

Caractérisation physico-chimique de quinze (15) variétés de riz (*Oryza sativa* L.) produites dans la vallée du fleuve Sénégal

**Ibrahima MBODJ^{1*}, Mouhameth CAMARA¹, Omar Ndaw FAYE², Fallou SARR³
et Gloria G. S. KENY³**

¹ *Université Alioune DIOP de Bambey, Institut Supérieur de Formation Agricole et Rurale,
BP 54 Bambey, Sénégal*

² *Institut Sénégalais de Recherches Agricoles, Centre de Saint-Louis de Khor, BP 240 Saint-Louis, Sénégal*

³ *Institut de Technologie Alimentaire (I.T.A), Route des Pères Maristes, BP 2765 Hann, Dakar Hann*

* Correspondance, courriel : ibrahima.mbodj@uadb.edu.sn

Résumé

Au Sénégal, les progrès de la production rizicole en quantité et en qualité de transformation sont considérables ces dernières années. Cependant les critères d'appréciation du riz au niveau consommateurs et cuisiniers ne sont pas suffisamment intégrés dans les politiques rizicoles. Une évaluation organoleptique de la qualité du grain est nécessaire pour tenir compte des caractères appréciés par les utilisateurs. En effet, les caractéristiques physico-chimiques sont des indicateurs utiles de la qualité culinaire du riz et sont toutes liées à certaines propriétés de l'amidon, composant principal du riz usiné. Faisant suite à des caractérisations morpho-agronomiques de 15 lignées de riz dans la vallée du Fleuve Sénégal, une analyse de la qualité du grain de ces lignées est effectuée au niveau de l'Institut de Technologie Alimentaire (ITA) de Dakar en collaboration avec l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA), Centre de Saint-Louis. L'objectif de cette étude est de déterminer quelques caractères organoleptiques et physiques de lignées de riz produites dans la vallée du fleuve Sénégal. Les variables mesurées sont la teneur en amylose, la vitrosité et la couleur. Le matériel végétal est composé de quinze lignées de riz venant de différents environnements du Sénégal et de l'extérieur du pays, d'un témoin (Sahel 108) et d'une variété de riz parfumé importé trouvé dans le marché. La teneur en amylose a été déterminée par la méthode ISO 664 et un chroma mètre Minolta CR 400/4107 a permis d'apprécier la couleur. Quant à la vitrosité, elle a été mesurée après un triage manuel suivi d'une observation à la loupe pour séparer les grains translucides (grains vitreux) des grains farineux. Les résultats ont révélé que la variété témoin a la plus grande teneur en amylose avec 24,01 tandis que les deux lignées ISRI-J3-77 et ISRI-14-21 ont des teneurs en amylose très faibles. La lignée ISRI-BR-S1 est la moins blanche avec un WI de 56,8 et la lignée ISRI-12-19, la plus blanche avec un WI de 73,2. Concernant la vitrosité, pratiquement toutes les variétés sont vitreuses (indice de vitrosité compris entre 1 et 3) avec une majorité très vitreuse, à l'exception de ISRI-00, ISRI-011-K11 et ISRI-09-189 qui ont un indice de vitrosité compris entre 4 et 5. Ces résultats constituent une base de données utilisable par les chercheurs, les transformateurs, les consommateurs et les politiques dans le cadre de la sécurité alimentaire et nutritionnelle.

Mots-clés : *riz, culinaire, organoleptique, amylose, Sénégal.*

Abstract

Physico-chemical characterization of fifteen (15) varieties of rice (*Oryza sativa* L.) produced in the Senegal River Valley

In Senegal, progress in rice production in terms of quantity and quality of processing has been considerable in recent years. However, the criteria for assessing rice at the level of consumers and cooks are not sufficiently integrated into rice policies. An organoleptic evaluation of the grain quality is necessary to take into account the characters appreciated by the users. Indeed, the physicochemical characteristics are useful indicators of the culinary quality of rice and are all related to certain properties of starch, the main component of milled rice. Following morpho-agronomic characterizations of 15 rice lines in the Senegal River Valley, an analysis of the grain quality of these lines is carried out at the laboratory of the Food Technology Institute (ITA) of Dakar in collaboration with the Senegalese Institute of Agricultural Research (ISRA), Center of Saint-Louis. The objective of this study is to determine some organoleptic and physical characteristics of rice lines produced in the Senegal River Valley. Variables measured are amylose content, vitreousness and color. The plant material consists of fifteen lines of rice from different environments in Senegal and outside the country, a control (Sahel 108) and a variety of imported fragrant rice found in the market. The amylose content was determined by the ISO 664 method and a Minolta CR 400/4107 chroma meter was used to assess the color. As for vitreousness, it was measured after manual sorting followed by a magnifying glass observation to separate the translucent grains (vitreous grains) from the farinaceous grains. The results revealed that the control variety had the highest amylose content at 24.01 while both ISRI-J3-77 and ISRI-14-21 had very low amylose levels. The ISRI-BR-S1 line is the least white with a WI of 56.8 and the ISRI-12-19 line, whitest with a WI of 73.2. With regard to vitreousness, practically all the varieties are vitreous (vitreous index between 1 and 3) with a very vitreous majority, with the exception of ISRI-00, ISRI-011-K11 and ISRI-09-189 which have a vitreous index between 4 and 5. These results constitute a database that can be used by researchers, processors, consumers and policies in the context of food and nutrition security.

Keywords : *rice, culinary, organoleptic, amylose, Senegal.*

1. Introduction

Au Sénégal, le riz constitue la céréale la plus consommée aussi bien en zone urbaine que rurale. Les besoins en consommation au Sénégal sont estimés à 1 000 000 tonnes de riz blanc dont 800 000 tonnes sont importées, ce qui entraîne des pertes en devises de l'ordre de 106 milliards de FCFA en 2001 [1] et plus de 207 milliards en 2017 [2]. Malgré les progrès observés, en termes d'extension des surfaces rizicoles et d'intensification, la production rizicole nationale reste très insuffisante pour faire face aux besoins qui progressent sous la triple conjonction de facteurs à savoir : la pression de la croissance démographique, l'urbanisation galopante et les changements des habitudes alimentaires [3]. Avec une consommation moyenne de riz estimée à 90 kg par habitant et par an [4], le Sénégal est l'un des plus gros consommateurs de riz de l'Afrique de l'Ouest [5]. Le pays est contraint de recourir à des importations de riz de plus en plus importantes pour couvrir ses besoins. Depuis l'indépendance en 1960, la consommation de riz au Sénégal a augmenté de près de 1000 pour cent en quatre décennies et se situe actuellement à environ 1 million de tonnes [6]. Pourtant, il dispose d'un important potentiel en terres arables estimé à 3,8 millions d'hectares soit 20 % de la surface nationale et dont 2,5 millions sont mis en culture [7]. C'est ainsi que le Gouvernement du Sénégal a fait de l'autosuffisance alimentaire une préoccupation majeure [8]. La volonté affichée par les pouvoirs publics du Sénégal, d'arriver à une autosuffisance en riz dès 2017 et de réduire ainsi la vulnérabilité du pays en matière de sécurité alimentaire, se traduit par des mesures hardies énoncées dans le PRACAS (Programme d'Accélération de la Cadence de l'Agriculture Sénégalaise). Les objectifs de production du PRACAS s'élèvent à 1 600 000 tonnes de paddy, soit 1 080 000 tonnes de riz blanc avec une contribution de 60 % des zones irriguées (Vallée du Fleuve

Sénégal et Anambé) et de 40 % des productions pluviales du Sud du pays pour nourrir une population de plus de 14 millions à l'horizon 2017 [9]. Dans le monde, le riz est consommé dans tous les continents mais avec des préférences et goûts divers. Au Sénégal, 96,6 % des consommateurs apprécient le riz par le goût et 14,6 % par le critère arôme contenu dans le grain de certaines variétés de riz [10]. Une enquête participative conduite par [11], à Banzon et Mogtêdo, deux principales zones de riziculture intensive du Burkina Faso, a montré qu'à Banzon, c'est le goût qui a orienté leur premier choix sur la variété FKR18, recommandée il y a trente ans, mais aujourd'hui découragée par l'Assistance technique à cause de sa sensibilité à une maladie virale, la panachure jaune du riz. Le même comportement a été observé au Mali en 2002 où la variété BG90-2 était cultivée par les riziculteurs, à cause du goût, pour leur propre consommation alors que d'autres variétés étaient recommandées pour le marché. Pour conquérir le cœur du consommateur sénégalais qui demande davantage du riz de qualité supérieure, les efforts de recherche doivent suivre cette tendance. Rappelons que la qualité du grain de riz définie comme une combinaison de caractéristiques physico-chimique (technologique), culinaire, nutritionnelle et sensorielle [12] et qui se traduit par différentes propriétés [13] dépend également des préférences des consommateurs [14]. Pour apporter leur contribution à cette révolution du riz local, l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA) de Saint-Louis et l'Institut de Technologie Alimentaire (ITA) ont entrepris différentes activités de caractérisation de la qualité du grain de certaines variétés de riz. Ce présent travail entre dans ce cadre et porte sur la détermination de quelques caractéristiques physico chimiques de quinze (15) variétés de riz produites dans la vallée du fleuve Sénégal. L'objectif de cette étude est de déterminer quelques caractères organoleptiques et physiques (teneur en amylose, vitrosité et couleur) de lignées de riz produites par l'ISRA de Saint-Louis dans la vallée du fleuve Sénégal à des fins culinaires.

2. Matériel et méthodes

Les analyses ont été réalisées à l'Institut de Technologie Alimentaire (I.T.A.), un Établissement Public, situé à Dakar et œuvrant dans le secteur de la Recherche-Développement en Alimentation et Nutrition.

2-1. Matériel

2-1-1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est composé de quinze (15) lignées de riz irrigué venant de diverses origines (Corée du Sud, Philippines, Pakistan, Sénégal et Brésil), d'une variété témoin Sahel 108 et d'une variété standard le riz parfumé, importé pour la détermination de la couleur (**Tableau 1**).

Tableau 1 : Variétés utilisées

Désignation	Nom de la variété	Origine
V1	ISRI-011-K7-33	Corée du Sud (RDA)
V2	ISRI-00	-
V3	ISRI-12-19	Philippines (IRRI)
V4	ISRI-BR-S1	Brésil (Embarapa)
V5	ISRI-J3-77	Sénégal (ISRA)
V6	ISRI-14-20	Sénégal (AfricaRice)
V7	ISRI-J4-145	Sénégal (ISRA)
V8	ISRI-011-K2-9	Corée du Sud (RDA)
V9	ISRI-011-K2-12	Corée du Sud (RDA)
V10	ISRI-14-21	Sénégal (AfricaRice)
V11	ISRI-J1-127	Sénégal (ISRA)
V12	ISRI-011-K11	Corée du Sud (RDA)
V13	ISRI-SB	Pakistan
V14	ISRI-13-05	Philippines (IRRI)
V15	ISRI-09-189	Sénégal (AfricaRice)
V16	Sahel 108	Sénégal (AfricaRice)
V17	Riz parfumé importé	Thaïlande

2-2. Méthodes

2-2-1. L'échantillonnage

Le riz usiné utilisé est du riz décortiqué débarrassé de tout ou partie de son péricarpe et du germe. L'usinage comprend deux étapes : le décorticage et le blanchiment. Le décorticage du riz paddy consiste à le débarrasser des balles et sons de façon à le rendre comestible alors que le blanchiment permet de retirer le péricarpe et les téguments qui enveloppent la graine dans le caryopse, ainsi que le germe (embryon). Dans cette présente étude, nous avons utilisé pour chaque lignée 100 g de riz pour la détermination de la teneur en amylose, 15 g pour la détermination de la vitrosité et 150 g pour la couleur.

2-2-2. Le broyage

Le broyage consiste à détruire la cristallisation de l'amidon de façon à permettre une complète dispersion et une gélatinisation suivie d'une dilapidation. Le principe est la fragmentation des morceaux par l'action mécanique de pièces plus résistantes généralement métalliques.

2-2-3. Détermination de la teneur en amylose par la méthode d'ISO 6647

Pour chaque échantillon de riz broyé, deux prélèvements ont été effectués pour servir de répétitions. Nous avons commencé par peser l'amylose et l'amylopectine dans des tubes numérotés de 1 à 32 à l'aide d'une balance de précision (**Tableau 2**), puis nous les avons mis dans un portoir. Nous avons ensuite ajouté dans chaque tube 1 mL d'éthanol à 96° et 9 mL d'hydroxyde de sodium puis nous avons laissé reposer à la température ambiante pendant 48 heures. Avant la lecture des échantillons, la gamme d'étalonnage est d'abord déposée au spectrophotomètre pour la lecture de la courbe avec un diamètre de 620 nm.

Tableau 2 : Poids des échantillons et de la gamme

Variétés	Numéro de tube et poids (g)	
ISRI-011-K7-33	1. 0,1026	2. 0,1020
ISRI-00	3. 0,1050	4. 0,1025
ISRI-12-19	5. 0,1026	6. 0,1016
ISRI-BR-S1	7. 0,1046	8. 0,1077
ISRI-J3-77	9. 0,1013	10. 0,1024
ISRI-14-20	11. 0,1028	12. 0,1036
ISRI-J4-145	13. 0,1040	14. 0,1034
ISRI-011-K2-9	15. 0,1014	16. 0,1016
ISRI-011-K2-12	17. 0,1082	18. 0,1072
ISRI-14-21	19. 0,1049	20. 0,1055
ISRI-J1-127	21. 0,1057	22. 0,1054
ISRI-011-K11	23. 0,1062	24. 0,1090
ISRI-SB	25. 0,1054	26. 0,1069
ISRI-13-05	27. 0,1069	28. 0,1080
ISRI-09-189	29. 0,1068	30. 0,1089
Sahel 108	31. 0,1068	32. 0,1088
Gamme	Amylose	Amylopectine
Poids (g)	0,1020	0,1024

Après les 48 heures écoulées, la solution est homogénéisée avec un vortex puis versée dans une fiole jaugée de 100 mL à l'aide d'un entonnoir. Le tube est rincé avec de l'eau distillée de même que l'entonnoir jusqu'au trait de jauge, puis homogénéisé et la solution est versée dans le tube d'origine jusqu'à 50 mL.

2-2-4. Préparation de la solution d'iode

Deux grammes (02 g) d'iodure de potasse et 0,2 g d'iode ont été mélangés dans une fiole jaugée à 100 mL avec de l'eau distillée. Ce mélange est ensuite homogénéisé avec un agitateur.

2-2-5. Préparation de l'échantillon

Dans chaque échantillon de 50 mL, 5 mL de solution ont été prélevés dans une fiole contenant 50 mL d'eau distillée. Ensuite 1 mL d'acide acétique et 2 mL de la solution d'iode ajoutés puis complétés avec de l'eau distillée jusqu'à 100 mL dans la fiole. L'homogénéisation de la nouvelle solution s'est faite avec un agitateur. La dernière opération consistait à prélever 50 mL de cette dernière solution contenue dans les fioles de 100 mL et les mettre dans des tubes de même identifiant que le tube d'origine suivi d'un repos de 20 mn

2-2-6. Préparation de la gamme d'étalonnage

Cinq (5) tubes numérotés en fonction de l'amylose correspondante dans le riz usiné (0, 10, 20, 25 et 30) ont été pris (**Tableau 3**); dans chaque tube, nous avons ajouté l'amylose et l'amylopectine correspondante puis 2 mL de NaOH. Ensuite 5 mL de chaque tube ont été prélevés dans une fiole jaugée de 100 mL contenant environ 50 mL d'eau distillée dans laquelle on ajoute 1 mL d'acide acétique puis, 2 mL de la solution d'iode avant de compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. Le mélange est ensuite homogénéisé puis laissé au repos pendant 20 mn.

Tableau 3 : Gamme d'étalonnage

Amylose correspondante dans le riz usiné, % (mg/mL) sur matière sèche	Composition du mélange		
	Amylose	Amylopectine	NaOH à 0.09mol/L
0	0	18	2
10	2	16	2
20	4	14	2
25	5	13	2
30	6	12	2

Ces valeurs consignées dans ce **Tableau 3** ont été calculées sur la base d'une teneur moyenne en amidon de 90 % (m/m) par rapport à la matière sèche du riz usiné.

2-2-7. Analyse au spectrophotomètre

2-2-7-1. Préparation du blanc

Pour faire la lecture au spectrophotomètre, 5 mL d'hydroxyde de sodium sont prélevés dans une fiole jaugée de 100 mL dans laquelle 1 mL d'acide acétique et 2 mL de la solution d'iode ont été ajoutés. La fiole a ensuite été remplie avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. Ensuite, les concentrations 0, 10, 20, 25 et 30 et le diamètre (620 nm) sont précisés dans l'appareil ; puis, un prélèvement a été fait dans chaque gamme mais aussi dans le blanc et versé dans une cuve pour la lecture de la courbe d'étalonnage dans le spectrophotomètre. Le blanc est le repère c'est-à-dire le point d'origine. Après, nous avons procédé à la lecture de chaque échantillon tout en prenant la précaution de mettre une gamme après tous les 10 échantillons en guise de témoin pour vérifier si nos données sont bonnes. Les résultats affichés à l'analyse au spectrophotomètre nous ont donné la teneur en amylose des différents échantillons.

2-2-7-2. Détermination de la couleur

Pour déterminer la couleur des grains de riz, nous avons utilisé un chroma mètre Minolta CR 400/410. Signalons que la couleur du riz est exprimée par les trois paramètres : clarté ou luminance (L), variations de la couleur du vert au rouge (a) et du bleu au jaune (b). La lecture de ces trois (3) paramètres L, a, b se fait de manière automatique dans l'appareil. Pour cela, nous avons mis 150 g de riz blanchi dans un tube sur lequel nous avons posé le chroma mètre pour lire les données. Les informations données par l'appareil sont calculées par rapport à une couleur de référence ou étalon.

L^* : indique la clarté ou luminance et varie de 0 pour le noir à 100 pour le blanc ;

a^* : varie de -60 pour le vert à +60 pour le rouge et

b^* : de -60 pour le bleu à +60 pour le jaune.

Afin de simplifier la lecture des résultats, une différence colorimétrique globale entre chaque variété et la variété standard est calculée ainsi que l'écart entre les variétés et la variété témoin. Sa valeur est obtenue avec l'Équation suivante :

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)} \quad (1)$$

ΔL^* étant L^* échantillon - L^* standard (ou L^* témoin) ;

Δa^* étant a^* échantillon - a^* standard (ou a^* témoin) ;

Δb^* étant b^* échantillon - b^* standard (ou b^* témoin).

L'interprétation de ΔE est faite selon une échelle à 4 classes :

- $0 < \Delta E \leq 0,5$: différence de couleur non remarquable,
- $0.5 < \Delta E \leq 1,5$: légèrement remarquable,
- $1.5 < \Delta E \leq 6$: assez remarquable et
- $6 < \Delta E \leq 12$: très remarquable

L'indice de blancheur ou whiteness index (WI) et le chroma qui permettent de voir le degré de pureté de la couleur (la pureté d'une couleur représente la proportion de lumière blanche qu'il faut ajouter à la lumière monochromatique de la longueur d'onde dominante pour obtenir une couleur métamère de cette couleur) sont aussi calculés à l'aide des **Formules** suivantes.

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (2)$$

C étant la couleur de l'échantillon, a une couleur de référence ou étalon qui a une longueur d'onde qui varie de -60 pour le vert à +60 pour le rouge et b une couleur de référence ou étalon qui a une longueur d'onde qui varie de -60 pour le bleu à +60 pour le jaune.

$$WI = 100 - \sqrt{((100 - L)^2 + a^2 + b^2)} \quad (3)$$

L , étant une couleur de référence ou étalon qui indique la clarté ou luminance et varie de 0 pour le noir à 100 pour le blanc

2-2-7-3. Détermination de la vitrosité

La vitrosité désigne l'apparence translucide, qui est un indice de dureté du grain. Pour évaluer ce paramètre, un échantillon de 15 g de grains blanchis a été utilisé pour chaque répétition. Sa détermination a consisté à

trier à l'œil nu ou à l'aide d'une loupe les grains translucides (grains vitreux) qui sont séparés des grains farineux. Pour minimiser l'incertitude, trois répétitions ont été effectuées pour chaque lignée. Après le triage, le poids des grains vitreux (PGV), le poids des grains farineux et le poids total de l'échantillon sont mesurés avec une balance de précision. Les différentes proportions déterminées à l'aide des **Formules** suivantes :

$$PVG = \%grains\ vitreux = \left(\frac{PGV}{PE}\right) * 100 \tag{4}$$

$$PGF = \%grains\ farineux = \frac{PGF}{PE} * 100 \tag{5}$$

PGV étant le poids de grains vitreux, PGF le poids de grains farineux et PE le poids de l'échantillon.

L'indice de vitrosité est calculé comme le pourcentage de l'aire vitreuse de l'albumen observé à la suite d'une coupe transversale [13]. Elle est notée visuellement sur une échelle de 1 à 5 qui se présente comme suit [14]

- 1 : riz très vitreux dont l'ensemble des grains présentent un aspect translucide, grains vitreux supérieurs à 80 % ;
- 2 : riz vitreux dont la proportion de grains vitreux est largement supérieure à celle des grains farineux, grains vitreux supérieurs à 60 % et inférieurs ou égaux à 80 % ;
- 3 : riz moyennement vitreux dont la proportion de grains vitreux est faiblement supérieure à celle des grains farineux, grains vitreux supérieurs à 40 % et inférieurs ou égaux à 60 % ;
- 4 : riz farineux dont la proportion de grains farineux est largement supérieure à celle de grains vitreux, grains vitreux supérieurs à 20 % et inférieurs ou égaux à 40 % ;
- 5 : riz très farineux dont l'ensemble des grains présente un aspect opaque, grains vitreux de 0 à 20 %.

3. Résultats

Nos résultats sur la teneur moyenne en amylose, la vitrosité et la couleur sont consignés dans le **Tableau 4** ci-dessous :

Tableau 4 : Résultats sur la teneur moyenne en amylose, la vitrosité et la couleur

Variétés	teneur en amylose Moyenne	Vitrosité			couleur			WI
		%GV	% GF	Indice de vitrosité	L*	a*	b*	
ISRI-011-K7-33	1,91	94,16	5,84	1	73,71	0,21	15,71	69,38
ISRI-00	17,98	0,00	100,00	5	74,02	0,32	10,08	72,13
ISRI-12-19	11,20	81,46	18,54	1	76,23	0,36	12,42	73,18
ISRI-BR-S1	13,92	95,22	4,78	1	59,38	-0,57	14,62	56,83
ISRI-J3-77	Absence	100,00	0,00	1	70,05	0,44	15,83	66,12
ISRI-14-20	5,52	88,84	11,16	1	69,62	1,02	13,93	66,56
ISRI-J4-145	2,25	97,39	2,61	1	66,16	1,06	15,94	62,58
ISRI-011-K2-9	3,54	82,20	17,80	1	65,69	0,16	11,56	63,8
ISRI-011K212	1,76	51,24	48,76	3	68,71	0,67	11,74	66,57
ISRI-14-21	Absence	94,45	5,55	1	71,98	-0,06	14,95	68,25
ISRI-J1-127	3,92	100,00	0,00	1	67,32	1,23	15,45	63,83
ISRI-011-K11	6,01	26,30	73,70	4	68,11	0,33	14,10	65,13
ISRI-SB	17,19	94,13	5,87	1	74,07	0,59	12,75	71,1
ISRI-13-05	14,77	75,25	24,75	2	71,87	0,27	10,76	69,88
ISRI-09-189	17,00	26,37	73,63	4	74,74	-0,05	10,61	72,61
Sahel 108	24,01	87,00	12,56	1	58,56	0,65	4,32	-
Riz parfumé	-	-	-	-	63,95	-0,08	4,74	-

3-1. Teneur en amylose

Après avoir déterminé le coefficient de corrélation qui est égal à 1, l'analyse de la teneur moyenne en amylose des variétés indique un spectre de valeurs très larges. Nous constatons que la variété témoin (Sahel 108) a la plus grande teneur avec 24,01 % suivie d'ISRI-00, ISRI-SB, ISRI-09-189 avec des teneurs respectives de 17,98 %, 14,19 % et 17,19 %. ISRI-13-05, ISRI-BR-S1 et ISRI-12-19 ont des teneurs respectives de 14,77 %, 13,92 % et 11,20 %. Les teneurs les plus faibles se situent entre 6,01% et 1,76% et regroupent par ordre décroissant les variétés ISRI-011-K11, ISRI-14-20, ISRI-J1-127, ISRI-011-K2-9, ISRI-J4-145, ISRI-011-K7-33, et ISRI-011-K2-12. Cependant, on note pour les variétés ISRI-14-20 et ISRI-14-21 une absence totale d'amylose (*Figure 1*).

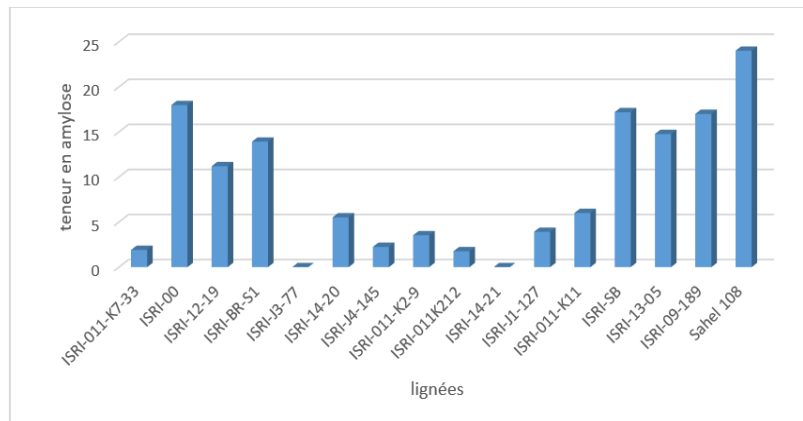


Figure 1 : Teneur en amylose des différentes lignées

3-2. Vitrosité

Les résultats mentionnés dans le *Tableau 4* montrent que les variétés ISRI-011-K7-33, ISRI-12-19, ISRI-BR-S1, ISRI-J3-77, ISRI-14-20, ISRI-J4-145, ISRI-011-K2-9, ISRI-14-21, ISRI-J1-127 et ISRI-SB ont un indice de vitrosité qui est égal à 1 ce qui veut dire que ces variétés sont constituées de grains très vitreux (*Figures 2 et 3*). La variété ISRI-13-05 a obtenu 75,25 % de grains vitreux ce qui correspond à un indice 2 (grains vitreux), et ISRI-011-K2-12 a 51,24 % de grains vitreux correspondant à l'indice 3 (grains moyennement vitreux). Les variétés ISRI-011-K11 et ISRI-09-189 sont des variétés farineuses avec comme indice 4 correspondant respectivement à 26,30 % et 26,37 % de grains vitreux. Quant à la variété ISRI-00, elle est très farineuse avec un pourcentage de vitrosité nul, donc dépourvue de grains vitreux avec un indice de vitrosité égal à 5.

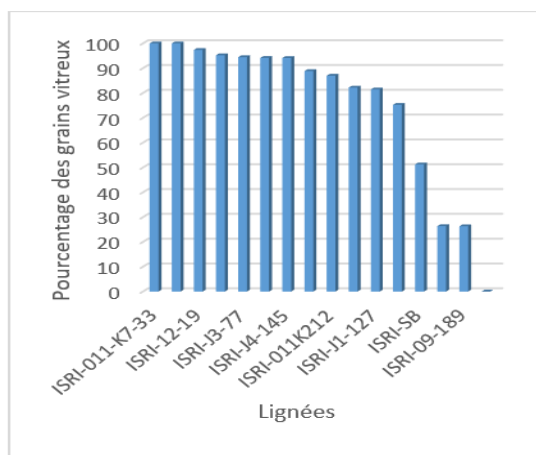


Figure 2 : Proportion de grains vitreux des lignées

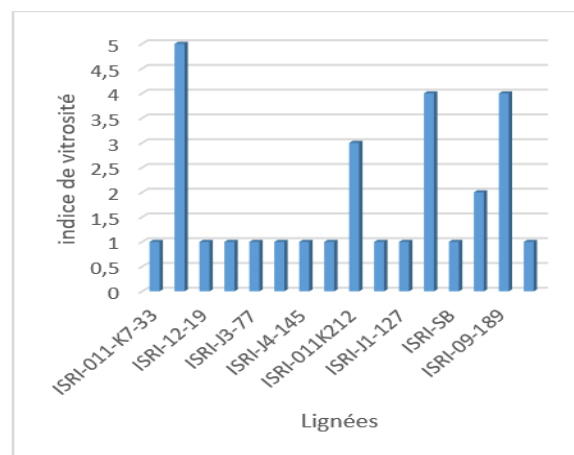


Figure 3 : Indice de vitrosité des différentes lignées

3-3. Couleur

Les résultats de la différence colorimétrique globale entre chaque variété et la variété standard qui est ici un riz parfumé importé de même l'écart que les variétés ont avec la variété témoin (Sahel 108) sont présentés dans le **Tableau 4**. L'analyse de ces résultats montre que l'indice de blancheur (WI) en fonction des différentes variétés est compris dans un intervalle allant de 56,83 à 73,18 (**Figure 4**). Nous remarquons aussi que l'écart de couleur entre le riz parfumé importé (variété standard) et le Sahel 108 (le témoin) est moins important qu'entre cette variété standard et les autres variétés. Le plus grand indice est enregistré avec la variété ISRI-12-19 et suivie dans l'ordre décroissant des variétés ISRI-09-189, ISRI-00, ISRI-SB, ISRI-13-05, ISRI-011-K7-33, ISRI-14-21, ISRI-011-K2-12, ISRI-14-20, ISRI-J3-77, ISRI-011-K11, ISRI-J1-127, ISRI-011-K2-9, ISRI-J4-145 et ISRI-BR-S1. Cet intervalle montre également que toutes les variétés sont blanches avec une variation de l'indice de blancheur illustrée dans la **Figure 4** ci-dessous.

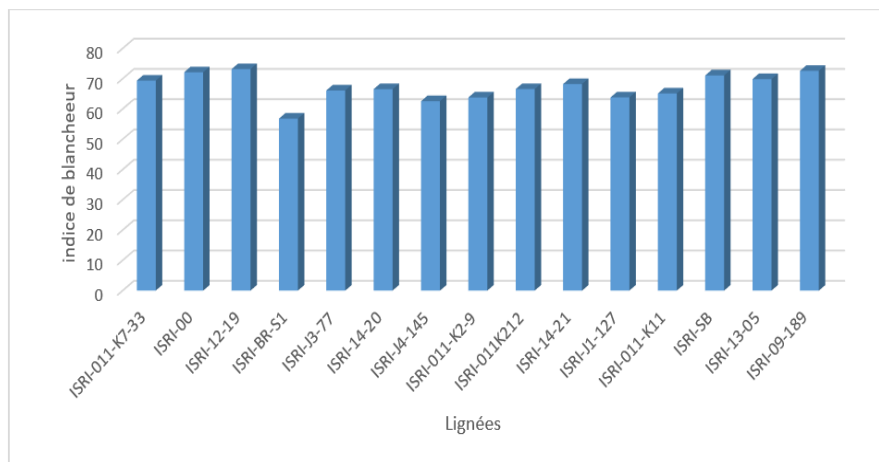


Figure 4 : *Indice de blancheur en fonction des variétés*

4. Discussion

Les résultats obtenus pour la teneur en amylose montrent que les variétés ISRI-J3-77 et ISRI-14-21 sont dépourvues d'amylose et cela nous amène à dire que l'amidon contenu dans ces deux variétés est composé seulement d'amylopectine. Dans ce cas on peut dire qu'on a des variétés de riz très gluantes aussi appelées riz sucré, doux, cireux ou glutineux. Ce type de riz est très collant, gommeux et pâteux à la cuisson ; il se transforme en boule avec un index glycémique (IG) élevé. Ce phénomène est généralement observé dans du riz à forte teneur en sucre souvent causée par son vieillissement ou les conditions de son stockage. Il est à remarquer que les endospermes des riz gluants en général ne renferment pas d'amylose, mais de l'amylopectine uniquement, bien qu'une quantité négligeable d'amylose soit parfois détectée [15]. Les variétés ISRI-011-K7-33 et ISRI-011-K2-12 sont cireuses assimilables aux riz très gluants donc disposant des mêmes propriétés. Les riz à très faibles teneurs en amylose ont tendance à être humides et à coller, c'est le cas des variétés ISRI-011-K11, ISRI-14-20, ISRI-J1-127, ISRI-011-K2-9 et ISRI-J4-145. Aussi, les amidons des non-gluants, quels qu'ils soient, collants ou très peu collants, sont constitués de ces deux polyholosides (amylose et amylopectine), la teneur du premier variant approximativement de 14 à 22 % [16]. Chez les variétés de riz à amylose élevée, la teneur maximale en amylose vraie ne dépasse pas 20 %, le surplus étant dû aux chaînes linéaires d'amylopectine [16]. Donc dans le cas de notre étude, on peut considérer qu'il y a surestimation de la teneur en amylose chez le témoin Sahel 108. En se basant sur le classement fait par [16], on peut considérer les variétés ISRI-00, ISRI-SB et ISRI-09-189 comme ayant une bonne teneur en amylose et

pour les variétés ISRI-13-05, ISRI-BR-S1 et ISRI-12-19, une teneur intermédiaire ou faible. D'après de nombreux auteurs et en particulier [17], plus le pourcentage d'amylose est élevé, plus le riz a tendance à être ferme et peu collant à la cuisson et sous la dent. Aussi, [9] attestent qu'il y'a une corrélation entre la teneur en amylose et les propriétés culinaires. De ce fait, la teneur en amylose agit sur la qualité du riz et [18] vient confirmer ses propos en disant que « la teneur de l'amidon de riz en amylose est le principal facteur de qualité de la consommation ; elle est directement en corrélation avec l'augmentation de volume et l'absorption d'eau pendant la cuisson et également avec la dureté, la blancheur et la matité du riz cuit ». De ce qui précède, nous pouvons dire que plus un riz est riche en amylose, plus son temps de cuisson est long et moins il « colle ». Aussi, il aura un indice glycémique plus faible et perturbera donc moins la glycémie et la sécrétion d'insuline. C'est le cas du riz basmati par exemple qui est riche en amylose Ce constat très important est particulièrement recommandé pour être pris en compte quand on surveille sa glycémie (pré-diabète ou diabète) ou son poids. Pour ce qui est de la vitrosité, on constate que la plupart des variétés (ISRI-011-K7-33, ISRI-12-19, ISRI-BR-S1, ISRI-J3-77, ISRI-14-20, ISRI-J4-145, ISRI-011-K2-9, ISRI-011-K2-12, ISRI-14-21, ISRI-J1-127, ISRI-SB, ISRI-13-05 et le témoin Sahel 108) sont vitreuses. Autrement dit, ces variétés sont composées largement de grains translucides donc durs ; cette relation entre la vitrosité et la dureté des grains de céréales en rapport avec la qualité technologique des grains a été confirmée par [19].

Notons aussi qu'il y'a des variétés qui ont une proportion de grains vitreux plus élevée que la variété témoin. Il s'agit de toutes les variétés à indice de vitrosité égale à 1 à l'exception de ISRI-12-19 et de ISRI-011-K2-9. Ces variétés sont prédisposées au décortilage et agiront sur le rendement de façon positive. Ces résultats confirment les propos de [20] : « des valeurs de vitrosité du grain inférieures à 3 ou comprises entre 3 et 4 indiquent respectivement que les grains possèdent un endosperme vitreux ou semi vitreux et sont aptes au décortilage ». Il ajoute que : « C'est au-delà de 4 que l'aptitude au décortilage du grain diminue, ce qui entraîne des brisures importantes du grain ». Donc ISRI-00 qui est dépourvue de grains vitreux c'est-à-dire composée seulement de grains très farineux avec ISRI-09-189 et ISRI-011-K11 qui sont farineuses seront plus aptes à donner plus de farines de riz que les autres variétés au décortilage. Certains auteurs ont également souligné l'influence de la dureté des grains de certaines céréales sur la qualité des préparations culinaires [19]. En effet, la vitrosité est largement contrôlée par les conditions environnementales [21], notamment l'ensoleillement et la température durant la phase de remplissage du grain, ainsi que la rapidité de séchage à maturité [22]. L'apport et la disponibilité de l'azote dans le sol ont également une grande influence sur la présence de grains vitreux, et l'augmentation de la teneur en protéines semble favoriser la vitrosité.

Par ailleurs, la vitrosité est également génétiquement contrôlée. Plusieurs études ont mentionné l'effet du génotype sur la vitrosité [21, 23]. Selon [23], le centre blanc, partie farineuse de l'endosperme du grain de riz, disparaît au cours de l'étuvage ou de la cuisson, traitements qui gélatinisent l'amidon et rendent le grain translucide. La connaissance de la vitrosité est importante, notamment dans les régions où le décortilage reste la première opération de transformation et qui conditionne l'obtention de produit de qualité spécifique. Un grain de riz non cuit, riche en amylose se reconnaît à son aspect translucide. Un grain de riz riche en amylopectine a un aspect opaque. Donc on peut dire qu'un riz riche en amylose se distingue de par sa vitrosité et un riz riche en amylopectine se reconnaît facilement à son aspect blanc crayeux et opaque avant la cuisson. Comparativement au riz gluant, le grain translucide absorbera plus difficilement l'eau pendant la cuisson donc prendra plus de temps pour cuire [12]. Néanmoins il reste très apprécié par les consommateurs puisque l'apparence influence grandement le choix du consommateur [13]. Dans le cas de notre étude, ces propos ne sont pas vérifiés. En effet, la variété ISRI-00 qui est composée entièrement de grains très farineux a la teneur en amylose la plus élevée, suivie de ISRI-09-189 qui elle, est farineuse. Aussi, nous constatons également une absence totale d'amylose chez ISRI-J3-77 et ISRI-14-21 qui sont constituées de grains très vitreux. Des résultats contradictoires sont aussi notés chez les variétés ISRI-011-K7-33, ISRI-12-19, ISRI-BR-S1, ISRI-14-20,

ISRI-J4-145, ISRI-011-K2-9, ISRI-011-K2-12 et ISRI-J1-127. Néanmoins ces propos sont confirmés par notre témoin (Sahel 108), ISRI-011-K11, ISRI-SB et ISRI-13-05. En ce qui concerne l'écart de couleur global, il est constaté aussi bien pour le riz parfumé importé, pour le témoin Sahel 108 que pour toutes les autres variétés, une différence colorimétrique globale très remarquable mais à des degrés différents. Comparé aux autres variétés, ISRI-011-K2-9 a la plus petite variation de couleur par rapport à la variété standard et le témoin. ; le même constat est fait chez ISRI-011-K7-33 et ISRI-12-19 qui ont les écarts globaux les plus élevés. Par habitude alimentaire, la blancheur du riz est très appréciée par les consommateurs, mais elle peut être affectée par la couleur inhérente d'une variété donnée [24]. Cette couleur change également durant son vieillissement, pour prendre une couleur jaunâtre due par l'oxydation de phénols, entraînant la formation de mélanoidines [25] mais aussi par la réaction de Maillard, à température [26, 27]. Pour le chroma, la variété témoin et la variété standard ont le degré de pureté le plus faible et qui tourne autour de 4, ce qui montre que la couleur qu'elles ont n'est pas leur couleur d'origine parce que ayant subie une transformation considérable. ISRI-J4-145, ISRI-J3-77, ISRI-011-K7-33 et ISRI-J1-127 ont les chromaticités les plus élevées. Autrement dit, leurs degrés de pureté sont les plus importants. Dans ce cas, on peut dire que la couleur de ces variétés est beaucoup plus pure et qu'elle s'approche plus de leur couleur d'origine. Par ailleurs, concernant l'indice de blancheur, notons que toutes les variétés sont blanches mais certaines le sont plus que d'autres ; toutes les variétés sont plus blanches que la variété témoin sauf ISRI-BR-S1. Enfin, ajoutons qu'ISRI-011-K2-12 et ISRI-14-20 de même qu'ISRI-J1-127 et ISRI-011-K2-9 ont les mêmes indices.

5. Conclusion

Ce travail qui avait pour objectif de déterminer quelques caractères organoleptiques et physiques (teneur en amylose, vitrosité et couleur) de 15 lignées de riz produites dans la vallée du fleuve Sénégal a donné des résultats qui ont permis de déceler :

- des variétés qui n'ont pratiquement pas d'amylose (ISRI-J3-77 et ISRI-14-21), ce qui est nouveau dans la recherche et peut être dû à la génétique des variétés ;
- des variétés à très faibles teneurs en amylose; (ISRI-011-K7-33, ISRI-011-K2-12, ISRI-011-K11, ISRI-14-20, ISRI-J1-127, ISRI-011-K2-9 et ISRI-J4-145), avec des grains qui deviennent brillants à la cuisson et qui s'agglutinent naturellement ;
- des variétés plus adéquates à la consommation et à une bonne santé ayant non seulement une bonne teneur en amylose mais aussi sont plus blanches que les autres variétés. Il s'agit de : ISRI-00, ISRI-SB, ISRI-09-189, ISRI-13-05, ISRI-BR-S1 et ISRI-12-19
- des variétés ayant à la fois une bonne teneur en amylose et vitreuses voire très vitreuses (ISRI-SB, ISRI-13-05, ISRI-BR-S1 et ISRI-12-19) ;
- et enfin des variétés à la fois vitreuses, blanches et avec une bonne teneur en amylose (ISRI-SB, ISRI-13-05 et ISRI-12-19).

Notons par ailleurs que la variété ISRI-SB serait plus recommandée à mettre sur le marché pour la consommation parce qu'étant très vitreuse avec une très bonne teneur en amylose et un indice de blancheur important. Ces résultats constituent une base de données utilisable par les chercheurs, les transformateurs, les consommateurs et les politiques dans le cadre de la sécurité alimentaire et nutritionnelle.

Références

- [1] - ANONYME, Rapport semestriel Juillet-Décembre 2011, Sénégal : 30 pages. APRAO, (2012)
- [2] - ANONYME, Statistique du Commerce Extérieur. ANSD. Sénégal Bulletin Mensuel, (2018)
- [3] - M. DEL VILLAR, J. M. BAUER., Le riz en Afrique de l'Ouest: dynamiques, politiques et perspectives. *Cah Agric*, 22 (2013) 336 - 44, doi : 10.1684/a9r.2013.0657

- [4] - ANONYME, Suivi du marché du riz. Rapport, Food and Agriculture Organisation (FAO), (Décembre 2015) 4 p.
- [5] - ANONYME, Aperçu du développement rizicole au Sénégal. Rapport, Food and Agriculture Organization (FAO), (2012)
- [6] - M. BRÜNTRUP, T. NGUYEN, C. KAPS, Le marché du riz au Sénégal. Deutsches Institut für Entwicklungspolitik - DIE. Bonn, Allemagne. *Rev agriculture & développement rural*, 1 (2006)
- [7] - ANONYME, Etat des lieux des impacts des importations de riz sur la commercialisation du riz local. Rapport final Initiative Prospective Agricole et Rurale (IPAR), (2015) 35 p.
- [8] - ANONYME, Guide pratique pour la gestion intégrée de la production de riz irriguée (GIPD). APRAO Sénégal, (2011) 10 p.
- [9] - ANONYME, Etat des lieux des impacts des importations de riz sur la commercialisation du riz local. Rapport final Initiative Prospective Agricole et Rurale (IPAR), (2015) 35 p.
- [10] - A. A. FALL, Riz : désengagement de l'Etat, flambée des importations, (2010) 57 - 81
- [11] - S. E. V. TRAORÉ, B. J. NÉYA, M. CAMARA, G. S. K. VERNON, O. TRAORÉ, Farmer's Perception and Impact of Rice Yellow Mottle Disease on Rice Yields in Burkina Faso, *Agricultural Sciences*, 6 (2015) 943 - 952
- [12] - K. TRAORE, Connaissance de la plante du riz. Module 2 : Présentation, AfricaRice, St-Louis. Sénégal, (2017)
- [13] - B. O. JULIANO and B. DUFF, Setting priorities for rice grain quality research. Paper presented at 12th ASEAN Technical Seminar on Grain Postharvest Technology, Surabaya, Indonesia, 29-31 August, (1989)
- [14] - A. A. LOUIS, C. MESTRES, J. FAURE, Measurement of endosperm vitreousness of corn : a quantitative method and its application to african cultivars. *Cereal Chemistry*, 68 (6) (1991) 614 - 617
- [15] - A. YOSHIO, Quelques considérations sur les riz gluants (*oryza sativa* L. var. *glutinosa*) étude préliminaire. *Journ. d'Agric. Trad, et de Bota. Appl. XXXII*, (1985)
- [16] - Y. TAKEDA, S. HIZUKURI and B. O. JULIANO, Purification and structure of amylose from rice starch. *Carbohydr. Res*, 148 (1986) 299 - 308
- [17] - B. O. JULIANO, Amylose analysis in rice - A review. In : *Proc. Workshop on chemical aspects of rice grain quality*. IRRI : Los Banos, Laguna, Philippines, (1979)
- [18] - B. O. JULIANO, *Rice : chemistry and technology*, 2nd ed. St Paul, MN, USA, Am. Assoc. *Cereal Chem*, (1985) 774 p.
- [19] - K. N. of SORGHUM and PEARL MILLET, in *Alternative and Health Foods. Compr Rev Food Sci F*, 7: 340 - 352
- [20] - L. OUATTARA, G. TROUCHE, G. FLIEDEL et B. DIAWARA, Les potentialités d'utilisation des sorghos *guinea tan* au Burkina Faso. "Vers une production, utilisation et commercialisation durables du sorgho en Afrique occidentale et centrale". *Actes de l'atelier du Réseau Ouest et Centre Africain de Recherche sur le Sorgho*, 1922 Avril 1999, Lomé, Togo, (2001)
- [21] - U. AUCAMP, M. T. LABUSCHAGNE and C. S. VAN DEVENTER, "Stability analysis of kernel and milling characteristics in winter and facultative wheat." *South African Journal of Plant and Soil*, 23 (3) (2006) 152 - 156
- [22] - J. A. PARISH, and N. J. HALSE, Effects of light, temperature, and rate of desiccation on translucency in wheat grain. *Australian Journal of Agricultural Research*, 19 (1968) 365 - 372
- [23] - D. R. KINDRED, T. M. O. VERHOEVENA, R. M. WEIGHTMAN, J. S. SWANSTON, R. C. AGU, J. M. BROSANAN and R. SYLVESTER-BRADLEY, "Effects of variety and fertiliser nitrogen on alcohol yield, grain yield, starch and protein content, and protein composition of winter wheat.", (2008)
- [24] - B. O. JULIANO, Rice chemistry and quality. Philippine Rice Research Institute, (2003) 199-214, 226-229, 243 p.
- [25] - P. SIRISOONTARALAK, A. NOOMHORM, Changes to physicochemical properties and aroma of irradiated rice. *Journal of Stored Products Research*, 42 (2006) 264 - 276
- [26] - Changes in physicochemical and sensory-properties of irradiated rice during storage. *Journal of Stored Products Research*, 43 (2007) 282 - 289
- [27] - Z. ZHOU, K. ROBARDS, S. HELLIWELL, C. BLANCHARD, Ageing of stored rice : changes in chemical and physical attributes. *Journal of Cereal Science*, 35 (2002) 65 - 78