

Contribution à l'étude de la fertilisation minérale du blé dans la région du Mugamba (Burundi)

J.J. Schalbroeck et R. Baragengana*

Key words : Mineral fertilization - Wheat - Burundi.

Résumé

La fertilisation minérale du blé a été étudiée avec la variété Romany au cours des secondes saisons culturales 1984 et 1985 dans 38 exploitations de la région naturelle du Mugamba. L'apport de 30 unités/ha de K n'a pas eu d'incidence significative sur les rendements. L'apport de 40-40 unités NP/ha a augmenté significativement les rendements par un effet de l'N sur les hygrokaolisols et les sols bruns et par un effet du P sur les kaolisols humifères. Cette fumure, plus rentable sur les hygrokaolisols et les sols bruns que sur les kaolisols humifères, a augmenté les rendements surtout par un accroissement du nombre de grains/épi. Son efficacité sur la croissance (poids des pailles/ha et hauteur des plants), sur le rendement et deux de ses composantes (nombre de grains/épi et poids des 1000 grains) décroît avec l'augmentation de la fertilité du sol. Sur les hygrokaolisols et les sols bruns, les suppléments de production par apport de 40-40 unités NP/ha sont estimés à 39 et à 16% lorsque les rendements sans engrais sont respectivement de 1300 et de 2000 kg/ha.

Summary

Studies on the effect of fertilizer on wheat were carried out in 38 farmers' fields in the Mugamba area during the 1984 and 1985 second crop growing seasons using the cultivar Romany. Application of 30 units/ha of K did not give a significant difference in the yield. When 40-40 units/ha of N and P respectively were applied, there was a significant increase in the yield due to N in hygrokaolisols and brown soils and to P in humiferous kaolisols. This fertilizer gave better returns in hygrokaolisols and brown soils than in humiferous kaolisols. It increased the yield by increasing the number of kernels/spike. Its efficiency on plant growth (weight of straw/ha and plant height), on yield and on two yield components (number of kernels/spike and weight of 1000 kernels) decreased as the soil fertility increased. In hygrokaolisols and brown soils, the yield increase due to application of the fertilizer 40-40 units NP/ha was estimated at 39% and 16% whereas the yield without fertilizer was 1300 kg/ha and 2000 kg/ha, respectively.

Introduction

La culture du blé (*Triticum aestivum* L.) au Burundi est surtout localisée sur la crête Zaïre-Nil. En 1984, les superficies en blé dans la région naturelle du Mugamba totalisaient 7700 ha dont 6600 ha en seconde saison culturale (mars à septembre). Les faibles rendements obtenus en milieu rural, de l'ordre de 1100 kg/ha avec la variété Romany sans fumure et sans sarclage, et l'importance socio-économique du blé en tant que culture de soudure expliquent en grande partie son faible taux de commercialisation, évalué à un maximum de 5% de la récolte (3, 17). Le recours à la fumure minérale du blé permettrait par un accroissement des récoltes d'en augmenter la part commercialisée sans mettre en péril sa fonction d'autosubsistance.

L'étude de la fertilisation minérale du blé a débuté en milieu rural en 1973 dans le cadre du Programme engrais de la F.A.O. Les résultats des parcelles de démonstration installées de 1973 à 1980 ont conduit à recommander l'application à la volée de 30-30-30

unités NPK/ha. Le supplément de production obtenu avec une telle fumure fut de 78% par rapport au témoin non fumé produisant 760 kg/ha en moyenne (8). L'efficacité de la fertilisation minérale en fonction des caractéristiques physico-chimiques et de la cartographie des sols n'a pu être étudiée par le Programme engrais de la F.A.O. Une telle démarche expérimentale permettrait cependant, comme le souligne Mouttapa (12), une meilleure interprétation des résultats, souvent contradictoires lors d'essais de fertilisation, et des recommandations plus précises aux agriculteurs.

La présente étude détermine dans un premier temps l'incidence sur les rendements de diverses fumures minérales en relation avec les types de sol les plus représentatifs du Mugamba. Elle précise ensuite l'incidence de la fumure minérale sur la plante au travers de quelques paramètres de croissance et de rendement (hauteur des plants, poids des pailles/ha, nombre d'épis/m², nombre de grains/épi et poids des 1000 grains).

* Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU), B.P. 795 Bujumbura, Burundi.
Reçu le 17.02.87 et accepté pour publication le 15.09.87

Relations fumure-sol- plante

Matériel et méthodes

L'essai, réalisé en 1984 chez des agriculteurs du Mugamba, a comparé, avec la variété Romany, les cinq objets suivants : témoin sans fumure minérale, apport de 40 et de 60 unités d'N/ha, apport de 40-40-0 et de 40-40-30 unités NPK/ha. Le dispositif expérimental fut celui des blocs aléatoires complets avec 24 répétitions et des parcelles élémentaires de 10 m², chaque répétition étant installée dans une exploitation différente.

Les engrais, appliqués sous forme d'urée, de superphosphate triple et de chlorure de potasse, ont été épandus à la volée puis enfouis légèrement dans le sol au moment des semis. Ceux-ci ont été réalisés de mi-mars à mi-avril en lignes espacées de 20 cm à raison de 100 kg de grains/ha. Toutes les parcelles ont été sarclées.

Les analyses physico-chimiques du sol, effectuées avant le semis sur un échantillon composite de 9 prélèvements pour l'horizon cultural (Ap) et l'horizon sous-jacent ont permis de ranger les sols de chaque exploitation dans la classification INEAC (20).

Résultats et discussion

Classification, distribution et caractéristiques physico-chimiques des sols des exploitations

D'après Opdecamp et al. (15), la région naturelle du Mugamba comporte deux grands ensembles pédologiques situés de part et d'autre de l'axe reliant Bugarama à Muramvya. Le nord du Mugamba est surtout constitué d'hygrokaolisols et occasionnellement de sols bruns kaoliniques alors que dans le sud du Mugamba dominant les kaolisols humifères.

Les 24 exploitations peuvent se répartir en deux classes selon les caractéristiques physico-chimiques du sol. Dix exploitations du Sud-Mugamba furent situées sur des kaolisols humifères et 14 exploitations du Nord-Mugamba sur des sols non-humifères, soit 12 sur des hygrokaolisols et 2 sur des sols bruns. Les principales caractéristiques chimiques des sols de chaque classe sont synthétisées au tableau 1.

Les kaolisols humifères sont caractérisés par une accumulation d'humus pouvant atteindre localement 1 m de profondeur ce qui traduit une faible minéralisation de la matière organique. Ces sols sont lourds à très lourds (65 à 85 % d'argile) lorsqu'ils sont dérivés de schistes à influence basique ou de texture moins lourde (45 à 60 % d'argile) lorsqu'ils sont formés à partir de roches micacées acides. Malgré leur forte teneur en argile, ils possèdent une perméabilité élevée grâce à leur structure en microgranules argileux cimentés par le fer (pseudosables). Selon les critères mentionnés par

TABLEAU 1

Valeurs moyennes (X) et écarts-types (S) des principales caractéristiques chimiques de l'horizon culturel (Ap.) des 24 exploitations rangées par classe de sol.

Caractéristiques chimiques	Kaolisols humifères (10 exploitations)	Hygrokaolisols et sols bruns (14 exploitations)
	X ± S	X ± S
% m. org. (C. x 1.72)	10 ± 3	4 ± 1
S (még./100 g)	6.4 ± 2.3	7.8 ± 3.6
Ca (még./100 g)	4.0 ± 2.0	5.2 ± 2.8
Mg (még./100 g)	1.6 ± 0.8	2.0 ± 0.9
K (még./100 g)	0.8 ± 0.4	0.6 ± 0.3
pH (H ₂ O)	5.2 ± 0.4	5.8 ± 0.4
m	24 ± 19	6 ± 15

S = somme des cations échangeables (Ca + Mg + K + Na)

m = indice de Kamprath : 100 x Al/S + Al (9).

Boyer (4,5), l'horizon cultural des kaolisols humifères est bien pourvu en potassium échangeable. Leur teneur en cet élément est toujours supérieure au seuil de réponse aux engrais potassiques évalué à 0,15-0,35 még/100 g; les rapports Mg/K et $\frac{Ca + Mg}{K}$ sont, en outre, toujours inférieurs aux seuils de 25 et de 40 à 50 au-dessus desquels s'observe normalement un déséquilibre pour la nutrition potassique. Certaines exploitations pourraient cependant manifester des déficiences en Ca et en Mg induites par un déséquilibre entre ces éléments et le potassium lorsque les rapports Mg/K et $\frac{Ca + Mg}{K}$ sont respectivement inférieurs aux seuils de 3 à 4 et de 12 à 18. Les kaolisols humifères, fortement acides, contiennent souvent des concentrations élevées en aluminium échangeable pouvant provoquer des phénomènes de toxicité. L'indice m de Kamprath (9), exprimant le degré de saturation aluminique du complexe d'échange, peut atteindre localement 50. Olmos et Camargo (14) et Munzilli et Kalckmann (13), cités par Boyer (6), estiment à m = 45 - 50 le seuil au-dessus duquel la culture de la majorité des plantes n'est plus possible et à m = 5 - 10 le seuil en dessous duquel il n'y a pratiquement plus de risque d'intoxication aluminique.

Les hygrokaolisols et les sols bruns, dérivés généralement de schistes à influence basique, sont lourds à très lourds (65 à 85 % d'argile). Ils sont mieux pourvus en bases échangeables que les kaolisols humifères et ne devraient pas induire des déficiences en potassium (teneur toujours supérieure à 0,35 még/100 g dans l'horizon cultural). Les risques de déficience en calcium et en magnésium par un déséquilibre entre ces éléments et le potassium sont plus faibles dans ces sols que dans les kaolisols humifères. Les hygrokaolisols et les sols bruns sont, d'autre part, moins acides que les kaolisols humifères et ne contiennent qu'exceptionnellement de fortes concentrations en aluminium échangeable (indice m de Kamprath = 6, en moyenne).

D'une façon générale, les hygrokaolisols et les sols bruns sont plus fertiles que les kaolisols humifères ce qui expliquerait la différence moyenne de rendement de 25% observée dans les parcelles non fumées en faveur des exploitations situées sur des hygrokaolisols et des sols bruns (tableau 2). Une différence moyenne de rendement de 25% entre ces deux classes de sol a, par ailleurs, également été observée en 1984 avec la variété Romany dans le cadre d'une expérimentation sur les terroirs à blé et à triticales (19).

TABLEAU 2

Incidence de la fumure minérale sur le rendement et la hauteur des plants du blé Romany selon le type de sol (année 1984).

Objets N — P — K Unités/ha	Rendements		Hauteur des plants (cm)
	t/ha	%T	
Kaolisols humifères (n = 10)			
0 — 0 — 0 T	1.35 a*	100	81 a
40 — 0 — 0 T	1.31 a	97	82 a
60 — 0 — 0 T	1.50 ab	111	81 a
40 — 40 — 0 T	1.63 b	121	81 a
40 — 40 — 30 T	1.63 b	121	86 a
Hygrokaolisols et sols bruns (n = 14)			
0 — 0 — 0 T	1.70 a	100	77 a
40 — 0 — 0 T	2.15 b	126	79 ab
60 — 0 — 0 T	2.26 b	133	82 b
40 — 40 — 0 T	2.26 b	133	88 c
40 — 40 — 30 T	2.38 b	140	89 c
Tous les sols (n = 10)			
0 — 0 — 0 T	1.55 a	100	79 a
40 — 0 — 0 T	1.80 b	116	80 a
60 — 0 — 0 T	1.94 bc	125	82 ab
40 — 40 — 0 T	1.99 bc	128	85 bc
40 — 40 — 30 T	2.06 b	133	88 c

* Les nombres suivis d'une même lettre ne diffèrent pas significativement entre eux au niveau de probabilité de 5% (plus petite différence significative).

Incidence de la fumure minérale

L'incidence de la fumure minérale sur le rendement et la hauteur des plants en relation avec les types de sol est reprise en tableau 2. Pour l'ensemble des 24 exploitations, chacune des quatre fumures a procuré un supplément de production mais sans effet significatif du potassium. La réponse à l'azote et au phosphore fut différente selon le type de sol.

Sur les kaolisols humifères, l'apport seul d'azote n'a pas eu d'effet significatif sur le rendement et l'effet bénéfique d'une fumure NP est dû uniquement au phosphore. L'inefficacité de la fumure azotée sur les kaolisols humifères peut être attribuée à une perte importante en azote nitrique par lessivage avant la montaison. Cette perte est, en effet, favorisée par l'application précoce de l'urée, les fortes précipitations d'avril (130 mm) et la vitesse élevée de lessivage de l'azote nitrique dans ces sols, évaluée à 3 mg/mm de pluie (11). L'efficacité de la fumure phosphatée sur les kaolisols humifères confirme les résultats des essais soustractifs de l'ISABU (10).

Elle serait due à une faible disponibilité en phosphore assimilable, caractéristique des terres fortement acides où une proportion importante du phosphore se trouve sous forme de composés ferriques peu solubles (4, 18).

Sur les hygrokaolisols et les sols bruns, par contre, l'apport seul d'azote a augmenté significativement les rendements et l'effet favorable d'une fumure NP est attribué principalement à l'azote. L'accroissement des rendements sur de tels sols par passage de 40 à 60 unités d'N/ha ne fut cependant pas significatif.

La fumure de 40-40 unités NP/ha fut plus rentable sur les hygrokaolisols et les sols bruns que sur les kaolisols humifères puisque les suppléments de production obtenus pour ces deux classes de sol furent respectivement de 570 et de 275 kg/ha.

L'inefficacité de la fertilisation potassique s'expliquerait par une disponibilité suffisante en potassium dans les 24 exploitations produisant sans apport d'engrais, 1550 kg/ha en moyenne. Ce résultat est à rapprocher de celui des essais soustractifs de l'ISABU: le fait de soustraire le potassium d'une fumure complète en N, P, K, Ca et Mg donnant entre 1100 et 1600 kg/ha n'a pas eu d'incidence sur le rendement (10). La faible efficacité de la fertilisation potassique a également été observée dans les parcelles de démonstration du projet CVHA où le rendement moyen sans engrais fut de 920 kg/ha: la différence de rendement entre les parcelles recevant 40-40-0 et 40-40-30 unités NPK/ha ne fut que de 100 kg/ha, soit 9%, en faveur de la fumure complète (16). Une différence identique de rendement a été obtenue en Ethiopie par le programme engrais de la F.A.O. entre les parcelles recevant 40-46-0 et 40-46-38 unités NPK/ha, le rendement moyen sans engrais étant compris entre 900 et 1000 kg/ha (2).

Sur des sols particulièrement peu fertiles, la fertilisation potassique peut, cependant, accroître significativement les rendements. Un essai factoriel de l'ISABU, réalisé sur un kaolisol humifère fortement désaturé en bases (pH 4.7) et produisant sans engrais 640 kg/ha, a mis en évidence un effet linéaire de doses croissantes de potassium (10). De même, dans les parcelles de démonstration du Programme engrais de la F.A.O., où le rendement moyen sans engrais fut de 760 kg/ha, l'application de 30-30-30 unités NPK/ha a procuré un supplément de production de 290 kg/ha, soit 27%, par rapport à une fumure de 30-30 unités NP/ha (8).

On notera toutefois que les sols peu fertiles ne sont pas toujours déficients en potassium. Ainsi, dans un essai soustractif de l'ISABU, réalisé sur un terrain acide dérivé de roches micacées, la déficience en potassium n'a pas été observée alors que le rendement du témoin sans engrais ne fut que de 540 kg/ha. Une déficience en calcium et/ou en magnésium a, par contre, été mise en évidence (10).

Les fumures azotée et potassique ont eu la même incidence sur la hauteur des plants que sur le rendement: pas d'effet du potassium quel que soit le type de sol et effet favorable de l'azote uniquement sur les hygrokaolisols et les sols bruns. L'application de phosphore n'a pas modifié la hauteur des plants sur les kaolisols humifères mais l'a augmenté significativement sur les hygrokaolisols et les sols bruns, laissant supposer que sur ces derniers sols l'apport de phosphore fut bénéfique à la plante même s'il ne s'est pas traduit par une augmentation significative des rendements.

Fumure, croissance et composantes du rendement

Matériel et méthodes

Un essai supplémentaire a été réalisé en 1985 afin d'étudier l'incidence d'un apport de 40-40 unités NP/ha sur le rendement, les composantes du rendement et la croissance de la variété de blé Romany. Cet essai fut conduit dans le nord du Mugamba où la fumure utilisée s'est avérée particulièrement rentable dans l'essai de 1984. Le dispositif expérimental comporte 14 répétitions, chacune étant installée dans une exploitation différente. Douze exploitations furent situées sur des hygrokaolisols et deux sur des sols bruns. Les engrais utilisés et leur mode d'application furent identiques à ceux de l'expérimentation de 1984. Les semis ont été effectués de fin mars à début avril à une densité de 140 kg de grains/ha en lignes espacées de 20 cm. Tous les champs ont été sarclés.

Les observations ont été réalisées sur 4.8 m² par parcelle unitaire. Elles ont porté sur le rendement, le nombre d'épis/m² et par plant, le nombre de grains/épi, le poids des 1000 grains, la hauteur des plants et le poids des pailles/ha. Le rendement et le poids des 1000 grains ont été convertis à 13 % d'humidité. La teneur en eau des pailles au moment des pesées était de 10 %.

TABLEAU 3

Incidence d'un apport de 40-40 unités NP/ha sur le rendement, les composantes du rendement et la croissance du blé Romany (année 1985).

Variabes	Sans engrais (T)	Avec engrais	% T
Rendement (t/ha)	1.37	1.74	127**
Nombre d'épis/m ²	335	315	94
Nombre d'épis/plant	1.06	1.06	100
Nombre de grains/épi	12.5	16.1	129***
Poids des 100 grains (g)	33.7	35.0	104
Hauteur des plants (cm)	75	91	121***
Poids des pailles (t/ha)	1.52	2.12	139**

** et ***: significatifs aux niveaux de probabilité de 1 et 0.1 % (plus petite différence significative).

Résultats et discussion

La fumure minérale a agi pendant la phase de croissance en augmentant significativement la hauteur des plants et le poids des pailles/ha sans modifier le nombre d'épis/plant. Son incidence sur le rendement fut liée essentiellement à une augmentation du nombre de grains/épi (tableau 3). L'efficacité de la fumure sur la hauteur des plants et le nombre de grains/épi fut d'autant plus marquée que le rendement, sans engrais, fut faible (figures 1 et 2).

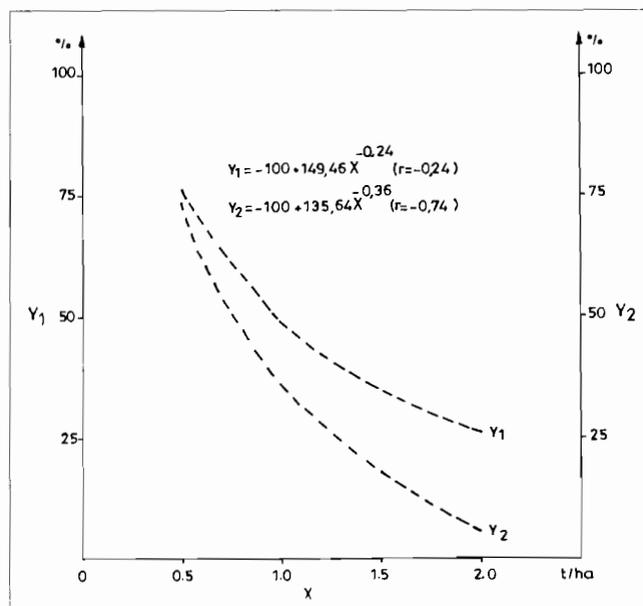


Figure 1. — Pourcentage d'augmentation du poids des pailles/ha (Y₁) et de la hauteur des plants (Y₂) par apport de 40-40 unités NP/ha en fonction du rendement (X) des parcelles non fumées (n = 14 exploitations de 1985).

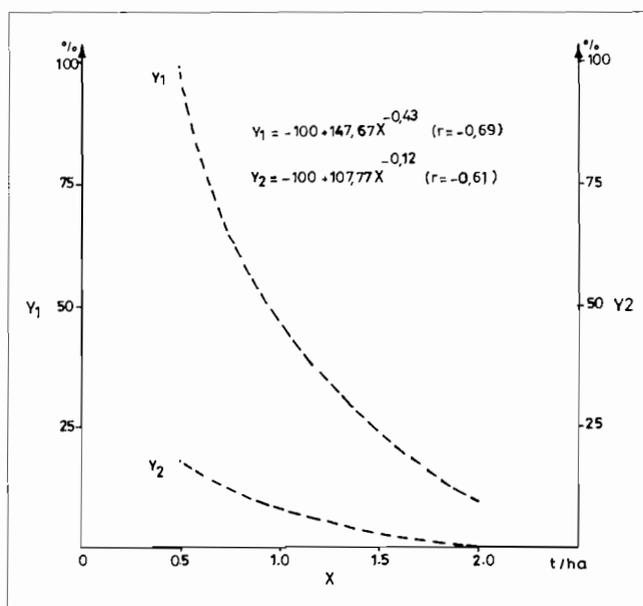


Figure 2. — Pourcentage d'augmentation du nombre de grains/épi (Y₁) et du poids des 1000 grains (Y₂) par apport de 40-40 unités NP/ha en fonction du rendement (X) des parcelles non fumées (n = 14 exploitations de 1985).

Bien que l'augmentation moyenne de 4 % du poids des 1000 grains ne fut pas significative, on ne peut en conclure que cette composante du rendement n'est pas influencée par la fumure. En réalité, elle augmente avec le nombre de grains/épi mais dans une proportion beaucoup plus faible (figure 3). Lorsque les rendements sans engrais sont de 700 et de 1400 kg/ha, la fumure accroît respectivement le nombre de grains/épi de 72 et de 28 % et le poids des 1000 grains de 13 et de 4 % (figure 2).

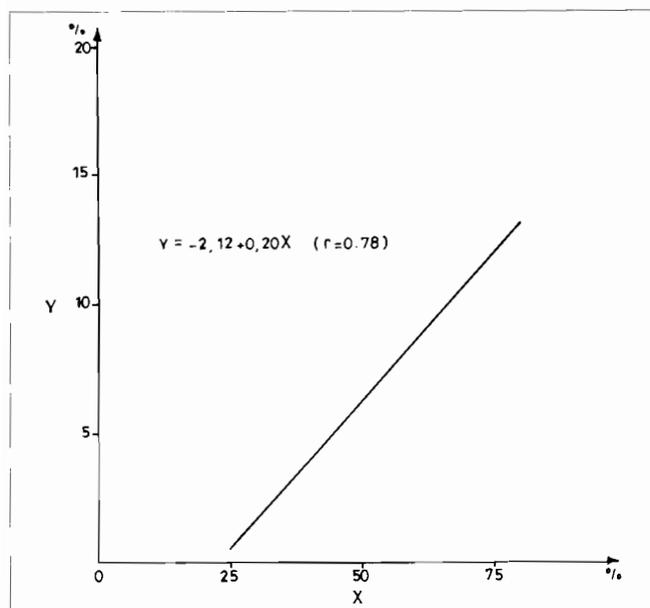


Figure 3. — Relation entre le pourcentage d'augmentation du nombre de grains/épi (Y) et celui du poids des 1000 grains (X) par apport de 40-40 unités NP/ha (n = 14 exploitations de 1985).

Le supplément de production, sous l'effet de la fumure, dépend également de la fertilité naturelle du sol. Les résultats des 28 parcelles expérimentales installées en 1984 et en 1985 sur des hygrokaolisols et des sols bruns indiquent que l'apport de 40-40 unités NP/ha a procuré une augmentation moyenne de rendement de 39 et de 16 % lorsque le rendement sans engrais fut respectivement de 1300 et de 2000 kg/ha (figure 4).

L'incidence de la fertilité naturelle du sol sur la croissance et les composantes du rendement peut être appréciée dans l'expérimentation de 1985 en mettant en relation ces variables avec les rendements des parcelles non fumées. Ceux-ci reflètent, en effet, dans une large mesure la fertilité naturelle des sols puisque les 14 parcelles d'observation, semées dans un laps de temps relativement court, ont bénéficié de conditions climatiques semblables. L'augmentation de la fertilité du sol a agi sur le blé comme la fumure minérale par un accroissement du nombre de grains/épi relativement plus important que celui du poids des 1000 grains et par un accroissement du poids des pailles/ha et de la hau-

teur des plants (figures 5 et 6). Elle fut sans effet sur le nombre d'épis/m², comme l'indique le faible coefficient de corrélation entre cette composante du rendement et le rendement (r = 0.14).

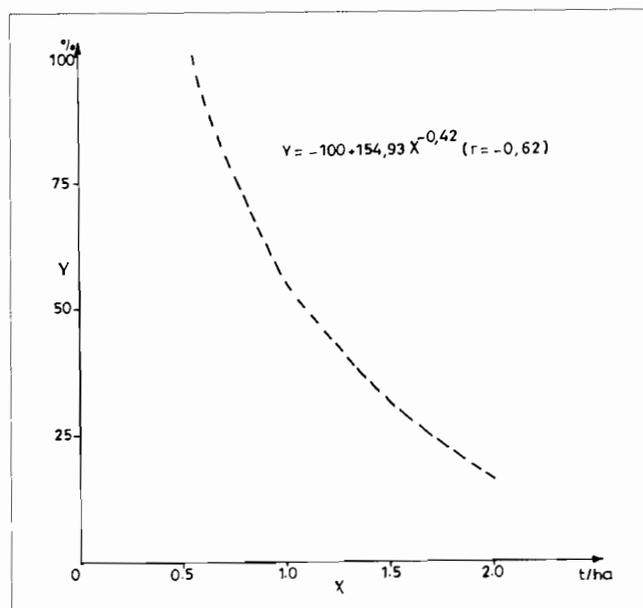


Figure 4. — Pourcentage d'augmentation du rendement (Y) par apport de 40-40 unités NP/ha en fonction du rendement (X) des parcelles non fumées (n = 14 exploitations de 1985).

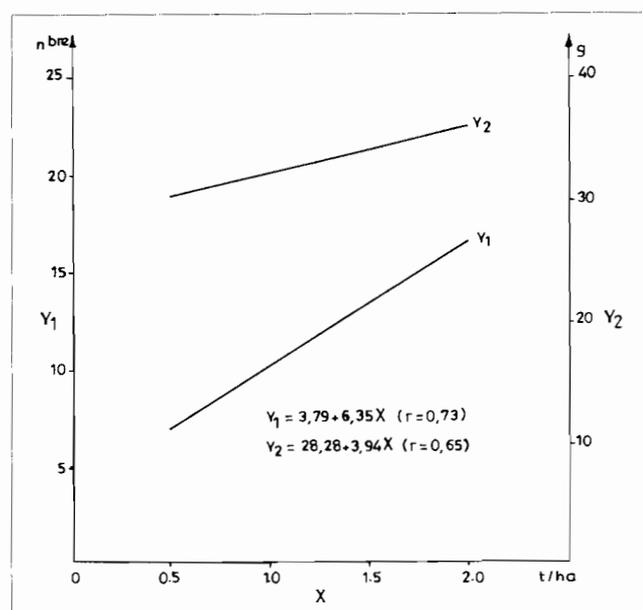


Figure 5. — Evolution du nombre de grains/épi (Y₁) et du poids des 1000 grains (Y₂) en fonction du rendement (X) des parcelles non fumées (n = 14 exploitations de 1985).

Conclusions

L'étude a montré l'efficacité faible à nulle de la fertilisation potassique du blé lorsque celui-ci produit au moins 900 kg/ha. Le rendement moyen du blé

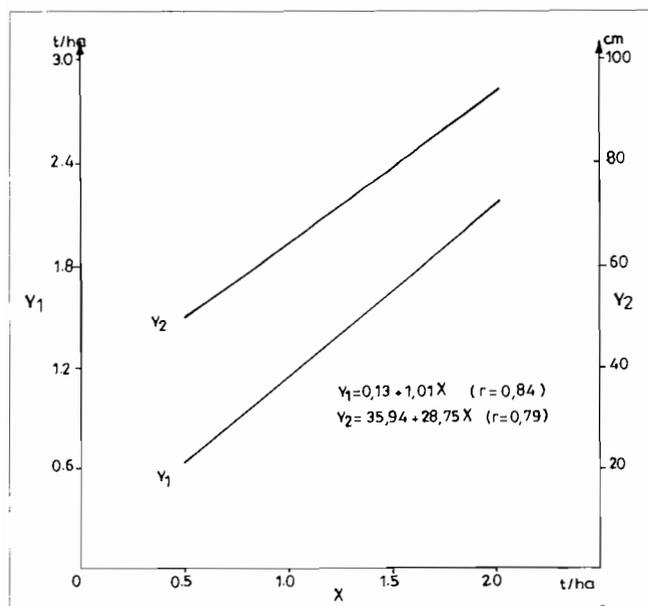


Figure 6. — Evolution du poids des pailles/ha (Y_1) et de la hauteur des plants (Y_2) en fonction du rendement (X) des parcelles non fumées ($n = 14$ exploitations de 1985).

Romany dans le Mugamba avec des pratiques culturales similaires à celles des essais (semis en lignes et sarclage) étant de 1300 kg/ha (17), on peut considérer que la fertilisation potassique y est d'un intérêt limité. Ce résultat est à rapprocher des recommandations courantes en matière de fertilisation minérale du blé en Afrique orientale. En Ethiopie, au Kenya et en Tanzanie, seule l'utilisation des engrais azotés et phosphatés est conseillée (7).

Selon Anderson (1), le blé ne répondrait à la fumure potassique en Afrique orientale que lorsque sa culture s'effectue sur des terres plus acides que celles qui lui sont traditionnellement réservées.

La fumure de 40-40 unités NP/ha a augmenté significativement les rendements, quel que soit le type de sol. Elle agit surtout par l'apport de phosphore sur les kaolisols humifères et par l'apport d'azote sur les hygrikaolisols et les sols bruns. Moins rentable sur les kaolisols humifères que sur les hygrikaolisols et les sols bruns, elle devrait être vulgarisée prioritairement dans le nord du Mugamba où dominant ces deux derniers types de sol.

L'effet bénéfique de cette fumure sur la hauteur des plants, le nombre de grains/épi, le poids des 1000 grains et finalement sur le rendement décroît lorsque la fertilité naturelle du sol augmente.

Dans le nord du Mugamba où le rendement moyen, sans engrais, du blé Romany se situe entre 1400 et 1600 kg/ha (15, 17), l'application, à la volée au moment du semis, de 40-40 unités NP/ha devrait procurer un supplément moyen de production de 25 à 35 %.

Remerciements

Les auteurs remercient les agronomes du Projet Cultures Villageoises en Haute Altitude (CVHA) ainsi que les personnes de l'ISABU, MM. Lays J.F. et Sindayigaya D. (†) du Service de pré vulgarisation, M. Ntukamazina R. anciennement au Programme blé-triticales, M. Opdecamp L. du Groupe fertilité des sols ainsi que Mme Kibiriti C. et MM. Gourdin J. et Hollebosch P. du Laboratoire de chimie agricole qui ont contribué à la réalisation des essais.

Références bibliographiques

- Anderson, G.D., 1973. Potassium responses of various crops in East Africa. *In* Le potassium dans les cultures et les sols tropicaux. C.R. 10e Coll. Inter. Potasse. Abidjan, 3-7 déc. 1973. pp. 413-437.
- Belaine, A.G., Ryan, R. and Sap, D., 1971. The FAO Fertilizer programme in Ethiopia. *In* Improving soil fertility in Africa. FAO soils Bull. 14. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. Rome. pp. 5-9.
- Bergen, D., 1985. Etude socio-économique sur la culture du blé dans le Mugamba. Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage. Burundi. ISABU. Publ. 81, 109 p.
- Boyer, J., 1970. Essai de synthèse des connaissances acquises sur les facteurs de fertilité des sols en Afrique inter-tropicale francophone. Comité des sols tropicaux. Londres, 14-16 juin 1970. 175 p.
- Boyer, J., 1973. Comportement du potassium dans les sols tropicaux cultivés. *In* Le potassium dans les cultures et les sols tropicaux. C.R. 10e Coll. Inter. Potasse. Abidjan, 3-7 déc. 1973. pp. 83-102.
- Boyer, J., 1976. L'aluminium échangeable: incidences agronomiques, évaluation et correction de sa toxicité dans les sols tropicaux. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. XIV, n° 4. pp. 259-269.
- CIMMYT, 1978. Report on wheat improvement. Centro International de Mejoramiento de maíz y trigo. El Batán, México. pp. 202-220.
- F.A.O., 1980. Programme des engrais et des intrants connexes (phases I et II) - Burundi - Conclusions et recommandations du projet. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. Rome. 119 p.
- Kamprath, E.J., 1967. Soil acidity and response to liming. Rech. Bull. 4. International Soil Testing Series. North Carolina State Univ. Agr. Exp. Sta., Raleigh.
- Landa, C., 1983. Vingt ans d'essais de fumure sur cultures vivrières au Burundi (1963-1983). Synthèse des résultats et recommandations. Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage. Burundi. ISABU, Publ. 35, 129 p.
- Landa, C., Gourdin, J. et Hollebosch, P., 1985. Incidence du lessivage des nitrates sur la fertilisation azotée du théier. Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage. Burundi. ISABU, Publ. 86, 31 p.

12. Mouttapa, F., 1973. Soil mapping in relation to the use of fertilizer in the humid tropics. *In* Le potassium dans les cultures et les sols tropicaux. C.R. 10e Coll. Inter. Potasse. Abidjan, 3-7 déc. 1973. pp. 71-82.
13. Munzilli, O. e Kalckmann, R.E., 1971. Analise de assistencia. Interpretação de resultados é determinação de niveis críticos. I Determinação de niveis de acidez. Bol. Univ. Fed. de Parassa. Agronomia nº 1 (Curitiba, Brésil).
14. Olmos, I.L.J. e Camargo, M.N., 1976. Ocorrência de alumenio tóxico nos solos do Brazil; sua caracterização e distribuição. *Ciencia e cultura* (Sao Paulo), 28, 2: 171-180.
15. Opdecamp, L., Schalbroeck, J.J., Gourdin, J., Hollebosch P. et Otoul C., 1987. Incidences des propriétés des sols du Mugamba sur les rendements du blé et du triticales. Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage. Burundi. ISABU, Publ. 108, 23 p. et annexes 10 p.
16. Projet Cultures Villageoises en Haute Altitude, 1984. Rapport annuel 1983. Ministère à la Présidence chargé du Plan. Burundi. 88 p.
17. Projet Cultures Villageoises en Haute Altitude, 1986. Rap. an. 1984-85 et programme d'intervention 1985-86. Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage. Burundi. 27 p.
18. Sanchez, P.A., 1976. Phosphorus, Silicon and Sulfur. *In* Properties and Management of Soils in the Tropics. Wiley-Interscience Publication. U.S.A. pp. 254-294.
19. Schalbroeck, J.J., 1985. Soil reaction as a criterion to identify farmland as suitable for wheat and triticales in the Mugamba region of Burundi. *In* Regional Wheat Workshop. Eastern, Central and Southern Africa and Indian Ocean. Njoro, Sept. 2-5, 1985. CIMMYT, Kenya pp. 271-276.
20. Tavernier, R. and Sys, C., 1965. Classification of the soil of Republic of Congo (Kinshasa). *In* Pedologie. Int. Symp. 3. Soil classification (Ghent). pp. 91-136.

J.J. Schalbroeck, Belge, ingénieur agronome (Université Catholique de Louvain). Chercheur à la division des cultures vivrières (ISABU).

R. Baragengana, Burundais, licencié en biologie (Université du Burundi). Chercheur à la division des cultures vivrières (ISABU).

COMMUNIQUÉ

Stages Internationaux de Formation Compost de broussailles

Contenu : enseignement pratique et théorique des méthodes Jean Pain : débroussaillage, broyage, imprégnation, mise en tas, placement des échangeurs et de la cuve de méthanisation, plantations.

Fréquence : 1 stage par an

Durée : chaque stage dure 11 jours

Epoque : première quinzaine de juillet

Lieu : Vielsalm (en collaboration avec le Min. de l'Agr. - Service Eaux et Forêts de Vielsalm).

Langue : le stage se donne en français, avec traduction simultanée possible en allemand, anglais et néerlandais.

Maîtrise : le stage est conduit par Etienne Bonvallet, le neveu de Jean Pain, qui a été associé en permanence à ses travaux de recherches.

Certificat : un certificat de fréquentation est décerné en fin de stage.

Pour de plus amples renseignements et la demande d'envoi des formulaires d'inscription, veuillez vous adresser au secrétariat du Comité Jean Pain asbl :

Avenue Princesse Elisabeth 18
B-1030 Bruxelles.
Tél. : 02/241.08.20

Sixth International Conference of Institutions of
Tropical Veterinary Medicine

on

"Livestock production and diseases in the tropics"

Achievements and Difficulties, Future Prospects
for Integrated Approaches

28th August — 1st September 1989

in

Wageningen, The Netherlands.

The 1989 Conference is focused on the analysis of achievements and difficulties in tropical animal health and production, on the impact of livestock production on the environment and socio-economic interactions, and on future prospects and strategies for the integration of animal health, production and farm systems. An analysis of the reasons for success and failure of livestock development will contribute a reliable base for effective planning and operation of livestock and animal health improvement projects in the future.

Conference languages will be English and French.

Tentative Programme

Plenary sessions with papers of invited speakers and brief communications of participants on the following topics: (two and a half days)

- Achievements and difficulties in the fields of tropical animal health and livestock species within different production systems
- Impact of animal production on the environment.
- Socio-economic aspects of livestock development.
- The role of the family and women in livestock management and development.
- Teaching and research requirements.
- Future aspects of the control of African trypanosomiasis.

Workshops (one day)

Three concurrent workshops on the analysis of reasons for achievements and difficulties within three different production systems.

Conclusions, prospects for future development and proposals for policies and strategies.

Contacts:

Prof. Dr. D. Zwart - Wageningen Agricultural University - Department of Tropical Animal Production - Marijkeweg, 40 - NL-6709 PG Wageningen - The Netherlands

Prof. Dr. J. Mortelmans, Chairman AITVM - Institut de Médecine Tropicale - Département de Production et Santé Animales Tropicales - Nationalestraat, 155 - B-2000 Antwerpen - Belgique

VIème Conférence Internationale des Institu-
tions de Médecine Vétérinaire Tropicale

sur

"Production et maladies animales sous les tropiques"

Réussites et Difficultés, Perspectives pour des
approches intégrées

28 août — 1er septembre 1989

à

Wageningen, Pays-Bas.

La Conférence de 1989 est centrée sur l'analyse des réussites et des difficultés en production et santé animales sous les tropiques, sur l'impact de la production animale sur le milieu et les interactions socio-économiques, sur les perspectives et les stratégies d'intégration en santé et production animales et systèmes d'élevage. Une analyse des raisons de succès ou d'échec du développement de l'élevage fournira une base solide pour l'élaboration et la mise en place de projets futurs d'amélioration de la production et de la santé animales.

La Conférence se tiendra en français et en anglais.

Programme Provisoire

Les sessions plénières s'organiseront autour des sujets suivants: (deux jours et demi)

- Réussites et difficultés dans les domaines de santé animale tropicale et du développement de l'élevage dans les différents systèmes de production.
- Impact de la production animale sur le milieu.
- Aspects socio-économiques du développement de l'élevage.
- Rôle de la famille et des femmes dans l'organisation et le développement de l'élevage.
- Besoins en formation et recherche.
- Aspects futurs de la lutte contre la trypanosomose africaine.

Ateliers de travail (un jour)

Trois ateliers de travail se dérouleront parallèlement sur l'analyse des raisons de succès ou d'échec selon trois différents systèmes de production.

Conclusions, perspectives de développement futur et propositions d'organisation et de stratégie.