

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

INSTITUT SENEGALAIS DE
RECHERCHES AGRICOLES

DIRECTION DE RECHERCHES
SUR LES CULTURES ET
SYSTEMES PLUVIAUX

CN0101320
FOTO
NDI

RAPPORT DE SYNTHESE 1994

Agronomie-Phytotechnie du Maïs Pluvial

par
Mam^dou NDIAYE

C.N.R.A. - BAMBEY - S.D.I.
Date 24 Mai 1995
Numero 607/95
Nick 2 Date
Destinaire AI

Avril 1995

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES AGRONOMIQUES DE BAMBEY

AVANT PROPOS

Résumé des résultats de 1993

Les performances de variétés de maïs (jaune et blanc) ont été comparées à celles des variétés traditionnelles dans des essais multiloaux. Les résultats obtenus ont contribué à la réactualisation de la carte variétale du maïs.

Différentes formules d'engrais N-P-K ont été testées en comparaison avec un témoin sans engrais. L'analyse économique des résultats obtenus ont permis d'identifier des équilibres rentables avec un taux marginal de rémunération (TMR) supérieur au taux cible moyen de 50 %. Ce sont les équilibres 50-30-180 au village de Keur Amath Dramé, 50-30-40, au village de Keur Katim Touré et 50-110-40 aux villages de Keur Amath Fatma et de Missirah-Walo.

L'épandage d'engrais 8-18-27 en bandes localisées enfouies permet d'améliorer l'efficacité de cet engrais et de faire une économie de 50 %, sur la dose de 200 kg/ha actuellement recommandée pour un épandage à la volée (pratique paysanne). La combinaison de 2 t fumier/ha avec 50 kg N/ha a produit le rendement optimum de maïs cultivé à Missirah-Walo et Keur Amath Fatma.

La densité optimale de semis pour la variété Synthetic C s'est située aux environs de 45 000 plants/ha alors que celle de Early Thaï a été de 56 000 plants/ha. On note cependant que le poids des 1000 graines, le diamètre et la longueur de l'épi ont tendance à diminuer avec l'accroissement de la densité. Pour l'utilisation agricole des résidus de transformation de poisson fumé, les premiers résultats obtenus à partir des enquêtes exploratoires ont permis de cerner la nature des résidus, les procédés de préparation, les modes d'acquisition et d'utilisation, la perception des utilisateurs et l'estimation des quantités produites. Les analyses chimiques des résidus ont montré que celui-ci est plus riche en N, P, Ca et C que le fumier d'étable et le compost. Une tonne de matière sèche de résidus contient en moyenne 50 N, 90 P₂O₅, 9 K₂O, 130 CaO, 5 MgO et 9 SO₄ ; ce qui apporte beaucoup plus de N et P₂O₅ que toutes les fumures légères recommandées pour les principales cultures pluviales.

Du fait de la baisse de la pluviométrie observée ces dernières années et de la dégradation de la fertilité du sol face aux difficultés liées à l'application des engrais nécessaires aux cultures. Il s'est avéré indispensable de reconsidérer le mode de culture et les variétés à utiliser.

Caractéristiques générales des sites expérimentaux

- **Les sols**

On distingue deux types de sols. Les sols ferrugineux tropicaux présentant un horizon de surface pauvre en argile de 3 à 12% ayant une texture sableuse (sol dior) ou sablo-argileuse (sols dek) et une capacité d'échange cationique comprise entre 1,40 et 2,50 meq/100 g de terre avec un pH (eau) acide. Le second type de sol a un taux d'argile compris entre 14 et 21 % avec une capacité d'échange cationique plus élevée et un pH (eau) neutre (6.7 à 7.2).

Tous les sols ont un rapport C/N voisin de 12 caractérisant la plupart des systèmes pédologiques stables. Leur taux de matière organique est relativement faible < 1 % dans tous les sites.

- **La pluviométrie**

Dans la région du Sine Saloum, les semis du maïs ont réellement démarré dans la deuxième quinzaine du mois de juillet avec des pluies suffisantes qui ont permis une bonne levée des semailles. L'année 1993 a été marquée par une pluviométrie relativement bien répartie avec un cumul variant de 350 à 650 mm (de juillet à octobre) selon le site.

- **La situation phytosanitaire du maïs pluvial**

Aucune maladie ayant une incidence notable sur le rendement n'a été observée. Toutefois les iules ont été rencontrés au semis dans certains sites occasionnant souvent des semis répétés des parcelles paysannes et des applications d'appâts pour éradiquer leur invasion.

REUNIONS, CONTACTS, ANIMATION SCIENTIFIQUE

- Réunion de coordination de la DRCSP le 03 / 01 / 94
- Réunion de la commission de réflexion sur le gardiennage du CNRA de Bambey le 17 / 02 / 94
- Réunion d'élaboration d'un projet de recherche collaborative avec AFRIRECO / Nestlé le 23 / 03 / 94
- Réunion de coordination de la DRCSP le 24 / 04 / 94
- Participation au CRD mensuel à la Gouvernance de Diourbel le 13 / 05 / 94
- Réunion de programmation ISRA/PNVA pour les régions de Kaolack et de Fatick le 18 / 05 / 94
- Réunion du comité d'organisation de la journée de la Renaissance Scientifique de l'Afrique le 06 / 06 / 94
- Réunion d'animation scientifique du groupe restreint Agronomie / DRCSP le 14 / 06 / 94
- Réunion de préparation du comité de programme de la DRCSP du 24 au 27 / 04 / 94
- Réunion de programmation annuelle des activités de recherche de l'ISRA du 05 au 13 / 09 / 94 .
- Réunion sur la mise sur pied d'un cadre d'orientation et de coordination des actions de développement dans la région de Diourbel le 22 / 11 / 94

Missions reçues

- Missionnaires de l'ENEA : Mr. Ibrahima GAYE, Mr. Aboubacar SOW et Dr. Mehzumet MESRINE de Clark University le 04 / 03 / 94
- Missionnaire de AFRIRECO / Nestlé : Mr. Serigne DIOP le 28 / 04 / 94
- Mission d'évaluation du programme GRN : Dr. K. DIALLO et Dr. SUSSET le 29 / 04 / 94
- Missionnaires de World Vision : Mr. Thomas STEACKER, Mr. David SCHEMAN et Mr. Amadou DIALLO le 29 / 04 / 94
- Mission Banque Mondiale le 29 / 04 / 94
- Missionnaire Dr. Ousmane DIAGNE DRPF pour programmation d'activités de recherche collaborative avec l'Institut d'Ecologie Terrestre de Grande Bretagne le 02 / 08 / 94
- Missionnaires : Dr. FAJEMISIN de l'IITA et Dr. D. ANDREWS de l'IITA le 02 / 08 / 94 . .

11 - INTRODUCTION

Les zones de production du maïs cultivé en conditions pluviales strictes sont : le Sine Saloum, le Sénégal Oriental et la Casamance ; c'est-à-dire la partie méridionale du pays.

Le maïs est produit par des paysans qui disposent de ressources financières et techniques limitées. La stagnation des rendements de maïs (1000-1100 kg/ha) n'est pas seulement le fait de la contrainte climatique et de la faible fertilité des sols mais aussi des difficultés qu'éprouvent les producteurs à intensifier les systèmes de culture dans le contexte socio-économique où ils se trouvent : faible technicité, faible capacité financière, incertitude des marchés, rareté ou inexistence de crédits de campagne et accès difficile aux intrants agricoles.

Pour améliorer la productivité du maïs et de manière durable il faudrait nécessairement une utilisation rationnelle des intrants agricoles et des ressources naturelles disponibles et une mise au point de nouvelles techniques appropriées de production.

Les objectifs fixés au programme de recherches s'articulent autour des principaux axes suivants :

- la mise au point des techniques culturales et de fertilisation adaptées aux nouvelles conditions pédo-climatiques et socio-économiques ;
- l'amélioration des systèmes traditionnels de production du maïs pluvial par l'utilisation de ressources naturelles disponibles ;
- la contribution au transfert de technologie en milieu réel.

Au titre de l'hivernage 1994, les activités de recherche entreprises ont porté sur la recherche de combinaisons optimales de fumier et d'engrais minéraux de densités optimales, de semis, et l'utilisation agricole de sous-produits de poisson comme amendement organique des terres.

111. SYNTHÈSE DES RESULTATS DE 1994

3.1 Recherche de densités optimales de semis pour la culture du maïs pluvial

Les données obtenues sur le rendement du maïs-grain ont été analysées. L'analyse de variance effectuée sur ces données a révélé un effet significatif du traitement au niveau du site de wack Ngouna alors qu'il n'y a pas de différences significatives entre les traitements à Taïba Niassène. (graphique 1).

A wack Ngouna, le meilleur rendement en grains a été obtenu avec la densité (D3) : 2062 kg/ha soit des gains de 406 kg/ha (24 %) et de 642 kg/ha (45 %), respectivement par rapport à la densité (D2) vulgarisée et la densité (D1) du paysan. Les niveaux de rendements à Taïba Niassène sont plus élevés mais les gains de rendement induits par (D3) sont de 101 kg/ha (4 %) par rapport à (D2) et de 790 kg/ha (47 %) par rapport à (D1).

Les différences non significatives observées entre les traitements (surtout entre (D3) et (D1) au niveau de Taïba Niassène pourraient s'expliquer par un coefficient très élevé (comparé à un CV de 7 % à Wack Ngouna) qui indique une grosse variabilité de l'essai.

3.2 Mode d'épandage d'engrais NPK sur le maïs pluvial

Les principaux résultats obtenus sur le rendement du maïs sont représentés dans le graphique 2. L'analyse de variance des données a montré un effet du traitement significatif au niveau des deux sites d'implantation de l'essai. On a noté un avantage de l'enfouissement localisé de 100 kg/ha (T2) sur l'épandage à la volée de 200 kg/ha de l'engrais de fond 8-18-27 (T1). Les gains de rendement en grains du traitement T2 ont été de 133 kg/ha (9 %) à Wack Ngouna et de 896 kg/ha (52 %) à Taïba Niassène, par rapport au traitement T1.

La méthode d'épandage en bandes localisées enfouies a permis d'accroître l'efficacité des engrais. En effet, l'enfouissement et le mélange de l'engrais 8-18-27 ont dû permettre une meilleure distribution des éléments fertilisants

aux alentours immédiats du système racinaire plutôt qu'une distribution sur la totalité du sol qui pourrait résulter à une fixation d'une portion des éléments P et K et à un pouvoir tampon élevé dans le cas de l'épandage à la volée. On sait que la plupart de l'azote, du phosphore et du potassium absorbés par les racines doivent se déplacer à travers le sol vers la surface racinaire avant d'être disponibles pour leur prélèvement par les racines (BARBER, 1962). L'épandage à la volée ne permet pas d'assurer une meilleure nutrition des plantes car les racines sont seulement en contact avec 1 à 2 % du volume du sol (BARBER, 1962). En plus, le traitement T2 (100 kg/ha en bandes localisées enfouies) a permis une économie substantielle d'engrais car à moitié dose de 8-18-27, on a obtenu des rendements en grains équivalents (Wack Ngouna) ou supérieurs (Taïba Niassène) à ceux obtenus avec un épandage à la volée de 200 kg/ha de 8-18-27.

3.3 Etude sur la fertilisation organo-minérale du maïs pluvial

Les résultats de rendements moyens en grains sont représentés dans le graphique 3, et l'analyse de variance des données a montré un effet significatif de l'engrais et de fumier sur le rendement en grains du maïs. Toutefois une diminution de 50 % de la dose d'engrais conduit également à une réduction de ce rendement dans les mêmes proportions. Par ailleurs, on remarque qu'il ne semble pas judicieuxⁿⁱ profitable de réduire la dose de 200 kg/ha de 8-18-27. Le rendement du maïs-grain augmente avec l'accroissement de la dose de fumier apportée avec une productivité optimale atteinte aux environs de la dose de 4t/ha de fumier, le gain de rendement est de 1095 kg/ha (+100 %) et de 498 kg/ha (+45 %), respectivement par rapport au témoin (0 t/ha) et à la dose de 2 t/ha.

En ce qui concerne la combinaison: 8-18-27 x fumier, les niveaux de rendement sont nettement plus élevés quand on applique la dose recommandée de 8-18-27 avec du fumier que lorsque l'on diminue les doses d'engrais dans la combinaison. Les meilleurs rendements sont obtenus avec l'apport simultané de 4 t/ha de fumier et d'engrais 8-18-27.

Ainsi dans une optique de fertilisation organo-minérale les combinaisons suivantes seraient les plus intéressantes :

50kg/ha de 8-18-27 x 4 t/ha de fumier (plus value de 706kg/ha (+87%) par rapport à 50 kg/ha de 8-18-27)

100kg/ha de 8-18-27 x 4 t/ha de fumier (plus value de 1739 kg/ha (6393) par rapport à 100 kg/ha de 8-18-27.

3.4.Effet des résidus de transformation de poisson fumé sur la productivité des cultures

Les données recueillies ont concerné la production de pailles, d'épis, de gousses et de graines pour les principales cultures pluviales. Toutefois tous ces paramètres n'ont pas toujours été disponibles en raison des difficultés rencontrées dans la collection des échantillons en milieu.

- Mil

L'effet des résidus a été étudié sur la culture du mil en milieu paysan dans les villages de Falokh, Ndianda, Fadiol, Roff et Baboucar Toumbou.

A Falokh, trois traitements (0, 4 t/ha de résidus et la fumure vulgarisée sur mil) ont été comparés. L'analyse statistique des données a révélé un effet significatif du traitement. L'apport de 4 t/ha de résidus a augmenté le rendement en épis du mil (Souma III) de 1948 kg/ha (139 %) par rapport au témoin (0 t/ha de résidus). Par contre il n'y a pas de différence significative entre la dose de 4 t/ha et la fumure vulgarisée.

A Ndianda 0, 2, 4, 6 t/ha de résidus et la fumure vulgarisée ont été comparés. On note une action positive de l'application des résidus et de la fumure vulgarisée par rapport au témoin sans apport (graphique 4). La dose de 2 t/ha de résidus a procuré des gains substantiels de rendements en grains: 1100 kg/ha, soit +377 % par rapport au traitement 0 t/ha + et de 750 kg/ha, soit + 117 % par rapport à la fumure vulgarisée. Pour le témoin les rendements ont été particulièrement bas dans ce site car les plantes se sont mal développées et beaucoup d'entre elles n'ont pas produit d'épis. La faiblesse du niveau de rendement du traitement avec la fumure vulgarisée

pourrait s'expliquer par un lessivage de l'azote suite à une forte pluie de 59,1 mm tombée deux jours après l'épandage de l'urée au champ. Les doses de 4 t/ha et 6 t/ha ont produit des rendements en grains équivalents (différences non significatives) ; ce qui laisse augurer que la dose optimale qui permet d'atteindre un rendement maximum (2,5 t/ha de grains) serait comprise entre 4 t/ha et 6 t/ha de ~~résidus~~ ^{résidus}.

A Fadial, l'application de 2 t/ha de résidus a produit un rendement en grains équivalent à celui obtenu par la fumure vulgarisée (différences non significatives). Par contre l'augmentation de cette dose de résidus jusqu'au niveau de 4 t/ha et de 6 t/ha, a permis de doubler le rendement en grains de la fumure vulgarisée.

A Roff, l'examen des données de rendements en épis et en grains ont montré une réponse très nette du rendement aux doses croissantes de résidus. Cependant l'épandage des résidus de transformation de poisson fumé n'a induit un effet significatif sur le rendement en grain qu'à partir de la dose de 2 t/ha avec une plus value de 533 kg/ha (71 %) dans le site de Roff et 900 kg/ha (125 %) dans le site de Baboucar Toumbou, par rapport au témoin (0 t/ha).

- Maïs

Le maïs a été planté dans des champs de paysans aux villages de Roff et Baboucar Toumbou. Des doses croissantes de résidus de transformation de poisson fumé et la fumure vulgarisée ont été comparées sur la base des rendements de maïs obtenus. Au niveau des deux sites, le rendement du maïs a augmenté avec l'accroissement des doses de résidus (graphique 5). A Roff, la production de pailles est passée de 3,5 t/ha pour le témoin (0 t/ha) à 6 t/ha pour la fumure vulgarisée et à 8,5 t/ha pour la dose de 4 t/ha.

Dans les deux sites les rendements de la dose de 4 t/ha ont été supérieurs à ceux obtenus par l'application de la fumure vulgarisée: +400 kg/ha de grains (+21 %) à Roff et +1153 kg/ha (+54 %) à Baboucar Toumbou. Le maïs est une plante très exigeante en éléments nutritifs. En effet en raison de son développement très rapide, sa productivité est étroitement

liée à la présence d'une grande disponibilité d'éléments fertilisants. Pour un rendement compris entre 5 et 6 t/ha, le maïs prélève 100 à 150 kg N/ha, 40 à 60 kg P₂O₅/ha et 100 à 150 kg K₂O/ha. La supériorité de rendement de la dose de 4 t/ha par rapport à la formule vulgarisée pourrait s'expliquer par une quantité plus importante d'éléments fertilisants mis à la disposition du maïs : 200 kg N - 364 P₂O₅/ha - 36 K₂O kg/ha pour le traitement 4 t/ha (dans l'hypothèse que les éléments contenus dans les résidus sont directement accessible à la plante comparé à 104 N - 36 P₂O₅/ha - 54 K₂O kg/ha pour fumure vulgarisée. L'effet très favorable des résidus sur la productivité du maïs pourrait provenir des quantités substantielles d'acide phosphorique apportées par cette matière organique dans des sols dont la plupart sont carencés en phosphore.

- Sorgho

L'essai a été conduit à la station du CNRA de Bambey. Six doses de résidus : 0, 1, 2, 3, 4 et 5 t/ha ont été comparées. Les rendements en pailles et en grains sont nettement améliorés par l'épandage des résidus comparés à ceux obtenus sans apport (différences significatives). A la dose de 2 t/ha de résidus on a obtenu un gain de rendement en grains de 925 kg/ha (54 %) et on a doublé ce rendement avec la dose de 5 t/ha. A l'instar des résultats obtenus sur le maïs, le sorgho a répondu très nettement aux doses croissantes de résidus de transformation de poisson fumé (graphique 6).

- Arachide

La gamme de doses de résidus sur les céréales a été réduite de moitié dans les essais sur l'arachide et le niébé. La production de fanes d'arachide a été nettement augmentée à partir d'un apport d'une tonne de résidus avec une dose optimale de 1,5 t/ha. Les rendements en gousses et en graines ont été augmentés de manière significative à partir de l'application de 1 t/ha de résidus avec des plus values de 386 kg/ha (52 %) et de 286 kg/ha (54 %), par rapport au témoin (0 t/ha), respectivement pour les gousses et les graines. La

production optimale de matière sèche a été atteinte par l'épandage d'une dose de résidus comprise entre 1,5 et 2t/ha (graphique 7).

Des observations faites au cours de cycle sur quelques plantes prélevées ont révélé une nodulation plus intense dans les parcelles ayant reçu des résidus de transformation de poisson fumé. Ce qui pourrait indiquer une fixation symbiotique d'azote de l'air de l'arachide plus intense.

- Niébé

Seules les données recueillies sur la production des gousses et des graines ont été analysées. A l'instar des résultats obtenus sur l'arachide, le niébé a manifesté une réponse favorable à l'accroissement des doses de résidus (graphique 8). Toutefois la production de matière sèche n'a pas atteint son optimum dans l'intervalle de doses (0 à 2 t/ha) testé. En effet, les différences entre les rendements entre les traitements : 1,5 t/ha et 2,0 t/ha, bien que non significatives, sont demeurées assez substantielles : 408 kg/ha et 283 kg/ha, respectivement pour les gousses et les graines.

CONCLUSION

La densité (D3) s'était montrée plus appropriée pour les variétés de maïs à durée cycle comprise entre 75-80 jours : Early Thaï, JDB, CP 75 dans les conditions d'expérimentation en station. C'est pourquoi elle a été testée dans le programme Recherche/Développement du PNVA. Les résultats obtenus cette année confirment ceux qui ont été obtenus durant les 3 années précédentes et militent en faveur d'une large diffusion au niveau des producteurs de maïs dans la région du Sine Saloum.

L'épandage de l'engrais NPK (8-18-27) en bandes localisées enfouies a produit des rendements en grains plus élevés que ceux obtenus par l'épandage à la volée, confirmant ainsi les résultats des 3 années précédentes. Cette technique de localisation permet non seulement d'accroître l'efficacité de l'engrais mais aussi de faire une économie substantielle sur la dose actuellement vulgarisée. C'est ainsi que cette technique va être vulgarisée sur la culture du maïs dans le cadre du PNVA (Programme National de Vulgarisation Agricole).

L'intérêt de l'apport d'engrais 8-18-27 sur la culture du maïs pluvial reste indéniable à la dose de 200 kg/ha car une diminution de moitié de cette dose se traduit par une chute du rendement en grains de 50 %.

En effet direct, le rendement optimal du maïs_grain serait obtenu par l'épandage de 4 t/ha de fumier, dans les conditions de culture à la station de Nioro.

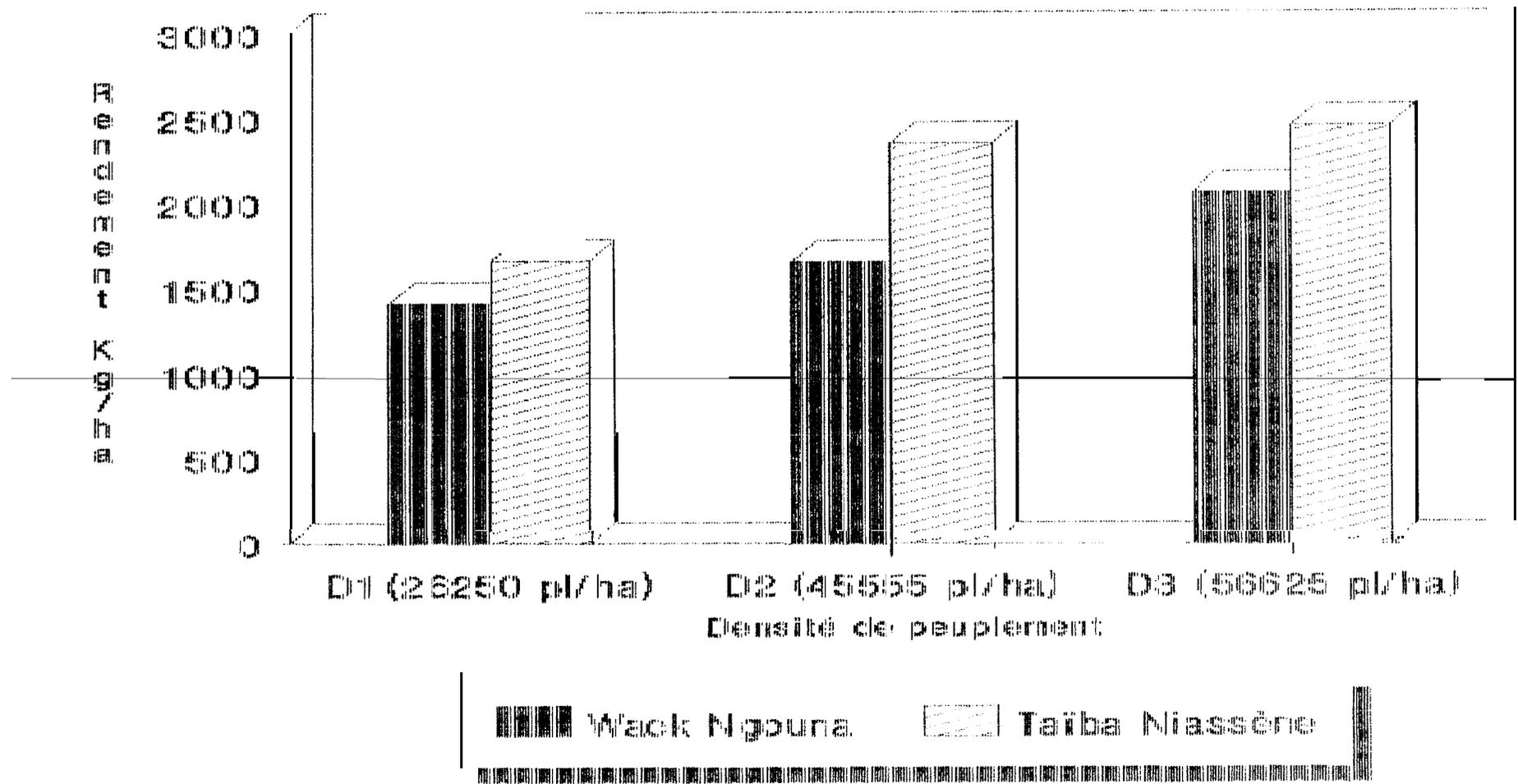
La fertilisation organo-minérale est nettement plus efficace sur la productivité du maïs en conditions pluviales que la fertilisation minérale.

Les résultats obtenus corroborent l'intérêt grandissant que les paysans de la zone d'intervention attachent aux résidus de transformation du poisson fumé comme source de fertilisation des terres. L'effet positif et quantifié de l'épandage des résidus sur la productivité des principales cultures explique la satisfaction manifestée par les producteurs.

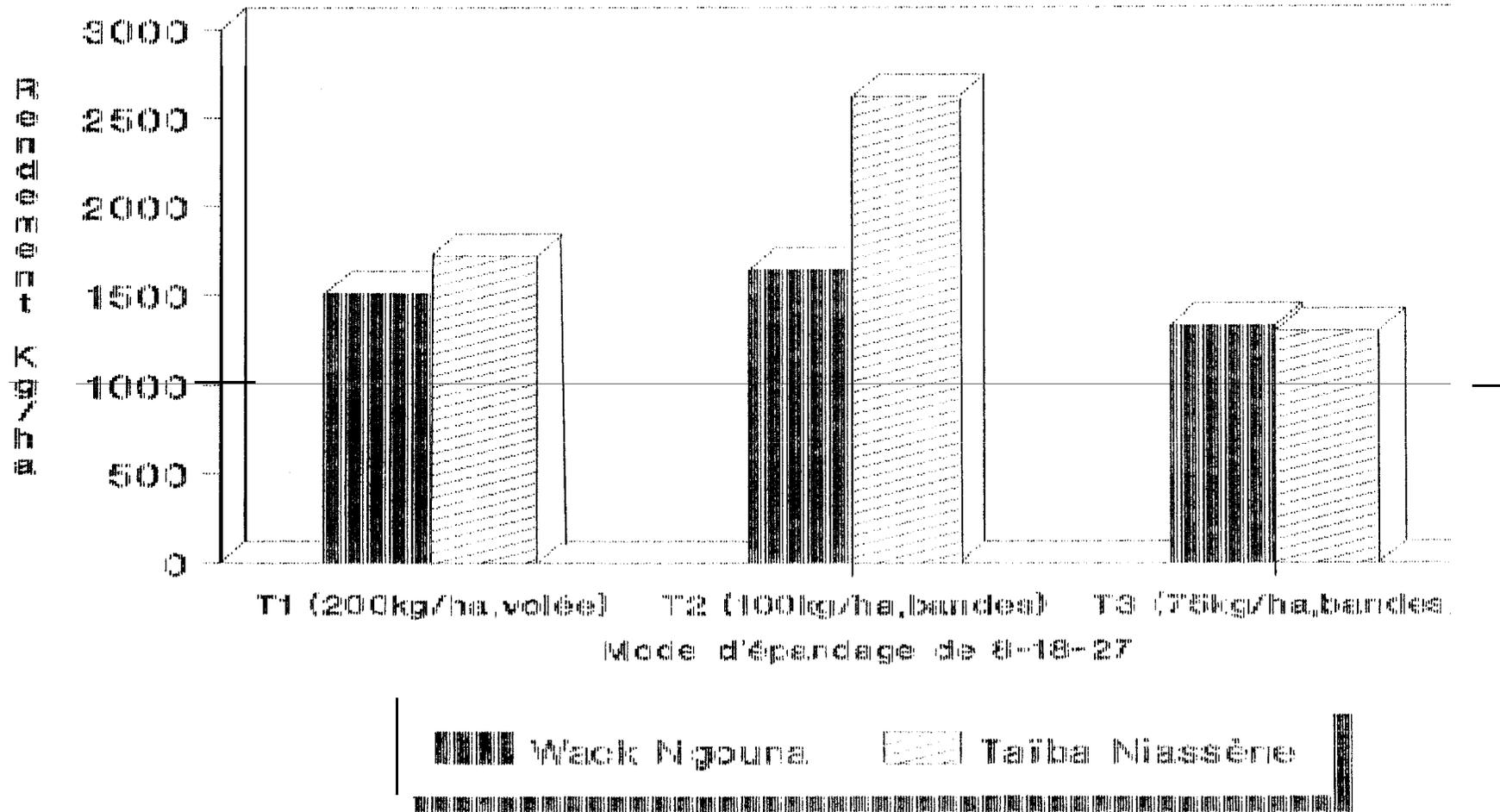
Ces premiers résultats ont permis de répondre, à la question quelle dose appliquée pour un site et une culture donnés. Ainsi pour les cultures céréalières, la dose de 4 t/ha de résidus épandus en surface a permis d'atteindre des rendements

supérieurs à ceux obtenus par la fumure minérale vulgarisée ou recommandée. Pour l'arachide et le niébé la dose de 2 t/ha serait plus appropriée pour une production optimale de ces légumineuses. Toutefois pour un objectif de production fourragère, des doses supérieures à 2 t/ha de résidus pourraient faire l'objet d'investigation sur le niébé fourrager.

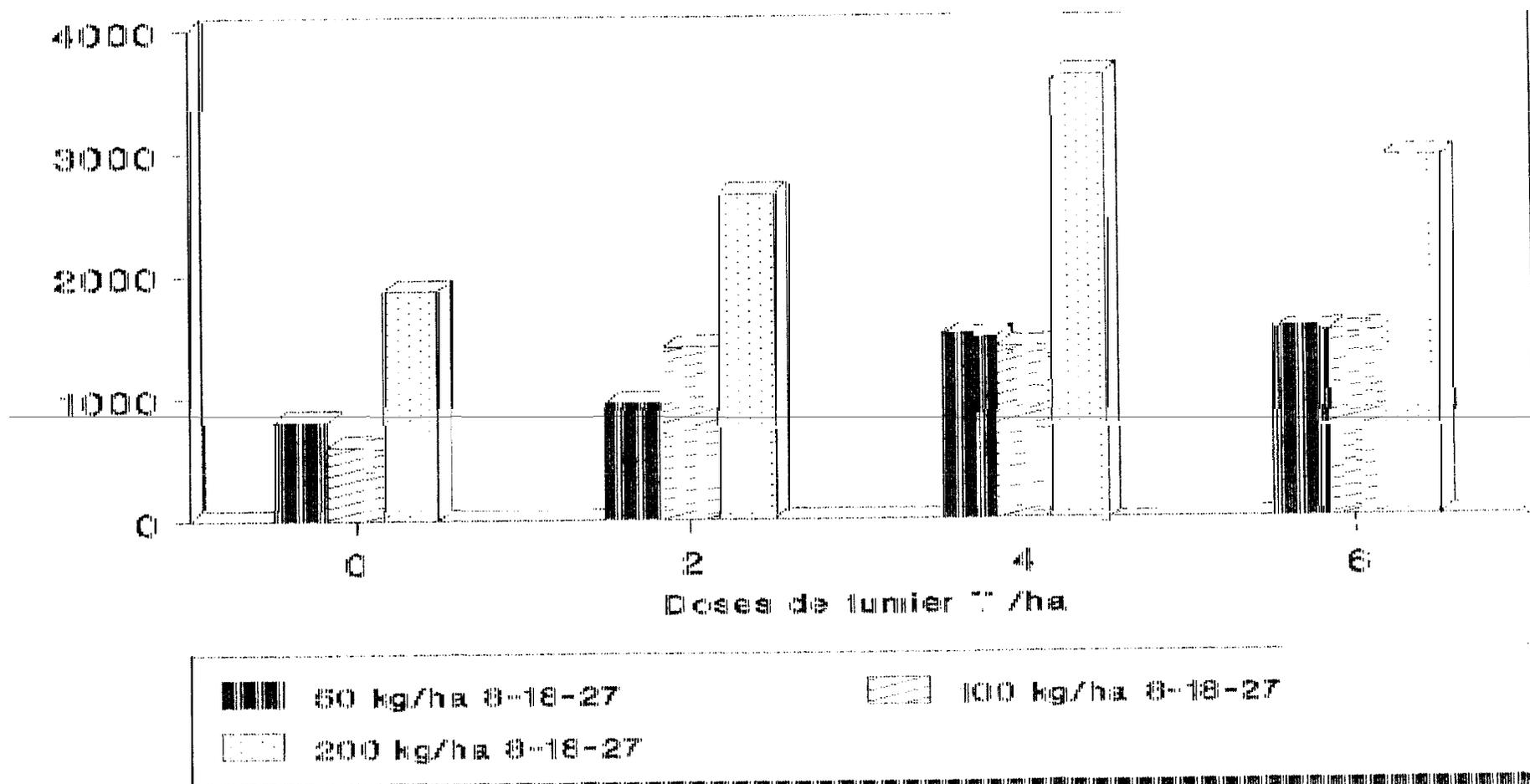
Graphique 1 : Effet de la densité de peuplement sur le rendement du maïs-grain variété JDB



Graphique 2 : Effet du mode d'épandage de 8-18-27 sur le rendement du maïs grain JDB.

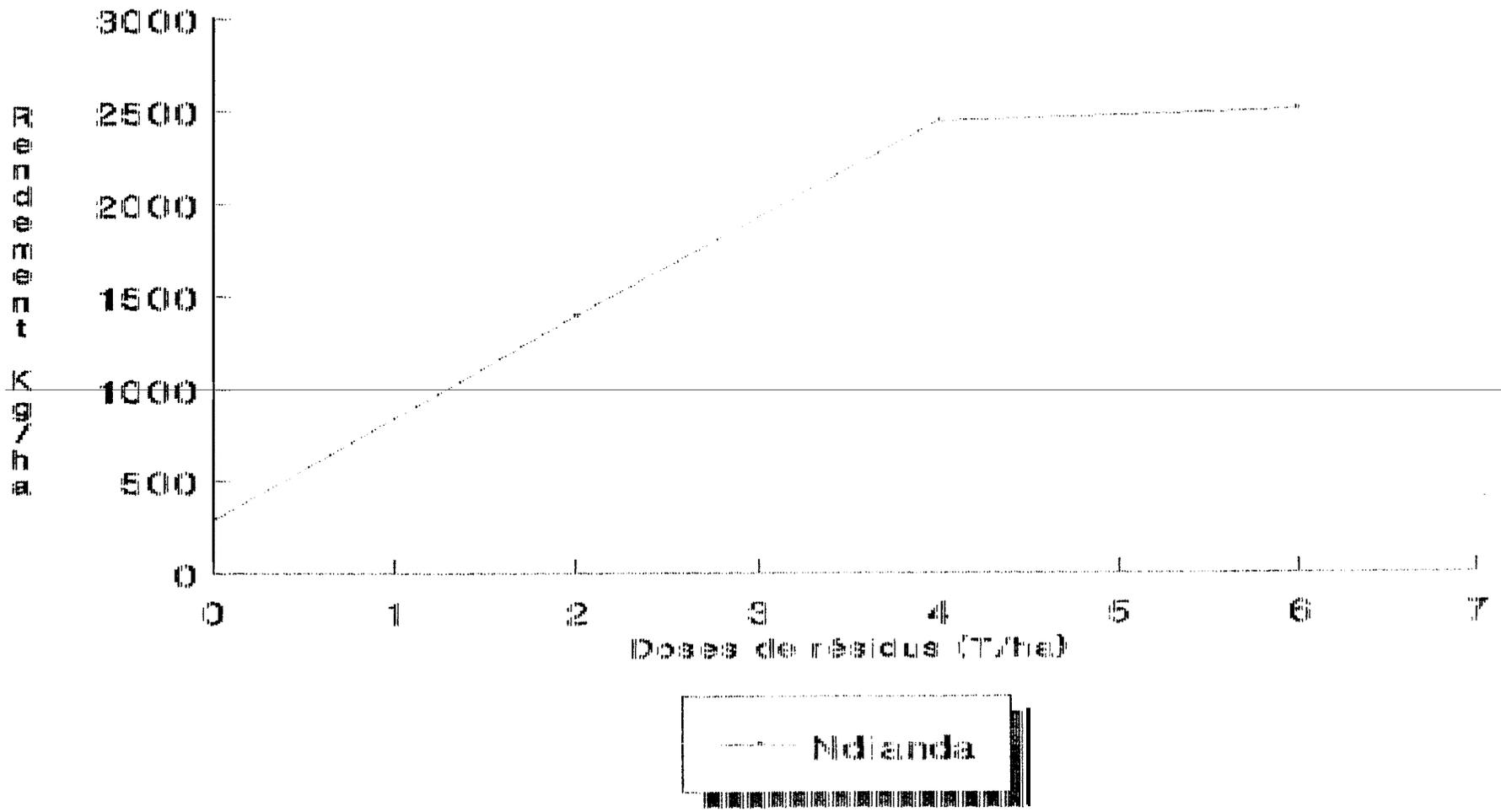


Graphique 3 : Effet de la combinaison 8-18-27 X fumier d'étable sur le rendement du maïs grain



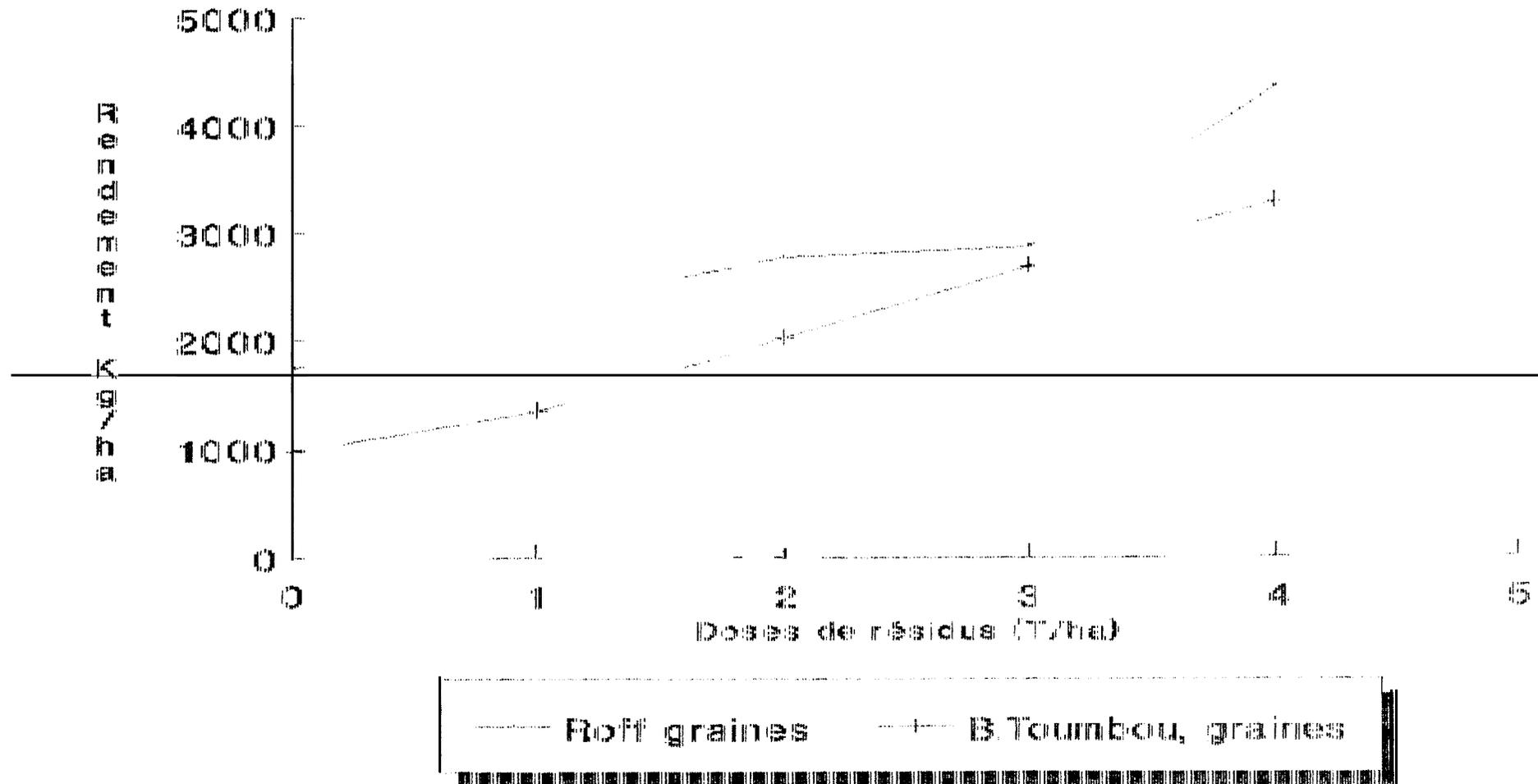
Graphique 4 :

Effet des résidus de transformation du poisson sur le rendement du mil (souma3

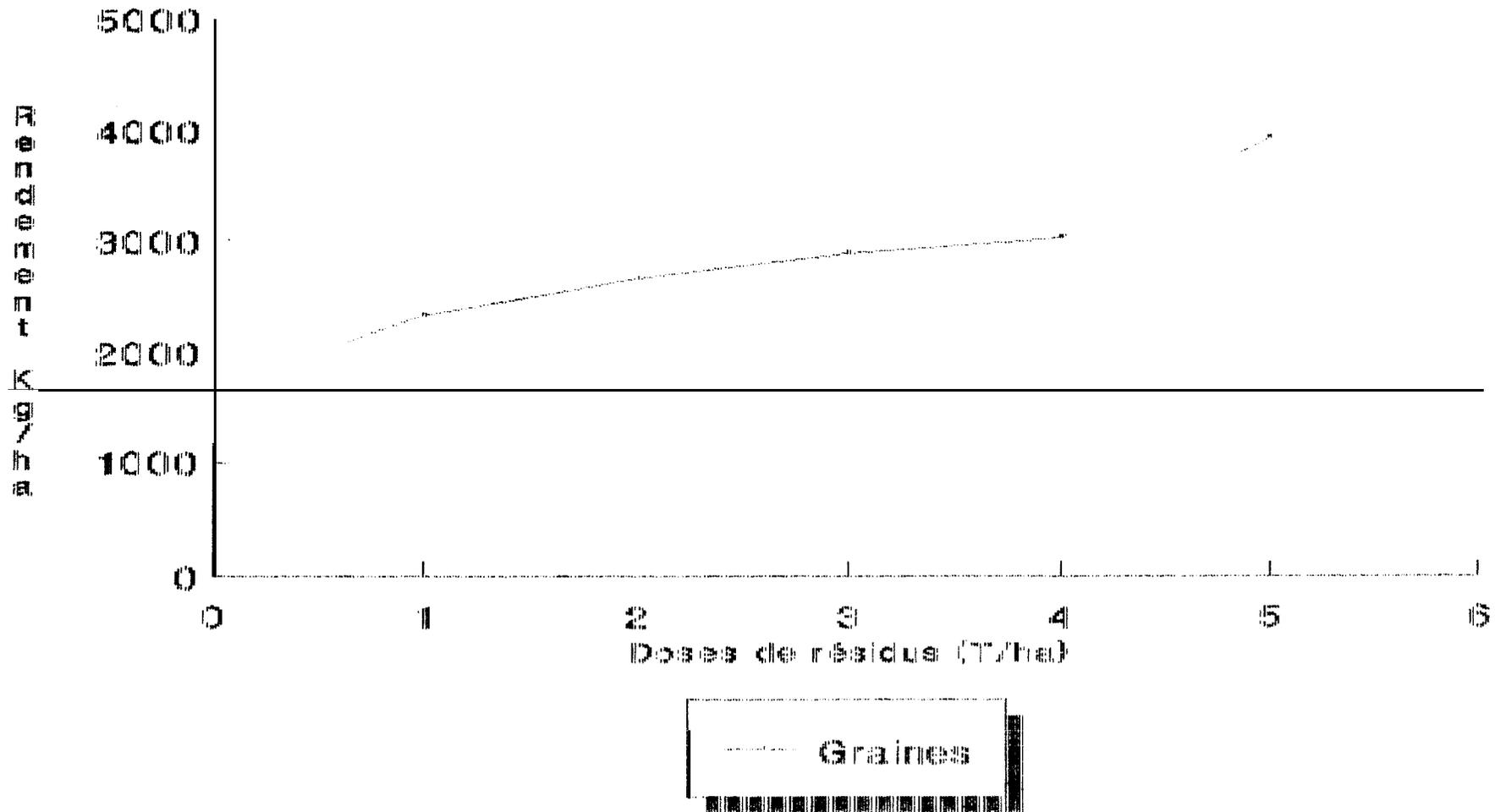


Ndianda (c.r. de Ngouména)

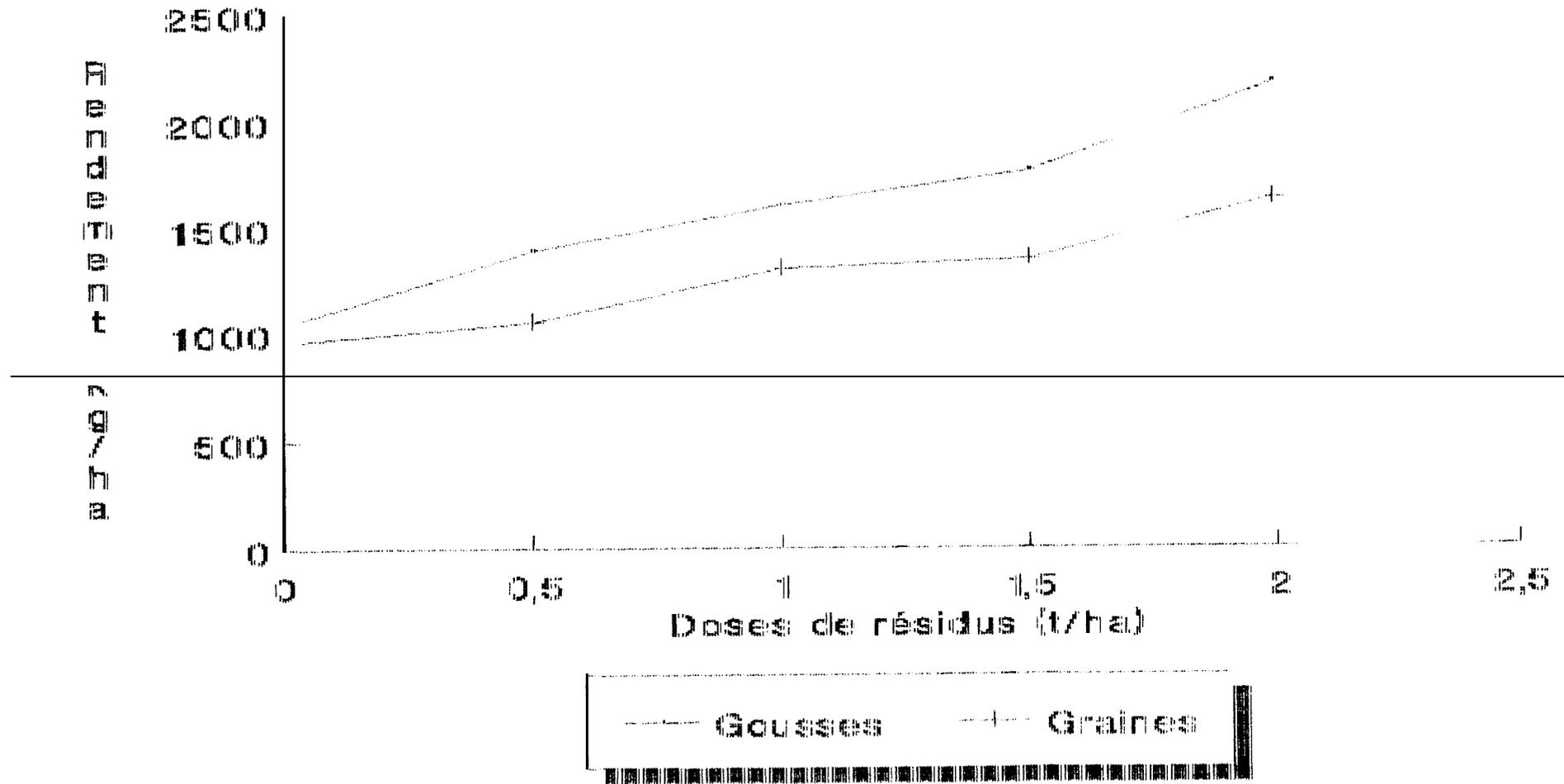
Graphique 5: Effet des résidus de transformation du poisson sur le rendement de maïs



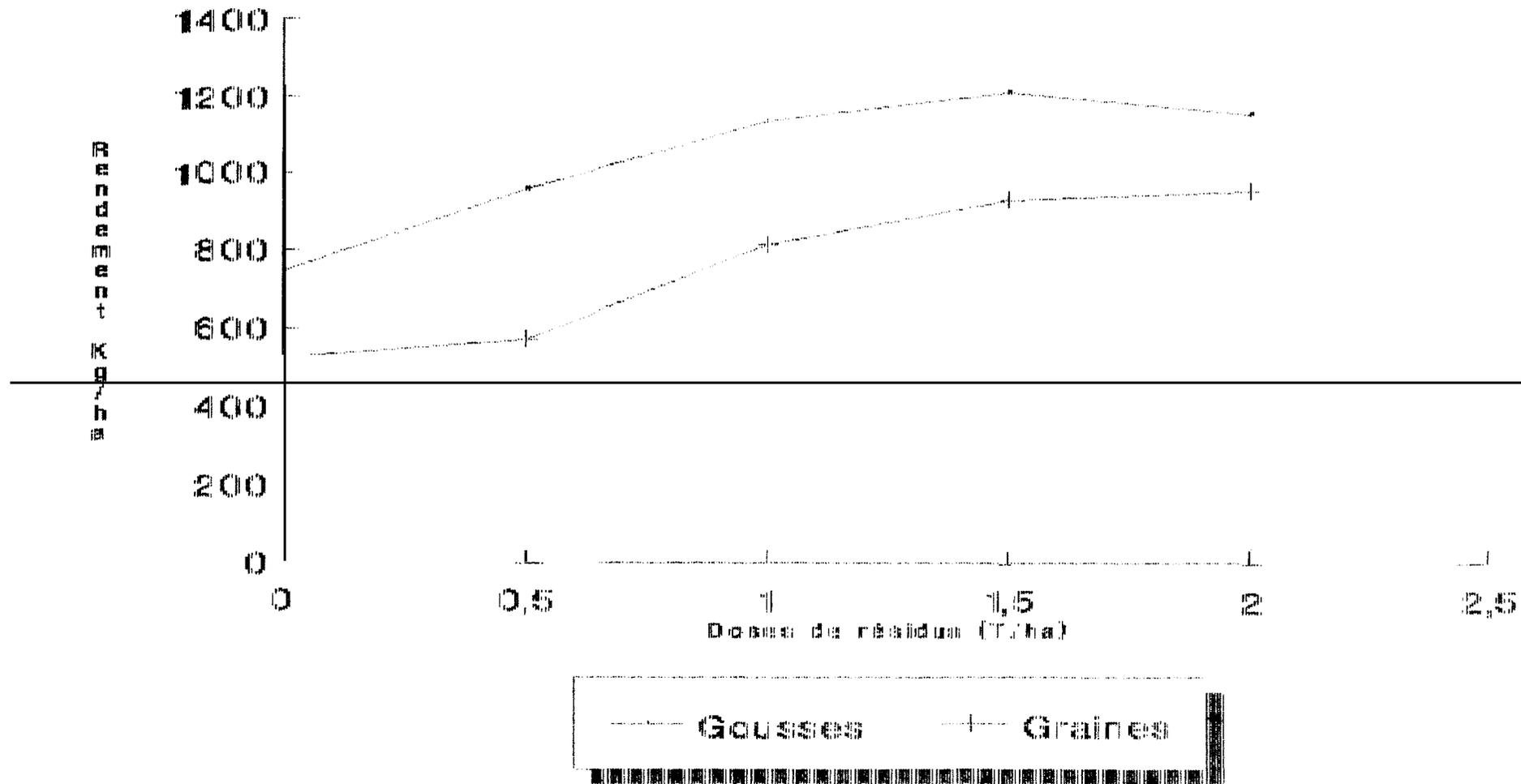
Graphique 6 : Effet des résidus de transformation du poisson sur le rendement du sorgho



Graphique 7: Effet des résidus de transformation de poisson sur le rendement du niébé



Graphique 8: Effet des résidus de transformation du poisson sur le rendement de l'arachide



Fadia (communauté rurale de Ngazun) (km)