuelles d'une hauteur inférieure à 50mm. Les températures de cette région varient 17°C et 30°C et la température moyenne est comprise entre 22,5°C. Les températures maxima journalières croissent en fin de la saison sèche et varient de 30,5° à 35,5°C en septembre alors que les moyennes mensuelles des températures maxima journalières sont les plus faibles au milieu de la saison sèche et varient de 14,5° à 17,5°C en juillet.

Les sols de la plaine de la Ruzizi appartiennent à des types très variés, à cause de différentes formations géologiques (Baert et al., 2013; Ilunga, 1991; Ilunga & Alexandre, 1982). La texture prédominante va du sablo-argilo-limoneux à sablo-argileux, pouvant recevoir le riz, le maïs, l'arachide, le haricot, le soja, la tomate (Espoir et al., 2013).

Materiels

Différentes variétés du riz cultivées dans la plaine de la Ruzizi ont été observées pour l'identification de la panachure jaune du riz. Le GPS, le questionnaire d'enquête et fiches d'observation ont été utilisés sur terrain.

Méthodes

L'enquête a été menée dans la plaine de la Ruzizi au cours de la saison culturale B dans 4 groupements. 40 personnes étaient enquêtées par groupement. 160 personnes ont constitués la taille de l'échantillon. Les questions étaient généralement basées sur l'état phytosanitaire de la culture du riz, la connaissance paysanne de maladie, les facteurs limitant la production du riz ainsi que les moyens de lutte utilisés par les paysans.

La taille de l'échantillon fut déterminée grâce à la formule suivante : $N \geq \frac{[Z^2 1 - \alpha/2 + S^2 \pi]}{\epsilon^2}$

Avec : N= taille de l'échantillon ; $Z^2 1 - \alpha/2$ = la valeur de la loi normale au seuil α (souvent égale à 1,96 pour un degré de confiance de 95 %) ; α = seuil de risque (fixé à 5%) ; S= écart type de la population ; π = la proportion ; ϵ = la marge d'erreur souhaitée par le chercheur. L'écart-type de la population n'est pas connu a priori.

On a donc :

$$N \geq \frac{[Z^2 1 - \alpha/2 + S^2 \pi]}{\epsilon^2} \rightarrow N = \frac{[(1,96)^2 * (0,5)^2]}{(0,0775)^2} = 159,9 \approx 160$$

Pour déterminer l'incidence aux champs, l'observation des plantes du riz dans des champs des cultivateurs par la méthode de diagonale était réalisée. 10 champs étaient observés par groupements et dans chaque champ 20 touffes du riz étaient observées. L'incidence de la panachure jaune du riz a été calculée par la formule suivante :

Incidence = $(\Sigma Pm / \Sigma Pt) * 100$ Avec Pm : le nombre des plantes malades et Pt : le nombre total des plantes (Craenen, 1998).

Une échelle de cotation a été utilisée afin de déterminer le degré d'attaque des plants infestés aux champs. L'encodage des données et l'analyse statistique furent réalisées par Excel et le logiciel SPSS.

Tableau 1 : Echelle visuelle de la panachure jaune du riz aux champs

Notes	Taux de panicules malades %	Appréciation
1	Moins de 1%	Plus Résistantes
3	5-10 %	Résistantes
5	11-25%	Moyennement sensible
7	26-50%	Sensible
9	Plus de 50%	Très sensible

Source : Soko et al., 2016

Présentation et discussion des résultats

Résultats

Le tableau ci-dessous présente en synthèse la catégorie des enquêtés par groupement.

Tableau 2 : Genre des enquêtés

	KILIBA	BWEGERA	LUBERIZI	SANGE	Effectif	Fréquence
Femme	24	25	17	12	78	48,75%
Homme	16	15	23	28	82	51,25%
Total	40	40	40	40	160	100%

Les chiffres de ce tableau montrent que sur les 40 riziculteurs enquêtés dans la localité de KILIBA, 24 sont des femmes et 16 sont des hommes, pour la localité de BWEGERA, nous avons 25 femmes et 15 hommes, pour la localité de LUBERIZI, nous avons 17 femmes et 23 hommes, 12 femmes contre 28 hommes pour la localité de Sange. Il se dégage que sur les 160 riziculteurs enquêtés, 78 sont des femmes soit une fréquence estimée à 48,75% contre 82 hommes pour une fréquence estimée à 51,25%.

Source d’approvisionnement en semences

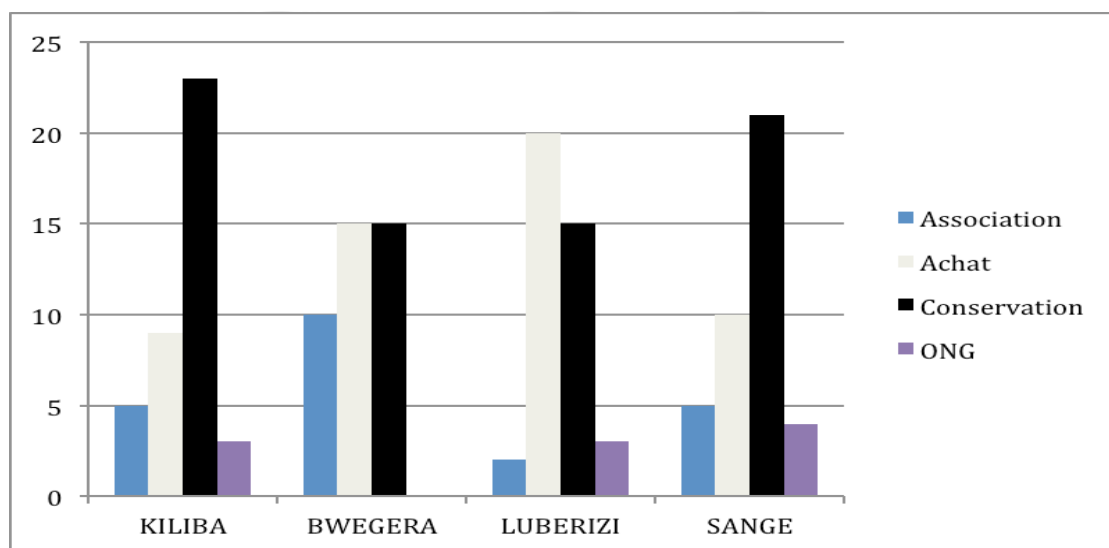


Figure 2 : source des semences par groupement.

Les chiffres de ce graphique montrent que la source de semence provient à grande partie de conservation paysanne avec un pourcentage de 46,25% suivie de l’achat avec un score de 33,75%, la source de semence venant des associations occupe la troisième place avec une fréquence de 13,75% et enfin vient la source de semence provenant des ONG et institutions de recherche avec un score très faible de 6,25%.

Les variétés de riz cultivées

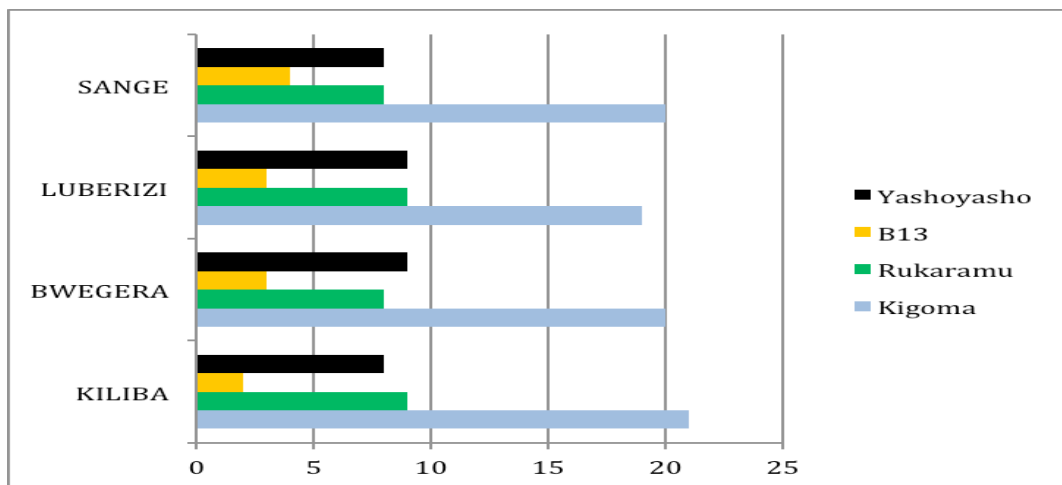


Figure 3: variétés du riz cultivées

Il ressort de ce graphique que la variété de riz la plus cultivée dans la plaine pour les 4 localités enquêtées est la variété Kigoma avec une fréquence de 50%, suivie de Rukaramu et Yashoyasho ayant toutes une fréquence égale de 21,25%, en dernière position vient la variété B13 avec une fréquence de 7,5%.

Principales maladies et ravageurs du riz

Principales maladies observées

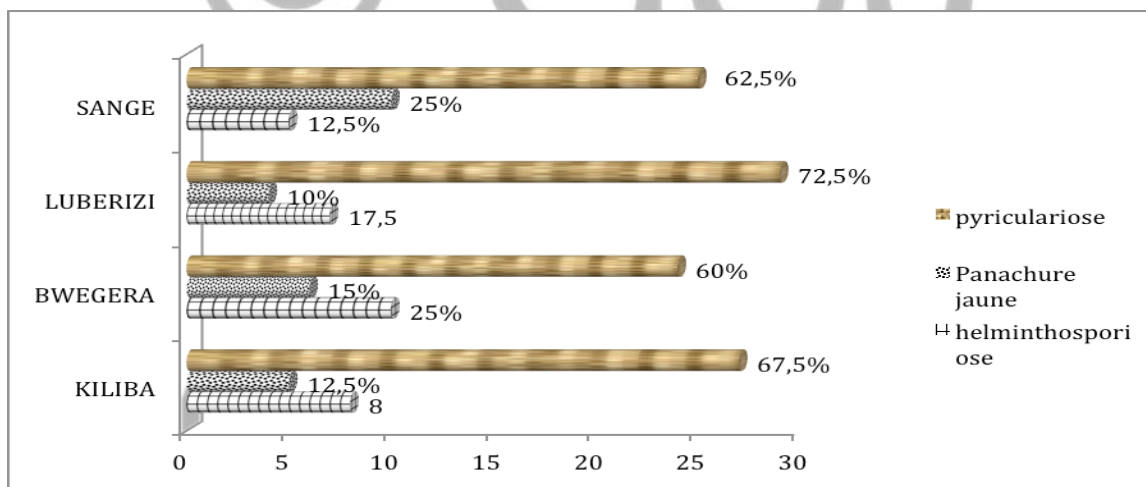


Figure 4 : Maladies du riz dans la plaines

Il ressort de ce graphique que la principale maladie observée est la pyriculariose avec un score moyen dans tous les groupements soit de 65,625% suivie de l'helminthosporiose avec un score de 18,75% et de la panachure jaune avec 15,625%.

Les principaux ravageurs

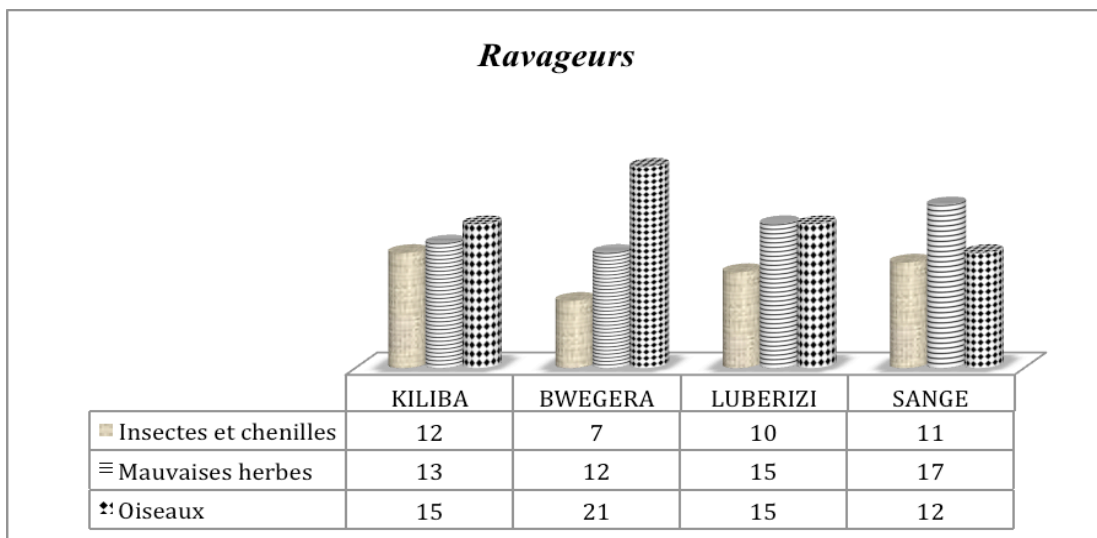


Figure 5: Principaux ravageurs

Les données issues de la figure 5 montrent que les principaux ravageurs sont les oiseaux avec un score de 39,375% suivis des mauvaises herbes avec 35,625% et enfin les insectes divers, chenilles avec un score de 25%.

Connaissance sur la panachure jaune

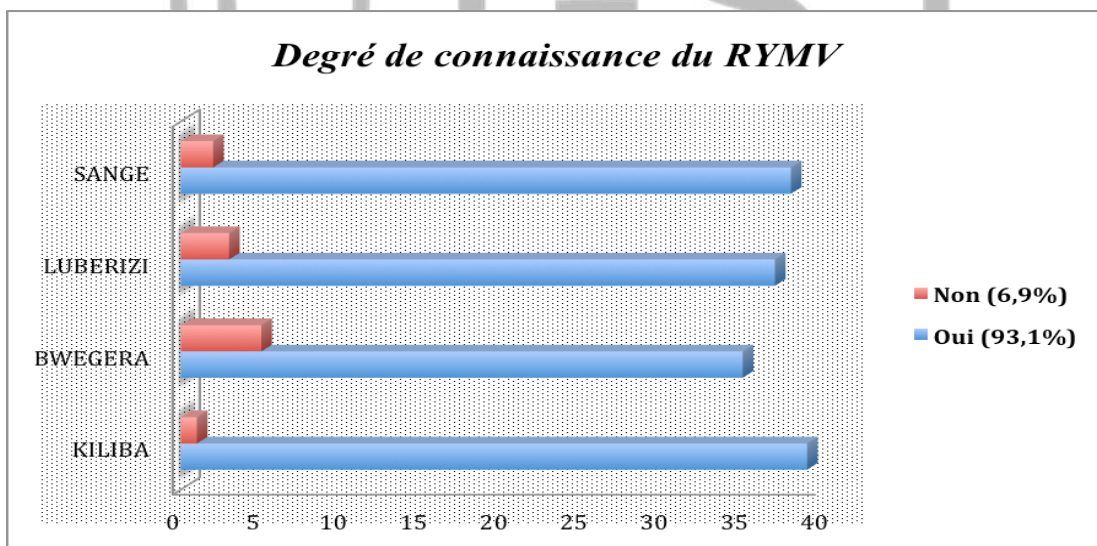


Figure 6: connaissance paysanne du RYMV

Il ressort de cette figure que la majeure partie des agriculteurs du riz dans la plaine de la Ruzizi ont une connaissance sur la panachure jaune et confirment la présence de ce virus caractérisée par un jaunissement des feuilles depuis plusieurs années dans leurs champs, soit un taux de confirmation de 93,1% contre seulement 6,9% qui affirment ne pas avoir la parfaite connaissance quant à la panachure jaune du riz dans leurs exploitations respectives.

Phase d'observation des symptômes sur le cycle de la plante

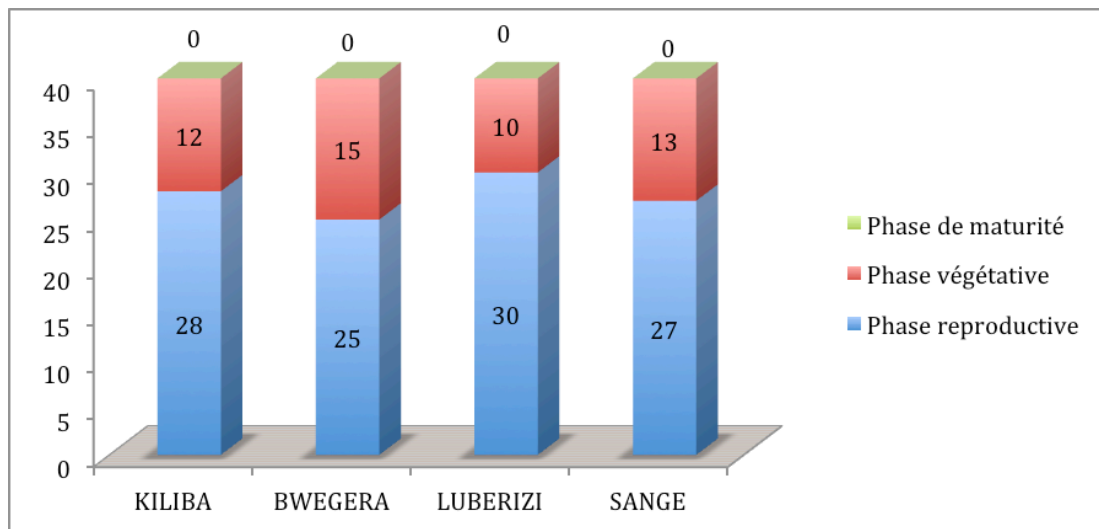


Figure 7: Stade d'observation des symptômes

De ce tableau il se dégage que la maladie présente une grande incidence et sévérité sur les cultures au champ pendant la phase reproductive mais aussi les symptômes sont visibles pendant la phase végétative avec une pression moyenne. Par contre, pendant la phase de maturation, la majorité des agriculteurs confirment que les symptômes du RYM sont difficiles à identifier sur les organes de la plante en champ.

Gestion paysanne de la panachure jaune du riz

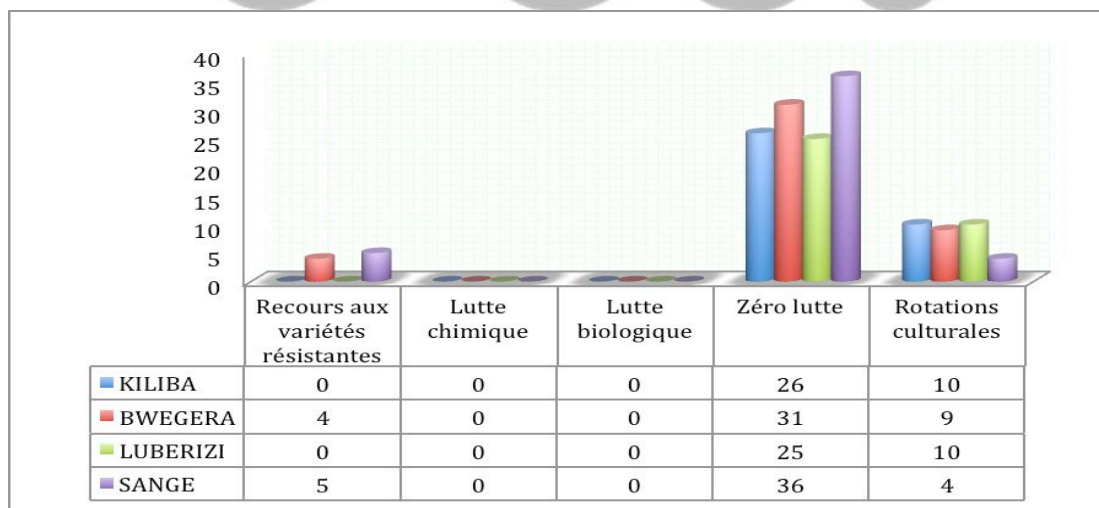
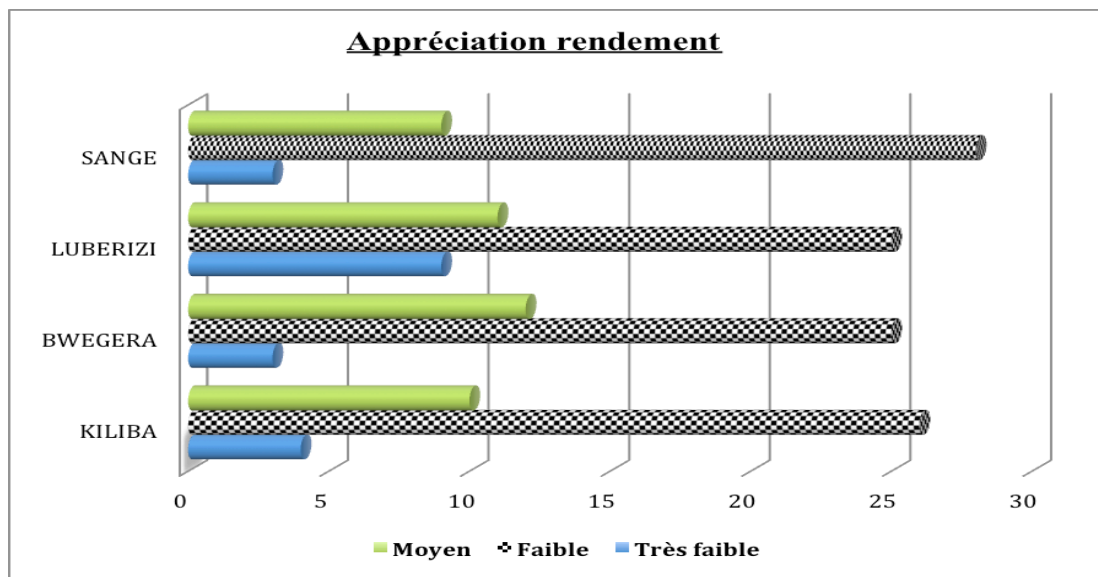


Figure 8: moyen de controle du RYMV

Les données issues de cette figure montrent que la majeure partie des agriculteurs de la plaine de la Ruzizi n'utilise aucune pratique de lutte contre la panachure jaune du riz. Par contre, seule une poignée des paysans font recours aux rotations des cultures et aux variétés locales afin de réduire la pression du virus.

Appréciation du rendement



Il ressort des résultats du graphique que l'estimation du rendement après récolte pour la majorité des agriculteurs interviewés est faible tandis que, peu d'agriculteurs confirment que leur rendement est moyen contre une poignée d'entre eux confirmant que la production est très faible dans un champ victime de la panachure jaune du riz.

Discussion des résultats

Plusieurs contraintes ont été constatées dans la production du riz dans la plaine de la Ruzizi et dont leurs gestions paraissent faible malgré le degré de connaissance du virus dans les exploitations par les agriculteurs.

Ainsi, les principales maladies observées sont l'helminthosporiose, la panachure jaune du riz et le pyriculariose avec une incidence forte dans les exploitations.

Comme principaux ravageurs de la culture du riz en milieux paysans de la plaine de la Ruzizi, les oiseaux, les insectes et les chenilles mais aussi la prédominance des mauvaises herbes en concurrence négative avec la culture en champ. Les résultats de recherche de Li-ping et *al.* 2018 et de Syn 2019 confirment aussi la présence des nombreuses contraintes biotiques constituées des adventices, des nématodes, des insectes ravageurs, des oiseaux granivores, ainsi que différentes maladies d'origines bactériennes, cryptogamiques et virales constituant les problèmes majeurs qui agacent la production du riz comme dans la plaine de la Ruzizi. Sur les plantes aux champs, les pucerons, les papillons et les criquets furent des insectes fréquents. Selon Bienvenu et *al.*, 2020; Chougourou et *al.*, 2012; Soko et *al.*, 2015, le RYMV est transmis par plusieurs espèces d'insectes coléoptères tels que : *Trichispa sericea*, *Chatochnema abyssinicas spp*, et *Sessilia pussilla*. Dans la famille des orthoptères, des sauterelles tels que *Gonocephalus merumontanus*, *G. longipennis* et *Oxy spp*. Cette situation justifierait l'incidence forte de la maladie au champ.

En rapport avec la connaissance sur la panachure jaune du riz dans les exploitations agricoles des paysans, il se dégage que plus 90% des agriculteurs confirment avoir une

bonne connaissance de cette maladie virale qu'ils observent impuissamment dans leurs champs pendant plusieurs années.

Les symptômes les plus caractéristiques furent essentiellement la décoloration jaunâtre des feuilles ou chlorose suivie d'une nécrose. Ces résultats renchéris la description d'Amancho *et al.*, 2008; Soko *et al.*, 2015. Les observations symptomatiques furent essentiellement à la phase reproductive et végétative, car les plants sont encore jeunes et l'activité photosynthétique est certaine et intense.

Quant à la gestion paysanne de la panachure jaune du riz, il est constaté que les agriculteurs n'utilisent aucun moyen de lutte contre cette maladie, ce qui occasionne une faible production du riz. Suite à son rendement faible, les résultats de recherche de Kassankogno, 2015b, montrent que plus de 25% des besoins en consommation du riz est satisfait par les importations à cause de l'offre domestique insuffisante dans la sous région (Rwanda, Burundi et RDC), en particulier dans la province du Sud Kivu. D'où un besoin urgent d'améliorer la production du riz par la mise en place des variétés résistantes à la panachure jaune du riz et à haut rendement.

Par contre, certains paysans tentent de recourir aux pratiques culturales telles les rotations des cultures et une faible proportion cherche à remplacer les anciennes variétés sensibles. Selon Ouédraogo et Dakouo, 2010, la rotation des cultures permet de perturber les cycles de développement des insectes ravageurs présents sur des parcelles permanemment cultivées. Il faut cependant avoir une bonne compréhension des relations plante hôte-ravageur afin d'éviter le transfert de populations d'une culture à une autre. Cette pratique démontre à suffisance que les riziculteurs de la plaine sont informés sur certaines pratiques agricoles.

Conclusion et recommandations

La présente étude a été axée à la perception paysanne sur la gestion de la panachure jaune du riz (RYMV) à l'Est de la RD Congo, dans plaine Ruzizi, une terrible maladie du riz en Afrique, dont les riziculteurs de la plaine de la Ruzizi ont été pris pour cible pour mener à bon cette recherche.

Ainsi, l'objectif de cette étude était de contribuer à l'amélioration du rendement de la culture du riz à l'Est de la RD Congo en apportant une contribution sur la connaissance et la gestion paysanne sur la panachure jaune du riz.

L'enquête a concerné un échantillon de 160 ménages riziculteurs repartis dans quatre groupements (localités) ayant comme principale activité, la production du riz. Il sied de rappeler que les enquêtés ont été choisis aléatoirement.

Sur base d'un questionnaire adressé aux agriculteurs mais aussi par des observations directes sur terrain, il a été constaté que la panachure jaune du riz est l'une des nouvelles maladies rencontrées dans les exploitations paysanne de la plaine de la Ruzizi car la majorité des riziculteurs de la zone dispose déjà d'une bonne connaissance sur cette maladie émergente et dévastatrice dont les recherches ne sont pas encore avancées dans la région.

Cependant, il se dégage que la gestion de cette panachure jaune du riz par les agriculteurs pose encore un sérieux problème. Peu des paysans font recours aux meilleures pratiques

agricoles et aux variétés améliorées. Cette situation confirme d'ailleurs un faible rendement agricole du riz tel que confirmé dans les résultats de cette recherche.

Ainsi, il serait en effet souhaitable qu'une étude épidémiologique et de la caractérisation de cette souche virale soit faite pour afin trouver des solutions adéquates pour l'amélioration de la production du riz dans la plaine de la Ruzizi en particulier et dans la sous région des grands lacs en général.

Références bibliographiques

1. Agustiani, N., Deng, N., Rattallino, J. I., Girsang, S. S., Sitaresmi, T., Pasuquin, J. M. C., Agus, F., & Grassini, P. (2018). Simulating rice and maize yield potential in the humid tropical environment of Indonesia. *European Journal of Agronomy*, 101(June), 10–19. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2018.08.002>
2. Amancho, A. N., Kouassi, N. K., Atta, H. D., Bouet, A., Sangare, D. A. A., In, V., & Ivoire, C. D. (2008). *EPIDEMIOLOGIE DE LA PANACHURE JAUNE DU RIZ : DISTRIBUTION ET INCIDENCE SUR LES VARIETES DE RIZ (Oryza sativa) CULTIVEES EN CÔTE D ' IVOIRE*. 20(2), 201–211.
3. Abo M.E., Sy A.A. & Alegbejo M.D., 1998, *Rice Yellow Mottle Virus (RYMV) in Africa: evolution, distribution, economic significance on sustainable rice production and management strategies*. *J. Sust. Agric.* **11**, 85-111.
4. Baert, G., Van Ranst, E., Ngongo, M., & Verdoodt, A. (2013). Soil survey in DR Congo : from 1935 until today. *MEDEDELINGEN DER ZITTINGEN VAN DE KONINKLIJKE ACADEMIE VOOR OVERZEESE WETENSCHAPPEN = BULLETIN DES SEANCES DE L'ACADEMIE ROYALE DES SCIENCES D'OUTRE-MER*.
5. Bakker W., 1970, *Rice Yellow Mottle Virus*. A mechanically transmissible virus disease of rice in Kenya. *Neth. J. Plant Pathol.* **76**, 53-63
6. Bienvenu, L. O., Joseph, L. B., Faustin, N. B., & Isecha, B. (2020). *Comportement de cinq variétés de riz pluvial (Oryza sativa L .) à la Pyriculariose et la Verse dans les conditions naturelles à Kisangani , République Démocratique du Congo*. 14965–14973.
7. Chougourou, D. C., Agbaka, A., Adjakpa, J. B., Koutchika, R. E., & Kponhinto, U. G. (2012). *Short Communication Inventaire préliminaire de l ' entomofaune des champs de tomates (Lycopersicon esculentum Mill) dans la Commune de Djakotomey au Bénin*. 6(August), 1798–1803.
8. Espoir, B., Katcho, K., & Mushagalusa, G. N. (2013). Efficience des techniques de gestion de l ' eau et de fertilité maïs dans les régions semi- Ruzizi (Sud-Kivu , République. *VertigO, September*. <https://doi.org/10.4000/vertigo.13922>
9. Hull R. & Fargette D., 2005, Sobemoviruses pp. 885-890 in: C.M. Fauquet, M.A. Mayo, J. Maniloff, U. Desselberger & L.A. Ball (Editors), *Virus taxonomy. Classification and nomenclature of viruses*. Eight report of the International Committee on Taxonomy of Viruses, Elsevier/ Academic Press, London, 1162 p.
10. Ilunga, L. (1991). Morphology, vulcanology, and sedimentation in the South-Kivu Rift | Morphologie, volcanisme et sedimentation dans le rift du Sud-Kivu. *Bulletin - Societe Geographique de Liege*.

11. Ilunga, L., & Alexandre, J. (1982). Le geomorphologie de la plaine de la Ruzizi - analyse et cartographie. *Geo-Eco-Trop*.
12. Kassankogno, A. I., Ouedraogo, I., Adreit, H., Ouedraogo, L. S., & Sankara, P. (2016). *Analyse de la diversité génétique des isolats de Magnaporthe oryzae du Burkina Faso et du Togo par les marqueurs microsatellites (SSRs)* Analysis of the genetic diversity of *Magnaporthe oryzae* isolates from Burkina Faso and Togo by microsatellite markers. 10(October), 2259–2267.
13. Kouassi N.K., N'Guessan P., Albar L., Fauquet C. & Brugidou C., 2005, Distribution and characterization of *Rice Yellow Mottle Virus*: a threat to African farmers. *Plant Dis.* 89, 124-132.
14. Leroux, P. (2003). Modes d'action des produits phytosanitaires sur les organismes pathogènes des plantes. *Comptes Rendus - Biologies*, 326(1), 9–21. [https://doi.org/10.1016/S1631-0691\(03\)00005-2](https://doi.org/10.1016/S1631-0691(03)00005-2)
15. Li-ping, Z., Zhong, D., De-liang, P., Huan, P., Ling-an, K., Shi-ming, L., Ying, L., & Zhong-cai, L. (2018). *Evaluation of Chinese rice varieties resistant to the root-knot nematode Meloidogyne graminicola*. 17(3), 621–630. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(17\)61802-1](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(17)61802-1)
16. Melaku, G., Labroo, M., Liyu, H., & Shilai, Z. (2019). Genetic diversity and differentiation of the African wild rice (*Oryza longistaminata* chev . et roehr) in Ethiopia. *Scientific African*, 6, e00138. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2019.e00138>
17. Ouédraogo, M., & Dakouo, D. (2010). Evaluation de l'adoption des variétés de riz NERICA dans l'Ouest du Burkina Faso. *African Journal of Agricultural and Resource Economics*, 12(1), 1–16. <http://afjare.org/wp-content/uploads/2018/02/1.-Ouedraogo-Dakouo>.
18. Soko, D. F., Ambroise, L., Siene, C., Kotchi, V., Gogbeu, J., Sere, Y., Ake, S., Jean, U., Guédé, L., Physiologie, L. De, Pathologie, D., & Daloa, B. P. (2015). *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)*. 26(3), 4138–4149.
19. Soko, D. F., Auguste, M., Boye, D., Tonessia, D., Kotchi, V., & Sere, Y. (2016). *Effet du stade de développement sur la sensibilité et la résistance de deux cultivars de riz infectés par le virus de la panachure jaune du riz (RYMV) [Effect of developmental stage on susceptibility and resistance of two rice cultivars infected by rice yellow mottle virus (RYMV)]*. 14(1), 179–186.
20. Sarra S., Oevering P., Guindo S. & Peters D., 2004, Wind-mediated spread of *Rice Yellow Yottle Virus* (RYMV) in irrigated rice crops. *Plant Pathol.*53, 148-153.
21. Syn, P. V. A. (2019). *Résistance à l' helminthosporiose (Résistance à l' helminthosporiose (Helminthosporium maydis Y . Nisik . & C . Miyake) de trois variétés SYN et SAM 4VITA sous conditions contrôlées . Resistance of two biofortified corn varieties PVASYN and SAM4VITA . November*.