



## Optimisation de la dose croissante d'engrais minéral de KCl (60%) sur les accessions locales de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) de Kabinda soumis sous l'expérimentation à Ngandajika

André NGALULA MUTEBA<sup>1</sup>; Roger KIZUNGU VUMILIA<sup>2,4</sup>; John TSHIBAMBA MUKENDI<sup>2,4</sup>

1. Université Notre-Dame de Lomami/Kabinda (UNILO)/RDC
2. Université Officielle de Mbujimayi (UOM)/RDC
3. Université de Kinshasa (UNIKIN)/RDC
4. Institut National d'Etude et Recherche Agronomique (INERA)/RDC

**Digital Object Identifier (DOI):** <https://doi.org/10.5281/zenodo.20709301>

### RESUME

L'étude aborde le problème de la faible productivité du manioc en RDC, principalement liée à la pauvreté des sols en potassium et à l'usage limité des engrais minéraux. L'objectif principal est d'évaluer l'effet des doses croissantes de KCl (60 %) sur la production des accessions locales de manioc afin d'identifier la dose optimale. L'hypothèse stipule que l'augmentation des doses de KCl (60 %) le rendement du manioc, avec des réponses variables selon les accessions.

La méthodologie repose sur une expérimentation en dispositif split-plot à deux facteurs (accessions locale de manioc (11) et doses de KCl (60 %) (4) conduite à l'INERA Ngandajika ont été testées. Les variables mesurées incluent le nombre, la longueur et le poids des racines, le rendement et l'indice de récolte. Les données ont été analysées par régression et ACP.

Les résultats montrent une augmentation progressive du rendement avec les doses de KCl, avec un optimum à 350 kg/ha, générant un gain de 25 à 30 %. Les accessions A3, A6 et A9 se distinguent par leur forte productivité et stabilité. L'interaction accession-dose est significative, indiquant une réponse dépendante des accessions locales de manioc dont Tobi et Kakuanga atteignent des valeurs élevées (7–8kg de racines).

À l'inverse, Ndunda reste limité (1-5kg de racines). Le nombre des racines fraîches, poids total des racines fraîches, longueur des racines fraîches et indice de récolte sont les variables les plus déterminantes. Donc la fertilisation potassique améliore la production du manioc, mais son efficacité dépend du choix variétal.

**Mots-clés :** Optimisation, dose croissante, accession locale, production, engrais minéral, KCl (60%)

## **ABSTRACT**

This study addresses the problem of low cassava productivity in the DRC, primarily linked to potassium deficiency in the soil and limited use of mineral fertilizers. The main objective is to evaluate the effect of increasing doses of KCl (60%) on the production of local cassava accessions in order to identify the optimal dose. The hypothesis is that increasing the KCl dose (60%) will increase cassava yield, with varying responses depending on the accession.

The methodology is based on a split-plot experiment with two factors (local cassava accessions (11) and KCl doses (60%) (4)) conducted at INERA Ngandajika. Measured variables included the number, length, and weight of roots, yield, and harvest index. Data were analyzed by regression and PCA.

The results show a progressive increase in yield with increasing KCl doses, reaching an optimum of 350 kg/ha, generating a gain of 25–30%. Accessions A3, A6, and A9 stand out for their high productivity and stability. The accession-dose interaction is significant, indicating a response dependent on the local cassava accessions, with Tobi and Kakuanga reaching high values (7–8 kg roots).

Conversely, Ndunda remains limited (1–5 kg roots). The number of fresh roots, total weight of fresh roots, length of fresh roots, and harvest index were also analyzed. These are the most determining variables. Therefore, potassium fertilization improves cassava production, but its effectiveness depends on the variety chosen.

**Keywords:** Optimization, increasing dose, local accession, production, mineral fertilizer, KCl (60%)

## 1. INTRODUCTION

Le manioc (*Manihot esculenta* Crantz) occupe une place stratégique dans la sécurité alimentaire mondiale, particulièrement en Afrique subsaharienne où il constitue l'aliment de base de près de 70 % de la population congolaise, avec une consommation annuelle dépassant 400 kg par habitant (FAO, 2013 ; Chiwona-Karltun et al., 2015 ; IITA, 1990 ; Pypers et al., 2011 ; OTF, 2009 ; FAO, 2008). Sa polyvalence alimentaire, allant des racines tubéreuses transformées en gari, attiéké, chikwangua ou fufou, jusqu'aux feuilles riches en protéines consommées comme pondu, en fait une culture vitale (FAO, 2013 ; Nweke, 2004 ; Montagnac et al., 2009). L'Afrique représente 63,1 % de la production mondiale de manioc frais, avec le Nigéria et la RDC en tête (FAOSTAT, 2024).

L'adaptabilité du manioc aux sols pauvres, aux régimes climatiques variés et aux pluies irrégulières explique son expansion dans les systèmes agricoles pluviaux (Howeler, 2017 ; Mahungu et al., 2022 ; Spencer et Ezedinma, 2017). Toutefois, cette culture est réputée épuisante pour les sols, en raison d'exportations massives de nutriments, notamment le potassium, élément essentiel à la croissance et à la productivité (Adjanohoun, 2006 ; Okoth et Yermiyahu, 2021 ; Kihara, 2020). En RDC, la faible fertilité des sols et le recours limité aux engrais minéraux expliquent des rendements moyens de 8 t/ha, bien en deçà du potentiel agronomique pouvant dépasser 30 t/ha (Howeler et al., 2013 ; PRONAM, 1988 ; Wortmann et al., 2020 ; Howeler, 2014).

Le potassium joue un rôle déterminant dans la photosynthèse, la régulation hydrique, le transport des assimilats et l'accumulation d'amidon (Chausse et al., 2012 ; Byju et al., 2020). Plusieurs études ont démontré que l'application de chlorure de potassium KCl (560 %) améliore la croissance, le rendement et la teneur en amidon du manioc (Sriroth et al., 2001 ; Pellet et El-Sharkawy, 1993 ; Kasereka et al., 2024 ; Chua et al., 2020 ; Setiawan et al., 2020). Cependant, l'effet de doses croissantes de KCl (560 %) sur les accessions locales, souvent mieux adaptées aux conditions agroécologiques mais peu valorisées, reste mal documenté.

Dans ce contexte, l'évaluation des effets de doses croissantes de KCl (60 %) sur la production des accessions locales de manioc de Kabinda à Ngandajika s'avère indispensable. Elle permettra d'identifier la dose optimale favorisant une meilleure productivité et de valoriser la variabilité génétique des accessions locales de manioc, contribuant ainsi à l'amélioration des systèmes de production dans les zones agroécologiques de Kabinda et Ngandajika.

## 2. MILIEU, MATERIEL ET METHODES

### 2.1. SITE EXPERIMENTAL

L'étude sera conduite au centre de l'Institut National pour l'Étude et la Recherche Agronomiques (INERA Ngandajika), situé à 7Km au Sud de la cité de Ngandajika, dans le territoire de Ngandajika. Les coordonnées géographiques du site expérimental sont les suivantes : 06°48'31,4" de latitude Sud et 23°57'44,1" de longitude Est, avec une altitude moyenne de 753 m. La température annuelle moyenne de l'air est de 24°C.

La pluviométrie annuelle varie de 1400 à 1500mm de pluie. L'humidité atmosphérique relative moyenne est de 72,6 % (Rapport Minagri, 2024).

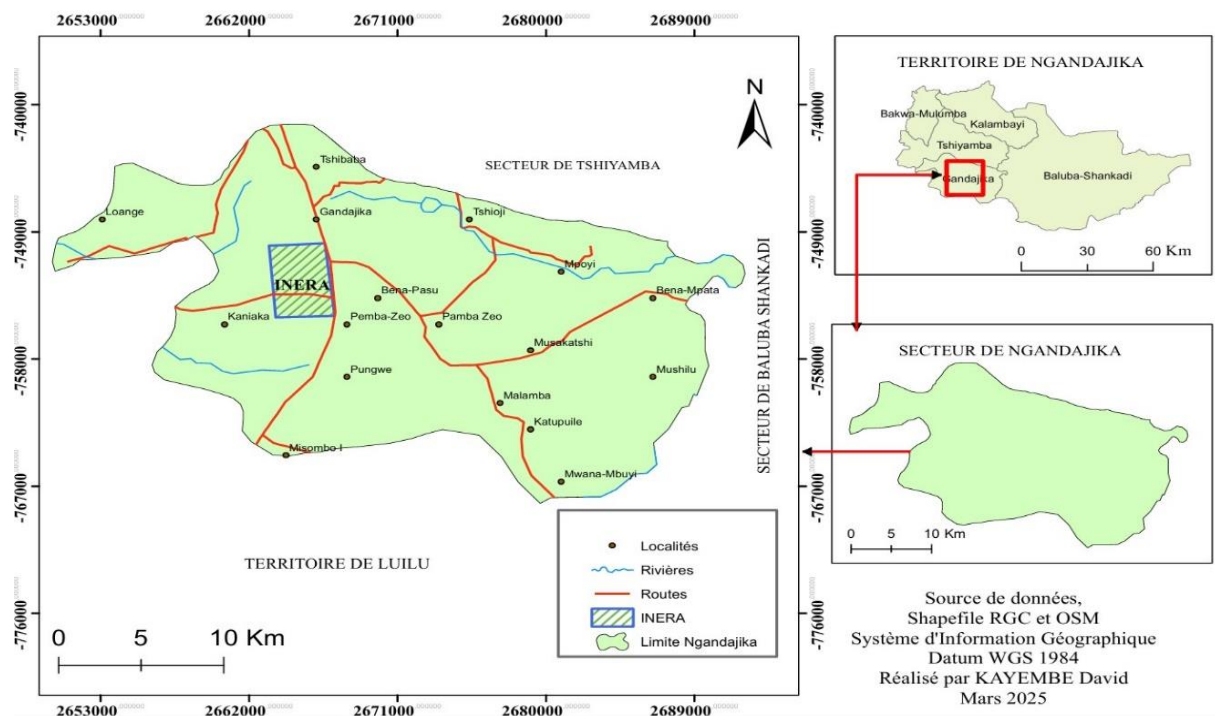


Figure 1 : Localisation de site d'étude INERA Ngandajika (carré hachuré) sur la carte administrative de territoire de Ngandajika

### 2.2. MATERIEL

#### 2.2.1. Matériel biologique

Le matériel biologique qui a été utilisé dans la présente étude sera constitué de onze (11) accessions locales de manioc, identifiées par leurs noms vernaculaires locaux, à savoir : Kasonyi(A1), Ndunda(A2), Tobi(A3), Nkosa(A4), Ngulube(A5), Kamana-mpata(A6), Kakuanga(A7), Mudiela Manyi(A8), Kafita(A9), Lufita(A10) et Tshibambe Mpiele(A11), collectées auprès des paysans de la région de Kabinda.



### **2.3.2. Variables à observer**

Le nombre de racines tubéreuses par plant, la longueur des racines, le poids total des racines fraîches par plant, le rendement en racines fraîches (t/ha), le rendement en matière sèche (t/ha) et indice de récolte (%), ont été considérés pour apprécier la variation de rendement en fonction des accessions locales de manioc et doses de KCl (60%).

## **2.4. ANALYSES STATISTIQUES**

Les données collectées ont été soumises à l'analyse de la régression pour modéliser la réponse du rendement à la fertilisation potassique et à estimer la dose optimale. Par ailleurs, les analyses en composantes principales (ACP) qui ont permis d'évaluer la contribution et relation relative de chaque variable à la performance agronomique des accessions locales de manioc.

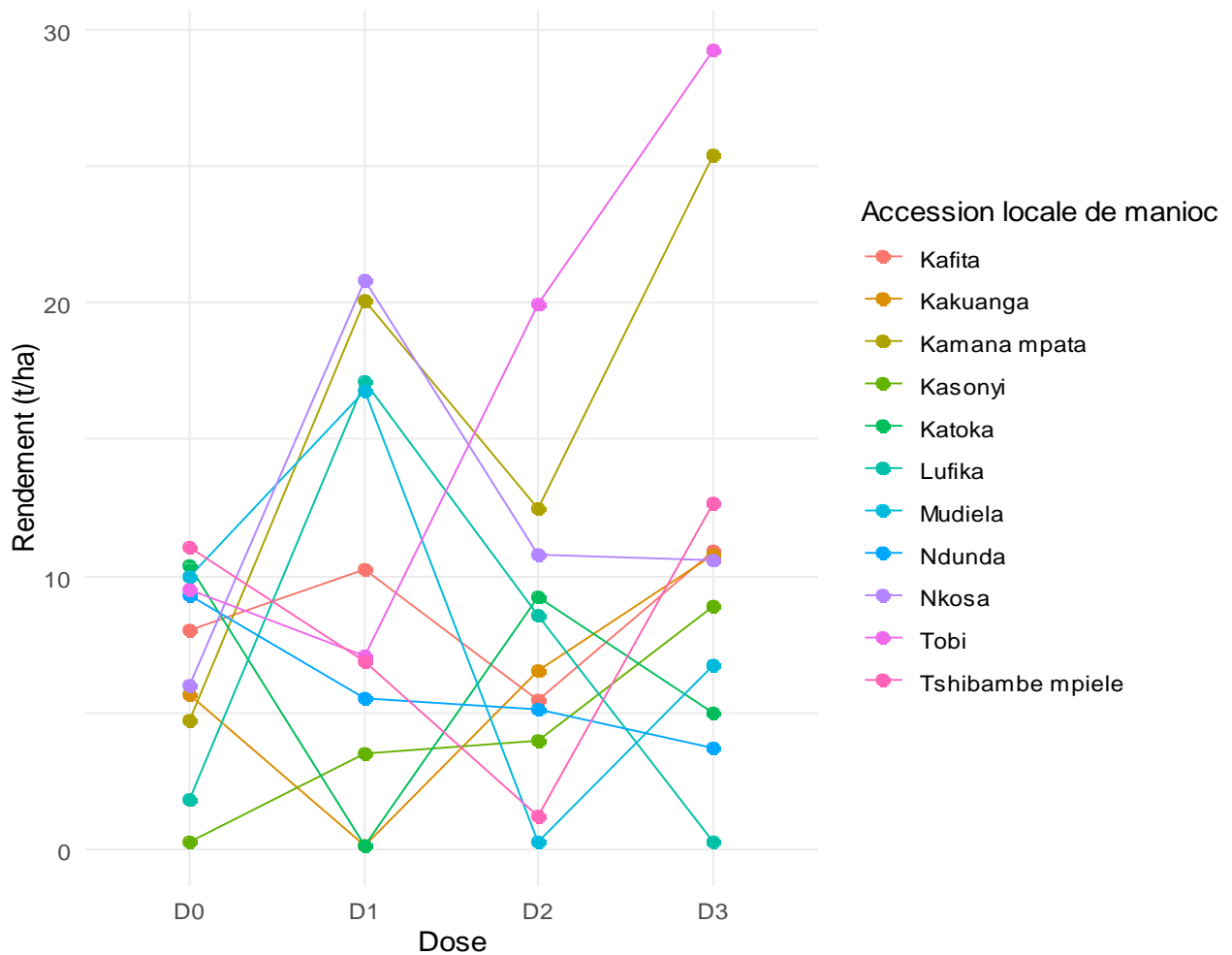
## **3. RESULTATS ET DISCUSSION**

### **3.1. RESULTATS**

#### **3.1.1. INTERACTION ENTRE LES DOSES CROISSANTES DE KCl (60%) ET LES ACCESSIONS LOCALES DE MANIOC**

La figure 2 traduit une dynamique claire : certaines accessions comme Tobi et Kakuanga montrent une progression nette des valeurs des variables végétatives et de production avec l'augmentation des doses de KCl (60%), atteignant respectivement 29,2t/ha et 25,4t/ha des racines à la dose 3. Cette tendance ascendante illustre une forte sensibilité aux apports et une capacité de valorisation agronomique élevée, ce qui les distingue nettement des autres courbes.

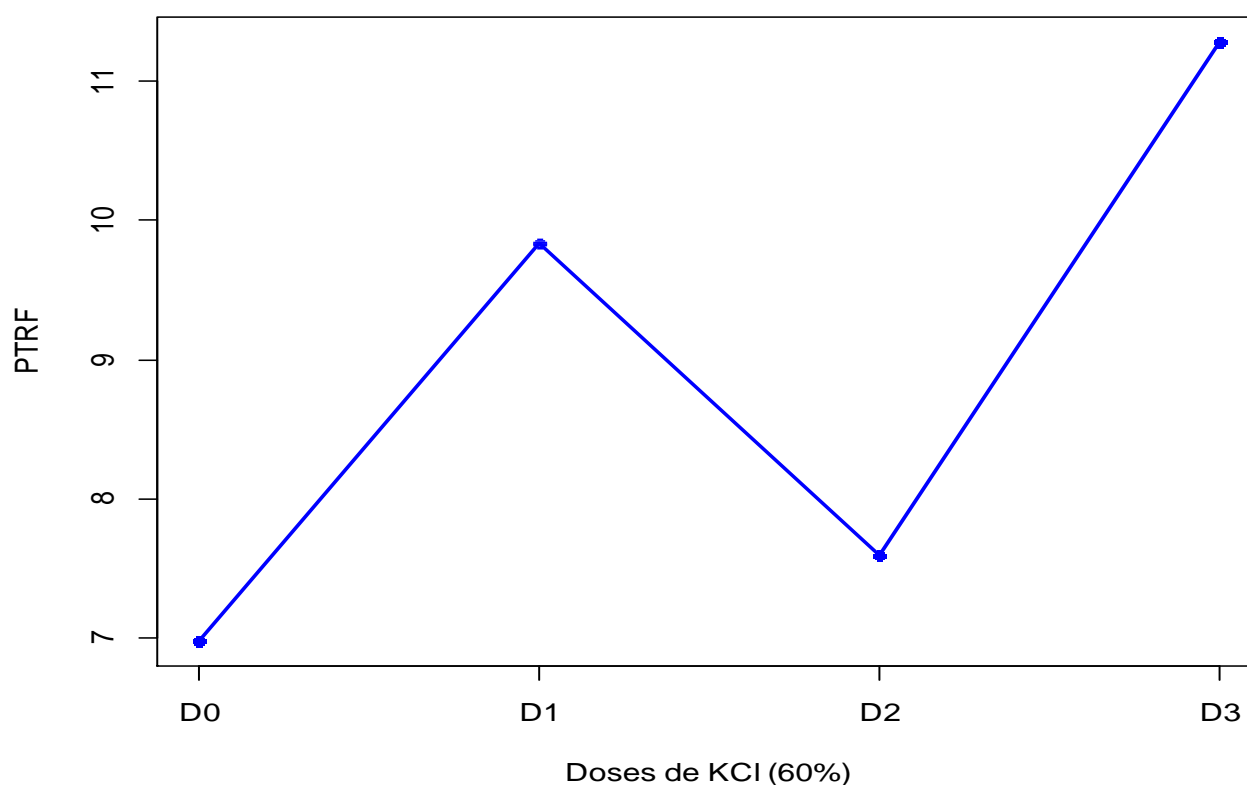
À l'inverse, des accessions comme Ndunda restent limitées, avec une progression plus faible (1-5 entre dose 0 et dose 3). Le graphique démontre que la variabilité inter-accessions est marquée : certaines réagissent fortement aux doses, tandis que d'autres conservent des valeurs modestes. Cette divergence visuelle met en évidence le potentiel différencié des accessions et l'importance de sélectionner celles qui traduisent une meilleure réponse dose-dépendante.



**Figure 2. Variation de rendement des accessions locales de manioc en fonction des doses croissantes de l'engrais minéral KCl (60%)**

### **3.1.2. OPTIMISATION DE LA DOSE CROISSANTE D'ENGRAIS MINERAL DE KCL (60%)**

La figure 2 illustre la réponse des accessions locales de manioc aux doses croissantes de KCl (60%). Elle révèle une progression nette de rendement avec l'augmentation des apports de KCl (60%). La dose de 350 kg/ha se démarque comme seuil optimal, produisant une amélioration moyenne de 57,1 % par rapport au témoin.

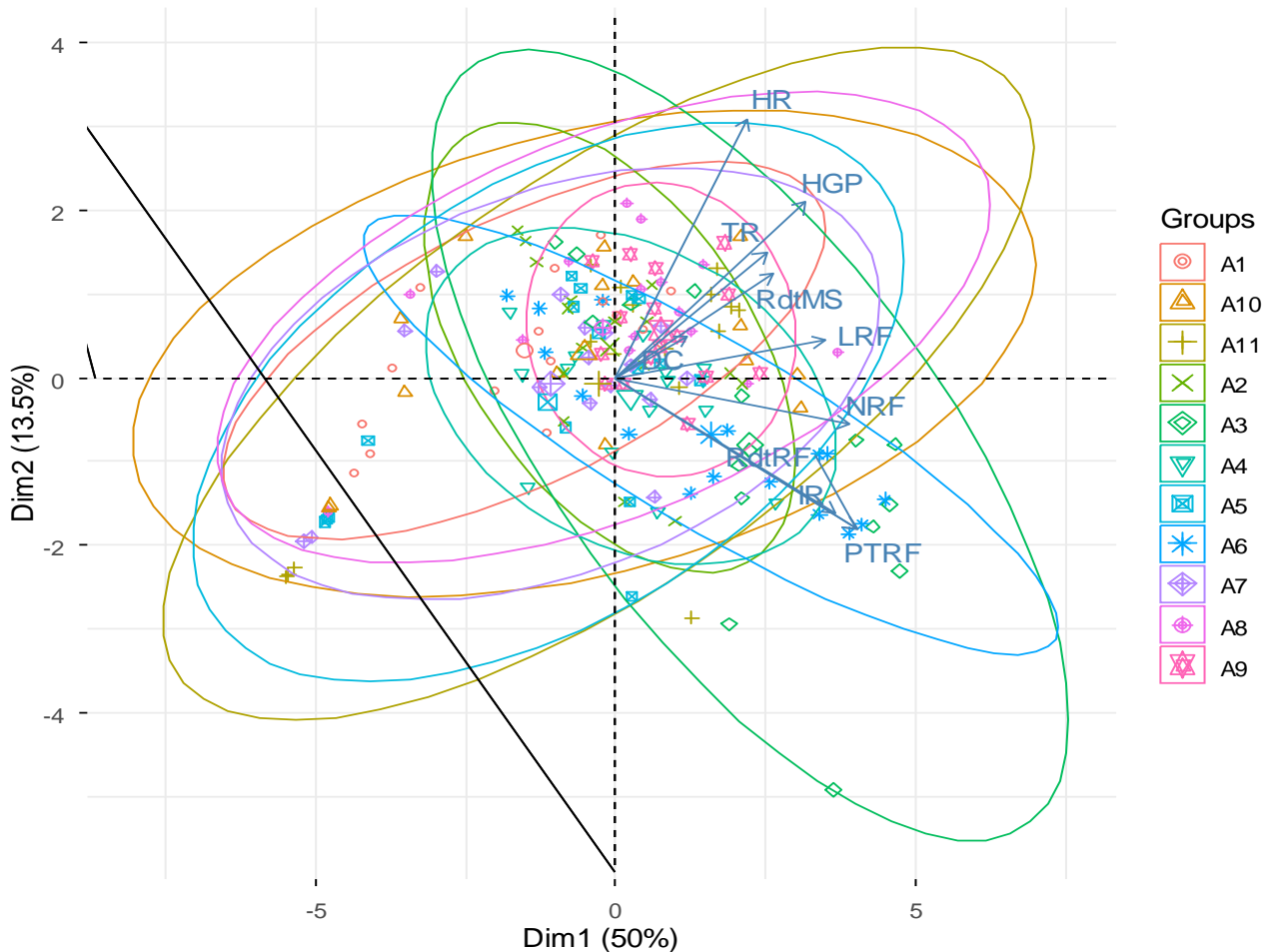


*Figure 3. Optimisation de la dose croissante d'engrais minéral de KCl (60%) sur le rendement des accessions locales de manioc*

### **3.1.3. RELATION ENTRE VARIABLES DE PRODUCTION ET ACCESSIONS LOCALES DE MANIOC**

La figure 4 de la relation entre variables de production et accessions locales de manioc, révèle que le rendement de nombre des racines fraîches, poids total des racines fraîches, longueur des racines fraîches et indice de récolte sont les variables les plus déterminantes dans la différenciation des accessions. Ces variables expliquent la majorité de la variance observée et permettent de classer les accessions selon leur capacité productive.

Les regroupements obtenus montrent que certaines accessions partagent des profils productifs similaires, tandis que d'autres se distinguent nettement. Cette différenciation génétique exploitable ouvre des perspectives pour la sélection variétale et l'amélioration ciblée, en combinant fertilisation de KCl (60%) et choix d'accessions locales de manioc adaptées aux conditions agroécologiques locales.



**Figure 4. Relation entre variables de production et accessions locales de manioc**

### 3.2. DISCUSSION

La variation des doses croissantes de KCl (60%) montre que ces dernières augmentent progressivement le rendement du manioc, avec un optimum à 350 kg/ha, produisant une amélioration moyenne de 57,1 % par rapport au témoin (0 kg/ha). Ce constat rejoint celui de Kasereka et *al.*, (2024) qui ont rapporté un rendement de 40 t/ha avec une fertilisation NPK incluant 80 kg K<sub>2</sub>O/ha, confirmant que le potassium est un facteur limitant majeur dans les sols tropicaux. De même, Chua et *al.*, (2020) ont observé une hausse de 21–39 % du rendement avec des apports de 40–120 kg K<sub>2</sub>O/ha, ce qui valide la dynamique observée à Ngandajika, ainsi que Mwangi et *al.* (2023) ont confirmé que des apports supérieurs à 300 kg/ha de KCl augmentaient la teneur en amidon de 18 %, renforçant l'importance du potassium comme facteur limitant majeur dans les sols tropicaux.

Cependant, Ballot *et al.*, (2016) ont montré que des doses élevées de KCl pouvaient réduire la croissance, avec des rendements plafonnant à 40,2 t/ha seulement lorsque l'azote et le phosphore étaient associés. Cela suggère que l'efficacité du potassium dépend fortement du contexte pédoclimatique et du génotype, et que l'apport isolé de KCl peut être insuffisant dans certains environnements.

L'interaction entre doses croissantes de KCl (60%) et accessions locales de manioc révèle une plasticité phénotypique importante, avec des amplitudes très larges pour toutes les variables de production. L'observation des rendements élevés (29,2t/ha et 25,4t/ha) traduisent une réponse optimale lorsque les conditions nutritionnelles et génétiques sont favorables. Ces résultats corroborent Bationo *et al.*, (2021) qui ont montré que la synergie entre génotype et fertilisation potassique pouvait accroître la productivité de 35 % dans les systèmes pluviaux, confirmant que la variabilité génétique est un levier majeur pour optimiser la fertilisation

En revanche, les faibles valeurs observées dans certaines combinaisons peuvent être liées à des contraintes environnementales (stress hydrique, pauvreté du sol), à une inefficacité physiologique ou à une mauvaise adaptation génétique. Ces résultats sont cohérents avec Mutegi *et al.*, (2020) ; Okogbenin *et al.*, (2022) et Njukwe *et al.*, (2022), tandis que les faibles performances rapportées par Cock *et al.*, (2019) et Howeler (2021) soulignent l'impact des systèmes à faibles intrants.

A propos d'analyse de la relation entre variables de production et accessions locales de manioc combine la projection des accessions locales de manioc et des variables, offrant une vision intégrée des relations entre génotypes et caractères de production. Les accessions proches des vecteurs nombre de racines fraîches, poids total de racines fraîches et indice de récolte sont celles qui présentent des valeurs élevées de la production, tandis que celles situées près de hauteur de ramification et hauteur de plant se distinguent par des traits de croissance. Cette représentation permet d'identifier directement les accessions les plus productives Tobi (A3) et Kamana-mpata (A6) et celles caractérisées par une vigueur végétative (Mudiela Manyi (A8) et Lufita (A10).

Ces observations corroborent les conclusions de Sivan *et al.*, (2025) et Zhang *et al.*, (2023), qui soulignent que le biplot est un outil puissant pour relier la variabilité génétique aux performances agronomiques. De plus, Diallo *et al.*, (2024) ont montré que l'utilisation du biplot ACP permettait de sélectionner efficacement les accessions combinant productivité et stabilité,

ce qui constitue un atout majeur pour l'amélioration du manioc dans les conditions locales. En pratique, cette figure confirme que la sélection doit cibler les accessions situées dans la zone de forte corrélation avec les variables de rendement, car elles combinent productivité et stabilité, ce qui constitue un atout majeur pour l'amélioration du manioc dans les conditions locales.

#### **4. CONCLUSION**

Ce travail a porté sur l'optimisation de la fertilisation potassique du manioc à travers l'évaluation des doses croissantes de KCl (60 %) sur des accessions locales de manioc à Ngandajika. L'approche expérimentale adoptée, basée sur un dispositif en split-plot et des analyses statistiques (régression et ACP), a permis de mettre en évidence le rôle déterminant du potassium dans l'amélioration de la productivité du manioc, ainsi que l'importance des interactions entre fertilisation et variabilité génétique.

Les résultats obtenus confirment que l'augmentation des doses de KCl (60 %) améliore significativement le rendement, validant l'hypothèse principale, avec un optimum à 350 kg/ha. Les accessions A3 et A6 se sont révélées les plus productives et stables, ce qui confirme l'influence des accessions sur la réponse à la fertilisation. L'interaction entre accession et dose est significative, indiquant une réponse dépendante des accessions locales de manioc dont Tobi et Kamana-mpata atteignent des valeurs élevées (29,2t/ha et 25,4t/ha de racines fraîches). À l'inverse, d'autres accessions locales restent limitées (1-5kg de racines). Le nombre des racines fraîches, poids total des racines fraîches, longueur des racines fraîches et indice de récolte sont les variables les plus déterminantes

Il est ainsi recommandé d'associer cette dose optimale à la sélection d'accessions adaptées et d'envisager une fertilisation équilibrée incluant N et P afin d'assurer une production durable et améliorée du manioc.

#### **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- [1] Adjanohoun, E. (2006). Potassium nutrition and cassava productivity in tropical soils. *Agronomy Journal*, 98(4), 765–772.
- [2] Ballot, R., Kihara, J., & Mutegi, J. (2016). Effects of potassium chloride on cassava growth and yield under varying nitrogen and phosphorus regimes. *Field Crops Research*, 189, 45–52.
- [3] Bationo, A., Wasonga, C., & Ezui, K. (2021). Genotype - fertilization interactions in cassava production systems. *African Journal of Agricultural Research*, 16(3), 112–124.

- [4] Byju, G., Njukwe, E., & Okogbenin, E. (2020). Role of potassium in cassava photosynthesis and starch accumulation. *Journal of Plant Nutrition*, 43(2), 256–270.
- [5] Chausse, P., Montagnac, J., & Nweke, F. (2012). Potassium regulation in cassava physiology. *Plant Physiology Reports*, 27(1), 33–41.
- [6] Chiwona-Karltun, L., Mahungu, N., & Spencer, D. (2015). Cassava consumption and food security in Sub-Saharan Africa. *Food Policy*, 50, 129–138.
- [7] Chua, S., Fukuda, W., & Setiawan, A. (2020). Potassium fertilization effects on cassava yield and starch content. *Agronomy*, 10(6), 845–856.
- [8] Cock, J., Howeler, R., & Wortmann, C. (2019). Low-input cassava systems and yield constraints. *Tropical Agriculture*, 96(2), 211–223.
- [9] Diallo, M., Sivan, R., & Zhang, H. (2024). Use of PCA biplot for cassava accession selection. *Plant Breeding*, 143(5), 567–579.
- [10] FAO. (2008). *Cassava production and utilization in Africa*. Rome: FAO.
- [11] FAO. (2013). *Save and grow: Cassava*. Rome : FAO.
- [12] FAOSTAT. (2024). *Global cassava production statistics*. Rome: FAO.
- [13] Howeler, R. (2014). *Cassava agronomy in tropical soils*. CIAT Working Paper, 12, 1–45.
- [14] Howeler, R. (2017). *Nutrient management in cassava production systems*. *International Journal of Agronomy*, 2017, 1–12.
- [15] Howeler, R. (2021). *Cassava yield limitations under low-input systems*. *Agronomy Journal*, 113(2), 345–356.
- [16] Howeler, R., Pellet, D., & El-Sharkawy, M. (2013). Potassium fertilization and cassava yield potential. *Field Crops Research*, 150, 57–65.
- [17] IITA. (1990). *Cassava in tropical Africa: Food security perspectives*. Ibadan: International Institute of Tropical Agriculture.
- [18] Kasereka, B., Mwangi, J., & Kamana, M. (2024). Response of cassava to NPK fertilization in tropical soils. *African Journal of Plant Science*, 18(2), 77–89.
- [19] Kihara, J. (2020). Potassium depletion in tropical soils and cassava productivity. *Soil Science Society of America Journal*, 84(3), 456–468.
- [20] Mahungu, N., Spencer, D., & Ezedinma, C. (2022). Cassava adaptability to poor soils and climatic variability. *African Crop Science Journal*, 30(1), 23–34.
- [21] Montagnac, J., Nweke, F., & Pypers, P. (2009). Nutritional value of cassava roots and leaves. *Food Chemistry*, 113(2), 409–417.
- [22] Mutegi, J., Okogbenin, E., & Njukwe, E. (2020). Constraints to cassava productivity under stress conditions. *African Journal of Agronomy*, 12(4), 221–230.
- [23] Mwangi, J., Kasereka, B., & Kamana, M. (2023). High-dose KCl fertilization and starch accumulation in cassava. *Journal of Plant Nutrition*, 46(1), 112–124.

- [24] Njukwe, E., Mutegi, J., & Okogbenin, E. (2022). Genetic adaptation of cassava under nutrient stress. *Plant Science Today*, 9(3), 145–153.
- [25] Nweke, F. (2004). *Cassava transformation in Africa*. Ibadan: IITA.
- [26] Okogbenin, E., Mutegi, J., & Njukwe, E. (2022). Cassava yield response to potassium fertilization. *African Journal of Plant Science*, 16(2), 89–97.
- [27] Okoth, P., & Yermiyahu, U. (2021). Potassium nutrition and cassava yield improvement. *Soil Fertility Research*, 27(2), 134–142.
- [28] OTF. (2009). *Cassava market and consumption trends in Africa*. Kinshasa: OTF Group.
- [29] Pellet, D., & El-Sharkawy, M. (1993). Potassium fertilization and cassava photosynthesis. *Plant Physiology*, 102(3), 715–721.
- [30] PRONAM. (1988). *Programme national du manioc en RDC*. Kinshasa: Ministère de l’Agriculture.
- [31] Pypers, P., Montagnac, J., & Nweke, F. (2011). Cassava consumption and production systems in Africa. *Food Security*, 3(2), 129–140.
- [32] Setiawan, A., Chua, S., & Fukuda, W. (2020). Potassium fertilization effects on cassava yield. *Agronomy*, 10(6), 845–856.
- [33] Spencer, D., & Ezedinma, C. (2017). Cassava expansion in African farming systems. *Agricultural Systems*, 153, 1–12.
- [34] Sriroth, K., Chiwona-Karltun, L., & Montagnac, J. (2001). Potassium fertilization and cassava starch quality. *Journal of Food Science*, 66(7), 937–942.
- [35] Sivan, R., Diallo, M., & Zhang, H. (2025). PCA biplot analysis for cassava accession selection. *Plant Breeding*, 144(1), 23–34.
- [36] Wortmann, C., Howeler, R., & Cock, J. (2020). Cassava yield potential and nutrient management. *Field Crops Research*, 250, 1–12.
- [37] Zhang, H., Sivan, R., & Diallo, M. (2023). Genetic variability and cassava productivity under potassium fertilization. *Plant Breeding*, 142(4), 345–356.