



## **Evaluation et sélection des nouveaux génotypes du maïs (*Zea mays* L) bio fortifiés riche en provitamine A et en protéine dans les conditions édapho-climatiques de Ngandajika, cas de la Localité de KASEBA (Lomami, RD. Congo)**

Laurent MADIMBA MBUYI<sup>1</sup>, André KABUNDA MADIKA<sup>1</sup>, Augustin KALONJI

NTUMBA<sup>2</sup> & Georges MALABA KABONGU.

1.2. Section sciences exactes, département d'agronomie vétérinaire, Institut supérieur pédagogique ISP/ Ngandajika (RD Congo).

3. Section lettres et sciences humaines, département de français et langues africaines, Institut supérieur pédagogique ISP/ Ngandajika (RD Congo).

**Digital Object Identifier (DOI):** <https://doi.org/10.5281/zenodo.21264855>

### **Résumé**

A Ngandajika (République Démocratique du Congo) province de Lomami, quelle que soit la quantité de maïs produite localement par Saplom Sasu dans ce territoire et celle fournie par Kaniama Kasese, 510 ménages vivent de la malnutrition, mais une alimentation bonne, saine et nutritive serait d'une grande importance pour palier à ce fléau. Augmenter la production d'aliments de base reste l'unique possibilité de lutter contre l'augmentation du taux de pauvreté et sous-alimentation ou de carence en micro nutriments. D'après l'Organisation des Nations-Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), plus de 25 000 personnes meurent chaque jour de sous-nutrition ce qui en fait la première cause de mortalité dans le monde, et plus de 800 millions sont chroniquement sous-nutries, principalement dans les pays en développements. La sous-alimentation englobe la malnutrition et carence en vitamines et autres nutriments. Or, le maïs est la céréale la plus produite au monde, en Afrique et en République Démocratique du Congo (Anonyme, 2018).

Le manque des matériels génétiques de bonne qualité, la pauvreté des sols, la pression des maladies et ravageurs, les perturbations climatiques et les mauvaises pratiques culturales sont les facteurs responsables de cette faible productivité en milieu paysan. (Anonyme, 2008) et de la sous-alimentation et particulièrement de déficit en vitamine A ; Pour faire face à ce problème, la R.D.Congo reste toujours dépendante de l'extérieur en grande quantité de ce produit sans tenir compte parfois de sa valeur nutritive constituante. Pour ce faire, l'introduction dans l'alimentation des produits bio fortifiés s'avèrent indispensables en vue d'améliorer le statut nutritionnel des populations (Baboy et al., 2011).

Cette étude a été initiée en vue d'améliorer la qualité nutritionnelle de la population par l'utilisation des hybrides de maïs bio fortifié en provenance de l'INERA-Ngandajika. L'expérimentation a été menée dans la localité de KASEBA située à TSHIOJI dans le but de faire la sélection des variétés prometteuses de maïs (*Zea mays* L.) riche en provitamine A et en protéine. Cinq génotypes de maïs bio fortifiés riches en provitamine A et en protéine issues de la collection de l'INERA-Ngandajika ont été semées dans un dispositif en bloc complet randomisé avec trois répétitions, à côté d'une variété locale améliorée (SALONGO2) dans les conditions édapho-climatiques de Ngandajika. Les caractères agronomiques tels que le taux de levé, la hauteur de la plante, hauteur à l'insertion de l'épi, la résistance à la verse, les jours à la floraison mâle et floraison femelle, L'incidence à striure, la cercosporiose et l'helminthosporiose, le poids de 1000 grains, le poids moyen des grains par épi et le rendement ont été mesurés. Les résultats bruts obtenus ont été soumis à l'Analyse de la variance et au test de Turkey à l'aide du logiciel Minitab 16.1.

Les résultats ont montré que les 5 variétés bio fortifiées riches en provitamine A et en protéine évaluées ont été similaires à la variété locale, excepté le rendement et la résistance à la verse. Les variétés MUDISHI1, MUDISHI2, MUDISHI3, MUIBAKI1 et MUIBAKI3 Sont recommandables.

L'adaptation de ces variétés dans les conditions de Ngandajika permettra de résoudre le problème de la sous-alimentation et de l'insécurité alimentaire, dans un contexte de faible disponibilité des semences en milieu paysan.

**Mots clés :** Hybrides, maïs, variétés, amélioration, adaptation, rendement, bio fortification, vitamine A.

### **Abstract**

In Ngandajika (Democratic Republic of Congo), Lomami province, regardless of the quantity of maize produced locally by Saplom Sasu in this territory and that supplied by Kaniama Kaseke, 510 households suffer from malnutrition. A good, healthy, and nutritious diet would be of great importance in addressing this scourge. Increasing the production of staple foods remains the only way to combat rising rates of poverty and undernourishment or micronutrient deficiencies. According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), more than 25,000 people die every day from undernutrition, making it the leading cause of death worldwide, and more than 800 million are chronically undernourished, primarily in developing countries. Undernutrition encompasses malnutrition and deficiencies in vitamins and other nutrients. Maize is the most widely produced cereal in the world, particularly in Africa and the Democratic Republic of Congo (Anonymous, 2018). The lack of good quality genetic material, poor soil quality, disease and pest pressure, climate disruptions, and poor farming practices are the factors responsible for this low productivity in rural areas (Anonymous, 2008) and for undernutrition, particularly vitamin A deficiency. To address this problem, the Democratic Republic of Congo remains heavily dependent on imports of this product, sometimes without considering its nutritional value. Therefore, the introduction of fortified organic products into the diet is essential to improve the nutritional status of the population (Baboy *et al.*, 2011).

This study was initiated to improve the nutritional quality of the population through the use of fortified organic maize hybrids from INERA-Ngandajika. The experiment was conducted in the locality of KASEBA located in TSHIOJI with the aim of selecting promising varieties of maize (*Zea mays* L.) rich in provitamin A and protein. Five genotypes of fortified organic maize rich in provitamin A and protein from the INERA-Ngandajika collection were sown in a randomized complete block design with three replications, alongside an improved local variety (SALONGO2) under the edaphic and climatic conditions of Ngandajika. Agronomic traits such as emergence rate, plant height, height at ear insertion, lodging resistance, days to male and female flowering, incidence of streak disease, cercospora leaf spot and helminthosporium leaf spot, 1000-grain weight, mean grain weight per ear, and yield were measured. The raw data were subjected to analysis of variance and Turkey's test using Minitab 16.1 software. The results showed that the five biofortified varieties rich in provitamin A and protein evaluated were similar to the local variety, except for yield and lodging resistance. The varieties MUDISHI1, MUDISHI2, MUDISHI3, MUIBAKI1, and MUIBAKI3 are recommended.

Adapting these varieties to the conditions of Ngandajika will help address the problems of undernourishment and food insecurity, in a context of limited seed availability among farmers.

**Keywords:** Hybrids, maize, varieties, improvement, adaptation, yield, biofortification, vitamin A.

## Introduction

Le maïs (*Zea mays* L.) est la céréale la plus produite au monde, en Afrique et en République Démocratique du Congo (Anonyme, 2018). Dans le monde le maïs étant une des céréales la plus cultivée après le riz et blé. Avec une production mondiale représentant plus de 26,730 kg à la seconde, ce qui se représente 843 millions de tonnes. (FAO, 2013). En Afrique, il représente une céréale incontournable. Il forme ainsi avec les tubercules les principales denrées de base de l'alimentation de populations urbaines en particuliers. (Dabire, 2000). Dans les pays en voie de développement, notamment en Afrique subsaharienne et Amérique latine, la consommation du maïs est particulièrement importante. Il y constitue souvent l'alimentation de base. (FAO, 2013).

En République Démocratique du Congo (RDC) le maïs occupe la deuxième place, après le manioc, parmi les cultures vivrières (Anonyme, 2009). En dépit de son importance, sa production est due à une faiblesse de rendement qui est une conséquence des mauvaises pratiques culturales d'une part (Useni et al., 2014) et l'utilisation des semences non améliorées d'autres part (Nyembo, 2010). Cette situation crée une insécurité alimentaire marquée malgré d'immenses potentialités agricoles de ce pays (Huart et al. 2007). Alors que sous les tropiques, les maladies, mauvaises herbes et insectes constituent un des problèmes agricoles majeurs. Etant donné que les moyens de lutte sont rares, le choix de variétés résistantes représente une nécessité. (Laurent MADIMBA MBUYI et al., 2025c).

A Ngandajika, République Démocratique du Congo province de Lomami, les paysans préfèrent encore cultiver les variétés locales, accusant celles améliorées d'être sensibles aux maladies et exigeantes en nutriments et nécessitant en plus un travail excessif, ils reprochent à celles-ci d'avoir les gros rachis et peu de grains et nécessitant un travail dur lors de l'égrenage, sans considérer plusieurs avantages qu'offrent les différentes variétés améliorées telles que la précocité, le niveau de rendement et la qualité de produits dérivés dont la consistance de la farine, alors que les variétés locales sont moins productives, rendement inférieur à 1t de maïs grains/ha. (Laurent MADIMBA MBUYI et al., 2025c).

Malgré la quantité de maïs produite par la société agropastorale du portefeuille provincial de Lomami dénommée Saplom Sasu qui a réussi à stabiliser depuis novembre 2025 au rabais jusqu'à 2.500 FC le prix d'un MEKA de maïs dans le Territoire de Ngandajika, ce déficit est généralement comblé par des importations provenant de Kaniama Kasese.

Les rendements étant variables d'une région à une autre en République Démocratique du Congo, mais la moyenne nationale est 0,8 à 1t/ha et ce dernier étant trop faible par rapport à ceux des pays comme l'Italie 9.530 kg/ha, le Canada 6.630 kg/ha, la Chine 4 570 kg/ha (Talue et al. 2009) ceci est en partie due à l'utilisation des variétés améliorées, aux diverses pestes et aux mauvaises pratiques culturales (Senasem, 2008). Par conséquent, l'utilisation des variétés améliorées bio fortifiées riche en provitamine A et en protéine s'avèrent être la solution la plus efficace et la moins coûteuse (Baboy et al., 2011). Les semences améliorées riche en provitamine A et protéine peuvent supplier au premier gré d'autres facteurs de production agricole tels la fertilisation, l'irrigation, la mécanisation et autres (Baboy et al., 2011).

Pour ce faire, l'introduction dans l'alimentation des produits bio fortifiés s'avèrent indispensables en vue d'améliorer le statut nutritionnel des populations (Baboy et al., 2011).

L'objectif du travail est d'étudier le comportement des cinq variétés hybrides de maïs bio fortifiés riche en provitamine A et en protéine en provenance de L'INERA Ngandajika en vue d'en retenir des variétés prometteuses bio fortifiées riches en provitamine A et en protéine avec un rendement des grains supérieur ou égal au témoin amélioré et possédant une large capacité d'adaptation en se basant sur les résultats des tests effectués dans les conditions édapho-climatiques de Ngandajika.

## **2. Milieu, matériels et méthodes**

### **2.1. Milieu**

Cette étude a été conduite, au cours de la saison culturale 2024-2025, à Kaseba /Tshioji dans une localité qui porte le même nom (KASEBA), un des sites de centre piscicole situé à 7 km du centre de territoire de Ngandajika. Le site se situe à 6° 74'17"29" de latitude Sud et 23° 95'6"831" longitude Est, sur une altitude moyenne de 771m. Le territoire de Ngandajika est limité à l'Est par le territoire de Kabongo, au Nord par le territoire de Katanda, à l'Ouest par le territoire de Tshilenge et au sud par le territoire de Kaniama et la ville ferroviaire de Mwene-Ditu.

### **2.2. Matériel**

#### **2.2. 1. Matériel biologique**

Le matériel biologique utilisé dans cette étude provient de l'INERA Ngandajika ; qui est un centre international qui a dans ses attributions le programme maïs et autres céréales. Au total 6 génotypes (variétés) en provenance de l'INERA ont été testées dans les conditions édapho-climatiques du Territoire de Ngandajika. Ces variétés utilisées dans l'expérimentation sont les suivantes : MUIBAK11, MUIBAK12, MUIBAK13, MUDISHI1, MUDISHI3 et SALONGO2.

#### **2.4. Fertilisants inorganiques**

L'urée 46% d'azote et le NPK 10-20- 10 ont été utilisés comme fertilisants. Le NPK a été appliqué au semis comme engrais de fond à la dose de 6g par poquet. L'urée a été appliquée à la dose de 6 g par poquet au 45ème jour après semis.

### **2.5. Méthodes**

#### **2.5.1. Dispositif expérimental et traitements**

Le dispositif expérimental utilisé dans cette étude est celui en blocs complets randomisés avec trois répétitions 612 m<sup>2</sup> (24m x 25,5m) Pour les 6 génotypes représentés sur terrain dont une raison de deux lignes. La distance entre deux blocs est 1 m et celle entre les lignes est 0,5 m.

#### **2.5.2. Conduite de l'essai**

Le choix de notre terrain d'expérimentation s'est porté sur un ancien terrain où le défrichement n'a pas été effectué et la préparation du terrain était limitée au labour suivi d'un hersage ; les deux opérations étant manuelles. Les pailles ont été incorporées dans le sol lors du labour. La délimitation des parcelles a été effectuée à l'aide d'un décimètre et des piquets. Le semis a été réalisé le 06 janvier 2025.

Les grains de maïs ont été semés en lignes à une densité de 53333 plants par hectare ; ce qui correspond aux écartements de 0,75m x 0,5m en raison de deux grains par poquet. L'engrais NPK a été appliqué au moment du semis à raison de 6 g par poquet, ce qui équivaut à 300 kg/ha. L'application de l'urée : 4g/poquet, soit environ 200 kg par hectare.

Compte tenu des mauvaises herbes qui envahissaient le champ expérimental, le premier sarclage est intervenu 15 jours après semis. Le deuxième sarclage est intervenu 65 jours après semis. Tous ces sarclages étaient réalisés à la houe. Les épis de maïs ont été récoltés manuellement puis séchés jusqu'à atteindre 14% de taux d'humidité.

#### **2.5.3 Paramètres observés et analyses des données**

Au début et en cours de végétation ; les observations ont porté sur le taux de levée, le nombre de jours à la floraison mâle et femelle, la hauteur à l'insertion de l'épi et la hauteur de la plante. Les paramètres phytosanitaire : incidence épis de la chenille légionnaire d'automne (*Spodoptera frugiperda*), à la récolte ; la longueur des épis, le poids de grains par épi, le poids de 1000 grains et le rendement en maïs grains ont été mesurés.

Pour traiter les données brutes récoltées, l'analyse de variance (Anova) et la séparation des moyennes par le test de Turkey ont été réalisés à l'aide du logiciel Minitab16.

### 3. Résultats

#### 3.1. Les paramètres végétatifs et autres paramètres phytosanitaires

Les paramètres végétatifs concernent le taux de levée, la hauteur de la plante, la hauteur à l'inflorescence mâle et femelle ainsi que le taux de verse.

**Tableau 1 : comportement des différentes variétés, carrés moyens obtenus sur les paramètres végétatifs et phytosanitaires. L'absence des lettres aux cotés des moyennes induits l'absence des différences significatives.**

Source	DI	TL	TCLA	MSV	HELMI	CERCO	HP	HIE	TS
Pedigree	19	428,1	88,5	427,4	391,4	113,1	245,6	70,91	1397
Erreur	40	585,4	133,8	812	780,5	209,9	296,3	80,18	1166

Après analyse de la variance, il ressort qu'il n'existe pas des différences significatives entre les carrés moyens des variétés par rapport à la variété locale ou pris comme témoin.

**Tableau 2 : comportement des variétés, moyennes des résultats obtenus sur les paramètres végéto-phytosanitaires. L'absence des lettres est la confirmation qu'il n'y a pas des différences significatives.**

Génotypes	TL	Chenille	Striure	Helmintho Sporiose	Cercosporiose	HP	HIE	TS
MUDISHI1	88,33	95,00	47,31	56,60	92,88	162,47	48,00	58,31
SALONGO2	84,16	93,02	36,23	77,50	96,49	169,97	52,67	99,56
MUIBAKI1	91,66	97,20	60,57	70,63	100,00	183,37	62,20	34,92
MUIBAKI2	91,66	96,14	39,02	69,39	97,50	163,17	49,97	36,29
MUDISHI3	90,00	91,48	57,15	55,74	89,51	176,00	56,77	44,81
MUIBAKI3	90,00	93,16	39,28	49,18	87,32	165,68	58,60	43,08

Légende : (TL : Taux de levée ; HP : Hauteur de la plante ; HIE : Hauteur à l'insertion de l'Epi ; TS : Taux à la verse).

##### 3.1.1. Taux de levée

Il ressort du tableau ci-dessus de l'analyse de la variance qu'il n'existe pas des différences significatives entre les traitements ( $P > 0,05$ ). Les moyennes sont comprises entre 88,66% et 91,66%.

##### 3.1.2. Taux de résistance à la chenille légionnaire

Après l'analyse de la variance, il ressort du tableau ci-haut qu'il n'existe pas des différences significatives entre les variétés ( $p > 0,05$ ). Les moyennes du taux de résistance sont comprises entre 78,15 et 96,48%.

##### 3.1.3. Taux d'attaque de la Striure

Les moyennes du taux d'attaque de striure sont comprises entre 30,83 et 73,38%. Il n'existe pas des différences significatives ( $P > 0,05$ ) tel que montré dans le tableau 2.

### 3.1.4. Taux d'attaque à l'helminthosporiose

Les résultats relatifs au taux d'attaque à l'helminthosporiose montrent qu'il n'y a pas des différences significatives ( $P>0,05$ ) et les moyennes des taux d'attaques sont comprises entre 47,32 et 85,79%.

### 3.1.5. Taux d'attaques à la Cercosporiose

Il ressort du tableau 2 après l'analyse de la variance qu'il n'existe pas des différences significatives ( $P>0,05$ ) entre les traitements. Les moyennes des taux d'attaques à la cercosporiose sont entre 77,07 et 100 %.

### 3.1.6. Hauteur des plantes

Il ressort du tableau 2 qu'il n'y a pas des différences significatives entre les traitements ( $P>0,05$ ) et les moyennes de leurs tailles sont entre 151,58 et 183,6 cm.

### 3.2.7. Hauteur à l'insertion de l'épi

Après analyse de la variance, il est démontré dans le tableau 2 qu'il n'existe des différences significatives ( $P>0,05$ ) entre les variétés et les moyennes des hauteurs à l'insertion de l'épi sont comprises entre 44,63 et 62,2 cm.

### 3.1.8. Taux à la verse

Les résultats relatifs au taux à la verse dans le tableau 2 présente qu'il n'y a pas des différences significatives ( $P>0,05$ ) et les moyennes des taux à la verse sont entre 21,29 et 99,56 %.

## 3.2 Paramètres de rendement

Les moyennes de valeurs obtenues sur les paramètres de rendement concernent le poids de l'épi égrainé, (PEE), le poids de mille grains (PMG), longueur de l'épi (LE), diamètre de l'épi (DE), le nombre des rangés (NG) et rendement en maïs en tonne par hectare et sont représentées dans les tableaux 3 et 4.

**Tableau 3 : Comportement des différentes variétés, résultats obtenus sur paramètres de rendement. \* indiquent des différences significatives ( $p=0,05$ )**

Source	PEE	Longueur de l'Epi	Diamètre de l'Epi	Nombre de rangées	Poids de 1000grains	Rendement	Nombre des grains
Pedigree	1077	31,61**	27,99**	1,663	1744	2,705	12733
Erreur	1357	22,53	11,7	2,133	2547	3,281	11108

Après l'analyse de l'ANOVA, il ressort qu'il y a des différences significatives au paramètre longueur d'épis et nombre des rangés. ( $P<0,05$ ).

**Tableau 4 : Comportement des variétés, résultats obtenus sur les paramètres de rendement. Les lettres (a, b, ab) indiquent des différences significatives après comparaison des moyennes par Turkey ( $p=0,05$ ).**

Génotypes	PEE m	LE	DE	N.R	P.M.G.	RDT	Nbr des Graines
MUDISHI 3	58,93	13,66ab	41ab	13,67	233,33	4,15	441,33
MUDISHI 1	81,47	12,66ab	41,33ab	14,33	216,00	4,15	420,50
MUIBAKI 3	76,04	15,33ab	42,66ab	13,67	283,33	5,07	462,17
SALONGO2	57,53	9b	34,66b	12,67	266,67	2,19	317,00
MUIBAKI 2	61,91	13,33ab	39,33ab	12,67	232,67	4,06	388,33
MUIBAKI 1	66,40	14ab	40ab	13,33	254,67	4,76	423,50

### **3.2.1. Poids de l'épi égrainé**

Après analyse de la variance, il ressort qu'il n'y a pas des différences significatives entre les moyennes des variétés ( $P>0,05$ ) et que les moyennes des poids d'épis égrainés sont comprises entre 40,59 et 105,29 g.

### **3.2.2. Longueur de l'épi**

Il ressort de l'analyse de la variance qu'il y a une différence moyennement significative entre les moyennes des variétés évaluées ( $p<0,05$ ). Les variétés MUDISHI1 et MUDISHI3 présentent une longueur d'épis supérieure à toutes les variétés. Cependant les variétés : MUIBAKI1, MUIBAKI2 et MUIBAKI3 présentent des moyennes des longueurs similaires, mais quant à la variété locale (SALONGO2) présente une longueur d'épis inférieure aux variétés en évaluation.

Les moyennes des longueurs d'épis sont comprises entre 9 et 15 cm.

### **3.2.3. Diamètre de l'épi**

Il y a des différences moyennement significatives. Après l'analyse de la variance ( $p<0,05$ ), la variété SALONGO2 présente un diamètre supérieur aux autres variétés en évaluation. Tandis que les variétés MUIBAKI1, MUIBAKI2 et MUIBAKI3 présentent des moyennes diamètres similaires ; mais quant aux variétés MUDISHI1 et MUDISHI3 présentent des diamètres des petites dimensions. Les moyennes des diamètres des épis sont entre 34,66 et 42,66 cm.

### **3.2.3. Nombre de rangée**

Il ressort du tableau ci-haut après analyse de la variance qu'il n'y a pas des différences significatives ( $P>0,05$ ) entre les traitements et les moyennes de nombre des rangés sont comprises entre 12,33 et 15 rangées.

### **3.2.4. Poids de Mille(1000) Graines (P.M.G.)**

Les résultats relatifs au poids de mille grains dans le tableau ci-haut, montre après la variance qu'il n'y a pas des différences significatives ( $P>0,05$ ) entre les variétés et les moyennes des poids des mille grains sont comprises entre 200 et 266,67 g.

### **3.2.5. Rendements**

Après l'analyse de la variance, il ressort dans le tableau 4 qu'il n'y a pas des différences significatives ( $P>0,05$ ) les moyennes des rendements par hectare sont entre 1,79 et 5,07t/ha.

### **3.2.6. Nombre des grains (N.G)**

Il ressort du tableau ci-haut, après analyse de la variance qu'il n'y a pas des différences significatives ( $P>0,05$ ) entre les variétés et les moyennes des nombres des grains sont comprises entre 268,67 et 540 graines.

## **4. Discussion**

La variété Salongo2 a été choisie comme témoin, son cycle végétatif moyen (110-120 jours). Sa productivité en tonnes par hectare est de 2, sa bonne résistance à l'helminthosporiose et cercosporiose et à la verse.

Le choix du dispositif (en bloc complet randomisé) a été guidé par le nombre de facteur (un) et le sens monodirectionnel du gradient de fertilité. C'est un dispositif permettant de faire une analyse statistique simple et rapide. Cependant, présente un danger d'augmentation de l'hétérogénéité lorsque les traitements deviennent plus nombreux.

Les résultats obtenus montrent qu'il n'y a pas des différences significatives avec les paramètres végétatifs mais ; seuls deux paramètres de rendement (longueur d'épi et le diamètre d'épi) ont été significativement différents. La longueur d'épi a été supérieure dans l'ensemble des traitements (88,66% et 91,66%).

Ces résultats sont moyennement intéressants vu qu'il va falloir au producteur d'utiliser ou pas une quantité supplémentaire de semences pour regarnir les vides. Toute levée est précédée de la germination. Cette der

nière est influencée par les facteurs intrinsèques à la graine tel que la dormance et les facteurs extrinsèques en occurrence l'eau, l'oxygène, la température et la lumière (Aya *et al.*, 2011). Pour la graine du maïs, Anzala (2006) situe la température optimale pour la germination et la levée autour de 23°C et signale qu'il a des exigences accrues en eau. Le tableau F. Des données climatiques au cours de la période expérimentale montre que la température qui a régné au mois de Janvier (minimum 15,3, moyenne 22,5 et maximum 29,8) a coïncidé avec les exigences de la culture. Cependant, l'eau serait le facteur induisant ce faible taux de levée. En outre, Ristanovic (2001) mentionne que le moment de semis doit être pris en compte pour assurer une levée parfaite. A cet effet, les agriculteurs cherchent souvent à semer dès la rentrée des pluies (Ristanovic, 2001). Eu égard des résultats obtenus des modifications du calendrier agricole, dans les conditions de Ngandajika, doivent être envisagées.

Les résultats de paramètre de Hauteur d'Insertion de l'Épi ont révélé également qu'il y a de similitude entre les variétés évaluées. Les interventions en cours de récolte mécanisée sont rapidement limitées par la variabilité de la hauteur à l'insertion de l'épi et une hauteur à l'insertion de l'épi uniforme présente un grand avantage en agriculture intensive quand il s'agit de la mécanisation de la récolte.

Le paramètre hauteur de la plante a donné de plantes de tailles similaires pour toutes les variétés évaluées. L'influence du génotype serait masquée ici par celui de l'environnement. Il existe une différence de réponse des cultivars aux conditions environnementales et qu'il existe des génotypes tolérants et des génotypes sensibles aux températures élevées. Le même comportement a été observé sur le paramètre de la résistance à la verse. Avec des profonds changements attendus pour les prochaines décennies (augmentation des températures moyennes annuelles, variation de sens du vent et des risques de stress hydrique) et le comportement varié des variétés suivant l'environnement, les variétés moins sensibles à la verse et plus productives deviennent une nécessité.

Le taux à la verse, paramètre est très important dans les grandes exploitations agricoles où le buttage ne peut être utilisé, à varier entre 15,61% et 99,56% et les différentes variétés ont présenté des sensibilités différentes à la verse. Les variétés MUIBAKI1, MUIBAKI2 et MUIBAKI3 Par ailleurs, les variétés MUDISHI1 et MUDISHI3 sont moyennement résistantes à la verse, seule Locale SOLONGO2, s'avèrent plus résistantes à la verse des toutes les variétés évaluées. Ce résultat montre que l'effet du génotype a masqué celui de l'environnement.

Le jour à la floraison mâle est une caractéristique variétale importante car il permet de classer les variétés en différentes catégories selon le cycle végétatif (cycle court, cycle moyen et le cycle long). (Nyembo *et al.*, 2012). Les valeurs obtenues pour le présent essai se situent dans la gamme de 50 à 60 jours proposée par Anonyme (2009b), soit 50 à 60 jours. Les toutes les variétés ont un cycle végétatif similaire à la variété locale (SALONGO2). Avec le changement climatique à venir (Cairns *et al.*, 2012), des variétés précoces s'avèrent intéressante.

Les résultats sur les jours à la floraison femelle indiquent que les variétés introduites ont un cycle similaire à la variété locale.

Quant à l'incidence aux maladies, l'analyse de la variance montre qu'il n'existe pas des différences significatives entre les moyennes des variétés évaluées et le témoin local. Selon Nyembo *et al.* (2012), la variété SALONGO2 (Témoin) est plus préférée pour sa bonne résistance à l'helminthosporiose, la cercosporiose et la striure. Ce résultat démontre que la variété locale (SALONGO2) peut être substituée par les variétés en introduction (MUIBAKI1, MUIBAKI2, MUIBAKI3) Pour ces caractères.

Pour le poids moyen de grains par épis (P.E.E) les résultats montrent que les variétés évaluées : MUDISHI1, MUDISHI3, ont affiché un comportement supérieur à la variété locale. Seules les variétés,

MUIBAKI1, MUIBAKI2 et MUIBAKI3 ont un comportement inférieur à la variété locale. En ce qui concerne le rendement, les résultats montrent que les variétés évaluées : MUDISHI1, MUDISHI3, MUIBAKI1, MUIBAKI2 et MUIBAKI3 ont affiché un comportement supérieur à la variété locale.

Ces résultats montrent que l'utilisation des variétés améliorées de maïs riche en provitamine A et protéine permet d'augmenter significativement le rendement. En plus, ceci pourrait résoudre le problème de sous-alimentation due au manque de Vitamine A. Cette dernière intervient dans de très nombreuses fonctions de l'organisme comme la croissance, le renouvellement des tissus (peau, muqueuse intestinale) ou le système immunitaire.

Elle intervient également dans les processus de cicatrisation des plaies et protège la peau des agressions extérieures comme le soleil. Cette étude pourrait conduire à la création des nouvelles variétés (Morris, 2002 ; Koutsika-Sotiriou et Karagounis, 2005 ; Issa et *al.*, 2011 ; Haq et *al.*, 2013). En effet, en milieu paysan, avec l'utilisation des variétés locales dégénérées, les rendements du maïs n'excèdent pas une tonne par hectare contre respectivement 6 à 8 tonnes par hectare et 3 à 6 tonnes par hectare en station et dans les grandes exploitations agricoles (Nyembo, 2010).

En outre, le rendement moyen obtenu (environ 8 tonnes par hectare) se trouve dans la gamme des rendements de 6 à 8 tonnes par hectare obtenus par SENASEM/CTB (2009) et dans les conditions de station. Badu-apraku et *al.*, (2006) indiquent que la recherche pour améliorer le potentiel du rendement doit être la bienvenue dans les programmes d'amélioration en Afrique sub-saharienne (Badu-apraku et *al.*, (2006).

Ces propos corroborent les résultats de recherche de Nguetta et *al.*, (2006) au Congo Brazzaville qui ont montré que les rendements du riz pluvial sont passés de 2 à 4 tonnes par hectare avec l'utilisation des variétés améliorées, soit 100% d'augmentation. Les études effectuées en Afrique centrale et de l'Est (Ajala et *al.*, 2007), en Afrique australe (Sibiya et *al.*, 2013), Afrique de l'ouest (Kamara et *al.*, 2006), Afrique du Nord (Kusaksiz, 2010) et même au moyen Orient (Jamshidian et *al.*, 2013) ont révélé que les variétés améliorées augmentent significativement le rendement que les variétés paysannes. Toutefois, les variétés qui combinent des faibles valeurs des paramètres végétatifs parallèlement aux paramètres de rendement ayant des valeurs élevées et ceux de la résistance à la verse seraient les plus recommandables dans les milieux paysans.

## Conclusion

Ce travail a été initié en vue d'évaluer le comportement des hybrides de maïs riches en provitamine A et en protéine en provenance de l'INERA-Ngandajika, dans les conditions édapho-climatiques de Ngandajika. Cinq variétés en introduction comparées à une variété locale bio-fortifiée ont été semées suivant un dispositif en blocs complets randomisés avec 3 répétitions.

Les observations ont porté sur les paramètres végétatifs (taux de levée, hauteur des plantes, jours à la floraison mâle et femelle, hauteur à l'insertion de l'épi et la résistance à la verse). Les paramètres phytosanitaires (la striure, la cercosporiose et l'helminthosporiose) et les paramètres de rendement (poids de grains par épi, poids de milles grains et rendements en maïs grains). Les résultats obtenus dans cette étude révèlent que toutes les variétés bio fortifiées ont un comportement similaire pour tous les paramètres évalués excepté le paramètre diamètre d'épi et longueur d'épi qui ont influencé significativement l'ensemble des variétés introduites par rapport au témoin Salongo2.

Les résultats bruts obtenus ont été soumis à l'analyse de la variance à un facteur, à l'aide du Logiciel Minitab16.1.

L'analyse de résultat montre une similarité pour tous les paramètres, excepté le diamètre d'épi et longueur d'épi. Les variétés MUDISHI1, MUDISHI3 ont manifesté les poids de mille grains supérieurs à la variété locale et les autres ont affiché un comportement similaire au témoin (Salongo2). Ces résultats préliminaires obtenus en station doivent cependant être acceptés en milieu paysan avant de promouvoir la vulgarisation de ces variétés dans la région ; car les performances des géotypes dépendent des conditions environnementales qu'ils rencontrent pendant leur cycle cultural : il existe une forte interaction des géotypes environnement.

### Références bibliographiques

1. Ajala S.O., Menkir A., Kamara A.Y., Alabi S.O., Abdulai M.S., 2007. Breeding strategies to Improve maize for adaptation to low soil nitrogen in West and Central Africa. *African Crop Science Conference Proceedings*, 8: 87-94
2. Anonyme, 2008. *Catalogue nationale des espèces et variétés de cultures vivrières*. SENASEM, MINAGRI, Kinshasa, RDC.
3. Anonyme, 2009b. *Etude du secteur agricole : Rapport préliminaire, bilan-diagnostic et notes d'orientation*. Ministère national de l'agriculture pêche et élevage, Tecsul et GECT, Kinshasa, RDC. 337 p.
4. Anzala F, 2006. *Contrôle de la vitesse de germination chez le Maïs (ZeamaysL) : Étude de la voie de biosynthèse des acides aminés issus de l'aspartate et recherche de QTLs*. Thèse de doctorat, Ecole doctorale d'Angers, 186p.
5. Aya A., Irié V., Kouamé L. et Irié A., 2011. Bases génétiques et biochimiques de la capacité germinative des graines : implications pour les systèmes semenciers et la production alimentaire. *Sciences & Nature Vol. 8 N°1 : 119 - 137*.
6. Baboy L.L., Useni S.Y., Sango M.M., Mwamba M.T., Mashind Y, 2011. Incidence de la mosaïque africaine du manioc sur le comportement de 3 cultivars de manioc. *Sciences et Technologies des Aliments 3 (5)* : 187-208
7. Badu-Apraku, B., Menkir, A., Fakorede, M. A. B. FontenLum, A. and Obenga-Antwi, K. (2006). Multivariate analysis of the genetic diversity of forty-seven Striga resistant tropical early maturing maize inbred lines. *Maydica*51 : 551-559.
8. Cairns JE, Sonder K, Zaidi PH, Verhulst N, Mahuku G, Babu R, Nair SK, Das B., 2012. Maize production in a changing climate: impacts, adaptation and mitigation strategies. *Adv.Agron.*11, 41–58
9. FAO, 2019: *Europe and Central Asia Regional overview of food security and Nutrition*. Structural transformation of Agriculture for improved Food, Nutrition and Environment, 104 p.
10. FAO/STAT (2013). <http://faostat.fao.org/default.aspx?ali as=faostat&lang=fr> (consulté le 15/05/2021)
11. Koutsika-Sotiriou M.S., Kragounis M.S., 2005. Assessment of maize hybrids. *Maydica*50: 63-70
12. Kusaksiz T., 2010. Adaptability of some new maize (*Zea mays* L.) cultivars for silage production as main crop in Mediterranean environment. *Turk. J. of Field Crops* 15(2): 193-197.
13. Laurent MADIMBA MBUYI, Augustin KALONJI NTUMBA, André KABUNDA MADIKA, Anatole MUYEMBA MUKADI (2025c). *Impact of Manual Weeding Frequency on Dry Grain Yield of Maize (Zea may*

- s L) Under the Soil and Climate Conditions of Ngandajika, Case Study of the MPOYI Group (Lomami, D R Congo). Sch Bull, 11(10):162-170.*
14. Nguetta N., Lidah J.Y., Ebélébé C.N.M. et Guéi R.G., 2006. Sélection de variétés performantes de riz pluvial (*Oryzasp.*) dans la région subéquatoriale du Congo Brazzaville. *Afrique Science* 02(3) (2006) 352 – 364.
  15. Nyembo K.L., 2010. *Augmentation du rendement du maïs par l'exploitation de l'effet hétérosis des hybrides produits au Katanga, République Démocratique du Congo.* Thèse de doctorat, Faculté des sciences agronomiques, Université de Lubumbashi, 157p.
  16. Nyembo K.L., Useni S.Y., Mpundu M.M., Bugeme M.D., Kasongo L.E., Baboy L.L., 2012. Effets des apports des doses variées de fertilisants inorganiques (NPKS et Urée) sur le rendement et la rentabilité économique des nouvelles variétés de *Zea mays* L. à Lubumbashi, Sud-est de la RD Congo. *Journal of Applied Biosciences* 59 : 4286– 4296.
  17. Nyembo K.L., Useni S.Y., Chinawej M.M.D., Kyabuntu I.D., Kaboza Y., Mpundu M.M., Baboy L.L., 2014. Amélioration des propriétés physiques et chimiques des sols sous l'apport combiné des biodéchets et des engrais minéraux et influence sur le comportement du maïs (*Zeamays* L. var Unilu). *Journal of applied Bioscience* 74 : 6221-6130.
  18. Nyembo K.L., Useni S.Y., Chukiyabo K.M., Tshomba K.J., Ntumba N.F., Muyambo M.E., Kapalanga K.P., Mpundu M.M., Bugeme M.D., Baboy L.L., 2013. Rentabilité économique du fractionnement des engrais azotés en culture de maïs (*Zeamays* L.) : cas de la ville de Lubumbashi, sud-est de la RD Congo. (12) *Journal of Applied Biosciences* 65 :4945 – 4956.
  19. Ristanovic D., 2001. Maize In: *Raemaekers*, R.H. (Editor). Crop production in tropical Africa. DGIC (Directorate General for International Cooperation), Ministry of Foreign Affairs, External Trade and International Cooperation, Brussels, Belgium.
  20. SENASEM/CTB., 2009. *Politique nationale de développement du sous-secteur de semences.* Senasem avec le projet CTB « appui au secteur semencier » Minagri, Kinshasa, RDC, 56p
  21. Sibiyi J., Tongoona P., Derera S.J., Makanda I., 2013. Farmers' desired traits and selection criteria for maize varieties and their implications for maize breeding: A case study from KwaZulu-Natal Province, South Africa. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*, 114 (1): 39–49
  22. Useni S.Y., Chukiyabo K.M., Tshomba K.J., Muyambo M.E., Kapalanga K.P., Ntumba N.F., Kasangij K.P., Kyungu K., Baboy L.L., Nyembo K.L., Mpundu M.M., 2013. Utilisation des déchets humains recyclés pour l'augmentation de la production du maïs (*Zea mays* L.) sur un ferralsol du sud-est de la RD Congo. *Journal of Applied Biosciences* 66 :5070 – 5081.
  23. Useni S.Y., Kanyenga L.A., Assani B.L., Ekondo O.A., Baboy L.L., Ntumba K.B., Mpundu M.M., Nyembo K.L., 2014. Influence de la date de semis et de la fertilisation inorganique sur le rendement de nouveaux hybrides de maïs (*Zea mays* L.) à Lubumbashi. *Journal of Applied Biosciences* 76:6316– 6325.