

## Détermination des doses d'azote, de phosphore et de potassium pour l'accroissement des rendements et la rentabilité du manioc au Sud du Bénin

A. Adjanohoun<sup>1</sup>

### Résumé

Dans le but de déterminer les doses d'azote (N), de phosphore (P) et de potassium (K) capables de garantir l'accroissement des rendements des variétés améliorées de manioc et les variétés locales de chaque zone agro-écologique du Sud-Bénin, 6 combinaisons différentes de doses de NPK (0-0-0, 0-90-120, 60-0-120, 60-90-0, 60-90-120 et 90-90-120 kg.ha<sup>-1</sup>) ont été testées sur 5 sites répartis dans les départements de l'Ouémé, Atlantique, Zou et Couffo. L'essai a été conduit sur 3 campagnes AGRICOLEs (2002-2003 ; 2003-2004 et 2004-2005) avec la variété améliorée BEN 86 052. Le dispositif expérimental est celui des blocs aléatoires avec 4 répétitions. De l'analyse des résultats, il ressort que pour la variété améliorée, les doses de 60 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 90 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O sont les plus indiquées pour les localités situées sur les terres de barre dégradées du Plateau d'Abomey avec des rendements moyens d'environ 19 t.ha<sup>-1</sup> contre 7 t.ha<sup>-1</sup> sans apport d'engrais. Quant aux localités tels que Toffo, Eglimè, Zouzouvo et Adjohoun, les doses de 90 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 90 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O sont les plus indiquées avec des rendements moyens d'environ 28 t.ha<sup>-1</sup> contre 8 t.ha<sup>-1</sup> sans apport d'engrais. Pour les variétés locales, les doses de 60 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 90 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O sont les plus indiquées. L'effet des engrais minéraux sur les racines fraîches a été beaucoup plus marqué sur le poids que sur le nombre.

**Mots clés :** Manioc, azote, phosphore, potassium, rendement, Bénin.

### Determination of nitrogen, phosphorus and potassium doses in for increasing cassava yield in southern Benin

#### Abstract

Six combinations of different NPK doses (0-0-0, 0-90-120, 60-0-120, 60-90-0, 60-90-120 and 90-90-120 kg.ha<sup>-1</sup>) were tested in 5 sites distributed in Districts of Ouémé, Atlantique, Zou and Couffo in order to determine the doses of nitrogen (N), phosphorous (P) and potassium (K) due for increasing the yields of improved and local cassava varieties in each agro-ecological zone in southern Benin. The trial was carried out during 3 agricultural campaigns (2002-2003, 2003-2004 and 2004-2005) with the improved cassava variety BEN 86 052. The experimental design is randomised complete blocks with 4 replicates. From the analysed results it appears that the doses 60 kg.ha<sup>-1</sup> of N, 90 kg.ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 120 kg.ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O are the most indicated for the improved cassava variety on the degraded terres de barre (ferrallitic soils) areas of Abomey's plateau with the yields about 19 t.ha<sup>-1</sup> and 7 t.ha<sup>-1</sup> without the contribution of mineral fertilizers. As for the areas like Toffo, Eglimè, Zouzouvo and Adjohoun, the doses of 90 kg.ha<sup>-1</sup> of N, 90 kg.ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 120 kg.ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O are the most indicated with the yields about 28 t.ha<sup>-1</sup> and 8 t.ha<sup>-1</sup> without mineral fertilizers contribution. The influence of mineral fertilizers on the fresh cassava roots is more effective on the weight than the number.

**Key words:** Cassava, nitrogen, phosphorus, potassium, yield, Benin.

---

<sup>1</sup> Centre de Recherches AGRICOLEs du Sud-Bénin, BP 03 Niaouli (Attogon). E-mail : [adjanohouna@yahoo.fr](mailto:adjanohouna@yahoo.fr)

## Introduction

Cultivé sur tout le territoire national, le manioc occupe plus de 9,7% de la superficie totale emblavée sous cultures annuelles. Il vient en quatrième position après le maïs, le sorgho et le coton. Il est la deuxième culture principale dans le sud du Bénin où il occupe 13,8 % de la superficie emblavée (INRAB, 1995).

De par l'accroissement de sa production, la diversité des dérivés et l'importance de leurs demandes sur les marchés nationaux et internationaux, le manioc constitue une culture socialement et économiquement porteuse. Les rendements du manioc sont encore trop faibles ( $7,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) comme moyenne en milieu paysan lorsque les variétés cultivées présentent des rendements potentiels de 15 à  $20 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Cette faiblesse des rendements peut en partie s'expliquer par une nutrition et une fertilisation inadéquates des cultures du manioc.

Cette contrainte justifie alors la présente étude qui a pour objectif de déterminer les doses d'azote, de phosphore et de potassium capables de garantir l'accroissement des rendements des variétés améliorées de manioc dans les différentes zones agroécologiques du Sud-Bénin.

## Matériel et méthodes

L'essai a été conduit pendant 3 campagnes AGRICOles (2002-2003 ; 2003-2004 et 2004-2005) sur 5 sites expérimentaux du Centre de Recherche AGRICOLE Sud-Bénin situés en milieu réel (Adjohoun dans l'Ouémé, Toffo dans l'Atlantique, Adingningon dans le Zou, Eglimè et Zouzouvou dans le Couffo). Les sols d'Adingningon et de Toffo sont représentatifs des terres de barre dégradées du Plateau d'Abomey. Quant aux sols des localités de Eglimè, Zouzouvou et Adjohoun, ils sont relativement plus fertiles (Figure 1).

Dans les localités d'Adingningon, Adjohoun, Eglimè et Zouzouvou, la variété BEN 86052

et la variété locale "Gbézé" ont été plantés ; tandis qu'à Toffo, la variété locale était « Atinwé ».

Des parcelles de  $50 \text{ m}^2$  ( $10 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ ) ont été délimitées pour abriter les différents traitements. La densité de plantation a été de  $1 \text{ plant}/\text{m}^2$ . Les opérations culturales ont été effectuées selon les recommandations de la Fiche Technique sur les cultures vivrières (INRAB, 1995).

Le dispositif expérimental a été celui des blocs aléatoires avec 4 répétitions et 6 traitements définis dans le tableau 1. Les quantités de N,  $\text{P}_2\text{O}_5$  et  $\text{K}_2\text{O}$  choisies pour l'étude, sont basées sur les résultats obtenus par Toukourou et Carsky (2001) et ceux publiés par Lopez Zada *et al.* (1994) qui ont travaillé dans des conditions tropicaux, sur des sols ferrallitiques et avec des variétés de manioc à haut potentiel productif.

Les traitements T1, T2, T3, T4 et T5 (tableau 1), permettent d'apprécier le manque à gagner en rendement de manioc induit par l'absence des quantités choisies de chaque élément. Quant au traitement T6 (tableau 1), il permet d'apprécier l'effet de  $30 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  supplémentaires d'azote sur le rendement.

Les porteurs de NPK utilisés ont été urée (46 % de N), superphosphate triple (45 % de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) et chlorure de potassium (48 % de  $\text{K}_2\text{O}$ ). Toute la dose de phosphore et la moitié des doses d'azote et de potassium ont été apportées 1 mois après le bouturage. Le reste de l'azote et du potassium a été apporté 3 mois après le bouturage.

Les mesures des hauteurs des plants en vue de la détermination de la dynamique de leur croissance ont été systématiquement faites une fois tous les mois sur les mêmes plants initialement marqués par traitement. Les moyennes obtenues ont été comparées grâce à des analyses de variances.

Une analyse économique a été faite sur la base des rendements obtenus avec les différents traitements, le coût des opérations

culturelles et le prix de vente des racines fraîches de manioc.

Le prix des engrais (urée, superphosphate triple et chlorure de potassium) est celui pratiqué par l'Union sous-préfectorale des producteurs (USPP) des localités

concernées. Le prix de vente des racines fraîches a été obtenu à l'ONASA (ONASA, 2003).

A partir de ces informations, les bénéfices nets et rentabilités engendrés par chaque traitement ont été calculés.

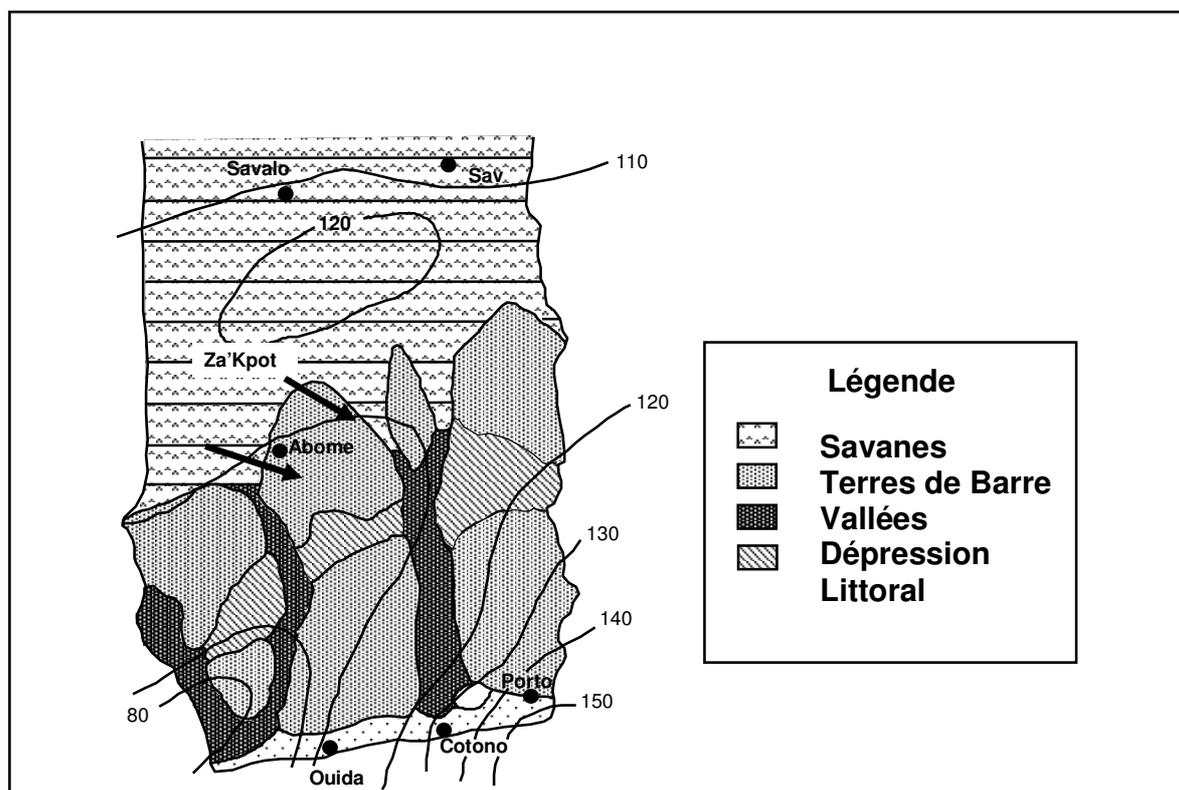


Figure 1. Carte du Sud-Bénin présentant les différents types de sols

Source : Aïhou (2003)

Tableau 1. Description des traitements

Traitements	Composition (kg.ha-1)		
	N	K20	P2O5
T1	0	0	0
T2	0	90	120
T3	60	0	120
T4	60	90	0
T5	60	90	120
T6	90	90	120

## Résultats et discussion

### *Effet des traitements sur la croissance des plants de la variété améliorée de manioc*

De la figure 2, il ressort que les hauteurs moyennes des plants à un mois après la plantation ne présentent pas de différences. Ce fait prouve l'homogénéité des échantillons étudiés au début des applications des traitements différentiels. Déjà trois (3) mois après la plantation soit deux (2) mois après le début de l'application

des traitements, on note une démarcation de la croissance des plants.

La combinaison de 90 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 90 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O a permis un développement plus marqué durant les deux premiers mois. Cette période correspond à la phase embryonnaire de la plante où se forment tous les organes. Elle est également marquée par le début du grossissement des racines. La croissance plus rapide obtenue avec la combinaison de 90 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 90

kg. de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, laisse présager que les plantes sous ce traitement, non seulement auront leurs organes formés plus rapidement, mais également les racines grossiront mieux et pourront mieux accumuler les substances photo synthétisées.

La démarcation signalée s'est maintenue jusqu'au 12<sup>ème</sup> mois après la plantation avec un écart plus marqué entre le 8<sup>ème</sup> et le 12<sup>ème</sup> mois.

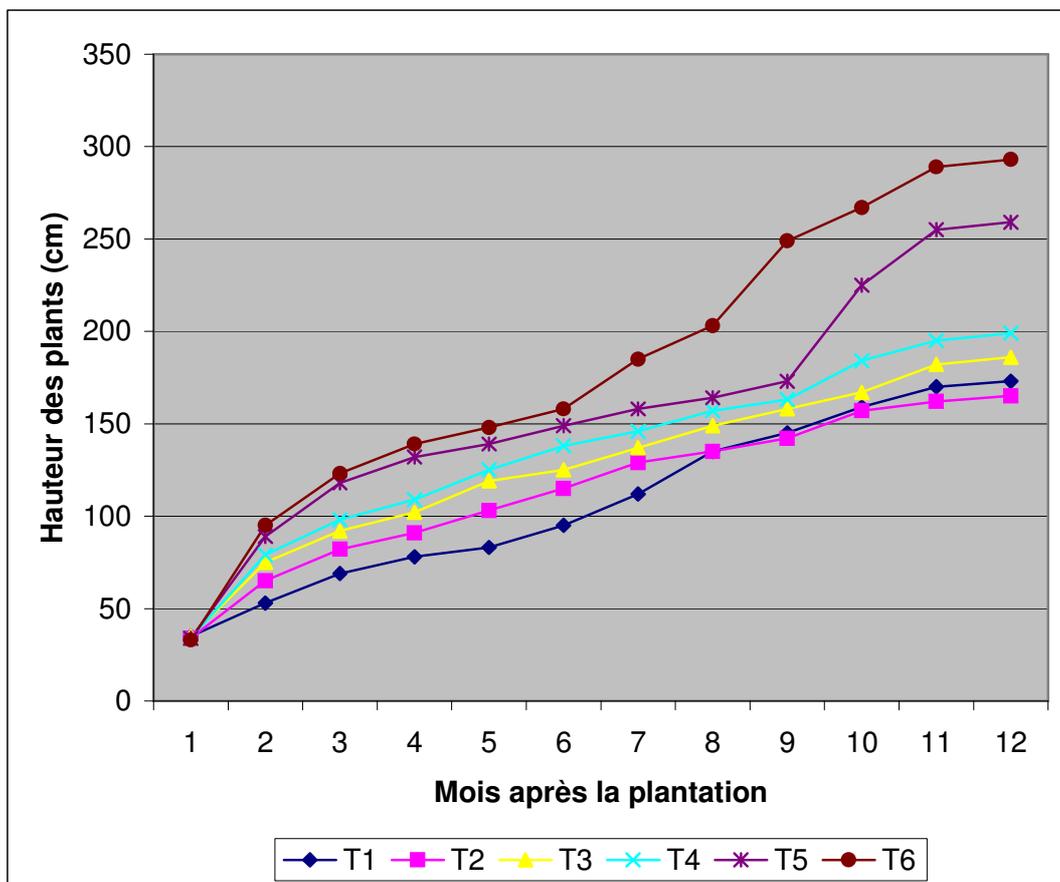


Figure 2. Effets des différentes doses d'engrais sur la croissance des plants

### **Effet des traitements sur les rendements du manioc**

Les apports d'engrais minéraux ont eu un effet significatif sur la production des plants dans toutes les localités quelque soit le type

de sol comme l'indique la figure 3. Ceci confirme qu'un apport d'engrais minéraux est nécessaire afin d'augmenter la production du manioc.

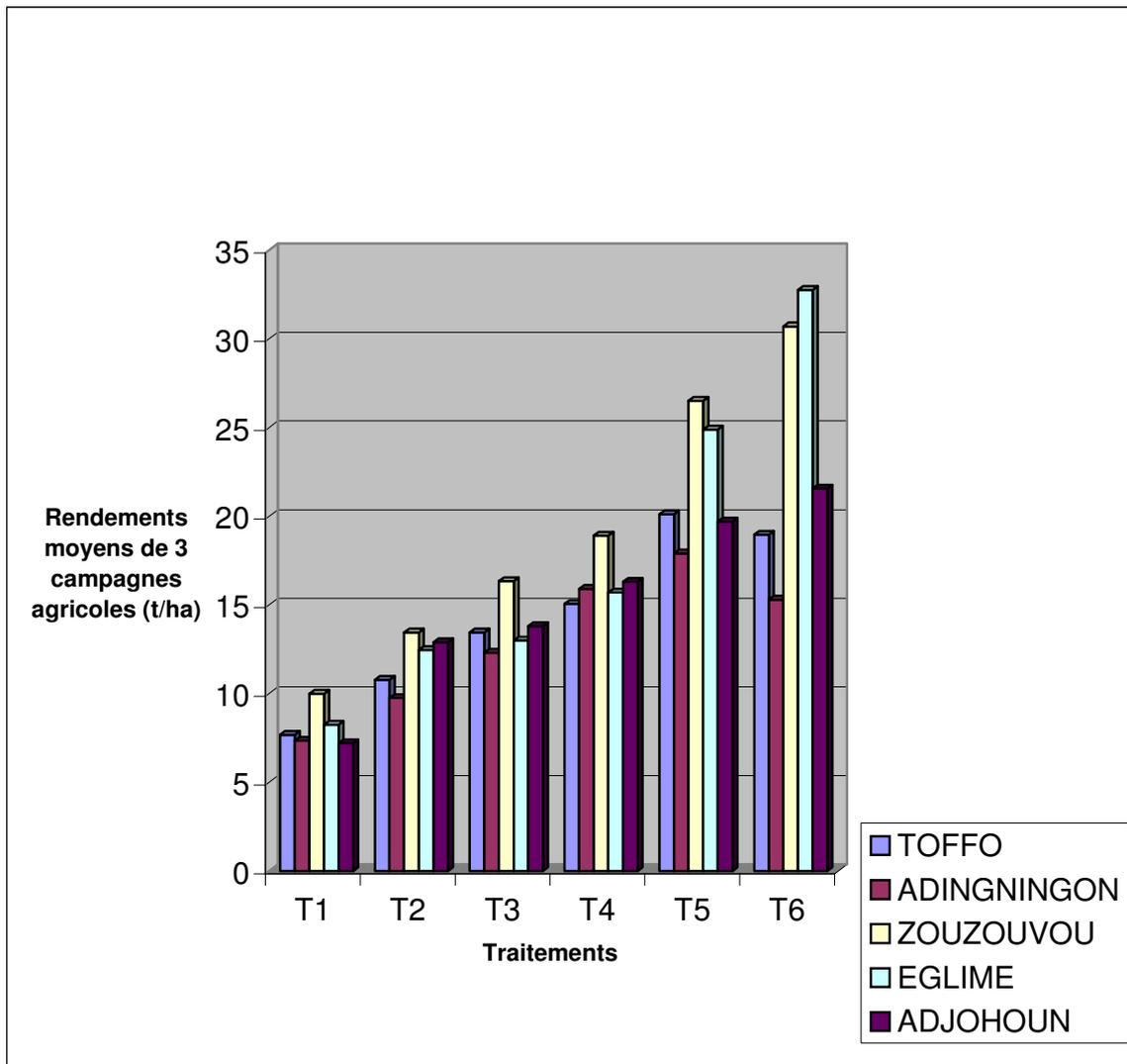


Figure 3. Effets des différentes combinaisons de NPK sur le rendement du manioc (BEN 86052)

### Analyse par variété et par localité

#### ❖ Variété améliorée BEN 86052

##### ▪ Toffo

La comparaison entre les traitements T1 et T5 d'une part et T1 et T6 d'autre part, montre que la combinaison de 60 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 90 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O a été la meilleure. En effet, elle a permis d'obtenir un surplus de 12.44 t.ha<sup>-1</sup> de manioc contre 11.28 t.ha<sup>-1</sup> avec l'apport de 90 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 90 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O ; soit une différence de 1,16 t.ha<sup>-1</sup>. Cette

différence est significative car la plus petite différence significative est de 0.67 t.ha<sup>-1</sup>.

Les traitements T2, T3 et T4 ont permis d'apprécier les effets induits par l'absence de chacun des éléments N, P et K. Ainsi, sans apport d'azote et avec l'application de 90 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (comparaison entre T1 et T2), l'augmentation de rendement est de 3,11 t.ha<sup>-1</sup>. Sans apport de phosphore et avec l'application de 60 kg.ha<sup>-1</sup> de N et 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (T1 et T3), on a obtenu une augmentation de rendement de 5,78 t.ha<sup>-1</sup>. Par ailleurs, une augmentation de rendement de 7,39 t.ha<sup>-1</sup> a été obtenue avec

l'application de 60 kg.ha<sup>-1</sup> de N et kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sans potassium. De ces résultats, on déduit que, dans la localité de Toffo, l'azote est l'élément le plus déterminant dans la formation des rendements suivi du phosphore.

#### ▪ Adingningon

La tendance observée à Toffo s'est répétée à Adingningon. Il faut souligner qu'un supplément de rendement de plus de 10 t.ha<sup>-1</sup> de manioc a été obtenu comme conséquence de l'apport de 60 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 90 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Avec l'apport de 90 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 90 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 120 kg.ha<sup>-1</sup> de, par contre, seulement une augmentation de 7,96 kg.ha<sup>-1</sup> a été enregistrée ; soit une différence de plus 2,5 t.ha<sup>-1</sup> de manioc. Les résultats antérieurs indiquent que la meilleure combinaison est 60 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 90 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

#### ▪ Zouzouou et Eglimè

L'apport de 90 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 90 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O a permis d'obtenir un supplément de plus de 20 t.ha<sup>-1</sup> de manioc en comparaison avec le traitement sans apport d'engrais. Quant à l'application de 60 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 90 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, elle a permis d'obtenir un supplément de rendement d'environ 16 t.ha<sup>-1</sup>. La différence entre les suppléments obtenus avec 90 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 90 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O et 60 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 90 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O a été de plus de 4 t.ha<sup>-1</sup>. Ce qui indique que la meilleure combinaison est 90 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 90 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

#### ▪ Adjohoun

Les tendances observées à Zouzouou et Eglimè se sont maintenues à Adjohoun comme l'indique la figure 3. Les rendements moyens les plus élevés ont été de 21,56 t.ha<sup>-1</sup> avec l'application de la combinaison de 90 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 90 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et de 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

De tout ce qui précède, les doses de 90 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 90 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et de 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O sont les plus indiquées pour les localités de Zouzouou, Eglimè et Adjohoun. Les rendements moyens des 3 localités sont de plus de 28 t.ha<sup>-1</sup>. Quant aux localités des terres de barre dégradées du Plateau d'Abomey, les doses de 60 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 90 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et de 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O ont été les plus indiquées avec des rendements moyens de plus de 19 t.ha<sup>-1</sup>.

Il est intéressant de préciser que dans toutes les localités, l'augmentation des rendements observée est due davantage à l'augmentation des poids des racines qu'à leur nombre.

#### ❖ Variétés locales

Les résultats présentés dans la figure 4, confirment que les engrais minéraux NPK sont nécessaires pour augmenter les rendements du manioc même lorsqu'il s'agit des variétés locales.

#### ▪ Adjohoun et Zouzouou

Bien que les rendements obtenus avec l'application de la combinaison de aient été supérieurs (14 t.ha<sup>-1</sup> et 16,1t.ha<sup>-1</sup> respectivement) à ceux obtenus avec l'application de 60 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 90 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et de 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (13,4 t.ha<sup>-1</sup> et 16 t.ha<sup>-1</sup> respectivement), ces différences ne sont pas significatives ; la plus petite différence significative étant de 0,3 t.ha<sup>-1</sup>. C'est dire qu'il serait plus judicieux d'appliquer la combinaison de 60 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 90 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et de 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

#### ▪ Adingningon, Eglimè et Toffo

La combinaison de 60 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 90 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et de 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O s'est révélée la meilleure dans ces trois localités. A Toffo, elle a permis l'obtention de 12 t.ha<sup>-1</sup> contre 10 t.ha<sup>-1</sup> avec l'apport de 60 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 90 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et de 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O à Toffo. Cette différence est significative.

A Eglimè et Adingningon, la différence n'est pas significative. En effet, les rendements

moyens obtenus ont été respectivement de 15,2 t.ha<sup>-1</sup> et 16,1 t.ha<sup>-1</sup> contre 14 t.ha<sup>-1</sup> et 14,7 t.ha<sup>-1</sup> avec l'application de la combinaison de 60 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 90 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et de 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

De tout ce qui précède, la combinaison de 60 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 90 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et de 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O s'est révélée être la plus indiquée pour toutes les localités étudiées.

L'analyse comparative de la réponse des variétés améliorées et locales à l'application de doses d'engrais N, P et K permet d'affirmer que les premières répondent mieux. Ceci pourrait s'expliquer par un potentiel productif plus élevé, et conséquences, des besoins en éléments nutritifs plus élevés.

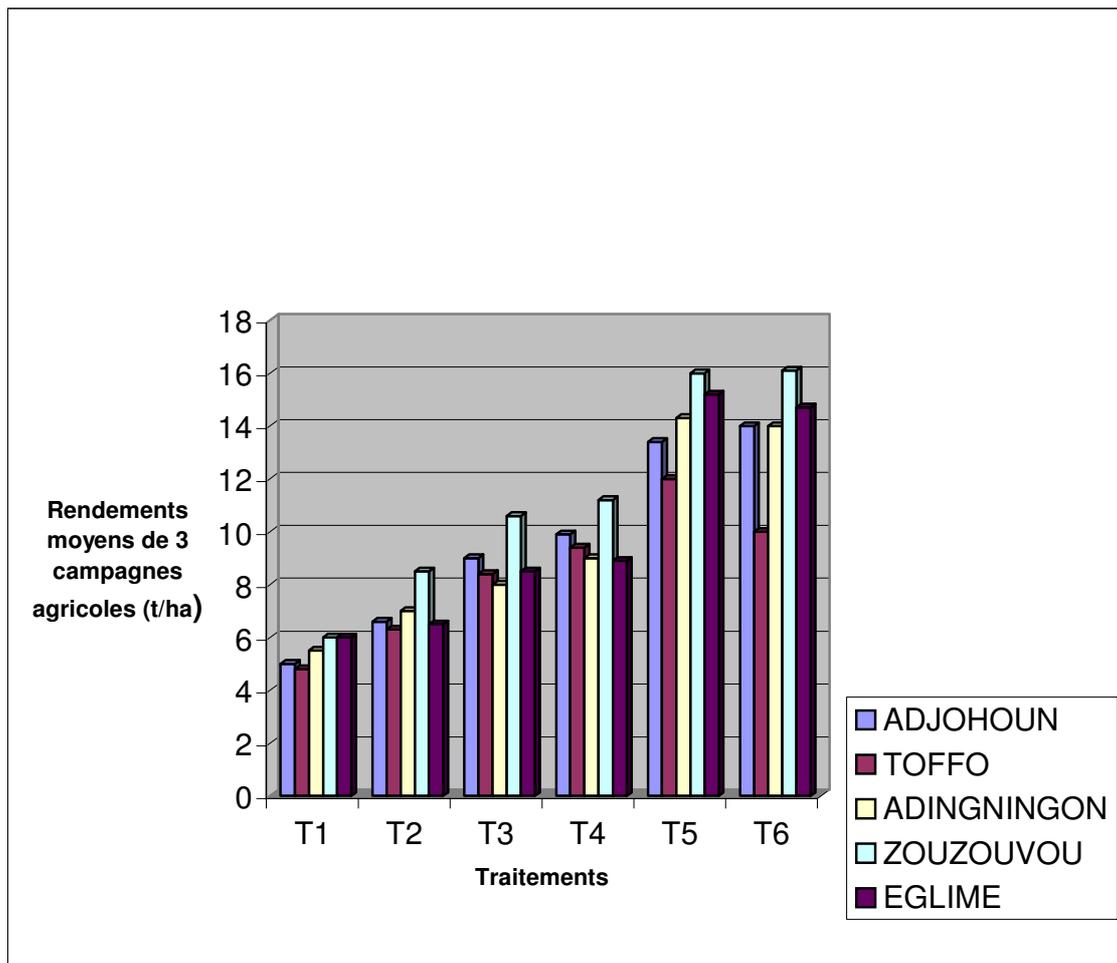


Figure 4. Effets des différentes combinaisons de NPK sur le rendement des variétés locales du manioc au sud du Bénin

### **Analyse économique pour la variété améliorée BEN 86052**

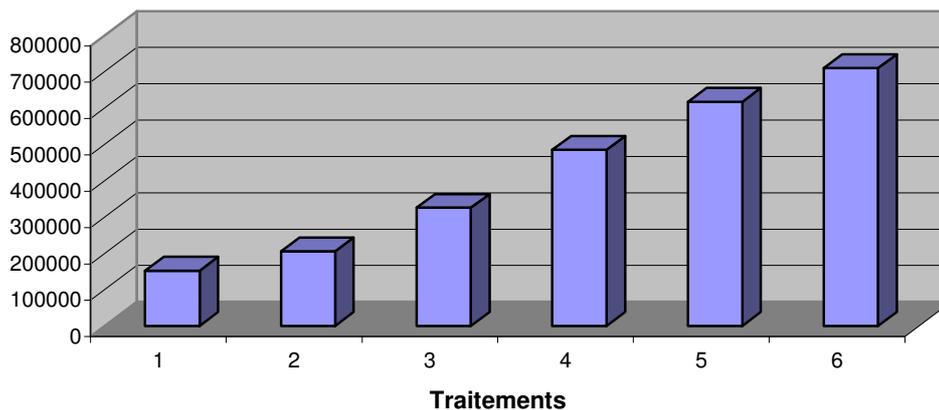
De manière générale, on note que le comportement des bénéfices obtenus avec l'application des différentes combinaisons d'engrais minéraux ressemble fort à celui des rendements (Figure 5). En effet, comme

il fallait s'y attendre, le bénéfice moyen le plus faible (152 750 F CFA/ha) a été obtenu sans aucun apport d'engrais minéraux. Avec l'apport de la combinaison de 90 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 90 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et de 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, le bénéfice moyen a été le plus élevé (710 325 F CFA/ha).

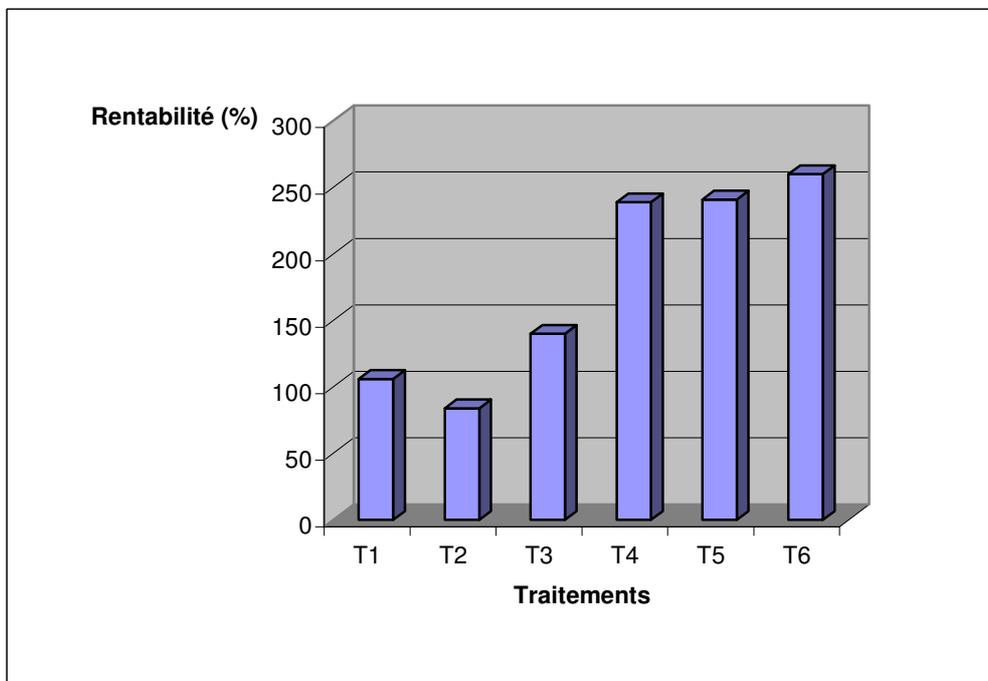
Il est cependant intéressant de remarquer qu'en terme de rentabilité (Figure 6), le comportement diffère grandement. Le fait de n'appliquer aucun engrais minéral, bien

qu'engendrant le plus faible bénéfice, est plus rentable que l'apport de 90 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> puis 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

**Bénéfice net  
(Francs CFA/ha)**



**Figure 5. Bénéfice moyen des différents traitements**



**Figure 6. Rentabilité moyenne des différents traitements**

## Conclusion

Il ressort de cette étude que :

- ✓ Pour les variétés améliorées de manioc, les doses de 90 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 90 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et de 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O sont les plus indiquées pour les localités de Zouzouvou, Eglimè et Adjohoun. Les rendements moyens des trois localités sont supérieurs à 28 t.ha<sup>-1</sup>. Quant aux localités des terres de barre dégradées du Plateau d'Abomey, les doses de 60 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 90 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et de 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O ont été les plus

indiquées avec des rendements moyens de plus de 19 t.ha<sup>-1</sup>.

- ✓ Pour les variétés locales de manioc, la combinaison de 60 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 90 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et de 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O s'est révélée être la plus indiquée pour toutes les localités étudiées.
- ✓ Les variétés améliorées de manioc répondent mieux à l'application de doses d'engrais N, P et K comparativement aux variétés locales.

## Références bibliographiques

Aïhou K., 2003. Interaction between organic input by *Cajanus cajan* and inorganic fertilization to maize in the derived savanna of the Bénin Republic. Thèse de Doctorat.

INRAB (Institut National des Recherches AGRICOles du Bénin), 1995. Fiche Technique sur les Cultures Vivrières. INRAB/MAEP.

Lopez Zada M., Vazquez E. y Lopez. R., 1994. Raices y Tuberculos. El cultivo de la yuca. Cali, Colombia.

ONASA (Office National d'Appui à la Sécurité Alimentaire), 2003. Fiche de synthèse : relevé des prix des produits vivriers sur les marchés périodiques

Toukourou A.M. et Carsky R., 2001. Réponse du manioc à l'azote, au phosphore et au potassium sur les terres de barre au sud du Bénin. In Actes de l'Atelier Scientifique, 12-13 décembre 2001, pp. 149-154.