

Diagnostic des systèmes de production à base du sorgho dans les hautes et basses altitudes au Sud - Kivu à l'Est de la RDC : perspectives d'amélioration de la filière

Adrien NDEKO BYAMUNGU^{1*}, Géant CHUMA BASIMINE¹, Yannick MUGUMAARHAHAMA¹, Serge SHAKANYE NDJADI¹, Chance BUKOMARHE² et Parent KULIMUSHI ZIHALIRWA¹

¹ *Université Evangélique en Afrique, Faculté des Sciences agronomiques et environnement, Département de Production végétale, BP 3323 Bukavu, République Démocratique du Congo*

² *Institut Nationale pour l'Etude et la Recherche Agronomique, Station de Mulungu, BP 327 Cyangugu (Rwanda), République Démocratique du Congo*

* Correspondance, courriel : ndeko.byam@gmail.com

Résumé

L'objectif de cette étude est de réaliser un diagnostic des systèmes de production à base du sorgho dans la haute et la basse altitude de la province du Sud-Kivu à travers la typologie des exploitations productrices du sorgho ainsi que la détermination des contraintes et des critères de choix variétale dans la zone d'étude. Une enquête auprès des producteurs du territoire de Walungu et d'Uvira a servi pour obtenir les informations ayant permis d'atteindre cet objectif. Les résultats montrent que les systèmes de productions du sorgho sont très diversifiés dans les deux zones agro écologiques du Sud-Kivu. Trois classes des producteurs sont mises en évidence ; celle de grands producteurs, celle de producteurs moyens et celle de petits producteurs. L'analyse discriminante montre que trois critères permettent de distinguer ces classes à savoir : la superficie occupée par la culture du sorgho, sa densité de semis et son rendement. La mauvaise gestion de la culture à l'échelle parcellaire, la faible intégration du sorgho dans les associations avec d'autres cultures et la performance limitée des variétés locales sont les principaux facteurs à la base de la faible production du sorgho chez les petits producteurs et les producteurs moyens. Dans ce contexte, l'application des itinéraires techniques appropriés, l'amélioration des variétés existantes et l'introduction des variétés améliorées pourraient permettre d'accroître la production du sorgho au Sud-Kivu.

Mots-clés : *sorgho, système de production, typologie, contraintes.*

Abstract

Diagnosis of sorghum-based production systems at high and low altitudes in South Kivu in eastern DRC : prospects for improving the value chain

The objective of this study is to make a diagnosis of sorghum-based production systems in the high and low altitude of the South Kivu province through the typology of sorghum farms as well as the determination of constraints and varietal choice criteria in the study area. A survey of producers in Walungu and Uvira territory was used to obtain information that was required for this target. The results show that sorghum production systems are highly diversified in the two agro-ecological zones of South Kivu province. Overall, three classes of sorghum farms are highlighted; that of large producers, that of average producers and that of small

producers. Discriminant analysis shows that three criteria make it possible to distinguish these classes, namely : the area occupied by sorghum cultivation, its sowing density and its yield. Mismanagement of the crop on a plot scale, poor integration of sorghum in associations with other crops and limited performance of local varieties are the main factors underlying low sorghum production in South Kivu. Based on this, the application of appropriate technical techniques, the improvement of local varieties and the introduction of improved varieties could increase sorghum production in South Kivu.

Keywords : *sorghum, production system, typology, constraints.*

1. Introduction

Le secteur agricole est confronté à un défi majeur de quadrupler la production agricole afin de pouvoir assurer la sécurité alimentaire de 9 milliards d'habitant d'ici 2050 [1, 3]. Face à cette situation, l'adaptation et l'intensification des systèmes de productions agricole semble être la voie la plus prometteuse afin d'atteindre le niveau de production satisfaisant [4]. Ceci ne peut être possible qu'en faisant recours à l'utilisation des cultures adaptées aux conditions climatiques actuelles et par l'application des itinéraires techniques appropriées [5]. Dans ce contexte, les cultures céréalières, en particulier le sorgho, sont d'une importance cruciale pour assurer la disponibilité alimentaire [6]. La culture du sorgho occupe une place importante dans les systèmes de productions agricoles d'Afrique subsaharienne en général et du Sud-Kivu en particulier [7, 8]. Malgré cette grande importance et les potentialités agricoles de la région, la production du sorgho est toujours faible. Cette faible production serait notamment due à une dégradation des terres agricoles [9], à la réduction de la durée de la jachère et à la pratique de la monoculture des céréales [10, 11]. A cela s'ajoute le faible accès aux terres et les effets du changement climatique [12 - 14]. Comme conséquence à cette situation, pour couvrir la demande du sorgho sur le marché local du Sud-Kivu, le marché local est inondé de sorgho importé du Rwanda (environ 73 %) traduisant ainsi une forte dépendance vis-à-vis de l'extérieur [15]. Par ailleurs, longtemps négligée par les agriculteurs, la culture du sorgho a perdu de nombreuses zones d'exploitation traditionnelles au Sud-Kivu et supplantée par d'autres céréales telles que le maïs et le riz, particulièrement vulnérables à la sécheresse et aux défauts de fertilité de sol. (Hugues, 2008). Pourtant, le sorgho présente des avantages de s'adaptation à des conditions écologiques extrêmes tels que ; l'élévation de la température, le faible niveau de fertilité des sols, la sécheresse, saturation en Al^{3+} , élévation du P^H ainsi que la salinité [16 - 18]. Ainsi le sorgho serait la céréale de choix dans les régions où les pluies deviennent de plus en plus limitantes pour le maïs. Malgré les multiples avantages qu'offre cette culture, il n'existe que très peu de connaissance sur les systèmes de culture à base du sorgho ainsi que leurs caractéristiques. Le choix des variétés cultivées étant d'une grande importance dans la production de cette culture, la connaissance des critères qui guident les producteurs dans le choix variétal est crucial pour mieux comprendre les systèmes de production du sorgho dans les milieux ruraux du Sud-Kivu afin de mieux la valoriser. L'objectif de cette étude est de caractériser les systèmes de production à base du sorgho et d'analyser les facteurs affectant les choix des variétés en haute et basse altitude au Sud-Kivu.

2. Méthodologie

2-1. Milieu d'étude

Cette étude a été réalisée dans deux zones agro-écologiques de la province du Sud-Kivu, à l'est de la République Démocratique du Congo. Elle s'est déroulée en haute et en basse altitude respectivement pour le territoire de Walungu et celui d'Uvira. Le territoire de Walungu est situé dans une zone de savane herbeuse atteignant 1776 m d'altitude et où règne un climat tropical humide avec 9 mois de pluie par an (1580 mm) ; il

s'étend entre 28°40' et 29° de longitude est et 2°38' de latitude Sud. La Plaine de la Ruzizi est située à une altitude comprise entre 773 m et 1000 m entre 2°42' et 3°24' de latitude Sud et entre 29°00' et 29°22' de longitude Est. Elle connaît un climat tropical à tendance sèche et où les pluies sont quelque peu faibles (environ 1000 mm /an).

2-2. Collecte des données

L'enquête a été menée auprès des producteurs du Sorgho dans les territoires de Walungu et d'Uvira représentant aussi les zones agro-écologiques de production du sorgho. La période de collecte des données correspond à la fin de la saison culturale B (de février à mai). L'approche méthodologique était basée sur une approche d'enquête diagnostique. Cette approche permet d'obtenir rapidement et en profondeur la connaissance des contraintes et des opportunités dans un environnement naturel [19]. Dans chaque territoire, 2 groupements ont été considérés pour Le diagnostic. Un choix aléatoire de 60 producteurs de sorgho dans chaque territoire a été effectué, faisant un total de 120 producteurs retenus et soumis à des échanges guidés par un questionnaire portant sur leurs exploitations. Ces échanges ont permis d'obtenir des données qui ont ensuite permis de caractériser les producteurs de sorgho en fonction des paramètres agronomiques qui sont ; la surface totale de l'exploitation, la surface emblavée par le sorgho, la surface emblavée par les autres céréales, la densité de semis et la production du sorgho et des autres céréales. Au cours de ces échanges, les unités de mesure utilisées par les paysans ont été considérées pour estimer la production au sein de l'exploitation. Ceci a été évalué par pesée et la production totale a été déduite. Les observations au champ ont été envisagées dans le but de réaliser quelques mesures sur les cultures. Ces mesures étaient nécessaires pour déterminer la densité de semis du sorgho, du Maïs et du Riz ainsi que l'appréciation de la production du sorgho.

2-3. Perception des producteurs sur les contraintes de la culture et le choix de variétés

Pour évaluer le niveau d'appréciation de différentes variétés de sorgho utilisées par les producteurs locaux, une analyse de la perception de ces derniers sur la pratique de cette culture a été effectuée. Pour ce faire, toutes les variables supposées influencées le choix des variétés ont été recensées et regroupées en 3 groupes qui répondent à la fois aux atouts et contraintes rencontrés par l'exploitant agricole et à ses objectifs de production. Ces groupes de variables sont : les caractéristiques agronomiques des variétés, leurs caractéristiques organoleptiques et culinaires et le contexte pédoclimatique de l'exploitation.

2-4. Analyse des données et typologie des systèmes de production

Les données ont été analysées à l'aide du logiciels R et XLSTAT version 2016. La typologie des exploitations agricoles pratiquant la culture de Sorgho a été faite en appliquant une analyse en composantes principales (ACP) suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH). Cette dernière a permis de différencier les exploitations agricoles en les groupant dans différentes classes ayant des caractéristiques différentes. Les variables de classification ont été considérées comme de caractéristiques des classes. L'analyse discriminante suivie de l'analyse de la variance (ANOVA) a ensuite été effectuées dans le but d'identifier les variables discriminant les classes de manière significative et faire la description de différentes classes obtenues.

3. Résultats et discussion

3-1. Diversité des producteurs du sorgho dans la zone d'étude

La diversité des producteurs du sorgho a été évaluée à partir d'une analyse en composante principale (ACP) réalisée sur 10 variables permettant de caractériser les producteurs de sorgho. Après avoir exécuté l'ACP, seules les variables et les individus bien représentés dans le plan factoriels considérés (F1 et F2) ont été retenues ($\Sigma \text{Cos}^2 > 0.5$) [20]. Ainsi, nous basant sur ce critère, 9 variables ont été considérées. Sur la base de l'analyse de la matrice de poids, du test de la significativité des axes ainsi que de valeurs propres des axes, les deux premières composantes (X1 et X2) ont été retenues. Ces dernières expliquent jusqu'à 55,68 % de la variabilité des données (*Tableau 1*).

Tableau 1 : Valeurs propres, pourcentage de variation exprimé et la corrélation de 9 variables sur les deux premières composantes

Composantes	Axe 1	Axe 2
Variance propre	2.8	2.3
Variance totale	30.80	24.88
Variance cumulée	30.80	55.68
Superficie totale de l'exploitation	0.55506971**	-0.02515726
Superficie emblavée par le riz	0.85541772**	-0.08801217
Densité de plantation du riz	0.83762159**	-0.11614404
Superficie emblavée par le Sorgho	0.10535324	0.68325202**
Densité de plantation du Sorgho	0.12795947	0.65886433**
Superficie emblavée par le maïs	0.81884017**	-0.12790852
Densité de plantation du maïs	0.52907662**	-0.20046808
Rendement du Sorgho	0.21068330	0.80519986**
Production en valeur du Sorgho	0.09132272	0.78187179**

Les résultats de l'ACP montrent que la première composante explique 30,8 % de la variabilité. Elle est bien définie par 5 variables dont ; la superficie totale de l'exploitation, la superficie emblavée par le riz, la densité de plantation du riz, la superficie emblavée par le maïs et la densité de plantation du maïs. Cette composante caractérise les producteurs du sorgho cultivant également le maïs et le Riz, et permet de comparer le sorgho par rapport à d'autres céréales. Elle caractérise les producteurs moyens disposant des grandes superficies partagées entre les trois cultures (maïs, sorgho et riz). La deuxième composante explique 24,88 % de la variabilité et est décrite par 4 variables dont la superficie emblavée par le sorgho, la densité de plantation du sorgho, le rendement du sorgho et la production en valeur du sorgho. Cet axe permet de caractériser les grands producteurs qui pratiquent la culture du sorgho sur des grandes étendues et réalisent un rendement élevé et une production en valeur plus élevée par rapport à d'autres. Ces exploitations s'intéressent plus à la production du sorgho et moins à d'autres céréales. Le troisième groupe de producteurs a été constitué en considérant les producteurs présentant des faibles performances de deux grands groupes. Ce sont les petits producteurs. La prise en compte de la typologie des producteurs et des pratiques agricoles dans un milieu donné est un élément essentiel pour juger du fonctionnement des exploitations afin de trouver des solutions à des problèmes et d'élaborer des recommandations adaptées [21]. D'autres part, l'étude de la diversité des pratiques agricoles dans un milieu donné est indispensable pour l'évaluation de la performance des systèmes de production agricole [22].

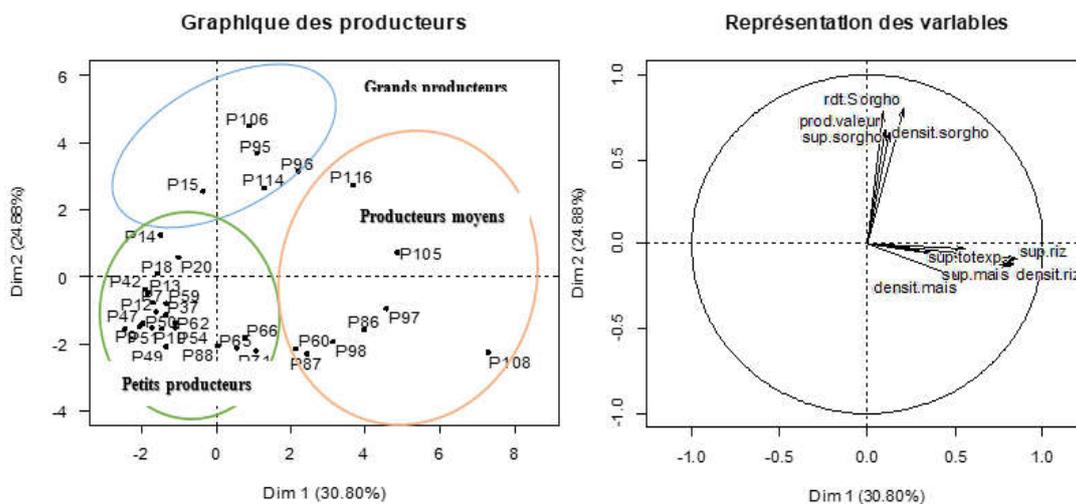


Figure 1 : Analyse en composantes principales : graphique des variables (à droite) et graphique des producteurs (à gauche)

3-2. Analyse de la diversité par la classification ascendante hiérarchique (CAH)

La classification est réalisée à l'aide de la méthode UPGMA (Unweighted Pair-Group Method with arithmétique Average) qui nous permet de dresser un dendrogramme regroupant les producteurs du sorgho en 3 classes. Ainsi, la distance euclidienne est considérée et la méthode de ward est utilisée pour regrouper les producteurs en fonction de la distance qui les sépare. Les classes sont constituées à une hauteur de coupure de 68. L'analyse de la variance multivariée atteste la différence significative entre les vecteurs propres des 3 classes ($F = 13,4$, $P < 0,0001$). Les résultats de la CAH révèlent l'existence de 3 classes des producteurs, ce qui corrobore les tendances déjà révélées par l'ACP (**Figure 2**). Ces 3 classes se distinguent par neuf variables dont deux (Rendement du sorgho et la production en valeur) permettent une distinction complète tandis que cinq autres ne permettent qu'une séparation partielle des classes (**Tableau 2**). La classe 1 (17,5 %) est caractérisée par les exploitations à grande superficie ($0,49 \pm 0,064$ Ha), se focalisant sur la production du sorgho avec un rendement moyen de $740,5 \pm 34,9$ kg/Ha. Comparativement au maïs et au riz et tenant compte du rendement et de la superficie emblavée ($0,298 \pm 0,049$ Ha, $0,10 \pm 0,031$ Ha et $0,22 \pm 0,027$ Ha, respectivement superficie emblavée par le sorgho, le riz et le maïs), le sorgho constitue la principale culture céréalière pour ces producteurs. La classe 2, de producteurs moyens (34,16 %), est caractérisée par les exploitations à grande superficie ($0,52 \pm 0,045$ Ha), avec une faible production du sorgho ($390,6 \pm 20,8$ kg/Ha), mais se focalisant sur d'autres céréales tels que le riz et le maïs ($0,16 \pm 0,03$, $0,27 \pm 0,032$, respectivement superficie emblavée par le riz et le maïs). Nos résultats montrent une prédominance des petits producteurs (48,3 %) par rapport aux producteurs moyens (34,16 %) et aux grands producteurs (17,5 %). La typologie des producteurs de palmier à huile au Bénin, a permis d'orienter le choix des palmerais et a également abouti à une prédominance des petits producteurs (67 %) qui réalisent des faible rendement des palmerais sur des petites superficies [22]. Toutes fois pour la classe 2, la superficie de champs de sorgho n'est pas significativement différente à celle de la classe 1. La différence de rendement observée pourrait être liée à la différence dans le mode gestion des parcelles cultivées.

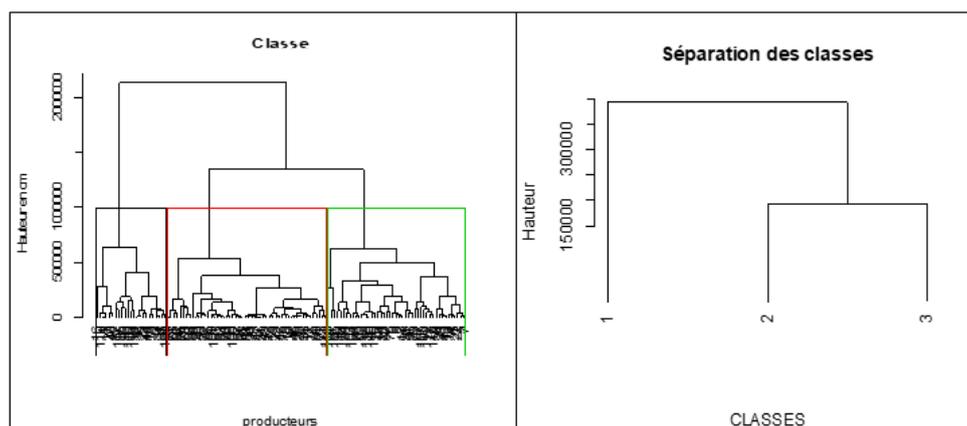


Figure 2 : Dendrogramme basé sur les distances Euclidiennes plaçant les producteurs dans 3 classes distinctes

La classe 3, de petits producteurs, est composée des exploitations à faibles superficies ($0,475 \pm 0,028$). Par conséquent, elles cultivent le sorgho sur des petites surfaces ($0,178 \pm 0,017$) et réalisent des faibles rendements ($58,1 \pm 8,96$) par rapport à la classe 1 et 2.

Tableau 2 : Caractéristiques des groupes des producteurs formés par la CAH

Variables	Grands prod (17,5 %)	Prod. Moyens (34,16 %)	Petits Prod (48,3 %)	F	P-Value
Superficie de l'exploitation	$0,49^a \pm 0,064$	$0,52^a \pm 0,045$	$0,475^b \pm 0,028$	45,940	< 0,0001
Superficie emblavée riz	$0,10^a \pm 0,031$	$0,16^a \pm 0,03$	$0,102^b \pm 0,018$	19,031	< 0,0001
Densité de plantation du riz	$42209,5^a \pm 12856,2$	$68462,1^a \pm 13885,9$	$47848,2^b \pm 8181,4$	18,312	< 0,0001
Superficie emblavée Sorgho	$0,298^a \pm 0,049$	$0,294^a \pm 0,032$	$0,178^b \pm 0,017$	57,405	< 0,0001
Densité de plantation Sorgho	$71684,6^a \pm 11516,7$	$71360,6^a \pm 7317,5$	$46455,6^b \pm 5249,7$	51,763	< 0,0001
Superficie emblavée maïs	$0,22^a \pm 0,027$	$0,27^a \pm 0,032$	$0,19^b \pm 0,02$	42,257	< 0,0001
Densité de plantation maïs	$12409,2^a \pm 1689,7$	$14373,3^a \pm 1954,8$	$14122^b \pm 1729,1$	23,120	< 0,0001
Rendement du Sorgho (Ha)	$740,5^a \pm 34,9$	$390,6^b \pm 20,8$	$58,1^c \pm 8,96$	266,525	< 0,0001
Production en valeur Sorgho	$474523,8^a \pm 24572$	$238951,2^b \pm 10825$	$38689,6^c \pm 609$	312,880	< 0,0001

La projection des producteurs dans le plan factorielle (F1 et F2) en fonctions des classes et leurs origines montre que les différentes classes sont composées des producteurs provenant des localités différentes (**Figure 3**).

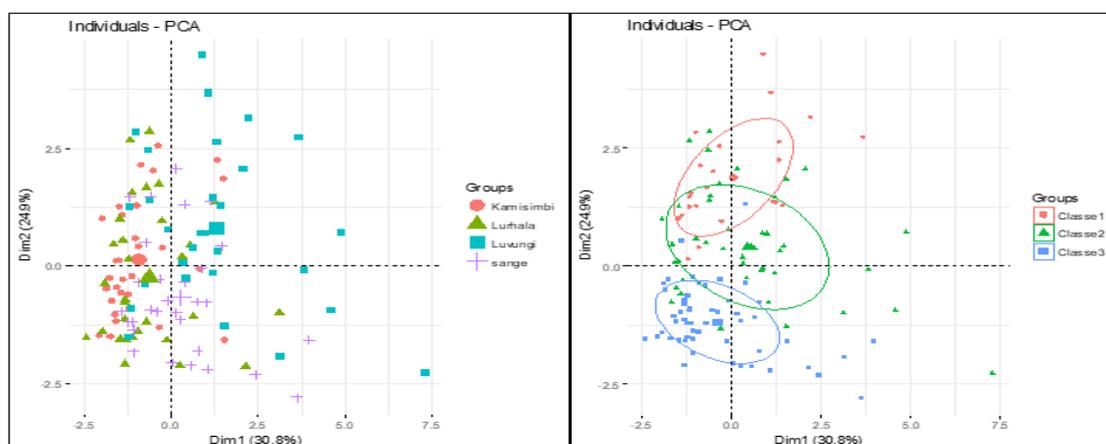


Figure 3 : Projection des producteurs de sorgho en fonction de classes et de leurs groupements d'origine

3-3. Recherche de variables discriminantes par l'analyse factorielle discriminante

L'AFD et le test λ - Wilk permettent l'identification des variables discriminant les classes des producteurs formées à l'issu de la CAH. Quatre descripteurs discriminants (**Tableau 3**) sont identifiés. Il s'agit de la superficie emblavée par le sorgho, la densité de semis du sorgho, le rendement du sorgho et la production en valeur du sorgho. Pour ce fait, deux fonctions discriminantes (axe 1 et axe 2) sont considérées. La première fonction cumule jusqu'à 98,77 % de la variabilité. Selon cet axe, la classe 1 regroupe les producteurs pratiquant la culture du sorgho sur des grandes surfaces, par conséquent ils réalisent un rendement élevé. La classe 2 et la classe 3 regroupe des producteurs réalisant des faibles productions sur des petites superficies emblavées (classe3) ou sur des grandes superficies avec de systèmes de culture moins productifs (classe2). L'axe 2 ne cumule que 4,22 % de la variabilité.

Tableau 3 : Analyse discriminante basée sur les caractéristiques des classes des producteurs du sorgho

Variable	Lambda	F	DDL1	DDL2	p-value
Superficie de l'exploitation	0,994	0,367	2	117	0,694
Superficie emblavée riz	0,975	1,496	2	117	0,228
Densité de plantation du riz	0,978	1,319	2	117	0,271
Superficie emblavée Sorgho	0,903	6,313	2	117	0,002**
Densité de plantation Sorgho	0,929	4,496	2	117	0,013*
Superficie emblavée maïs	0,963	2,269	2	117	0,108
Densité de plantation maïs	0,995	0,270	2	117	0,764
Rendement du Sorgho (Ha)	0,291	142,241	2	117	< 0,0001***
Production en valeur Sorgho	0,247	178,010	2	117	< 0,0001***

La pratique de la culture pure de sorgho représente le système de culture le plus dominant chez les producteurs de la classe 2 (58,54 %) et 3 (58,62 %). Tandis que l'association de culture caractérise les producteurs de la classe 1 (61,9 %). Dans les classes 2 et 3, un faible nombre des producteurs pratiquent l'association du sorgho avec d'autres cultures. Le type d'association le plus pratiqué est l'association céréale-céréale, c'est à dire sorgho-maïs (46,6 % et 36,36 % respectivement classe 2 et 3). Par contre, pour les grands producteurs (classe 1), le sorgho est associé à des cultures légumineuses (60 %). Ces résultats corroborent ceux révélés par [23], qui a caractérisé 4 systèmes de culture d'Acacia Sénégal cultivé en association avec le mil, le sorgho et le niébé. Les cultures associées présentent des performances élevées par rapport aux cultures mono spécifiques dans le sens où elles interviennent dans la maîtrise des facteurs biotiques (Pelzer et al., 2015). En effet, ces systèmes assurent une forte couverture du sol et sont plus concurrentiels vis-à-vis des adventices. Ils assurent également une augmentation de rendement ainsi qu'un bon control des maladies et ravageurs en réduisant leur pression sur les cultures [23]. Pour le cas des associations céréales-légumineuses, plusieurs avantages sont observés notamment dans l'optimisation de la production des cultures associées et une valorisation des ressources naturelles en réduisant les quantités d'intrants à apporter tout en maintenant le niveau de production [25]. Dans cette optique, la recherche des aptitudes variétales à l'association serait d'une importance capitale pour optimiser les avantages liés à cette pratique [26].

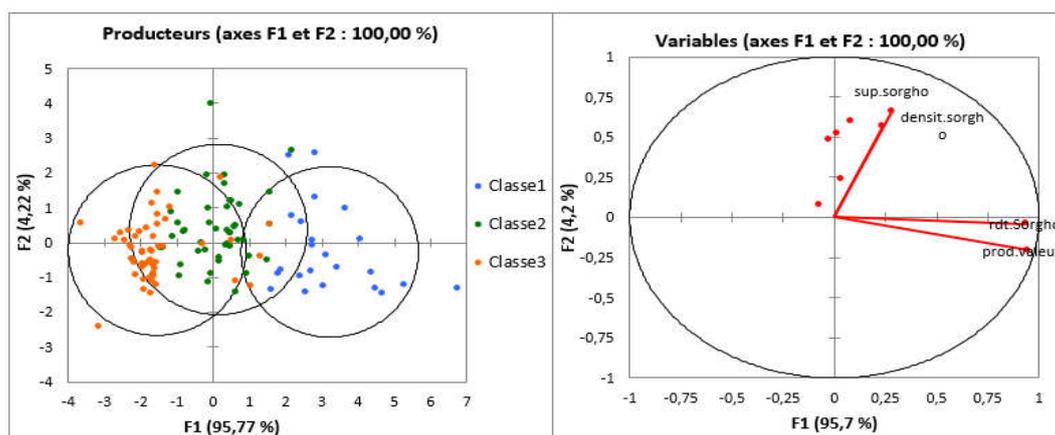


Figure 4 : Projection des classes des producteurs de sorgho dans le plan factoriel discriminant formé par l'axe canonique 1

La densité de semis réalisée en association des cultures est d'environ $71684,6 \pm 11516,7$ plants/ha pour les producteurs de la classe 1. Cette densité de semis est proche de celle de la classe 2 ($71360,6 \pm 7317,5$ plants/ha) et de loin supérieure à celle de la classe 3 ($46455,6 \pm 5249,7$ plants/ha). Le mode de gestion des cultures à l'échelle parcellaire expliquerait la différence de rendement observée entre les producteurs de la classe 1 et ceux de la classe 2 ($740,5 \pm 34,9$ et $390,6 \pm 20,8$ Kg/ha, respectivement pour la classe 1 et la classe 2).

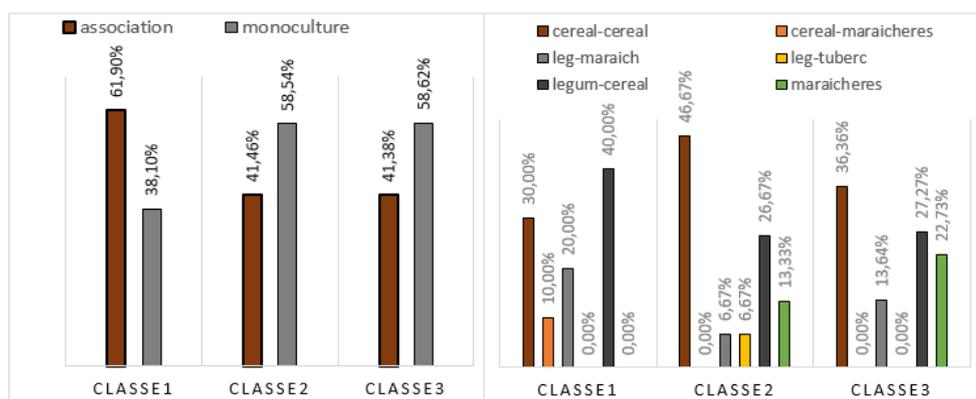


Figure 5 : Différents types d'association du sorgho et les systèmes de culture par classe de producteurs

3-4. Types de variétés de sorgho cultivées dans le milieu, perceptions paysannes sur les critères de choix de variétés de sorgho

3-4-1. Les variétés de sorgho cultivées

Les différents critères de choix variétal formulés au départ ont été soumis aux paysans. Les variétés répertoriées dans les milieux d'étude sont classées en fonction des critères décrits par les producteurs. L'analyse factorielle de correspondance multiple (AFCM) nous permet de bien affiner la comparaison des variétés en fonction de critères d'appréciation (critères agronomiques, organoleptique et pédoclimatiques). Deux analyses AFCM sont réalisées, la première présente la distribution des variétés dans les différents groupements en fonction des classes des producteurs, la deuxième vise à représenter les variétés cultivées en fonction de leurs caractéristiques agronomiques, organoleptiques et pédoclimatiques.

s'adapte aux conditions environnementales (résistance à la sécheresse). Tandis que la variété Namwiru est reconnue par son rendement élevé et est utilisée dans la production de la boisson alcoolisée. La variété Mbogombogo est caractérisée par un rendement élevé, une faible rusticité et un mauvais goût (**Figure 7B**). Par contre la variété Kijambere est caractérisée par un rendement élevé et une bonne adaptation aux conditions locales. Elle donne des grains de gros calibre et une farine de bonne qualité. Les variétés Nakarongo et Mashikazi sont caractérisées par des faibles rendements, un mauvais goût et une faible adaptation aux conditions locales. Quant à la variété Kashali, elle est cultivée pour son rendement élevé et pour la production de la boisson alcoolisée de bonne qualité. Par contre la variété Lusoki est cultivée pour la qualité de la farine qu'elle donne et pour le calibre de ses grains. Ces résultats montrent que la culture du sorgho a plusieurs utilisations en fonction des zones de production. L'adoption d'une innovation agricole dans un milieu donné ainsi que son utilisation sont constamment influencées par des facteurs endogènes et exogènes à l'exploitation agricole considérée [30]. Dans le cas précis du choix variétal, les agriculteurs établissent des critères sur la base de leurs perceptions et leurs préférences pour les caractéristiques intrinsèques des variétés. Ces critères regroupent les facteurs agronomiques, les facteurs organoleptiques ou culinaires et les facteurs pédoclimatiques. Nos résultats sont similaires à ceux de [33], qui montrent que ces facteurs varient d'une variété à l'autre dans le cas précis du manioc cultivé au Togo. Par ailleurs, les facteurs orientant le choix des variétés de manioc concernent le cycle de culture, la taille du ménage, la superficie cultivée en manioc, les raisons culinaires, le goût, la couleur, la durée de conservation, la superficie disponible, l'expérience du producteur et le revenu annuel total [33].

3-5. Contraintes de production des systèmes de culture à base du sorgho et perspectives d'amélioration

Différentes contraintes limitant la production des systèmes de culture à base du Sorgho ont été inventoriées. Les contraintes biotiques regroupent les maladies de la culture. Elles sont identifiées comme principales contraintes de la culture de sorgho dans le milieu d'étude. Le charbon et l'antracnose sont les maladies les plus fréquentes dans les champs paysans. Quant aux contraintes abiotiques, nous avons identifié deux contraintes majeures notamment ; d'une part le manque des variétés améliorées, tolérantes aux différents aléas climatiques (sécheresse, maladies et ravageurs) occasionne aussi des pertes des rendements. D'autre part la mauvaise gestion des sols et le manque d'intrants agricoles (engrais et produits phytosanitaires) aux niveaux des exploitations. En effet, 80 % des producteurs pratiquent la rotation des cultures, mais celle-ci ne permet pas une amélioration la fertilité des sols car la gestion des cultures au niveau parcellaire n'est pas bien envisagée par les producteurs. L'association des cultures et l'intégration des légumineuses dans le système de culture ne sont pratiquées que par un faible nombre de producteurs (54 %) avec une prédominance de l'association Sorgho et autres céréales chez les producteur moyens (46,6 %) et les petits producteurs (36.6 %). La mise en place des systèmes de cultures basés sur l'utilisation des variétés performantes et l'association des légumineuses et des résidus des cultures permettrait d'améliorer les systèmes de à base du sorgho dans le milieu d'étude. Une attention particulière devrait être accordé aux petits producteurs afin d'accroître leur niveau de production malgré leur ressources faibles.

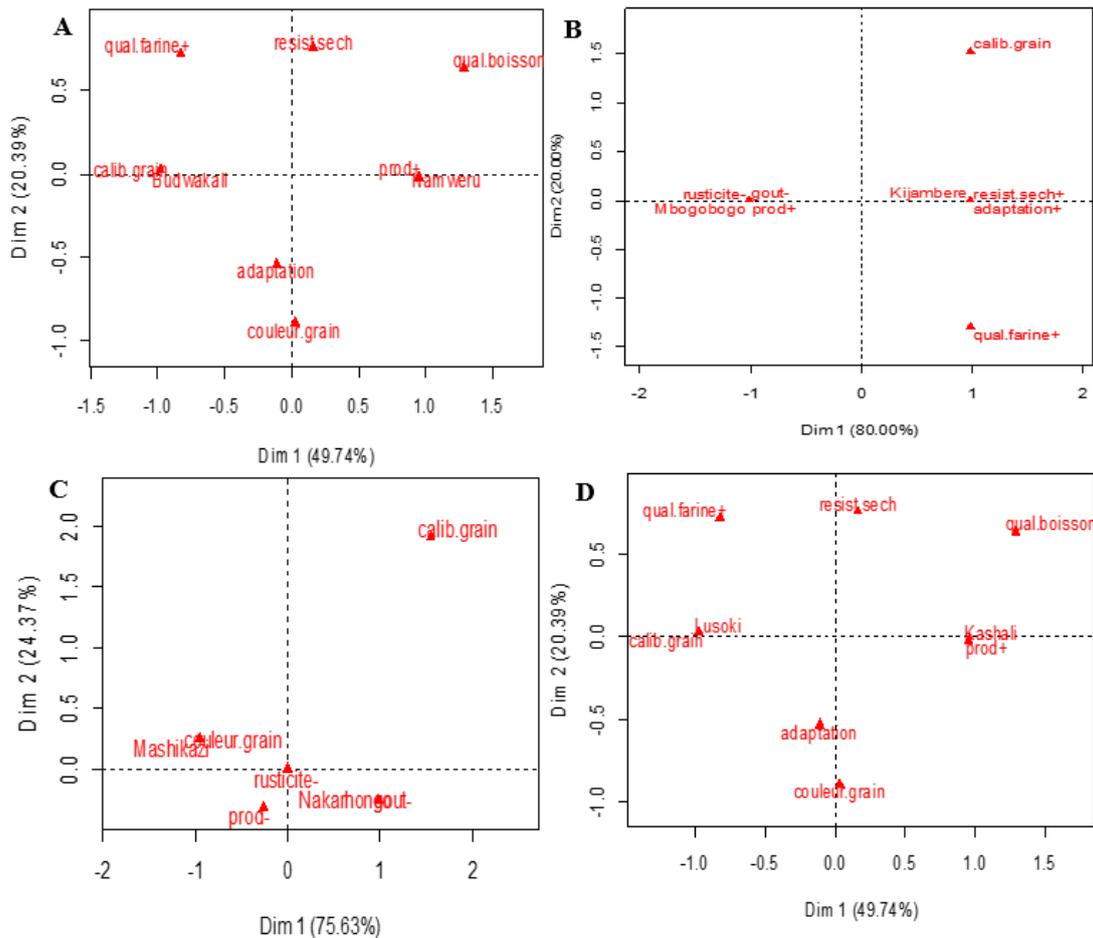


Figure 7 : caractéristiques agronomiques, organoleptiques et pédoclimatiques des différentes variétés de sorgho cultivées dans le milieu d'étude

4. Conclusion

L'Analyse en composante principale (ACP) suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) a été utilisée pour caractériser les systèmes de production du sorgho en hautes et basses altitude au Sud-Kivu. Trois classes des producteurs ont été mises en évidence sur la base des paramètres structuraux des exploitations agricoles. Ces classes sont ; les grands producteurs, les producteurs moyens et les petits producteurs. Trois variables ont permis de différencier nettement les grands producteurs des producteurs moyens et petits producteurs. Il s'agit de la superficie emblavée par le sorgho, la densité de semis du sorgho et le rendement du sorgho. L'association des cultures est faiblement pratiquée chez les producteurs moyens et chez les petits producteurs et constitue ainsi un élément limitant leur performance. D'autre part, la négligence des agriculteurs vis-à-vis de la culture du sorgho comparativement à d'autres céréales, serait à la base des faibles rendements observés chez les producteurs moyens et les petits producteurs. L'analyse de la repartition des variétés montre que les variétés Mbogombogo et Lusoki, Budwakali et Nakarongo sont cultivées en haute altitude tandis que les variétés Namwiru, Kashali, Kijambere et mashikazi sont cultivées en basse altitude. Les critères de choix des variétés sont très diversifiés et varient d'une variété à l'autre. Une caractérisation agro morphologique et moléculaire des variétés locales du sorgho cultivées dans les milieux au Sud-Kivu serait intéressante dans le but de sélectionner celles pouvant être utilisées dans les programmes d'amélioration en vue de répondre aux attentes des producteurs.

Références

- [1] - B. GUEYE, "L'agriculture familiale en Afrique de l'Ouest, concepts et enjeux actuels," *Revue Afrique contemporaine*, (2003)
- [2] - FAO, *État des Ressources en Sols dans le Monde*, (2016)
- [3] - G. (IRD) COURCOUX, "Les défis de l'agriculture familiale", (2014) 15 p.
- [4] - K. COULIBALY, E. VALL, P. AUTFRAY and P. M. SEDOGO, "Performance technico-économique des associations maïs/ niébé et maïs/ mucuna en situation réelle de culture au Burkina Faso : potentiels et contraintes," *Tropicicultura*, Vol. 30, N°3 (2012) 147 - 154 p.
- [5] - B. SEGUIN, "Adaptation des systèmes de production agricole au changement climatique," *Comptes Rendus - Geoscience*, Vol. 335, N°6-7 (Jun 2003) 569 - 575 p.
- [6] - M. GAYE, "Les cultures céréalères dans le bassin arachidier: Motivations et contraintes," Vol. 5, (1994)
- [7] - T. M. BIN, "Effet de différentes poudres végétales sur l'infestation des semences de légumineuses et de céréales au cours de la conservation au Kivu (République démocratique du Congo)," *Cahiers Agricultures*, (2003) 9 p.
- [8] - M. R. CIVAVA, M. MALICE and J.-P. BAUDOIN, Amélioration des agrosystèmes intégrant le haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.) au Sud-Kivu montagnoux. L'Harmattan, (2013)
- [9] - M. BAGAYOKO, S. MASON, S. TRAORE and K. ESKRIDGE, "Pearl millet/cowpea cropping system yields and soil nutrient levels," *African Crop Science Journal*, Vol. 4, N° 4 (1996) 453 - 462 p.
- [10] - A. BATIONO, C. B. CHRISTIANSON and M. C. KLAIJ, "The effect of crop residue and fertilizer use on pearl millet yields in Niger," *Fertilizer research*, Vol. 34, N°3 (1993) 251 - 258 p.
- [11] - O. SAMAKÉ, E. M. A. SMALING, M. J. KROPPF, T. J. STOMPH and A. KODIO, "Effects of cultivation practices on spatial variation of soil fertility and millet yields in the Sahel of Mali," *Agriculture, ecosystems & environment*, Vol. 109, N° 3-4 (2005) 335 - 345 p.
- [12] - M. E. GAVITO *et al.*, "Temperature constraints on the growth and functioning of root organ cultures with arbuscular mycorrhizal fungi," *New Phytologist*, vol. 168, N° 1 (2005) 179 - 188 p.
- [13] - M. E. GAVITO and C. AZCON-AGUILAR, "Temperature stress in arbuscular mycorrhizal fungi : a test for adaptation to soil temperature in three isolates of Funneliformis mosseae from different climates," *Agricultural and food science*, Vol. 21, (2012) 2 - 11 p.
- [14] - T. P. COX, "The land as a casualty : Soil, cattle, and the future in south kivu, DRC," N°October, (2008)
- [15] - S. VWIMA NGEZIRABONA, "Le rôle du commerce frontalier des produits alimentaires avec le Rwanda dans l'approvisionnement des ménages de la ville de Bukavu (Province du Sud-Kivu)", (2014) 170 p.
- [16] - C. BALDY, J.-M. KONATE, A. OLUFAYO, P. RUELLE and A. FERNANDES, "Résistance à la sécheresse du sorgho-grain en climat méditerranéen et gestion optimale d'une quantité d'eau limitée," *Science et changements planétaires/Sécheresse*, Vol. 4, N° 2 (1993) 85 - 93 p.
- [17] - F.-N. REYNIERS, Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique tropicale: vers une gestion des flux hydriques par le système de culture : séminaire international, Bamako, 9-13 décembre 1991. John Libbey Eurotext, (1994)
- [18] - T. WINKEL and F. C. DO, "Caractères morphologiques et physiologiques de résistance du mil (*Penisetum glaucum* (L.) R. Br.) à la sécheresse." *Researchgate, L'agronomie tropicale*, 46 - 4 (1992)
- [19] - B. L. MAASS, D. K. MUSALE, W. L. CHIURI, A. GASSNER and M. PETERS, "Challenges and opportunities for smallholder livestock production in post-conflict South Kivu, eastern DR Congo," *Tropical Animal Health and Production*, Vol. 44, N°6 (2012) 1221 - 1232 p.
- [20] - L. AKANVOU *et al.*, "Evaluation de la diversité agro morphologique des accessions de mil [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] collectées en Côte. Evaluation de la diversité agro morphologique

- des accessions de mil [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br .] collectées en Côte d," No. February 2012, (2015) 3468 - 3477 p.
- [21] - C. PERRET and E. LANDAIS, "Exploitations agricoles : Pourquoi poursuivre la recherche sur les méthodes typologiques ?," *Cahiers de la Recherche Développement*, Vol. 33, (1993) 13 - 23 p.
- [22] - H. AHLOUKPE *et al.*, "Typologie des plantations villageoises de palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.) dans le département du Plateau au Bénin," *Int. J. Biol. Chem. Sci*, Vol. 7, N° 3 (2013) 978 - 999 p.
- [23] - E. S. DJIBO, L. SITOU, Y. A. ASSOUMANE, A. M. ZOUBEIROU and D. MOUSSA, "Association de cultures Acacia senegal- céréales : outil de résilience aux changements climatiques au Niger," N° (December, 2017)
- [24] - E. PELZER, L. BEDOUSSAC, G. CORRE-HELLOU, M. JEUFFROY, T. METIVIER and C. NAUDIN, "Association de cultures annuelles combinant une légumineuse et une céréale : retours d'expériences d'agriculteurs et analyse," *Innovations Agronomiques*, Vol. 40, N°(November 2014) (2015) 73 - 91 p.
- [25] - G. CORRE-HELLOU *et al.*, "Associations céréale-légumineuse multi-services," (2013)
- [26] - M. OUKNIDER and P. JACQUARD, "Un modèle d'association graminée-légumineuse : le mélange vesce (*Vicia sativa* L.)-avoine (*Avena sativa* L.)," (1988)
- [27] - A. BARNAUD *et al.*, "Gestion des ressources génétiques du sorgho [*Sorghum bicolor* chez les Duupa (Nord Cameroun)," *Cahiers Agricultures*, Vol. 17, N° 2 (2008) 178 - 182 p.
- [28] - F. SAGNARD *et al.*, "De l' agrosystème aux gènes Analyse multiéchelle de la diversité génétique des sorghos : compréhension des processus évolutifs pour la conservation in situ," Vol. 17, (2008) 114 - 121 p.
- [29] - G. R. KOMBO *et al.*, "Diversity of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) cultivars and its management in the department of Bouenza in the Republic of Congo," *Genetic Resources and Crop Evolution*, Vol. 59, N° . 8 (2012) 1789 - 1803 p.
- [30] - D. I. JARVIS, C. PADOCH and H. D. COOPER, "Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems," *Human Ecology*, Vol. 38, N°1 (2009) 173 - 174 p.
- [31] - S. ASRAT, M. YESUF, F. CARLSSON and E. WALE, "Farmers' preferences for crop variety traits: Lessons for on-farm conservation and technology adoption," *Ecological Economics*, Vol. 69, N° 12 (2010) 2394 - 2401 p.
- [32] - L. KUHFUSS, R. PREGET and S. THOYER, "Préférences individuelles et incitations collectives : quels contrats agroenvironnementaux pour la réduction des herbicides par les viticulteurs ?," *Revue d'Études en Agriculture et Environnement*, Vol. 95, N°01 (2014) 111 - 143 p.
- [33] - K. KOMBATE, C. P. KPADE, M. EDAH, E. L. Y. LOKO, R. A. F. ADJATIN and A. D. ANAGONOU, "Préférences et facteurs de choix des variétés de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) au Togo," *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB)*, N° 229 (2016) 884 p.