

TROPICULTURA

1993 Vol. 11 N. 4

Trimestriel (mars - juin - septembre - décembre)

Driemaandelijks (maart - juni - september - december)

Se publica por año (en marzo - junio - septiembre - diciembre)



Crédit: J. Bernier

Editeur responsable / Verantwoordelijke uitgever
R. LENAERTS
AGCD - Place du Champ de Mars 5, Marsveldplein - ABOS
1050 Bruxelles/Brussel



SOMMAIRE / INHOUD / SUMARIO

EDITORIAL / EDITORIAAL / EDITORIAL

Comment optimiser la construction des formations dans les domaines techniques ?

Hoe de uitbouw van de vorming in de technische domeinen optimaliseren ?

¿ Como optimisar la construcción de las formaciones en los aspectos técnicos ?

G. Henry 129

ARTICLES ORIGINAUX / OORSPRONKELIJKE ARTIKELS / ARTICULOS ORIGINALES

Danger de tassement des alfisols de l'Ouest-Cameroun sous l'action des roues des engins agricoles lourds?

Effets sur le rendement du maïs *Zea mays* L. et de l'arachide *Arachis hypogaea* L. en culture pure et associée

Gevaar van bodemsamenrukking van een ferralthische bodem door traktorwielen te West-Kameroen. Invloed op het rendement van maïs *Zea mays* L. en aardnoten *Arachis hypogaea* L. in monokultuur en tussenplanting

Peligro de apisonamiento de "alfisols" del oeste camerunés bajo la acción de las ruedas de la maquinaria agrícola pesada. Efectos sobre el rendimiento del maíz *Zea mays* L. y el mani *Arachis hypogaea* L. en cultivo puro y asociado

G. Lawane & A. Daelemans 131

Utilisation des engrais biologiques dans la restauration de la fertilité d'un sol ferrugineux dégradé

Gebruik van biologische meststoffen in het herstel van de vruchtbaarheid van geerodeerde ferralthische bodems

Utilización de abonos biológicos en la restauración de la fertilidad de un suelo ferruginoso degradado

N. Mallouhi, F. Sarr & A. Kandji 136

Efficacité de la roche phosphatée de Matongo au travers d'un compostage sur une culture de pomme de terre sur un sol acide de Rabiwo (Burundi)

Bemestingswaarde van di-ammoniumfostaat en fostaatrots uit Matongo toegevoegd tijdens het compostageproces en toegepast op een zure bodem uit de streek van Rabiwo (Campazi) in Burundi.

Comparación de la eficacia del "di-amino fosfato" y de la roca fosfatada de Matongo tratados con abono compuesto y aplicados en un suelo ácido de Rabiwo (Campazi) en Burundi

C. Van den Bergh, P. Kakana, P. Sota & J.B. Rwigema 142

Etude comparative de deux techniques de travail du sol dans les terres en pentes

Vergelijking van twee bodembewerkingstechnieken op hellingen

Estudio comparativo de dos técnicas de trabajo del suelo en terrenos de ladera

S. Chehaibi, T. Mansouri & M. M. Belhadj 147

The beneficial effect of dual inoculation of vesicular-arbuscular mycorrhizae + rhizobium on growth of white clover

L'effet bénéfique d'une double inoculation de mycorrhizae et rhizobium vesiculo-arbusculaire additionnée de rhizobium à la croissance du trèfle blanc.

Het gunstige effect van een gecombineerde inoculatie van vesiculo-struikachtige mycorrhizae en van rhizobium op de groei van witte klaver

El efecto benéfico de una inoculación doble de mycorrhizas y rizobium vesículo-arbustiva adicionada de rizobium sobre el crecimiento del trébol blanco

X-g. Lin, W-y. Hao & T-h. Wu 151

NOTES TECHNIQUES / TECHNISCHE NOTA'S / NOTAS TECNICAS

Note rétrospective sur l'histoire de la pomme de terre *Solanum tuberosum* dans l'Est du Zaïre

Terugblik op de historie van de aardappel *Solanum tuberosum* te Oost-Zaïre

Nota retrospectiva sobre la historia de la papa *Solanum tuberosum* en el este del Zaïre

N. Ngoy Kadibwe 155

Coopération Internationale : Le Centre Sahel

Internationale samenwerking : Centraal Sahel

Cooperación Internacional : El Centro Sahel 159

Valorisation des savanes ferrallitiques du Haut-Ogooué au Gabon

Heropwaardering van ferralthische savannebodems van Opper-Ogooué in Gabon

Valoración de las sabanas ferralíticas del alto Ogooué en Gabon

J. Makita-Ngadi 163

Recherche d'un âge optimal de castration chez la race bovine Alur en système d'élevage extensif au Zaïre

Bepaling van de optimale leeftijd van kastratie in het Alur runderras in extensive fokkerij

Determinación de la edad óptima de castración de la raza bovina Alur en ganadería extensiva

M. Dibanzilua M. Nsambo, V. Wembola Lokando, D. Mamfuka B. Salula, A. Ngomo Lokombe, D. Nyamabo Wabo & F. Muhindo Mughuma 166

BIBLIOGRAPHIE / BOEKBESPREKING / BIBLIOGRAFIA 170

INDEX VOLUME 11 / INDEX VOLUME 11 / INDICES VOLUMEN 11 173

EDITORIAL

Comment optimiser la construction des formations dans les domaines techniques ?

G. Henry

Que ce soit dans les pays les plus industrialisés ou dans les pays en développement, les besoins en personnel qualifié ne cessent d'augmenter, et ce dans tous les domaines de la vie professionnelle et sociale. Si les pays riches peuvent, et encore, se permettre de gaspiller une partie de leurs ressources en dispensant des formations inadéquates et/ou présentant une faible efficacité, il n'en va pas de même dans les pays moins avancés où les ressources sont parcimonieusement comptées.

Une optimisation de la qualité des formations requiert une planification rigoureuse. Or, force est de constater que dans les pays francophones, les curriculum de formation sont rarement construits en tenant compte de cette exigence. Il est d'ailleurs encore fréquent que ce terme de curriculum soit abusivement utilisé en tant que synonyme de programme. Le concept de curriculum de formation est bien plus vaste. Selon C. Strauven, "un curriculum désigne des opérations plus vastes et plus complexes et il consiste en une série d'actions *planifiées* nécessaires à la réalisation d'une formation. Il désigne aussi bien l'ensemble des contenus et des directives concernant une formation s'étendant sur une ou plusieurs années ou sur quelques jours que la mise au point d'un manuel scolaire ou d'une séquence d'apprentissage de quelques heures".

Les actions planifiées du développement d'un curriculum de formation sont les suivantes:

- la détermination des objectifs pédagogiques ou des compétences que le curriculum doit réaliser, en relation avec les finalités assignées à la formation;
- la détermination des contenus-matières ou des contenus disciplinaires;
- les propositions concernant les processus de formation: processus d'enseignement et processus d'apprentissage;
- les supports pédagogiques à utiliser, c'est-à-dire les documents pédagogiques; le matériel didactique ainsi que les directives les concernant;
- les procédures d'évaluation auxquelles recourir;
- le curriculum concernant la formation des enseignants ou des formateurs. En effet, la modification d'un curriculum en place ou l'introduction d'un nouveau curriculum entraîne des conséquences quant aux pratiques pédagogiques des personnes chargées de son application sur le terrain.

Ce n'est cependant que très rarement que le développement d'un curriculum de formation est soigneusement exécuté en s'assurant systématiquement que chaque étape est bien exécutée en tenant compte d'un certain nombre de fondements méthodologiques décrits ci-après.

Une première étape indispensable, si on veut que la formation réponde aux nécessités des formés consiste, en une analyse rigoureuse des besoins en formation. Selon Barbier et Lesne, "il y a analyse de besoins en formation lorsque l'étape de production d'objectifs relatifs aux compétences des individus dans leurs actions quotidiennes fait l'objet de procédures développées et volontaires". S'il n'existe pas de procédure *ne varietur* de recueil des besoins, ni de modèle théorique admis par tous, il n'en demeure pas moins que cette étape est extrêmement importante et que l'identification des objectifs à poursuivre prioritairement est indispensable si on veut qu'il y ait congruence entre ceux-ci et les besoins réels des futurs formés.

Quels sont les moyens utilisés en vue d'identifier les besoins?

- Le recueil d'informations grâce à l'analyse de documents officiels, mais aussi, grâce à l'observation de ce qui se passe sur le terrain.
- Les questionnaires à réponses ouvertes et/ou fermées adressés au public concerné. Ils peuvent également être adressés à d'autres personnes dont les connaissances et les expériences contribueront à clarifier la situation.
- L'entretien et l'analyse de cas; l'entretien présente l'avantage de solliciter l'expression spontanée, expression qui n'est pas innocente, le vocabulaire utilisé étant chargé de signification.

- Les discussions de groupe. Il est des personnes que l'on évitera de rassembler en même temps; dans certaines cultures, les jeunes ne s'expriment pas en présence des personnes âgées, ni les femmes en présence des hommes. Jouent également, les rapports de force ou de pouvoir ainsi que les propositions hiérarchiques dépendant du statut des individus en présence.

Une fois les besoins en formation identifiés et les objectifs définis, il importe de développer les outils (guides destinés aux maîtres, manuels à l'intention des élèves, matériel didactique adéquat,...) que l'on utilisera au cours des formations. C'est à ce moment également que l'on définira les processus d'enseignement que l'on va proposer aux formateurs, les processus d'apprentissage que l'on souhaite voir les formés mettre en œuvre ainsi que les procédures qui serviront à l'évaluation.

Bien que cela soit rarement le cas, il est indispensable que cette phrase de mise au point d'outils (de formation et d'évaluation) et de processus (de formation et d'apprentissage) fasse l'objet d'une évaluation systématique afin de remédier le plus vite possible aux imperfections constatées ou à une faisabilité insuffisante de certaines actions projetées. En parallèle, on accordera aussi une attention toute particulière à la formation continue des formateurs, surtout si leur formation initiale a été insuffisante, que ce soit sur le plan technique ou pédagogique. Il conviendra d'être particulièrement vigilant si les modifications de curriculum sont importantes par rapport à ce qui se faisait auparavant.

Enfin, en bout de course, il conviendra de s'interroger tant sur l'efficacité interne que sur l'efficacité externe du curriculum de formation. On dira d'une formation qu'elle présente une bonne efficacité interne si elle amène la grande majorité des formés à la maîtrise des objectifs tels qu'ils ont été définis au départ. Cela peut, dans certains cas, être établi dans le cadre des examens certificatifs qui clôturent la formation, mais le plus souvent on préférera une évaluation systématique préparée spécifiquement à cet effet. L'efficacité externe doit également être un objet d'évaluation; elle concerne la capacité des formés de s'insérer dans la vie professionnelle à laquelle la formation les a préparés. Si des distorsions sont constatées à ce niveau, on peut vraisemblablement renvoyer à une analyse insuffisante ou mal posée des besoins et des objectifs.

En conclusion, on peut affirmer que la construction d'une formation dans un domaine spécialisé requiert de la part des concepteurs plus qu'un simple savoir technique dans le champ de la discipline, même si celui-ci est essentiel. Au sein de l'équipe de construction, doivent se retrouver, aussi, des compétences de type sociologique et pédagogique si on veut que les formations présentent une efficacité optimale. Une telle méthodologie de mise sur pied des formations est certes plus lente et plus coûteuse qu'une simple démarche empirique, mais, à terme, les bénéfices sont bien supérieurs.

Professeur G. Henry
Directeur du Service de Développement
et d'Évaluation de Programmes de formation
B32 - Université de Liège au Sart Tilman
4000 Liège 1

ARTICLES ORIGINAUX

OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

ORIGINAL ARTICLES

ARTICULOS ORIGINALES

Danger de tassement des alfisols de l'Ouest-Cameroun sous l'action des roues des engins agricoles lourds ? Effets sur le rendement du maïs *Zea mays* L. et de l'arachide *Arachis hypogaea* L. en culture pure et associée.

G. Lawane* & A. Daelemans**

Keywords: Maize *Zea mays* L. — Groundnut *Arachis hypogaea* L. — Soil compression — Yield — Plant spacing — Cultivation systems — Weeds.

Résumé

Le but de cette étude était de voir si dans des conditions normales de travail des alfisols de Bansa (Ouest-Cameroun), des effets négatifs de tassement des sols pouvaient être observés. Les paramètres suivants étaient étudiés: densités réelles et apparentes du sol labouré non compacté et compacté, rendements du maïs et de l'arachide en culture pure et associée, développement des racines du maïs et des parties aériennes du maïs et de l'arachide et l'effet de l'herbicide de pré-émergence Stomp sur les adventives.

Dans des conditions normales de travail du sol au début de la saison des pluies, des valeurs de compaction plus élevées que les naturelles n'ont pas été trouvées.

Le rendement en graines, la hauteur des tiges et la longueur des feuilles du maïs et de l'arachide et le développement racinaire n'ont pas été influencés significativement par le type de travail du sol.

Les valeurs des surfaces équivalentes relatives SER, 1,77 et 1,88 en sol travaillé compacté et en sol travaillé non compacté respectivement expriment un avantage de rendement des cultures associées par rapport aux cultures pures.

L'herbicide (Stomp) de pré-émergence a eu de faibles effets sur les mauvaises herbes notamment sur les cypéracées.

Summary

The aim of the study was to see if eventual negative effects of soil compaction on alfisols in Bansa could be observed under the normal tillage conditions. The following parameters were studied: the apparent and real soil densities of tilled and non compressed and tilled and compressed soils, the yields of maize and groundnuts as sole and intercropped plots, root development of maize and leaves and stem growth of maize and groundnuts and the effect of the pre-emergence herbicide (Stomp) on weeds.

Under the normal soil tillage conditions in the beginning of the rainy season soil compaction values were not higher than the natural ones.

Grain yields, stem height, leaf length of maize and groundnuts as well as root development were not significantly influenced by the type of soil treatment.

The values of land equivalent ratios (LER), 1.77 and 1.88 on tilled soil with compressing and on tilled soil without compression respectively showed an advantage of intercropping as compared to the sole culture. The pre-emergence herbicide (Stomp) had some effect on weeds except *Cyperus* sp.

1. Introduction

Le souci à l'heure actuelle des pays en voie de développement d'atteindre leurs auto-suffisances et voire exporter des produits agricoles, implique une augmentation de la production et de la productivité agricole. Cette augmentation est souvent réalisée par ces pays grâce à l'utilisation d'une agriculture moderne qui utilise souvent des tracteurs pour travailler le sol. C'est notamment le cas de la ferme d'application du Centre Universitaire de Dschang à Bansa, qui

laboure chaque année les champs de cultures au début des saisons de pluies. Lors de ce travail plusieurs passages sont exécutés pour labourer, émietter les grosses mottes de terre, épandre les engrais et les semences.

On peut se demander alors si ces travaux annuels, pouvant causer des tassements du sol, ne freinent pas aussi le développement normal des plantes ?

*C.U.Ds. Département des Productions Végétales, BP 222, Dschang, Cameroun.
Reçu le 10.10.91, accepté pour publication le 06.01.93.

L'objectif de cette étude est de voir si ces travaux du sol ont une influence significative sur le développement et le rendement du maïs et de l'arachide en cultures pure et associée.

2. Matériel et méthodes

2.1. Cadre de l'étude

L'étude s'est passée à environ 30 km de Dschang à Bansoa, chef-lieu d'arrondissement de Penka Michel à une altitude de 1400-1440 m sur un sol de cendres volcaniques couvrant les granites et les basaltes de l'ensemble de la zone (2).

Selon le USDA taxonomie du sol, il est classé comme un alfisol.

Les caractéristiques physico-chimiques du sol avant l'expérience étaient: 36% sable; 24% limon; 40% argile; pH 5-6; matière organique 6,50%; azote total 0,29%; saturation de bases 37,50%; Ca⁺⁺ 6,90 méq/100 g; Mg⁺⁺ 1,55 méq/100 g; K⁺ 0,22 méq/100 g; Na⁺ 0,04 méq/100 g; C.E.C. 23,30 méq/100 g; P assimilable 7 ppm.

La quantité de pluie tombée avant le cycle cultural concerné était de 70 mm (3). La station climatologique la plus proche est celle de Dschang qui se trouve à la même altitude et dans une région similaire. (tableau 1).

TABLEAU 1

Quelques données climatologiques de la Station IRA (Institut de Recherches Agronomiques) de Dschang pour l'année 1987 et moyennes de 1966-1987.

Mois	Pluie en mm	Température moyenne en °C	Insolation en heures
janvier	0	15,6	225
février	64	17,1	166
mars	126	17,2	146
avril	148	17,2	164
mai	104	17,1	146
juin	352	18,0	115
juillet	217	20,9	133
août	292	20,7	108
septembre	396	20,8	105
octobre	191	20,9	134
novembre	6	20,8	211
décembre	0	20,4	208
somme	1896		1863
moyenne 1966-1987	1883	18,9	1868

Le climat de Dschang et de Bansoa appartiennent au type de mousson-montagnard (sec et humide) et comporte deux saisons: une petite saison sèche de mi-novembre à mi-mars et une grande saison de pluies de mi-mars à mi-novembre.

2.2. Dispositif expérimental et labour du sol

L'essai en champ a été mis en place selon un dispositif factoriel split-plot avec travail du sol en split-plot et le système de culture (espacement et association: maïs et arachides) en facteurs complètement randomisés avec quatre répétitions.

Au début de la saison de pluie (le 5/3/87) le champ (50,4 m x 44,0 m) a été labouré au tracteur à une profondeur d'environ 25 cm. Afin d'étudier l'effet des passages du tracteur sur

le sol labouré, une partie a été compactée par les roues du même tracteur (dépourvu d'autres équipements) ayant pour surfaces de contact: roues avant = 581 cm² et arrière = 1037 cm² et exerçant une pression de 1,65 kg/cm².

Par parcelle 10 anneaux (cylindres) de sol sont prélevés à une profondeur de 10 cm. La densité apparente (Da) est calculée comme rapport du poids du sol séché à 105°C au volume du cylindre. A cause du manque d'un pycnomètre la densité réelle a été estimée par la méthode indirecte par l'augmentation de volume causée par l'ajout d'une quantité d'eau et d'échantillon du sol connu.

2.3. Systèmes de culture

Deux systèmes de culture de maïs (M) et d'arachides (A) en pur et associé (MA) ont été étudiés en trois différents espacements (E1, E2 et E3). En culture pure, le maïs, variété Z 290 composite de l'IRA à long cycle, a été semé à la main en lignes espacées de 60 cm et dans la ligne 45 cm, 35 cm et 30 cm pour le E1, E2 et E3 respectivement.

L'arachide, variété locale de Foubot à port érigé et de court cycle, en culture pure a été semée en lignes espacées de 30 cm et de 25 cm, 20 cm et 15 cm dans les lignes pour le E1, E2 et E3 respectivement.

L'arrangement géométrique de semis en culture associée était de 90 cm x 90 cm pour le maïs en E1 intercalant deux lignes d'arachides (30 cm x 30 cm). Pour E2 le maïs (60 cm x 60 cm) intercalait une seule ligne d'arachide en 30 cm dans la ligne. Le dispositif E3 comportait du maïs semé à 60 cm x 40 cm qui intercalait deux lignes d'arachides (30 cm x 30 cm).

L'herbicide de pré-émergence Stomp (pendiméthaline 1,6 kg m.a./ha) a été appliqué sur la moitié des parcelles aussitôt après le semis.

L'engrais complexe 20-10-10 d'une dose de 675 kg/ha a été enfoui à la main en une seule application.

2.4. Composantes du rendement

La récolte a été manuelle au stade graine non rayable à l'ongle pour le maïs et gousses matures (jaunissement de l'intérieur des coques pour l'arachide). Un échantillon par parcelle fut prélevé sur 4 m² et le poids sec des graines du maïs et de l'arachide déterminé.

Pour avoir une idée de l'effet du compactage sur la distribution des racines en profondeur, uniquement le maïs, avec système racinaire profond, a été choisi sur la parcelle de la culture pure avec système d'espacement E2, d'une part sur sol labouré compacté et sur sol non compacté. Un contre-plaqué gradué tous les 5 cm par des clous est enfoncé dans un trou à travers le système racinaire. Le profil est creusé de telle sorte qu'un côté coupe perpendiculairement l'axe de la tige du maïs. Les racines contenues dans la tranche de terre du contre-plaqué sont lavées, comptées et pesées tous les 5 cm.

Pour estimer l'effet du compactage sur la croissance de la partie aérienne, la taille (hauteur sol-bourgeon terminal) des plantes a été mesurée pendant trois fois à partir du 20e jour après semis à 6 jours d'intervalle sur les parcelles E2 compactées et non compactées.

3. Résultats et discussion

3.1. Densités apparente et réelle et compacité

Ces différents paramètres avec leurs coefficients de variation (C.V.) sont représentés dans le tableau 2. Ils ont été mesurés juste après le travail du sol et l'humidité correspondante était de 19% (C.V. 20%).

Le labour diminue la densité apparente du sol mais la compaction par le passage du tracteur a rendu cette densité au niveau de celle du sol adjacent non labouré, naturellement compacté (tableau 2).

TABLEAU 2
Résultats des analyses physiques (n = 10)

type travail du sol	densité apparente (g/cm ³)		densité réelle (g/cm ³)		compacité Da/Dr %
	Da	C.V.	Dr.	C.V.	
Parcelle labourée compactée	0,95	0,03	2,48	0,06	38
Parcelle labourée non compactée	0,88	0,04	2,57	0,05	34
Sol non labouré adjacent aux parcelles d'étude	0,92	0,04	2,49	0,04	37

Donc il n'y a pas eu de tassement excessif et dans des conditions normales de ce genre de travail du sol au début de la saison des pluies des valeurs de compaction plus élevées que les naturelles ne peuvent être trouvées. Comme généralement le travail du sol se fait après les premières pluies et non en pleine saison de pluie, le danger de tassement par des engins comme cités par plusieurs auteurs (1, 5, 6, 8, 9) n'est pas présent sur les alfisols de l'Ouest-Cameroun.

3.2. Rendements

Le tableau 3 présente les valeurs moyennes des rendements du maïs et de l'arachide suivant les différents traitements et le tableau 4 les moyennes de l'analyse factorielle.

TABLEAU 3
Rendements (kg/ha) moyens (n = 24) du maïs et de l'arachide en sol labouré non compacté et compacté

Espèce plante	Sol non compacté		Sol compacté	
	Culture associée	Culture pure	Culture associée	Culture pure
arachide	360	382	435	455
maïs	2187	2317	2077	2541

L'analyse de variance n'a montré aucune différence significative ni des facteurs pris isolément, ni d'interaction entre ces différents facteurs (tableau 4). Sauf l'espacement E2 s'est montré très significatif (P = 1%) par rapport aux autres espacements E1 et E3 dans le cas de l'arachide.

Puisque l'augmentation de la densité apparente par les travaux du sol n'a pas dépassé le niveau de celle du sol non labouré, on peut s'attendre à ce qu'il n'y ait pas de grande différence de rendement. La comparaison faite entre sol labouré compacté et non compacté revient ainsi à celle de labour normal et minimum. Les recherches menées par Lawane et Daelemans (7) sur le même sol adjacent n'ont pas non plus montré de différence significative de rende-

ment de maïs et d'arachides poussant sur le sol labouré normalement d'une part et sur un autre soumis au labour minimum.

TABLEAU 4
Analyse par traitement des rendements moyens (n=4) du maïs et de l'arachide (kg/ha)

Facteurs	Rendements	
	Maïs	Arachide
1) sol compacté	2310 a*	445 b
sol non compacté	2252 a	371 b
2) association		
oui	2200 a	403 b
non (pure)	2257 a	413 b
3) herbicide		
non	2275 a	422 b
2182 a		339 b
4) espacements		
E ₁	2258 a	396 b
E ₂	2389 a	566 c
E ₃	2038 a	263 b

* La séparation des moyennes s'est faite suivant le Duncan's multiple range test où les mêmes lettres appartiennent à la même classe.

En nous référant aux travaux effectués par Monnier (9) et Voorhees (14) qui ont montré que ce n'est qu'à partir d'une densité apparente de 1,4 à 1,6 g/cm³ que les racines du petit pois (*Pisum sativum* L.) commencent à manifester des difficultés de croissance, on ne peut donc pas s'attendre à une différence de rendement sur nos sols avec des densités apparentes de 0,88 à 0,95.

Les rendements moyens du maïs et de l'arachide en culture pure, tout espacement confondu, ne sont pas différents de ceux en culture associée. Ceci est probablement lié à une adaptation des plantes aux différentes configurations spatiales.

L'herbicide de pré-émergence Stomp n'a pas eu d'effet significatif sur les rendements, bien même que les parcelles traitées montraient durant trois semaines après le traitement un jaunissement et plusieurs jeunes plantes mourraient. Par conséquent, malgré son utilisation, ce désherbage chimique obligeait plusieurs interventions surtout à cause des repousses des cypéracées. L'utilisation d'un herbicide de pré-émergence n'a donc pas de sens économique dans un champ déjà envahi par des cypéracées, puisque plusieurs sarclages sont encore nécessaires.

3.3. Surfaces équivalentes relatives (SER)

La SER définie comme étant la surface nécessaire pour obtenir les mêmes productions en culture pure que sur l'unité de surface en associée permet de comparer les cultures associées et pures (4,5,11).

SER totale = ra/ra' + rm/rm' avec

ra = le rendement/ha de l'arachide en associé et ra' en pur, rm = le rendement/ha du maïs en associé et rm' en pur

Les valeurs des SER 1,77 en sol labouré compacté et 1,88 en sol labouré non compacté expriment un avantage de rendement de 77% et de 88% pour les cultures associées par rapport aux cultures pures; des cultures pures auraient donc exigé une superficie de terre supérieure de 77% et 88% pour atteindre les mêmes rendements qu'avec les cultures associées.

4. Comportement des plantes vis-à-vis du mode de travail du sol

4.1. Comportement des parties souterraines

La figure 1 illustrant l'allure de la distribution des racines en fonction de la profondeur, montre que la plupart des racines sont localisées dans la zone située en surface (10-25 cm) et plus en profondeur dans la partie labourée non compactée (25-35 cm).

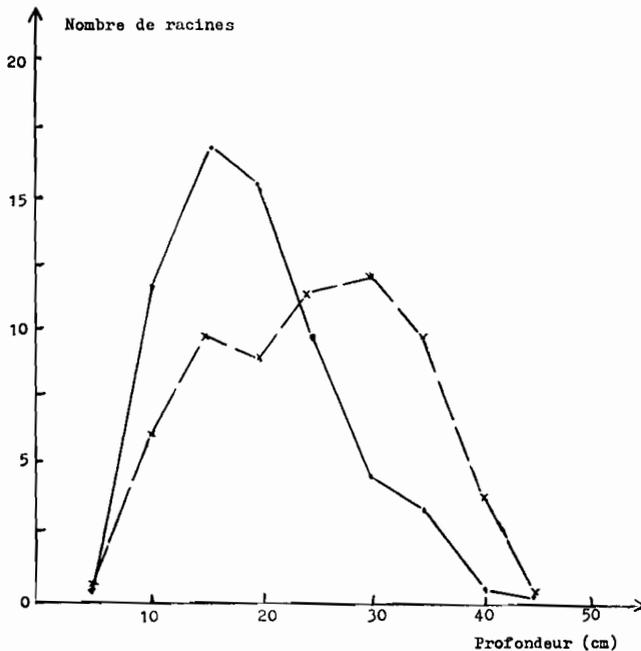


Fig. 1: Distribution des racines de maïs en fonction de la profondeur du sol labouré compacté (x—x) et du sol labouré non compacté (-----).

Tout comme le nombre de racines, la fig. 2 montre que le poids frais des racines diminue en fonction de la profondeur

L'analyse de variance du nombre et du poids des racines en fonction de la profondeur n'a montré aucune différence significative entre le sol labouré compacté et non compacté. La densité apparente de 0,95 est d'ailleurs située au-dessous de la valeur de celles pouvant constituer un obstacle au développement racinaire (6,13).

4.2. Comportement des parties aériennes

On a observé une levée de maïs et d'arachide plus importante et plutôt en sol labouré non compacté qu'en sol labouré et tassé, bien que les analyses statistiques ne montrent pas de différence significative entre la hauteur des

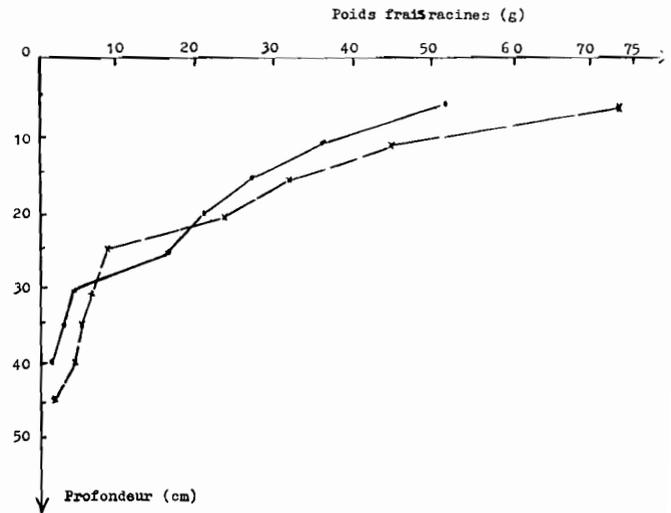


Fig. 2: Evolution du poids frais racinaire du maïs en fonction de la profondeur dans le sol labouré compacté (x—x) et non compacté (-----).

tiges et l'élongation foliaire du maïs et de l'arachide, 45 jours après le semis. Ceci est en concordance avec les rendements.

5. Conclusions

Dans des conditions normales de travail du sol au début de la saison des pluies, des valeurs de compaction plus élevées que les naturelles n'ont pas été trouvées sur les alfisols de l'Ouest-Cameroun.

Le rendement en graines, la hauteur des tiges et la longueur des feuilles du maïs et de l'arachide et le développement racinaire n'ont pas été influencés significativement par le type de travail du sol.

Les valeurs de SER de 1,77 et 1,88 respectivement en sol labouré compacté et en sol labouré non compacté montrent un avantage des cultures associées par rapport aux cultures pures.

L'herbicide de pré-émergence (Stomp) utilisé n'a pas eu d'effet sur les cypéracées puisque ces dernières se sont beaucoup développées et ont posé de sérieux problèmes de sarclage dans la zone d'étude.

Remerciements:

Nous remercions P. Badama pour sa collaboration technique.

Références bibliographiques

1. Dejou J. & De Kimpecr, 1984. La compacité des sols et ses conséquences agronomiques. Aperçu bibliographique. B.T.I. 386-LI-AGRO.
2. Embrech TS, J. 1980. Cartographie des sols et évaluation des terres de la ferme d'application de Bansa. Rapport technique n° 8 CUDS, Dschang Cameroun.
3. IRA, 1987. Données climatologiques de la Station de l'Institut de Recherches Agronomiques de Dschang.
4. IRRI, 1974. Annual report for 1973. Los Banos, Philippines.
5. IRRI, 1975. Cropping systems. Los Banos, Philippines ploughing systems in a tropical Alfisol, IITA, Nigeria.
6. Kayombo B. & Lal R., 1985. Effect of traffic induced soil compaction on root growth and yield of maize for notilled and ploughing systems in a tropical Alfisol, IITA, Nigeria.
7. Lawane G. & Daelemans A., 1992. Cinq années d'expériences en minimum labour normal en culture pure et associée sur sol volcanique à Bansa (Ouest-Cameroun) (Tropicultura à paraître).
8. Mc Kyes E., 1985. Soil cutting and tillage; p. 105 Amsterdam-Tokyo.
9. Monnier M., 1973a. Paramètres définissant l'état physique du sol. Etudes du C.N.E.E.M.A. 358:7-11
10. Monnier M., 1973b. Tassement et compaction. Etudes du C.N.E.E.M.A. 358:13-20. Yaoundé.
11. Onguene A.N., 1987. Etude en laboratoire des tassements "in situ" d'un sol ferrallitique de la région de Yaoundé. Mémoire de fin d'études. E.N.S.A., CUDS, p. 47-48.
12. Steiner K.G., 1985. Cultures associées dans les petites exploitations agricoles tropicales en particulier en Afrique de l'Ouest. p. 93-102. Eschborn, RFA.
13. Trousse A.C., 1979. Soil physical characteristic and root growth. p. 319-325. Pitman Press Great-Britain.
14. Voorhees W.B., 1983. Relative effectiveness of tillage and natural forces in alleviating wheel induced soil compaction. Soil Sci. Soc. Am. J. **47**:129-133.

G. Lawane. Tchadien, ingénieur agronome, docteur ès sciences agronomiques, chargé de cours en agronomie générale et physiologie végétale.

A. Daelemans. Belge, ingénieur agronome, docteur ès sciences agronomiques, chef du projet Protection des Végétaux.

AVIS DE CHANGEMENT D'ADRESSE - CHANGING OF ADDRESS - ADRESVERANDERING - CAMBIO DE DIRECCIÓN

Tropicultura vous intéresse! Dès lors signalez-nous, à temps, votre changement d'adresse faute de quoi votre numéro nous reviendra avec la mention «N'habite plus à l'adresse indiquée» et votre nom sera rayé de notre liste!

You are interested in Tropicultura! Make sure to inform us any change of your address in advance. Otherwise your issue will be sent back to us with the postal remarks «Addressee not traceable on this address» and then you risk that your name is struck-off from our mailing list.

U bent door Tropicultura geïnteresseerd! Stuur ons dan uw adresverandering op tijd door, anders riskeert U dat uw nummer ons teruggezonden wordt met de vermelding «Woont niet meer op dit adres» en uw naam wordt dan automatisch van onze adressenlijst geschrapt.

Si Tropicultura le interesa, comuniquenos a tiempo cualquier cambio de dirección. De lo contrario, la publicación que Ud. recibe nos será devuelta con la mención «No reside en la dirección indicada» y su nombre será suprimido de la lista de abonados.

Utilisation des engrais biologiques dans la restauration de fertilité d'un sol ferrugineux dégradé

N. Mallouhi*, F. Sarr & A. Kandji.

Avec la collaboration technique de H. Sene

Keywords: Degraded ferruginous earth — Peat — Hull — Fertility — Peanut — Maize

Résumé

La pauvreté des sols sénégalais en matière organique est l'un des facteurs limitants de leur fertilité. Nos expérimentations en plein champ ont montré que 10 tonnes de fumier de cheval à l'hectare stimulent le rendement pendant 2 ans seulement. Vu la quantité limitée du fumier, l'utilisation d'autres sources de matière organique comme la tourbe, les coques d'arachides, etc. s'avère nécessaire; nos résultats ont mis en évidence que l'emploi de la tourbe ou des coques d'arachide mélangés avec une substance labile, comme les fientes de volaille dans la proportion de 10 tonnes de tourbe ou de coques pour 2 ou 3 tonnes de fientes s'avère d'une efficacité appréciable.

Summary

The poverty of Senegalese soils in organic matter is a limiting factor of their fertility. Our fields experiments showed that 10 tons/ha of horse manure increase yield over two years only. In view of low quantity of manure, the use of other resources of organic matter is necessary. We showed that peat or hull mixed with a very biodegradable substance as droppings in proportion of 10 tons of peat or hull for 2 or 3 tons of droppings is very efficient.

I. Introduction

Ces dernières années ont été marquées par des ruptures d'équilibres écologiques dont l'avancée du désert, une population de plus en plus nombreuse, une exploitation peu adaptée du milieu et une forte diminution de fertilité chimique des sols.

Un moyen de lutter contre cette dégradation du milieu est d'assurer une bonne gestion des résidus organiques disponibles au niveau de l'exploitation.

L'influence de la matière organique sur les propriétés physico-chimiques des sols tropicaux a fait l'objet de nombreux travaux. Au Sénégal, on peut citer ceux de Chareau et (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 11), ces auteurs sont unanimes sur le rôle positif de l'humus.

Cependant les ressources organiques classiques telles les résidus de récolte, ou le fumier ne sont pas toujours disponibles (ils sont utilisés respectivement pour l'alimentation du bétail ou la construction domestique) et sont présents en quantité insuffisante pour assurer aux sols une amélioration, voire un entretien d'un niveau de fertilité satisfaisante. C'est pourquoi, nous avons orienté nos recherches vers d'autres substrats comme la tourbe ou les coques d'arachide.

La tourbe et les coques d'arachide sont des substances très lignifiées. Pour activer leur processus de biodégradation nous les avons mélangés avec des fientes de volaille et des fanes d'arachide, substrats considérés comme plus labiles et plus riches en azote et en phosphore.

Afin de mettre en évidence le rôle de ces substances sur la productivité du sol, un réseau d'essais au champ, avec l'arachide comme plante test et une expérience en vase de végétation avec le maïs comme plante test ont été mis en place. Par ailleurs, à l'aide d'une série d'incubations, nous avons étudié au laboratoire l'effet "starter" de fientes de volaille sur la biodégradabilité de la tourbe.

II. Matériel et méthodes

II.1. Matériel

La parcelle expérimentale est située sur un sol ferrugineux tropical peu lessivé, peu différencié, constitué sur du matériau limono-sableux à pH acide, pauvre en matière organique et en éléments fins (Tableau 1).

TABLEAU 1
Principales caractéristiques du sol utilisé*

Analyses	pH	pHCl	P	C	N	C/N	Bases échangeables en m.éq/100 g de sol						
							Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	S	T	V	
Granulométrie	H ₂ O	1/5	1/5	% 0	% 0	% 0							
	%												
A	L	S											

* profondeur de prélèvement: 0-20 cm.

A: Argile

L: Limon

S: Sable

P: Phosphore assimilable

C: Carbone organique

N: Azote total

S: Somme des cations échangeables en m.éq/100 g du sol

T: Capacité totale d'échange en m.éq/100 g du sol

* FSA, B.P. 01-3128 Cotonou, Bénin

Reçu le 22.05.92 et accepté pour publication le 05.11.93.

Le fumier de cheval est utilisé en 1984 à raison de 10 tonnes/ha (dose conseillée par les agents de vulgarisation). La tourbe utilisée se rapproche plus d'une lignine que des tourbes classiques européennes; elle est sableuse et acide. Les coques d'arachide non broyées ont un rapport C/N élevé (49).

La tourbe et les coques sont incorporées seules ou mélangées avec des fientes de volaille ou des fanes d'arachide à des doses de 10 tonnes de matière sèche par hectare et 1% du poids de sol pour les essais en pot.

Les fientes de volaille et les fanes d'arachide légèrement hachées sont enfouies seules ou mélangées avec les coques d'arachide ou la tourbe dans un rapport 4 pour 10.

2,5 tonnes/ha de carbonate de calcium sont utilisées pour tamponner le pH (le pH du sol = 5) sur une profondeur de 20 cm. L'ensemble des substances organiques et CaCO_3 a été enfoui sur 0-20 cm de profondeur.

Le matériel végétal comprend l'arachide (variété 55-437, cycle 90 jours) pour les essais au champ et le maïs (variété Early Thal, cycle 90 jours) pour les essais en pot.

Les principales caractéristiques des substances organiques sont données dans le tableau 2.

II.2. Méthodes

Des analyses chimiques des sols et des plantes étaient réalisées avant et après la mise en place des essais. Le compostage (mélanges de la tourbe ou des coques d'arachide avec les fanes ou les fientes de volaille, selon le rapport 10/4) a été effectué pendant deux mois en fosses. Des brassages hebdomadaires étaient réalisés pour homogénéiser la décomposition.

Le dispositif en bloc (avec 4 répétitions) était adopté pour le plein champ, tandis que l'essai en vase comprenait 5 répétitions par traitement. Les pots étaient arrosés avec de l'eau distillée.

Le dispositif d'incubation comprenait un bac thermostaté à 28°C dans lequel on plonge les unités d'incubation constituées d'erlenmeyers de 500 ml. Chaque unité contenait 100 g de sol tamisé à 2 mm et humecté à 80% de la capacité de rétention d'eau.

L'incubation avait pour but d'analyser l'effet starter des fientes de volaille sur la biodégradabilité de la tourbe. Quatre traitements étaient définis: sol témoin seul (a) ou avec 100 mg de carbone sous forme de tourbe (b) ou de fiente (d) ou les deux substances mélangées à raison de 100 mg de carbone chacun (c).

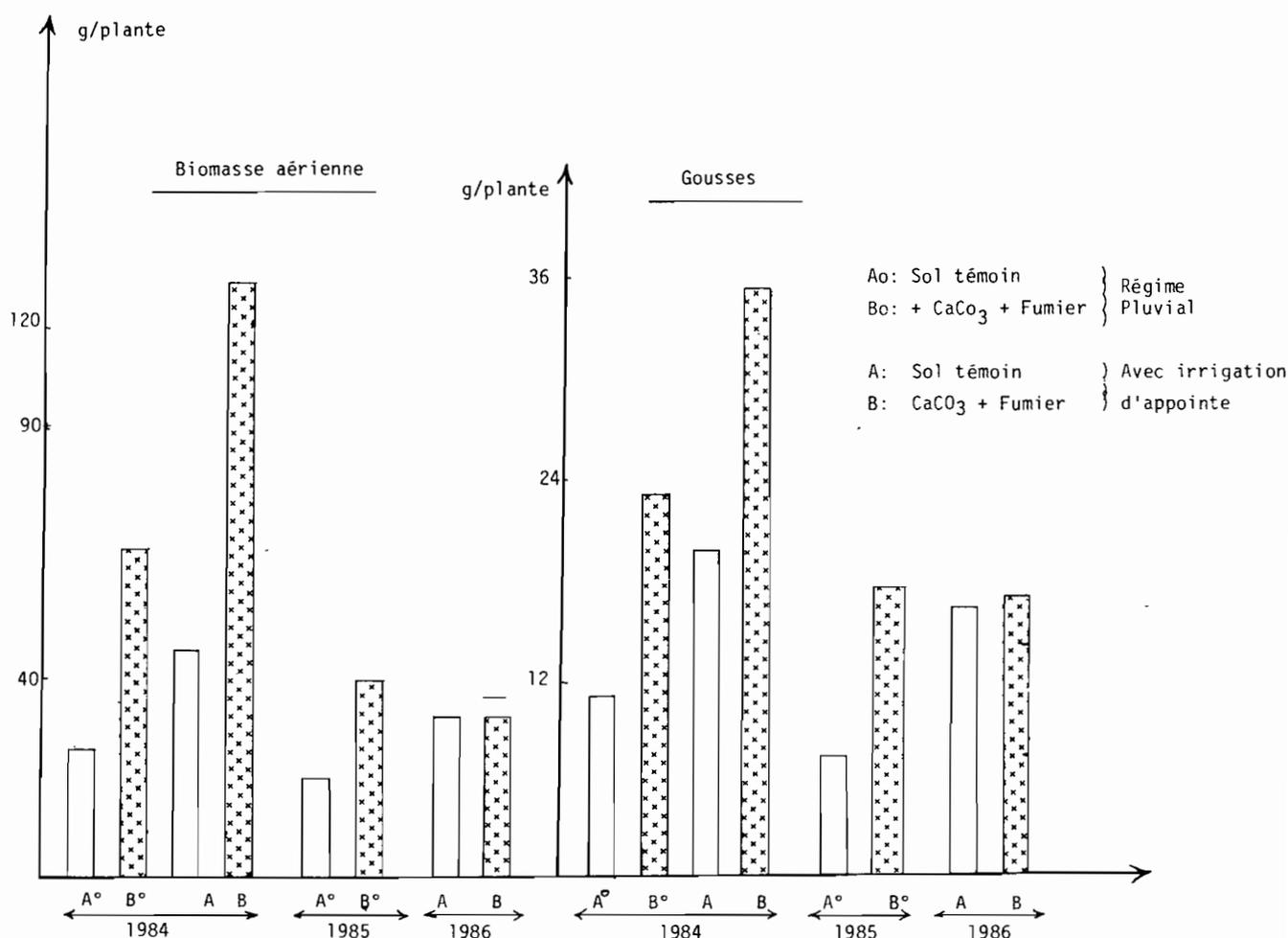


Fig. 1: Etude expérimentale de la durée de l'effet des amendements organo-calcaire enfoui en 1984 et de l'irrigation d'appoints sur la culture d'arachide

III. Résultats et discussions

III.1. Effet et arrière-effet du fumier sur la productivité du sol

D'après la figure 1, on note que la dose de 10 tonnes de matière sèche/ha a augmenté considérablement le rendement de l'arachide; par exemple, pour le traitement BO, l'apport de fumier a permis un accroissement de 244% de gousses et 260% de matière verte. L'arrière-effet est également significatif, mais l'effet bénéfique disparaît au bout de deux ans, comme le montrent les résultats de 1984 et 1986.

Le fumier apporté au sol à texture grossière améliore la CEC (5) et l'alimentation azotée, en limitant le lessivage des éléments minéraux. Ces résultats corroborent ceux de (4) qui a observé qu'en parcelles paysannes les rendements du mil étaient plus élevés dans les parcelles avec apport de fumier.

III.2. Effet et arrière-effet de la tourbe sur l'arachide

D'après la figure 2, nous constatons que la tourbe seule et le mélange tourbe-fumier n'entraînent pas de rendement différent avec le sol témoin, par contre la tourbe mélangée avec des fientes a exercé un effet dépressif sur le rendement par rapport aux parcelles enrichies en fientes seules. Cela s'explique par les phénomènes de réorganisation de

l'azote et du phosphore, consécutive à l'enfouissement d'une substance à rapport C/N élevé dans ces sols pauvres en éléments minéraux (8, 10, 11).

Les arrière-effets de l'enfouissement de la tourbe se sont révélés positifs. En 1987, l'effet résiduel de la tourbe entraîne une production de gousses significativement supérieure ($p < 0,01$) sur le sol témoin, de même la tourbe mélangée à des fanes ou à des fientes a eu des arrière-effets bénéfiques. Ces arrière-effets positifs traduisent entre autres, la disparition de l'effet dépressif de la tourbe un an après l'enfouissement des intrants. Il y a eu une véritable inversion de tendance en comparaison avec les substances labiles notamment les fientes, et cette inversion avantageuse de tendance est expliquée par la quantité d'humus laissée par la tourbe et dont la minéralisation se fait lentement dans le temps.

III.3. Impact du compostage sur la valeur agronomique de la tourbe ou de la coque mélangée avec des fientes ou des fanes

D'après le tableau 2, nous constatons que le compostage a amélioré le pH des différents mélanges en le rehaussant en raison de la production d'ammoniac. Au bout de deux mois de compostage nous constatons que le C/N du mélange a

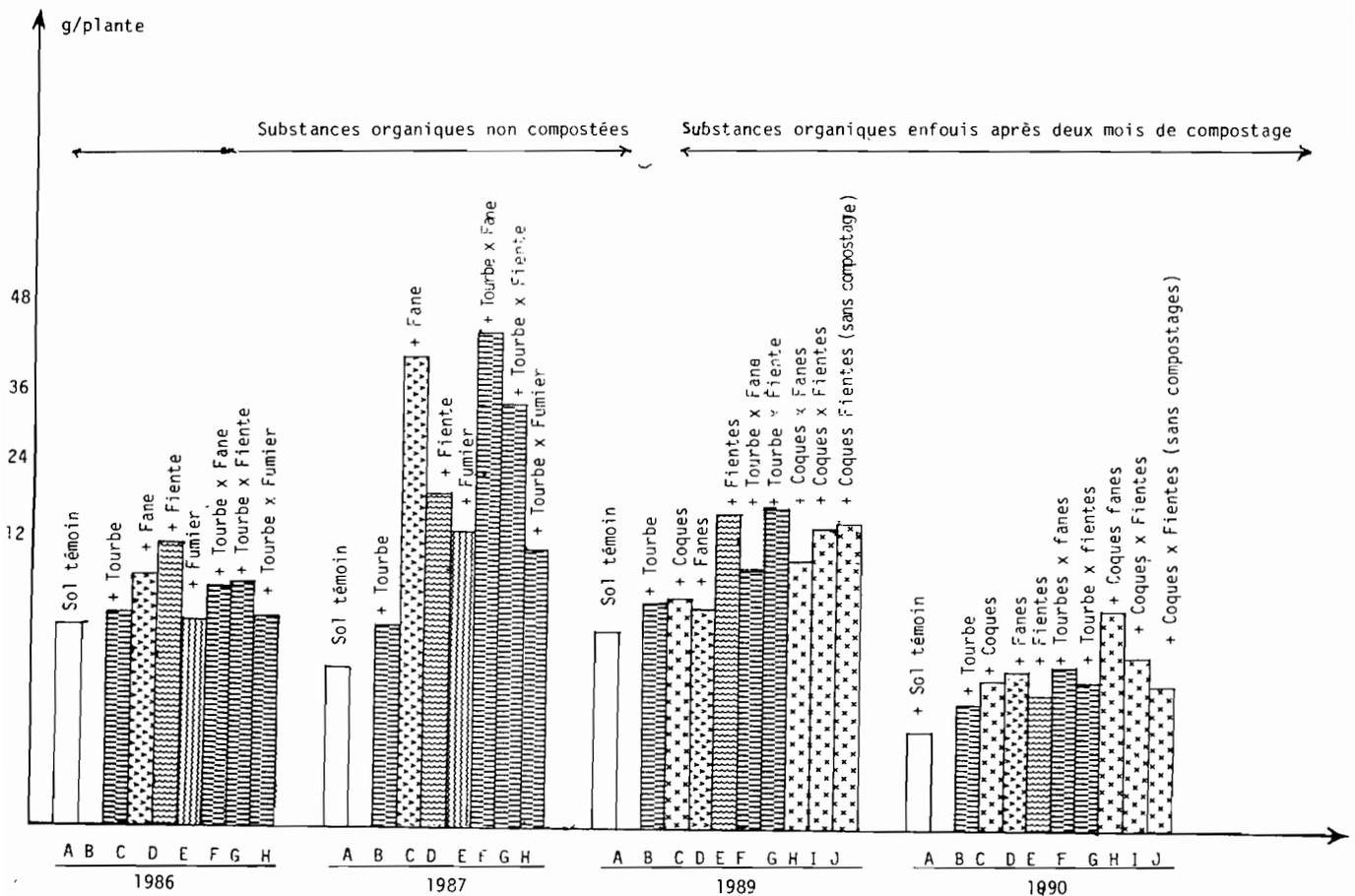


Fig. 2: Etude de l'effet et de l'arrière-effet des substances organiques non compostées (enfouies en 1986) ou compostées (enfouies en 1989) sur la productivité d'un sol ferrugineux tropical dégradé.

TABLEAU 2
Etude typologique des substances utilisées et des mélanges avant et après compostage

Désignation	Compostage	pH H ₂ O 1/5	C. Orga %	Azote %	C/N	P %q	CEC en meq/100 g	Ca ⁺⁺ Total meq/100 g	K ⁺ Total meq/100 g
Fumier de cheval		6,91	40,60	1,40	29,00	3,81	-	-	-
Tourbe		3,30	44,80	1,12	40,00	1,60	131,00	20,60	5,13
Coques		6,27	45,70	0,92	49,70	2,20	29,00	28,90	18,98
Fanes		5,65	42,40	1,77	23,90	3,20	40,00	62,2	31,80
Fientes		6,67	42,50	4,20	10,12	33,50	39,00	14,00	34,90
Tourbe x Fane	Avant	3,58	43,00	1,30	33,10	2,10	107,00	35,00	10,40
	Après	4,88	40,60	1,40	29,00	1,80	180,00	32,65	9,75
Tourbe x Fiente	Avant	4,95	44,20	2,20	20,10	10,76	107,00	56,00	12,00
	Après	5,17	39,50	2,40	16,45	9,54	196,00	48,38	11,60
Coque x Fane	Avant	6,37	43,90	1,44	38,50	2,64	32,00	25,60	16,40
	Après	6,90	39,20	1,10	35,60	2,57	44,40	24,00	16,00
Coque x Fiente	Avant	6,50	44,40	1,83	24,26	10,80	35,00	50,60	20,00
	Après	6,96	36,00	1,55	23,20	9,80	46,80	46,30	18,90

* Taux de minéralisation globale cumulé = $\frac{\text{mg/C. dégagé}}{\text{C. total du sol}} \times 100$

baissé en raison du dégagement de CO₂ résultant de la minéralisation des substances facilement fermentescibles. Au niveau des mélanges coques-fientes et coques-fanes par contre, le taux d'azote a légèrement baissé au cours du compostage très vraisemblablement en raison de la CEC relativement faible de la coque d'arachide qui n'a pas per-

mis la fixation d'une partie de NH₄ libéré.

Le compostage a beaucoup valorisé la capacité totale d'échange; ce qui est très important pour ces sols à texture grossière, à faible CEC la valorisation de la CEC est expliquée par l'évolution de l'humus des différents mélanges au

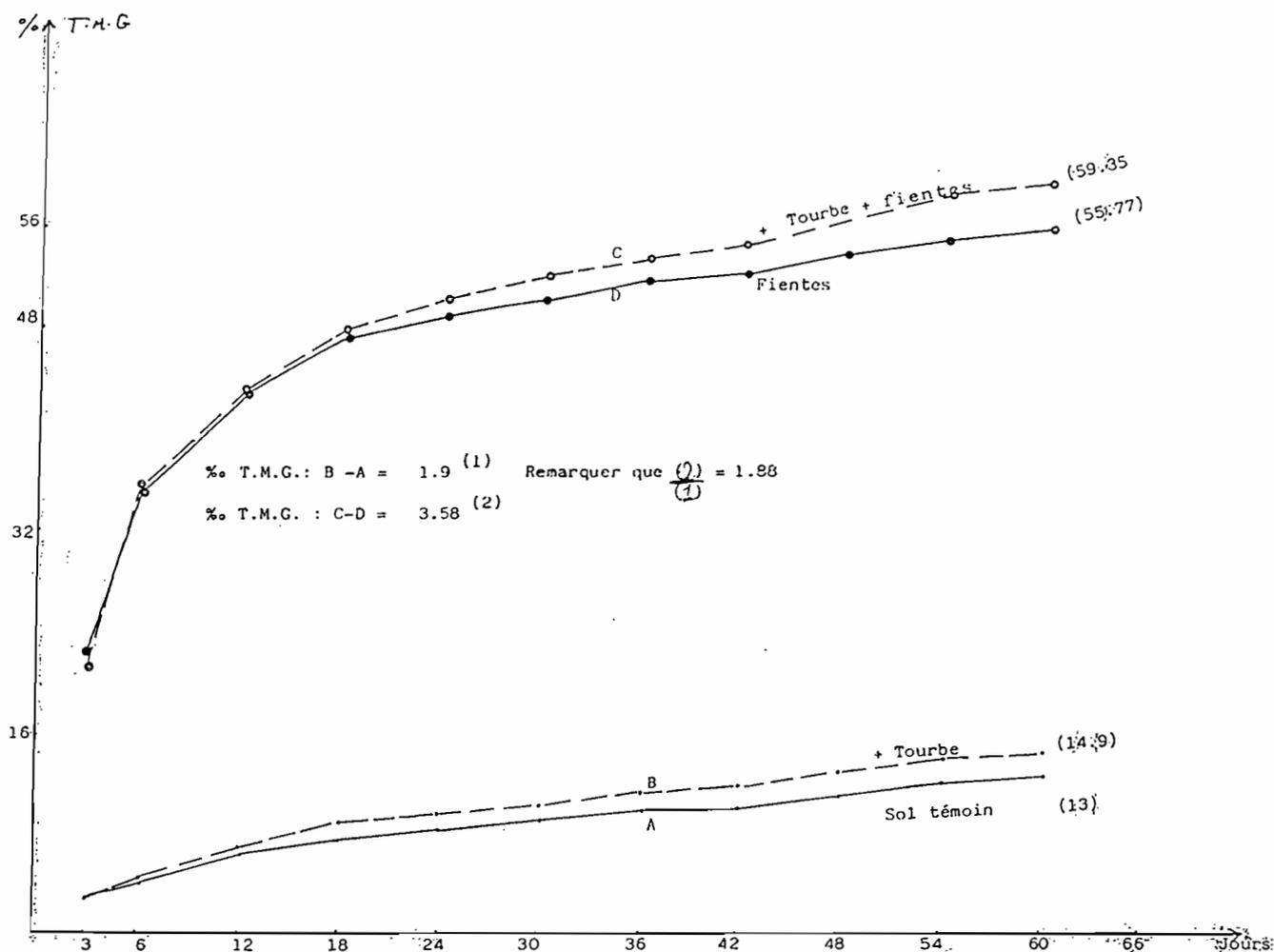


Fig. 3: Evolution du taux de minéralisation global cumulé d'un sol ferrugineux dégradé incubé en présence de fientes de volaille et/ou de la tourbe.

cours du compostage, ce qui se traduit par une baisse du taux de minéralisation globale des mélanges après deux mois de compostage (figure 3).

III.4. Effet "Starter" des fientes de volaille sur la biodégradabilité de la tourbe

D'après la figure 3, nous constatons que le taux de minéralisation globale cumulé (T.M.G.C.)* de la tourbe seule n'est guère différent de celui du témoin au cours des trois premières semaines d'incubation. Après ces trois semaines, la minéralisation de la tourbe s'intensifie et se distingue de celle du témoin, mais tout en restant faible par rapport à celles des fientes de volailles.

Par contre le fait d'apporter la tourbe au sol mélangée avec des fientes de volaille multiplie sa minéralisation par 1,88, ce qui démontre indiscutablement son effet "Starter" sur la biodégradabilité de la tourbe. Cet effet "Starter" s'explique par le fait que l'incorporation des fientes à la tourbe fait baisser d'une façon remarquable son rapport C/N, tout en l'enrichissant en phosphore; ce qui permet de stimuler l'activité microbienne et accélérer la biodégradabilité de la tourbe.

III.5. Impact des différents substrats compostés sur la productivité du sol ferrugineux dégradé cultivé en arachide

Lors de l'expérience réalisée en plein champ en 1986, nous avons constaté que la tourbe dans le mélange tourbe-fientes a eu une action dépressive par rapport à l'action de la fiente seule en première année. Dans notre expérience actuelle (figure 4) nous ne constatons aucune différence significative entre les traitements (E) et (G). Ceci signifie que le compostage a supprimé l'action dépressive de la tourbe en favorisant la stabilisation de l'humus. La réorganisation azotée et phosphorée a donc été réduite ou supprimée et l'alimentation minérale de la plante s'en est trouvée améliorée. Nos résultats vont dans le sens de ceux de (6). Sur la figure 4 nous observons que le traitement (c) a un meilleur effet que celui de (B); ceci est sans doute lié d'une part à une amélioration des propriétés physiques du sol plus importante dans le cas de la coque d'arachide en raison de sa granulométrie grossière et d'autre part à son coefficient de biodégradabilité plus élevé que celui de la tourbe ainsi qu'à sa richesse en potassium.

III.6. Etude de l'impact de la tourbe ou des coques d'arachide mélangées avec différentes doses des fientes de volaille sur le développement de la plante du maïs (Expérience en vase des végétations)

D'après la figure 4, nous constatons que quand les fientes sont mélangées avec la tourbe, la dose optimale correspond au traitement au rapport (10/2) car il n'y a pas de différences significatives entre les traitements aux rapports (10/4), (10/3) et (10/2). Par contre ces traitements ont un effet significativement supérieur ($p < 0,01$) sur le traitement au rapport (10/1). Le résultat a une portée pratique très intéressante car il démontre que la tourbe est capable de produire des résultats satisfaisants lorsqu'elle est mélangée en faible proportion avec les fientes.

Quant aux fientes mélangées avec les coques d'arachide, ce sont les traitements aux rapports (10/4) et (10/3) qui ont

eu les effets les plus bénéfiques sur la biomasse aérienne du maïs. Les effets de deux traitements n'accusent pas de différences significatives entre eux. En pratique, il peut être avantageux de porter le choix sur le rapport (10/3) qui nécessite moins de fientes que celui (10/4).

L'ensemble de nos résultats confirment et complètent des travaux antérieurs (6, 7, 8, 9).

Conclusion

Nos expériences ont montré que l'apport de 10 t/ha de fumier a stimulé considérablement la productivité d'un sol ferrugineux tropical dégradé; mais malheureusement cet effet stimulant s'achève au bout de deux ans.

Quant à la tourbe, des investigations successives et complémentaires ont permis de solutionner les nombreux problèmes posés par sa valorisation agronomique; son acidité peut être neutralisée par un amendement calcaire (2,5 t/ha de CaCO_3) et sa biodégradabilité peut être accélérée en la mélangeant avec une substance riche et labile comme les fientes; ses effets dépressifs peuvent être réduits par le compostage en présence des substances labiles en aérobie.

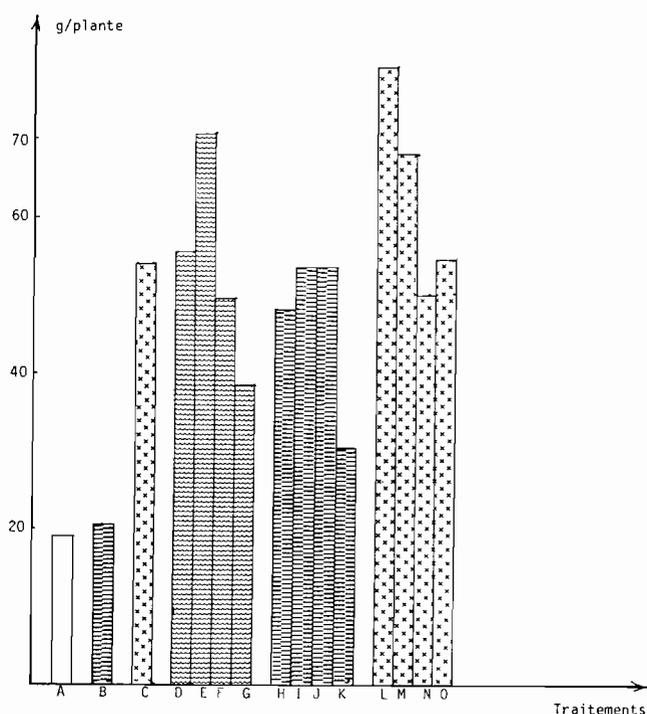


Figure 4: Influence de type et de doses de matière organique sur la productivité d'un sol ferrugineux tropical dégradé cultivé en maïs (culture en vase de végétation)

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| A: Sol témoin (4 kg du sol/seau). | I: + Tourbe x Fiente (10 x 3) |
| B: + 1% Tourbe | J: + Tourbe x Fiente (10 x 2) |
| C: + 1% Coque | K: + Tourbe x Fiente (10 x 1) |
| D: + 0,4% Fiente | L: + Coque x Fiente (10 x 4) |
| E: + 0,3% Fiente | M: + Coque x Fiente (10 x 3) |
| F: + 0,2% Fiente | N: + Coque x Fiente (10 x 2) |
| G: + 0,1% Fiente | O: + Coque x Fiente (10 x 1) |
| H: + Tourbe x Fiente (10 x 4) | |

L'ensemble de ces techniques agronomiques concourt à baisser le rapport C/N de la tourbe, à faciliter sa biodégradation en stimulant l'activité biologique du sol tout en évitant les phénomènes de réorganisation et les carences induites en azote et phosphore. C'est le cas aussi pour les coques.

D'autre part, grâce aux différentes expériences réalisées en laboratoire en conditions contrôlées, l'effet "starter" des

fientes sur la biodégradabilité de la tourbe a été mis en évidence.

L'étude réalisée en vase de végétation montre que l'effet synergique entre tourbe et fientes est optimal au niveau du rapport (10/2). Quand il s'agit des coques mélangées avec les fientes l'action synergique est optimale au rapport (10/3).

Références bibliographiques

1. Chareau C., Nicou R., 1971. L'amélioration du profil cultural dans les sols sableux et sablo-argileux de la zone tropicale sèche Ouest-Africaine et ses incidences agronomiques. Agron. Trop., Bull. Agron. n° 23.
2. Cissé L., 1988. Influence d'apports de matière organique sur la culture de mil et d'arachide sur un sol sableux du Nord Sénégal. I. Bilans de consommation, production et développement racinaire. Agronomie, **8** (4), 315-326.
3. Diatta S. & Fardeau J.C., 1979. Etude, au moyen de $^{42}K^+$, de l'action des amendements organiques sur la régénération des sols rouges du Sénégal. In isotopes and radiation in research on soil-plant relationships, IAEA, Sm 235/37 pp. 301-312.
4. Diouf M., 1990. Analyse de l'élaboration du rendement du mil mise au point d'une méthode de diagnostic en parcelles paysannes. Thèse de Doctorat de l'Institut National Agronomique Paris-Grignon, 227 p.
5. Fauck R., Moureaux C. & Thomann C., 1969. Bilan de l'évolution des sols de Séfa (Casamance, Sénégal) après quinze années de culture continue, Agronomie Tropicale, XXIV (3).
6. Ganny F. & Feller C., 1977. Effet de fertilisation azotée (urée) et de l'amendement organique (compost) sur la productivité du sol et la stabilisation de la matière organique en monoculture de mil dans les conditions des zones tropicales semi-arides. Communication présentée au séminaire régional sur le recyclage organique en agriculture; Bueo, Cameroun.
7. Mallouhi N. & Jutras P., 1986. Amélioration du sol acide dégradé par l'apport d'amendement calcaire et organique, et évaluation de l'importance du volume et de la fréquence d'irrigation supplémentaire sur le rendement de l'arachide au Sénégal. Revue d'Agriculture **43**, n° 2, p. 26-30.
8. Mallouhi N. & Jutras P., 1987. Influence des amendements calcaire et organique sur le rendement de l'arachide en sol acide dégradé au Sénégal. Tropicultura **5**, 4, p. 147-152.
9. Priyot P., 1964. A propos de la fertilité des sols du Sénégal. Oléagineux, 19e année, n° 2, p. 65-70.
10. Pieri C., 1988. Fertilité des terres de Savane. Bilan de 30 ans de recherche et de développement agricoles au Sud du Sahara. Ministère de la Coopération et du Développement, CIRAD (France), 433 p.
11. Siband P., 1974. Evolution des caractères et de la fertilité d'un sol rouge de Casamance. Agronomie Tropicale, vol. **XXIX**, n° 12, p. 125-140.

N. Mallouki, Sénégalais, Docteur en Sciences Agronomiques, Chef de Département en Sciences du Sol à l'I.N.D.R.

F. Sarr, Sénégalais, Ir. Agronome à la Direction de l'Agriculture au Sénégal.

A. Kandji, Sénégalais, Ir. Agronome à la Direction de l'Agriculture au Sénégal.

AVIS

Nous rappelons à tous nos lecteurs, particulièrement ceux résidant dans les pays en voie de développement, que TROPICULTURA est destiné à tous ceux qui œuvrent dans le domaine rural pris au sens large.

Pour cette raison il serait utile que vous nous fassiez connaître les adresses des Institutions, Ecoles, Facultés, Centres ou Stations de recherche en agriculture du pays ou de la région où vous vous trouvez. Nous pourrions les abonner si ce n'est déjà fait.

Nous pensons ainsi, grâce à votre aide, pouvoir rendre un grand service à la communauté pour laquelle vous travaillez.

Merci.

BERICHT

Wij herinneren al onze lezers eraan, vooral diegene in de ontwikkelingslanden, dat TROPICULTURA bestemd is voor ieder die werk verricht op het gebied van het platteland en dit in de meest ruime zin van het woord.

Daarom zou het nuttig zijn dat u ons de adressen zou geven van de Instellingen, Scholen, Fakulteiten, Centra of Stations voor landbouwonderzoek van het land of de streek waar u zich bevindt. Wij zouden ze kunnen abonneren, zo dit niet reeds gebeurd is.

Met uw hulp denken we dus een grote dienst te kunnen bewijzen aan de gemeenschap waarvoor u werkt.

Efficacité de la roche phosphatée de Matongo au travers d'un compostage sur une culture de pomme de terre sur un sol acide de Rabi (Burundi)

C. Van den Berghe, P. Kakana, P. Sota & J.B. Rwigema*

Keywords: Phosphatic rock Matongo - Composting - Potatoes - Mugamba

Résumé

Dans le cadre de la coopération entre le Projet CVHA (Cultures Vivrières de Haute Altitude) et le Programme FAVA (Fertilisation des Agro-systèmes Vivriers d'Altitude) de la Faculté des Sciences Agronomiques du Burundi, les effets de la roche locale phosphatée de Matongo sur la qualité du compost ont été comparés à ceux du phosphate diammonique ajouté dans les compostières à Rabi dans le Sud du Mugamba.

Les essais sur pomme de terre ont montré l'équivalence de ces deux sources de phosphore quand le compost enrichi est ajouté à la dose de 20 t/ha.

L'utilisation de cette roche phosphatée présente un intérêt particulier des points de vue agronomique et économique.

Summary

In the frame of the Cooperation between the CVHA (Cultures Vivrières de Haute Altitude) Project and the Program of Fertilisation of the Agro-systems on Altitude (FAVA) of the Faculty of Agricultural Sciences in Burundi, the local phosphatic rock from Matongo has been compared to diammonium-phosphate when added in the composting process.

The field trials with potatoes have shown that both phosphate sources have the same fertilizing value when the enriched compost was applied at the dose of 20 t/ha.

It is very interesting from agricultural and economical viewpoint to use this phosphatic rock in combination with compost.

1. Introduction

Le mélange d'une roche phosphatée avec de la matière organique brute offre une possibilité de solubiliser le phosphate par les acides organiques qui se forment au cours du compostage et d'enrichir de la sorte le compost en calcium et en phosphore. (4)

Ce phénomène se produit aussi naturellement dans le sol où les phosphates difficilement solubles peuvent entrer en solution par addition de matière organique. Cet effet de solubilisation des substances humiques sur le phosphore est dû à la formation de complexes acide fulvique-métal-phosphate (3, 11, 16, 19).

Le but de cette étude est de comparer dans la région naturelle du Mugamba les effets d'un phosphate soluble (le diammoniumphosphate ou DAP) et d'un phosphate local difficilement soluble (la roche phosphatée de Matongo ou RPM) quand ajoutés au processus de compostage, sur le rendement de pomme de terre sur sols acides de Rabi ainsi amendés.

2. Matériel et méthodes

2.1. Localisation des essais

Ces essais de compostage et d'application sur pomme de terre sur le terrain ont été conduits à la station de Rabi dans le Nord du Mugamba.

2.2. Le climat

Le climat est tropical d'altitude avec une saison pluvieuse de 9 mois et une saison sèche de 3 mois, il correspond au type Cw de la classification de Köppen. Ses caractéristiques (précipitation, température) pour l'année culturale (9) sont données aux tableaux 1 et 2.

TABLEAU 1
Caractéristiques physico-chimiques du sol en station de Rabi à Campazi

még/100g	rapports	%		még/100g		
Ca 0.74	Ca/Mg	4.67	N	0.33	Al ³⁺	5.08
Mg 0.26	Mg/K	1.99	C	3.31	H ⁺	1.40
K 0.15	Ca+Mg/K	7.49	m	68.82	Ac tot	6.48
Na 0.04	Na/Ca	0.06	v	17.37	CEC	15.98
S 1.19	C/N	10.63	v eff	55.51	CEC eff	7.67
						pH eau 4.51
						pH KCl 3.90

TABLEAU 2
Précipitations et températures moyennes mensuelles
2a. Précipitation moyenne mensuelle
Campazi-Muruta (Munanira)

	J91	A	S	O	N	D	J92	F	M	A	M	J
mm*	0.6	2.4	78.1	267.6	174.7	144.7	126.0	125.1	243.1	269.0	126.7	27.6
mm**	9.3	32.0	96.1	142.6	186.9	159.4	154.1	141.8	198.7	260.3	138.8	15.7

*: Année 91-92.

** 1963-1991.

*Programme FAVA/BM/Volet FAGAGRO. B.P. 143 Bujumbura Burundi.

Reçu le 02.03.93 et accepté pour publication le 20.09.93.

2b. Température moyenne maximale (TM °C) et minimale (Tm °C)

	J91	A	S	O	N	D	J92	F	M	A	M	J
TM °C	20.0	23.4	23.2	20.7	20.7	21.1	22.0	22.1	22.3	21.6	20.8	21.1
Tm °C	12.8	14.2	14.4	12.8	13.5	13.6	14.2	14.1	14.3	14.1	13.8	13.8

Le compostage a été conduit d'août 1991 à fin janvier 1992 en vue d'une culture de pomme de terre s'étendant de février à juin. Pendant cette période les précipitations (1585,6 mm) ont correspondu aux précipitations moyennes des 28 années considérées (1535.7 mm).

Du point de vue des températures (< 20°C), la région étudiée est apte à la culture de la pomme de terre (2).

2.3. Les sols

Les sols étudiés correspondent à des Ferralsols humifères dans la classification INEAC et à des Kandistox typiques (Haplustox) dans la classification du Soil Taxonomy (17). Ils se caractérisent par une texture fine à très fine (17).

Les sols sont analysés suivant (7) et les caractéristiques physico-chimiques des sols sont données au tableau 3. Dans ce tableau les symboles V, V eff, CEC, CEC eff, m sont définis respectivement comme:

*V = S/CEC x 100 avec V, S et CEC le taux de saturation en bases, somme des bases échangeables et la capacité d'échange cationique.

*V eff = S/CEC eff x 100 avec V eff, CEC eff le taux de saturation effectif en bases, la capacité d'échange cationique effective.

* m = Al éch/S + Al éch + H avec m l'indice de Kamprath.

TABLEAU 3**Composition chimique de la roche de Matongo (IFDC)
(en % de l'échantillon total)**

P ₂ O ₅ total	P ₂ O ₅ eau sol.	P ₂ O ₅ citr sol	P ₂ O ₅ ac libre	H ₂ O	S	CaO	F	K ₂ O
37.9	-	1.6	-	0.1	<0.1	47.5	3.2	1.1
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	MgO	Cl ppm	CO ₂	C org	LOI %
4.0	2.2	1.0	0.1	0.1	60	0.3	<0.1	1.3

LOI: pertes au feu.

Le sol de Rabiro est très pauvre en bases échangeables. Le rapport Ca/Mg est normal à optimum alors que les rapports Ca+Mg/K et Mg/K montrent certains déséquilibres. Le rapport C/N est bas, le taux de N est très bon et la capacité d'échange cationique est moyenne, ainsi que le taux de

saturation en bases est très faible (15). Le sol est carencé en P-Bray-1 (6) et présente un indice de Kamprath (12) indicateur d'un signe de toxicité (m > 45) avec un pH eau très acide (15).

2.4. La roche phosphatée de Matongo

La composition chimique de la roche de Matongo est donnée au tableau 4.

2.5. Le compostage

Le compostage a été conduit en fosse; ces fosses de 2x1x1 m couvertes par une toiture étanche sont installées et imperméabilisées avant le chargement à la base par une nappe de polyéthylène couverte d'une couche de 10 cm de branches. Cinq compostières ont ainsi été installées en utilisant la biomasse locale (80% de cypéracée et 20% de sétaria et autres herbes de marais), celle-ci étant coupée en pièces de 10 cm maximum et ajoutée au fur et à mesure que la décomposition avance. Deux bâtons de 7,5 cm de diamètre mis à deux endroits de la compostière sont remués de temps en temps pour assurer l'aération. Le retournement de la biomasse est exécuté à deux et à six semaines.

La méthodologie du compostage appliquée est bien expliquée par (1).

Les traitements ont été les suivants:

1. Compost sans engrais (NT)
2. Compost traité avec 2.5 kg de DAP (18-46-0). (DAP, 0,5)
3. Compost traité avec 5.0 kg de DAP (18-46-0). (DAP, 1,0)
4. Compost traité avec 3.0 kg de RPM (39% de P₂O₅-quantité de P équivalente au DAP) et 0.5 kg d'urée (46% N-quantité N comme le DAP). (RPM 0,5)
5. Compost traité avec 6.0 kg de RPM et 1 kg d'urée. (RPM 1,0).

Les teneurs du DAP sont de 18% N et de 46% de P₂O₅.

Au total, 4 kg de sol et 5 kg de compost mûr ont été ajoutés au compost au début du chargement. Tous ces intrants sont ajoutés par couche de 25 cm en 4 fractions.

La température a été mesurée à 4 endroits différents chaque semaine.

Après 5 mois, le compost a été récolté, pesé et analysé en triple (3 échantillons par compostière) suivant les méthodes d'analyse de l'ISABU (8).

TABLEAU 4**Caractéristiques physico-chimiques des composts récoltés en station de Rabiro**

Traitement	MS %	pH H ₂ O	% MS				mg/kg		kg	C/N	N/P		
			C	N tot	P2O5	K2O	CaO	MgO				N/NH4	N/NO3
NT	19,40	7,1	28,57	1,04	0,51	1,00	0,78	0,79	73,6	24,1	764	27,7	2,1
DAP 0,5	24,23	7,5	26,35	1,40	0,97	0,88	0,79	0,76	178,0	61,9	886	19,1	1,4
DAP 1,0	30,97	7,7	21,27	2,38	2,09	0,92	0,80	0,84	330,0	137,4	928	8,9	1,1
RPM 0,5	19,60	7,2	28,15	1,30	0,84	0,87	1,79	0,77	150,1	46,4	860	21,9	1,5
RPM 1,0	30,11	7,6	23,61	2,23	1,84	0,88	2,45	0,78	315,1	118,5	909	10,6	1,2

CR: Compost frais récolté

NT: Compost non traité

Les résultats des analyses physico-chimiques du compost sont présentés au tableau 5.

TABLEAU 5

Rendements de pommes de terre (t/ha) et nombre de plants/h (*) à Rabiro

Traitement	t/ha			
	Rep 1 (*)	Rep 2	Rep 3	Moyenne corrigée
O	2.232 (25000)	3.750 (25000)	1.833 (24107)	3.050a
NT	4.357 (25000)	3.125 (25000)	5.568 (25000)	4.360a
DAP 0,5	6.428 (25000)	5.357 (24107)	7.154 (25000)	6.760b
DAP 1,0	10.268 (25000)	8.482 (24107)	4.017 (21429)	9.810c
RPM 0,5	6.250 (25000)	4.464 (23214)	5.357 (25000)	6.250b
RPM 1,0	6.339 (25000)	6.429 (25000)	8.928 (25000)	7.230b

La matière sèche du compost est trop faible (opt. 40-50%), le rapport C/N est adéquat pour le DAP1 et la RPM1 (opt. 8-15), le rapport N/P est faible (opt 2-5), et la teneur en P_2O_5 approche 2,29% comme recommandée par (13). Les teneurs en K_2O , CaO et MgO sont adéquates et respectivement > 0,60%; > 0,15% et > 0,15%.

2.6. Installation des essais

Les 5 composts ont été appliqués sur pomme de terre (variété Ndinamagara) à une dose de 20 t/ha avec 3 répétitions, ce qui donne 18 (inclus les témoins) parcelles de 4 m x 4 m par bloc. L'écartement de la pomme de terre est de 80 x 50 cm et les amendements, compost et calcaire (4000 kg/ha ou la moitié de la dose de Kamprath (10) calculée suivant l'équation: 1.5 méq Al pour 1 méq(Ca+Mg), dosant 43,93% CaO et 16,45%

MgO) ont été appliqués dans des poquets. Une couche mince de sol sépare les semences du compost. Au moment de la tubérisation 100 kg K_2SO_4 /ha ont été appliqués.

L'analyse de la covariance (en tenant compte du nombre de plants/ha) suivi par le "multiple range test" de Duncan pour la comparaison des moyennes ont été appliqués.

3. Résultats et discussion

3.1. Etude de la température

La figure 1 montre l'évolution de la température dans les différentes compostières pendant la période du 15.11.91 au 19.3.92. Pour tous les composts le maximum de température est atteint après 6 semaines, mais à des niveaux supérieurs pour les compostières traitées avec des sources en phosphore.

3.2. Etude des rendements

Les rendements et l'analyse statistique sont donnés dans les tableaux 6 et 7

L'effet "traitements" est hautement significatif.

Il n'y a pas de différence significative (0,05) entre le 0 (témoin sans apport) et le NT d'un côté et le DAP 0,5, RPM 0,5 et le RPM1 de l'autre côté. Le DAP1,0 est significativement supérieur aux autres sources (0,05).

A faible dose, le RPM peut remplacer le DAP comme source de phosphore dans la compostière quand appliquée sur la

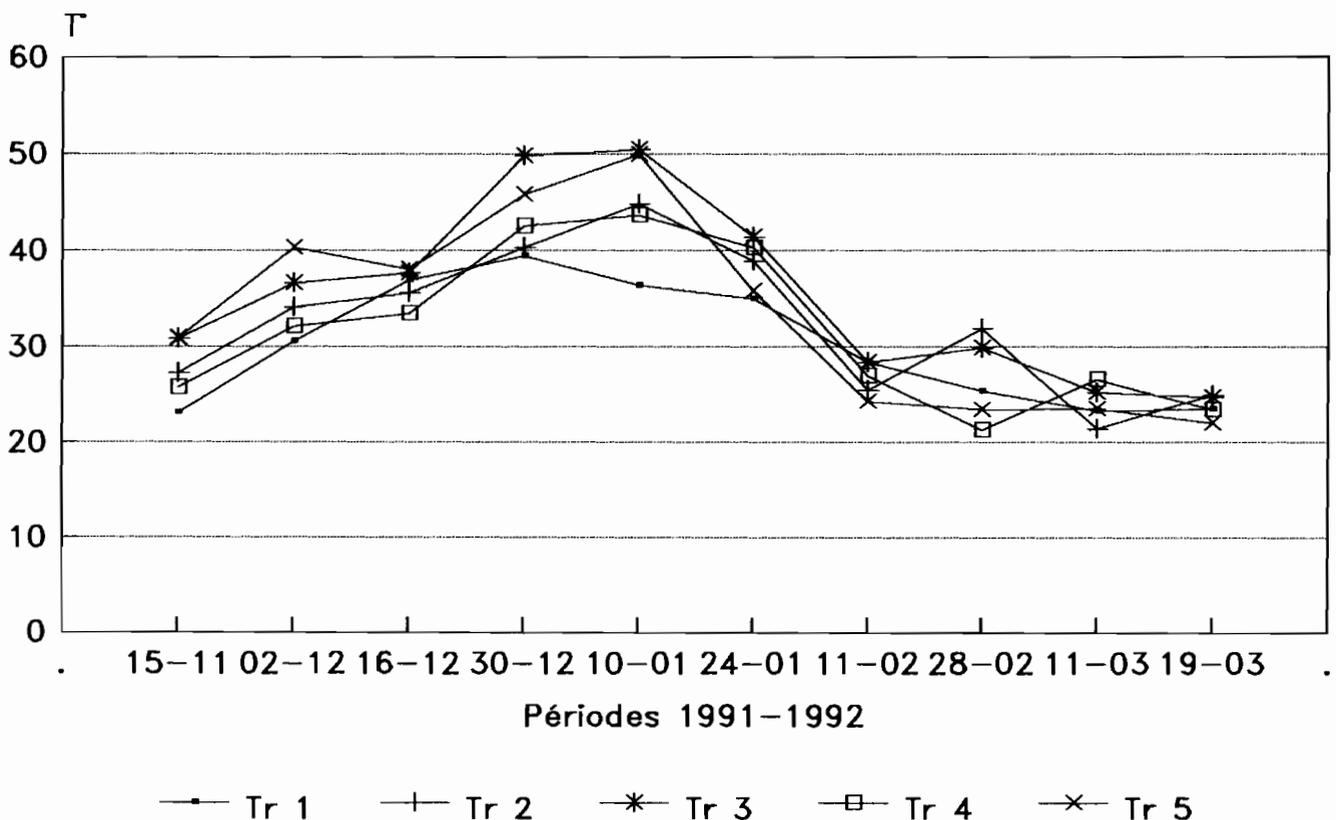


Fig. 1: Evolution de la température dans les compostières à Rabiro.

pomme de terre sur ce sol acide de la station de Rapiro à Campazi. L'effet de la solubilisation du phosphore de la roche de Matongo par les acides organiques est encore à démontrer.

TABLEAU 6
Analyse de la covariance

Source	d.l.	s.c.	s.c.m.	F
Traitements	5	70,83	14,17	14,50**
Erreur	11	10,75	0,98	
Total	16	81,58		F (5,11) 5%: 3,20 1%: 5,32

$$ppds = t(11) 0,05 \times V \frac{2s^2}{r} = 1,78$$

	2	3	4	5	6
5%	1,78	1,87	1,92	1,94	1,96
1%					

TABLEAU 7
Coûts des différents intrants

	Compost	DAP	RPM	Urée	K2SO4	Calcaire	Total
NT	20000	-	-	-	-	36000	56000
DAP 0,5	20000	5800	-	-	10000	36000	71800
DAP 1,0	20000	10800	-	-	10000	36000	76800
RPM 0,5	20000	-	138	1200	10000	36000	67338
RPM 1,0	20000	-	264	2400	10000	36000	68464

3.3. Etude économique

Les coûts des différents intrants sont présentés au tableau 8. Les quantités de DAP, RPM et urée appliquées à l'hectare à raison de 20 tonnes de compost par ha, sont calculés à partir du compost récolté et la dose mise dans la compostière, tandis que le K₂SO₄ a été appliqué au terrain. Le coût pour le RPM est donné par (12) et celui du compost par (5). Le calcaire a été calculé sur deux années. Le tableau 9 renseigne sur les indicateurs économiques détaillés.

Samenvatting:

In het kader van de samenwerking tussen het CVHA project en het FAVA project van de Faculteit landbouw in Burundi werd de bemestingswaarde van het diammoniumfosfaat en de fosfaatrots wanneer toegevoegd tijdens het compostageproces en toegepast op een zure bodem uit de streek van Rapiro (Campazi) vergeleken.

De veldproeven op aardappelen toonden aan dat beide fosfaat-bronnen dezelfde bemestingswaarde hebben als de aangerijkte compost toegepast werd bij een dosis van 20 t/ha.

Het is eer interessant van landbouwkundig en economisch oogpunt om fosfaatrots in combinatie met compost te gebruiken. Verdere proeven zijn aan de gang om deze bevindingen te bevestigen.

De gehalten aan N en P₂O₅ van DAP zijn resp.: 18% N en 46% P₂O₅.

Les coûts par kg sont:

Compost	1 FBU/kg
DAP	100 FBU/kg
RPM	2 FBU/kg
K ₂ SO ₄	100 FBU/kg
Calcaire	18 FBU/kg

et le prix de pomme de terre de 40 FBU/kg. (1 FBU: 1 franc burundais).

Il ressort de cette étude économique que le revenu net est positif pour tous les traitements sauf le témoin. Le compost traité avec le DAP 0,5, le DAP 1,0 et le RPM 1,0 ont un rapport valeur/coût (V/C) supérieur à 2. Le revenu net et le V/C pour la roche de Matongo sont intéressants.

TABLEAU 8
Indicateurs économiques pour l'essai de comparaison de RPM et de DAP dans la compostière

Traitement	Rdt moyen t/ha	Augm. Rdt kg/ha	Valeur FBU/ha	Coûts tot. FBU/ha	Revenu net FBU/ha	V/C
Témoin	3,05	-	-	-	-	-
NT	4,36	1310	52400	56000	-3600	0,93
DAP 0,5	6,76	3710	148400	71800	76600	2,07
DAP 1,0	9,81	6760	270400	76800	193600	3,52
RPM 0,5	6,25	3200	128000	67338	60662	1,90
RPM 1,0	7,23	4180	167200	68464	98736	2,44

4. Conclusions

Les résultats montrent que la RPM appliquée dans la compostière permet d'avoir un fertilisant comparable à celui complétement avec le DAP comme source de phosphore voire même plus riche en calcium au moins à doses modestes.

Plusieurs essais en milieu paysan sont déjà en cours.

Références bibliographiques

- Dalzell H.W., 1987. Soil management: compost production and use in tropical and subtropical environments. FAO soils bulletin 56. 176 pp.
- FAO 1978. Report on the agro-ecological zones project. Vol 1. Methodologie and results for Africa. World Soil Resources Report 157 pp.
- Fokin A.D., Sinha M.K., 1969. Interaction of phosphate with soil humic substances. Izvestra, Timiryazev Acad. Agric. Sc. 4.
- Gueye F., Gany F., Truong B., 1986. Elaboration d'un compost enrichi en phosphore par le phosphate naturel de Taïba. Etude agronomique Sem. Amélior. Biol. Fert. sols. 19-25 mars, 1986, Dakar, Sénégal.
- Huyez M., 1988. Rapport de mission d'appui au service Recherche-Développement de la SRD Kirimiro, Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage.
- IFDC 1985. Fertilizer Research Program for Africa: The fate, sources and management of nitrogen and phosphorus fertilizers in Sub-Saharan Africa. International Fund for Agricultural Development, 132 pp.
- Isabu 1986a. Analyse des sols 1-4. Fiches labo 010-012. Institut des Sciences Agronomiques du Burundi. Bujumbura.
- Isabu 1986b. Analyse des végétaux et des aliments. Modes opératoires. Fiche labo 006. Institut des Sciences Agronomiques du Burundi, Bujumbura.

9. Isabu 1992. Rapport annuel de l'Isabu/Munanira 1991-1992.
10. Kamprath E.J., 1970. Exchangeable Aluminium as a criterion for liming leached mineral soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 24: 252-254.
11. Levesque N., Schnitzer M., 1967. Organo-metallic interactions in soils: 6. Preparation and properties of fulvic acid-metal phosphates. *Soil Sci.* 103: 183-190.
12. Mackay, Schnellman Ltd., 1991. Etude de la faisabilité pour le projet pour la production d'engrais phosphatés des gisements de phosphate de Matongo. Hydro Agri International Licencing Ltd, Levington Research Station, Ipswich, Grande Bretagne, 87 pp.
13. Mustin M., 1987. Le compost - gestion de la matière organique. Editions François Dubusq, Paris, 954 pp.
14. Opdekamp L., 1981. Aptitudes des sols sur bassin de Kayongozi. Isabu, Bujumbura, 65 pp.
15. Orstom 1988. Normes d'interprétation du laboratoire d'agro-pédologie. Agonkonmey, R.P., du Bénin, 9 pp.
16. Sinha M.K., 1972. Organo-metallic phosphates: 4. The solvent action on fulvic acids on insoluble phosphates. *Plant Soil* 37: 457-467.
17. Sottiaux G., 1980. Carte des sols du Burundi au 1/250000. Isabu, Publication AGCD, Bruxelles.
18. Van den Berghe C., Sota P. & Mujawayezu A., 1992. Etude de la fertilisation intégrée en milieu paysan dans la région naturelle du Mugamba (Burundi). *Tropicultura*, 10, 1, 7-14.
19. Weir C. & Soper R., 1963. Interaction of phosphates with ferric organic complexes. *Canad. J. Soil Sci.* 43: 393-399.

C.H. Van den Berghe, Belge, Dr. Ir (Lille, Gent), Chef de Projet FAVA/BM/FACAGRO. Faculté des Sciences Agronomiques du Burundi.

P. Kakana, Burundais, Ingénieur Agronome, Faculté de Sciences Agronomiques du Burundi.

P. Sota, Burundais, Ingénieur Agronome, Faculté des Sciences Agronomiques du Burundi, Chercheur du Projet FAVA/BM/FACAGRO.

J.B. Rwigema, Rwandais, Ingénieur Agronome, Faculté des Sciences Agronomiques du Burundi, Chercheur du Projet FAVA/BM/FACAGRO.

Ecole d'Architecture de Grenoble

CERTIFICAT D'ETUDES APPROFONDIES EN ARCHITECTURE DE TERRE

Janvier - Décembre 1995

Le Certificat d'Etudes Approfondies en Architecture de Terre est une formation de troisième cycle sanctionnée par un diplôme délivré par l'Ecole d'Architecture de Grenoble sous tutelle du Ministère de l'Equipement, des Transports et du Tourisme.

Organisation des études (durée: 1 an)

Enseignement à temps plein de janvier à juin 1995.

Volume horaire: 170 heures d'enseignement théorique; 90 heures de travaux dirigés; 200 heures de travaux pratiques. Travail de recherche personnel de juillet à décembre 1995.

Programme

L'enseignement est structuré autour de huit modules traitant chacun d'un thème particulier:

1. Architectures de terre: histoire et patrimoine
2. La terre, matière première
3. Stabilisation et protection de surface
4. Techniques de production et construction
5. Blocs de terre comprimée
6. Arcs, voûtes et coupoles
7. Habitat économique
8. Comportement thermique d'un édifice

Ces modules sont complétés par cinq semaines d'applications pratiques permettant d'approfondir des connaissances opérationnelles:

- Montage et organisation d'unités de production
- Dispositions constructives et conception architecturale de l'habitat économique
- Pratiques de chantier en atelier.

Conditions d'admission

La CEAA-Terre est ouvert aux titulaires d'un diplôme d'architecte, d'ingénieur ou d'un diplôme donnant accès à un troisième cycle universitaire. Une fiche d'inscription, obtenue auprès du secrétariat, devra être renvoyée avec un dossier complet comprenant:

- une copie du diplôme requis pour cette formation,
- une lettre de candidature précisant les motivations, présentant éventuellement des activités professionnelles antérieures dans le domaine de la construction en terre et exposant les projets ou intentions de travail,
- un exemplaire du mémoire de fin d'études et autres documents utiles à la sélection.

Une bonne maîtrise de la langue française est exigée.

Les dossiers doivent parvenir à l'Ecole d'Architecture de Grenoble **avant le 30 mai 1994**. Les candidats sont sélectionnés sur dossier par un jury d'enseignants et de chercheurs. Les résultats de cette sélection seront communiqués en juin 1994. Les candidats retenus doivent alors confirmer leur inscription avant la fin juillet 1994. La capacité d'accueil est de 15 étudiants par promotion.

Les droits d'inscription s'élèvent à 6.300 FF; ils comprennent les cours et les frais liés aux travaux pratiques en atelier.

CRATerre-EAG

Dessin-Chantier

CEAA-Terre / 60 avenue de Constantine / BP 2636 / 38036 Grenoble Cédex 2 / France
Téléphone (33) 76 40 14 39 - (33) 76 40 66 25 - Télécopie (33) 76 22 72 56 - Télex 308 658

Etude comparative de deux techniques de travail du sol dans les terres en pentes

S. Chehaibi*, T. Mansouri**, M.M. Belhadj***

Keywords: Soil cultivation techniques — Slopy fields

Résumé

Les effets de deux techniques de travail d'un sol limo-sablonneux en pente sur son état structural ont été étudiés à l'aide de mesures sur champ. Les deux techniques qui ont été comparées sont le retournement du sol à l'aide d'une charrue monosoc tirée par tracteur, et le non retournement superficiel à l'aide d'une charrue à soc fouilleur mue par traction chevaline.

L'état structural a été caractérisé par la résistance à la pénétration d'une pointe, le poids spécifique apparent sec et l'indice d'émiettement superficiel du sol.

Les résultats montrent un état poreux après travail avec retournement, caractérisé par des indices d'émiettement élevés pour les grandes vitesses d'avancement lors des opérations de reprise du labour. Le travail superficiel permet les plus faibles indices d'émiettement pour les différentes opérations, mais la zone travaillée est caractérisée par un sol plus compact.

Summary

The effects of two on slope soil cultivation techniques on its structural state were studied with the help of field measurements. The two compared techniques are:

Soil turning over with a mechanically hauled single moldboard plough, and the no superficial turning over with animal hauled digger moldboard plough.

The structural state was characterized by the resistance to nid penetration, the apparent dry specific weight and the superficial soil crumbling index.

The results showed a porous state following the turning over cultivation characterized by high crumbling indexes when speeding up during the restarting operations.

The superficial cultivation allows the lowest crumbling indexes for the whole chain. But, the cultivated area was characterized by a more compacted soil.

1. Introduction

La conservation du patrimoine eau-sol pose des problèmes considérables dans les zones de montagne du Nord-Ouest tunisien. La présence de reliefs accentués et de techniques de travail du sol inadéquates dans des régions caractérisées par des pluies intenses, sont à l'origine de transports solides élevés suite à des ruissellements trop importants (3).

Ces pertes d'eau par ruissellement, et du sol par érosion sont d'autant plus marquées que le sol est travaillé dans le sens de la pente et que son émiettement après travail est élevé.

L'équation de la variation du stock d'eau "DS" en fonction des apports d'eau "P", de l'évapotranspiration réelle "ETR", du ruissellement "R" et du drainage "D" qui s'écrit:

$$DS = P - R - ETR - D$$

met en évidence l'intérêt de minimiser les facteurs sous-tractifs R, ETR et D afin maintenir suffisamment d'eau dans le sol.

L'infiltration du maximum des apports d'eau, en réduisant les pertes par ruissellement, permet de sauvegarder les sols des terres en pente par une réduction des transports solides.

Par ailleurs, les écoulements verticaux de l'eau dans le sol sont liés à la structure de la phase solide (5). Celle-ci dépend en grande partie des techniques de travail du sol, qui exigent une manipulation particulière dans les terrains en pente (6).

La pratique de ces techniques dans le sens des courbes de niveaux permet une meilleure infiltration de l'eau dans le sol, et une réduction des transports solides (2).

Cependant, la pratique de cette méthode avec même des techniques appropriées, s'affronte à de nombreuses difficultés, dues essentiellement à une taille de matériels non adaptée aux parcelles des zones de montagnes caractérisées par des morcellements dans le sens de la pente. L'utilisation de tels matériels se caractérise par des pertes de temps dans les manoeuvres et des charges de production élevées.

Il s'avère donc utile de chercher des matériels de travail du sol qui s'adaptent aux petites parcelles en pente (type, taille, puissance), et qui assurent un état structural favorable.

*Ecole Supérieure d'Horticulture de chott Mariem, Sousse, Tunisie.

**Centre de Recherche de Génie Rural. Lafergue-Béjà.

***Ecole supérieure des Ingénieurs de l'Équipement Rural de Medjez El Bab

Reçu le 31.08.92 et accepté pour publication le 10.12.93.

L'objectif de ce travail consiste à étudier et comparer pour un type de sol donné en pente, les effets de deux techniques de travail de sol sur son état structural. Les deux techniques choisies représentent deux catégories de mode d'action des outils sur le sol, à savoir, le retournement et le travail superficiel sans retournement du sol.

2. Matériels et méthodes

Les essais ont été effectués au cours du printemps 1992, sur une parcelle située dans le secteur du Sidi-Shaïl (Béja, Tunisie) caractérisée par une pente de 10% sur un sol limo-sablonneux (47% limon, 35,5% sable, 14,5% argile) en jachère depuis deux années.

Le dispositif expérimental comprend un facteur étudié: le travail du sol selon deux techniques (T1, T2) et trois variables mesurées: la résistance du sol à la pénétration d'une pointe (4), la densité apparente sèche et l'indice d'émiettement superficiel du sol (1). La reprise du labour après les deux traitements et réalisée par deux passages de pulvériser à disques et un passage par une herse. Les deux niveaux du facteur étudié sont:

- Traitement T1 = T1: le travail superficiel du sol sans retournement à 13 cm de profondeur à l'aide d'une charrue à soc fouilleur tirée par un cheval.
- Traitement T2 = T2: le travail du sol avec retournement à 30 cm de profondeur à l'aide d'une charrue monosoc, réversible tirée par un tracteur de 30 cv. Trois vitesses d'avancement ont été utilisées lors des essais pour la traction mécanique à savoir:
 - Traitement T21 = T21: le travail du sol à vitesse réelle de 2,8 km/h.
 - Traitement T22 = T22: le travail du sol à vitesse réelle de 5,3 km/h.
 - Traitement T23 = T23: le travail du sol à vitesse réelle de 6,7 km/h.

Le dispositif expérimental a été réalisé pour les deux traitements (T1, T2(1,2,3)) en trois répétitions et trois blocs aléatoires. Neuf mesures ont été réalisées pour chaque paramètre.

L'état structural est caractérisé par les trois mesures suivantes:

- La résistance du sol à la pénétration d'une pointe au moyen d'un pénétromètre à enfoncement régulier et à lecture directe. Les valeurs de lecture sont traduites en valeurs de pression après étalonnage de l'appareil à l'aide d'une balance de précision.
- La densité apparente du sol à l'aide de prélèvements de cylindre de sol de volume connu, dont on obtiendra ensuite le poids-sec.

Les deux types de mesures sont effectuées avant et après passage des outils sur plusieurs niveaux de profondeur.

- L'indice d'émiettement du sol après chaque passage d'outil obtenu après lecture de photos d'un cadre de 1 m² quadrillé en 10 x 10 cm. Les photos permettent de recenser les mottes selon leurs grandeurs et distinguer les pourcentages correspondants aux diamètres définis au préalable:

Un pourcentage correspondant aux mottes de diamètre de 0 à 2,5 cm.

Un pourcentage correspondant aux mottes de diamètre de 2,5 à 5 cm.

Un pourcentage correspondant aux mottes de diamètre de 5 à 10 cm.

Un pourcentage correspondant aux mottes de diamètre supérieur à 10 cm.

Ces pourcentages seront ensuite transposés sur un graphique en repère orthonormé et permettent de déterminer l'indice d'émiettement par la relation suivante:

$le = s/S = \text{surface au dessous de la courbe}/\text{surface totale}$.

L'état initial de la parcelle avant travail du sol est caractérisé par un état homogène avec une résistance du sol à la pénétration moyenne de 16,08 kg/cm², une densité apparente moyenne de 1,289 g/cm³ et une teneur en eau pondérale de 15,35% sur l'horizon 0-50 cm.

3. Résultats - Discussion

L'examen des profils pénétrométriques moyens (cf fig. 1) des différents traitements par rapport à l'état initial, permet de mettre en évidence une diminution de la résistance à la pénétration après passage des différents outils.

Les profils moyens des deux traitements présentent une allure croissante à partir de la surface du sol jusqu'à la profondeur de travail concernée, puis une allure proche de celle de l'état initial qui caractérise la zone non travaillée.

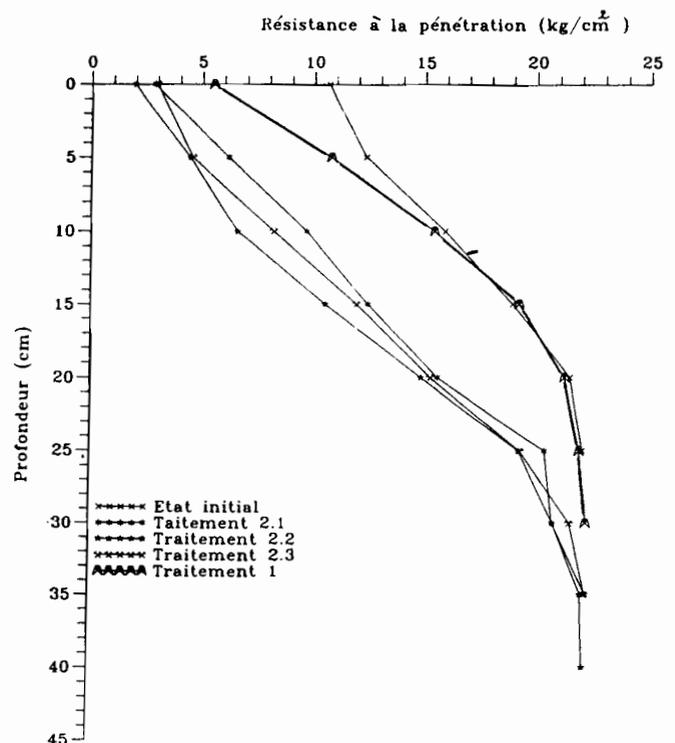


Fig. 1: Profils pénétrométriques moyens des différents traitements:

- T1 Travail superficiel du sol sans retournement
- T2 Travail du sol avec retournement à différentes vitesses d'avancement

Ceci montre l'effet du travail du sol sur la résistance à la pénétration.

La comparaison des valeurs de la résistance du sol à la pénétration par niveau de profondeur, montre des différences significatives entre le traitement T1 et les trois gammes de vitesses du traitement T2 pour les horizons allant de 0 à 20 cm, ce qui indique un état non compact du sol travaillé par le traitement T2, et met en évidence des écarts de structure visibles entre le traitement T2 et le traitement T1.

Au niveau du traitement T2 seul, l'examen des profils pénétrométriques relatifs aux trois traitements T21, T22 et T23, montre que la résistance à la pénétration du sol varie avec la vitesse d'avancement du tracteur. Sur l'horizon 5-20 cm, le traitement T22 est caractérisé par les valeurs les plus faibles de la résistance à la pénétration.

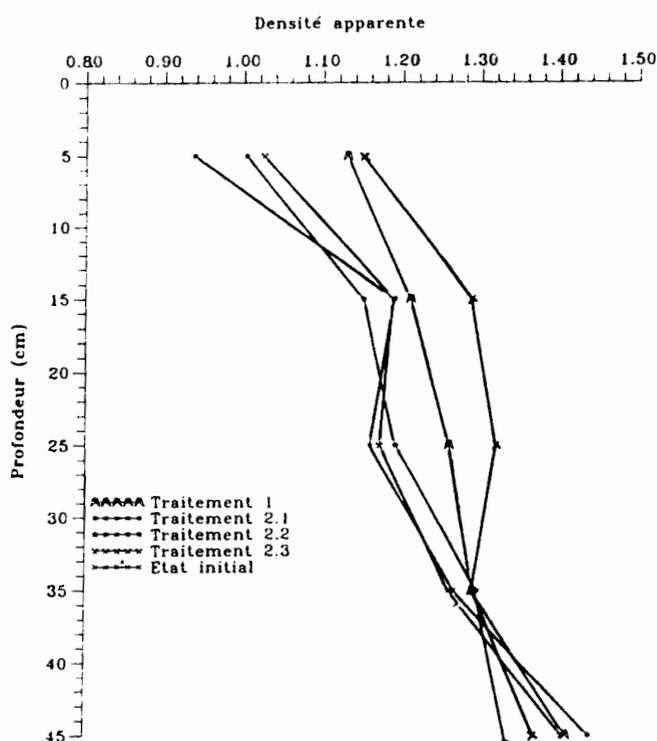


Fig. 2: Profils moyens des poids spécifiques apparents des deux traitements T1 et T2 (T21, T22 et T23)

En ce qui concerne la densité apparente sèche, (cf fig. 2) l'examen des profils moyens des deux traitements T1 et T2 par rapport à l'état initial, montre la diminution de la densité apparente du sol travaillé par les deux traitements, donc l'augmentation de la porosité du sol.

Les profils moyens des deux traitements présentent une allure croissante tout le long de la profondeur de travail concernée.

La comparaison des valeurs de la densité apparente sèche par niveau de profondeur, montre des différences significatives entre les traitements T1 et T2 sur les horizons situés entre 5 et 25 cm.

Au-delà de la couche travaillée, les deux traitements présentent un horizon dense caractérisant un sol tassé en profondeur suite aux passages d'ensemble tracteur-outil.

L'examen des valeurs de l'indice d'émiettement (cf tab. 1) des deux traitements comparés pour chaque type d'opération: [labour (La), labour + recroisement (La+Re) ou labour+recroisement+hersage (La+Re+He)], permet de constater que le pourcentage des mottes laissées en surface est plus élevé pour les trois gammes de vitesses du traitement T2 par rapport au traitement T1.

Il se dégage aussi que l'indice d'émiettement augmente avec le nombre d'opérations effectuées pour chaque traitement. En effet, du labour seul au labour plus le recroisement, la valeur de l'indice d'émiettement passe de 0,32 à 0,35 pour le traitement T21, et de 0,38 à 0,44 pour le traitement T22.

Ces constatations restent valables pour les opérations (labour + recroisement + hersage) où la valeur de l'indice d'émiettement atteint 0,48 pour le traitement T1 et 0,54 pour le traitement T22.

Le traitement T2 est caractérisé donc pour les trois gammes de vitesses (traitements T21, T22 et T23) par des indices d'émiettement plus élevés par rapport au traitement T1 pour toutes les opérations.

Il apparaît au terme de ces résultats, que le traitement T1 permet des indices d'émiettement superficiel du sol les plus faibles.

Le traitement T2 (généralise à toutes les opérations pour T21 mais limité à un labour + recroisement pour T22) permet des indices d'émiettement relativement faibles.

Ces indices augmentent avec la reprise du sol par le hersage pour le traitement T22 et à partir du premier recroisement pour le traitement T23. Ceci met en évidence un effet d'émiettement superficiel du sol du traitement T2 pour les grandes vitesses d'avancement du tracteur en travail du sol.

TABLEAU 1

Valeurs de l'indice d'émiettement superficiel du sol relatives aux deux traitements T1 et T2 pour les différentes opérations: La = labour, Re = recroisement, He = Hersage

Traitement	Indice d'émiettement		
	Opérations effectuées		
	La	La+Re	La+Re+He
T1	0,32	0,35	0,48
T2			
T21	0,35	0,39	0,53
T22	0,38	0,44	0,54
T23	0,42	0,47	0,59

4. Conclusion

Il apparaît au terme de ce travail expérimental ayant pour but d'étudier les effets de deux techniques de travail de sol des terres en pente, sur son état structural, qu'il existe une relation entre l'état structural, et l'indice d'émiettement superficiel du sol. En effet, des deux variables mesurées: la résistance du sol à la pénétration et la densité apparente sèche, il se dégage un état structural meuble pour T2 qui est confirmé par un indice d'émiettement superficiel du sol élevé.

Le traitement T2 se traduit par un état poreux non compact, avec un sol très émietté en surface, donc sensible à l'érosion.

Le travail superficiel du sol à l'aide d'une charrue à soc fouilleur à traction animale (traitement T1), permet des indices d'émiettement faibles, mais n'améliore pas davantage la porosité et la résistance du sol à la pénétration d'une pointe.

Le labour avec retournement à l'aide d'une charrue monosoc, réalise une porosité du sol importante, et peut être uti-

lisé dans les petites parcelles en pente, à condition de limiter les opérations de reprise pour les grandes vitesses, afin de réduire l'émiettement superficiel du sol.

L'utilisation d'une charrue à soc fouilleur caractérisée par des indices d'émiettement faibles pour toute la chaîne, semble s'adapter correctement pour le travail du sol dans les petites parcelles en pente. Cependant, il serait intéressant de chercher à concevoir des outils de labour sans retournement permettant des profondeurs de travail adéquates pour différentes conditions (sols, plantes, pluviométries...).

Références bibliographiques

1. Aubineau M. & Bilot J.F., Compte rendu de la session de perfectionnement de grignon sur les outils de travail du sol. Etude de CNEEMA, Novembre 1973, n° 385.
2. Bahri C., 1990. Etude et évaluation des aménagements du bassin versant de l'Oued Marguellil; rapport des activités du Centre de Génie Rural.
3. Ben Khelil K., 1990. Mécanisation de la petite et moyenne montagne; rapport des activités du Centre de Génie Rural.
4. Billot J.F., 1989. Pénétrométrie, choix des outils et dates de travail du sol. Dublin, volume **3**.
5. Dalleine E., 1980. Les façons du travail du sol, CNEEMA tome **5**.
6. Hamza et al, 1992. Effets de trois techniques de travail du sol sur son état structural et hydrique; Séminaire International de la troisième Commission Internationale du Génie Rural, Rabat, Maroc.

S. Chehaibi: Tunisien, Ing. machiniste ESIER en machinisme agricole INAT, Tunis. Assistant ESIER, Medjez-el Bab., Tunisie.

T. Mansouri: Tunisien, Ing. machiniste ESIER, Spécialisé INAT Tunis. Attaché de recherche au CRGR.

M.M. Bel Hadj: Tunisien, Ing. machiniste ESIER, Medjez-el Bab

The opinions expressed, and the form adapted are the sole responsibility of the author(s) concerned.

Les opinions émises et la forme utilisée sont sous la seule responsabilité de leurs auteurs.

De geformuleerde stellingen en de gebruikte vorm zijn op de verantwoordelijkheid van de betrokken auteur(s).

Las opiniones presentadas y la forma utilizada son de la única responsabilidad de los autores concernidos.

The beneficial effect of dual inoculation of vesicular-arbuscular mycorrhizae + rhizobium on growth of white clover

X-g.Lin, W-y. Hao & T-h Wu.

Keywords: Vesicular — Arbuscular mycorrhizae — Rhizobium — Dual inoculation — White clover.

Summary

Investigation on the effect of phosphorus on vesicular-arbuscular mycorrhizal infection, and dual inoculation of vesicular-arbuscular mycorrhizae + rhizobium on growth of white clover under field microplots and pot experiments was conducted on fluvo-aquic soils of semi-arid region in north China. The results showed that 60 kg P_2O_5 ha⁻¹ in form of superphosphate was the most favorable phosphorus level for vesicular-arbuscular mycorrhizal infection; mycorrhizal infection, nodulation, dry weight of shoots and roots, total uptake of nitrogen, phosphorus and other elements, the final yields and recovery of phosphorus of white clover were significantly increased by vesicular-arbuscular mycorrhizal inoculation and dual inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobium. The highest response of inoculation was obtained by adding fertilizer phosphorus at the level of 60 kg P_2O_5 ha⁻¹ in form of superphosphate.

Résumé

Une étude sur l'effet du phosphore sur la pénétration mycorrhizienne vésiculo-arbusculaire et de l'inoculation combinée de mycorrhizae vésiculo-arbusculaire plus rhizobium sur la croissance du trèfle blanc en petites parcelles au champ et en pots de végétation a été menée sur sols "fluvo-aquic"* de la région semi-aride du nord de la Chine. Les résultats ont montré que 60 kg de P_2O_5 .ha⁻¹ sous forme de superphosphate était le taux de P le plus efficace pour la pénétration mycorrhizienne vésiculo-arbusculaire; la pénétration mycorrhizienne, la modulation, le poids sec des tiges et racines, la quantité optimale d'N absorbé, le P et les autres éléments, les rendements finaux et la récupération du P du trèfle blanc ont été augmentés significativement par inoculation mycorrhizienne vésiculo-arbusculaire, par inoculation de mycélium mycorrhizien VA et du Rhizobium. La réponse la plus forte à l'inoculation fut obtenue après addition d'engrais phosphaté à la dose de 60 kg P_2O_5 .ha⁻¹ sous forme de superphosphate

* Soils taxonomy. U.S.A.

Introduction

Fluvo-aquic soil covers a large area of semi-arid region of north China which is low in productivity due to the deficiency of available nutrients. White clover is newly introduced into this region as one kind of green manure and also for the exploitation of fishery and husbandry. It was indicated that white clover was high in mycorrhizal dependency (7).

Inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhizae (VAM) strongly increased nutrient uptake and plant growth (1, 6, 11). Most experiments demonstrated that VAM stimulated phosphorus uptake of leguminous plants and greatly increased nodulation and nitrogen fixation (1, 2).

The purpose of the present project is to investigate the beneficial effect of dual inoculation of VA mycorrhizal fungi and rhizobium on yield and quality of white clover.

Materials and methods

1. The soil used were fluvo-aquic soil. The basic soil properties were listed in Table 1.
2. Inoculum composed of mycorrhizal sudangrass roots and adhering soils infected by indigenous *Glomus* spp. was mixed and placed as a thin layer (15 g fresh wt. pot⁻¹) 7 cm below soil surface.
3. Surface sterilized seeds of white clover (*Trifolium repens*, L.) were inoculated with 1 ml pot⁻¹ of dense suspension of *Rhizobium trifolii* (10⁹ No ml⁻¹) at planting. A similar amount of sterilized inoculum was used as control.

4. Treatments:

The experiments were conducted in two parts:

Part A. Pot culture: The soil used was sandy fluvo-aquic soil. The level of phosphorus in form of superphosphate were:

TABLE 1
Basic properties of the soils used in experiments

Soil	Total P (P_2O_5 %)	Available P (P_2O_5 mg/100 g)	Total N (%)	OM (%)	Soil pH	mg/kg							g/100 g		
						Mo	Co	Cu	B	Zn	Mn	Fe	Ca	Mg	K
Sandy soil	0.096	1.33	0.029	0.45	8.1	1.9	4.69	8.1	82.5	39.4	259.8	1.45	1.41	0.767	0.13
Sandy loam	0.146	1.34	0.045	0.59	7.8	3.7	5.73	7.6	50.4	52.3	291.2	1.85	1.43	0.913	0.20

Soil Microbiology Department, Institute of Soil Science, Academia Sinica, 71, Beijing Road East, Nanjing, China.

Received and accepted for publication on 02.12.1993.

0. 60. 180 kg P₂O₅ ha⁻¹. Four treatments were set; inoculation with mycorrhizal fungi (M), with Rhizobium (R), with Mycorrhizal fungi + Rhizobium (M+R) and uninoculated control (CK). Seeds were sown in three holes per pot and thinned to six per hole after emergence. There were 5 replicates of each treatment harvested after 120 days from sowing.

Part B. Microplot experiment: The soil used was conducted on loamy fluvo-aquic soil with four treatments as in pot experiment. White clover was pre-inoculated (500 g inoculum in 2 m² per plot) and transplanted into 1x2 m² microplots after 40 days. 60 kg P₂O₅ ha⁻¹ in form of superphosphate was applied with 4 replications arranged at random. There were four rows in each microplot and 14 holes for each row. Plant samples were collected at 80 and 240 days after transplantation, 20 plants and plants in 2 holes were randomly harvested respectively from each plot for measurement. Total yield of white clover was measured in spring and autumn in next year after transplantation.

5. Measurements

(1) VAM infection: roots were cleared and stained (10) and VAM infection was measured by the gridline intersect method (4).

(2) Nutrition uptake of plants; the total N.P content of plant were estimated by using the distillation methods and molybdate blue method respectively after digestion with H₂SO₄-H₂O₂. Other elements were determined by plasma emission spectrometer after digestion with HNO₃-HClO₄.

(3) Recovery of phosphorus: The recovery of phosphorus by plant was calculated according to Powell (12):

$$P \text{ recovery } \% = \frac{P_r - P_o}{f} \times 100$$

where: P_r = total P uptake by plants at fertilizer rate r;
P_o = total P uptake in unfertilized soil; f = rate of applied fertilizer.

Results and discussion

1. Effect of available phosphorus on VA mycorrhizal infection

Root infection of VAM fungi in fluvo-aquic soil was limited in most cases by phosphorus deficiency. The increase of P supply enhanced mycorrhizal infection of white clover as that of mungbean (8). The highest percentage of root infection was found in treatment with the P level of 60 kg P₂O₅

ha⁻¹ but it declined greatly with P level of 180 kg P₂O₅ ha⁻¹ (Table 2). It appears to the same tendency as that obtained by Graham (5).

It is supposed that the mechanism for inhibition of VAM infection in higher phosphorus contents was associated with membrane-mediated decrease in root exudation. The rate of exudation is directly related to fundamental changes in root membrane permeability controlled by P. Subsequent mycorrhizal infection was highly correlated with initial differences in root exudation. Since the native VAM fungi in fluvo-aquic soil are low, VAM infections are consistently low without inoculation even after P fertilization. In treatments M and M+R, mycorrhizal infection increased markedly by the addition of available P especially under the P level of 60 kg P₂O₅ ha⁻¹ as shown in Tab. 2. Table 2 also shows that in treatment of Rhizobium inoculation and in control the effect of P application on VAM infection was not as noticeable as M+R dual inoculation.

2. Effect of inoculation on nutrient uptake, nodulation and nitrogen fixation.

Leguminous plant is the tripartite symbiotic association of legumes, mycorrhizal fungi and rhizobia. Inoculation with VAM fungi increases VAM infection, nutrient uptake and plant growth in a phosphate-deficient soil, thus providing beneficial conditions for rhizobial infection. It is well known that effective nodulation and symbiotic N₂-fixation need a rather high P requirement. Mosse (9) reported that many strains of rhizobium in legumes require at least 0.1 per cent P in root tissues for nodulation. The results indicated that inoculation with M and M+R markedly increased VAM infection of plant roots, and strongly stimulated nodulation of white clover. It showed in Tables 2 and 3 that the number of nodules of mycorrhizal plants were much higher than that of non mycorrhizal controls. And, maximum nodulation was also occurred in treatment with the P level of 60 kg P₂O₅ per hectare. An insufficient or over addition of phosphorus just showed a limited effect on nodulation. In microplots with optimum P level (60 kg P₂O₅ ha⁻¹) effects of mycorrhizal inoculation on nodulation of white clover were similar to that in pot experiment.

TABLE 3

Effect of phosphorus application on nodule number of white clover

Phosphorus level P ₂ O ₅ kg/ha	Treatment	Nodule No. / plant		
		120d (pot culture)	80d (field experiment)	120d (field experiment)
0	CK	0B		
	M	4.6A		
	R	0.1B		
	MR	4.1A		
	CK	0.3C	2.16A	16.45A
60	M	29.6B	10.71B	27.70B
	R	9.5C	4.27A	19.10A
	MR	40.4A	10.00B	27.90B
	CK	1.5C		
	M	13.0BC		
180	R	24.2AB		
	MR	33.2A		

White clover responds particularly well to mycorrhizal infection which resulted in increasing nodulation and N₂-fixation and especially improving nutrient uptake. In our experiment, the results indicated that plants inoculated with either M or M+R

TABLE 2

Effect of P level on mycorrhizal infection (%) of white clover

Phosphorus level P ₂ O ₅ kg/ha	Treatment	VA mycorrhizal infection (%)			
		70d (pot culture)	120d (pot culture)	80d (field experiment)	120d (field experiment)
0	CK	9.2B	17.0C		
	M	46.2A	27.0B		
	R	7.0B	18.2C		
	MR	38.8A	37.4A		
	CK	4.4B	26.9B	18.75A	10.75A
60	M	59.1A	44.9A	45.50B	33.25C
	R	10.0B	29.2B	21.60A	18.75B
	MR	68.6A	52.0A	48.75B	33.75C
	CK	2.8C	18.4B		
	M	25.4A	29.0A		
180	R	1.8C	21.0B		
	MR	14.8B	22.2B		

had considerably higher amount of total N and P absorbed than control plants, and than that was only inoculated with rhizobium in all levels of phosphorus applied. The difference between them was very significant under optimum P level. At the P levels of 60 kg and 180 kg P_2O_5 ha⁻¹, total phosphorus uptake of plant in both M and M+R treatments was 4.5-5.6 times and 5.4-5.7 times greater than control plants, and total N uptake was 12.5-10.9 times and 14-11.0 times greater than control plants respectively (Fig. 1). Inoculation with M and M+R also stimulated the uptake of other elements (Table 4). Similar results have been reported by Cooper and Tinker (3). It is indicated VA mycorrhizal inoculation and dual inoculation improve the uptake of N, P, and other elements which give support to nodulation and N_2 -fixation.

3. Mycorrhizal benefits to plant growth and reduction of fertilizer requirements

The effect of inoculation on plant growth due to the improve-

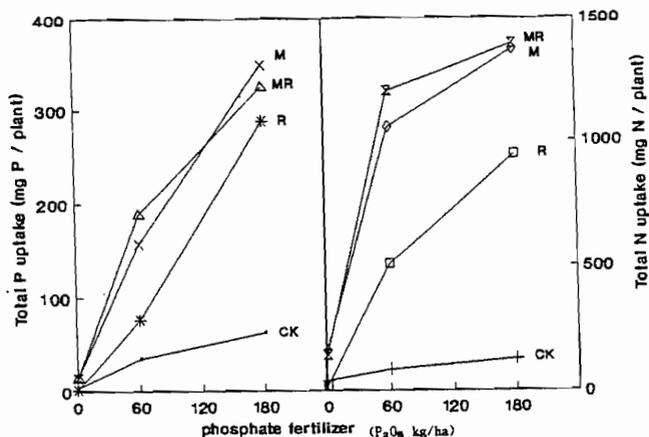


Fig. 1: Effect of phosphorus and inoculation on total P, N uptake (pot culture)

ment of nutrient uptake and nodulation is well demonstrated by the results mentioned above. The results of pot cultures (Fig. 2) showed inoculation with M and with dual inoculation of M+R significantly stimulated the growth of white clover. The mean dry weight of shoots and roots of M and M+R was significantly greater ($P=0.01$) than non-mycorrhizal plants and than in only rhizobium inoculated treatments. In all levels of P treatment, the increases of shoot dry weight was 380-744% by mycorrhizal inoculation, and 424-726% was increased by dual inoculation. White clover showed a large growth response to phosphorus. When no P was added, the increase of shoot dry weight in both M and M+R treatments was 380 and 422% respectively compared with uninoculation plants, but 657 and 726% over the corresponding control with the addition of 60 kg P_2O_5 ha⁻¹ respectively. While further addition of P to 180 kg

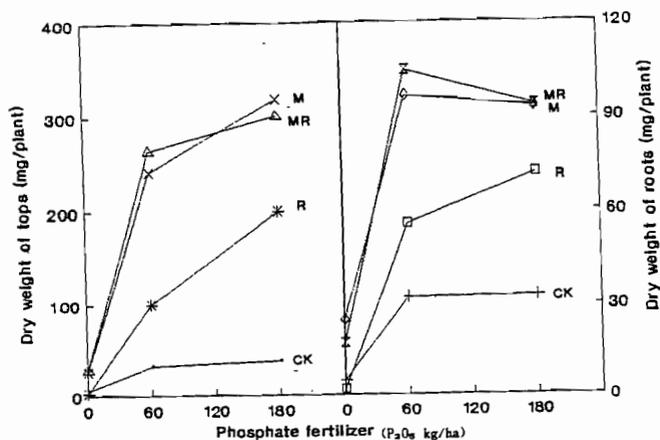


Fig.2: effect of phosphorus and inoculation on dry weight of shoots and roots (pot culture)

P_2O_5 ha⁻¹, dry weight of shoots was not increased. The mean root dry weight showed a similar trend with shoot dry weight in all levels of P treatments.

The results of field microplots also showed that inoculation with M or M+R had significant increase of dry weight of tops and roots at an optimum phosphorus application (60 kg P_2O_5 ha⁻¹) (Table 5), and it lasted to next year. The increase of total yield was similar to the dry weight raised in pot culture after inoculation (Fig. 3). The maximum yield (19.3 t ha⁻¹) was in the treatment of dual inoculation. About 46.8% of the shoot weight increased over the corresponding control. The increase of total yield was significantly different ($P=0.01$) between M and M+R as well.

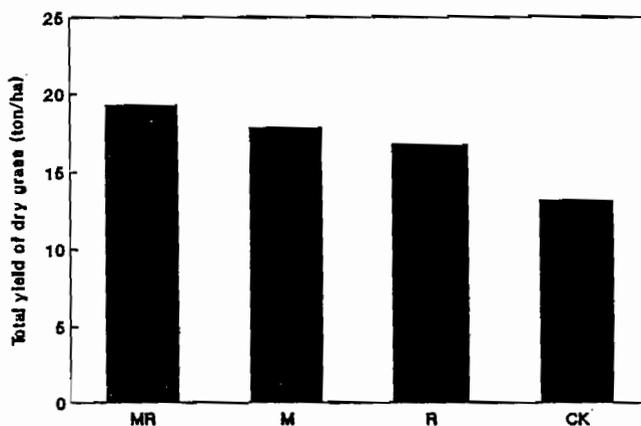


Fig. 3: Effect of inoculation on total yield of white clover (field experiment)

TABLE 4
Effect of inoculation with VAM on total uptake of other element of white clover (microplot)

Treatment	P_2O_5 g/plant	N	μ g/plant									
			Mo	Co	Cu	B	Zn	Mn	Fe	Ca	Mg	K
CK	0.06	0.37	0.63	0.12	2.97	3.50	5.79	5.98	116	0.11	0.08	0.15
R	0.09	0.51	0.96	0.25	9.34	6.13	2.66	6.83	115	0.19	0.10	0.20
M	0.21	1.59	3.01	0.33	15.17	14.02	9.98	19.68	321	0.50	0.31	0.69
MR	0.91	1.35	3.75	0.39	18.67	27.90	10.53	21.42	539	0.57	0.33	0.60

TABLE 5
Effect of inoculation on plant growth (microplot)

Treatment	80 days		240 days	
	Shoot dry wt. g/20 plants	Root dry wt. g/20 plants	Shoot dry wt. g/20 plants	Root dry wt. g/20 plants
CK	0.48A	0.47A	0.10A	0.03A
R	1.21B	0.91B	0.14A	0.04A
M	4.68C	4.60D	0.48B	0.09B
MR	5.60D	3.65C	0.49B	0.12C

The effect of mycorrhizal inoculation and M+R dual inoculation on the recovery of phosphorus by plants is shown in Table 6. The maximum phosphorus recovery appeared at the level of 60 kg P₂O₅ ha⁻¹, 35.6% and 43.6% of P recovered by M and M+R inoculated plants. The mean recovery by non-mycorrhizal plants was only 7.9%. These results demonstrated that inoculation with either M or M+R improved phosphorus uptake of white clover, and increased the recovery of phosphorus. As a result, the requirement of phosphate fertilizer was greatly reduced for maximum plant growth.

TABLE 6
Effect of inoculation on recovery of phosphorus

Phosphorus level (P ₂ O ₅ kg/ha)	Recovery of phosphorus (%)			
	CK	R	M	MR
60	7.9	18.6	35.6	43.6
180	4.9	23.8	27.9	25.8

Conclusions

Synergistic action of the tripartite symbiotic associations among legumes, VAM fungi and Rhizobium play a very important role in the improvement of plant growth. VA mycorrhiza greatly improved plant growth through the increase of the uptake of phosphorus and other mineral nutrients as well as the encouragement of nodulation and nitrogen fixation in soils of low fertility. The optimum amount of P fertilization to mycorrhizal infection in fluvo-aquic soil was 60 kg P₂O₅ ha⁻¹, by the application of which, VAM infection was greatly promoted and the efficiency of P recovery was increased simultaneously. From the results obtained, it is indicated VAM inoculation and the dual inoculation with VA mycorrhiza and Rhizobium are very important for the establishment of white clover in this region, and their symbiotic associations make great contribution to the increase of yield and decrease of the requirement of fertilizer for maximum plant growth.

Research grant C/0789-3FR from International Foundation for Science, Sweden, is acknowledged. This paper is a synthesis of the Final Research Report submitted to and accepted by IFS.

Literature

- Abbott L.K. & Robson A.D., 1977. Growth stimulation of subterranean clover with vesicular-arbuscular mycorrhizas. *Australian Journal of Agricultural Research*, 28, 639-649.
- Bagyaraj D.J., Manjunath A. & Patil, R.B., 1979. Interaction between a vesicular-arbuscular mycorrhiza and rhizobium and their effects on soybean in the field. *New phytologist*, 82, 141-145.
- Cooper K.M. & Tinker P.B., 1978. Translocation and transfer of nutrients in vesicular-arbuscular mycorrhizas. II. Uptake and translocation of phosphorus, zinc and sulphur. *New Phytologists*, 81, 43-52.
- Giovannetti M. & Mosse B., 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New phytologist*, 84, 489-500.
- Graham J.H., Leonard R.H. & Menge J.A., 1981. Membrane-mediated decrease in root exudation responsible for phosphorus inhibition of VAM formation. *Plant physiology*, 67, 548-552.
- Hall I.R., 1978. Effects of endomycorrhizas on the competitive ability of white clover. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 21, 509-515.
- Lin X-g & Hao W-y, 1989. Mycorrhizal dependency of various kinds of plants. *Acta Botanica Sinica*, 31, 721-725.
- Lin X-g & Hao W-y 1989. Effect of phosphorus fertilization on VA mycorrhizal response under unsterilized soil conditions. *Acta pedologica sinica*, 26, 179-185.
- Mosse B., Powell C. Li. & Hayman D.S., 1976. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. IX. Interaction between VA mycorrhiza, rock phosphate and symbiotic nitrogen fixation. *New phytologist*, 76, 331-342.
- Phillips J.M. & Hayman D.S., 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society*, 55, 158-161
- Powell C. Li., Daniel, Jeannette., 1978a. Growth of white clover in undisturbed soils after inoculation with efficient mycorrhizal fungi. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 21, 675-681.
- Powell C. Li., Metcalfe D.M., Buwalda J.G. & Waler J.E., 1980. Phosphate response curves of mycorrhizal and non-mycorrhizal plants. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 23, 477-482.

X-g. Lin: Chinese, associate professor, deputy head of department of microbiology, Institute of Soil Science, Academia Sinica, China.

W-y. Hao: Chinese, professor, Institute of Soil Science, Academia Sinica, China.

T-h. Wu: Chinese, professor, Institute of Soil Science, Academia Sinica, China.

NOTES TECHNIQUES

TECHNISCHE NOTAS

TECHNICAL NOTES

NOTAS TÉCNICAS

Note rétrospective sur l'histoire de la pomme de terre *Solanum tuberosum* dans l'Est du Zaïre

N. Ngoy Kadiebwe*

Keywords: Potato — Retrospective note — History — Farming research

Résumé

En Ituri, la culture de la pomme de terre occupe la troisième position après celles du manioc et de la patate douce. Elle entre largement dans l'alimentation de la population de cette sous-région et constitue en même temps une source de revenus.

La date de son introduction et celle de sa mise en culture en Ituri ne sont pas encore très bien connues. Les travaux de recherche sur cette spéculation ont débuté au Centre de Nioka vers les années 1941 et furent interrompus en 1959 suite à l'accession à l'indépendance de notre pays. La reprise effective des travaux de recherche a eu lieu au début de l'année 1989.

Malgré les conditions écologiques qui sont très favorables à son développement, actuellement, son expansion en milieu paysan connaît un certain nombre de difficultés: insuffisance des semences sélectionnées, ignorance des techniques de conservation des semences, etc.

Summary

Potato is after cassava and sweet potato, the third culture practiced in Ituri area. In this respect, it highly contributes to the feeding of the population and at the same time is a source of their income.

There is no indication as when potato culture has been brought in Ituri. However, research works on this speculation have well begun in 1941 but were suspended in 1959 due to political crisis is ... preceded our independance. They have effectively started again in the beginning of 1989, yet no result is given.

Despite favorable ecological conditions its expansion is slow nowadays owing to difficulties such as insufficiency of selected seeds as well as ignorance of conservation techniques.

1. Introduction

Au Zaïre, la culture de la pomme de terre est favorable dans les régions ci-après: Shaba, Bas-Zaïre, Bandundu, Kivu et dans le Haut-Zaïre (4).

La région du Haut-Zaïre est composée de cinq sous-régions, à savoir: Tshopo, Bas-Uele, Ituri et la sous-région urbaine. L'Ituri est l'une des sous-régions du Haut-Zaïre la plus productive et la plus peuplée; elle représente presque la moitié de la population de cette région. C'est dans ce milieu où la culture de la pomme de terre est très favorable et occupe la troisième position après la culture du manioc et celle de la patate douce (3).

La date de son introduction et de sa mise en culture en Ituri ne sont pas encore bien connues. Elle est l'une des denrées de base de la population de l'Ituri. En plus, elle est produite pour le ravitaillement de grands centres urbains: Bunia, Kisangani et Kinshasa (4).

Les travaux de recherche sur cette spéculation ont débuté vers les années 1941 au Centre de Nioka, interrompus en

1959 lors de l'avènement de l'indépendance de notre pays; la reprise effective d'activités de recherche a eu lieu au début de l'année 1989. Pendant 30 ans de suspension, les producteurs ont rencontré plusieurs difficultés qui ont bloqué l'expansion de cette culture malgré les conditions écologiques qui sont encore très favorables.

Actuellement, l'Antenne de Recherche sur les Plantes à Tubercules est en liaison scientifique avec le Programme Régional d'Amélioration de la culture de la Pomme de terre en Afrique Centrale (PRAPAC).

2. Quelques caractéristiques du milieu

2.1. Cadre géographique

La sous-région de l'Ituri est située au Nord-Est du Zaïre entre 27°15' et 31°30' de longitude Est, et 1° et 3°30' de latitude Nord. Elle forme la frontière du pays au Nord et au Nord-Est avec la République du Soudan et à l'Est avec celle de l'Uganda (2).

*Centre de Recherches de l'INERA-Nioka Antenne de Recherche sur les plantes à tubercules, B.P. 111, Via Bunia, Haut-Zaïre, République du Zaïre.

Reçu le 01.07.92 et accepté pour publication le 20.01.93.

2.2. Climat

Selon Sys et Hubert (5), la sous-région de l'Ituri appartient aux régions climatiques Cf, AW2N et AW3N, définies suivant les critères de Köppen.

— Zone climatique Cf de Köppen: elle caractérise la crête Zaïre-Nil. Elle comprend la zone géographique du Haut-Ituri, le Mont-Oyo et les Monts Mitumba (Ex Monts Bleus). Le régime pluviométrique est caractérisé par des maxima qui se situent en avril et en septembre alors que les minima se présentent en janvier et en juin. La cote udométrique annuelle est de 1270 mm.

La petite saison sèche est plus marquée, tandis que la grande saison sèche se situe en décembre, en janvier et février. La température annuelle moyenne est de 19,4°C.

— Zone climatique AW de Köppen: la région climatique AW3 de Köppen caractérise la majeure partie du territoire de Mahazi ainsi qu'un débordement sur celui d'Aru. Cette région a une saison sèche de trois mois et présente des cotes udométriques variant de 1250 à 1600 mm. Dans la partie Nord-Est de la zone AW3 (territoire d'Aru), la saison sèche est très dure par suite de l'action des vents secs venant du Soudan. Le régime pluviométrique montre des maxima se situant en mars-avril et en août, mois le plus arrosé. La petite saison sèche en mai et juin est peu marquée. La température moyenne annuelle est de 21,8°C. La zone géographique d'une partie du territoire d'Aru, l'extrême Ouest de Mahagi et le Nord-Est de Djugu est une zone de transition vers le type climatique AW2N de Köppen.

2.3. Sol et Végétation

Du point de vue géographique, la sous-région de l'Ituri appartient à la région Soudano-Zambézienne district Oriental secteur du lac Mobutu (Ex-Albert), (1).

Lebrun distingue: les savanes de moyenne altitude (< 1500m), les savanes de moyenne altitude (> 1500 m) et la zone des savanes de lac Mobutu sur le versant de la dorsale. La formation dominante de la région est représentée par des savanes herbeuses entrecoupées de galeries forestières et de rivières marécageuses. L'influence de l'homme est considérable, elle se manifeste par les feux de brousse, la culture et l'élevage.

3. La culture de la pomme de terre (6)

3.1. Les opérations de terrain

3.1.1. Préparation du sol

Les méthodes de préparation du sol restent les mêmes partout en Ituri pour la culture de la pomme de terre. Il y a d'abord le fauchage, très souvent suivi de l'incinération, ensuite le labour et le remuage.

3.1.2. Époque de plantation

Compte tenu de multiples attaques pendant la saison des pluies et par manque des techniques appropriées et d'équipements pour protéger cette culture, les paysans effectuent leurs plantations en saison sèche seulement. Elle débute à partir d'octobre jusqu'au mois de février dans les marais drainés.

3.1.3. Matériel de plantation

Ce sont des tubercules de très petit calibre ou déchets qui sont utilisés comme semences par les producteurs de l'Ituri.

3.1.4. Méthodes de plantation

Après l'émiettement et égalisation des mottes, la plantation se fait à plat dans des poquets préparés à la houe, à une profondeur de 10 à 15 cm. Le talon de chaque tubercule est mis en contact avec le sol et la couronne orientée vers le haut afin de permettre aux tiges de sortir rapidement du sol.

3.1.5. Écartement

La pomme de terre est surtout plantée en culture pure. Plusieurs écartements sont utilisés par les paysans: 60 cm x 40 cm, 75 cm x 30 cm, 80 cm x 30 cm, 80 cm x 40 cm, etc.

3.1.6. Fumure

Cette composante n'est pas encore utilisée en Ituri.

3.1.7. Variétés

La pomme de terre appartient à la famille de Solanacée, du genre *Solanum* et l'espèce *Solanum tuberosum*. Il existe un nombre de variétés qui diffèrent par la couleur de la peau, la couleur de la chair, la profondeur des yeux, la couleur des germes, le goût, le cycle, la résistance aux maladies, aux insectes et le rendement.

3.1.8. Rotations

L'un des plus grands problèmes rencontrés par les paysans en Ituri est celui de l'occupation des terrains. L'insuffisance des terrains de plantation oblige les producteurs à cultiver la pomme de terre au même endroit. Ceci favorise la multiplication des germes pathogènes dans le sol et entraîne la baisse de rendement.

3.1.9. Contrôle des mauvaises herbes

Deux à trois semaines après la plantation, le sarclo-binage est effectué. Le buttage intervient immédiatement après cette première opération. Ces opérations sont répétées en cas de nécessité.

3.1.10. Récolte

Les tubercules sont récoltés lorsque le feuillage commence à faner, surtout en fin de la saison sèche ou au début de la saison des pluies.

3.1.11. Rendement

Il varie entre 5 à 12 t par hectare suivant les études menées par le Bureau du Projet Ituri (BPI).

3.1.12. Conservation

Les paysans conservent leurs semences dans des paniers ou seaux, à l'obscurité. D'où le développement des germes fins, blancs très souvent attaqués par les cochenilles.

3.1.13. Insectes nuisibles et maladies

Les cochenilles attaquent les germes des tubercules pendant la conservation et même à la récolte, il y a des cochenilles sur les tubercules. Pendant la végétation, plusieurs

tiges sont sectionnées par des vers gris. Les pucerons et les teignes sont souvent présents au champ mais les dégâts sont encore négligeables.

Les maladies les plus importantes dans cette sous-région sont: le mildiou et la bactériose.

3.1.14. Commercialisation

Les paysans se sont organisés en coopératives et groupements pour vendre leurs productions. Il s'agit de:

- COOPAGRI à Buba
- COOPERATIVE DE UYURU à Amée
- COOPERATIVE GWOK-NYERI
- GROUPEMENT AGRICOLE DE MER-BER d'Akusi

4. Activités de recherche

Ces activités se présentent de la manière ci-après:

- Période de 1941 à 1959
- Période de 1960 à 1988
- Période de 1989 à nos jours.

4.1. Période de 1941 à 1959 (6)

Le Centre de Recherches de Nioka fut le siège principal du Secteur Nord-Est. Toutes les activités de recherche entreprises sur la pomme de terre trouvaient leur application à Mulungu, une sous-station. Depuis 1941, près de deux cents variétés de pomme de terre ont été introduites à la Station de l'INEAC de Nioka. Certaines d'entre elles ont été maintenues pendant un certain nombre d'années. Les données sur le comportement de ces variétés dans ce milieu sont disponibles chez l'auteur.

4.1.1. Paramètres étudiés

Au cours de cette période, plusieurs essais ont été menés dans les cadres ci-après:

1. Epoque de plantation
2. Maladies et insectes
3. Cycle végétatif
4. Conservation des tubercules
5. Fertilisation
6. Recherche d'une zone de multiplication des semences.

4.1.2. Résultats obtenus

1. *Epoque de plantation*: trois saisons culturales ont été déterminées.
 - a) Saison A: plantation en avril, récolte en juillet
 - b) Saison B: plantation en septembre, récolte en fin décembre ou début janvier
 - c) Marais drainés (ou Bas-Fond): plantation en fin octobre et récolte en fin mars.

2. Maladies et insectes

Le mildiou et la bactériose ont été révélés comme deux grandes maladies de la pomme de terre en Ituri. Quelques attaques de vers blanc et des fourmis ont été également enregistrées.

TABLEAU 1

Répartition d'activités de Recherche par Section

Sections	Activités de recherche
Amélioration	1) Introduction des matériels génétiques. 2) Pré-triage/quarantaine. 3) Essais de triage (saison A, saison B et marais drainés). 4) Essais avancés (saison A, saison B et marais). 5) Essais multiloceaux. 6) Evaluation en champ de l'agriculteur. 7) Production de semences.
Défense	1) Observations sur les maladies et prédateurs: mildiou, bactériose, virose, teigne, cochenilles sur les germes durant le stockage; détection et contrôle au champ. 2) Evaluation des populations des nématodes: rotation pomme de terre et maïs. 3) Lutte contre le mildiou et la bactériose. 4) Efficacité des fongicides, fréquence d'application. Suivi des populations aphidiennes. 5) Pratiques culturales.
Stockage et transformation	1) Evaluation des pertes dues au stockage. 2) Evaluation des coûts de stockage. 3) Conservation des plançons. Dégermage, rupture de la dormance. 4) Age physiologique des plançons. 5) Analyse des résidus des pesticides. 6) Tests de cuisson et organisation de panels de dégustation. 7) Etude de transformation des tubercules en produits déshydratés (chips, farine).
Agronomie	1) Association des cultures: maïs, pomme de terre. 2) Essais de rotation. 3) Techniques culturales: fumure, mode de travail du sol. 4) Evaluation économique des pratiques culturales. 5) Recherche sur les densités optimales et profondeur de plantation en fonction des variétés en diffusion.

Source: Plan Directeur de la Recherche agronomique au Zaïre, PDRA, 20 mars 1990.

3. Cycle végétatif

La durée de la végétation des pommes de terre varie en moyenne de 80 à 125 jours, cela dépend de la variété et de la saison.

4. Fertilisation

Le fumier de ferme augmente sensiblement le rendement (25 tonnes à l'hectare).

5. Variété sélectionnée

Eigenheimer s'est montrée très résistante aux attaques des maladies et insectes avec un bon rendement. Elle est bien appréciée par les consommateurs.

6. Conservation des tubercules

Les tubercules doivent être conservés dans les locaux sains, frais, aérés et relativement éclairés. Il faut éviter les endroits humides, chauds et sombres qui intensifient les phénomènes respiratoires et provoquent l'apparition de longs germes dont l'enlèvement épuise rapidement le tubercule.

7. Recherche d'une zone de multiplication des semences:

Djupaliri, Madi et Aruda
Les environs de Buba

4.2. Période de 1960-1988

Aucune recherche sur l'amélioration de la pomme de terre. Ceci a eu comme conséquence, la disparition des collections au Centre de Recherches de Nioka et la dégénérescence des variétés en milieu rural.

4.3. Période de 1989 à nos jours

C'est au début de l'année 1989 que l'Antenne de Recherche sur les plantes à tubercules a été créée. Ses activités sont regroupées en quatre sections, à savoir: Section amélioration, section défense des cultures, section stockage et transformation, plus la section agronomie (tableau 1).

Références bibliographiques

- Holowaycherck N., Denisoff I., Gilson P., Greogaert J., Liben L. & Sperry P., 1954. Carte des sols et de la végétation du Congo-Belge et du Rwanda-Urundi. Notice explicative de la carte des sols et de la végétation. INEAC/Bruxelles, 31 p.
- Institut Géographique du Zaïre (I.G.Za), 1972. Carte routière et administrative de la région du Haut-Zaïre. Imprimerie offset de l'I.G.Za.
- Rapports annuels: Région du Haut-Zaïre, 1975-1985.
- Scott G. J.: les Cahiers du CEDAF. La culture de la pomme de terre en Afrique Centrale. Une étude sur le Burundi, le Rwanda et le Zaïre, septembre 1988.
- Sys G. & Hubert P., Carte des sols et de la végétation du Congo, du Rwanda et Burundi, 24 Mahagi. A Notice INEAC Bruxelles, 50 p.
- Van Parijs & Heg J.. Rapports annuels INEAC-Nioka, 1940-1958.

N. Ngoy Kadiebwé, Zaïrois. Agronome, Chef de l'Antenne INERA-Nioka, Zaïre.

Quelques titres en attente de publication

Some accepted titles awaiting publication

Enkele aanvaarde titels die op publikatie wachten

Algunos títulos en espera de publicación

Etude de la complémentation minérale dans les compostières en milieu paysan du Mugamba

Essai d'utilisation de la farine des vers de terre *Eudrilus eugeniae* dans l'alimentation des poulets de chair en finition

Influence de divers substrats sur la production d'*Eudrilus eugeniae* (Oligochaeta)

Influence de la floraison, de la croissance en hauteur et en diamètre des plants sur la productivité de deux variétés de tomates

Les effets de trois techniques de travail du sol sur son état structural et hydrique

La voie foncière et administrative en appui à la voie écologique et agricole pour une gestion décentralisée des ressources naturelles dans le programme Après-Barrages au Sénégal.

Compatibility of intercropping stem borer resistant sorghum *Sorghum bicolor* Moench genotypes with cowpea *Vigna unguiculata* (L) Walp and its effect on flower thrips.

Résultats d'enquête sur la brucellose bovine en Guinée

Caractéristiques physiques de la production du melon cantaloup *Cucumis melo* L., cultivé sous serre

Analyse statistique de la production vivrière au Zaïre

Influence of crop management and soil on plantain *Musa* sp., AAB group response to black sigatoka infection in southeastern Nigeria

Identification de quelques contraintes à la production de manioc, de patate douce et de pomme de terre *Manihot utilisima*, *Ipomoea batatas* et *Solanum tuberosum* à l'Est du Zaïre.

Rentabilité d'un biogaz de type chinois au Bénin.

Nouveaux critères pour juger de l'efficacité d'un fourneau à la combustion du charbon de bois

Un patrimoine naturel assez peu connu : la forêt subtropicale de montagne

Coopération internationale: Le Centre Sahel

Un pôle de réflexion et d'action au service de la coopération canadienne et du développement du Sahel

Le Centre Sahel vise à renforcer et à améliorer la coopération canado-sahélienne en mettant à la disposition de celle-ci un centre d'expertise sur le Sahel. A cette fin, les objectifs poursuivis par le Centre sont les suivants:

- Promouvoir la recherche et la réflexion sur les milieux sahéliens et, plus spécifiquement, sur les problèmes et les stratégies de développement concernant le Sahel;
- Améliorer et accroître les compétences canadiennes, tant humaines qu'institutionnelles, reliées à cette région et favoriser la collaboration scientifique entre le Canada et le Sahel;
- Sensibiliser le milieu universitaire et le public en général aux problèmes de développement auxquels sont confrontées les sociétés sahéliennes.

Caractéristiques de l'action du Centre Sahel

Les traits caractérisant l'action du Centre Sahel sont:

- un recours systématique à l'interdisciplinarité et une vision globale du développement;
- l'importance accordée au partenariat avec d'autres organismes gouvernementaux et non gouvernementaux (ONG), tant au Canada qu'au Sahel, partenariat qui se traduit par la constitution de réseaux;
- un rôle de sensibilisation qui repose sur une action d'information et d'animation dans divers milieux.

L'Université Laval et le Sahel

Plusieurs facteurs expliquent l'implantation du Centre Sahel à l'Université Laval:

- l'importance des liens développés au cours des années entre l'Université et le Sahel.
Depuis le début des années 1970, près d'une centaine de professeurs de l'Université Laval ont oeuvré au Sahel à divers titres, tandis que des étudiants sahéliens, plus nombreux encore, venaient étudier à Québec;
- la grande diversité des disciplines offertes par l'Université Laval et son excellence dans des secteurs qui intéressent particulièrement le Sahel, comme l'éducation, la santé, le génie mais aussi comme l'agriculture, l'alimentation, la forêt et la géomatique. L'Université Laval abrite en effet la seule faculté francophone en sciences de l'agriculture et de l'alimentation d'Amérique du Nord et la seule faculté de

foresterie et de géomatique au Québec;

- l'expérience acquise par l'Université Laval dans des projets de coopération internationale, menés en collaboration avec l'Agence canadienne de développement international (ACDI) et d'autres organismes internationaux, notamment en Afrique francophone. L'Université Laval est liée par quelque 150 ententes institutionnelles avec des établissements répartis dans une quarantaine de pays; elle gère une vingtaine de projets majeurs de coopération représentant quelque 50 000 000 \$; elle reçoit quelque 1 700 étudiants étrangers. Un Bureau de la coopération internationale coordonne l'ensemble de ces activités et s'assure de leur conformité avec la politique que l'Université s'est donnée en matière de coopération internationale.

Les composantes

Pour atteindre ses objectifs, le Centre Sahel a mis sur pied des "composantes", c'est-à-dire des équipes de professeurs, de chercheurs et d'étudiants réunis autour d'un thème commun de réflexion et d'action et dotées des moyens requis pour réaliser un programme précis d'activités. Pour la phase 1991-1996, les composantes retenues par le Centre Sahel sont:

Ressources informationnelles sur le Sahel

Responsable: Y. Tessier

Cartothèque de la Bibliothèque générale

Cette composante vise à assurer les services de documentation, d'information scientifique, technique et organisationnelle, destinés à soutenir les activités de recherche, de développement, de gestion et de diffusion du Centre Sahel. Les bases d'un service d'information ont été mises en place; des services d'information diversifiés sont offerts aux clientèles de recherche et la participation aux réseaux documentaires (RESADOC, CIDARC, etc.) sera élargie dans le but d'accroître la circulation de l'information entre les chercheurs et les intervenants dans le milieu.

Stratégies et politiques alimentaires au Sahel

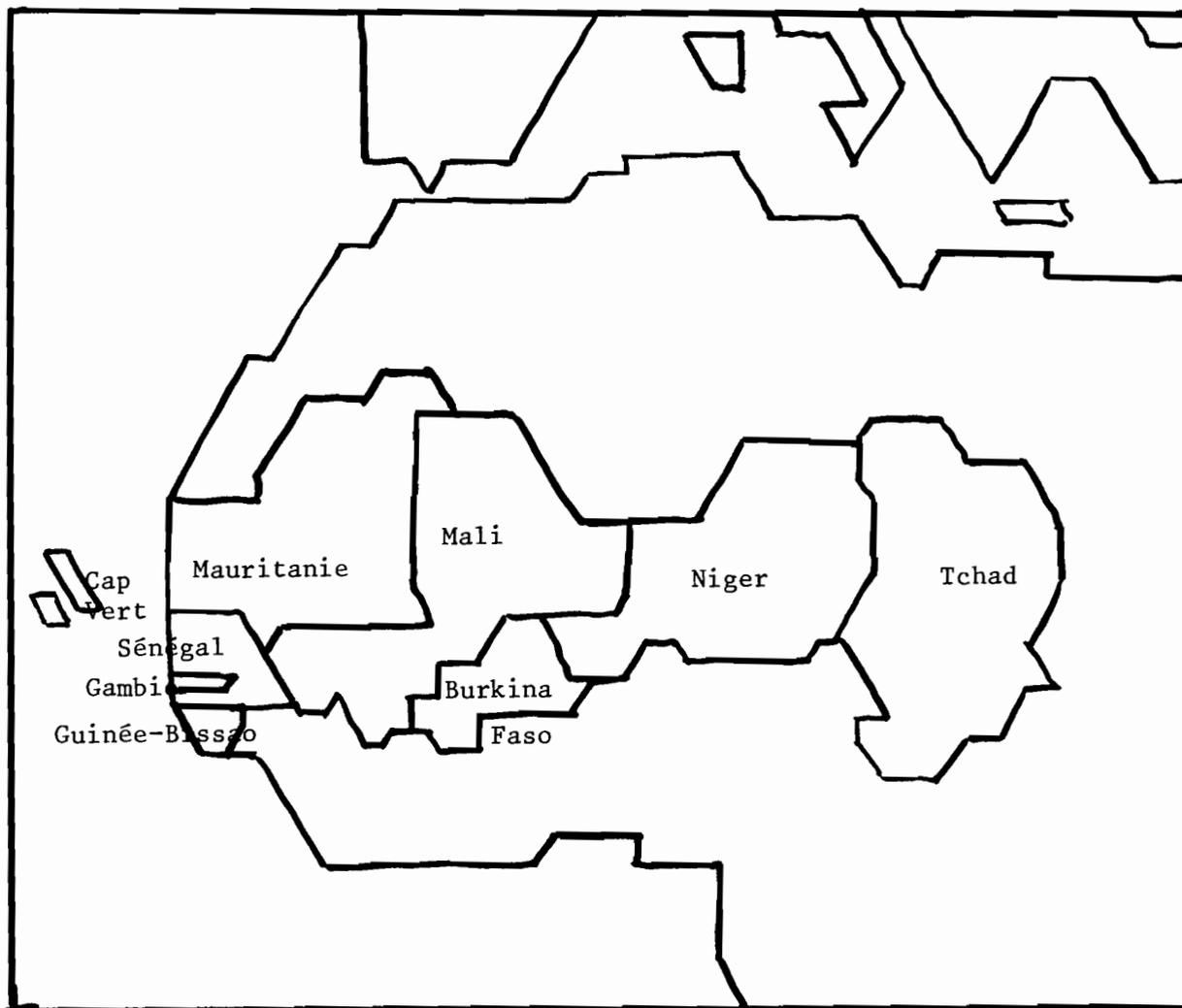
Responsable: G. Ghersi

Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation

Cette composante vise à renforcer la capacité d'analyse et d'intervention des équipes chargées d'élaborer les stratégies et de gérer les politiques agro-alimentaires au Sahel. Les domaines de recherche privilégiés sont: les stratégies et les études prospectives, l'impact des politiques agro-alimentaires

*Dept. Plant Protection, Univ. Center of Dschang, P.O. Box 110, Tel. 45.19.75, Telex 7083 KN. Dschang, Cameroon.

Received on 19.11.92 and accepted for publication on 09.03.93.



On entend généralement par Sahel les neuf pays regroupés dans le CILSS (Comité par états dans la lutte contre la sécheresse au Sahel). Il s'agit des pays suivants: le Burkina Faso, le Cap-Vert, la Gambie, la Guinée-Bissao, le Mali, la Mauritanie, le Sénégal et le Tchad.

et macro-économiques, l'intégration régionale et le commerce international ainsi que les problèmes d'environnement. Les projets concernent: l'appui à l'étude des systèmes alimentaires (CEDRES / Burkina-Faso), l'appui à la planification alimentaire (ministère de l'Agriculture et de l'Elevage du Niger), l'élaboration de matériel pédagogique en planification agro-alimentaire et l'amélioration du logiciel de planification alimentaire CAPPa avec la FAO.

Santé, Eau, Nutrition (SEN)

Responsable: J. E. Girard

Département de médecine sociale et préventive

Cette composante réunit un noyau d'universitaires en médecine sociale et en socio-anthropologie avec des collaborations disciplinaires diverses suivant les projets. Son cadre de référence tient compte des multiples facteurs qui interagissent avec l'environnement socio-biologique et les habitudes de vie sur l'état de santé des populations. A partir de l'expérience acquise dans le programme de surveillance socio-écologique du barrage de Selingué, cette composante entend consolider son savoir-faire dans le domaine

de la surveillance en intégrant l'approche par indicateur et le développement d'outils de participation communautaire de façon à recentrer la prise de décision sur les populations.

Aménagement des terroirs

Responsables: M. Pineau

A. Schwarz

Département des sciences forestières, Département de sociologie

Cette composante, qui fait appel à plusieurs disciplines, est axée sur la gestion et la rétroaction de l'information environnementale. Elle a élaboré un système expert appliqué à la conservation et à la protection des eaux et du sol au Sahel. Elle entend maintenant étendre l'expérience acquise à des secteurs comme l'agroforesterie en collaboration avec le réseau SALWA du Centre international pour la recherche en agroforesterie, la filière bois-énergie en collaboration avec l'Institut de l'énergie des pays ayant en commun l'usage du français et le suivi socio-écologique des barrages avec des partenaires sénégalais et brésiliens.

Secteur informel, petite entreprise et entrepreneuriat*Responsable: Y. Gasse**Département de management*

Cette composante vise à analyser les actions d'appui aux entreprises dans le secteur informel et à promouvoir un entrepreneuriat dynamique. Elle prévoit maintenant la mise en oeuvre de programmes destinés à fournir un encadrement technique et de gestion aux entreprises, en proposant des formules simples, peu coûteuses et faciles à gérer. Un volet concerne la formation et le recyclage des entrepreneurs et un autre vérifie l'opportunité du développement à travers le système coopératif.

Femmes, Société et développement au Sahel*Responsable: Maria De Koninck**Département de médecine sociale et préventive*

Etudiant la position sociale différenciée des femmes et des hommes dans le processus de développement, cette composante a abordé plusieurs thèmes: le transfert technologique, les savoirs des femmes sahéliennes, les associations féminines, l'entrepreneuriat, l'évaluation des stratégies de développement, l'environnement. Par ses activités de recherche et de formation, la composante veut contribuer au renforcement des expertises du Sud et du Nord, notamment en ce qui concerne la dimension sociale du développement.

Le réseau

L'action du Centre Sahel repose sur un réseau qui permet la concertation, la collaboration et la synergie entre les organismes canadiens et sahéliens. Les organismes participant à ce réseau sont aussi bien régionaux, nationaux que non gouvernementaux. Ils peuvent viser aussi bien la recherche que l'action sur le terrain. Mentionnons quelques-uns d'entre eux:

Au Sahel**CILSS**

Comité inter-états de lutte contre la sécheresse au Sahel

Créé en septembre 1973, le CILSS est un organisme de coopération régionale regroupant les neuf pays mentionnés sur la carte. Son siège social est à Ouagadougou, au Burkina-Faso. Il dispose de deux institutions spécialisées: le Centre Agrhymet à Niamey et l'Institut du Sahel à Bamako.

INSAH

Institut du Sahel (CILSS-Bamako)

CERPOD

Centre d'études et de recherche sur la population pour le développement (INSAH-Bamako)

RESADOC

Réseau sahélien de documentation et d'information scientifique et technique (INSAH-Bamako)

Au Burkina-Faso**CEDRES**

Université de Ouagadougou. Centre d'études, de documentation et de recherches économiques et sociales

Caisses populaires du Burkina Faso

Région de la Bougouriba, du Yatenga et de Ouagadougou

GREFFA

Université de Ouagadougou. Groupe de recherche, d'études et de formation: femmes-action

Au Mali**AT/D2**

Projet d'aménagement des terroirs du Moyen-Bani-Niger

CFAR

Centre de formation des animatrices rurales

INRSP

Institut national de recherche en santé publique (Bamako)

INRZFH

Institut national de la recherche zootechnique, forestière et hydrobiologique (Bamako)

OERHN

Office d'exploitation des ressources hydrauliques du Niger (Bamako)

Au Niger**DEP**

Direction d'études et de planification du ministère de l'Agriculture (Niamey)

Au Canada**ACEA/CAAS**

Association canadienne des études africaines / Canadian Association of African studies

Carrefour canadien international (Montréal)**Carrefour international (Montréal)****Carrefour Tiers-Monde (Québec)****GREDA**

Université de Montréal - Groupe de recherche en développement alternatif

Hydro-Québec International (Montréal)**OCSD**

Organisation canadienne pour la solidarité et le développement (Montréal)

PPDS

Programme population et développement au Sahel (Université de Montréal)

Solidarité Canada Sahel (Montréal)**SDID**

Société de développement international Desjardins (Lévis)

SUCO

Service universitaire canadien outre-mer (Montréal)

En France**Club du Sahel (Paris)**

Ce forum de réflexion et de coordination a été créé en 1976, à la suite de la conférence de Dakar (Etats du CILSS, pays donateurs, organisations internationales) pour compléter du côté des donateurs, le dispositif installé au Sahel après la sécheresse de 1973.

Membres: Allemagne, Autriche, Canada, Danemark, Etats-Unis, France, Japon, Pays-Bas, Suisse.

CIDARD (Montpellier)

Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement

Centre d'information et de documentation en agronomie des régions chaudes.



Greniers à grain sahéliens.

FIS - Unesco



Vallée nigérienne au Sud de Gourou. Illustrant le processus de désertification.

J. Bernier

Le Centre Sahel, c'est:

Un réseau de compétences interdisciplinaires variées

- Au cours des cinq dernières années, 39 professeurs appartenant à neuf facultés ont participé aux activités du Centre Sahel;
- Si nous prenons l'année 1990-91 comme référence, nous voyons que 23 étudiants et 14 professionnels de recherche ont participé, cette année-là, aux activités du Centre Sahel à titre de coordonnateurs ou d'auxiliaires de recherche et que 23 étudiants canadiens ou sahéliens ont reçu des subventions pour effectuer des travaux de recherche ou des stages au Sahel;
- Au total, chaque année, quelque 100 personnes (professeurs, professionnels ou étudiants) participent directement aux travaux du Centre Sahel.

Un ensemble imposant de réalisations

De 1986 à mars 1993, le Centre Sahel a été responsable de:

- 25 congrès, colloques ou ateliers, tant au Canada qu'au Sahel, sur des thèmes tels que les politiques alimentaires, la politique céréalière, le secteur informel, la formation des boursiers sahéliens au Canada, l'intégration des femmes au développement, les jeunes et le développement des sociétés sahéliennes, etc;
- 126 conférences touchant divers aspects du développement;
- 73 subventions de recherche ou de stage accordées à des étudiants canadiens ou sahéliens inscrits dans des universités canadiennes;
- en outre, le Centre a été responsable de nombreuses missions d'études et a participé à plusieurs réunions relatives aux pays du Sahel.

Des publications nombreuses

Jusqu'en mars 1993, le Centre Sahel a produit plus de 98 publications: 27 dans la série "Dossiers", 26 dans la série

"Notes et travaux", 32 dans la série "Conférences", 6 dans la série "Mémoires et thèses" et 7 dans la série "Autres".

En outre, le Centre Sahel publie, deux fois par année, sa "Lettre d'information" portant sur les réalisations des divers intervenants dans le cadre des activités du Centre.

Une organisation permanente

Financé par l'ACDI en collaboration avec l'Université Laval, le Centre Sahel est constitué des éléments suivants:

- un **Conseil d'administration** de neuf membres, dont quatre provenant de l'extérieur de l'Université Laval. Ce conseil est présidé par G. Paradis, président-directeur général de la Société de Développement International Desjardins;
- un **comité de gestion stratégique** formé des responsables de chaque composante;
- un **directeur** nommé pour trois ans par le comité exécutif de l'Université Laval. Le Centre Sahel a été dirigé successivement par M. Carel (1986-1989), par J. Bernier (1989-1992) et, depuis mai 1992, par Suzanne Gervais.

Un secrétariat permanent

En 1993, ce secrétariat est formé des personnes suivantes:

Directrice: Suzanne Gervais
 Adjoint à la directrice: M. Demers
 Conseillère à l'information scientifique et technique: Françoise Sorieul
 Secrétaires: Suzanne Paquet, Diane Mathieu et Claire Gagné.

Adresse

Pavillon Jean-Charles Bonenfant
 Bureau 3380, Université Laval
 Sainte-Foy, Québec, Canada, G1K 7P4
 Téléphone: (418) 656-5448 - Téléc: 051-31621
 Télécopieur: (418) 656-7461

Valorisation des savanes ferrallitiques du Haut-Ogooué au Gabon

J. Makita-Ngadi*

Keywords: Fertilization — Compost — Savanna — Traditional agriculture

Résumé

Cette note décrit la technique MABEMBA qui est une culture de cases en fosses pratiquée par les Povés en zone forestière et son amélioration pour une éventuelle modernisation de l'agriculture traditionnelle en zones de savanes. Cette pratique qui présente plusieurs avantages en matière de fertilisation localisée, a été testée sur le cacaoyer, le manioc et l'igname offrant ainsi la possibilité de valoriser ces terres pauvres.

Summary

This notice displays MABEMBA technique (back-yard farming) in a Pove village in forest areas. It also shows improvement which aims at modernising the traditional cultivation in savanna areas. This advantageous method about localized fertilization was tested on cocoa, cassava and yam. It led to a rational use of those poor soils.

Introduction

L'agriculture itinérante sur brûlis dans la zone équatoriale humide est une pratique connue pour sa contribution à la désertification et à l'appauvrissement des sols. Chaque année au Gabon, des milliers d'hectares de forêt sont détruits par les paysans à la recherche de terres fertiles. Dans le Haut-Ogooué, région située au sud-est du pays, les savanes ferrallitiques impropres à une agriculture traditionnelle occupent les 3/5 des terres cultivables. Les paysans, face à ce type de végétation, abandonnent les savanes pour défricher le peu de bosquets forestiers longeant les cours d'eau, les vallées et les lacs pour y installer leurs champs.

Dans le double but d'aider ces agriculteurs et de protéger l'environnement, une technique dénommée MABEMBA, destinée à la valorisation des savanes et à la sédentarisation de l'agriculture traditionnelle, est décrite. Pour cette première étape, deux cultures vivrières locales (le manioc et l'igname) et une culture de rente (le cacaoyer) ont été observées.

Description de la technique "MABEMBA"

Le terme "MABEMBA" est le pluriel d'un mot pové originaire de l'Ogooué-Lolo dans le centre-est du Gabon qui signifie trou ou fosse. La technique "MABEMBA" ou culture en fosses, est une idée tirée des vieilles traditions agricoles des cultures de cases chez les Povés. Ces peuples pour pétrir leurs cases, réalisent des fosses de dimensions très variables, pour extraire de l'argile. A la fin des travaux, ces fosses constituent des poubelles familiales qui, après remplissage par les ordures ménagères, sont recouvertes de terre pour activer le processus de dégradation de la matière organique. Quelques mois après, on y plante des espèces végétales de première nécessité comme le bananier et qui peuvent y rester pendant près de dix ans

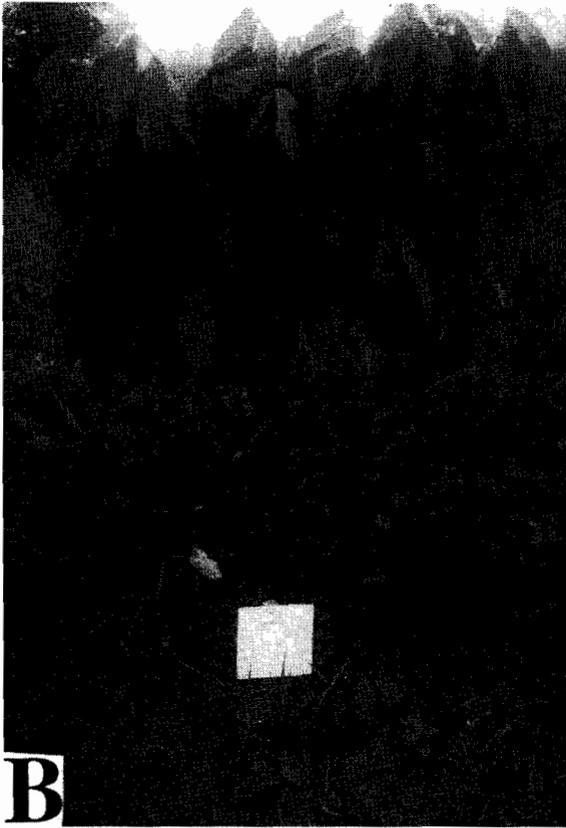
sans baisse sensible de rendements.

Dans le cas décrit, les fosses sont carrées et les dimensions varient avec les cultures pratiquées. Ici les fosses ont 60 x 60 x 60 cm (photo 1) et les substances fertilisantes utilisées sont des écumes de canne à sucre stabilisées produites sur place par la société sucrière du Haut-Ogooué. La trouaison se fait à la bêche et à la pioche puisque les sols sont latéritiques. La densité est de 2500 pieds/ha pour le manioc et l'igname et de 625 plants/ha pour le cacaoyer. Le temps calculé pour la confection d'une fosse est de 30 mn environ soit 78 journées de 8 heures de travail par une personne pour réaliser un demi-hectare dans le cas du manioc et de l'igname, et 19,5 journées pour le cacaoyer.



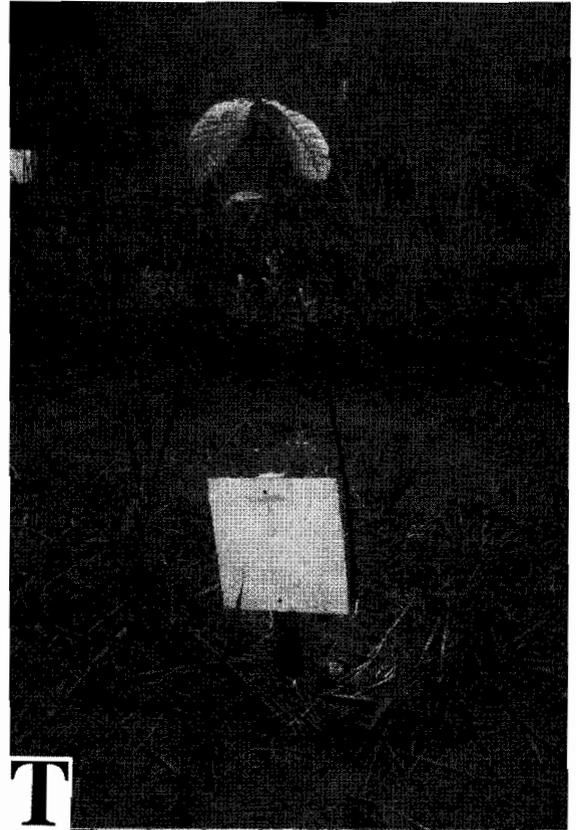
1. La technique "MABEMBA" confection de fosses.

*Laboratoire de Microbiologie et Biotechnologie végétale, B.P. 941 U.S.T.M., Franceville, Gabon
Reçu le 12.07.93 et accepté pour publication le 16.11.93.



B

2. Aspect positif d'un cacaoyer cultivé sur "MABEMBA" avec des écumes.



T

3. Aspect d'un cacaoyer témoin.



4. Aspect positif du manioc cultivé sur "MABEMBA" avec écumes.



5. Aspect positif de l'igname cultivée sur "MABEMBA" avec écumes.

La technique "MABEMBA" a plusieurs avantages qui sont:

- une amélioration localisée et prolongée du sol, permettant ainsi aux agriculteurs de revenir plusieurs années sur une même parcelle;
- une meilleure gestion des substances fertilisantes et leur protection contre le lessivage par ruissellement des eaux de pluies;
- une meilleure gestion de l'eau dans une zone où la pluviométrie est mal répartie et les deux saisons sèches bien marquées;
- un bon démarrage des boutures et des plants après plantation;
- des résultats intéressants pour le cacaoyer qui est une plante de forêt et qui a commencé à fleurir à 17 mois seulement après plantation (photos 2, 3);
- des rendements du manioc et de l'igname supérieurs à ceux obtenus par technique traditionnelle, grâce à une meilleure tubérisation (photos 4, 5).

Comparaison des rendements

Plante	Témoin	Mabemba
Manioc	1,2 t/ha	10,5 t/ha
Igname	2,5 t/ha	15,2 t/ha

Conclusion

La technique "MABEMBA" constitue pour le Haut-Ogooué une pratique évidente de valorisation agricole des savanes, avec une possibilité d'introduction de cultures de rente des zones forestières comme le cacaoyer. De plus pour les cultures vivrières, on observe une nette augmentation des rendements, surtout pour les plantes à tubercules, qui pourra inciter les paysans à exploiter les savanes et laisser régénérer les bosquets forestiers. Cette amélioration localisée de la fertilité des sols pourrait progressivement sédentariser l'agriculture traditionnelle et faire disparaître dans le temps la pratique itinérante sur brûlis.

Littérature consultée

1. Feller C., Ganry F., Cheval M., 1981. Décomposition et humification des résidus végétaux dans un agro-système tropical. *Agronomie tropicale* ISSN 151-1238.
2. Makita-Ngadi J., M'Batchi B., 1992. Effet des écumes de canne à sucre naturellement stabilisées sur la croissance du cacaoyer (*Theobroma cacao* var. *forastero*) en pépinière. *Café/Cacao/Thé* vol. **XXXVI** (1) 27-34.
3. Mamadou-Amadou S., 1987. Le compostage des coques d'arachides permettant d'améliorer la qualité des sols sahéliens. Thèse de 3e cycle, Université de Nancy I., 18-29.
4. Matondo H., Miambi E., 1990. Utilisation agricole des composts d'ordures ménagères dans la ceinture maraichère de Brazzaville (Congo). *Tropicultura* vol. **8** (3): 128-130.
5. Sonda J.M., 1990. "Zai" technique traditionnelle de restauration et de récupération des terres arides au Burkina-Fasso. *Tropicultura* vol. **8** (3): 139-141.

J. Makita-Ngadi, Gabonais, Enseignant-Chercheur à l'Université des Sciences et Techniques de Masuku, Gabon.

ERRATUM

Volume 11 n° 3, page 1 couverture, crédit photo, lire Corinne Stiévenart en place de World Bank Photo

Recherche d'un âge optimal de castration chez la race bovine Alur en système d'élevage extensif au Zaïre

M. Dibanzilua M. Nsambu*, V. Wembola Lokando*, D. Mamfuka B. Salula*, A. Ngomo Lokombe(†), D. Nyamabo Wabo & F. Muhindo Mughuma**.

Keywords: Optimum of age — Castration — Alur bovine breed — Extensive animal husbandry.

Résumé

Partant de quelques difficultés qui paraissent entraver la vulgarisation de la technique de castration en milieu réel de l'Ituri (Nord-Est du Zaïre), les auteurs proposent l'orientation vers la réduction des écarts d'âge habituellement observés lors de la conduite de cette opération.

Il s'est avéré que l'âge de 3 à 5 mois paraît avantageux tant pour le vulgarisateur, l'animal et l'éleveur en ce qui concerne l'opération, le stress et la qualité de la viande.

Quant aux rendements en boucherie, les abattages effectués indiquent que les animaux castrés ont tout de même fourni des carcasses dont les poids approchent légèrement ceux enregistrés pour les animaux non castrés.

Summary

Considering a few difficulties which seem to hinder the popularization of the castration technique in the real environment of Ituri (North Eastern Zaire), the authors suggest the trend towards the reducing of the age margin regularly observed during the running of that operation.

It appeared that the age between 3 and 5 months seems favourable for the popularizer as well as for the animal and the breeder regarding the operation, the stress and the meat quality.

Considering the yields in butchery the carcass weights of castrated animals are nearly the same as those of non castrated ones.

1. Introduction

En milieu réel de l'Ituri, à part quelques éleveurs progressistes, très peu de propriétaires de bétail séparent leurs animaux en troupeaux spécialisés, toutes les catégories sont donc élevées ensemble durant toute l'année.

L'utilisation des pâturages étant collective ou communautaire, tous les troupeaux se côtoient. Cette situation joue défavorablement sur la qualité du bétail suite à une reproduction non contrôlée.

C'est ainsi que dans le cadre de ses réalisations et prévisions pour l'amélioration du bétail en milieu rural de l'Ituri, outre l'organisation des concours de bétail, la diffusion des géniteurs performants, ... le projet de développement de l'élevage rural du Nord-Est du Zaïre (B.P.I.) poursuit depuis 1986 la sensibilisation des éleveurs à pratiquer la castration (3, 4). Les vulgarisateurs de terrain obligent les éleveurs à faire castrer tous les jeunes mâles indésirables âgés généralement de 8 à 15 mois voire un peu plus. Les castrats issus de cette opération sont essentiellement commercialisés ou directement livrés à l'abattage lorsqu'ils portent très souvent 4 à 6 dents d'adulte soit un âge approximatif oscillant entre 36 et 48 mois (8).

Dans ce même milieu, il conviendrait de souligner que la castration à l'instar des autres opérations routinières sur le bétail constitue toujours une intervention fastidieuse surtout lorsqu'elle concerne des animaux relativement âgés.

Cette difficulté associée à la suprématie des performances pondérales des mâles entiers sur les castrats paraît engendrer une certaine réticence des éleveurs traditionnels face à la castration.

Dans la recherche de voies et moyens pour continuer à vulgariser la technique en Ituri, nous avons pensé qu'il serait avantageux dans un premier temps de nous orienter vers la recherche d'un âge optimal à la castration pouvant être bénéfique tant pour la vulgarisateur, le propriétaire du bétail que pour l'animal.

Ainsi, nous nous sommes proposé de tenter de réduire les écarts d'âge à la castration, de voir également si cette réduction influencerait globalement sur la croissance totale jusqu'à l'âge de la commercialisation.

2. Matériel et méthodes

2.1. Milieu

L'expérience s'est déroulée au Centre de Recherches de Nioka de l'Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques (INERA); situé dans la sous-région de l'Ituri, au Nord-Est du Zaïre.

Le climat de Nioka appartient à la classe Cf, de Köppen. Les précipitations moyennes annuelles enregistrées pendant l'essai ont été de l'ordre de 1255,78 mm avec une moyenne mensuelle de 107,51 mm. Les totaux moyens minima se

*Centre de Recherches de Nioka, B.P. 111 Nioka via Bunia, Haut-Zaïre.

Reçu le 22.07.92 et accepté pour publication le 16.11.93.

situant en janvier (14,93 mm) et les maxima en septembre (216,5 mm).

La température moyenne était comprise entre 18 et 20°C.

2.2. Animaux

Les animaux utilisés étaient tous de race Alur, race obtenue par croisement et métissage de la race Bahema et de la race Lucware. Ces trois races constituent les races locales de la sous-région de l'Ituri.

Ces animaux étaient répartis en quatre groupes:

- Groupe 1: 5 veaux non castrés âgés de 3 mois (témoins).
- Groupe 2: 6 veaux castrés à l'âge de 3 mois.
- Groupe 3: 6 veaux castrés à l'âge de 5 mois.
- Groupe 4: 7 veaux castrés à l'âge de 7 mois.

L'inégalité observée dans les groupes est due à quelques mortalités enregistrées pendant l'essai et au manque de disponibilité des animaux par catégories.

La castration des animaux des groupes 2, 3 et 4 a été réalisée en une journée à la pince Burdizzo.

2.3. Alimentation et protection sanitaire

Tous les animaux étaient élevés ensemble sur pâturage naturel sans supplément, mais recevaient hebdomadairement la pierre à sel tandis que l'eau leur était distribuée à volonté. Les traitements tactiles et prophylactiques étaient également appliqués.

2.4. Observations

La période expérimentale s'est étendue du 22 septembre 1988 au 22 mai 1991 pour le prélèvement des poids mensuels (évolution pondérale).

Quant aux abattages, ils se sont effectués jusqu'au mois d'août 1991 et nous ont permis de calculer les rendements bruts (rendement commercial) et net (rendement vrai) à partir des rapports des poids vifs à jeun et vide avec les poids des carcasses chaudes (1, 14).

— Rendement brut (Rendement commercial)

$$= \frac{\text{Poids carcasse chaude} \times 100}{\text{Poids vif à jeun}}$$

— Rendement net (Rendement vrai)

$$= \frac{\text{Poids carcasse chaude} \times 100}{\text{Poids vif vide}}$$

— Poids vif vide = Poids vif - Poids du contenu du tube digestif et de la vessie. Ce poids vif vide a été calculé après abattage (au moment de l'éviscération).

3. Résultats et discussion

3.1. La croissance pondérale

L'évolution du début à la fin de l'expérience du poids des animaux des quatre groupes placés dans les conditions d'élevage extensif du Centre de Recherches de Nioka est repris dans le tableau n° 1.

Les courbes de poids sont représentées à la figure 1.

La comparaison des moyennes des poids finals par groupe d'expérience s'est faite à 35 mois d'âge, âge optimal de vente sur pieds dans la sous-région de l'Ituri.

Quant aux gains de poids (accroissements mensuels et quotidiens) de tous les groupes, l'analyse s'est effectuée pour les 32 mois d'expérience.

Il ressort du tableau n° 1 qu'au début de l'expérience, les groupes 3 et 4 comportant les animaux relativement plus âgés présentent un poids plus élevé que ceux des groupes 1 et 2 moins âgés.

Cette situation n'a toutefois pas perduré, car déjà au sixième mois de l'essai, lorsque tous les animaux sont âgés de 11 ± 2 mois, il n'y a plus tellement de différences perceptibles entre les quatre groupes.

Au demeurant, cette situation est presque maintenue jusqu'au 24ème mois, mais le groupe témoin (les non castrés) se distinguera des autres à 35 mois d'âge.

Le test de Fischer n'a pourtant révélé aucune différence significative en ce qui concerne les poids finals des animaux à 35 mois d'âge.

TABLEAU 1

Croissance totale (poids vifs pendant les différentes phases de l'essai), gains de poids moyens totaux et gains moyens quotidiens chez les animaux de quatre groupes jusqu'à la fin de l'expérience

Phases de l'essai	Groupe 1		Groupe 2		Groupe 3		Groupe 4	
	Poids (kg)	Age (mois)						
Début	72,5	3	70,4	3	105,2	5	126,4	7
6ème mois	144,9	9	130,5	9	145,8	11	142,4	13
12ème mois	186,5	15	178,5	15	203,2	17	191,4	19
18ème mois	243,2	21	189,6	21	212,8	23	212,1	25
24ème mois	297,8	27	234,3	27	266,0	29	256,0	31
28ème mois	289,0	31	238,6	31	266,1	33	256,2	35
30ème mois	325,0	33	269,5	33	195,3*	35	292,0	37
Fin (32ème mois)	358,2*	35	295,8*	35	325,1	37	333,5	39
Gains de poids moyens totaux (kg)	285,7		225,4		219,9		207,1	
Durée de l'essai (jours)	974		974		974		974	
G.M.Q. totaux (kg/jour)	0,293		0,231		0,225		0,212	

* Poids moyens des animaux à 35 mois d'âge.

Cependant, numériquement le groupe témoin (mâles entiers) se place en première position, suivi des castrats des groupes 2 et 3 (veaux castrés respectivement à 3 et 5 mois) tandis que le groupe 4 (veaux castrés à 7 mois) occupe la dernière position.

Une comparaison de nos résultats avec quelques données pondérales moyennes de la même race relevées en milieu réel lors de concours de bétail en 1987, 1988; 279,0 kg et 251,6 kg pour les mâles entiers de 4 dents respectivement dans les localités de Mutchapa et Saliboko; et 259,5 à Mutchapa et 270,8 kg pour les castrats de 6 dents, castrés entre 8-15 mois voire plus confirme dans l'ensemble la sensible supériorité des mâles entiers sur les castrats. S'agissant des castrats, il semble se dégager que les nôtres, castrés un peu plus tôt (à 3, 5 et 7 mois) paraissent en moyenne relativement plus lourds que les castrats de milieux réels castrés entre 8 et 15 mois, voire plus), lorsque nous tablons numériquement sur le poids final à l'âge de la commercialisation.

En ce qui concerne les gains de poids moyens quotidiens, les valeurs que nous avons enregistrées varient de 0,212 à 0,231 kg/jour pour les castrats et s'établissent à 0,293 kg pour les mâles entiers comparés aux ordres de grandeurs de croissance et de production de viande en embouche

intensive observés sur les taurins N'Dama 0,540 kg/jour, 0,7 à 0,8 kg/jour sur différents zébus africains. Toutefois, rappelons que nos animaux ont été exclusivement élevés sur pâturage naturel. Dans tous les cas, nos résultats rejoignent ceux rapportés sur la croissance pondérale de N'Dama en système semi-intensif, valeurs se situant entre 0,261 et 0,280 kg/jour pour les mâles âgés de 33 à 39 mois (5).

Au regard de la figure 1, on note dans l'ensemble, que les quatre groupes présentent des courbes de croissance normales avec des cassures et constantes lors de mauvaises saisons qui correspondent aux pesées mensuelles effectuées du 12ème mois d'expérience au 18ème, du 24ème au 28ème mois et enfin du 28ème au 30ème mois.

La grande saison sèche en Ituri allant théoriquement du 15 novembre au 15 mars avec des fluctuations suivant l'année.

Cette période de sécheresse se caractérise généralement par la baisse sensible de la valeur nutritive des réserves fourragères.

Les taurillons pèsent 349,6 kg en moyenne et les bouvillons indiquent des poids moyens variant entre 326 et 338 kg. Abattus ordinairement sans être préparés pour la boucherie (engraissement), les animaux des quatre lots donnent un

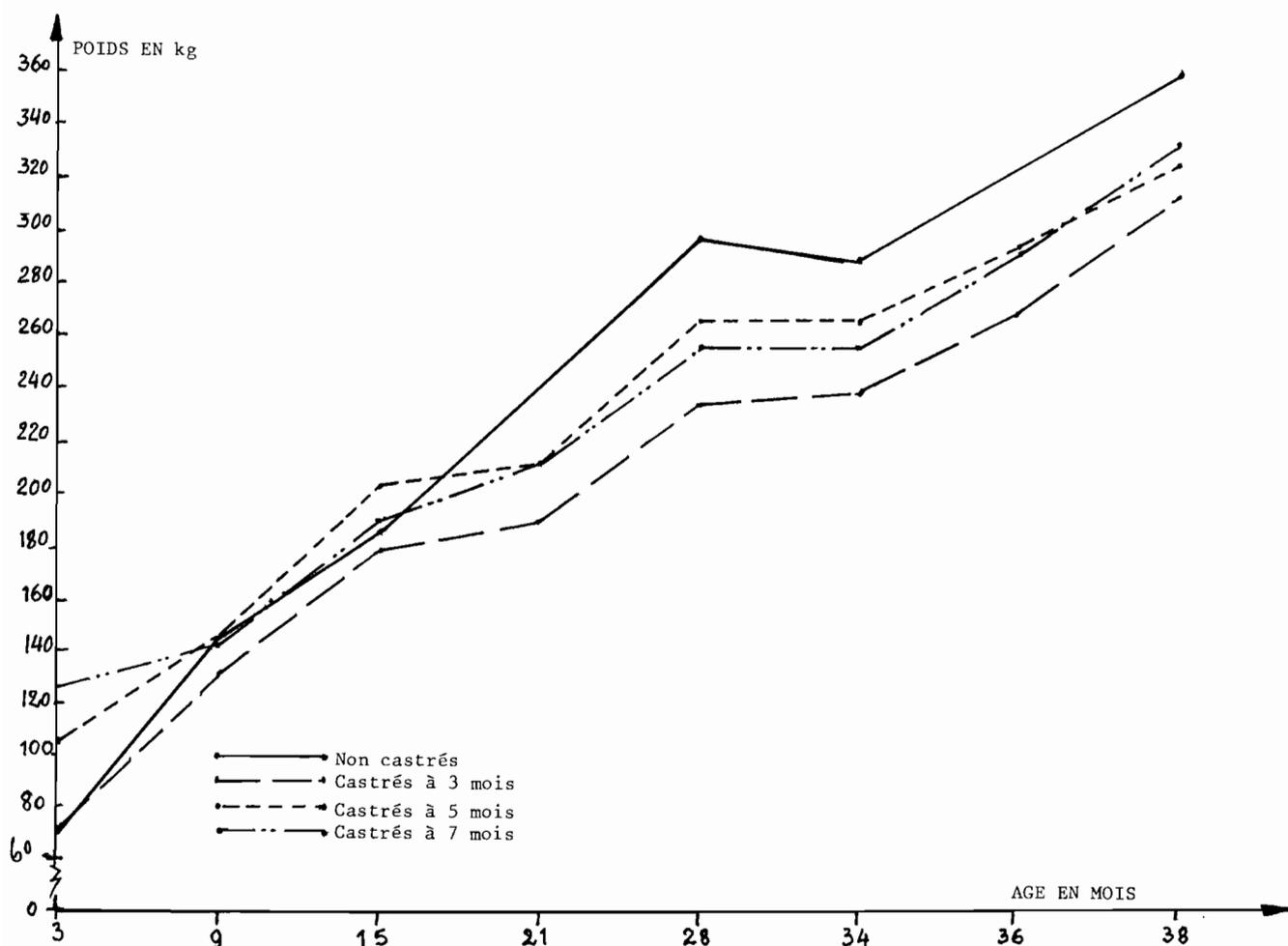


Fig. 1: Evolution des poids moyens des groupes d'animaux.

rendement commercial de 44,8 à 47 p. 100 pour les quatre quartiers. Ces carcasses peuvent être considérées comme appartenant à la deuxième qualité. Les rendements nets oscillent de 50,6 à 54,4 p. 100 (tableau 2).

TABLEAU 2
Résultats d'abattage

	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4
Nombre d'animaux abattus	5	4	5	5
Poids moyen à jeun	349,6	331,2	338,0	326,0
Poids moyen du contenu tube digestif et vessie	43,8	37,9	46,7	45,0
Poids vif moyen à vide	305,8	293,3	291,3	281,6
Poids moyen de la carcasse chaude	164,4	148,5	153,6	152,6
Rendement moyen brut	47,0	44,8	45,4	46,7
Rendement moyen net	53,7	50,6	52,7	54,4

Conclusion

Dans les conditions actuelles d'élevage en milieu traditionnel de l'Ituri caractérisées par une réelle difficulté de la conduite des opérations de routine sur le bétail (quasi inexistence d'infrastructures appropriées), l'orientation vers la réduction des écarts d'âge généralement observés à la castration paraît une alternative non négligeable.

Les résultats obtenus semblent indiquer qu'on pourrait avantageusement s'aiguiller sur cette voie.

En effet, les observations faites montrent qu'en dépit de la supériorité évidente des mâles entiers sur les castrats, la croissance totale de ceux-ci est globalement normale, car les poids vifs enregistrés au cours de différentes phases de la période expérimentale s'incluent bien dans les fourchettes de poids habituellement notés aux âges types correspondant à ces phases.

Quant aux résultats d'abattage, les valeurs enregistrées se situent également dans la gamme de rendements en boucherie notés dans la sous-région.

Nous pensons donc que castrer avant le sevrage c'est-à-dire entre l'âge de 3 à 5 mois serait profitable pour le veau, l'éleveur et le technicien vulgarisateur.

Le veau suiterait encore sa mère sans risque d'un stress quelconque. L'éleveur, en revanche ne perdra pas beaucoup dans la croissance de son veau et gagnerait dans la qualité de la viande à présenter au boucher étant donné que la vente s'effectue aux enchères dans ce milieu. Enfin le technicien vulgarisateur manipulerait plus légèrement les sujets lors de l'opération de castration.

Références bibliographiques

- Berbigier P., 1988. Bioclimatologie des ruminants domestiques en zone tropicale. Institut National de la Recherche Agronomique, 147 rue de l'Université 75007, Paris: 125-145.
- B.P.I. (Bureau du Projet de Développement Rural du Nord-Est du Zaïre), 1990. Commission consultative d'Animation Agro-Pastorale. Totoba, Zaïre, 22-26 janvier 1990: 21-51 (132 pages).
- B.P.I. (Bureau du Projet de Développement Rural du Nord-Est du Zaïre), 1989. Commission consultative d'Animation Agro-Pastorale. Totoba, Zaïre, 9-14 janvier 1989: 16-49 (136 pages).
- B.P.I. (Bureau du Projet de Développement Rural du Nord-Est du Zaïre), 1990. Rapport 1er trimestre 1990, (24).
- Colomb J., 1976. La race N'dama. Quelques caractéristiques zootecniques. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays tropic. **29** (4): 367-380.
- Dagnelie P., 1975. Théories et méthodes statistiques, Applications Agronomiques. 2ème édition, Presses Agronomiques de Gembloux, 153-413.
- Dibanzilua M.N., Mamfuka B.S. & Ngomo J.L., 1991. Attitude progressiste des éleveurs traditionnels de l'Ituri face aux concours de bétail. Inédit. INERA/Nioka, 14 pages.
- Larrat R., Pagot J., Vandenbussche J., 1971. Manuel vétérinaire des agents techniques de l'élevage tropical I.M.V.T., France, pages 126 à 153.
- Lhoste P., 1977. Note sur un essai de production de jeunes bovins précoces au Cameroun. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Tropic. (30) 309-314.
- Mathieu A.M., 1986. Cours d'inspection des denrées alimentaires d'origine animale. Université de Lubumbashi, Zaïre, Fac. de Méd. Vét. Inédit, 139 pages.
- Starkey P.H., 1984. Les bovins N'dama, race trypano-tolérante productive. Rev. Mond. Zootech., **50**: 2-15.
- O'Donovan P.B., 1979. Ethiopie: Engraissement des bovins hybrides et des zébus. Rev. Mond. Zootech., **30**: 23-29.
- Olaloku E.A., 1977. Problems of intensive beef production in the derived and southern Guinea vegetation zones of Nigeria. Colloque: Recherches sur l'élevage bovin en zone tropicale humide. Bouake, Côte d'Ivoire, 18-22 avril, 671-682.
- Valenza J., Calvet H. & Oruo J., 1971. Engraissement intensif de zébus Peulh sénégalais (Gobra) 1. Mâles entiers 3 à 5 ans. Poids moyen 255 kg. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Tropic. **1**: 79-109.

(1) M. Dibanzilua M. Nsambu, Zaïrois, chercheur au Programme Elevage, Centre de Recherches de Nioka (INERA).

(2) V. Wembola Lokando, Zaïrois, chercheur au Programme Elevage, Centre de Recherches de Nioka (INERA).

(3) D. Mamfuka B. Salula, Zaïrois, chercheur au Programme Elevage, Centre de Recherches de Nioka (INERA).

(4) A. Ngomo Lokombe, Zaïrois, chercheur décédé, précédemment en service au Centre de Recherches de Mulungu.

(5) D. Nyambo Wabo, Zaïrois, technicien de recherches au Programme Elevage, Centre de Recherches de Nioka.

(6) F. Muhindo Mughuma, Zaïrois, technicien de recherches au Programme Elevage, Centre de Recherches de Nioka.

BIBLIOGRAPHIE

BOEKBESPREKING

BIBLIOGRAPHY

BIBLIOGRAFIA

Les dents du ciel

Une BD du CIRAD-PRIFAS sur la lutte chimique contre les criquets en Afrique sahélienne



Une vraie bande dessinée, de qualité professionnelle, en couleurs, 48 pages et couverture cartonnée. Ainsi se présente " Les dents du ciel", BD sous- intitulée " La lutte chimique contre les criquets en Afrique sahélienne ". A l'origine de ce projet original, un organisme de recherche, le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD) dont le programme de recherche en acridologie et écologie opérationnelle (PRIFAS) possède une expérience affirmée des problèmes acridiens.

" Les dents du ciel" raconte l'histoire de Boukari, un petit agriculteur du Sahel confronté au drame d'une invasion de criquets pèlerins. Les chercheurs du CIRAD-PRIFAS ont voulu, non pas un ouvrage technique avec illustrations, mais un véritable scénario, tout à fait vraisemblable, l'itinéraire d'un homme de la brousse qui apprend les bons réflexes de défense utiles à sa communauté.

Attrayante, la bande dessinée n'en est pas moins éducative: un certain nombre de messages-clés, techniques et scientifiques, sont délivrés. En partageant la vie du héros, le lecteur acquiert un certain nombre de connaissances indispensables à la lutte anti-acridienne. Les criquets ravageurs constituent une préoccupation constante pour les populations du Sahel. Aussi la BD du CIRAD-PRIFAS leur est-elle prioritairement destinée, ce qui explique l'importance exceptionnelle du tirage. 50.000 exemplaires, qui seront diffusés gratuitement sur simple demande.

La réalisation de ce projet pédagogique original a été rendue possible grâce aux aides financières des trois autres institutions: le

Centre Technique de coopération Agricole et rurale (CTA), la Commission des Communautés Européennes (CEE) et le ministère français de la coopération par le biais du Fonds d'Aide et de Coopération (FAC).

Contact chercheur: M. Launois

CIRAD-PRIFAS-BP 5035-34032 Montpellier Cédex 1 (France)

Téléphone: 67 61 58 45 - Télécopie: 67 41 09 58

Contact médias: B. Catrisse

CIRAD - 42 rue Scheffer - 75116 Paris

Nouveau numéro de téléphone: (1) 53 70 20 20 - Télécopie: (1) 47 04 31 85

J.H.

Het stimuleringsprogramma Tropenbos*: een merkwaardig initiatief

Plouvier, D. (1988). De boskrant, 18, 6, nov.-déc. 1988, p. 7-9.

TROPENBOS est un projet néerlandais qui vise à rassembler ou à acquérir toutes les connaissances nécessaires pour freiner le déboisement actuel de la forêt équatoriale.

En effet, la forêt équatoriale disparaît à raison de 10 à 20 ha par minute, soit de 2 à 4 fois la superficie de la Belgique entière par an! Au rythme actuel, cette forêt aura disparu d'ici 50 à 100 ans.

Or, sans compter les effets locaux sur l'érosion, la dégradation des sols, la disparition de nombreuses espèces et de réserves génétiques, ce déboisement a un impact négatif important sur l'écosystème "terre" dont les mécanismes climatiques pour-

raient être altérés notamment avec la libération du CO_2 accumulé dans la biomasse de ces forêts.

Ce projet financé par quatre ministres néerlandais porte sur 10 millions de florins (\pm 200 millions de francs belges, pour la période de départ 1986-1990).

Le projet est patronné scientifiquement par le Centre de Recherches de Wageningen, dont la Station de Recherches forestières, et 3 universités.

Il se déroule en liaison avec des institutions internationales telles que: la FAO, UNDP, UNESCO, etc. et des universités scandinaves ou autres.

Deux stations sont étudiées par continent: l'une dans une zone à forte population, l'autre dans une zone peu peuplée. Actuellement de telles stations se trouvent en Côte d'Ivoire, Colombie et Indonésie et bientôt en 1989 au Gabon, en Guyanne et en Asie.

Chaque station doit être étudiée en 5 étapes: l'inventaire général (carte, sol, peuplement, flore, faune,...), l'évaluation du territoire présente et future, l'analyse de l'écosystème, l'analyse socio-économique, les projets d'utilisation du territoire.

Une synthèse scientifique de tous les éléments devrait contribuer à mieux maîtriser le devenir de ces forêts dont dépend sans doute l'équilibre de la terre entière.

*TROPENBOS: Galvanistraat 9 - NL 6716 AE - Ede, Nederland.

A. Nanson

Le marché de la banane

Ministère de la Coopération et du Développement,

Collection "Rapport d'Etude", CID / DOC Edition Diffusion, 20, rue Monsieur, 75007 PARIS, 122 p. + 8 annexes (72 p.)

Cette étude a été rédigée à la demande du Ministère de la Coopération et du Développement et de la Caisse Centrale de Coopération Economique. Comme les autres rapports d'études et d'évaluations publiés dans la même collection, elle est destinée à approfondir la réflexion du Ministère sur la politique d'aide.

La réalisation imminente du grand marché de 1993 n'est pas étrangère à sa publication, puisqu'elle impliquera la modification des politiques commerciales des Etats membres de la CEE en matière d'approvisionnement de leur marché respectif en bananes. Jusqu'à présent, l'organisation de ces divers marchés a été influencée par le type de relation commerciale que chacun des Etats membres de la Communauté pouvait avoir avec un pays producteur. Aussi existe-t-il 12 régimes commerciaux différents propres à chacun des Etats membres alors que le grand marché intérieur (1.1.1993) implique la suppression des régimes différenciés en matière d'importation de bananes.

C'est pourquoi l'étude a pour objet "... de présenter la situation telle qu'elle se présente actuellement, tant sur l'aspect production que sur celui des exportations...". Elle se présente, non comme une succession de chapitres numérotés, mais plutôt comme un ensemble de 10 documents successivement consacrés aux points suivants: (a) présentation de la spéculation, (b) quelques données d'ensemble sur la production, (c) le commerce mondial de la banane, (d) les importations mondiales, (e) le marché communautaire, (f) autres marchés, (g) situation et évolution des coûts de production, (h) la chaîne de transport, (i) les diverses options possibles (en matière de politique commerciale), et (j) les diverses propositions officielles (en matière d'organisation des marchés).

Ces 10 documents sont précédés, notamment, d'une liste des annexes et des abréviations ainsi que des synthèses et conclusions. Ils sont suivis de 8 annexes, présentant des données statistiques (généralement d'une des années de la période 1980 - 1985 à 1990), des graphiques, certaines dispositions des traités (Rome, Maastricht, protocole n° 5 de la Convention de Lomé...) ainsi que certaines rétrospectives (dates du grand marché intérieur...) et les résultats de certains modèles et simulations...

Le livre offre une documentation remarquable (statistiques, descriptions, graphiques, historique, références à des textes normatifs...) sur le marché de la banane ainsi que sur les dispositions qui le régissent.

Mais cette appréciation positive doit être tempérée par les deux réserves suivantes: (a) le lecteur veut bien admettre que la banane est "le fruit le plus populaire dans le monde" pourvu que la preuve en soit faite; mais il perd pied lorsqu'il lit également qu'elle est "la production agricole la plus exportée dans le monde", ce qui est une contre-vérité flagrante; de plus, (b) le livre décrit, mais il n'analyse point: les statistiques de tous genres abondent, mais les références à des études économétriques relatives à l'offre, la demande, les prix, la consommation,... ou, simplement, aux autres études consultées ou aux sources des données, sont (presque) totalement absentes.

Par la masse considérable des données qu'il rassemble, le livre n'en reste pas moins incontournable pour tous ceux qui, à un titre quelconque, s'intéressent à la banane.

G. Bublot, Professeur à l'UCL.

L'Hydrogéologie de l'Afrique de l'Ouest

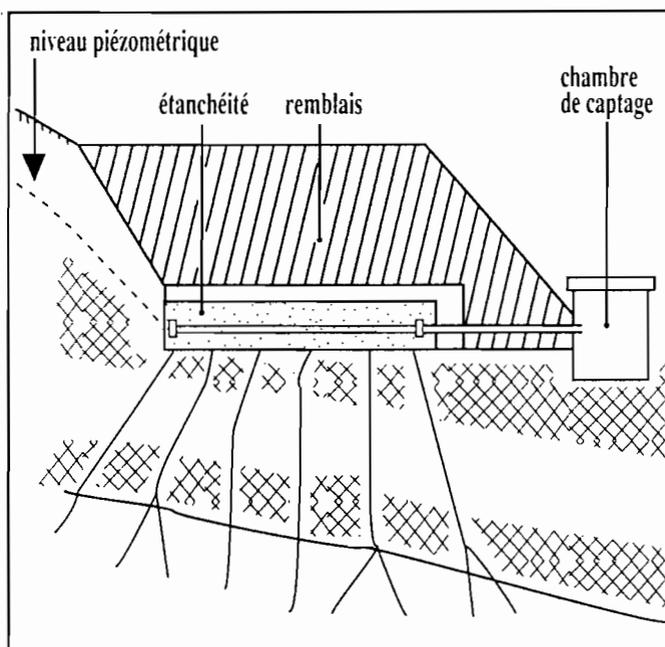
Synthèse des connaissances - Socle cristallin et cristallophyllien et sédimentaire ancien

Collection Maîtrise de l'Eau - 2e édition - Ministère de la Coopération et du Développement - Prix: 80 FF.

Université d'Avignon, Faculté des Sciences, Laboratoire de Géologie Dynamique et Appliquée

CEFIGRE, Centre de Formation Internationale à la Gestion des Ressources en Eau

Diffusion: AGRIDOC International, 27 rue Louis-Vicat - 75015 Paris, Tél.. 46 38 34 75



La Décennie de l'Eau Potable fut à l'origine d'un vaste programme de forages - des dizaines de milliers - auquel un groupe de travail franco-africain, soutenu par le PNUE et organisé par le CEFIGRE, a apporté son concours scientifique et didactique sous la forme de cette étude.

Le succès remporté par la première édition de 1984 a motivé un nouvel effort de refonte et de complément dont le mérite revient au Professeur Guiraud.

Le président du CIEH l'introduisait ainsi en 1984:

« Pendant longtemps, le socle cristallin ancien de l'Afrique de l'Ouest était connu pour ne permettre que très difficilement la mobilisation d'eau souterraine de qualité, apte à satisfaire les besoins en eau des populations rurales et de leur cheptel. Puis des progrès considérables ont été accomplis grâce à une meilleure connaissance de sa formation géologique et à l'introduction de nouvelles techniques. Des programmes très importants d'hydraulique villageoise ont alors été mis en œuvre avec succès, mais en raison de l'ampleur des besoins encore non satisfaits, il convient de *poursuivre cette action encore pendant de nombreuses années.*

« C'est pourquoi il a paru important de préparer un document de synthèse qui, après avoir fait le point des connaissances sur l'hydrogéologie du socle cristallin et cristallophyllien et du sédimentaire ancien de l'Afrique de l'Ouest, propose et recommande des *actions de recherches et de formation complémentaires.*

« Conçu comme un guide ou un aide-mémoire pour des hommes de terrain (ingénieurs, géologues, hydrau-géologues, techniciens, et les maîtres d'ouvrage (responsables des services techniques et administratifs), il doit également servir de base de réflexion aux organismes nationaux, régionaux, ou internationaux, afin de les aider à promouvoir des actions de recherche, d'étude, de formation et de suivi. »

Pendant la période 1984-1989, les campagnes de forages se sont poursuivies en Afrique de l'Ouest et se sont développées en Afrique Centrale (Cameroun, Gabon, RECA, principalement). Quelques sites expérimentaux ont fonctionné.

De nombreux travaux de synthèse ont été réalisés par des bureaux d'études et par des universitaires. Ils ont permis notamment d'affiner les méthodes de prospection et d'améliorer les connaissances relatives à la productivité des forages, à l'alimentation des aquifères et à la chimie des eaux. Quelques nouveaux outils de travail ont été élaborés pour des praticiens de terrains.

Son plan aborde: cadre climatique, grands traits géomorphiques, méthodes d'implantation et types d'ouvrages (alternative puits ou forage). Essai de définition des différents types de réservoirs. Fonctionnement des systèmes aquifères, relations entre les nappes, productivité des forages, pompages d'essai, piézométrie et variation des niveaux, inventaire et objectifs des études à mener sur les périmètres expérimentaux, gestion des aquifères, modélisation des systèmes hydrauliques, gestion informatique des données, problèmes socio-économiques, recommandations diverses.

Composé d'hydrogéologues et de praticiens africains, encadré par le Professeur R. Guiraud, avec l'appui de consultants ayant une vaste expérience dans ce domaine, il a ainsi réuni: MM. T.T. Akiti, D. Assouma (Togo), M. Boukari (Bénin), F. Kabore (Burkina Faso), R. Biscaldi, M. Engalenc, J.C. Fontes, J.C. Lachaud, Y. Vailleux, M.C. Viland.

L'actualisation et les compléments de la deuxième édition sont l'œuvre de R. Guiraud, Y. Travi, avec la collaboration de M. Detay, J. Forkasiewicz, J.C. Lachaud, M. Leroux, J. Margat, F. Milville, T. Pointet. La composition est due à G. Daniel.

INDEX

Index Countries

Bangladesh 115	Islamic Federal Republic of Comores 67	Sahel 122,159
Benin 91, 125,	Ivory Coast 95	Senegal 136
Burundi 25, 61,76, 142	Madagascar 110	Tunisia 50, 147
Cameroon 3, 16, 29, 87, 107,131	Nigeria 99	Turkey 70
China 151	Pakistan 54	Zaire 7, 11, 43, 72, 155, 166
Gabon 20, 163	Philippines 103	

Index Authors

Abdillah Y. 67	Guobadia Esther 99	Muhindo Mughuma F.166
Aboulhouda Y. I. 67	Hamers C. 67	Mujawayezu Anne-Marie 61
Agbédé G.107	Hao W-y 151	Naku M. 7
Assogba Françoise 91	Hardouin J. 25	Ngomo Lokombe A.166
Audroing M.122	Henry G. 129	Ngouajio M. 16
Baboy L.43	Hossain M.115	Ngoy Kadiebwe N. 72, 155
Belhadj M. M. 147	Hussain S. S. 54	Nkenfou J.107
Ben Halima-Kamei Monia 50	Kakana P. 142	Nyamabo Wabo D 166
Ben Hamouda M. H. 50	Kandji A.136	Ötles S. 70
Bergen D. 76	Kibertus G. 20	Rwigema.J.B 61, 142
Bonte-Friedheim.C. 85.	Kouam E 3	Sabiti K. 43
Chehaibi S. 147	Launois M. 1	Sarr F. 136
Cordier Y. 25	Lawane G 131	Schamp N. 41
Coulibaly.M.95	Lin X-g 151	Sota P.61, 142
Daelemans A.16, 131	M'Batchi B. 20	Tedonkeng Pamo E. 29
Defoer T. 54	M. Belhadj M.	Van Aken D.103
de Laulanié H.110	Mafikiri Tsongo N.11	Van den Berghe C. 61, 142
Dibanzilua M. Nsambu M 166	Makany L. 74	van Nieuwkoop Martien 54
Ehouinsou.M.91	Makita-Ngadi J. 20,163	Verbanis M. 25
Erenstein O. 54	Mallouhi N.136	Vercruyse J.103
Faharoudine A. 67	Mamfuka B. Salula D. 166	Vorstes A 125
Foko E. 3	Mansouri T. 147	Wembola Lokando V. 166
Fontem..D. A. 87	Mobambo K. N. 7	Wu T-h.151
Gasago Anastasie 25	Mpoame.M.107	Zongo D.95

Index Subjects

Agricultural techniques

Black sigatoka situation of bananas and plantains <i>Musa</i> spp. under different farming systems at Yangambi, Upper-Zaire (<i>in French</i>)	7
Impact of innovation on developing peasant farm in mountainous zones of Kivu (Zaire) (<i>in French</i>)	11
Effect of fluazifop and bentazon tank-mixed on weeds and selected legume crops (<i>in English</i>)	16
Study on the possibilities of agricultural valorisation of sugarcane scums and bagasse of SOSUHO (Gabon) (<i>in French</i>)	20
Statistical analysis of the influence of four types of mulch on the productivity of two varieties of tomatoes (<i>in French</i>)	43
Onions in the farming systems of the Swat valley, Northern Pakistan: implications for research and extension (<i>in English</i>)	54
Interaction between enriched farmyard manure with fertilizers, lime and different phosphorus sources obtained from the phosphatic rock from Matongo on a ferrallitic soil from the region of Bututsi (Burundi) (<i>in French</i>)	61
Study of the behaviour in the field and of local varieties performances of sweet potato <i>Ipomoea batatas</i> in Eastern Zaire (<i>in French</i>)	72
Disseminating research results is not enough: farmers also need tools for their evaluation and for finding their own solutions (<i>in French</i>)	76
The future of agricultural research (<i>in English</i>)	85
Survey of tomato diseases in Cameroon (<i>in English</i>)	87
Rotation of vegetable crops/snail rearing in Southern Benin (<i>in French</i>)	91
Analysis of the cost and return to management of small scale cassava production in the humid zone of Nigeria (<i>in English</i>)	99
Preliminary studies on the utilization of <i>Kalanchoe crenata</i> (Crassulaceae) in the prophylaxis and treatment of avian coccidiosis (<i>in French</i>)	107
Madagascan intensive rice production system (<i>in French</i>)	110

The assisted germination (<i>in French</i>).....	125
Use of biological fertilizers in rehabilitation of a degraded ferruginous soil(<i>in French</i>).....	136
Efficiency of phosphatic rock from Matongo applied in the composting process on potatoes on an acid soil of Rabirol (Burundi) (<i>in French</i>)	142
Comparative study of two soil cultivation techniques on slopy fields (<i>in French</i>)	147
The beneficial effect of dual inoculation of vesicular-arbuscular mycorrhizae + rhizobium on growth of white clover (<i>in English</i>)	151
Retrospective note on the history of the potato <i>Solanum tuberosum</i> in Eastern Zaire (<i>in French</i>)	155
Evaluation of the ferrous savannas of the High-Ogoué- Gabon (<i>in French</i>).....	163
Animal health	
Note on the pathology of livestock in Grande Comore (Islamic Federal Republic of Comores) (<i>in French</i>)	67
The Belgian Veterinary project at the College of Veterinary Medicine of the University of the Philippines at Los Banos (<i>in English</i>).....	103
Preliminary studies on the utilization of <i>Kalanchoe crenata</i> (Crassulaceae) in the prophylaxis and treatment of avian coccidiosis (<i>in French</i>)	107
Animal production	
A study of financial problems of poultry farms in Cameroon (<i>in French</i>)	3
Preliminary observations on frog use in Burundi (<i>in French</i>)	25
Dry season livestock breeding strategies in Mindif area, Diamare plain, North Cameroon.(<i>in French</i>)	29
Glandless cottonseed meal: an important source of protein for swine production (<i>in French</i>)	95
Determination of the optimum age for castration by the Alur cattle breed under extensive production in Zaire (<i>in French</i>)	166
Appropriated technology	
Impact of innovation on developing peasant farm in mountainous zones of Kivu (Zaire) (<i>in French</i>)	11
Panafrican Union for Science and Technology (P.U.S.T.) (<i>in French</i>)	74
Rural flour mills, farmer promotion tool in the Sahel area.(<i>in French</i>)	122
The assisted germination (<i>in French</i>).....	125
Bibliography	36, 83, 127, 170
Cash crops	
Black sigatoka situation of bananas and plantains <i>Musa</i> spp. under different farming systems at Yangambi, Upper-Zaire (<i>in French</i>)	7
Statistical analysis of the influence of four types of mulch on the productivity of two varieties of tomatoes (<i>in French</i>).....	43
Aphids in the protected crops and their natural enemy in Tunisia (<i>in French</i>).....	50
Onions in the farming systems of the Swat valley, Northern Pakistan: Implications for research and extension (<i>in English</i>)	54
The nutrient composition of watermelons <i>Citrullus vulgaris</i> in Turkey.(<i>in English</i>)	70
Survey of tomato diseases in Cameroon (<i>in English</i>)	87
Rotation of vegetable crops/snail rearing in Southern Benin (<i>in French</i>).....	91
Risk of soil compaction under the action of heavy agricultural tractor wheels on alfisols in West-Cameroon ? Effects on the yield of maize <i>Zea mays</i> L. and groundnut <i>Arachis hypogaea</i> L. in sole and intercropped systems.(<i>in French</i>)	131
Efficiency of phosphatic rock from Matongo applied in the composting process on potatoes on an acid soil of Rabirol (Burundi) (<i>in French</i>)	142
Cattle	
Dry season livestock breeding strategies in Mindif area, Diamare plain, North Cameroon.(<i>in French</i>)	29
Determination of the optimum age for castration by the Alur cattle breed under extensive production in Zaire (<i>in French</i>)	166
Community development	
Impact of innovation on developing peasant farm in mountainous zones of Kivu (Zaire) (<i>in French</i>)	11
Rural flour mills, farmer promotion tool in the Sahel area.(<i>in French</i>)	122
Economics	
A study of financial problems of poultry farms in Cameroon (<i>in French</i>)	3
Onions in the farming systems of the Swat valley, Northern Pakistan: Implications for research and extension (<i>in English</i>).....	54
Analysis of the cost and return to management of small scale cassava production in the humid zone of Nigeria (<i>in English</i>)	99
Credit for alleviation of rural poverty: The Grameen Bank of Bangladesh (<i>in English</i>)	115
Editorials	
Two hundred educative pictures against locust(<i>in French</i>)	1
The University Cooperation for Development(<i>in Dutch</i>)	41
The future of agricultural research.(<i>in French</i>)	85
Optimisation of training programmes in technical fields (<i>in French</i>)	129
Education	
Two hundred educative pictures against locust(<i>in French</i>)	1
The University Cooperation for Development (<i>in Dutch</i>)	41
Panafrican Union for Science and Technology (P.U.S.T.) (<i>in French</i>)	74
Optimisation of training programmes in technical fields (<i>in French</i>)	129
International Cooperation: The Sahel Centre (<i>in French</i>).....	159

Environment

Impact of innovation on developing peasant farm in mountainous zones of Kivu (Zaire) (in French)	11
International Cooperation: The Sahel Centre (in French)	159

Fertilizers

Study on the possibilities of agricultural valorisation of sugarcane scums and bagasse of SOSUHO (Gabon) (in French)	20
Statistical analysis of the influence of four types of mulch on the productivity of two varieties of tomatoes (in French)	43
Interaction between enriched farmyard manure with fertilizers, lime and different phosphorus sources obtained from the phosphatic rock from Matongo on a ferrallitic soil from the region of Bututsi (Burundi) (in French)	61
Use of biological fertilizers in rehabilitation of a degraded ferruginous soil (in French)	136
Efficiency of phosphatic rock from Matongo applied in the composting process on potatoes on an acid soil of Rabi (Burundi) (in French)	142
Evaluation of the ferrous savannas of the High-Ogooué- Gabon (in French)	163

Food crops

Aphids in the protected crops and their natural enemy in Tunisia (in French)	50
Study of the behaviour in the field and of local varieties performances of sweet potato <i>Ipomoea batatas</i> in Eastern Zaire (in French)	72
Analysis of the cost and return to management of small scale cassava production in the humid zone of Nigeria (in English)	99
Madagascan intensive rice production system (in French)	110
Retrospective note on the history of the potato <i>Solanum tuberosum</i> in Eastern Zaire (in French)	155

Human nutrition

The nutrient composition of watermelons <i>Citrullus vulgaris</i> in Turkey (in English)	70
Rural flour mills, farmer promotion tool in the Sahel area (in French)	122
Retrospective note on the history of the potato <i>Solanum tuberosum</i> in Eastern Zaire (in French)	155

Minilivestock

Preliminary observations on frog use in Burundi (in French)	25
Rotation of vegetable crops/snail rearing in Southern Benin (in French)	91

Nutrition

Glandless cottonseed meal: an important source of protein for swine production (in French)	95
--	----

Pig

Glandless cottonseed meal: an important source of protein for swine production (in French)	95
--	----

Plant pathology

Black sigatoka situation of bananas and plantains <i>Musa</i> spp. under different farming systems at Yangambi, Upper-Zaire (in French)	7
Aphids in the protected crops and their natural enemy in Tunisia (in French)	50
Survey of tomato diseases in Cameroon (in English)	87

Plant production

Impact of innovation on developing peasant farm in mountainous zones of Kivu (Zaire) (in French)	11
Statistical analysis of the influence of four types of mulch on the productivity of two varieties of tomatoes (in French)	43
Aphids in the protected crops and their natural enemy in Tunisia (in French)	50
Onions in the farming systems of the Swat valley, Northern Pakistan: Implications for research and extension (in English)	54
Study of the behaviour in the field and of local varieties performances of sweet potato <i>Ipomoea batatas</i> in Eastern Zaire (in French)	72
Analysis of the cost and return to management of small scale cassava production in the humid zone of Nigeria (in English)	99
Madagascan intensive rice production system (in French)	110
The assisted germination (in French)	125
Risk of soil compaction under the action of heavy agricultural tractor wheels on alfisols in West-Cameroon? Effects on the yield of maize <i>Zea mays</i> L. and groundnut <i>Arachis hypogaea</i> L. in sole and intercropped systems (in French)	131
Comparative study of two soil cultivation techniques on slopy fields (in French)	147
The beneficial effect of dual inoculation of vesicular-arbuscular mycorrhizae + rhizobium on growth of white clover (in English)	151
Retrospective note on the history of the potato <i>Solanum tuberosum</i> in Eastern Zaire (in French)	155
Evaluation of the ferrous savannas of the High-Ogooué- Gabon (in French)	163

Plant protection

Two hundred educative pictures against locust (in French)	1
Black sigatoka situation of bananas and plantains <i>Musa</i> spp. under different farming systems at Yangambi, Upper-Zaire (in French)	7
Aphids in the protected crops and their natural enemy in Tunisia (in French)	50
Survey of tomato diseases in Cameroon (in English)	87

Poultry

A study of financial problems of poultry farms in Cameroon (in French)	3
Preliminary studies on the utilization of <i>Kalanchoe crenata</i> (Crassulaceae) in the prophylaxis and treatment of avian coccidiosis (in French)	107

Projects

Panafrican Union for Science and Technology (P.U.S.T.) (<i>in French</i>)	74
The Belgian Veterinary project at the College of Veterinary Medicine of the University of the Philippines at Los Banos (<i>in English</i>).....	103
International Cooperation: The Sahel Centre (<i>in French</i>).....	159

Research and Development

The University Cooperation for Development (<i>in Dutch</i>)	41
Panafrican Union for Science and Technology (P.U.S.T.) (<i>in French</i>)	74
Disseminating research results is not enough: farmers also need tools for their evaluation and for finding their own solutions (<i>in French</i>)	76
The future of agricultural research (<i>in English</i>)	85
The Belgian Veterinary project at the College of Veterinary Medicine of the University of the Philippines at Los Banos (<i>in English</i>).....	103
Preliminary studies on the utilization of <i>Kalanchoe crenata</i> (Crassulaceae) in the prophylaxis and treatment of avian coccidiosis (<i>in French</i>)	107
International Cooperation: The Sahel Centre (<i>in French</i>).....	159

Rural Development

Impact of innovation on developing peasant farm in mountainous zones of Kivu (Zaire) (<i>in French</i>)	11
Panafrican Union for Science and Technology (P.U.S.T.) (<i>in French</i>)	74
Disseminating research results is not enough: farmers also need tools for their evaluation and for finding their own solutions (<i>in French</i>)	76
Madagascar intensive rice production system (<i>in French</i>)	110
Credit for alleviation of rural poverty: The Grameen Bank of Bangladesh (<i>in English</i>)	115
Rural flour mills, farmer promotion tool in the Sahel area.(<i>in French</i>)	122

Sociology

Impact of innovation on developing peasant farm in mountainous zones of Kivu (Zaire) (<i>in French</i>)	11
Panafrican Union for Science and Technology (P.U.S.T.) (<i>in French</i>)	74
Disseminating research results is not enough: farmers also need tools for their evaluation and for finding their own solutions (<i>in French</i>)	76
Credit for alleviation of rural poverty: The Grameen Bank of Bangladesh (<i>in English</i>)	115
Rural flour mills, farmer promotion tool in the Sahel area.(<i>in French</i>)	122

Soil science

Study on the possibilities of agricultural valorisation of sugarcane scums and bagasse of SOSUHO (Gabon) (<i>in French</i>)	20
Interaction between enriched farmyard manure with fertilizers, lime and different phosphorus sources obtained from the phosphatic rock from Matongo on a ferrallitic soil from the region of Bututsi (Burundi) (<i>in French</i>)	61
Rotation of vegetable crops/snail rearing in Southern Benin (<i>in French</i>)	91
Risk of soil compaction under the action of heavy agricultural tractor wheels on alfisols in West-Cameroon? Effects on the yield of maize <i>Zea mays</i> L. and groundnut <i>Arachis hypogaea</i> L. in sole and intercropped systems.(<i>in French</i>)	131
Use of biological fertilizers in rehabilitation of a degraded ferruginous soil (<i>in French</i>).....	136
Efficiency of phosphatic rock from Matongo applied in the composting process on potatoes on an acid soil of Rabi (Burundi) (<i>in French</i>)	142
Evaluation of the ferrous savannas of the High-Ogooué- Gabon (<i>in French</i>).....	163

Veterinary medicine

Note on the pathology of livestock in Grande Comore (Islamic Federal Republic of Comores) (<i>in French</i>)	67
The Belgian Veterinary project at the College of Veterinary Medicine of the University of the Philippines at Los Banos (<i>in English</i>).....	103
Preliminary studies on the utilization of <i>Kalanchoe crenata</i> (Crassulaceae) in the prophylaxis and treatment of avian coccidiosis (<i>in French</i>)	107

Revista científica y de información dedicada a los problemas rurales en los países en vía de desarrollo. Es editada por la Administración General de la Cooperación al Desarrollo (A.G.C.D.)

Se publica cuatro veces por año (en marzo, junio, septiembre y diciembre)

Redacción: Agri-Overseas. Es una asociación creada con el fin de establecer relaciones profesionales o de interés comunes entre quienes laboran por el desarrollo rural en ultra-mar

Coordinador científico: Profesor Dr. Ir J. Hardouin

Comisión científica: integrada por un representante de cada una de las instituciones belgas siguientes: El Sr R. Lenaerts, Administrador General de la Administración General de la Cooperación al Desarrollo, Bruselas - Los Profesores J. Hardouin y P. Kageruka, Departamento de Producción y Sanidad Animales, Instituto de Medicina Tropical, Amberes (D.P.S.A.:I.M.T.) - El Professor F. Lomba, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Lieja (U.Lg.) - El Professor J. Verduyze, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Gante (U.G.) - El Professor J. Vanderveken, Facultad de Ciencias Agronómicas, Gembloux (F.S.A.Gx.) - El Professor R. Swennen, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Católica de Lovaina (K.U.L.) - El Professor P. Van Damme, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Gante (U.G.) - El Professor M. Verhoyen, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Católica de Lovaina (U.C.L.) - El Professor J. Wouters, Departamento de Agronomía, Universidad Libre de Bruselas (U.L.B.) - El Professor C. Reizer, Fundación Universitaria del Luxembourg (F.U.L.) - El Professor J.C. Micha, Facultades Universitarias Nuestra Señora de la Paz, Namur (F.U.N.D.P.)

Secretaría, Redacción: Agri-Overseas / Tropicultura, C/O A.G.C.D., Of 509; Pl. du Champ de Mars 5, Bte 57, B. 1050 Bruselas, Bélgica. Tel. 32.2/519 03.77

Distribución: gratuita, a petición escrita.

Recomendaciones para los autores

Condiciones generales:

Enviar el original de los manuscritos y 2 copias a Agri-Overseas a la dirección arriba mencionada. Se puede escribir en cuatro idiomas; Francés, Inglés, Neerlandés o Español. Indicar claramente la dirección del autor. Cada artículo será sometido por la Comisión de Redacción a 2 lectores especializados en el tema tratado y será eventualmente devuelto al autor, para ser corregido o adaptado. De todos modos se guardará un ejemplar en los archivos de Agri-Overseas. Los autores recibirán gratuitamente 20 publicados separadamente del artículo.

Instrucciones prácticas:

El manuscrito comprenderá como máximo 10 páginas escritas a máquina con doble interlinea y con un margen a la izquierda de 5 cm en papel blanco de formato DIN A4 (21 x 29.7 cm).

Presentación:

Título: corto y en minúsculas

Autores: debajo del título, los apellidos en minúsculas para las iniciales del nombre (nombre completo para las damas), con asterisco para remitir a la nota en pie de página donde figurará la identificación de las instituciones.

Palabras claves: 7 como máximo en Inglés (Keywords)

Resumen: en el idioma del artículo y en Inglés (Max. 200 palabras)

Introducción — Material y métodos u observaciones — Resultados — Discusión — Conclusiones — Agradecimientos

Las referencias bibliográficas se darán por orden alfabético según el apellido de los autores y serán numeradas de 1 a x. Referir en el texto a estos números (entre paréntesis).

Las referencias comprenderán:

- Para las revistas: el apellido de los autores seguido de las iniciales de los nombres, el año de publicación, el título completo del artículo en el idioma de origen, el título de la revista, el número del volumen subrayado, la primera y la última página.

Ejemplo: Poste G., 1972, Mechanisms of virus induced cell fusion, *Int. Rev. Cytol.* **33**, 157, 222

- Para las obras: el apellido de los autores seguido de las iniciales de los nombres, el año de publicación, el título completo de la obra, el nombre del editor, el lugar de edición, la primera y la última página del capítulo citado

Ejemplo: Korbach M.M. & Ziger R.S., 1972, Heterozygotes detection in Tay-Sachs disease. A prototype community screening program for the prevention of recessive genetic disorders. pp 613 - 632 in: B.W. Volks en S.M. Aronson (Editors), *Sphingolipids and allied disorders* Plenum, New-York

Tablas y figuras serán presentadas cuidadosamente en páginas separadas y con numeración arábiga al verso. Las figuras estarán dibujadas de modo profesional. Las fotografías se entregarán non-montadas y bien contrastadas sobre papel brillante y numeradas al verso. Los títulos y las leyendas se escribirán en una misma página separada.

Observaciones: - Evitar las notas al pie de la página

- Evitar el empleo de guiones

- Evitar las mayúsculas inútiles

- Dar la nacionalidad, los diplomas y la función de cada autor

- Dar la traducción del título en Inglés

La Comisión de redacción se reserva el derecho de rechazar los artículos que no estén conformes a las prescripciones susodichas.

TROPICULTURA

1993 Vol. 11 N. 4

Four issues a year (March, June, September, December)

CONTENTS

EDITORIAL

- Optimisation of training programmes in technical fields (*in French*)
G. Henry 129

ORIGINAL ARTICLES

- Risk of soil compaction under the action of heavy agricultural tractor wheels on alfisols in West-Cameroon?
Effects on the yield of maize *Zea mays* L. and groundnut *Arachis hypogaea* L. in sole and intercropped systems.
(*in French*)
G. Lawane & A. Daelemans 131
- Use of biological fertilizers in rehabilitation of a degraded ferruginous soil (*in French*)
N. Mallouhi, F. Sarr & A.N. Kandji 136
- Efficiency of phosphatic rock from Matongo applied in the composting process on potatoes on an acid soil of Rabi-ro
(Burundi) (*in French*)
C. Van den Berghe, P. Kakana, P. Sota & J.B. Rwigema 142
- Comparative study of two soil cultivation techniques on slopy fields (*in French*)
S. Chehaibi, T. Mansouri & M.M. Belhadj 147
- The beneficial effect of dual inoculation of vesicular-arbuscular mycorrhizae + rhizobium on growth of white clover
(*in English*)
X-g. Lin, W-y Hao & T-h. Wu 151

TECHNICAL NOTES

- Retrospective note on the history of the potato *Solanum tuberosum* in Eastern Zaire (*in French*)
N. Ngoy Kadiebwe 155
- International Cooperation : The Sahel Centre (*in French*) 159
- Evaluation of the ferrous savannas of the High-Ogooué- Gabon (*in French*)
J. Makita-Ngadi 163
- Determination of the optimum age for castration by the Alur cattle breed under extensive production in Zaire
(*in French*)
M. Dibanzilua M. Nsambu, V. Wembola Lokando, D. Mamfuka B. Salula, A. Ngomo Lokombe, D. Nyamabo Wabo & F. Muhindo Mughuma 166

BIBLIOGRAPHY 170

INDEX VOLUME 11 173

TROPICULTURA is a peer-reviewed journal indexed by AGRIS, CABI and SESAME



Editor:
R. LENAERTS
BADDC - Place du Champ de Mars 5, Marsveldplein - AGCD
1050 Bruxelles/Brussel

