



Effets comparés des systèmes de riziculture intensif et traditionnel sur la qualité technologique du riz (*Oryza sp*) étuvé dans la Commune Urbaine de Faranah en République de Guinée

Mamadou Malal Balde*, Bandjou Samoura, Hamidou Bah, Vamougnè Kourouma, Oumou Barry, Diawadou Diallo

Institut Supérieur Agronomique et Vétérinaire de Faranah. Département de Vulgarisation agricole. BP 131 Faranah (République de Guinée). E-mail : malalbaldeisav@gmail.com

Reçu le 13 septembre 2022, accepté le 14 décembre 2022, publié en ligne le 11 mars 2023

RESUME

Description du sujet. En République de Guinée, le riz est la céréale la plus cultivée et consommée. Cependant, la technologie d'étuvage en milieu paysan reste encore non maîtrisée.

Objectifs. La présente recherche vise à étudier l'impact de deux systèmes de riziculture sur la qualité technologique du riz étuvé.

Méthodes. Un dispositif d'étuvage fut installé dans une salle avec quatre variétés de riz issues de deux systèmes de riziculture (intensif et traditionnel) provenant des campagnes agricoles de 2020 et 2021 dans la plaine rizicole de Founkama. Les paramètres évalués ont porté sur la technologie de l'étuvage, les dimensions du grain décortiqué, le taux de brisure et le rendement en riz net étuvé. Les données recueillies ont été soumises aux analyses statistiques à l'aide des logiciels Excel, SPSS 21 et Sigma Plot12.5.

Résultats. Les résultats obtenus ont montré que les systèmes de riziculture peuvent avoir une incidence majeure sur la quantité d'eau consommée pendant la pré cuisson et le poids de mille grains du paddy étuvé après séchage. Les autres paramètres technologiques ont été très faiblement influencés par ces systèmes. Le rendement moyen en riz net étuvé des variétés soumises à l'étude pour les deux années a été de 69,00 % (Diana), 67,00 % (Bintyana et CK211) et 65,00 % (Soronkadi) en système de riziculture intensif contre 66,50 % (Diana), 67,34 % (Bintyana), 66,17 %, (CK211) et 64,17 % (Soronkadi) en système de riziculture traditionnel.

Conclusion. Les résultats de cette recherche ont montré que le rendement moyen en riz net étuvé est plus élevé pour la variété Diana en système de riziculture intensif (69,00 %).

Mots-clés : *Oryza sp*, effet comparé, systèmes de riziculture, qualité technologique après étuvage, République de Guinée.

ABSTRACT

Comparative effects of intensive and traditional rice cultivation systems on the technological quality of parboiled rice (*Oryza sp*) in the Urban Commune of Faranah in the Republic of Guinea

Description of the subject. In the Republic of Guinea, rice is the most cultivated and consumed cereal. However, the technology of parboiling in a peasant environment is still not mastered.

Objective. This research aims to study the impact of two rice growing systems on the technological quality of parboiled rice.

Methods. A parboiling device was installed in a parboiling room with four varieties of rice from two rice farming systems (intensive and traditional) from the 2020 and 2021 agricultural campaigns in the Founkama rice plain. The parameters evaluated related to the parboiling technology, the dimensions of the husked grain, the breaking rate and the parboiled net rice yield. The data collected was subjected to statistical analyzes using Excel, SPSS 21 and Sigma Plot12.5 software.

Results. The results obtained showed that rice cultivation systems can have a major impact on the amount of water consumed during pre-cooking and the thousand-grain weight of parboiled paddy after drying. The other technological parameters were very slightly influenced by these systems. The average parboiled net rice yield of the varieties under study for the two years was 69.00 % (Diana), 67.00 % (Bintyana and CK211) and 65.00 % (Soronkadi) in the rice growing system. intensive against 66.50 % (Diana), 67.34 % (Bintyana), 66.17 % (CK211) and 64.17 % (Soronkadi) in the traditional rice-growing system.

Conclusion. The results of this research showed that the average yield of parboiled net rice is higher for the Diana variety in an intensive rice-growing system (69.00 %).

Keywords: *Oryza* sp, comparative effect, rice farming systems, technological quality after parboiling, Republic of Guinea.

1. INTRODUCTION

La production globale du riz des pays d'Afrique subsahariens a augmenté de 14 millions de tonnes en 2007 et à 31 millions de tonnes en 2018. Les consommations en Afrique sub-saharienne de trois principales céréales cultivées dans le monde, notamment le maïs (*Zea mays* L.), le blé (*Triticum* sp) et le riz (*Oryza* sp), ont été respectivement, par ordre décroissant, de 42 millions, de 27 millions et 22 millions de tonnes en 2018 (CARD, 2021). Pour pouvoir être consommé, le riz paddy doit être séparé de ses balles par décorticage « riz cargo », puis le blanchiment pour obtenir le « riz blanchi ou usiné », (FAO, 1990 ; Juliano, 1994).

Le riz qui est très apprécié par des consommateurs guinéens est issu d'un procédé de transformation comprenant une étape supplémentaire avant le décorticage : l'étuvage. Cette opération améliore donc le rendement au décorticage, en même temps que la qualité nutritionnelle grâce au déplacement des éléments nutritifs vers le centre du grain. Sa durée de cuisson est plus longue, mais il gonfle mieux et a un caractère économique intéressant (Broutin *et al.*, 2003). Le rendement à l'usinage (voisin de 70 %) et le taux de brisures sont les deux principales mesures caractérisant la qualité technologique du riz (Cruz, 1999).

La transformation du riz peut créer ou révéler une certaine proportion de grains brisés. Ces brisures proviennent soit de la mécanisation sur le grain au cours de l'usinage, soit de la fissuration dans le grain de riz au champ avant la récolte mais surtout pendant le séchage.

Pour certains, un séchage trop rapide du riz paddy provoque un durcissement de la surface, qui garde encore l'humidité à l'intérieur du grain. La pression interne augmente et génère l'apparition de clivages. Les fissures commencent au centre du grain et progressent vers la périphérie dans le sens du plus petit axe du grain (Abe *et al.*, 1992). La formation de fissures a lieu aussi bien dans l'environnement de désorption que d'adsorption d'eau qui existe au champ ou lors des opérations après récolte (Siebenmorgen, 1992).

Selon Olumuyiwa *et al.* (2014), en Afrique, le problème actuel de la non-compétitivité de riz local n'est pas seulement lié à la faible production mais surtout à sa faible qualité qui ne peut pas concurrencer le riz importé ; ceci à cause simplement des technologies post-récoltes peu performantes pratiquées par les producteurs. Selon l'Institut

International de Recherche sur le Riz (IRRI) (FAO, 2018), une bonne rizerie produira 50 à 60 pour cent de grains entiers, 5 à 10 pour cent de grains brisés de grande taille et 10 à 15 pour cent de grains brisés de petite taille. C'est dans cette optique que la recherche a été menée afin d'étudier la réaction de ces deux systèmes sur la qualité technologique du riz net étuvé. Les études menées par (Hema, 2013) sur les pratiques d'étuvage et ces normes prouvent que l'étuvage du riz est un maillon émergent de la filière rizicole. Il contribue à la valorisation du riz local et est un créneau indéniable pour la création de revenus et l'autonomisation de la femme.

Depuis décembre 2013, les femmes étuveuses membres de l'UGERM-W, avec l'appui de l'ONG CISV et d'autres partenaires ont mis en place un centre d'étuvage de riz moderne à Mogtedo (Burkina Faso) et commercialisent un riz étuvé de meilleure qualité que le riz étuvé traditionnel, dans la région et sur tout le territoire national (Tientega, 2016).

L'objectif général est d'évaluer l'impact des systèmes de riziculture intensif et traditionnel sur la qualité technologique de quatre variétés de riz (Bintyana, CK211, Diana et Soronkadi) étuvé. Spécifiquement, cette étude vise à évaluer les paramètres du rendement du riz net par variété et par système dans les mêmes conditions d'étuvage et de déterminer le meilleur système de riziculture en termes de qualité technologique du riz étuvé. L'intérêt de cette étude est basé sur la connaissance des limites de la performance du système de riziculture intensif du point de vue technologie de transformation du paddy en riz net à travers l'étuvage par rapport aux pratiques traditionnelles de la riziculture.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Présentation du site d'étude

Cette étude a été réalisée à l'Institut Supérieur Agronomique et Vétérinaire de Faranah (ISAV/F). L'essai a été installé dans la salle du laboratoire de la technologie agroalimentaire situé vers le côté Ouest du Campus.

2.2. Matériel végétal

Pour réaliser cette étude, quatre variétés de riz de bas-fonds (Bintyana, CK211, Diana et Soronkadi) issues d'une même expérimentation au champ avec les deux systèmes de riziculture intensif (SRI) et systèmes de riziculture traditionnel (SRT) ont été

utilisées comme matériel végétal. Les autres matériels du laboratoire utilisé sont listés dans le tableau 1.

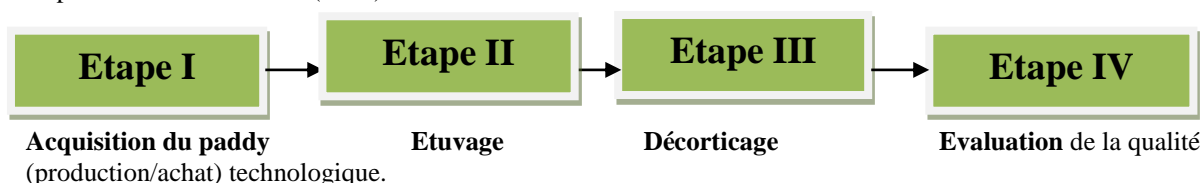
Tableau 1. Matériels du laboratoire utilisés

N°	Désignation	Quantité	Caractéristiques et fonctions
1	Réchaud électrique (Electric Hot Plate) pour trempage et pré cuisson	8	7SHP-513, Modern Elegant design, Variable Heat Setting (1-5), Indicator Light, Power Supply (220-230V/50Hz 1000W)
2	Casserole pour trempage	8	en tôle d'aluminium, d'une capacité de 10 litres
3	Étuveuse non démontable	8	en tôle d'aluminium, de 5 litres de volume
4	Égouttière pour l'égouttage	8	en plastique perforée d'un volume de 5 litres
5	Sac taré à 100 kg	8	Pour le séchage du riz paddy étuvé
6	Sceau	8	en plastique de capacité de 12 litres pour le lavage
7	Eau (en litre)	18	De forage avec une température de 29°C
8	Thermomètre à mercure	1	De portée 100°C pour la température de l'eau
9	Thermo-hygromètre	1	pour la température et l'humidité relative
10	Testeur d'humidité de grains	1	digital pour déterminer le taux d'humidité
11	Balance mono plateau	1	avec une précision de 50g pour le pesage
12	Balance électronique	1	Marque «CS200» de 0,1g de précision
13	Pieds à coulisse digital	1	pour déterminer les dimensions du grain
14	Eprouvette graduée	1	pour déterminer le volume d'eau

2.3. Méthodes

Un thermo-hygromètre « **Anymetre JR900** » a été suspendu dans la salle d'étuvage pour enregistrer la température et l'humidité relative de la salle trois fois dans la journée (08h00 ; 13h00 et 18h00) et le séchage au soleil, le même appareil a servi pour obtenir les mêmes données pendant le temps de séchage.

Huit variantes ont été expérimentées à savoir : V₁I (Bintyana en SRI) ; V₁T (Bintyana en SRT) ; V₂I (CK₂₁₁ en SRI) ; V₂T (CK₂₁₁ en SRT) ; V₃I (Diana en SRI); V₃T (Diana en SRT); V₄I (Sorokadi en SRI) et V₄T (Sorokadi en SRT). Le schéma technologique de la transformation du riz paddy en riz étuvé blanchi comprend quatre grandes étapes selon Bassolé *et al.* (2013) :



Le dispositif expérimental de cette étude est représenté dans la figure 1 ci-dessous.

Procédure d'étuvage

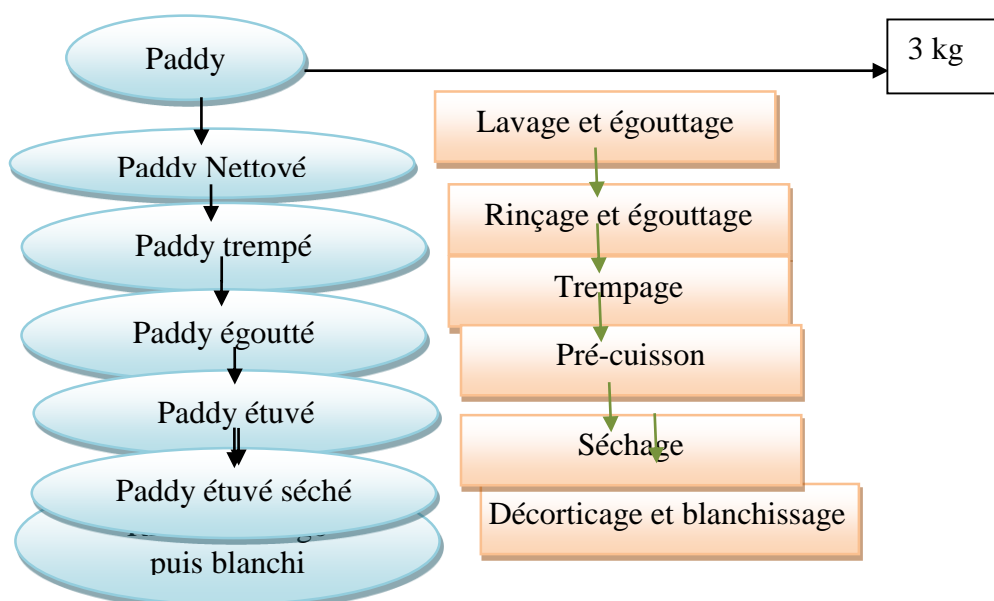


Figure 1. Schéma technologique d'étuvage et de décorticage du riz paddy en riz étuvé (Bassolé *et al.*, 2013 ; Thouillot *et al.*, 2014).

Les paramètres évalués pendant le processus d'étuvage

Les paramètres évalués pendant le processus d'étuvage du riz sont :

Quantité du paddy

La quantité du paddy a été évalué à l'aide d'une balance mono plateau de précision de 50 g et une portée de 22 kg.

Durée du trempage, refroidissement et précuisson

Cette durée a été évaluée à l'aide d'un chronomètre, le temps du chauffage a été déterminé de l'allumage des réchauds à l'atteinte d'une température de 60 °C.

Durée de séchage

Le temps préconisé par Zossou *et al.* (2010) à travers le chronomètre qui est aux environs de 1h30 au soleil puis ramassé et séché à l'ombre pour le reste de la durée du séchage qui peut durer environ 16 heures avant d'être décortiqué.

Poids du paddy après trempage

Le poids du paddy après trempage a été mesuré au lendemain du séchage ; le paddy ainsi rincé, égoutté a été pesé à l'aide de la même balance mono plateau avant de passer à la pré-cuisson.

Volume d'eau consommé durant la précuisson

Le volume restant quantifié à l'éprouvette graduée a été soustrait du volume initial pour obtenir ce volume d'eau consommé.

Détermination des caractéristiques technologiques du riz net étuvé

Les caractéristiques technologiques évalué du riz net étuvé évaluées sont :

Teneur en eau du riz après séchage : La teneur en eau du riz après séchage a été mesurée par le testeur d'humidité.

Poids de mille grains paddy après séchage : Il a été obtenu après comptage et pesage à l'aide d'une balance électronique.

Taux de brisures : Le taux de brisure a été déterminé à partir d'un échantillon de 10 g (m_1) de riz prélevé après décortilage. Cet échantillon a été trié manuellement afin de séparer les grains entiers (m_2) et les grains brisés (m_3) selon la formule de Dansou *et al.* (2018) :

$$\text{Taux de brisures} = \frac{M3 \times 100}{M1}$$

Pour chaque échantillon, le triage a été répété trois fois.

Dimension de grain net : Pour évaluer la dimension de grains net, un échantillon de 10 grains entiers a servi pour la détermination de la longueur et des diamètres du grain à travers un pied à coulisse digital.

Évaluation du rendement du riz net étuvé : L'évaluation du rendement du riz net étuvé a consisté à déterminer le pourcentage du riz blanc étuvé en fonction de la quantité du paddy étuvé (12 kg par variante).

3. RESULTATS

3.1. Durée des opérations d'étuvage

La durée des opérations recueillies pendant l'étuvage est consignée dans le tableau 2.

Tableau 2. Durée des différentes opérations d'étuvage

Paramètres	Durée	
	2021	2022
Trempage (minutes)	40,00	40,00
Refroidissement (heures)	12,00	12,00
Pré-cuisson (minutes)	70,00	70,00
Séchage sous soleil (minutes)	90,00	90,00
Séchage à l'ombre (heures)	16,00	16,00

Il ressort de ce tableau qu'il y a uniformité de la durée des opérations pour les deux ans sur l'ensemble des variantes combinées (système et variété). Le séchage à l'ombre est plus long que celui sous soleil. Cela pourrait faciliter un bon séchage, une dessiccation lente et progressive rendant les grains tenaces sans fissure qui permet de diminuer le taux de brisure.

3.2. Température et humidité pendant le séchage au soleil et sous abris

La température et l'humidité relative moyennes enregistrées par jour pendant l'étuvage sont représentées dans la figure 2.

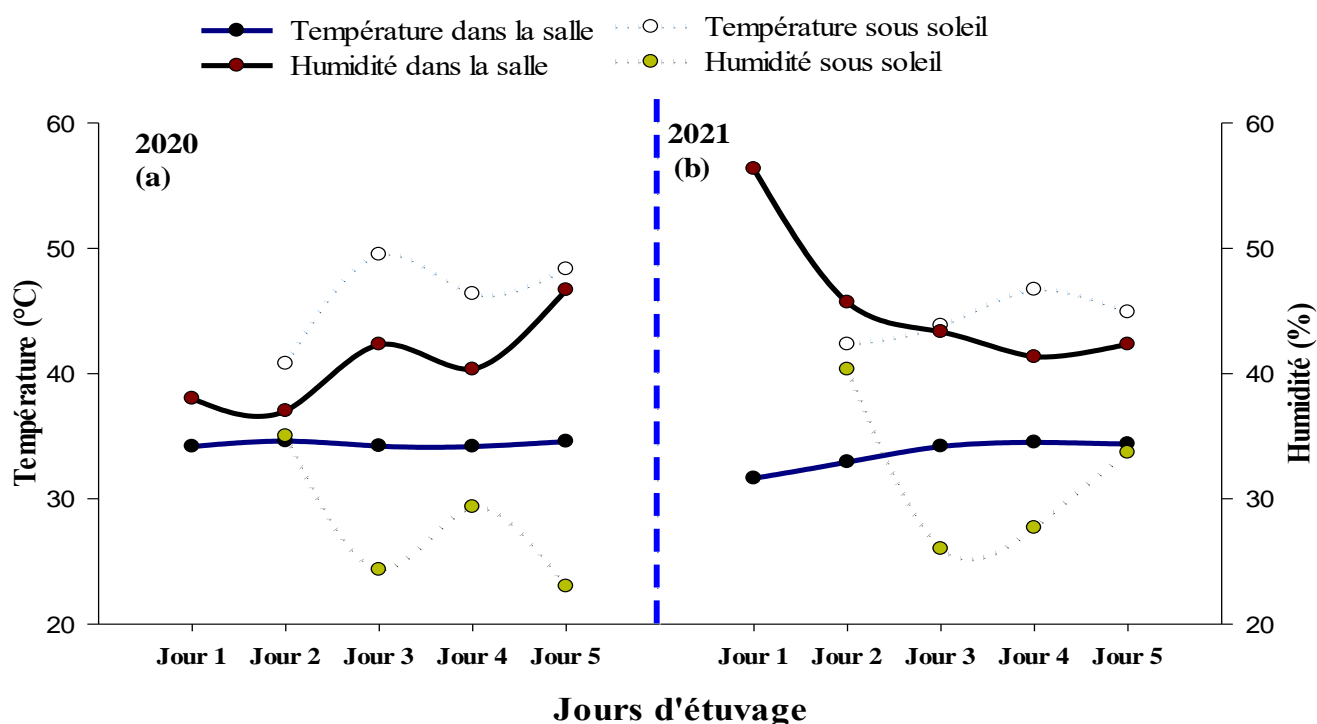


Figure 2. Variation de la température et de l'humidité pendant les deux séchages

Il se dégage de cette figure des faibles variations de la température dans la salle pour le séchage à l'ombre pendant les 5 jours où toutes les valeurs enregistrées ont été en dessous de celles recueillies à l'aire libre (séchage au soleil) dont la variation de la température est plus importante. Quant à l'humidité relative, il y a eu des variations lisibles sur les deux courbes entre les jours sous le soleil et dans la salle. Toutefois, nous constatons par l'allure des courbes que les conditions climatiques qui ont prévalu pendant les séchages ont varié d'année en année. Les températures dans la salle et sous le soleil ont été plus basses pour le 2^{ème} essai. Cela s'expliquerait par la variation des facteurs climatiques en fonction des jours et des années.

3.3. Rendement du riz net étuvé

Le rendement du riz net étuvé a été obtenu en pourcentage en fonction de la quantité du paddy étuvé par variété dans les deux systèmes et est présenté sur la figure 3.

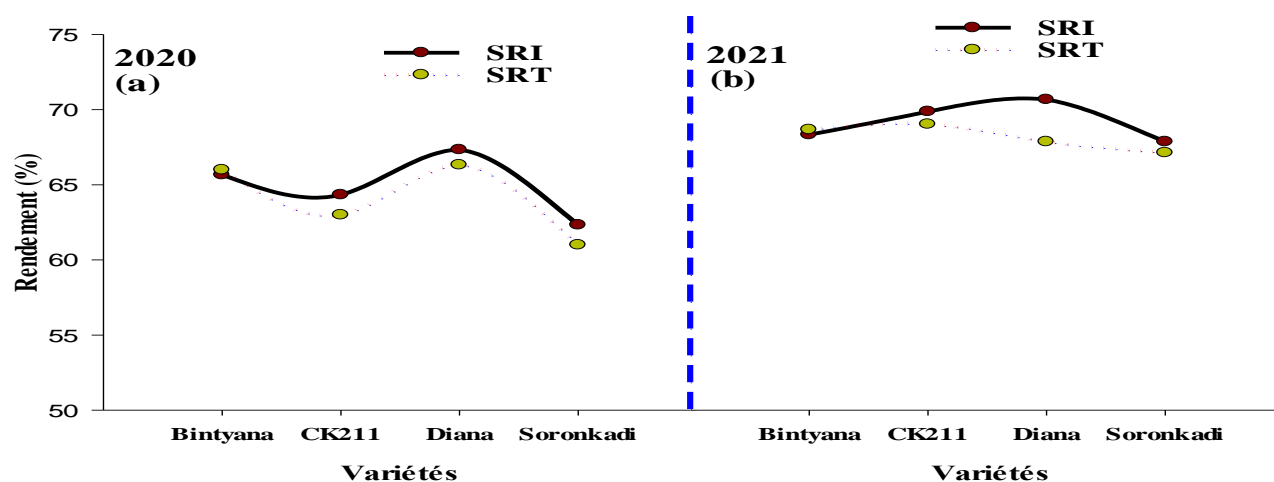


Figure 3. Variation du rendement de riz net après décorticage par variété et par système

Les figure 3 (a) et 3 (b) montrent que toutes les variétés ont présenté le rendement le plus élevé en SRI à l'exception de Bintyana pour les deux années de recherche avec un faible écart entre les deux systèmes. Toutefois, on remarque sur la figure 3 (b) que la variété Diana s'est démarquée des autres avec un écart plus important pour les systèmes.

Ces résultats pourraient traduire la performance du SRI qui se confirme aussi sur le rendement du riz étuvé à l'usinage et la qualité spécifique du grain par variété. L'écart entre les deux systèmes observés sur la variété Diana en 2021 peut être dû au taux de brisure plus élevé en SRT par rapport au SRI.

3.4 Calculs statistiques des paramètres technologiques analysés

L'analyse statistique des données sur les paramètres d'étuvage et de la transformation du paddy en riz net étuvé sous l'effet des systèmes sur les quatre variétés se trouve consignée dans le tableau 3.

Tableau 3. Réponses des paramètres étudiés aux systèmes en fonction des variétés

Paramètres	PPT	QECPP	TEPAS	PMGPE	LG	GDG	PDG	TB
2020								
Systèmes	0,731 ^{NS}	0,000 ^{**}	0,930 ^{NS}	0,047 [*]	0,762 ^{NS}	0,612 ^{NS}	0,338 ^{NS}	0,613 ^{NS}
Variétés	0,715 ^{NS}	0,000 ^{**}	0,215 ^{NS}	0,000 ^{**}	0,000 ^{**}	0,367 ^{NS}	0,377 ^{NS}	0,000 ^{**}
S x V	0,671 ^{NS}	0,000 ^{**}	0,000 ^{**}	0,000 ^{**}	0,500 ^{NS}	0,964 ^{NS}	0,610 ^{NS}	0,034 [*]
2021								
Systèmes	0,006 ^{**}	0,000 ^{**}	0,824 ^{NS}	0,001 ^{**}	0,976 ^{NS}	0,617 ^{NS}	0,052 ^{NS}	0,000 ^{**}
Variétés	0,927 ^{NS}	0,000 ^{**}	0,307 ^{NS}	0,000 ^{**}	0,000 ^{**}	0,162 ^{NS}	0,004 ^{**}	0,000 ^{**}
S x V	0,801 ^{NS}	0,000 ^{**}	0,769	0,035 [*]	0,186 ^{NS}	0,408 ^{NS}	0,052 ^{NS}	0,000 ^{**}
2020-2021								
Systèmes	0,153 ^{NS}	0,000 ^{**}	0,809 ^{NS}	0,078 ^{NS}	0,778 ^{NS}	0,888 ^{NS}	0,709 ^{NS}	0,000 ^{**}
Variétés	0,878 ^{NS}	0,000 ^{**}	0,979 ^{NS}	0,000 ^{**}	0,000 ^{**}	0,237 ^{NS}	0,121 ^{NS}	0,000 ^{**}
S x V	0,679 ^{NS}	0,001 ^{**}	0,007 ^{**}	0,000 ^{**}	0,139 ^{NS}	0,828 ^{NS}	0,922 ^{NS}	0,010 ^{**}

**La différence hautement significative (seuil de 1 %) ; * Différence significative (seuil de 5 %) ;

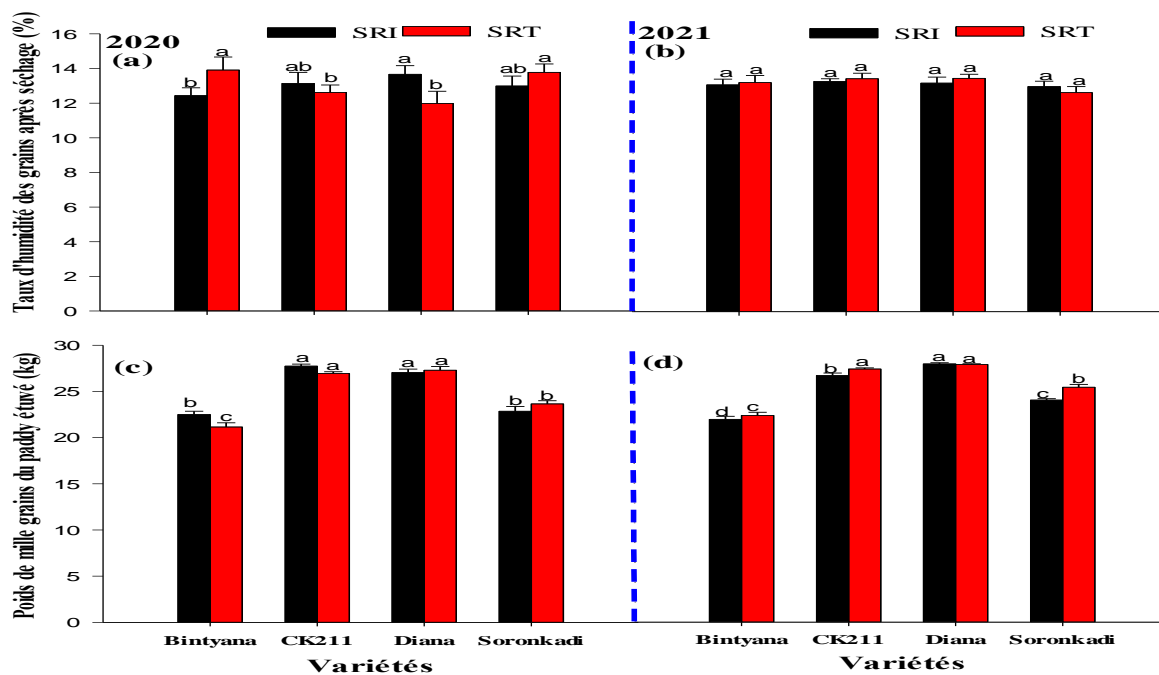
Légende : NS (différence non significative), PPT (poids du paddy trempé) ; QECPP (quantité d'eau consommée pendant la pré-cuisson) ; TEPAS (taux en eau du paddy après séchage) ; PMGPE (poids de mille grains du paddy étuvé) ; LG (longueur du grain) ; GDG (grand diamètre grain) ; PDG (petit diamètre grain) ; TB (taux de brisure).

Parmi les paramètres présentés dans ce tableau, il est à noter que les systèmes de culture ont eu d'effets que sur la quantité d'eau consommée pendant la pré-cuisson avec une différence hautement significative d'année en année. Le poids des mille grains du paddy étuvé révèle une différence significative et hautement significative respectivement pour la 1^{ère} et la 2^{ème} année, mais avec une différence non significative pour la moyenne de deux années

d'expériences. Au niveau des variétés, la différence est hautement significative pour quatre paramètres en moyenne. Par ailleurs, l'interaction moyenne (Système de culture × Variété) montre sur les huit paramètres que quatre présentent une interaction hautement significative et les autres une interaction non significative. Cela serait dû aux effets des systèmes sur les aptitudes qu'ont les variétés de réagir à la technologie de transformation du riz paddy étuvé en riz net pour certains paramètres d'une part et leurs caractéristiques variétales d'autre part.

3.5. Comparaison des moyennes

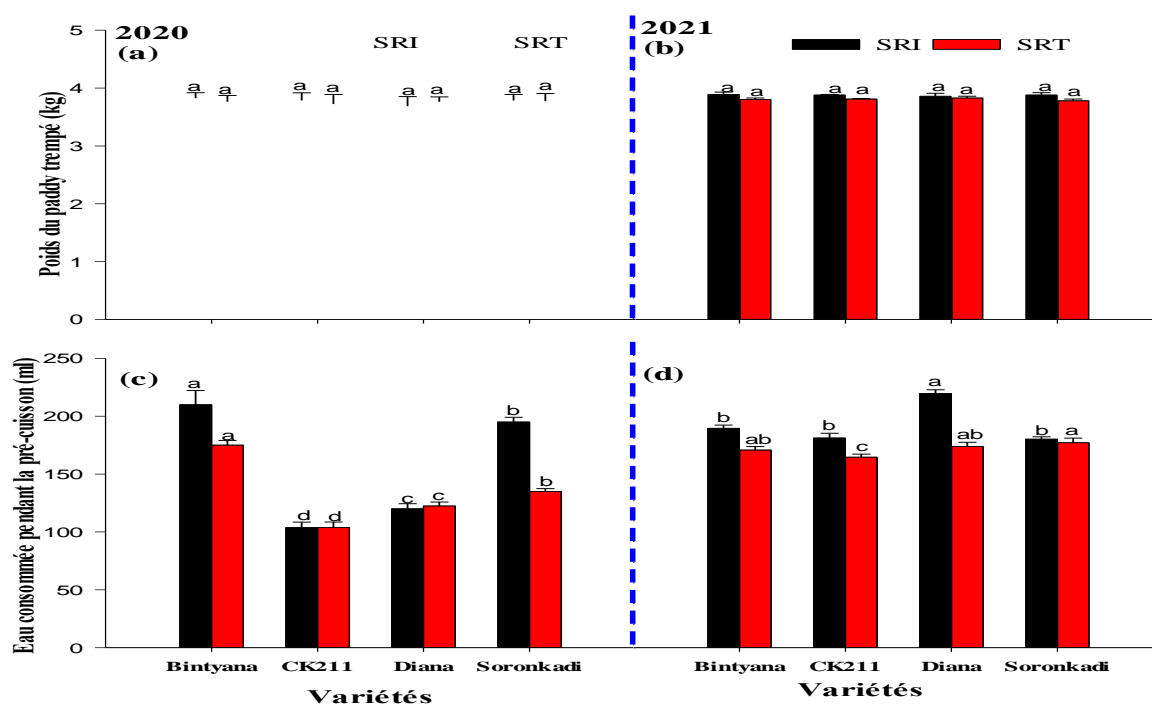
La synthèse de la comparaison des moyennes des paramètres technologiques par variété sont consignées dans les figures 4, 5 et 6.



Les variétés portant les mêmes lettres indiquent une différence non significative et celles portant des lettres différentes indiquent une différence significative ($P < 0,05$).

Figure 4. Variation du poids du paddy trempé et de l'humidité des grains après séchage

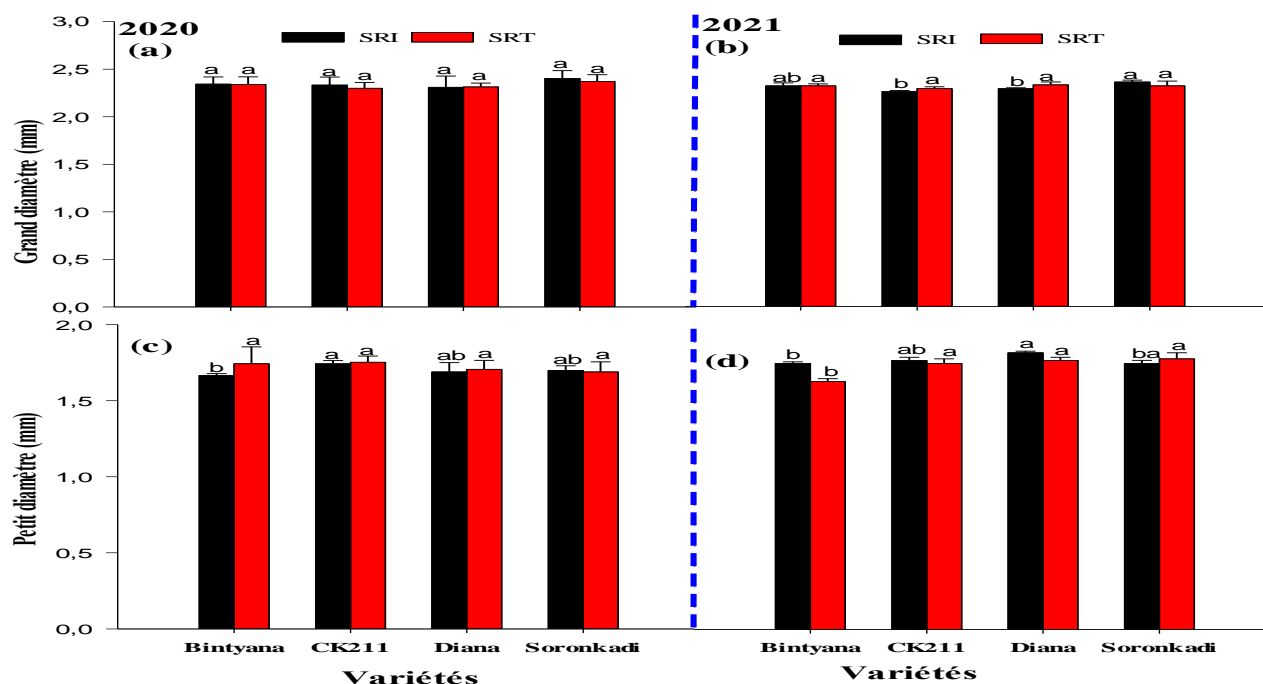
Il ressort de ces figures 4 (a) et 4 (b) que la tendance de la variation du taux d'humidité des grains après séchage n'a été ni définie par les variétés ni par les systèmes. Pourtant, au niveau le poids des mille grains du paddy étuvé figures 4 (c) et 4 (d), les systèmes ont donné une faible démarcation entre eux, mais entre les variétés la différence est plus ou moins importante. Ces résultats pourraient être attribués au dessèchement des grains pendant le séchage et aux caractères spécifiques variétaux du poids vif du grain.



Les variétés portant les mêmes lettres indiquent une différence non significative et celles portant des lettres différentes indiquent une différence significative ($P < 0,05$).

Figure 5. Variation du poids du paddy trempé et de l'humidité des grains après séchage

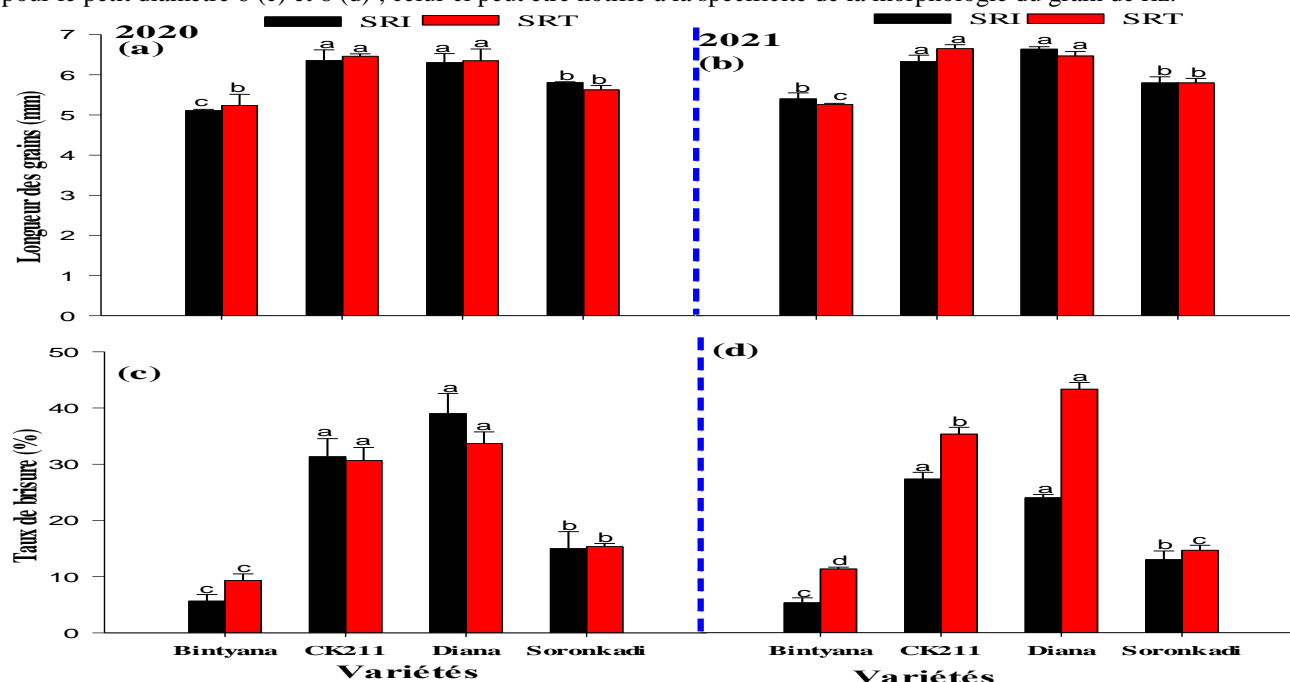
Dans les figures 5 (a) et 5 (b) les résultats notifiés établissent que les quatre variétés dans les deux systèmes ont obtenu statistiquement le même poids moyen du paddy trempé. Par contre, la quantité moyenne d'eau consommée pendant la pré-cuisson figures 5 (c) et 5 (d) a subi une variation entre les variétés et entre les systèmes dans les deux cas de figures. Ceci pourrait être due à l'aptitude des variétés d'absorber l'eau pendant le trempage du riz, par la variation des diamètres du grain net étuvé et aux systèmes de riziculture utilisés.



Les variétés portant les mêmes lettres indiquent une différence non significative et celles portant des lettres différentes indiquent une différence significative ($P < 0,05$)

Figure 6. Variation des diamètres du grain de riz net étuvé

Les figures 6 (a) et 6 (b) démontrent que le grand diamètre varie faiblement entre variétés et systèmes, ainsi que pour le petit diamètre 6 (c) et 6 (d) ; celui-ci peut être notifié à la spécificité de la morphologie du grain de riz.



Les variétés portant les mêmes lettres indiquent une différence non significative et celles portant des lettres différentes indiquent une différence significative ($P < 0,05$)

Figure 7. Variation de la longueur du grain et du taux de brisure riz net étuvé

Les figures 7 (a) et 7 (b) présentent un fort rapprochement des moyennes entre les systèmes de culture pour les variétés CK211 et Diana qui ont donné les plus longs grains ($6,56 \pm 0,05$ et $6,47$) par rapport aux deux autres variétés. Sur les figures 7 (c) et 7 (d), il en découle que le taux de brisure le plus faible a été rencontré au niveau de la variété Bintyana suivie de Soronkadi avec des valeurs supérieures émises en SRT ($5,50 \pm 0,50$ contre $10,33 \pm 0,17$ en SRT pour Bintyana et $14,00 \pm 0,58$ contre $15,00 \pm 0,29$ en SRT pour Soronkadi). Cependant, les variétés CK211 et Dinan ont montré les plus grandes valeurs en SRI en 2020 contrairement à l'année suivante. Ainsi, si la variation de la longueur du grain est spécifiquement variétale, les systèmes rizicoles ne l'influenceront faiblement et aussi, le taux de brisure du riz net est non significatif, ils dépendent toutefois des variétés, celle du taux d'humidité pourra être causée par les dimensions des grains et les conditions environnementales de l'étuvage et de séchage.

4. DISCUSSION

Le taux d'humidité des grains notifié pendant le séchage au soleil (température moyenne $46,25 \pm 6,10^\circ\text{C}$ et humidité relative moyenne $27,92 \pm 10\%$) et à l'ombre (température moyenne $34,34 \pm 3,56^\circ\text{C}$ et humidité relative moyenne $40,87 \pm 6,61\%$) variant entre 12,76 et 13,57 % se situent dans l'intervalle défini par Ramatou *et al.* (2012) qui disent que le taux d'humidité du séchage correcte pour le riz varie entre 12 à 14 %.

Le trempage du paddy avec l'eau tiède de 60°C se situe dans les limites données par Thouillot *et al.* (2014) qui soutiennent que le trempage du paddy se fait dans de l'eau tiède (50 à 60°C) et parfois après chauffage rapide afin d'hydrater le grain jusqu'à HR 30 %. Touré et Traoré (2013a) rapportent de leur part que le trempage se fait avec une eau tiède (70 - 80°C). Les durées moyennes de la pré-cuisson de 70 minutes, du séchage au soleil de 90 minutes et du séchage à l'ombre de 16 heures sont comparables à celles trouvées par Houssou (2003) qui a obtenu avec un dispositif d'étuvage semi-amélioré en utilisant le bois mort, une durée de pré-cuisson de 20 minutes, très inférieure aux résultats de cette étude et une durée de séchage au soleil d'1 heure 30 minutes et à l'ombre de 16 heures équivalant aux nôtres. Néanmoins, il a été constaté par Houssou *et al.* (2015) que lors de la répétition où la transformatrice a deux lots de 80 kg de paddy à précuire à la vapeur (étuvage) de façon consécutive, la durée de la pré-cuisson du second lot avec le kit d'étuvage composé du bac+marmite a été plus courte (25 minutes) que celle du matériel d'étuvage en tonneau (38 minutes).

La durée du trempage (chauffage et du refroidissement) de 14h40 est supérieure à celle rapportée par Bassolé *et al.* (2013) qui

recommandent une durée de 10 à 12 heures (une nuit entière) pour la variation de l'humidité des grains de 13 à 30-35 %. Par contre, elle est légèrement inférieure à l'intervalle défini par Sanou (2016) qui souligne que pendant le trempage direct, le paddy prend environ 15 heures pour un bon trempage, alors que la méthode indirecte demande environ 24 heures en période de chaleur, et ce temps s'allonge s'il fait froid.

La durée globale du séchage de 3 kg de paddy étuvé a été 17h30 soit 1h30 au soleil et 16h00 à l'ombre, est un peu supérieur à celle réalisée par Houssou *et al.* (2016a) de leurs études, selon lesquelles bien que la méthode de séchage mixte ait donné un rendement et une qualité de riz usiné meilleur, sa durée est plus longue (15h15 pour le séchage de 30 kg de paddy) que le séchage traditionnel (11h23 pour la même quantité de paddy). Le séchage mixte est un séchage partiel au soleil suivi d'un séchage à l'ombre afin d'éviter que les grains de paddy soient trop fissurés. Par ailleurs, une autre étude (Mehdizadeh et Zomorodian, 2009) a montré que le système mixte (système séchage solaire) améliore la qualité du riz usiné, mais aussi est plus rapide (1h30 à 50°C pour le séchage de 4 kg de paddy) que le séchage traditionnel (8 à 10 heures à 26°C pour la même quantité). Toutefois, elle reflète les renseignements de (IFDC, 2016) qui indiquent que le séchage du riz se fait sur une bâche propre et comporte deux phases (celle du séchage au soleil qui consiste pendant environ 1h30 à 2h00 suivi de celle du séchage à l'ombre pour la poursuite jusqu'à ce qu'il soit complètement sec).

Les rendements qui varient entre 62,33 à 67,33 % sont conformes aux résultats trouvés par Thouillot *et al.* (2014) qui affirment que l'étape du décorticage achève la transformation du riz « net » et le rendement à l'usinage est d'environ 65 % ; ces rendements correspondent avec ceux établis Bassolé *et al.* (2013) qui rapportent qu'une bonne maîtrise de la transformation doit permettre d'atteindre un rendement de 65 % pour le riz blanc et de 70 % pour le riz étuvé. Par ailleurs, Konon *et al.* (2014) supportent que la décorticqueuse Engelberg occasionne plus de brisures avec un rendement variant entre 55 et 65 %. En outre, ces rendements entourent le résultat obtenu par le Syndicat des Riziculteurs de France et Filière - Mas du Sonnailler - 13200 ARLES (2011) qui soutient que la Camargue produit actuellement 100.000 t de Riz Paddy correspondant à 66.000 t de riz blanchi (66 %), soit 1/3 de la consommation française.

Les variétés Bintyana et Soronkadi ont fourni des taux de brisures inférieurs à 20 % contrairement à celles de CK211 et Diana qui ont donné des valeurs supérieurs à 25 % de ce fait, comparativement aux résultats présentés par (HEMA, 2013) qui dénotent que les échantillons de riz analysés contiennent des

taux élevés de brisures et se classent respectivement dans la catégorie « grains intermédiaires (5 à 25 % de brisures) » pour l'échantillon de Bama et la catégorie « brisures (taux de brisures supérieur à 25 %) » pour les échantillons de Douna, Mogtédou et Banzon.

Le taux de brisures moyen de toutes les variétés dans les deux systèmes est situé à 22,15 %, il s'inscrit à la troisième catégorie de la norme NBF 01-080 :2009 définie par Bassolé *et al.* (2013) selon laquelle, trois catégories de riz se différencient par leurs taux de brisures : catégorie « luxe » exempte de brisures ; catégorie « semi-luxe » avec un taux de brisure de l'ordre de 5 à 15 % et catégorie « grande consommation » qui peut comporter 15 à 35 % de brisures. En ce qui concerne la dimension des grains, la longueur moyenne obtenue est de $5,98 \pm 0,06$ mm, le grand diamètre de $2,33 \pm 0,02$ mm et le petit diamètre de $1,73 \pm 0,02$ mm se joignent de celles trouvées par Houssou (2003) qui a enregistré les dimensions suivantes : longueur : $7,26 \pm 0,05$ mm ; grand diamètre : $2,24 \pm 0,14$ mm et petit diamètre : $1,76 \pm 0,05$ mm.

5. CONCLUSION

Au terme de ces travaux de recherche sur la qualité technologique du riz étuvé, il ressort de cette étude que les conditions climatiques qui ont prévalu dans la salle et dans l'aire de séchage ont été favorables à l'étuvage et au séchage du riz. Parmi les quatre variétés étudiées, excepté Bintyana qui a donné un rendement plus important en SRT, les trois autres variétés Diana, CK211 et Soronkadi ont enregistré le rendement le plus élevé en SRI respectivement 69,00 ; 67,00 et 65,00 mais avec des écarts types très rapprochés entre les deux systèmes. Pour tous les paramètres technologiques évalués, deux ont été influencés par les systèmes ; il s'agit de la quantité d'eau consommée pendant la pré-cuisson et le taux de brisure où les différences étaient hautement significatives et le poids de mille grains du paddy étuvé avec une différence significative pour le premier essai. Le taux de brisures enregistré dépend plus de la longueur des grains que du système de riziculture ; plus cette longueur est petite moins le taux de grains brisé est élevé.

6. Références

Abe T., H Ikida Y., Ofochec. E. & Yamashita J., 1992. Effects of drying parameters on quality of artificially dried rough rice. *Agricultural mechanization in Asia. Africa and Latina America*, 23(4), 42-76.

Bassolé I. H. N, Bernt C., Bikienga B., Massone S., Sanguisso A., Touré B. & Traoré B., 2013. Amélioration de la qualité du riz. *Cahier n° 1 manuel du formateur Burkina Faso*, 10 p.

Bassolé I. H. N, Bernt C., Bikienga B., Massone S., Sanguisso A., Touré B. & Traoré B., 2013. Amélioration

de la qualité du riz. *Cahier n° 2, manuel du formateur Burkina Faso*, 30 p.

Broutin C., Totté A., Tine E., Francois M., Carlier R. & Badini Z., 2003. *Transformer les céréales locales pour les nouveaux marchés urbains*. Éd. Gret/ministère des Affaires étrangères, programme Agridoc, Coll. Le point Sur, Paris, 296 p.

CARD, 2021. *Manuel technique de la JICA pour la riziculture en Afrique – Mise en œuvre de la CARD 2008-2018*, 279 p.

Cruz J.-F., 1999. *Evolution des techniques après récolte. La transformation artisanale du riz en Afrique subsaharienne*. Cirad-ca, TA 7 0 /1 6, 7 5 rue Jean-François Breton, 3 4 3 9 8 Montpellier Cedex 5, France.

Dansou V., Houssou P. A. F., Ahoyo-Adjovi N. R. & Hotegni A. B., 2018. Effet de différentes techniques de battage et de séchage sur la réduction des pertes après récolte de riz paddy au Bénin. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 32, 259 – 272. ISSN 1813-3290.

FAO, 1990. *Utilisation des aliments tropicaux : Céréales*. FAO. Alimentation et Nutrition. 47/1. Rome, 120 p.

FAO, 2018. *Directives sur la mesure des pertes postproduction. Recommandations sur la conception d'un système statistique de calcul des pertes à la récolte et après récolte de grains vivriers*. Improving Agricultural & Rural statistics. Global Strategy, 125 p.

Hema T., 2013. *Rapport final_ Etude sur les pratiques d'étuvage et les normes* _ U.N.E.RIZ. 01 BP : 1027 Bobo-Dioulasso 01. Union Nationale des Etuveuses du Riz du Burkina. Nombre de 51 p.

Houssou P., 2003. *Développement de l'étuvage du riz au Cotonou République de Bénin*, 6 p.

Houssou P. A. F., AhoyoAdjovi N. R., Dansou V., Hounyevou-Klotoe A., Sadjinou M. K. B., Hotegni A. B. & Mensah G. A., 2016a. Effets du mode de battage et de séchage sur la qualité de riz titre courant : battage et séchage du riz paddy au Bénin. *Rev. Cames*, 04, 01.

Houssou P. A. F., Hounyèvou-Klotoé A. Sègla P., Alohouta de, Dansou V. & Moreira J., 2015. Évaluation de la productivité technique de trois matériels d'étuvage de riz paddy au Bénin. Institut national des recherches agricoles du Bénin. *Journal of Applied Biosciences*, 94, 8825 – 8834.

Houssou P.A.F., Ahoyo-Adjovi N. R., Dansou V., Hounyèvou-Klotoé A., Hotegni A.B. & Mensah G. A., 2016b. *Fiche Technique. Guide pratique de production du riz blanc au Bénin : Aspect post-récolte*, 12 p.

IFDC (International Fertilizer Development Center), 2016. Module 2, Formation sur la transformation des produits agricoles alimentaires. Manuel de formation innovant genre sensible sur les technologies post récolte. FEEDIFUTURE-ICRA-IFDC, 160 p.

Juliano B.O., 1994. *Le riz dans l'alimentation humaine*. FAO. Alimentation et Nutrition 26. Rome, 184 p.

Konnou D., Sotondji C.S. & Adidehou Y.A., 2014. *Rapport de l'étude d'état des lieux de la filière riz au Bénin*

en 2014. Rapport final. Conseil de Concertation des Riziculteurs du Bénin (CCR-B), 97 p.

Mehdizadeh Z. & Zomorodian A., 2009. A Study of the Effect of Solar Drying System on Rice Quality. *Journal of Agriculture and Sciences Technology*, 11, 527-534.

Olumuyiwa B.A., Buliaminu K., Olanrewaju R.B. & Oluwasiji F.A., 2014. Comparative Quality and Performance Analysis of Manual And Motorised Traditional Portable Rice Threshers. *Innovative Systems Design and Engineering*, 5(4), 1-8.

Ramatou S., Hassane A. & Amir S., 2012. *Rapport de formation des étuveuses de riz, membres des groupements féminins de la vallée du fleuve, sur la technologie améliorée de l'étuvage du riz Kollo*. Projet Amélioration de la Production de Riz en Afrique de l'Ouest APRAO/FAO au Niger, 8 p.

Sanou N. E., 2016. *Inventaire des pratiques d'étuvage du riz et de la consommation sur les sites au Burkina Faso*. Diplôme D'Ingénieur en Vulgarisation Agricole. Institut du Développement Rural. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, 55 p.

Siebenmorgen T. J., 1992. Relating moisture transfer rate in rice to kernel quality. *Drying*, 92, 58-73.

Syndicat des Riziculteurs de France et Filière - Mas du Sonnailler - 13200 ARLES, 2011. *Cahier des Charges Igp « Riz de Camargue »*, 22 p.

Thouillot F., Broutin C. & Camara K., 2014. *Guide des bonnes pratiques de production d'un riz étuvé de qualité en Guinée validé par les organisations de la filière*. Projet ACORH (Amélioration des capacités des organisations des filières riz et huile de palme en Guinée) Gret et la MGE, pp 4-13.

Tientega L. M., 2016. Effets du changement des pratiques sur le pouvoir économique des femmes et les relations genre : cas du centre d'étuvage du riz de mogtedo, Mémoire de Master Professionnel International en Innovation et Développement en milieu rural ; AGRINOVIA ; Université Ouaga I Professeur Joseph Ki Zerbo 94p.

Zossou E., anvoeke J. & Zotoglo K., 2010. *Etuvage amélioré du riz : Dispositif et description du processus*. USAID E-ATP Ouagadougou, 4 p.