

TROPICULTURA

1992 Vol. 10 N.1

Trimestriel (mars - juin - septembre - décembre)
Driemaandelijks (maart - juni - september - december)
Se publica por año (en marzo - junio - septiembre - diciembre)



Credit: The World Bank



Editeur responsable / Verantwoordelijke uitgever
R. LENAERTS
AGCD - Place du Champ de Mars 5, B.57 - Marsveldplein - ABOS
1050 Bruxelles / Brussel



SOMMAIRE / INHOUD / SUMARIO

EDITORIAL/EDITORIAAL/EDITORIAL

Het 10-jarig bestaan van het tijdschrift.

Une décennie d'existence de la revue

El décimo aniversario de la fundación del periódico.

R. Lenaerts 1

ARTICLES ORIGINAUX/OORSPRONKELIJKE ARTIKELS/ARTICULOS ORIGINALES

La riziculture d'altitude au Burundi: principales contraintes et diversification variétale.

Hoogland rijstteelt in Burundi: voornaamste remfactoren en variëteitsdiversificatie

Cultivo de arroz de altitud en Burundi: restricciones principales y diversificación de variedades.

J.F. Detry & J.P. Tilquin 3

Etude de la fertilisation intégrée en milieu paysan dans la région naturelle du Mugamba (Burundi).

Studie van de geïntegreerde bemesting in plattelandsmilieu in het natuurlijk gebied van Mugamba (Burundi)

Estudio de la fertilización integrada en medio campesino en la región natural de «Mugamba» (Burundi).

C. Van den Berghe, P. Sota & A. Mujawayezu. 7

Efficacy of fungicides on the progress of early blight and yield of potato in Cameroon.

Efficacité des fongicides sur l'intensification de l'alternariose et le rendement de la pomme de terre au Cameroun

Doeltreffendheid van schimmelwerende middelen op de intensificatie van alternariose en het rendement van aardappelenteelt in Kameroen.

Eficacia de fungicidas sobre la intensificación del «Alternariose» y el rendimiento de la papa en Camerún.

D.A. Fontem & Beatrice Aighewi 15

Effect of mulch on soil properties and on the performance of late season cassava (*Manihot esculenta* Crantz) on an acid ultisol in Southwestern Zaire.

Effets de pailis sur les propriétés du sol et sur le comportement du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) planté en fin de saison sur un ultisol acide dans le Sud-Ouest du Zaïre

Invloed van een strolaag op de grondeigenschappen en op het gedrag van manioc (*Manihot esculenta* Crantz) op het einde van het regen seizoen op een zure ultisol geplant in het Zuid Westen van Zaire).

Eftos de la cama de paja sobre las propiedades del suelo y sobre el comportamiento de la mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) plantada al fin de las lluvias en un substrato ácido en el Suroeste de Zaire

N.B. Lutaladio, T.A.T. Wahua & S.K. Hahn 20

NOTES TECHNIQUES / TECHNISCHE NOTA'S / NOTAS TECNICAS

The Belgian Soil Science Project at the University Centre of Dschang in Cameroon.

Le projet belge des sciences du sol au Centre Universitaire de Dschang au Cameroun

Het Belgische project «Bodemkunde» aan het Universitair Centrum van Dschang (Kameroen).

El proyecto belga de Ciencias del suelo en el Centro Universitario de Dschang en Camerún

E. Van Ranst 27

Evaluer l'impact sur l'environnement: l'approche multicritère.

Gérer l'incertitude: Les modèles flous.

Evalueer van het effect op het leefmilieu: multicriteria aanpak. Beleid van het onzekere: onscherpe modellen.

Evaluación del impacto sobre el medio ambiente: abordado según criterios múltiples manejo de la incertidumbre: los modelos vagos.

J.J. Boreux 30

Transfer of Animal Traction Technology in Mbozi, Tanzania.

Transfert technologique de la traction animale à Mbozi, Tanzanie.

Technologie-overdracht: ossetrakte in Mbozi, Tanzania

Transferencia tecnológica de la tracción animal en Mbozi, Tanzania.

G. Makitwange 33

BIBLIOGRAPHIE/BOEKBESPREKING/BIBLIOGRAFIA 38

EDITORIAAL

N.a.v. het 10-jarig bestaan van het tijdschrift.

Hoewel nog ver van een zilveren, laat staan een gouden jubileum, heeft het tijdschrift «Tropicultura» van Agri-Overseas in zijn tienjarig bestaan reeds een wereldwijde weerklank gevonden in landbouwkundige kringen. Tropicultura nam in 1983 een tweeledige taak op zich: het verstevigen van de relatie tussen diegenen die ijveren voor plattelandsontwikkeling overzee en het voorlichten van een geïnteresseerd publiek over de leiding en het onderzoek van landbouwkundige ontwikkelingsactiviteiten in de wereld.

Niemand zal overtuigd moeten worden van het belang van plattelandsontwikkeling, vooral in Afrika ten Zuiden van de Sahara. Plattelandsontwikkeling neemt dan ook meer dan 10% van de ABOS-uitgaven voor haar rekening, zonder rekening te houden met de participatie in agrarische programma's van de FAO, IFAD en andere internationale organisaties.

De ontwikkeling van landbouw noch veeteelt heeft effecten als zij niet gekoppeld wordt aan een minimum aan sociale, commerciële en technische infrastructuur. We spreken dus liever over plattelandsontwikkeling, waar de sanering van kleine visvijvers hand in hand gaat met de kippenfokkerij, waar het wetenschappelijk onderzoek en de opleiding in nieuwe landbouwtechnieken een aanvulling is op de voorouderlijke landbouwtradities.

Het ABOS heeft ruim honderd projecten m.b.t. de plattelandsontwikkeling in 11 Afrikaanse, 2 Latijnsamerikaanse en 2 Aziatische landen, in ruwweg vijf grote sectoren: onderzoek, plattelandsvoorlichting, veeteelt, landbouw voor zowel eigen consumptie als voor de agro-industrie en herbebossing.

Sommige projecten situeren zich in de «klassieke» landbouwontwikkeling, zoals interventies voor voedingsgewassen in Rwanda, de ontwikkeling van de rijstteelt in Niger, bodem-bescherming in Ecuador, bevoeiingssystemen in Indonesië. Andere projecten zijn gebaseerd op technologische kennisoverdracht: fytopharmacie in Tunesië, embryo-overplanting bij vee in Marokko, de introductie van stikstofhoudende peulvruchten in Sri Lanka enz.

Het werk van landbouwingenieurs in projecten, de universitaire samenwerking, de opleiding van beursstudenten in Belgische landbouwfaculteiten spelen daarbij een essentiële rol.

De verdienste van een blad als «Tropicultura» ligt precies in het feit dat studies en initiatieven in de landen van het Zuiden door publicatie uit een ver afgelegen isolement worden gehaald en inspirerend kunnen zijn voor landbouwkundige coöperanten in andere regio's. De wetenschap wordt steeds ruimer en ons erfgood terzake vordert gestadig. Wetenschap komt dikwijls tot stand door de praktijkervaringen van een ontwikkelingshelfer die met eenvoudige middelen omvangrijke problemen van de lokale bevolking kan helpen oplossen.

«Tropicultura», dat tegelijkertijd wetenschappelijk georiënteerd en vulgariserend is, lijkt mij het middel om naar buiten te treden en initiatieven kenbaar te maken. Het stelt landbouwkundigen, ingenieurs en technici, dierenartsen, terreinwerkers ook in staat banden met elkaar te smeden om samen te denken en te werken aan de ontplooiing van de mens in de tropenwereld.

De kwaliteit van de verantwoordelijke redactieploeg, enerzijds, en de middelen die door het ABOS ter beschikking gesteld worden, anderzijds, staan er borg voor dat Tropicultura in de toekomst nog beter zal beantwoorden aan de verlangens van diegenen die, op het terrein en in de laboratoria, de ontwikkeling van de plattelandsbevolking in de ontwikkelingslanden dienen.

R. Lenaerts
Administrateur-generaal
Algemeen Bestuur voor Ontwikkelingssamenwerking
Marsveldplein 5, bus 57
1050 Brussel

ARTICLES ORIGINAUX

ORIGINAL ARTICLES

OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

ARTICULOS ORIGINALES

La riziculture d'altitude au Burundi: principales contraintes et diversification variétale.

J.F. Detry* & J.P. Tilquin**

Keywords: Rice — Low temperatures — Bacterial sheath brown rot — Blast — Varietal diversification — Burundi.

Résumé

La riziculture ne s'est développée que depuis 1980 dans les marais d'altitude du Burundi. Les principales contraintes identifiées sont les basses températures, avec pour conséquences un allongement du cycle cultural et un taux de stérilité élevé, et 2 maladies: la pourriture brune de la gaine foliaire et la pyriculariose. Le problème de la diversification variétale qui était le plus urgent à cerner semble actuellement bien résolu. Le programme d'amélioration dispose de plusieurs types de riz différents dont les principales caractéristiques sont discutées en relation avec les zones écologiques pour lesquelles ils sont recommandés.

Summary

Rice cultivation developed since 1980 in highland swamps of Burundi. The major constraints identified are low temperatures, resulting in an extension of the cultural cycle and a high sterility rate, and 2 diseases: bacterial sheath brown rot of rice and blast. The varietal diversification problem which was the most urgent to delimit seems to be well resolved now. The improvement programme has many types of different rices at his disposal; their main characteristics are discussed in relation to the ecological zones for which they are recommended.

1. Introduction

La riziculture est relativement ancienne au Burundi. Elle fut introduite il y a plusieurs siècles par les Arabisés dans la région côtière du lac Tanganyika ($\pm$ 800 m d'altitude). Plusieurs prospections furent réalisées et des variétés telles que la L9 et la L7 (5) du temps de l'INEAC ou l'IB17 et IB45 (7) furent retenues. Parmi ces populations, il y en avait une qui portait le nom de «Pandabilima», ce qui signifie en Swahili: «qui grimpe la montagne». Sa limite altitudinale était celle des palmiers à huile, c'est-à-dire 1.300 mètres.

La riziculture ne s'est développée que tout récemment dans les marais d'altitude du Burundi (1.300 à 1.700 m). Initiée à partir de 1980 (3), elle occupait une centaine d'hectares en 1983, avec une seule variété: Yunnan 3. On estime à plus de 10.000 ha les surfaces mises en riziculture au cours de la saison 1989-1990, soit approximativement 2 fois plus qu'en région de basse altitude.

Le terme «marais» adopté ici englobe tous les bas-fonds à hydromorphie excessive en saison des pluies (octobre à mai), permanente ou temporaire. Dans les zones d'altitude où la densité de population a atteint des seuils critiques (344 habitants au km² en moyenne), ces terres ne pouvaient traditionnellement être exploitées qu'en saison sèche. Lorsque l'on sait que la surface totale des marais d'altitude cultivables en riz sans grands aménagements représente quelques 50.000 ha, soit 3,5% de la surface agricole utile, on comprend mieux l'intérêt que suscite cette spéculation et l'impor-

tance qu'elle revêt dans la stratégie alimentaire du Burundi.

Depuis 1983, un projet TSD «Etude des contraintes liées à la riziculture d'altitude et développement de variétés adaptées à ces conditions» est financé par la DG XII de la Commission des Communautés Européennes. Ce projet, articulé sous forme de réseau, regroupe des chercheurs de Belgique, France, Togo, Madagascar et Burundi. Son objectif majeur est d'assurer la pérennité de cette culture dans les marais d'altitude en développant essentiellement la diversification variétale et la lutte intégrée contre les ravageurs.

2. L'influence des basses températures

La principale contrainte de la riziculture d'altitude est certainement les basses températures. Les moyennes journalières varient de 15 à 21°C, et les minima descendent régulièrement sous les 10°C au cours de la nuit. On se situe donc en zone tout-à-fait extrême pour la riziculture.

Une première conséquence de ces basses températures est une stérilité panaculaire prononcée. Dans un premier temps, seule la variété Yunnan 3, issue comme son nom l'indique de la province du Yunnan en Chine, où est également pratiquée la riziculture d'altitude, s'est révélée suffisamment adaptée à ces conditions marginales et fut donc diffusée à partir de 1982. Le taux de stérilité moyen sur cette variété, estimé à 20%, reste cependant très élevé.

La seconde conséquence des basses températures est un

* ISABU - B.P. 795 - Bujumbura - Burundi.

** FACAGRO - B.P. 2940 - Bujumbura - Burundi.

Reçu le 17.02.92 et accepté pour publication le 23.04.92.

allongement du cycle cultural de près de 2 mois par rapport à celui observé en basse altitude, accompagné d'un échelonnement prononcé de la maturation. De ce fait, la double riziculture ne peut être pratiquée dans les zones les plus froides, et bien plus, le respect de la culture traditionnelle «haricot-maïs» de saison sèche pose parfois des problèmes.

3. La pourriture brune de la gaine foliaire du riz.

C'est en 1982 qu'a été signalée pour la première fois la pourriture brune de la gaine foliaire causée par *Pseudomonas fuscovaginae* au Burundi (1). Depuis lors, elle se rencontre régulièrement chaque année et entraîne des pertes de rendement moyennes estimées entre 5 et 10%. Cette maladie n'était alors connue que dans l'île d'Hokkaido, à la limite septentrionale de l'extension de la culture. Elle a été identifiée récemment au Rwanda, à Madagascar et en Amérique latine, chaque fois en région d'altitude. Les symptômes les plus caractéristiques s'observent sur les gaines foliaires. Les talles malades présentent alors des lésions brun foncé, oblongues et huileuses. En s'agrandissant, ces lésions forment des plages nécrotiques à centre desséché brun clair ou grisâtre entourées d'un liseré diffus, brun noir à violacé. Les nécroses sur gaines peuvent être associées à une émergence réduite, voire absente des panicules, accompagnée d'une stérilité des épillets et d'un brunissement des glumes (6).

4. La pyriculariose

La seconde maladie, mais potentiellement la plus dommageable, est la pyriculariose due à *Pyricularia oryzae*. Recensée pour la première fois en 1986, elle survient de façon épidémique depuis lors. La riziculture s'étant développée en altitude avec une seule variété, une pression unidirectionnelle s'est exercée sur les souches du parasite, les nouvelles étant de plus en plus agressives (2). Les pertes moyennes subies par Yunnan3 en riziculture d'altitude dépassent à l'heure actuelle les 12%, avec de plus en plus fréquemment des pertes totales de la récolte dans certaines régions (4).

5. La variabilité de l'environnement

Suite à ces trois contraintes que sont le froid, la bactériose et la pyriculariose, des essais multilocaux furent entrepris en 87-88 et 88-89, afin de délimiter géographiquement des zones écologiques homogènes d'une part, et d'identifier les variétés adaptées à ces différentes zones, présentant une stabilité satisfaisante, tant en ce qui concerne la tolérance aux contraintes que pour un rendement élevé d'autre part.

L'essai multilocal mené en 87-88 a porté sur 24 variétés, sélectionnées au départ de plus de 1000 introductions ou hybridations, dans 5 sites (stations de recherche). Durant la saison 88-89, un essaimage de l'essai a été réalisé afin de vérifier les interactions «génotypes x environnements» en milieu paysan réel : 16 variétés, dont 13 ont été retenues de l'essai précédent, ont été comparées en 21 sites, 5 en stations de recherche et 16 en conditions paysannes.

Il ressort de ces essais la présence de deux zones écologiques majeures. Au nord, les provinces de Kirundo et Muyinga, caractérisées par un climat de type tropical à très longue saison sèche (températures moyennes > 20°C, pluviométrie annuelle $\pm$ 1000 mm) constitue la «zone chaude». Les sols de marais y sont riches, essentiellement minéraux, eutro-

phes, et autorisent donc des rendements élevés, dépassant régulièrement les 5 t/ha en milieu paysan. La bactériose n'y est pas une contrainte importante.

La zone Sud, «zone froide», est formée par la région naturelle du Kirimiro et une partie du Buyogoma. Elle bénéficie d'un climat de type tropical à courte saison sèche (températures moyennes < 18°C, pluviométrie annuelle > 1200 mm). Les marais y sont en majorité organiques, localement tourbeux, moins fertiles, soumis à de fortes fluctuations de la hauteur de la nappe d'eau, conduisant à l'oligotrophie par ferrolyse. Les rendements paysans varient entre 2 et 3,5 t/ha. La bactériose y est la contrainte principale.

La pyriculariose se rencontre partout, mais est généralement beaucoup plus sévère dans la zone chaude. Les contraintes observées dans la zone intermédiaire sont fonction des fluctuations climatiques interannuelles (conditions de température et fréquence des pluies durant le gonflement, l'épiaison et la maturation du riz).

6. La diversification variétale

Face à ces contraintes qui risquent à court terme de freiner le développement spectaculaire de la riziculture, peu d'alternatives sont possibles. La lutte chimique, lorsqu'elle existe, n'est pas envisageable, étant donné que la majorité des producteurs n'ont ni la technicité, ni les moyens économiques requis. La diversification variétale semblait être le moyen le plus rapide et le plus efficace pour pallier aux déficiences de la Yunnan3.

La première source de diversification variétale exploitée fut l'introduction de matériel végétal en provenance de pays aux conditions de culture similaires à celles du Burundi. Une demande de géniteurs tolérants aux basses températures fut introduite à l'IRRI. Cependant, tous ces géniteurs (n = 46), jugés par le pourcentage de stérilité, y étaient plus sensibles que la Yunnan3. Plusieurs variétés malgaches, réputées pour leur résistance au froid et à la bactériose à Madagascar, furent introduites et testées, avec succès pour certaines (Ambalalava, Mangakely, Rojomena...), dans les marais du Burundi. De type traditionnel, elles peuvent être particulièrement recommandées pour la zone froide ou les marais à plus de 1.500 mètres d'altitude, mais sont à proscrire dans la région Nord, étant donné leur sensibilité à la pyriculariose (tableau 1).

Un programme d'hybridation fut également entrepris et aboutit à l'obtention d'un matériel végétal important et intéressant. Des croisements diallèles entre les géniteurs de l'IRRI, la Yunnan3, Ambalalava (variété d'origine malgache), IB45, et la L9 fournirent des variétés précoces, semi-naines, de type moderne, telles que Facagro59 ou 71. Elles sont sensibles à la bactériose mais montrent un bon niveau de résistance à la pyriculariose, bien que celle-ci soit vraisemblablement de type verticale, donc fragile et peu durable. Elles conviennent donc pour la zone Nord, aux altitudes inférieures à 1.500 mètres, et nécessitent une bonne maîtrise de l'eau et un environnement édaphique correct.

Les variétés les plus précoces furent recroisées entre elles et 6 nouvelles familles furent retenues suite à une épreuve de triage très drastique en altitude. Des croisements sont en cours entre les meilleures familles hybrides et les cultivars malgaches, ou avec IRAT13 et IRAT104 comme parents,

TABLEAU 1
Performances de 9 cultivars dans 3 marais d'altitude, saison culturale 89-90 (moyenne de 3 répétitions).

Cultivar	Origine	Marais		
		Muramba ^a	Akagoma ^a	Ndebe ^a
Incidence de la bactériose (%) ^b				
Yunnan 3	Chine	2.0	0.0	29.1
Ambalalava	Introduction de Madagascar	10.6	0.6	5.2
Mangakely	Introduction de Madagascar		6.6	7.7
Rojomena	Introduction de Madagascar	4.9		1.4
Facagro 57	Création variétale du Burundi	7.7	43.1	47.6
Facagro 59	Création variétale du Burundi	9.0	34.6	42.5
Facagro 71	Création variétale du Burundi	0.0		
Kirundo 3	Population locale du Burundi		1.2	17.5
Kirundo 9	Population locale du Burundi	3.3	6.8	16.2
Incidence de la pyriculariose (%) ^b				
Yunnan 3		28.6	49.2	1.6
Ambalalava		43.1	46.0	12.9
Mangakely			55.9	6.1
Rojomena		28.7		4.1
Facagro 57		16.7	4.5	0.0
Facagro 59		24.6	5.3	0.0
Facagro 71		18.8		
Kirundo 3			35.9	0.9
Kirundo 9		3.8	1.9	0.7
Rendement (t/ha)				
Yunnan 3		3.53	5.26	2.27
Ambalalava		3.34	6.41	3.93
Mangakely			6.94	3.54
Rojomena		3.15		3.53
Facagro 57		4.68	5.71	3.02
Facagro 59		5.26	5.29	2.71
Facagro 71		4.65		
Kirundo 3			5.92	2.71
Kirundo 9		4.59	5.22	3.61

a: Muramba: station de recherche Facagro en province de Kirundo, zone chaude; Akagoma: station de recherche ISABU en province de Ngozi, zone intermédiaire; Ndebe: station de recherche ISABU en province de Gitega, zone froide.

b: Evaluation sur 10 plants par répétition.

afin de diversifier les sources de résistance à la pyriculariose. Les meilleures lignées seront croisées avec la variété Peta pour leur conférer une architecture apte à une bonne productivité.

Parallèlement aux introductions et créations variétales, des prospections dans les marais bordant la Tanzanie et le Rwanda furent réalisées en 1987. Des populations très hétérogènes, d'origines géographique et génétique mal connues, introduites peu à peu par les paysans, furent récoltées. Parmi les 14 populations ainsi testées, 2 (Kirundo 3 et 9) ont été conservées pour leur rusticité et la stabilité de leur production. Elles sont destinées aux marais froids, aux sols de moindre fertilité ou aux sites où la maîtrise de l'eau est insuffisante. Le tableau 1 résume les performances des cultivars pressentis pour la diffusion en milieu paysan lors d'un essai de confirmation (3 répétitions sans fertilisation) mené au cours de la saison culturale 89-90.

7. Perspectives

Le problème variétal qui était le plus important à cerner semble actuellement bien résolu. Plusieurs variétés sont maintenant diffusées en milieu paysan en remplacement de la

Yunnan 3. Une importante réserve génétique est d'autre part encore disponible sur place.

La lutte intégrée se doit maintenant de définir les méthodes culturales les plus appropriées pour limiter la capacité d'infection des agents pathogènes ou exacerbant la résistance de la plante: dates de semis et de repiquage, densités de plantation, gestion adéquate des pailles et résidus de culture... D'autre part, nous sommes persuadés que l'amélioration du support et une gestion appropriée de l'eau constituent la clé du développement de la riziculture au Burundi. En effet, contrairement à ce qui est habituellement observé à travers le monde, la pyriculariose est toujours plus sévère en conditions submergées qu'en conditions phréatiques. Ceci s'explique par le rôle tampon joué par la lame d'eau, maintenant ainsi des températures suffisamment élevées pour engendrer le développement de la maladie. Cependant, les rendements restent généralement supérieurs en parcelles submergées. La possibilité d'un retrait temporaire de la lame d'eau durant le stade sensible à la maladie de la plante est actuellement à l'étude.

Références bibliographiques

1. Autrique A. & Maraite H., 1983. La pourriture brune de la gaine foliaire du riz, causée par *Pseudomonas fuscovaginae* au Burundi. FAO, Plant Protection Bulletin, **31** (2): 94.
2. Bahama J.B., 1990. Analyse de la virulence de souches de *Pyricularia oryzae* du Burundi et de la résistance des variétés de riz expérimentées dans ce pays. Laboratoire de Phytopathologie de l'IRAT, Montpellier: 11 p.
3. De Brabandere J., 1982. Synthèse des premiers essais de riziculture dans le plateau central du Burundi. Rapport annuel ISABU 1982, Bujumbura, Burundi.
4. Detry J.F., Chapeaux J.P. & Tilquin J.P., 1990. Etude des principales contraintes rencontrées au cours de la saison 1988-89 et de leur influence sur les rendements. Dans: Contraintes liées à la riziculture d'altitude et amélioration variétale. Ed. Bouharmont J. & Tilquin J.P., UCL, Louvain-La-Neuve: 105-112.
5. Dewez J. & Catzeffis J., 1959. Le riz dans la vallée de la Ruzizi. Bulletin d'information de l'INEAC, vol. **8** (6): 341-354.
6. Miyajima K., 1983. Studies on bacterial sheath brown rot of rice plant caused by *Pseudomonas fuscovaginae* Tanii, Miyajima & Akita. Report of Hokkaido Prefectural Agricultural Experiment Station, 43: 74 p.
7. Tilquin J.P. & Njinginya P., 1988. Upland rice varieties released in Burundi. International Rice Research Newsletter, **13** (3): 21

J.F. Detry: Belge. Ingénieur Agronome, Institut des Sciences Agronomiques du Burundi, Doctorant Laboratoire de Phytopathologie, Université Catholique de Louvain (UCL).
J.P. Tilquin: Belge. Docteur en Sciences Biologiques. Professeur à la Faculté des Sciences Agronomiques, Bujumbura, Burundi.

INTERNATIONAL SYMPOSIUM IN TROPICAL PHYTOGEOGRAPHY

COLLOQUE INTERNATIONAL DE PHYTOGEOGRAPHIE TROPICALE

WHAT IS NEW IN TROPICAL PHYTOGEOGRAPHY?

PHYTOGEOGRAPHIE TROPICALE REALITES ET PERSPECTIVES

Paris, 6 - 8 Juillet 1993

Organised by / organisé par l'UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE PARIS 6, Laboratoire de Botanique Tropicale et ORSTOM UR 3H: Diversité biologique et Systèmes forestiers

OFFICIAL LANGUAGES / LANGUES OFFICIELLES: Français, English

SUBSCRIPTION FEES / DROITS D'INSCRIPTION: US \$ 80 / 400 FRF; Students/Etudiants: 50%

The aim of this symposium is to point out the new results and ideas concerning tropical phytogeography for humids as well as dry ecosystems.

The symposium is articulated around the following sessions:

- Phytogeography and Biodiversity
- Phytogeography and Speciation
- Phytogeography and Adaptations
- Phytogeography and Useful Plants
- Recent modifications of the environment and phytogeographical consequences.

Ce colloque se donne comme objectif de faire le point sur les apports récents en phytogéographie tropicale, aussi bien pour les régions sèches que pour les zones humides. Le colloque s'articule autour des thèmes suivants placés dans une perspective globaliste.

- Phytogéographie et biodiversité
- Phytogéographie et spéciation
- Phytogéographie et adaptations
- Phytogéographie et plantes utiles
- Modifications récentes des milieux et conséquences phytogéographiques.

SECRETARIAT / RENSEIGNEMENTS / INFORMATION

LABORATOIRE DE BOTANIQUE TROPICALE
Université Pierre et Marie Curie
12 rue Cuvier - 75005 PARIS FRANCE
Tél. 33 (1) 44 27 65 27 - Fax 33 (1) 44 27 65 26

Etude de la fertilisation intégrée en milieu paysan dans la région naturelle du Mugamba (Burundi).

C. Van den Berghe*, P. Sota** & A. Mujawayezu**.

Keywords: Integrated fertilisation — Composting — Potatoes — Mugamba — Burundi.

Résumé

Dans le cadre de la coopération entre le Projet CVHA (Cultures Vivrières de Haute Altitude) et la Faculté des Sciences Agronomiques, 75 essais sur pomme de terre ont été installés entre 1988 et 1990 dans la région du Mugamba en comparant le compost non-traité avec le compost traité aux engrais chimiques.

Les analyses chimiques ont prouvé que les sols et les composts en milieu paysan présentent des déficiences. Il n'y a pas de différence significative entre le compost appliqué à 10 t/ha traité à l'engrais chimique et le compost non traité à 20 t/ha ce qui peut être intéressant de point de vue travail.

L'analyse économique a prouvé que les compost traités donnent un profit supérieur aux non-traités de même que les V/C. Le facteur risque est intéressant.

L'application du compost traité a eu une influence positive et significative sur l' Al^{3+} échangeable à Ijenda et Mpehe et également sur le P Bray-1, mais cette fois-ci sur tous les sites d'expérimentation.

Il est à souhaiter que la recherche tienne compte des recommandations de la FAO en ce domaine. Dans ce contexte plusieurs essais sont en cours.

Summary

In the frame of the cooperation between the CVHA project (Cultures vivrières de Haute Altitude) and the Faculty of Agricultural Sciences in Bujumbura, Burundi, 75 trials were installed between 1988 and 1990 in the Mugamba region comparing the effect of non-treated and treated composts with fertilizers on potatoes.

Chemical analysis of composts and soils proved several deficiencies. There was no significant difference between the yields for the treated composts at 10 t/ha and the non-treated composts at 20t/ha, which could lead to major savings in labour input.

The economical analysis has proved that there was a positive and significant influence on profit, value/cost value and risk factor when treated and non-treated compost were compared.

The exchangeable Al^{3+} in the soil after harvesting at Ijenda and Mpehe was significantly lower for the treated composts. For the P-Bray-1 these differences occurred at all sites of experimentation.

It is strongly recommended that research on composting and application of the compost takes in account the experience of FAO in this field. In this context several trials have been installed in 1991 and 1992.

1. Introduction

Le Burundi connaît une croissance démographique galopante de 3% par an alors que la production agricole n'augmente que de 1% par an (16). Il s'avère donc obligatoire d'augmenter le rendement par unité de surface par une voie à la portée des paysans comme l'utilisation du compost. La fumure organique a un effet favorable comme source d'éléments fertilisants sur la structure et la Capacité d'Echange Cationique (CEC) (18), le pH, le P disponible et la toxicité aluminique (8), la rétention d'eau du sol et la vie microbologique.

Il y a un effet positif de l'épandage de l'association matière organique et engrais minéraux (5, 13, 15). Ces dernières années, la FAO (7) a fait beaucoup d'efforts en ce domaine. Le compostage est relativement récent dans certains pays africains et l'impact sur la production agricole est limité par l'économie des systèmes (19).

La Faculté des Sciences Agronomiques du Burundi en col-

laboration avec le projet CVHA (qui encadrait 72924 exploitations en 1990 sur une surface de 1831 km² dont 52600 disposant déjà d'une ou de plusieurs compostières) a entrepris une étude sur la fertilisation intégrée en milieu paysan de 1988 à 1990. Cette étude se poursuit.

2. Facteurs du milieu et méthodes

2.1. Localisation des essais

La région naturelle du Mugamba se situe à l'ouest du Burundi à une altitude de 1800 à 2000 m (voir carte 1). Au total, six sites ont été choisis pour les expérimentations: deux dans le Nord (Campazi, Muruta), deux dans le centre (Mpehe, Biganda) et deux dans le sud (Ijenda, Makamba). Leurs situations respectives sont présentées à la carte 2. Les essais ont été conduits chez 10, 32 et 33 exploitants respectivement en 1988, 1989 et 1990.

2.2. Le climat

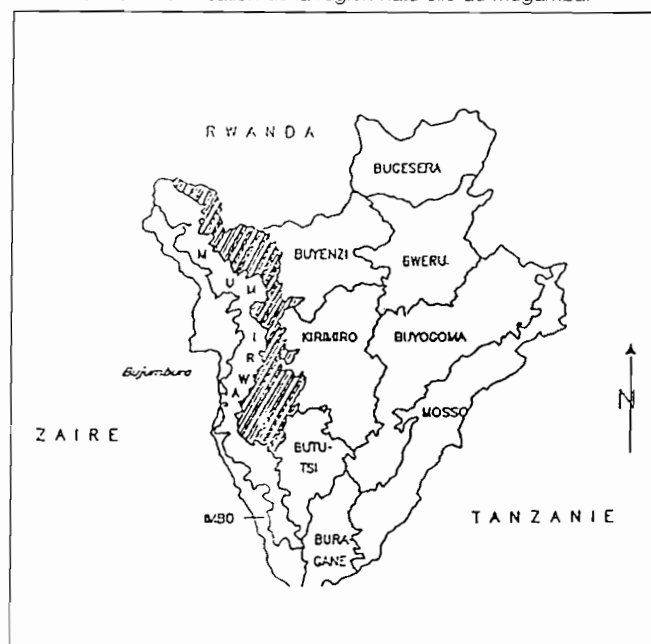
Le climat est tropical d'altitude. Il est frais et pluvieux et selon

* Faculté des Sciences Agronomiques, B.P. 143 Bujumbura, Burundi.

** Faculté des Sciences Agronomiques, B.P. 2940 Bujumbura, Burundi.

Reçu le 07.01.92 et accepté pour publication le 12.05.92.

Carte 1: localisation de la région naturelle du Mugamba.



Carte 2: Communes encadrées par le Projet CVHA.

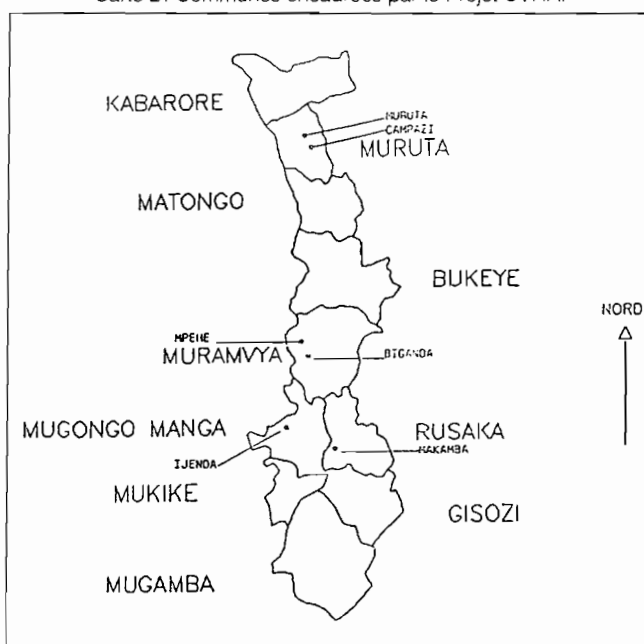


TABLEAU 1

Caractéristiques physico-chimiques des sols des terrains d'expérimentation du Mugamba (1988-1990).

Elément	μ	Max	Min	s	% (a)	Nr	Source
még/100 g**							
Ca ⁺⁺ (< 2.3)	2.22	8.20	0.00	1.67	66.7	75	(22)
Mg ⁺⁺ (< 1)	1.00	2.33	0.04	0.63	57.3	75	(22)
K ⁺ (< 0.2)	0.59	1.70	0.04	0.38	16.0	75	(22)
Na ⁺	0.49	1.81	0.01	0.48	-	75	(22)
S (< 5)	4.26	11.81	0.88	2.36	69.3	75	(22)
Ca/Mg (< 1)	2.40	0.60	5.37	1.00	4.0	75	(22)
(> 10)					0.0		
Mg/K (< 2)	2.08	2.05	0.04	1.77	62.7	73	(22)
(> 20)					0.0		
Ca + Mg/K (< 15)	5.22	15.47	0.26	3.03	89.3	68	(22)
mg/kg							
P-Bray* (< 10)	11.00	19.40	5.83	3.44	48.5	33	(10)
Olsen D (< 40)	58.41	115.00	25.00	20.76	14.2	42	(23)
et pH < 5.5							
% N (< 0.45)	0.36	0.90	0.18	0.17	74.7	75	(22)
C	4.25	9.54	1.32	2.02		75	
% MO (< 1.5)	7.31	16.40	2.27	-	0.0	75	(22)
C/N (< 10)	12.33	30.95	6.00	3.65	21.3	75	(22)
még/100 g							
Al ³⁺ (> 1)	1.22	4.93	0.00	1.13	48.0	75	(20)
H ⁺	0.20	1.12	0.00	0.19	-	75	
Ac.tot	1.42	5.20	0.00	1.19	-	75	
CEC (< 10)	20.65	38.20	10.00	7.00	0.0	75	(22)
CEC eff	5.64	11.81	2.23	1.78	-	75	
% m (> 10)	21.08	81.16	0.00	20.07	62.7	75	(20)
v (< 40)	22.06	58.87	4.76	13.34	77.3	75	(22)
Veff	70.93	6.97	100.00	23.33	-	75	
pH H ₂ O (< 5.5)	5.36	6.46	4.11	0.51	57.3	73	(22)
pH KCl	4.38	5.78	3.49	0.51	-	75	

(a): % de sites avec valeur insuffisante.

(*) : 1990

(**): Les chiffres entre parenthèses indiquent la valeur de l'indice correspondant où il y a une carence suivant les normes.

Exemples: Ca⁺⁺ (< 2.3 még/100g): Les valeurs inférieures sont insuffisantes.

Al³⁺ (> 1 még/100g): Les valeurs supérieures sont toxiques.

Ca/Mg (< 1 et > 10): Le rapport de Ca/Mg doit être entre 1 et 10.

la classification de Köppen du type Cw. Les précipitations annuelles moyennes varient de 1503 mm à 1675 mm. La saison pluvieuse s'étale sur 9 mois (Septembre à Mai) et la saison sèche dure 3 mois (Juin à Août). La température minimale moyenne pendant l'année varie de 8.5°C à 11.9°C et la température maximale moyenne varie de 19.0°C à 23.2°C. L'insolation moyenne totale varie de 1941 à 2129 heures par an.

Du point de vue altitude et température moyenne (< 20°C), la région étudiée est apte à la culture de la pomme de terre au point de vue climatique (4).

2.3. Enquêtes

Des enquêtes ont été organisées à deux endroits par région : en 1988 dans le Sud (Ijenda et Makamba) et en 1989 dans le Nord (Campazi et Muruta), le Centre (Biganda et Mpehe) et dans le Sud (Ijenda et Makamba). Vingt exploitants sans gros bétail ont été choisis aléatoirement. Cette enquête portait sur le nombre, les dimensions et la localisation des compostières, les types d'arrosage et de litière et la fréquence et les époques de récolte du compost. Les enquêtes se sont déroulées par interview à l'aide d'un questionnaire, de pesées et d'observations sur le terrain.

2.4. Les sols

Suivant le système de classification INEAC les sols sont de l'ordre des Kaolisols et deux sous-ordres sont principalement représentés : les Hydrokaolisols dans le Nord et les Kaolisols Humifères dans le Sud. Les sols dans la région Centre se classent parmi les Hydrokaolisols humifères. Ces sols se caractérisent par une texture fine à très fine (24).

Le tableau 1 donne en résumé les résultats d'analyse des sols sur 75 sites. Ces analyses ont été réalisées selon les méthodes utilisées à l'ISABU (11). La proportion de sols qui présentent des insuffisances pour un paramètre étudié ainsi que les seuils de carence sont donnés. Les normes d'interprétation utilisées sont celles de l'ORSTOM (22) pour N, les bases et leur somme, le rapport C/N, le taux de saturation,

la matière organique et le pH. Pour l'indice de Kamprath, le Bray P1 et pour le P Olsen Dabin les normes d'Opdekamp (20), l'IFDC (10) et Roche et al (23) ont été utilisées. Remarquons que pour l'année 1990, 48.4% et 62.7% des sols sont respectivement déficients en P (< 10 ppm P-Bray-1) et faiblement à fortement toxiques en Al ($m > 10$), tandis que 14.7% des sols montrent à la fois la déficience en P et la toxicité de l'Al. Il y a également des carences en cations dans les sols ainsi qu'un déséquilibre cationique. Ces sols sont acides et bien pourvus en matière organique.

2.5. Le compostage, le compost et le dispositif expérimental.

2.5.1. Le compostage

Le compostage en fosse est la méthode de compostage utilisée au Burundi et en particulier au Mugamba. Deux compostières de 2 x 1 x 1 m par exploitant étaient installées et la durée de compostage a été environ de 4 mois. Le tableau 2 donne les quantités de dolomie et d'engrais ajoutées dans les compostières. Remarquons qu'en 1990, la majeure partie du calcaire a été appliquée au terrain.

TABEAU 2

Doses de complémentation minérale dans les compostières. (1988-1989-1990) en kg/compostière.

Engrais	Année /	88-89	90
DAP (18-46-0)		5,25	5,00
Urée (46-0-0)		2,25	0
K ₂ SO ₄ (0-0-48)		0,75	1,00
Dolomie*		15,00	1,00

* Dolomie: 30 % CaO + 20 % MgO.

Chez chaque exploitant, deux compostières ont été installées, une sans (0) et une autre avec complément. Ce complément était la dose 1 (voir tabl. 2) en 1988, les doses 1.5 et 2.0 en 1989 et la dose 1 en 1990. Il s'agissait de 5 exploitants en 1988 seulement dans le Sud et en 1989 respectivement 10, 10 et 11 exploitants dans le Sud (complément 1.5), le Centre (complément 2.0) et le Nord (complément 1.5). En 1990 ce nombre était respectivement 10, 11 et 10 avec chaque fois la même dose de complément de 1.

L'ajout d'engrais et de dolomie a été réalisé par tranche de 25 cm et cela en 4 fois pendant le chargement de la compostière. La masse à composter fut retournée régulièrement et une toiture fut construite. Pendant le chargement, le compost a été inoculé avec 5 kg d'ancien compost et 1 kg de sol a été ajouté pour capter l'azote ammoniacal.

2.5.2. Le compost

Un échantillon moyen par compostière a été prélevé à des endroits différents puis mélangé pour être analysé au laboratoire. Les méthodes utilisées sont celles de l'ISABU (12) pour l'analyse des végétaux.

Les résultats des analyses physico-chimiques du compost sont donnés aux tableaux 3 et 4.

Une bonne partie des composts ont une teneur faible en matière sèche, un C/N trop élevé, un N/P inadéquat et une teneur en P faible, élément pour lequel un taux de 1% est recommandé par Mustin (17). Il n'y a pas de carence en Ca, Mg et K.

TABEAU 3

Teneurs moyennes en éléments fertilisants (% de la matière sèche) en milieu paysan dans la région du Mugamba (88-89-90).

	μ	max	min	s	nombre	Insuff. %
MS (< 40%)	27.0	58.4	12.8	10.4	75	84.0
(> 50%)	—	—	—	—	—	1.3
pH	7.6	8.7	6.2	0.4	75	—
C/N (< 8)	24.9	45.6	15.0	6.6	64	0.0
(> 15)	—	—	—	—	—	98.4
N	1.2	2.5	0.3	0.5	74	—
N/P (< 2)	9.0	74.0	0.8	11.6	74	4.1
(> 5)	—	—	—	—	—	51.4
C	26.1	47.5	6.2	8.2	65	—
MO	44.9	81.7	10.7	14.2	65	—
P ₂ O ₅ (< 0.46%)	0.5	1.8	0.1	0.3	75	37.3
(> 2.29%)	—	—	—	—	75	100.0
K ₂ O (< 0.25%)	1.1	2.4	0.2	0.6	75	0.0
(> 0.60%)	—	—	—	—	—	76.0
MgO (< 0.15%)	0.4	0.9	0.1	0.2	75	5.3
CaO (< 0.15%)	0.9	2.8	0.1	0.5	75	1.3

TABEAU 4

Teneurs moyennes en éléments fertilisants des composts traités (%MS) (88-89-90).

Année	1988		1990		1989		1989	
Dose	1		1		1.5		2.0	
	μ	s	μ	s	μ	s	μ	s
MS (%)	46.0	3.0	23.5	6.1	24.2	5.1	24.2	7.0
pH	7.8	0.4	7.7	0.4	7.9	0.6	7.8	0.6
C (%)	—	—	24.3	8.9	24.7	6.1	30.4	6.7
N (%)	2.5	0.2	1.4	0.4	1.5	0.4	1.9	0.4
C/N	—	—	18.3	6.1	16.9	2.7	15.5	2.1
MO (%)	—	—	41.7	15.2	42.5	10.4	52.3	11.5
P ₂ O ₅ (%)	0.7	0.1	1.5	0.8	1.3	0.8	0.4	0.2
N/P	7.8	0.8	3.0	1.9	3.2	1.6	14.3	9.2
K ₂ O (%)	1.3	0.1	1.6	0.8	1.1	0.4	1.6	0.8
MgO (%)	1.1	0.1	0.6	0.3	0.9	0.6	1.1	0.7
CaO (%)	1.7	0.3	1.3	0.5	2.1	1.1	2.5	1.2
nombre	10	—	33	—	21	—	11	—

L'analyse de la variance a porté sur les analyses physico-chimiques des composts traités et non traités en fonction de l'année et de la dose de complément. Les résultats de cette analyse (tableau 5) montrent que la complémentation du compost a élevé significativement la teneur de tous les éléments fertilisants.

TABEAU 5

Caractéristiques physico-chimiques des composts traités et non traités en fonction de l'année et de la dose de complémentation.

	1988		1989				1990	
	dose 1		dose 1.5		dose2		dose 1	
	F(1,18)		F(1,40)		F(1,20)		F(1,64)	
	1%=8.29		1%=7.31		1%=8.10		1%=7.0	
	5%=4.41		5%=4.08		5%=4.35		5%=4.0	
	NT	T	F	NT	T	F	NT	T
pH	7.3-7.8	0.9ns	7.4-7.9	0.1ns	7.2-7.8	7.7*	7.6-7.7	2.0ns
P ₂ O ₅ (%)	0.3-0.7	68.2**	0.5-1.3	5.9*	0.2-0.4	9.9**	0.7-1.5	28.2**
K ₂ O (%)	1.2-1.3	2.7ns	0.8-1.0	7.9**	1.2-1.6	1.4ns	1.2-1.6	5.1*
CaO (%)	0.9-1.7	39.3**	0.8-2.1	25.8**	0.7-2.5	21.4**	0.9-1.4	5.3*
MgO (%)	0.6-1.1	87.7**	0.3-0.9	2.4**	0.4-1.1	10.6**	0.4-0.6	14.8**
N (%)	2.2-2.4	11.1**	1.2-1.5	6.2*	1.2-2.0	21.1**	1.0-1.4	18.2**
C/N	—	—	18.9-15.9	9.9**	15.2-23.2	15.8**	27.2-18.1	43.2**

En moyenne 830 kg de compost (Ecart-type $s = 278$ kg) non-traité et 862 kg ($s = 280$) de compost traité ont été récoltés.

2.6. Expérimentation sur le terrain et analyse statistique

La plante test est la pomme de terre, variété Ndinanagara, adaptée aux conditions climatiques et phytopathologiques du Mugamba.

Suite aux pertes de N constatées par dégagement d'ammoniac en cours du compostage, en 1990, l'urée a été appliquée au champ à la dose de 80 kg/ha simultanément à l'apport de compost enrichi.

L'application d'une dose élevée d'urée, simultanée à l'application du compost en profondeur du sol peut causer un enrichissement du sol en carbone.

En effet des deux processus, minéralisation et humification, c'est surtout le second qui est actif (3).

En 1990, la majeure partie de la dolomie, calculée suivant la formule de Kamprath (14), fut apportée directement sur chaque champ au moment du semis et est donnée au tableau 6.

TABLEAU 6

Quantités de calcaire (kg/ha) appliquées directement au champ en 1990.

Lieux	Exploitants					
	1	2	3	4	5	6
Campazi	60	60	60	1892	1420	-
Muruta	60	60	888	948	60	120
Biganda	306	0	12	3480	12	760
Mpehe	5070	4480	3900	5900	2780	3310
Ijenda	5561	3754	2400	1846	1292	-
Makamba	369	1661	185	123	123	-

Le dispositif expérimental est un dispositif aléatoire et chaque paysan représentait un bloc. Le nombre de parcelles en 1988 est de trois (0, N18, T18), en 1989 cinq (0, N10, T10, N20 et T20) et en 1990 trois (0, N20, T20). Les symboles 0, N, T et 10, 20 signifient respectivement le témoin sans compost, le compost non-traité, et le compost traité appliqués à des doses de 0, 10, 18 et 20 t/ha.

L'analyse de la variance et la méthode des contrastes ont été utilisées pour le traitement des données.

2.7. Analyse économique

Le rapport V/C (valeur de l'accroissement de la récolte par rapport au témoin sur le coût de production), le bénéfice net (valeur de l'augmentation du rendement à l'hectare par rapport au témoin moins les coûts des engrais), ainsi que le facteur risque (le nombre de V/C exprimé en % du total qui sont inférieur à 1) ont été déterminés.

3. Résultats et discussion

3.1. Résultats des enquêtes

Le tableau 7 donne les résultats de l'enquête sur les compostières et l'utilisation du compost.

- En moyenne, les exploitants possèdent plus d'une compostière et leur volume est assez important pour tous les sites. Ceci résulte peut être des efforts consentis par le projet CVHA en matière de vulgarisation.

TABLEAU 7

Synthèse des résultats sur les compostières et les parcelles (moyennes et moyenne générale).

	Sud		Centre		Nord		μ	s
	Ijenda	Mak.	Bigan.	Mpehe	Camp.	Muru.		
Nombre	1.2	1.3	2.0	1.7	2.4	1.7	1.7	0.4
Volume m ³	3.9	5.2	3.2	3.4	3.1	2.7	3.6	0.8
Parc. fumées	2.4	3.0	2.0	1.7	3.7	1.5	2.4	0.8
Sup. fumée m ²	672.6	787.6	980.0	625.0	1575.9	747.3	898.4	323.2
Parc.-rugo m	27.0	47.7	76.0	56.0	92.7	100.1	66.6	25.6

- En outre l'arrosage n'est pas contrôlé et les types de litières sont variées. Les cyperaceae dominent au Sud alors que les stipes et les feuilles de bananier sont plus utilisées au Centre et au Nord.

3.2. Relevé des températures dans les compostières en milieu paysan.

L'évolution des températures dans les compostières en milieu paysan (moyennes de 3 prises) dans les compostières non traitées et traitées avec des engrais chimiques est illustrée à la Fig 1 pour Mpehe. Pour tous les autres endroits et années, cette évolution est similaire. Ces températures sont la moyenne des températures prises à trois endroits différents dans chaque compostière.

Les composts complétés ont des températures légèrement supérieures à celles des composts non complétés mais restent faibles (40-45°C).

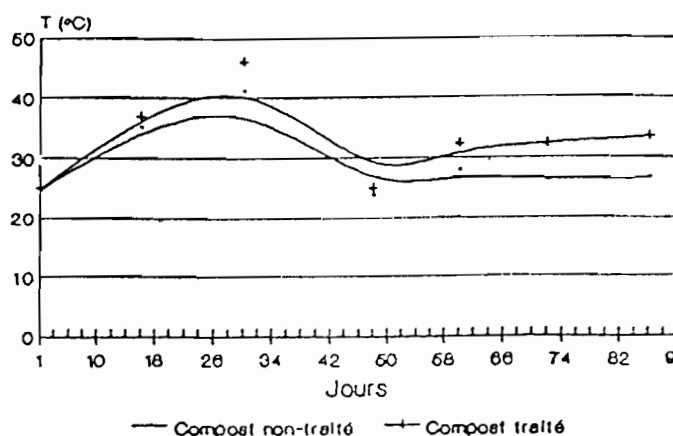


Figure 1 — Evolution T (°C) au cours du compostage MPEHE 1990.

3.3. Rendements obtenus et traitement statistique.

Les résultats des rendements obtenus en milieu paysan ainsi que les traitements statistiques sont présentés aux tableaux 8 et 9.

En 1988 et 1990 les apports de compost donnent des rendements significativement différents (0.05). En 1989 seulement le traitement N20 n'est pas significativement différent (0.05) de T10. L'effet de l'apport de compost est significatif.

3.4. Analyse économique

3.4.1. Evolution du prix de la pomme de terre et du maïs et prix des intrants.

L'évolution des prix pour la pomme de terre et le maïs dans les trois régions étudiées (Nord, Centre, Sud) de Juillet 1987

TABLEAU 8

Rendements et différences significatives (5%) pour les traitements dans la région du Mugamba.

1988		1989		1990	
0	5.80a**	0	6.03a	0	5.22a
N18	8.88b	N10	7.15b	N20	7.44b
T18	12.20c	N20	9.11c	T20*	11.88c
—	—	T10	9.83c	—	—
—	—	T20	11.87d	—	—

* La quantité de compost n'a pas été mesurée.

** Les rendements suivis par le même symbole ne sont pas significativement différents dans la même année.

à Juin 1990 est donnée aux figures 2 et 3.

Pour le calcul des indicateurs économiques, les prix des intrants 1989-90 sont: Calcaire 18 FBu/kg, Engrais 75 FBu/kg et Compost 1 FBu/kg (9). Les frais pour le compost sont à vérifier et feront l'objet de la deuxième phase de ce projet. Comme mentionné par (1), le compostage représente des frais élevés sous forme de travail et de transport et peut être un facteur décisif de l'acceptation de cette technologie par le paysan.

3.4.2. Indicateurs économiques pour la pomme de terre pour la région du Mugamba.

Les résultats du calcul de ces indicateurs sont consignés aux tableaux 10 et 11. Seule l'année 1989 donne tous les traitements et est une année moyenne du point de vue rendements. Aussi les indicateurs économiques pour le cas d'une subvention à 25% du calcaire ont été calculés.

Le tableau 10 montre que les composts traités donnent un profit supérieur aux non-traités. Du point de vue des valeurs des rapports V/C, on observe $N10 < T10$, alors que $N20 > T20$. La subvention de calcaire à 25% n'a pas eu une grande influence sur le coût des intrants ni sur le profit ou la valeur du rapport V/C.

TABLEAU 9

Analyse de la variance pour les essais en milieu paysan en 1988, 1989, 1990

A. 1989				
Source	dl	sc	scm	F
Traitements	4	345.99	86.50	10.33*
Erreur	112	938.26	8.37	
Total	116	1284.25		$F(4,112) = 2.45$ 5%
B. 1988				
Source	dl	sc	scm	F
Traitements	2	204.64	102.32	46.42*
Erreur	18	39.68	2.20	
Total	20	244.32		$F(2,18) = 3.55$ 5%
C. 1990				
Source	dl	sc	scm	F
Traitements	2	714.15	357.07	88.33*
Erreur	60	242.56	4.04	
Total	62	956.71		$F(2,60) = 3.15$ 5%

Le tableau 11 montre que tous les traitements ont un facteur de risque autour de 20 ($V/C < 1$), ce qui est encore trop élevé (maximum 10%). La subvention a eu à nouveau un effet bénéfique (le nombre d'essais avec $V/C < 1$ diminue). En effet on approche la limite d'acceptabilité ($< 10\%$ pour le $V/C < 1$).

3.4.3. Calcul économique en tenant compte d'autres coûts.

En tenant compte des coûts d'exploitation la marge bénéficiaire peut être calculée. Ces coûts sont estimés par (21). Le calcul économique est donné au tableau 12.

L'application T10 donne encore une marge intéressante au paysan.

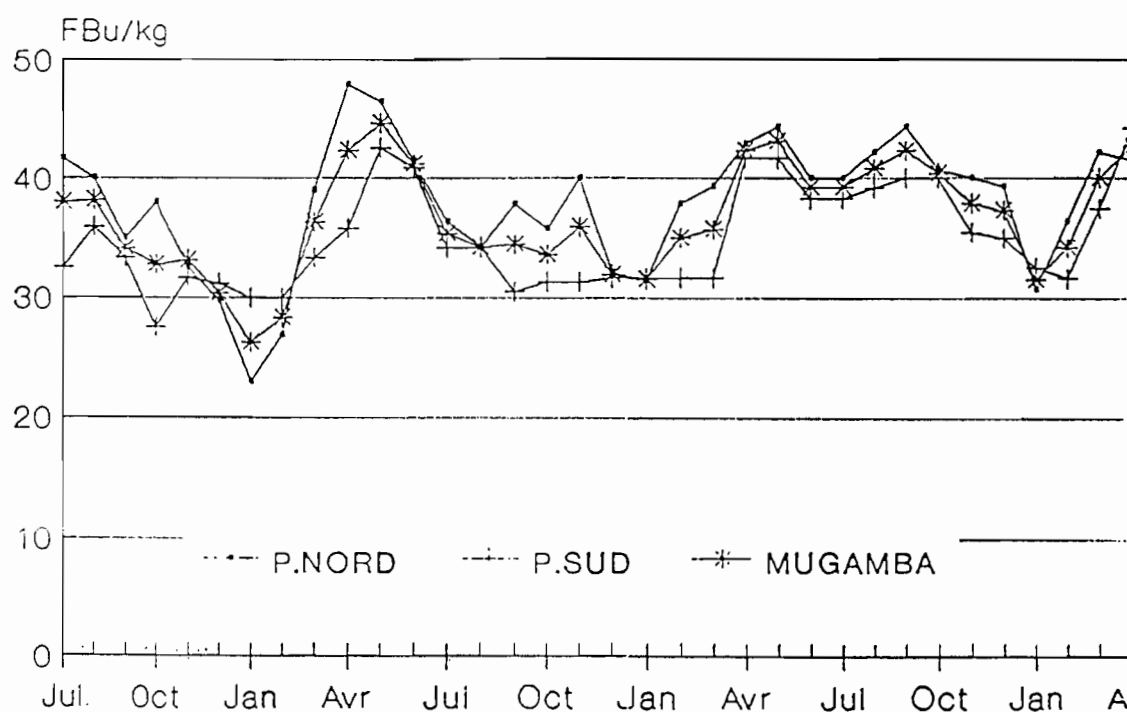


Figure 2 — Prix moyen mensuel/kg de pomme de terre de juillet 1987 à juin 1990.

TABLEAU 10
Indicateurs économiques pour toute la région du Mugamba.

Année	Trait.	Rdt moy. t/ha	Qté d'intrants			Coût FBU/ha	Val. augm. FBU/ha	Profit FBU/ha	V/C
			Calc.	kg/ha Engr.	Comp.				
1988	0	5.80	—	—	—	—	—	—	—
	N18	8.88	—	—	18000	18000	123200	105200	6.8
	T18	12.20	309.3	170.2	18000	36333	256000	219668	7.1
1989	0	6.03	—	—	—	—	—	—	—
	N10	7.15	—	—	10000	10000	44800	34300	4.5
	N20	9.11	—	—	20000	20000	123200	103200	6.2
	T10	9.83	345.8	190.2	10000	30640	152000	121360	5.0
	T20	11.87	691.7	380.4	20000	59865	233600	173735	3.9
1990	0	5.22	—	—	—	—	—	—	—
	N20	7.44	—	—	20000	20000	88800	68800	4.4
1988	T18S*	12.20	309.3	170.2	18000	34941	256000	221060	7.3
1989	T10S*	9.83	345.8	190.2	10000	29073	152000	122927	5.2
	T20S*	11.87	691.7	380.4	20000	58146	233600	175454	4.0

* S: Subvention calcaire: — 25%.

TABLEAU 11
Classement du risque (%) pour toute la région du Mugamba
(40 FBU/kg de pdt) - 1989.

Traitement	< 1	1-2	2-4	> 4
0	—	—	—	—
N10	24	17	11	48
N20	17	10	14	59
T10	21	17	21	41
T20	17	21	24	38
T10S	17	17	17	49
T20S	14	21	24	41

TABLEAU 12
Calcul économique pour le traitement T10 (moyenne pour le
Mugamba).

Trait.	Rend. t/ha	Valeur FBU/ha	Trav FBU/ha	Intr FBU/ha	Epand. FBU/ha	Planç. FBU/ha	Marge FBU/ha
0	6.03	241200	30000	0	0	60000	151200
T10	9.83	393200	30000	30640	5000	60000	267560

3.4.4. Comparaison des résultats obtenus dans le cadre CVHA et ceux obtenus par la FAO.

Le tableau 13 donne la comparaison des rendements de pomme de terre obtenus par la FAO (1989) à 215 endroits et les essais du projet CVHA en 1989 à 32 endroits.

Le rendement du témoin pour le CVHA est plus élevé que pour la FAO, ce qui peut être dû à l'action du CVHA dans la région. Les indices de productivité et les V/C sont comparables. Le traitement T10 correspond à des doses de 39-24-30, tandis que pour la FAO les meilleures doses sont 35-51-42.

Il reste à vérifier dans les expériences sur les mêmes sols que le phosphore introduit dans la compostière a un effet supérieur. Cette étude est en cours.

3.4.5. Analyse des sols après la récolte en milieu paysan.

Les résultats des analyses physico-chimiques des sols (P-Bray et Al éch.) sont donnés au tableau 14.

De ce tableau il apparaît que l'application du compost traité a eu une influence significative et positive (0.05) sur la diminution de Al³⁺ échangeable seulement dans les sites d'Ijen-

TABLEAU 13
Comparaison entre les résultats CVHA et FAO

	Nbr de sites	Trait.	Rdt	Réponse (t/ha)	PI (t/ha)	V/C
FAO	215	0	3.89	0	—	—
		35-51-42*	8.69	4.80	37.5	7.20
CVHA/FAC 1989	32	0	6.03	0	—	—
		T10**	9.83	3.80	40.8	5.00
		T20	11.87	5.84	31.4	3.80

* kg/ha de N, P₂O₅ et K₂O, meilleure application FAO

PI: indice de productivité: rapport entre l'augmentation du rendement et la somme des unités fertilisantes.

TABLEAU 14
Teneur en Al échangeable et P Bray-1 dans les différents sites après la récolte.

Elément	Trait.	Ijen	Makamba	Campazi	Muruta	Biganda	Mpehe
Al ³⁺ méq/100g	O	2.41b	0.24a	0.25a	0.31a	0.05ns	2.88a
	NT	2.34b	0.23a	0.24a	0.23a	0.00ns	2.27a
	T	1.76a	0.28a	0.16a	0.10a	0.05ns	1.23b
P Bray-1	0	7.89c	7.71c	4.33c	0.80c	10.47c	9.02b
	NT	8.36b	9.21b	5.07bc	7.11bc	11.34b	10.56a
	T	10.47a	11.22a	9.05a	12.52a	15.96a	10.76a

da et de Mpehe correspondant aux sols témoins les plus acides avec resp. 2.41 et 2.90 méq Al³⁺/100g.

Pour le phosphore (Bray-1) après récolte, seul le compost traité a une influence significative et positive (0.05) quel que soit le site d'expérimentation considéré.

Conclusions

Les sols où ont été installés les essais chez les paysans présentaient des carences nutritionnelles qui ont justifié l'utilisation des intrants. Cette considération est également valable pour les composts où le faible taux de phosphore et un rapport N/P inadéquat sont les principaux défauts. De même le taux d'humidité est à surveiller. Le complément introduit dans le compost a augmenté significativement sa teneur en éléments fertilisants.

Les températures enregistrées dans les différentes compostières sont restées basses (< 40°C - 45°C).

Les rendements obtenus en milieu paysan sur pomme de terre en 1988 et 1990 ont montré que l'effet des traitements est statistiquement différent. En 1989, le rendement pour le compost non-traité appliqué à 20t/ha (N20) ne diffère pas statistiquement (0.05) de celui du compost traité à 10t/ha (T10).

L'analyse économique montre que les composts traités donnent un profit supérieur aux non-traités de même que les rapports valeur/coût excepté pour le compost traité à 20t/ha et le compost non-traité à 20t/ha. La rentabilité économique de l'opération est assurée car les rapports valeur/coût sont toujours supérieurs à 2. Bien que de bons rendements aient été obtenus, il reste beaucoup à faire pour optimiser l'utilisation des intrants (sources, doses, méthodes et temps d'application) et de réduire leurs coûts.

Il est à préciser que la subvention du calcaire a eu un faible impact pour le paysan sur le facteur de risque (le pourcentage des V/C < 1).

L'application du compost traité a eu une influence positive et significative sur la diminution de l' Al^{3+} échangeable dans les sites avec les sols les plus acides. Cette influence positive est également observée sur le P (Bray-1), mais cette fois-ci pour tous les sites d'expérimentation.

Recommandations

1. Le compostage en fosse doit être encouragé dans la région du Mugamba et même l'étendre dans tout le pays.
2. Le complément minéral du compost traditionnel s'impose pour relever la teneur en éléments fertilisants. Dans ce contexte le compost traité appliqué à 10 t/ha peut valablement

remplacer le compost non-traité appliqué à 20 t/ha ce qui signifie un moindre travail pour les exploitants.

3. Les composts ont une faible teneur en P. Pour porter la teneur en P à 1%, il serait nécessaire d'augmenter les teneurs en N et P pour optimiser la teneur en P et le rapport N/P. Il n'est plus nécessaire d'ajouter le calcaire ou la potasse.

4. Les essais devraient être répétés sur plusieurs cultures et rotations et pendant plusieurs saisons. Afin de valoriser les sources de P localement disponibles, la roche phosphatée de Matongo, purifiée, devrait être essayée.

5. Les études des arrière-effets du compost amélioré et non amélioré en milieu paysan doivent faire l'objet de travaux ultérieurs.

6. Afin de réduire l'effort consenti par le paysan au compost, la poursuite des actions d'installation des herbes fixatrices (*Setaria*, *Trypsacum*) est à encourager pour produire un fourrage et du substrat de compostage dans l'exploitation même.

7. Il est recommandé que la recherche en matière de fertilisation intégrée tienne compte des recommandations de la FAO (2) et que ces paramètres fassent l'objet d'une étude de comparaison avec le système actuellement en vigueur. Il s'agit des paramètres suivants : dimension des particules, le choix du matériel à composter, la teneur en eau, l'aération, la température, les additifs.

Remarque : Les travaux sur la fertilisation intégrée en milieu paysan à la Faculté des Sciences Agronomiques du Burundi ont été initiés par le Professeur J. Wouters (ULB) en 1988.

Samenvatting : In het kader van de samenwerking tussen het Project CVHA (Cultures Vivrières de Hautes Altitudes) en de Faculteit landbouwkundige wetenschappen in Bujumbura werden 75 proeven geïnstalleerd in het Mugamba gebied en werden de niet behandelde en behandelde compost met meststoffen vergeleken.

De chemische analyse van de bodems en de compost op het veld heeft aangetoond dat verschillende gebreken bestaan. Geen significant verschil werd aangetoond tussen de opbrengsten bekomen met onbehandelde compost aan een dosis van 20t/ha en compost behandeld met meststoffen toegepast aan 10 t/ha hetgeen interessant kan zijn om de arbeidskosten van voor het maken van de compost te verminderen.

De economische analyse heeft aangetoond dat de behandelde compost resp. een winst, een V/C waarde en een gunstige risico factor gaf die hoger lag dan onbehandelde compost.

De toepassing van de behandelde compost heeft een positieve invloed op het uitwisselbaar Al^{3+} in Ijenda en Mpehe en ook op de P-Bray1 waarde, maar ditmaal op alle velden.

Het is wenselijk dat het onderzoek rekening houdt met de bevindingen van de FAO op dit gebied. Het onderzoek wordt verder gezet.

Références bibliographiques

1. Charreau C., 1974. Soils of tropical dry-wet climatic areas and their use and management. A series of lectures given in 1974 at the Cornell University.
2. Dalzell H.W., 1987. Soil management: compost production and use in tropical and subtropical environments. FAO soils bulletin 56. 176 pp.
3. Feiler C., Ganry F., 1980. Effect of nitrogen fertilizer (urea) and organic amendments (compost) on the suitability of organic matter in a millet monoculture on semi-arid tropical conditions. in: Organic recycling in Africa. FAO soils bulletin nr 43, pp 160-167.
4. FAO 1978. Report on the agro-ecological zones project. Vol 1. Methodology and results for Africa. World Soil Resources Report 157 pp.
5. FAO 1988. Aménagement du sol : Production et usage du compost en milieu tropical et subtropical.
6. FAO 1989. Fertilizers and food production. Summary Review of Trial and Demonstration Results 1961-1986. 111 pp.
7. FAO 1990. Integrated plant nutrition systems: State of the art. Commission of fertilizers. Eleventh Session. 15 pp.
8. Hue N.V., Amien I., 1989. Aluminium detoxification with green manures. Comm. in soil sci. plant anal., 20 (15&16), 1499-1511
9. Huyez M., 1988. Rapport de mission d'appui du service Recherche-Développement de la SRD Kirimiro, Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage.
10. 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. pp 132.
11. ISABU, 1986. Analyse des sols 1-4, Fiches labo 010-012. Institut des Sciences Agronomiques du Burundi, Bujumbura.
12. ISABU, 1986. Analyse des eaux et des aliments. Modes Opératoires. Fiche labo 006. Institut des Sciences Agronomiques du Burundi, Bujumbura.

13. Johnson R.W.M., 1962. Fertilizer responses on maize under reserve conditions. Rhodesia Agricultural Journal **59**, pp 222-223.
14. Kamprath E.J., 1970. Exchangeable Aluminium as a criterion for liming leached mineral soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. **24**: 252-254.
15. Lemare P.H., 1972. A long term experiment on soil fertility and cotton yield in Tanzania. Expl. Agric. **8** pp 299-310.
16. Ministère du travail et de la formation professionnelle. 1984. Revue des statistiques du travail nr 4.
17. Mustin M., 1987. Le compost — gestion de la matière organique. Editions François Dubusq — Paris. 954 pp.
18. Nye P.H., 1950. The relation between nitrogen responses, previous soil treatment and the C/N ratio in soils of Gold Coast savanna areas. Trans. 4th Int. Cong. Soil Sci. 1 246-249.
19. Ofori C.S., 1980. The use of organic materials in increasing crop production in Africa. In: Organic recycling in Africa. FAO soils bulletin nr 43. pp 121-128.
20. Opdekamp L., 1981. Aptitudes des sols sur bassin de Kayongozi. Isabu, Bujumbura. 65 pp.
21. Opdekamp L., Gourdin J. & Otoul C., 1990. Exploitation vivrière et fourragère des sols alliques d'altitude au Burundi, ISABU, Publication Nr 145.
22. Orstom. 1988. Normes d'Interprétation du Laboratoire d'Agropédologie. Agonkonmey, R.P. du Bénin. 9 pp.
23. Roche P., Griève L., Babre D., Calba H. & Fallavier P., 1980. Le phosphore dans les sols intertropicaux: appréciation des niveaux de carence et les besoins en phosphore. Publication scientifique no 2. Institut Mondial du phosphate. 48 pp.
24. Sottiaux G., 1980. Carte des Sols du Burundi au 1/250 000. ISABU — Publication AGCD — Bruxelles.

C.H. Van den Berghe, Belge. Dr. Ir (Lille, Gent) Chef de Projet FAVA/BM/FACAGRO Faculté des Sciences Agronomiques du Burundi.
 P. Sota, Burundais. Ingénieur Agronome, Faculté des Sciences Agronomiques du Burundi
 A. Mujaweyezu, Burundais. Ingénieur Agronome. Faculté des Sciences Agronomiques du Burundi

The 12th International Exhibition of Agriculture in Israel

2-6 May 1993, Tel-Aviv

12ème Salon International Agricole d'Israël

2-6 Mai 1993, Tel-Aviv

Agritech Spring '93 features the very latest Israeli technology for field and fruit crops, poultry and dairy farming, greenhouse growing, aquaculture, and many other branches of modern agriculture.

These include irrigation and fertigation technology, advanced tillage and minimum tillage equipment; planting and transplanting systems; efficient plant protection and spraying systems; milking systems; harvesting systems; sorting; packing, and transportation equipment.

Agritech Spring '93 is also the venue for the 6th International Conference of Water and Irrigation, the 3rd Seminar on Greenhouse Technology and the 1st Seminar on Agro-Ecology.

Agritech Printemps '93 met en vedette la toute dernière technologie israélienne pour les cultures fruitières et de plein champ, l'élevage de volailles et de troupeaux laitiers, les cultures en serre, l'aquaculture, et les nombreuses autres branches de l'agriculture moderne.

Elles comportent: technologie d'irrigation et de fertigation; labourage avancé et matériel minimum de labour; méthodes de plantation et de transplantation; méthodes phytosanitaires et systèmes d'aspersion efficaces; méthodes de traite; méthodes de moissonnage; matériel de tri, d'emballage et de transport.

Agritech Printemps '93 est aussi le lieu de rencontre de la 6ème Conférence Internationale d'Eau et d'Irrigation, du 3ème Séminaire de Technologie de Serre et du premier Séminaire d'Agro-écologie.

For further information, please contact:
 Pour toute information supplémentaire, veuillez contacter:

Mr. Dan Meiri
Agritech Spring '93 Organizing Committee
P.O.B. 50084 - 61500 Tel Aviv, Israel
Tel: 972-3-5142830 - Fax: 972-3-5142881

Efficacy of fungicides on the progress of early blight and yield of potato in Cameroon.

D.A. Fontem* & Beatrice Aighewi**.

Keywords: Potato — Early blight — *Alternaria solani* — Fungicidal control.

Summary

Five fungicides were evaluated during the 1990 and 1991 growing seasons in two locations in Cameroon for efficacy on the progress of early blight and yield of potato. Disease-progress curves fitted the logistic transformation better than the Gompertz. Fungicidal treatments reduced the rate of early blight progress and area under disease-progress curve (AUDPC). Early blight was more severe in the 1991 season and yields recorded in this season were lower than those in 1990. In both seasons, high yields were obtained in plots receiving six sprays maneb or mancozeb. Two sprays of Ridomil plus (12% metalaxyl + 60% cuprous oxide) and six of cupric hydroxide also produced appreciable yields, while fosetyl-Al (three sprays) provided the least yield increase. Yield losses in non-sprayed plots were estimated at 15.7-53.6%. Yields were negatively correlated to AUDPC.

Résumé

Cinq fongicides ont été testés pendant les saisons de culture de 1990 et 1991 pour leur efficacité sur l'intensification de l'alternariose et le rendement de pomme de terre en deux localités au Cameroun. Les courbes d'intensification de la maladie ont été mieux décrites par la transformation logistique que par celle de Gompertz. Les traitements fongicides ont réduit le taux d'intensification de l'alternariose et les aires sous la courbe de progression de cette maladie (ASCPM). La sévérité de l'alternariose était plus élevée en 1991 et les rendements enregistrés dans cette saison étaient inférieurs à ceux obtenus en 1990. Dans les deux saisons, des hauts rendements ont été obtenus dans les parcelles qui ont reçu six traitements au manèbe ou mancozèbe. Deux pulvérisations du Ridomil plus (12% métalaxyl + 60% d'oxyde cuivreux) et six d'hydroxyde cuivrique ont aussi donné des rendements appréciables tandis que le fosétyl-Al (trois pulvérisations) était le moins efficace. Les pertes de rendement dans les parcelles non traitées étaient estimées à 15.7-53.6%. Les rendements étaient négativement corrélés avec ASCPM.

1. Introduction

Potato (*Solanum tuberosum* L.) is the main tuber crop of the highland areas of the West and North West provinces of Cameroon. These areas account for more than 90% of the potatoes produced in Cameroon (11). Early blight, caused by *Alternaria solani* Sorauer is one of the most important diseases of potato in Cameroon (4). The disease appears on the foliage and sometimes on tubers. Leaf infection causes defoliation and reduces tuber yields (2,9,19).

Early blight is commonly controlled with crop resistance or protectant fungicides (2,9,18,19). Resistant cultivars, though inexpensive, are not always available to growers. In the West province of Cameroon, farmers practice intensive fungicide sprays in the rainy season in order to control both early and late blight (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) infections. Most of the chemicals used are being supplied by cooperative institutions for use on cocoa or coffee diseases and had not been tested on early blight of potato.

In this study, some of the fungicides used by potato growers were tested for their effect on early blight progress and yield of potato in two locations of the West Province of Cameroon.

2. Materials and methods

2.1. Field plot design.

Field experiments were conducted in 1990 and 1991 at the university farms in Dschang (1400 m) and Bansoa (1440 m, located about 30 km from Dschang). The soil types of these sites are typic paleustult or dystric nitrosol (pH-H₂O 5.0, CEC 33.7 meq/100 g soil, 13% sand, 35% loam, and 52% clay) in Dschang and andeptic eutrorthox or alfisol (pH-H₂O 6.0, CEC 16.4 meq/100 g soil, 29% sand, 47.3% loam, and 23.7% clay) in Bansoa (3). A randomized complete block design was used with three blocks and six treatments per block. Each plot had four rows spaced 0.8 m apart and each row was 4.8 m long. Plots were separated by a potato-free zone 3-4 m wide in order to limit interplot interference.

2.2. Cultural techniques.

A late blight-resistant, early blight-susceptible potato cultivar 'Romano' was planted manually in April 1990 and 1991 in Dschang and Bansoa. Plants were spaced 0.3 m within rows. In both seasons, plots in both sites were fertilized with 144-72-300 kg/ha N-P-K in bands at planting. A foliar fertilizer Fertigofol 313 (4 l/ha) was applied on leaves one month later.

* Department of Plant Protection, The University Centre of Dschang, Box 110 Dschang, Cameroon.

** Department of Crop Science, The University Centre of Dschang, Box 110 Dschang, Cameroon.

Received on 23.03 1992 and accepted for publication on 30.07 1992.

A herbicide, linuron (Calin 50 WP, 1.0 kg a.i./ha), was applied immediately after planting. An insecticide-nematicide, carbofuran (Furadan 10 G, 3 kg a.i./ha), was broadcast after planting but before emergence. In 1991, an insecticide, methyl parathion (40 WP, 1.6 kg a.i./ha), was applied when necessary to control ants. Plots were weeded and hilled as needed.

In 1990, harvesting was made on day 92 and 91 after planting in Dschang and Bansoa, respectively, while in the 1991 season it was made on day 98 in both locations. Tubers in each experimental unit were hand-harvested from the two centre rows, counted and weighed in bulk. Marketable (≥ 50 g) and diseased tubers were sorted, counted, and weighed. Tuber yields were expressed as kg/ha.

Rainfall and temperature data were obtained from the Institute of Agronomic Research meteorological station in Dschang. Mean monthly rainfall figures for the growing seasons were 229.1 mm in the 1990 season and 248.6 mm in 1991. Mean daily temperature readings ((minimum + maximum)/2) were 19.9 - 21.6 °C and 20.2 - 21.2 °C in both seasons, respectively.

2.3. Fungicide applications.

Disease control was made with five fungicides initiated when plants were approximately 15-20 cm in height (8). All fungicides were applied with a knapsack sprayer delivering about 1000 l/ha at a maximum pressure of 7 kg/cm² using a single flat fan nozzle. Maneb (Manessan 80WP, 1.6 kg a.i./ha), mancozeb (Mancozan 70WP, 2.8 kg a.i./ha), and cupric hydroxide (Kocide 101 77WP, 3.8 kg a.i./ha) were applied six times in a weekly schedule. Fosetyl-Al (Aliette 80WP, 3.2 kg a.i./ha) was applied thrice in a 2-week interval while Ridomil plus (12% metalaxyl + 60% cuprous oxide, 72WP, 2.4 kg a.i./ha) was applied twice in a 3-week interval. Control plots were not sprayed.

2.4. Disease evaluation.

Inoculation was achieved by naturally-occurring inocula in the field. Disease severity (proportion of leaf area diseased) was determined weekly on four randomly-selected plants in the centre rows of each plot with the aid of the Horsfall-Barratt (10) rating scale. Seven weekly observations were made in both sites starting from day 46 after planting in 1990 and day 38 in 1991. The Horsfall-Barratt severity ratings were converted to disease proportions with conversion tables (12).

2.5. Data analyses.

Progress of early blight in sprayed plots was compared with epidemic rate and area under disease-progress curve (AUDPC) (14). The efficiency of fungicidal control, defined as percent disease control per application, was used to compare the different scheduling methods. It was calculated according to the formula used by Shtienberg and Fry (15). The effect of fungicides on yield was compared with mean weight and yield of tubers as well as with the proportion of marketable tubers. Data for each location in each year were analyzed by analysis of variance and means were separated by the Duncan's multiple range test ($P = 0.05$).

3. Results

3.1. Disease progress.

Disease progress curves were plotted for each experimental unit. Eighteen disease-progress curves (corresponding to six fungicidal treatments in three blocks) were generated in each location in the 1990 season. The curves were compared with the logistic (17) and Gompertz (1) transformations for goodness of fit. All the progress curves fitted the logistic transformation ($R^2 = 91-99\%$) better than the Gompertz ($R^2 = 67-85\%$). Infection rates were then calculated with the logistic transformation: $\text{logit}(y_2) = \text{logit}(y_1) + kt$ where k is the epidemic rate (or apparent infection rate *sensu* Vanderplank, 17), t is the time period during which disease increases from y_1 to y_2 , and $\text{logit}(y) = \ln(y/(1-y))$.

In analyses of variance of k and AUDPC, for both years, significant effects were location (L) and Fungicide (F) in 1990, and L, F, and L $\times$ F interactions in 1991. Early blight was generally more severe in 1991 than in 1990. In both seasons, the epidemic progress was relatively slower in sprayed plots than in the control. Differences in progress curves among fungicide treatments were better observed in Bansoa than in Dschang (Fig. 1).

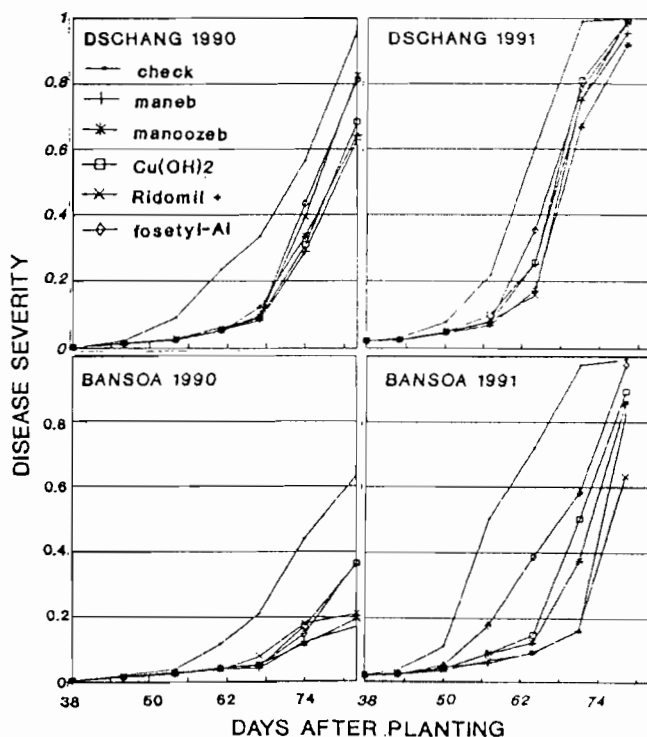


Figure 1 — Effect of fungicide sprays on the progress of early blight in Dschang and Bansoa for the 1990 and 1991 seasons.

Though epidemic rates did not vary significantly between both seasons, the rates were higher in Dschang than in Bansoa. Early blight progress was generally slower in all the plots treated with fungicides than in the control in both sites and in both seasons. In the 1990 season in Dschang, k was significantly slowest in plots exposed to six weekly applications of maneb, mancozeb, or cupric hydroxide. In Bansoa, however, all fungicide-treated plots had similar epidemic rates. In the 1991 season, k was slowest in plots sprayed with mancozeb in Dschang and maneb or Ridomil plus in Bansoa (Table 1).

TABLE 1

Epidemic rate (k), area under disease-progress curve (AUDPC), and percent disease control per application (PDC) as influenced by fungicidal sprays on early blight of potato in Dschang and Bansoa.

Year	Fungicide ^X (Rate in kg a.i./ha)	k		AUDPC		PDC ^Y	
		Dschang	Bansoa	Dschang	Bansoa	Dschang	Bansoa
1990	Maneb (1.6)	0.19 c ^Z	0.14 b	5.78 b	2.30 b	23.0 c	27.5 c
	Mancozeb (2.8)	0.20 c	0.15 b	6.40 b	2.41 b	21.9 c	27.3 c
	Cupric hydroxide (3.8)	0.20 c	0.16 b	6.15 b	3.33 b	22.3 c	25.0 d
	Ridomil plus (2.4)	0.22 ab	0.15 b	7.37 b	3.08 b	60.4 a	76.7 a
	Fosetyl-AI (3.2)	0.22 ab	0.16 b	7.53 ab	3.21 b	39.7 b	50.5 b
	Non-sprayed check	0.24 a	0.19 a	9.31 a	6.62 a	—	—
1991	Maneb (1.6)	0.19 e	0.11 e	12.59 bc	5.69 d	21.0 c	27.7 c
	Mancozeb (2.8)	0.18 f	0.13 d	11.42 c	7.71 c	22.2 c	26.0 c
	Cupric hydroxide (3.8)	0.22 b	0.14 c	12.91 bc	8.89 c	20.7 c	24.6 d
	Ridomil plus (2.4)	0.20 d	0.11 e	12.04 bc	5.00 d	64.7 a	85.2 a
	Fosetyl-AI (3.2)	0.21 c	0.17 b	12.10 b	13.56 b	40.1 b	42.9 b
	Non-sprayed check	0.27 a	0.22 a	16.96 a	17.03 a	—	—

^XManeb, mancozeb, and cupric hydroxide were applied six times in a weekly schedule; fosetyl-AI was applied thrice in a 2-weeks interval, while Ridomil plus was applied twice in a 3-weeks interval.

^YPercent disease control per fungicidal application was calculated according the formula used by Shtienberg and Fry (15).

^ZMeans for each year in a column followed by the same letter are not significantly different ($P = 0.05$) according to Duncan's multiple range test.

Values for AUDPC for either location were higher in the 1991 season than in the previous season because of higher disease severities. In either season, the values recorded in Dschang were significantly higher than those in Bansoa. Apart from fosetyl-AI-treated plot in Dschang in the 1990 season, all the fungicide-protected plots had significantly lower AUDPC than the control. In the 1990 season, the least values for AUDPC were obtained in plots protected with maneb, mancozeb, cupric hydroxide, or Ridomil plus in Dschang, while in Bansoa, all the protected plots had similarly low AUDPC's. In the 1991 season, the least AUDPC's were obtained in plots exposed to mancozeb in Dschang and to maneb or Ridomil plus in Bansoa. The highest values for AUDPC in sprayed plots were obtained from plots exposed to fosetyl-AI in both locations (Table 1).

In all treatments, the efficiency of fungicidal application was higher in Bansoa than in Dschang. The efficiency of control was inversely related to the number of applications made. Plots which received six fungicidal sprays (maneb, manco-

zeb, or cupric hydroxide) had a low efficiency of control compared to those treated with two applications of Ridomil plus or three sprays of fosetyl-AI (Table 1).

3.2. Yield.

In analyses of variance of total yield, tuber weight, and percent marketable tubers, for both years, significant effects were location (L) and Fungicide (F) in 1990, and L, F and L $\times$ F interactions in 1991. In either season, tuber weight and yields recorded in Bansoa were always higher than those obtained in Dschang. In the 1990 season, plots treated with maneb produced the largest tubers in both sites. However, those treated with other fungicides were not significantly different from the control. In the 1990 season, mean tuber weight in Dschang was 82.3 g in non-sprayed plots and 84.2-104.3 g in sprayed plots while in Bansoa, the values were 101.9 g and 105.6-129.3 g, respectively. In the following season, fungicide-treated plots had mean tuber weight in the range of 53.6-68.5 g and 70.6-96.8 g in Dschang and

TABLE 2

Tuber weight, total yield, and percentage of marketable tubers of potato as influenced by fungicide applications in Dschang and Bansoa.

Site	Fungicide ^X (Rate in kg a.i./ha)	1990			1991		
		tuber wt (g)	Yield (kg/ha)	% market. tubers ^Y	tuber wt (g)	Yield (kg/ha)	% market. tubers
Dschang	Maneb (1.6)	104.3 a ^Z	23,820 a	71.1 ab	68.5 a	13,108 a	74.3 a
	Mancozeb (2.8)	95.2 ab	23,856 a	77.1 a	59.7 ab	13,631 a	74.5 a
	Cupric hydroxide (3.8)	89.2 ab	22,254 abc	75.2 ab	53.6 ab	11,334 ab	75.3 a
	Ridomil plus (2.4)	91.9 ab	24,192 a	78.4 a	65.3 ab	12,486 ab	75.4 a
	Fosetyl-AI (3.2)	84.2 ab	20,117 bc	67.7 ab	57.8 ab	11,569 ab	75.4 a
	Non-sprayed check	82.3 a	19,535 c	65.0 b	48.1 b	9,482 b	65.2 b
Bansoa	Maneb (1.6)	129.3 a	29,560 a	65.7 a	94.0 a	20,658 ab	84.1 a
	Mancozeb (2.8)	124.7 ab	28,903 ab	66.5 a	85.5 ab	18,381 b	79.0 a
	Cupric hydroxide (3.8)	126.6 ab	28,379 abc	65.9 a	70.6 b	17,123 b	77.9 a
	Ridomil plus (2.4)	123.4 ab	26,521 abc	68.8 a	96.8 a	23,061 a	83.0 a
	Fosetyl-AI (3.2)	105.6 ab	25,655 bc	60.4 ab	74.4 b	13,164 c	76.2 a
	Non-sprayed check	101.9 b	24,929 c	52.7 b	51.2 c	10,695 c	62.4 b

^XManeb, mancozeb, and cupric hydroxide were applied six times in a weekly schedule; fosetyl-AI was applied thrice in a 2-weeks interval, while Ridomil plus was applied twice in a 3-weeks interval.

^YMarketable tubers were those that weighed at least 50 g.

^ZMeans for each location in a column followed by the same letter are not significantly different ($P = 0.05$) by Duncan's multiple range test.

Bansoa, respectively, compared to 48.1 g and 51.2 g in control plots in both sites, respectively. Though tubers harvested in the 1991 season were not as large as those in the previous season, plots exposed to maneb in Dschang or to other fungicide treatments in Bansoa produced significantly larger tubers than the control (Table 2). In both years, the percentage of blighted tubers were not affected by fungicide treatment.

In all treatments, total and yields obtained in the 1991 season were lower than those recorded in the previous season. In either season, the yields recorded in Bansoa were generally higher than those in Dschang. In Dschang, significant increase in yields was obtained in plots exposed to maneb, mancozeb, or Ridomil plus in 1990 and to maneb or mancozeb in 1991. In Bansoa, however, significant increase in yields was obtained in plots receiving maneb, mancozeb, cupric hydroxide, or Ridomil plus protection in the 1991 season whereas, in the previous season, a significantly high increase in yields was only recorded in plots under maneb or mancozeb protection (Table 2).

In Dschang, mean yield in the first season was 19,535 kg/ha in control plots while in sprayed plots, the yields were in a range of 20,117-24,192 kg/ha. In the second season, the yields dropped to 9,482 kg/ha in control plots and to 11,334-13,631 kg/ha in sprayed plots. In Bansoa, mean yield in the first season was 24,929 kg/ha in control plots and was ranged 25,655-29,560 kg/ha in sprayed plots. In the second season, the yields dropped to 10,695 kg/ha in control plots and to 13,164-23,061 kg/ha in sprayed plots. Yields obtained in plots sprayed with fosetyl-Al in both locations were not significantly different from the control in the 1990 season (Table 2).

In the 1990 season, the proportion of marketable yields increased significantly in plots sprayed with mancozeb or Ridomil plus in Dschang and in those sprayed with maneb, mancozeb, cupric hydroxide, or Ridomil plus in Bansoa. In the following season, tubers harvested in plots exposed to fungicide treatments had significantly higher proportion of marketable tubers than the control (Table 2).

Yield losses in non protected plots were calculated as the difference between the plot yield and the highest yield for the location. In the 1990 season, yield losses in control plots were 18.1% in Dschang and 15.7% in Bansoa, while in the 1991 season, they were 30.4% in Dschang and 53.6% in Bansoa.

In order to quantify the effect of disease on yield, total yields were regressed on *k* or AUDPC using a linear or power equation. The best regression, based on R^2 , was obtained with AUDPC in a power equation. In 1990, yields (Y in ton/ha) were predicted by the equations: $Y = 33.11 \cdot \text{AUDPC} - 0.44$ ($R^2 = 0.51$, $P = 0.001$) in Dschang, and $Y = 36.31 \cdot \text{AUDPC} - 0.42$ ($R^2 = 0.74$, $P = 0.0001$) in Bansoa. In 1991, the yields were predicted by the equations: $Y = 53.7 \cdot \text{AUDPC} - 0.59$ ($R^2 = 0.30$, $P = 0.03$) in Dschang, and $Y = 69.2 \cdot \text{AUDPC} - 0.67$ ($R^2 = 0.80$, $P = 0.0001$) in Bansoa.

4. Discussion

In Cameroon, cultivar Romano is resistant to late blight but very susceptible to early blight (4). Late blight lesions were

only detected in the field during harvest.

The severity of early blight depended on the year, the location of the experiment, and the fungicide used. Though climatic conditions and overall *k* ratings were similar in both seasons, early blight was more severe in Dschang than in Bansoa. Moreover, in either location, plots set in 1991 had a higher disease pressure than those planted in 1990. Total yields obtained in the 1991 season were, therefore, lower than those recorded earlier in 1990 and yield losses in control plots were higher in 1991 than in 1990. Plots used in both years were established on the same piece of land and the significant increase in blight severity could be due to a higher level of initial disease in the second season. This suggested that there was some spread of inoculum from the previous season since the pathogen is known to overseason on crop debris and in soil (18,19). Shtienberg and Fry (16) reported that the history of potato production and the immediate preceding crop affect the earliness of early blight appearance. However, they did not report whether such earliness contributed to higher blight severities or lower yields.

There was a significant reduction in epidemic rate and AUDPC in sprayed plots. Both *k* and AUDPC were used to monitor yields. Tuber yields were better correlated to AUDPC than to *k*. This suggests that AUDPC is more useful to quantify fungicide effects than epidemic rate. In many epidemics, AUDPC was reported to be more reliable than *k* or disease severity to quantify the effects of fungicide or general resistance (5,7,14).

Although plots receiving six weekly applications of maneb, mancozeb, or cupric hydroxide produced significant reductions in AUDPC's, the efficiencies of early blight control recorded in these plots were lower than those obtained in plots exposed to two 3-weekly applications of Ridomil plus or three biweekly applications of fosetyl-Al. The highest efficiency of fungicidal control was obtained in plots treated with Ridomil plus. Only two applications of Ridomil plus were as effective in improving yields as six applications of the contact fungicides (maneb, mancozeb, cupric hydroxide). Ridomil plus (a prepackaged mixture of 12% metalaxyl and 60% cuprous oxide) will also control late blight infections in potato (13). Shtienberg and Fry (15) reported that reduced-sprays scheduling produced higher percent blight control per application than the conventional weekly spray method. Research has shown that proper timing of initial application requires relatively few fungicidal applications for early blight control (2,15,18,19).

In the western highlands of Cameroon, early blight is the second most important fungal disease of potato after late blight (4). Zachman (19) reported that the same fungicides used in late blight protection would also control early blight in potato. Protectant fungicides such as dithiocarbamates, fentin hydroxide, captafol, or chlorothalonil, have been recommended on early blight in potato (9,18,19). All fungicides used in this study had potential control for early blight. The fungicides increased both tuber weight and improved both total yields and the proportion of marketable tubers.

In both locations, six applications of maneb or mancozeb provided the best yield improvement than three sprays of fosetyl-Al although the latter fungicide had a better efficiency of disease control. Yields obtained in fosetyl-Al-sprayed plots

were not significantly different from those obtained in unsprayed plots. Fosetyl-AI is not recommended on early blight control (18), although growers in Cameroon use it early and late blights of potato.

Acknowledgement

Funding for this study was provided by a joint grant from the USAID-Agricultural Education Project and the University Centre of Dschang. We thank the Belgian Technical Cooperation of Plant Protection Department for word processing facilities.

Literature

- Berger, R.D., 1981. Comparison of the Gompertz and logistic equations to describe plant disease progress. *Phytopathology* **71**:716-719.
- Christ, B.J. & Maczuga, S.A., 1989. The effect of fungicide schedules and inoculum levels on early blight severity and yield of potato. *Plant Disease* **73**:695-698.
- Embrechts, J., 1980. Cartographie des sols et évaluation des terres de la ferme d'application de Bansoa. Rapport technique no 8. CUDS, ENSA, Département Sciences du Sol. Dschang.
- Fontem, D.A., 1990. An assessment of potato diseases in the Western highlands of Cameroon. Proc. 2nd Annual Conf. Cameroon Biosc. Soc. Dschang. 28 Nov.-1 Dec. 1990.
- Fontem, D.A. & Aighewi, B., 1991. Effect of fungicides on late blight Progress and yield of potato in the West Province of Cameroon. Proc. 9th Symposium Intern. Soc. Tropical Root Crops. Accra, Ghana, 20-26 Oct. 1991.
- Fontem, D.A., Berger, R.D., Weingartner, D.P. & Bartz, J.A., 1991. Progress and spread of dark leaf spot in cabbage. *Plant Disease* **75**:269-274.
- Fry, W.E., 1978. Quantification of general resistance of potato cultivars and fungicide effects for integrated control of potato late blight. *Phytopathology* **68**:1650-1655.
- Halseth, D.E., Sieczka, J.B., Tingey W.M. & Zitter, T.A., 1987. Cornell Recommendations for Commercial Potato Production. Cornell Extension Service, Ithaca, NY 16 pp.
- Harrison, M.D. & Venette, J.R., 1970. Chemical control of potato early blight and its effects on potato yield. *Am. Potato J.* **47**:81-86.
- Horsfall, J.G. & Barratt, R.W., 1945. An improved grading system for measuring plant diseases. *Phytopathology* **35**:655.
- Ministry of Agriculture, 1987. Agricultural Census 1984. Traditional sector. Vol. **2I**, 2J.
- Redman, C.E., King, E.P. & Brown, J.F., 1967. Tables for Converting Barratt-Horsfall Rating Scores to Estimated Mean Percentages. Eli Lilly Co., Indianapolis. 100 p.
- Schwinn, F.J., 1983. New developments in chemical control of Phytophthora. pp. 327-334 In *Phytophthora: Its Biology, Taxonomy, Ecology, and Pathology*. D.C. Erwin, S. Barnicki-Garcia and P.H. Tsao, eds. American Phytopathological Society. St. Paul, MN. 392 p.
- Shaner, G. & Finney, R.E., 1977. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow mildewing resistance in Knox wheat. *Phytopathology* **67**:1051-1056.
- Shtienberg, D. & Fry, W.E., 1990. Field and computer simulation evaluation of spray-scheduling methods for control of early and late blight of potato. *Phytopathology* **80**:772-777.
- Shtienberg, D. & Fry, W.E., 1990. Influence of host resistance and crop rotation of initial appearance of potato early blight. *Plant Disease* **74**:849-852.
- Vanderplank, J.E., 1963. *Plant Disease: Epidemics and Control*. Academic Press. New York, 349 p.
- Weingartner, D.P., 1981. Early blight. IN *Compendium of Potato Diseases* (W.J. Hooker, Ed.). American Phytopathological Society. St. Paul, MN. pp 43-44.
- Zachman, R., 1982. Early blight of potato: *Alternaria solani*. Technical Information Bull. 13. International Potato Centre Lima, Peru. 16 p. (2nd Ed., Revised).

Effects of mulch on soil properties and on the performance of late season cassava (*Manihot esculenta* Crantz) on an acid ultisol in Southwestern Zaïre.

N.B. Lutaladio*, T.A.T. Wahua** & S.K. Hahn***.

Keywords: Cassava — Late season — Mulching — Soil properties — Growth and development — Yield components.

Summary

Mulch effects on soil temperature, soil moisture content, soil chemical properties, growth and development, yield and yield components of late season cassava were investigated for three years on an acid ultisol in the tropical savanna zone of Southwestern Zaïre. Diurnal soil temperature and soil moisture content were recorded at 30-day intervals during the first 4 months of growth. Cassava growth and development were monitored at 3, 6 and 9 months after planting while yield and yield components were noted at 12 months after planting. After each cropping year, changes in soil chemical constituents were recorded.

Mulching significantly reduced soil temperature by about 3.5°C and increased soil moisture content by 6.1% under late season cassava. Soil pH, soil organic carbon content, total nitrogen, soil available phosphorus and soil exchangeable cations (Ca, Mg, K) increased as a result of increase in organic matter with continuous application of mulch for 3 years. Plant height, leaf area, shoot and root dry weights of cassava plants given mulch were significantly increased as compared to the plants in unmulched plots. Cassava plants given mulch produced more and bigger storage roots than unmulched plants. Storage root yield increased by 16.7, 28.1 and 57.7% respectively in the first, the second and the third years of mulch application. The beneficial effect of mulching over no-mulching increased from year to year, irrespective of cassava cultivars.

Résumé

Les effets de paillis sur la température du sol, la teneur en eau du sol, les propriétés chimiques, la croissance et le développement, les composants de rendement et le rendement du manioc planté à la fin de la saison de plantation étaient mesurés durant trois ans sur un ultisol acide dans la zone de savane tropicale au sud-ouest du Zaïre.

La température diurne et l'humidité du sol étaient déterminées à intervalle de 30 jours durant les 4 premiers mois de croissance du manioc. La croissance et le développement des plants étaient mesurés à 3, 6 et 9 mois après la plantation tandis que le rendement et ses composantes étaient enregistrés à 12 mois après la plantation. A la fin de chaque culture de manioc les changements en constituants chimiques du sol étaient quantifiés.

Le paillage avait réduit significativement la température du sol d'environ 3,5°C et avait accru de 6,1% la teneur en eau du sol sous le manioc planté à la fin de la saison de plantation. Le pH, la teneur en carbone organique, l'azote total, le phosphore disponible et les cations extractibles (Ca, Mg, K) avaient augmentés suite à l'augmentation de la matière organique en raison de l'application du paillis pendant 3 ans. Le paillis a favorisé la production de racines tubéreuses aussi bien en nombre qu'en taille. Le rendement en racines a augmenté de 16,7; 28,1 et 57,7% respectivement en première, deuxième et troisième année d'application de paillis. L'effet bénéfique du paillage par rapport au non paillage accroissait d'année en année quelques soient les variétés de manioc cultivées.

1. Introduction

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) is one of the main dietary root crops of the tropics and subtropics (14). It is planted throughout the rainy season and even towards the end of the rains. In the tropics, particularly in Zaïre where cassava leaves are frequently consumed as vegetable, late season cassava is fairly common. This late season is more adversely affected by moisture stress than earlier planting. Traditionally farmers, to reduce the problems of moisture stress at this time, clear their fields and leave the trash on soil surface as mulch without burning.

The primary effect of mulch seems to be physical since it is associated with moderate fluctuations in soil temperature, higher soil moisture, higher water infiltration capacity and lower evaporation (5,6,17). Okigbo (13) indicated that soil

temperature and moisture regime as well radiation levels in the first three months of growth have a significant effect on cassava yield. It appears that high soil temperature in the surface layers can be a limiting factor in crop production in the tropics. Mulching could be one approach to overcome this limitation.

Lal (7) has indicated that crop residue mulch can prevent soil erosion, maintain soil organic matter content and sustain crop production. Juo and Lal (5) reported increases in organic carbon and total nitrogen content while Lal *et al* (9) found that exchangeable K and Bray — 1 P were significantly influenced by crop residue mulch. Yet, there is little information on changes in soil properties, of an ultisol, from year to year under field crops as a result of consecutive mulching.

Few studies have been reported on the effects of mulch on

Contact address: Dr. N.B. Lutaladio, INERA, B.P. 2037 — Kinshasa 1 Zaïre

* Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques, INERA, B.P. 2037, Kinshasa 1, Zaïre.

** University of Science and Technology, Port-Harcourt, Nigeria.

*** International Institute of Tropical Agriculture, PMB 5320 IITA-Ibadan, Nigeria.

Received on 23.07.92 and accepted for publication on 30.09.92

the performance of cassava (2,3,13) but research information on the wisdom or otherwise of proper mulching for late season cassava in the tropics is rather scanty.

This paper reports the effects of mulching on soil temperature, soil moisture content, soil chemical properties, growth and development, yield and yield components of late season cassava.

2. Materials and methods

The experiment was conducted for three consecutive late rainy season of 1981-82, 1982-83 and 1983-84 at M'vuazi station of the Programme National Manioc (PRONAM), Zaire. The station is situated in the humid savanna zone at 05°27' South and 14°54' East, on the altitude of 450 m above sea level. The climate is characterised by AW climatic type of Koppen (18). The rain falls for about 7 to 8 months and has a bimodal distribution with peaks in April and November. The dry season starts from May and ends in September, covering a period of about 130 days. The soil, sandy loam in texture contained 1.56 in organic matter, 0.12% total N, 56.0 ppm available P (Bray's - 1 P), 0.22 ppm exchangeable K, 0.28 ppm exchangeable Ca and had a pH of 4.5 (1 soil: 2.5 water). The plot used had been fallowed for one year after a succession of two cassava crops.

There were two types of treatments: mulching (no mulch and mulch) and cassava cultivars (02864, 30085/28, 30555/3, 30122/2, 30010/10 and Mpelolongi). Mulching was applied to the same plots consecutively for 3 years while cassava cultivars were assigned randomly in the blocks.

The experiment design was a split-plot fitted into a randomized complete block with four replicates. The mulch treatment formed the main-plots and cassava cultivars subplots. Each plot size was 8m x 7m made up by eight rows of cassava planted at 1m x 1m to give a population of 10,000 plants/ha.

The soil was disc-plowed twice to an approximately 20 cm depth followed by harrowing. Cutting of 25 cm long from 12 months old plants were planted, in the month of May, at an angle of 45° with the lower two-thirds inside the soil. Immediately after planting, the available mulch consisting of rice (*Oriza sativa*) straw was applied at the rate of 5 tones/ha, where required. The dry season began 3 to 4 weeks after planting. Hand weeding was done at 3, 6 and 9 weeks after planting. Soil temperature was determined by means of bentstem soil thermometers which were installed in the plots at 10cm depth. Readings were done at 09:00, 12:00 and 15:00 hours at 30, 60, 90 and 120 days after planting (DAP). In order to estimate the soil moisture status in each plot at 30, 60, 90 and 120 days after planting, four soil samples from 0-10 cm depth were taken from each plot with a soil auger. The soil samples were weighed fresh, sun-dried and oven-dried at 105°C for 48 hours to standardize the dry-weight.

The dry and fresh weight of the sample were used to estimate the soil moisture percentage in each plot using the following equation (16):

$$\% \text{ water weight} = \frac{(\text{Wet weight} - \text{oven dry weight})}{\text{oven dry weight}} \times 100$$

At 3, 6 and 9 months after planting, two plants were sampled per plot, separated into roots and shoots and then weighed fresh before they were dried at 65°C for 48 hours for dry weight determination. Plant height and leaf area were also

determined at 3, 6 and 9 months after planting.

The chemical effects of mulching treatments were estimated after each cassava harvest. Two soil samples from 0-15 cm depth were taken from each plot with a soil auger. Samples from the same treatments were bulked, air-dried and passed through a 2 mm sieve. Sub-samples for determination of organic carbon and total nitrogen were further ground and passed through 0.5 mm sieve. The prepared samples were analysed for percentage of organic carbon and total nitrogen, Bray - 1 P, exchangeable Ca, Mg and K as soil pH using the method outlining by IITA (4).

At each harvest date (12 months after planting), 24 plants of cassava from center rows were uprooted. The number of storage roots as well as the length, the perimeter and the field fresh weight of storage roots were recorded. All plot yields were expressed on the basis of one hectare. Composite samples of storage roots from each plot were sliced to pieces and dried in an air-ventilated oven at 65°C for about 72 hours for dry weight determination. With the dry weight of the samples, the total dry weight of storage roots was estimated.

Data on soil temperature and soil moisture regimes from each growth stage of late season cassava were analysed by estimating error terms for testing mulch effects. Statistical analyses of the results of soil chemical constituents, growth and development, yield and yield components of cassava were done using the split-plot arrangement in a randomized complete block design with four replicates. Graphs and tables of means with associated standard errors (SE) or least significant differences (LSD) values were drawn to show treatment effects.

3. Results and discussion

3.1. Soil properties

3.3.1. Soil temperature. The effects of mulching on diurnal variations in soil temperature at 10 cm depth taken at 30, 60, 90 and 120 days after planting are illustrated in Figures 1 and 2.

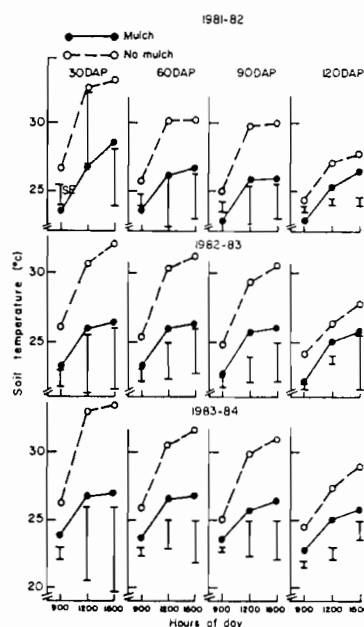


Figure 1 — Effect of mulching on diurnal soil temperature (0-10 cm depth) under late season cassava at 30, 60, 90 and 120 DAP in three cropping years.

Soil temperatures in mulched plots were lower than those in unmulched plots even as early as 9:00 hours. At 12:00 and 15:00 hours, soil temperatures increased as a result of solar radiation.

But the rate of increase was much higher in the unmulched plots (Fig. 1). At all stages of growth mulched plots had much lower temperature than unmulched ones. Soil temperature decreased with time from 30 to 120 days after planting but the rate of decrease was much higher on the unmulched plots than on the mulched ones. However the soil temperature in mulched plots varied but little as the season advanced as opposed to temperature in unmulched plots which dropped drastically as cassava developed more leaf area (Fig. 2). Similar pattern has beneficial effect on soil temperature since it improves and moderates fluctuation in diurnal soil temperature.

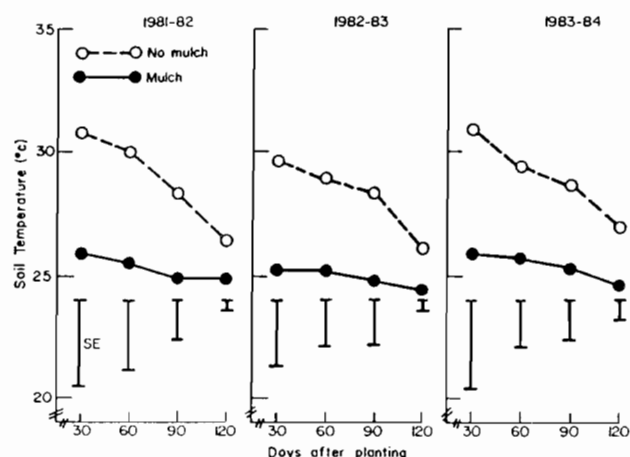


Figure 2 — Effect of mulching on soil temperature (0-10 cm depth) at various growth periods of late season cassava in three cropping years.

3.1.2. Soil moisture. The soil moisture content at 0-10 cm depth as affected by mulching is shown in Figure 3. Mulching resulted in higher soil moisture content at various growth periods under the cassava planted in the late season. Soil moisture decreased with time as the dry season advanced but the rate of decrease was lower in the mulched plots than in unmulched plots. The average percent decreases for

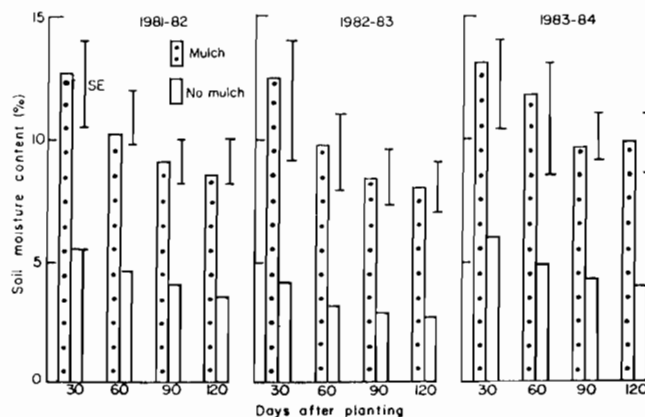


Figure 3 — Effect of mulching on percent soil moisture at 0-10 cm depth at various growth periods of late season cassava in three cropping years.

various growth periods were 16.5, 28.3 and 30.7 respectively for 60, 90 and 120 days after planting in the mulched plots whereas in unmulched plots the corresponding averages were 17.3, 30.7 and 34.6%. It appears that before complete closure of the canopy by the late season cassava, the unmulched plots were losing more moisture than the mulched plots through evapotranspiration. Although no work has been reported on the effect of mulching on soil moisture under late season cassava, reports by Willis (19) and Lal (6) had earlier indicated that mulching indirectly influenced the soil moisture regime, the moisture holding capacity and moisture release characteristics of the soil through its effect on soil structure.

3.1.3. Soil chemical composition. Changes in soil chemical composition at 0-15 cm depth after each cropping year as affected by mulching are presented in Table 1.

(i) - *The soil pH* under mulched plots and unmulched plots did not differ very much after the first and the second cropping years while at the third year soil pH was higher under mulched than unmulched plot. The increase in soil pH observed after the third year under mulched plots was probably due to significant improvement in soil organic matter and exchangeable cations while the slight decrease of pH under unmulched plots could be attributed to erosion losses from

TABLE 1
Effect of mulching on soil chemical composition (0-15 cm depth) in three cropping years.

Treatments	Soil chemical composition						
	pH	% O.C.	% T.N.	Available P Bray-1 ppm	Exchangeable cations (meq/100 g)		
					Ca	Mg	K
1st-cropping year							
No mulch	4.5 a	1.39 a	0.119 a	43.2 a	0.26 a	0.13 a	0.18 a
Mulch	4.5 a	1.55 a	0.144 a	52.6 a	0.26 a	0.19 a	0.18 a
2nd-cropping year							
No mulch	4.4 a	1.39 b	0.125 a	41.3 b	0.16 b	0.12 b	0.14 b
Mulch	4.9 a	1.61 a	0.176 a	72.6 a	0.35 a	0.33 a	0.43 a
3rd cropping year							
No mulch	4.4 b	1.29 b	0.073 b	46.2 b	0.21 b	0.17 b	0.11 b
Mulch	5.1 a	1.64 a	0.175 a	75.0 a	1.17 a	0.63 a	0.54 a

Only means followed by different letter(s) within a column for each cropping year differ significantly at $P \leq 0.05$.

% O.C. = % organic carbon % T.N. = % total nitrogen

the topsoil. Leaching can also be another factor leading to the reduction in pH.

(ii) - *The organic carbon content* of the soil under mulched and unmulched plots remained unchanged until after the first cropping year. Thereafter it increased in mulched plots but decreased in unmulched plots. Apparently, the mulching material contributed to the organic carbon of the soil. It seems that in the first year, enough decomposition had not taken place to cause any noticeable effect, but later mulching material decomposed. Similar variations in soil organic carbon under traditional shifting cultivation have been observed in Zaire by Laudelot (10).

(iii) - *The total nitrogen* did not differ between mulched and unmulched plots after the first and the second cropping years while mulching significantly increased the soil total nitrogen after the third year. In general, total nitrogen increased with time under mulched plots due probably to the higher rate of nitrogen mineralization from the large quantities of organic material decomposed and released from mulch (15). The marked decline in total nitrogen after the third year on plots that did not receive mulch was apparently due to the higher rate of losses from volatilization, leaching, denitrification, erosion and crop removal (15).

Although, no much work has been reported in the monitoring of variations in total nitrogen during the growing season, Lal *et al.* (8) indicated that changes in total nitrogen followed a trend similar to that of soil organic carbon. However, under traditional shifting cultivation little changes in total nitrogen have been observed during cropping season (11).

(iv) - *The soil available phosphorus* under mulched and unmulched plots did not significantly differ the first cropping year. In the second and the third year, a significant increase in soil available P was noticed under plots given mulch. With time, there was a tendency for P to increase under mulch while an inconsistent decrease of P was observed in unmulched plots. A report by Lal *et al.* (8) has indicated that available phosphorus was significantly affected by mulching. The increase in available P in the mulched plots could be attributed to the increase in soil organic matter, since Sanchez (15) had mentioned that the importance of maintaining organic matter could affect the maintenance of organic phosphorus. However, the decline in available P in unmulched plots could probably be a result of plant uptake and P-fixation (15) without any replacement.

(v) - *Soil exchangeable cations* including calcium, magnesium and potassium, were not different under mulched and unmulched plots after the first cropping year. In the second and the third year, exchangeable cations increased in mulched plots while they decreased generally under plots without mulch. The rate of decrease differed with cations. for instance, under unmulched plots, calcium and magnesium decreased after the second year but tended to increase after the third year. The decline in exchangeable Ca, Mg, and K under unmulched plots could be attributed to removal through plant uptake and to losses through leaching. This observation agrees with earlier report by Obigbesan (12) indicating that cassava extract more K from the soil than N and P when equivalent amounts were applied to the soil. Another report by Sanchez (15) had suggested that under tradi-

tional cropping systems in Latin America Ca and Mg tended to leach faster than K. However, the increase of exchangeable Ca, Mg and K with time on plots given mulch could also be a result of the increase in organic matter derived from mulching. As indicated by Greenland and Dart (1) the organic matter supplies most of the cation exchange capacity (CEC) of acid soils and that the rapid decrease in organic matter results in sharp reduction in the CEC. Furthermore, Sanchez (15) had also mentioned that organic matter may form complexes with nutrients which prevent their leaching. It appears therefore, that under mulched plots, the increase in exchangeable cations could be a result of supplies through organic matter while under unmulched plots the decline in exchangeable cations could be attributed to crop removal and leaching.

3.2. Cassava growth characteristics

The effects of mulching on plant height at 3, 6 and 9 months after planting are illustrated in Figure 4. Mulching significantly increased plant height of late season cassava, irrespective of cultivars, except at 6 months after planting in the first cropping year. Cassava cultivars responded the same way to

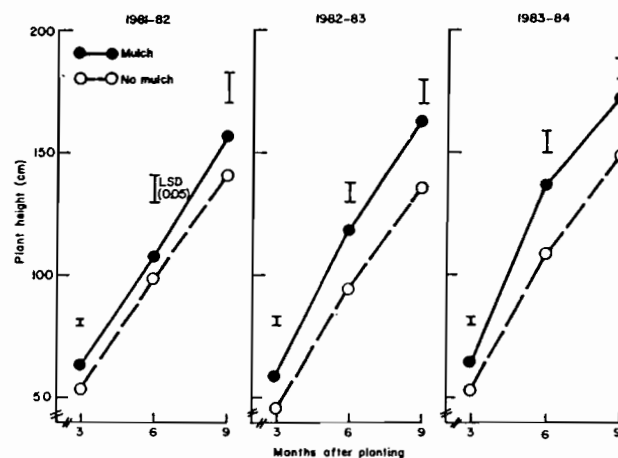


Figure 4 — Effect of mulching on plant height of late season cassava.

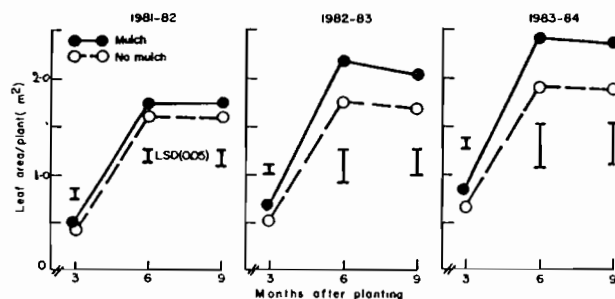


Figure 5 — Effect of mulching on leaf area of late season cassava.

mulching even though their individual heights differed. Cultivar 30010/10, 30122/2 and Mpelolongi were the tallest with average height of 179.8 cm, 175.7 cm and 172.0 cm. Leaf area per plant was not different in cassava plants from mulched and unmulched plots within 9 months after planting in the first year. But, in the following two years, higher leaf area was attained by plants from mulched plots than unmulched ones, irrespective of cassava cultivars (Fig. 5).

Higher shoot dry weight were produced by mulched cassava as compared to unmulched one at various growth stages (Fig. 6). All the cultivars had similar patterns of response to mulching although they differed in their shoot dry weights. Mpelolongi and 30555/3 produced shoots with higher dry weight. Their average weights per plant were 382.0 and 394.5 g/plant, respectively for mulched plots. The root dry weight of late season cassava at various growth stages as influenced by mulching is illustrated in Figure 7.

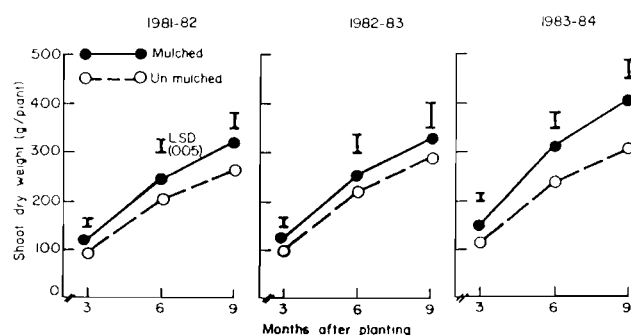


Figure 6 — Effect of mulching on shoot dry weight of late season cassava.

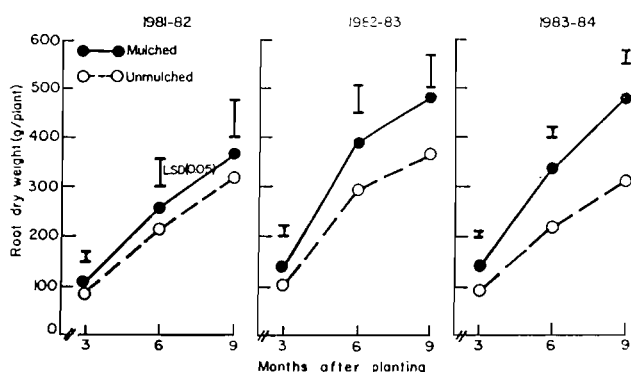


Figure 7 — Effect of mulching on root dry weight of late season cassava.

There was no effect of mulching on root dry weight in the first year. But in the second and the third years, cassava plants given mulch attained greater root weight than the ones in unmulched plots. Cassava cultivars were different in their root dry weights. Cultivar 30085/28 and 02864 attained the highest root dry weight at 9 months after planting with 532.5 and 532.4 g/plant for mulched plots and 339.1 and 396 g/plant respectively for unmulched plots.

The results agree with earlier reports by Okigbo (13) indicating that mulching increased plant height, leaf number per plant and fresh and dry weight of roots and leaves. The increase in growth and development of late season cassava may be attributed to higher soil moisture, lower evapotranspiration rate and moderate fluctuation in soil temperature during the dry season as well as to the improvement in soil texture and an increase in soil nutrients when mulch was applied.

3.3. Yield and yield components

The effects of mulching on the number of storage roots per plant were produced by plants given mulch as compared to the unmulched ones. The beneficial effect of mulching over no-mulching increased from year to year. The response of cassava cultivars to mulching was the same although their individual storage root numbers varied. Cultivar 30010/10 produced the highest number of roots per plant.

The storage root length and perimeter of late season cassava affected by mulching are shown in Tables 3 and 4. Cassava plants given mulch produced longer and bigger roots in the three cropping years as compared to the ones that did not receive mulch. As regard root length and perimeter, the response of cultivars to mulching was the same although they differed in their average root length and perimeter.

Storage root yields of late season cassava as affected by mulching are illustrated in Tables 5 and 6. Fresh and dry root yields were not affected by mulching in the first cropping year while a very significant effect of mulching was observed in the second and the third years. Cassava plants given mulch outyielded the unmulched ones in all the cropping, irrespective of cultivars. The percents of increase on the fresh yield due to mulching over no-mulching were 16.7, 28.1 and 57.7% for the first, the second and the third cropping year, respectively. However, the response of cassava cultivar to mulching was the same although cultivar 30085/28 and 02864 obtained the highest yield.

In regard to yield and yield components of late season cassava, the beneficial effect of mulching over no-mulching increased from year to year but was more pronounced in the second and the third year. The increase in storage root yield by mulching may be attributed to an improvement in soil temperature and soil moisture conditions and to a variety of resultant chemical (3) and biochemical factors associated with mulching.

TABLE 2
Effect of mulching on storage root number per plant of late season cassava.

Cultivars	Storage root number/plant					
	1981-82		1982-83		1983-84	
	Mulch	No Mulch	Mulch	No Mulch	Mulch	No Mulch
Mpelolongi	6.5	5.5	5.2	4.0	6.4	4.2
30085/28	6.5	5.8	5.6	4.1	6.5	3.7
02864	6.2	5.2	6.8	4.0	7.3	3.9
30122/2	6.3	5.7	6.4	6.5	7.6	5.5
30555/3	6.1	4.5	5.2	3.1	6.4	3.2
30010/10	8.2	7.5	6.3	6.0	7.6	4.9
Mean	6.6	5.7	5.9	4.6	6.9	4.3
LSD (0.05)						
-for same cultivars		2.5		2.6		1.5
-for different cultivars		2.4		2.2		1.4
-for mulch treatments		1.0		1.1		0.6

TABLE 3
Effect of mulching on storage root length of late season cassava.

Cultivars	Storage root length (cm)					
	1981-82		1982-83		1983-84	
	Mulch	No Mulch	Mulch	No Mulch	Mulch	No Mulch
Mpelolongi	24.2	21.0	27.2	20.0	26.7	21.0
30085/28	22.0	20.6	25.0	16.2	21.5	20.7
02864	20.9	17.5	26.5	15.0	24.7	20.0
30122/2	18.9	16.4	21.5	16.5	22.2	20.0
30555/3	22.8	19.2	26.5	15.7	26.2	19.7
30010/10	17.7	15.3	20.5	15.0	22.2	19.5
Means	21.1	18.3	24.4	16.4	23.9	20.2
LSD (0.05)						
-for same cultivars		4.1		3.4		4.1
-for different cultivars		4.0		4.9		3.6
-for mulch treatments		1.7		1.4		1.7

TABLE 4
Effect of mulching on storage root perimeter of late season cassava.

Cultivars	Storage root perimeter (cm)					
	1981-82		1982-83		1983-84	
	Mulch	No Mulch	Mulch	No Mulch	Mulch	No Mulch
Mpelolongi	13.2	10.7	19.2	17.0	16.0	12.2
30085/28	15.1	12.4	20.2	16.5	16.5	12.5
02864	14.2	10.5	20.5	15.2	17.0	13.2
30122/2	12.5	9.5	18.0	14.0	15.2	12.2
30555/3	13.2	11.8	19.0	15.7	16.5	16.0
30010/10	10.7	10.4	17.5	12.2	17.5	13.0
Means	13.2	10.9	19.1	15.1	16.4	13.2
LSD (0.05)						
-for same cultivars		2.5		4.1		3.1
-for different cultivars		3.3		4.4		2.9
-for mulch treatments		1.0		1.7		1.2

TABLE 5
Effect of mulching on fresh storage root yield of late season cassava.

Cultivars	Fresh storage root yield (t/ha)					
	1981-82		1982-83		1983-84	
	Mulch	No Mulch	Mulch	No Mulch	Mulch	No Mulch
Mpelolongi	14.4	12.1	18.5	14.2	18.3	10.1
30085/28	15.2	12.6	19.3	15.4	19.9	13.6
02864	14.3	12.3	20.6	15.3	18.9	12.8
30122/2	11.3	10.9	13.7	12.2	13.6	9.0
30555/3	10.7	9.0	14.6	10.3	14.3	9.2
30010/10	11.7	11.2	11.8	9.4	12.6	8.0
Means	12.9	11.3	16.4	12.8	16.3	10.5
LSD (0.05)						
-for same cultivars		6.1		5.6		2.1
-for different cultivars		6.5		5.4		2.4
-for mulch treatments		2.5		2.3		0.8

TABLE 6
Effect of mulching on dry storage yield of late season cassava.

Cultivars	Dry storage root yield (t/ha)					
	1981-82		1982-83		1983-84	
	Mulch	No Mulch	Mulch	No Mulch	Mulch	No Mulch
Mpelolongi	4.7	4.0	6.2	4.7	6.1	3.4
30085/28	5.3	4.4	6.7	5.0	6.8	4.7
02864	4.8	4.2	7.1	5.2	6.8	4.5
30122/2	3.7	3.6	4.5	3.9	4.7	3.1
30555/3	3.7	3.2	5.2	3.7	4.9	3.2
30010/10	3.4	3.7	4.0	3.1	4.4	2.8
Means	4.3	3.8	5.6	4.3	5.6	3.6
LSD (0.05)						
-for same cultivars		2.1		1.9		0.7
-for different cultivars		2.2		1.8		0.8
-for mulch treatments		0.8		0.8		0.3

4. Conclusion

Mulching reduced the soil temperature at 10 cm depth and increased the soil moisture content under late season cassava. With continuous application of mulch for 3 years, soil pH, organic carbon content, total nitrogen, soil available phosphorus and soil exchangeable cations (Ca, Mg, K) increased probably as a result of increase in organic matter derived from mulching. Growth, development and yield of late season cassava increased with mulch application. It appears that, the agronomic importance of yield increase in

late season cassava by mulching is significant on the acid ultisol. Therefore, easy and cheap practical means of procuring and applying mulch materials should be developed in order not to limit its use.

Acknowledgements

The authors are grateful to the Government of Zaïre for the financial assistance provided for this study through the Programme National Manioc (PRONAM) and the United State Agency for International Development (USAID) under the project number 660-0077 and the PIO/P number 20129.

Literature

- Greenland D.J. & Dart P.J., 1972. Biological and organic aspect of plant nutrition in relation to needed research in tropical soils. Tropical soils research seminar. IITA, Ibadan, Nigeria (mimeo).
- Hulugalle N.R., Lal R. & Opara-Nadi O.A., 1987. Management of plant residue for cassava (*Manihot esculenta*) production on an acid ultisol in southeastern Nigeria. Field crops research **16**: 1-18.
- Hulugalle N.R., Lal R. & Gichuru M., 1991. Effets de cinq ans de non-travail du sol et du paillis sur les propriétés et le rendement en tubercules de manioc sur un ultisol acide dans le sud-est du Nigéria. La recherche à l'IITA, vol. **1** n°2: 13-16.
- IITA, 1979. Selected methods for soil and plant analysis. Manual series n°1
- Juo A. & Lal R., 1977. The effect of fallow and continuous cultivation on the chemical and physical properties of an alfisol in Western Nigeria. Plant and soil, **47**: 567-584.
- Lal R., 1974. Soil temperature, soil moisture and maize yield from mulched and unmulched soils. Plant and soil, **40**: 129-143.
- Lal R., 1977. No-tillage system and residue requirement. FAO/UNDP, conference on organic recycling, 6-12 December, Buea, Cameroon.
- Lal R., Wilson G.F. & Okigbo B.N., 1979. Changes in properties of an Alfisol produced by various crop covers. Soil science, volume **127**, n°6: 377-382.
- Lal R., De Vleeschauwer D. & Ngaje R.M., 1980. Changes in properties of a newly cleared tropical Alfisol as affected by mulching. Soil science society of America Journal, **44**: 827-833.
- Laudelot H., 1961. Dynamics of tropical soils in relation to their following techniques. Paper 11266/E. FAO, Rome, Italy. 111 pp.
- Nye P.H. & Greenland D.J., 1964. Changes in the soil after clearing a tropical forest. Plant and soil, **21**: 101-112.
- Obigbesan G.O., 1977. Investigations on Nigeria root and tuber crops. Response of cassava to K fertilizer in Western Nigeria. Journal of agricultural science, **89**: 23-27.
- Okigbo B.N., 1979. Effects of methods of seedbed preparation and mulching on cassava yield. In: Lal R. (editor). Tillage systems and crop production in the tropics. IITA, Ibadan, Proceedings series 2: 75-92.
- Onwueme I.C., 1978. The tropical tuber crops: yams, cassava, sweet potato, cocoyams. John Wiley and Sons. New York. 234 pp.
- Sanchez P.A., 1976. Properties and management of soil in the tropics. A. Wiley — Interscience publication. John Wiley and Sons, New York.
- Teare I.D. & Peet M.M., 1983. Crop-water relations. John Wiley and Sons. Inc. p. 68.
- Tuckey R. & Schoff E., 1963. Influence of different mulching materials upon the soil environment. American society of horticultural science, **82**: 68-76.
- Vandenput R., 1981. Les principales cultures en Afrique Centrale. R.V. Editeurs, Bruxelles.
- Willis W.O., 1962. Effect of partial surface covers on evaporation from soil. Soil science society of american proceedings, **26**: 598-607

N.B. Lutaladio: Zaïrean Ph.D. in Agronomy (University of Ibadan); Maître de Recherche; Scientific Director of INERA.

T.A.T. Wanhua: Nigerian Ph.D. in Agronomy (University of Illinois); Reader, University of Science and Technology; Post-Harcourt

S.K. Hahn: Korean Ph.D. in Plant Breeding (Michigan State University); Director Emeritus: Root Tuber and Plantain Improvement Program, IITA-Ibadan

NOTES TECHNIQUES

TECHNICAL NOTES

TECHNISCHE NOTA'S

NOTAS TÉCNICAS

The Belgian Soil Science Project at the University Centre of Dschang in Cameroon.

E. Van Ranst*

Keywords: Cameroon — Soil Science Project — Objectives — Infrastructure — Activities.

Summary

The University Centre of Dschang in Cameroon, under the administrative authority of the Ministry of Higher Education, Computer Services and Scientific Research, has three main objectives: (1) the initial formation of staff assisting rural development; (2) carrying out scientific and technical research related to the problems encountered in the rural environment; and (3) the support of operations which aim at an increase of the agricultural production within the framework of the development of the country. For the development of some of its technical structures (departments), the University Centre of Dschang benefits from the cooperation of donor countries. In this way the Soil Science Department is technically and financially supported by a project of the Belgian Technical University Cooperation (General Administration for Development Cooperation). This technical note describes the activities and interventions of the Belgian Soil Science Project helping to fulfil the premised objectives in the field of soil science.

Résumé

Placé sous la tutelle du Ministère de l'Enseignement Supérieur, de l'Informatique et de la Recherche Scientifique, le Centre Universitaire de Dschang au Cameroun a pour mission: (1) la formation initiale des cadres du développement rural; (2) la recherche scientifique et technique en rapport avec les problèmes du monde rural; et (3) l'appui aux opérations visant l'augmentation de la production agricole en vue du développement du pays. Pour le développement de certaines de ses structures techniques (départements), le Centre Universitaire de Dschang bénéficie du concours des pays amis. C'est ainsi que le Département des Sciences du Sol est appuyé techniquement et financièrement par un projet de Coopération Technique Universitaire Belge (Administration Générale de la Coopération au Développement). Cette note technique décrit les activités et les prestations du Projet Belge des Sciences du Sol qui aident à accomplir la mission dans le domaine de la pédologie.

Introduction

Nestled in the western highlands of Cameroon, the University Centre of Dschang (UDC) is a residence university of higher education, offering degree programs in disciplines related to agricultural and rural development. This bilingual institution (French and English) established in 1977 by Presidential decree and administered under the Ministry of Higher Education, Computer Services and Scientific Research has three main objectives: teaching, research and extension for the development of the rural sector. These statutory activities are organized within scientific departments, experimental farms and off-campus stations or antennae located in different ecological zones of the country.

For the development of these technical structures, the University Centre of Dschang needs aid and support through the cooperation with donor countries. In this context, the Soil Science Department is technically and financially supported by a project of the Belgian Technical University Cooperation (General Administration for Development Cooperation) co-

ordinated by the University of Ghent (Laboratory for Regional Pedology and Land Evaluation). This bilateral project started its activities after the first agreement signed in July 1974. It was previously localized in Nkolbisson (Yaounde) at the National Advanced School of Agriculture (formerly under the direction of the University of Yaounde) and has been transferred to Dschang in September 1985.

Objectives of the project

The Soil Science Project, through the assistance of long-term experts, has the following objectives:

- (1) creation of an infrastructure, facilities and services, that can be used by the Cameroonian faculty staff and students to enhance teaching, research and extension programmes. The infrastructure includes a number of laboratories (soil chemistry, soil cartography, soil physics and soil mineralogy) with equipment, teaching aids and computer facilities;
- (2) formation and upgrading of staff (faculty members, laboratory technicians and administration personnel) through in-

* Laboratory for Regional Pedology and Land Evaluation, University of Ghent, Krijgslaan 281/S8, B-9000 Ghent, Belgium.
Received on 08.07.92 and accepted for publication on 14.07.92.

service training provided by the Belgian assistance team and through training in Belgium of faculty members to the level of M.Sc. and Ph.D. and of technicians in operating specific equipment;

(3) assisting the Cameroonian Government and other public and private enterprises in the planning of land use and agricultural development projects through support service activities; and

(4) maintaining strong ties with national and foreign institutions to promote the exchange of professional, scientific and technical expertise.

Training program and structure of the Soil Science Department

Although the Soil Science Project had fulfilled its principal tasks (teaching, research and support service) and trained faculty staff and technicians in a laboratory, equipped to carry out major routine analysis, the transfer to Dschang could be considered as a new start because a number of staff members resigned and a complete new laboratory had to be set up.

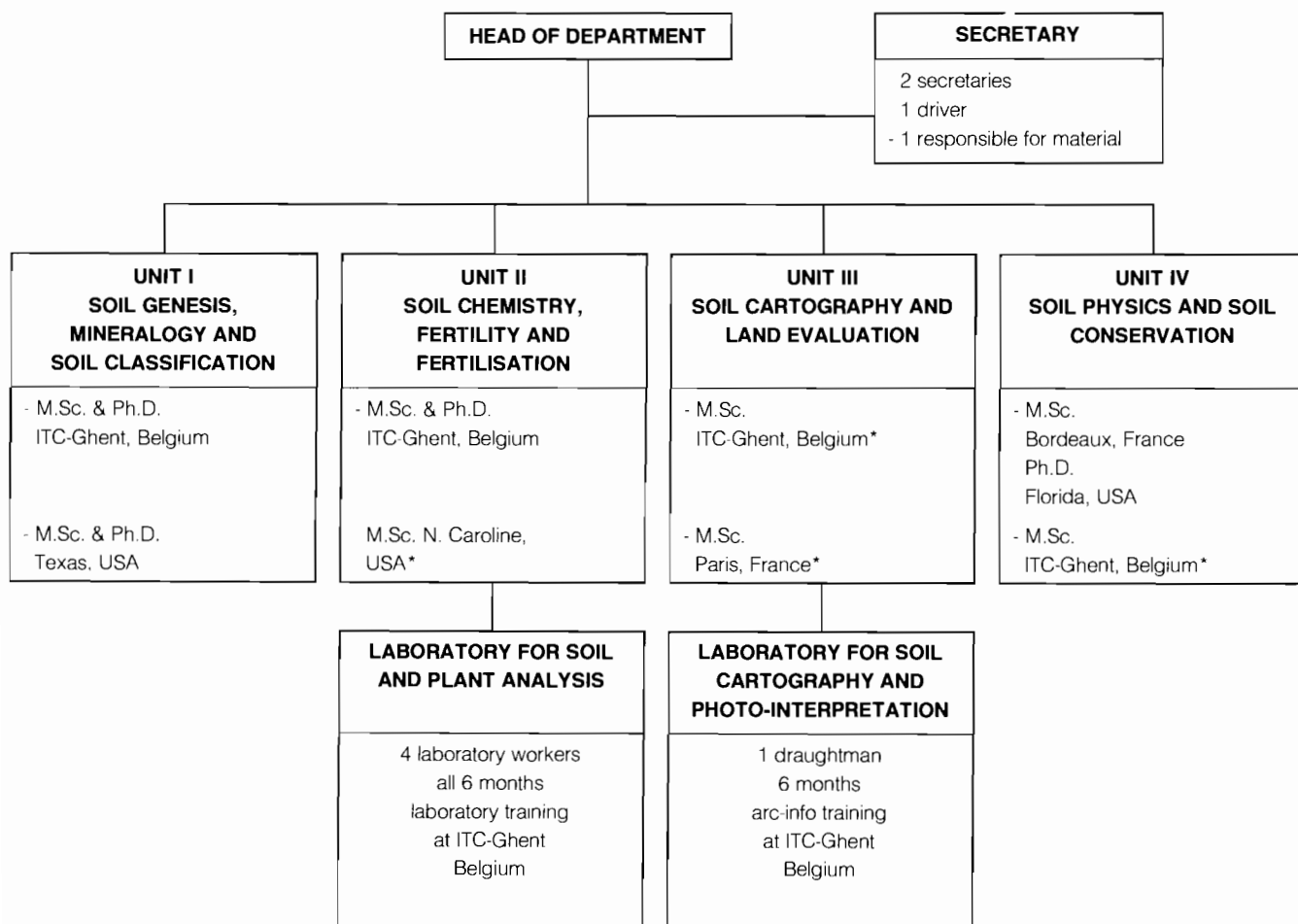
In 1985, the year of the transfer, the staff of the Soil Science on campus was limited to 4 scientific members (1 Cameroonian, 1 Indian, 1 American and 1 Belgian experts) and 2 laboratory workers. At that time, 4 Cameroonians were involved in graduate degree training abroad.

In Dschang, the Belgian assistance team was re-enforced with 2 supplementary experts, and new faculty and technical staff members were recruited and trained in service and in Belgium. The structure of the reorganized Soil Science Department and the training program of Cameroonian staff members is presented in the following diagram (only Cameroonian staff is represented).

Infrastructure and facilities

Besides the planning of the construction of a new building (technical plans ready), including offices, a library and laboratories, financed by the Belgian Government, the Belgian Cooperation through the Soil Science Project made it possible to install a complete new laboratory for soil and plant analysis, as well as a laboratory for cartography and aerial photo-interpretation on campus in Dschang.

The Soil and Plant Laboratory of the Soil Science Department is actually well equipped (electromechanical, electrochemical and spectrometric apparatus) and has the facilities to handle conveniently large numbers of samples (1,500 samples are analysed on a year basis for different purposes: soil characterization, fertility studies and quality control). All analysis (physical, physico-chemical and chemical) are executed according to the methods recommended by FAO and/or USDA. The quality control of fertilizers and water samples are



* Preparation of Ph.D. under supervision of ITC-faculty members with scholarships of the Belgian Cooperation.
ITC: International Training Centre for Post-Graduate Soil Scientists at the University of Ghent.

carried out according to international standard procedures.

This laboratory is principally acting as a service laboratory for agro-pedological, physico-chemical, chemical and physical analysis. Besides analysis, carried out for student memoirs and research projects, the laboratory also offers its analytical services to Government Institutions, Research Institutes, Rural Development Projects, Statutory Institutions and Private Organizations and individuals throughout Cameroon.

The laboratory for Soil Cartography and Aerial Photo-interpretation disposes of field equipment, a stereopret, stereoscopes, map reproduction apparatus and a computer installation for instruction and service support. Besides training and student memoirs, this laboratory has actually the facilities of rendering services in soil survey and mapping, in land evaluation (land suitability, yield prediction and determination of the optimal planting or sowing time) and concerning soil management.

Teaching activities

Education remains a primary function of the Soil Science Department. Teaching programmes in soil science have been restructured and modified under the supervision of Belgian experts and with the advice of visiting-professors invited annually to Dschang by the soil science project. The new programmes are designed to integrate theoretical instruction with practical, applied training of students.

Research activities

Research has been given high priority at the Soil Science Department, because it is an effective means of providing course content with current, state-of-the-art information in the field of soil science, and involves participation of young faculty members and students.

A departmental research programme is developed, in which all departmental units have to participate, sometimes in collaboration with researchers in other disciplines and/or researchers affiliated with other institutions, like the National Centre for Soils. This programme is designed to support the instructional programme of the Department, to contribute to faculty development and students training and to generate useful knowledge related to the problem of food production in Cameroon.

Research projects are sponsored by the Cameroonian Government through the University Centre of Dschang or financed with benefits made by the support service activities. Efforts are undertaken and linkages created with International Agencies and Institutions to finance research projects. In this way, a research project is financed by the International Science Foundation in Sweden.

The research activities of the Soil Science Department are mainly focused on detailed soil characterization and the study

of specific soil properties, evaluation of suitability for specific crops, computer models used in evaluation studies, fertility, soil management and soil erosion. With the participation of students, through their memoir programme, a soil map of Cameroon at a scale 1:500,000 using criteria of Soil Taxonomy was established. Evaluation studies for specific crops (cocoa, Robusta coffee, rubber, sugarcane etc.) were carried out. Fertilizer recommendations for maize, peanuts and beans on specific soils were established through field and pot experiments.

Support service activities

The support of the agricultural production in the framework of Cameroons' developmental policies is one of the most important tasks of the University Centre of Dschang. Although the major activities of the Soil Science Department concern training and fundamental research, an important part of them are related to the practical application of soil science, directed towards the inventorization of the soil resources of the country, their best and optimal utilization and the conservation and improvement of their agricultural potential. Whereas the training and research activities are exercised «intra mural», the support of production on the field is realized upon the request of a variety of public and private organizations.

With the assistance of Belgian experts and due to its infrastructural, scientific and technical capabilities, the Soil Science Department occupies a leading position in carrying out support services.

With regard to these support activities, the following objectives can be mentioned:

- (1) direct participation of scientific and technical personnel in soil survey and mapping exercises, physical and chemical soil and plant analysis, regional soil reclamation, etc...;
- (2) gain a better knowledge of the physical environment which constitutes an essential attribute for a proper pedagogic activity of the teaching staff; and
- (3) increase the resources of the University Centre of Dschang in general and of the Soil Science Department in particular, in order to achieve financial selfreliance.

Since the beginning of the project, the Soil Science Department has been requested to accomplish important studies among which we can mention complete studies of soils and their assessment for different private and government institutions and national, international and foreign aid organizations.

To these main achievements of national interest, we can add numerous analyses that were carried out in the laboratory and the interventions or advice given on several occasions for public and private organizations and for small-holders. These activities are completed by the organization of or the participation in seminars and conferences of pedological and agronomic interest.

Evaluer l'impact sur l'environnement: l'approche multicritère. Gérer l'incertitude: les modèles flous.

J.J. Boreux*

Keywords: Environment — Multicriteria analysis — Fuzzy models.

Résumé

En novembre 1991 et en février 1992, la Fondation Universitaire Luxembourgeoise (FUL) a organisé huit ateliers d'aide à la gestion de l'environnement; sous la direction du Professeur L. Duckstein (Université du Nevada, USA). Les quatre premiers furent consacrés à l'analyse multicritère tandis que les quatre autres concernèrent la logique floue. L'auditoire, principalement constitué de chercheurs et de décideurs, a fourni les exemples concrets permettant de mettre en valeur l'apport de ces techniques dans les processus de décision.

Summary

In November 1991 and February 1992, the Fondation Universitaire Luxembourgeoise (FUL) organised eight workshops about environment management. They were lead by Professor L. Duckstein (University of Nevada, USA).

The first four concerned multicriteria analysis while the other ones were dealing with fuzzy logic. The attendance, mainly gathering researchers and decision makers, provided real problems allowing the demonstration of these technics use fullness in decision processes.

Introduction

L'analyse multicritère vise à résoudre les conflits entre tous les acteurs qui interviennent dans les processus de décision. Elle est basée sur le Postulat de l'Optimum: *dans toute situation devant entraîner une ou plusieurs actions, il existe au moins une décision optimale pour laquelle il est possible d'établir objectivement qu'il n'existe pas une décision strictement meilleure et ceci en gardant une stricte neutralité vis-à-vis du processus de décision.*

La théorie des ensembles flous permet de gérer l'incertitude intrinsèque à toute modélisation de la réalité observable. Ainsi «le vague» inhérent aux activités humaines de types: conceptualiser, répertorier, classer, mesurer, etc... est pris en compte dans les modèles d'aide à la décision.

Finalement, ces deux approches permettent de faire progresser la connaissance des problèmes environnementaux et fournissent des solutions acceptables par toutes les parties concernées. Nous donnons ci-après une description très brève de ces techniques suivie d'une liste de références.

L'analyse multicritère

Keywords: Fonction de valeur — Pondérations — Alternatives — ELECTRE — Indice de concordance.

Le Postulat de l'Optimum affirme qu'il existe objectivement, donc en dehors de toute pression, une meilleure décision, c'est-à-dire satisfaisante pour tous les acteurs intervenants dans le processus. L'approche multicritère exige deux grandes étapes: la première consiste à bien définir le problème, la seconde à faire l'inventaire des alternatives satisfaisant des objectifs multiples des intervenants.

Définition du problème

Avant de se mettre à planifier, il importe d'identifier et d'harmoniser les buts du développement et les moyens financiers, techniques et humains dont on dispose. Dans des problèmes complexes et ou à grande échelle, il est vital que la définition du problème s'appuie sur les théories rigoureuses de l'ingénierie des systèmes.

Les alternatives

Le problème étant bien défini, on peut procéder à la conception et à la comparaison d'alternatives utiles. Une analyse de type coût-efficacité donne une méthode systématique pour ces opérations. Par exemple, la méthode ELECTRE permet le classement de 25 alternatives (ordre complet). Etant donné son importance, nous en donnons le principe: l'alternative A_j surclasse l'alternative A_k si A_j est préférée à A_k sur assez de critères importants et si l'inconfort ressenti sur les critères discordants est acceptable par tous les acteurs du processus de décision.

Les modèles flous

Keywords: Ensembles flous — Fonction d'appartenance — Distance.

Selon la théorie classique des ensembles, un élément x appartient ou n'appartient pas à l'ensemble A : $x \in A$ ou $x \notin A$. Les ensembles flous permettent de nuancer cette notion d'appartenance à un ensemble en affectant l'élément x d'un nombre, compris entre 0 et 1, donnant le degré d'appartenance de x à l'ensemble flou A . La manipulation des ensembles flous est basée sur l'arithmétique des intervalles et

* Fondation Universitaire Luxembourgeoise, Avenue de Longwy, 185 B-6700 ARLON, tél 063/21 58 11 — fax 063/22 01 47.
Reçu le 08 03.92 et accepté pour publication le 01 06.92

conduit à des règles de contrôle précises tenant compte d'une information approximative. Pour illustrer l'intérêt offert par l'approche floue, nous allons comparer un modèle linéaire flou avec un modèle linéaire classique soit la régression linéaire au sens des moindres carrés.

Soit N couples de points (x_i, y_i) formant un nuage ayant une direction principale marquée.

Selon la théorie classique, le modèle s'écrit :

$$\hat{y}_i = a + bx_i + \varepsilon_i$$

où ε_i représente le résidu c'est-à-dire l'écart entre la valeur réelle y_i et la valeur donnée par le modèle $\hat{y}_i$. Pour que le modèle classique soit valable, 6 conditions doivent être rencontrées :

1. le nuage de points doit évidemment posséder une première composante principale marquée ;
2. le nombre d'observations N doit au moins être égale à 20, souvent on conseille 30 ;
3. les résidus ε_i doivent avoir une distribution normale autour de zéro ;
4. la variance des résidus doit être constante ;
5. les résidus ne peuvent pas être autocorrélés ;
6. la variable dite indépendante ne peut pas être une variable aléatoire sinon il faut au moins multiplier le nombre de données par 5.

Il est clair que bon nombre d'utilisateurs transgressent l'une ou l'autre condition, ce qui explique la faiblesse de certaines explications pour ne pas parler des prévisions !

La régression floue au sens des moindres carrés, quant à elle, exige seulement le respect de la première condition !

Ainsi, au lieu de nier l'incertitude, l'approche floue l'inclut dans la modélisation pour, en fin de compte, donner un sens précis au doute.

Conclusions

Tant l'analyse multicritère que l'utilisation des modèles flous constituent des outils ultraperformants pour tous les acteurs intervenant dans des projets de développement où il existe une réelle volonté de concilier l'économie avec la protection de l'environnement.

Pour le lecteur intéressé, les publications ci-dessous sont disponibles à la
Fondation Universitaire Luxembourgeoise
Avenue de Longwy, 185
B-6700 Arlon
tél. 063/22.03.80
fax 063/22.01.47

Ateliers d'aide à la gestion de l'environnement

Première partie : analyse multicritères

Direction : Professeur L. Duckstein, Université d'Arizona, USA.

Liste de documents

1. Multiobjective decision analysis with engineering and business applications.
2. Incorporing risk and unprecision into water related decision making — an Austrian case study for instream water requirements.
3. Multicriterion analysis of groundwater contamination management.
4. Analysis of a karstic aquifer management problem by fuzzy composite programming.
5. A multiple criteria decision modelling approach to selection of estimation techniques for fitting extreme floods.
6. Multicriterion selection of wastewater management alternatives.
7. Interactive multiobjective analysis embedding the decision maker's implicit preference function.
8. Utility theory approach.
9. Applying multicriteria decision making. Techniques for planning machining operations.
10. Readings in multiple criteria decision aid.
11. Multiobjective analysis in water resources.
12. Choix d'un site de barrage-réservoir dans le bassin de la Garonne. Un cas d'étude pour une approche multicritère - Partie 1 : La présentation du problème.
13. Choix d'un site de barrage-réservoir dans le bassin de la Garonne. Un cas d'étude pour une approche multicritère - Partie 2 : Les acteurs, les alternatives, les effets...
14. Multiobjective Q-Analysis with Concordance and Discordance Concepts.
15. Polyhedral dynamics (MCPD) as a tool for machine-part group formation.
16. Multiobjective River Basin planning with Qualitative Criteria.

Ateliers d'aide à la gestion de l'environnement.

Deuxième partie : traitement de l'incertitude — les nombres flous.

Direction : Professeur L. Duckstein, Université d'Arizona, USA.

Liste de Documents

1. Appendix 91.
2. The future Looks «Fuzzy».
3. Fuzzy Set Membership. Prior, Probability and Value Function.
4. Designing with Fuzzy Logic.
5. Chapter 1.
6. The Fuzzy Logic Frontier in Risk Analysis.

7. Fuzzy Regression in Hydrology.
8. Linear Regression Analysis with Fuzzy Model.
9. Fuzzy Regression Analysis of the Effect of University Research on Regional Technologies.
10. Fuzzy Least Squares Regression: theory and Application.
11. Hypotheses: Fuzzy Regression.
12. Fuzzy Fatigue Life Prediction.
13. A Framework for describing the uncertainty in N-Loading.
14. Fuzzy Reliability in Hydraulics.
15. Combination of Fuzzy Numbers Representing Expert Opinions.
16. Analysis of a Karstic aquifer Management Problem by Fuzzy Composite Programming.
17. A fuzzy/stochastic multiobjective linear programming method.
18. Decision-making in a Fuzzy Environment.
19. Geostatistics Utilizing Imprecise (Fuzzy) Information.
20. Kriging with Imprecise (Fuzzy) Variograms. I: Theory.
21. Kriging with Imprecise (Fuzzy) Variograms. II: Application.
22. Application of Geological Information to Kriging.
23. Design of an FWPID Controller and its Simulation.
24. Fuzzy Control for Automatic Train Operation System.
25. Combining Fuzzy Numbers Using Non-Arbitrary Weights.
26. Applications of Fuzzy Numbers to Group Decision Making.
27. Fuzzy Delphi Method in Technological Forecasting and Decision Making.

J.J. Boreux. Licencié en Sciences physiques. Doctorant à la Fondation Universitaire Luxembourgeoise.

Remerciements

Depuis 1983, une série de lecteurs anonymes ont été sollicités par le Secrétariat de Tropicultura pour examiner d'un œil critique les documents proposés comme articles originaux.

A raison de deux lecteurs, voire trois, par article reçu, cela correspond à une masse importante de temps consacré par tous ces bénévoles à entretenir la qualité de notre publication. La préservation de leur anonymat nous empêche de les remercier individuellement ici, mais tous doivent être certains que leur travail sérieux, rapide et efficace a été apprécié à sa juste valeur. Merci à tous!

C'est l'occasion de faire appel à d'autres qui, chacun dans sa spécialité, permettraient de mieux répartir ce travail pour améliorer encore la qualité. Le Secrétariat recevra avec grand plaisir toute offre dans ce sens.

Dankwoord

Sinds 1983, werd een hele reeks anonieme lezers door het Secretariaat van Tropicultura aangezocht om met kritische blik de documenten door te nemen die als oorspronkelijke artikels werden aangeboden.

Tegen een gemiddelde van twee of drie lezers per ingezonden artikel komt men tot een indrukwekkende tijd die deze welwillende medewerkers aan het op peil houden van ons tijdschrift hebben besteed. Vermits zij liefst anoniem blijven kunnen wij hen hier niet persoonlijk danken, maar wij wensen hen toch te zeggen dat hun degelijk, snel en doeltreffend optreden ten zeerste gewaardeerd werd, daarom dus, dank U allen!

Dit is meteen de gelegenheid om op anderen een beroep te doen die, ieder in zijn specialiteit, kunnen bijdragen tot de taakverdeling om nog betere kwaliteit te kunnen aanbieden. Het Secretariaat zal elk aanbod in die zin in dank aanvaarden.

Acknowledgements

Since 1983, quite a lot of anonymous referees have gently assisted the Tropicultura's secretariat by critical analysis of papers submitted for publication.

Two referees, and sometimes three per paper received means a huge total of hours freely spent to keep the level of our review appropriate. It is impossible to list them here due to the anonymous character of the function, but all of them deserve our congratulations for the quick, efficient and high standard work done which has been fully appreciated. Many thanks to all of you!

It is a good opportunity also to call for new referees to still improve the quality of our journal through an enlarged referees team.

The Secretariat will be very pleased to receive any proposition in that sense.

Prof. Dr. Ir. J. Hardouin

Transfer of Animal Traction Technology in Mbozi, Tanzania. The case of «Agricultural Development Programme-Mbozi».

G. Makitwange*

Summary

The Agricultural Development Programme (ADP) is an integrated agricultural project in Mbozi District covering some 90 villages with the aim to increase food production of smallholder farmers in a sustainable way.

After having gained enough experience, a proper ox-mechanization policy was worked out.

At the end of 1991, the project started an experiment with a womengroup in a very isolated area engaged in maize grinding using an ox-driven maize-mill.

Résumé

Le programme de développement agricole de Mbozi couvre 90 villages et a pour but de développer la production alimentaire chez le petit producteur par une agriculture intégrée.

Dans ce but, la mécanisation avec traction bovine a été introduite, en fonction des possibilités d'absorption par la population ainsi que des ressources disponibles en vulgarisation et en appui.

Fin 1991, un essai a débuté avec un groupe de femmes chez qui un moulin à maïs animé par des bœufs a été installé.

Introduction

The present paper is a synthesis of communications presented at the international seminars in Lusaka-Zambia in January 1991, and in April 1991 in Rwanda.

It describes the situation and the results achieved so far by the team involved in a joint project of the Non Governmental Organization CCOPIBO (Association for Development Cooperation), the District of Mbozi and CDTF (Community Development Trust Fund) with the financial assistance of the Belgian Administration for Development Cooperation, the «Nationaal Centrum voor Ontwikkelingssamenwerking» and the NGO «Broederlijk Delen».

The Agricultural Development Programme (ADP) Mbozi is an integrated agricultural project in Mbozi District, Tanzania, which started in 1986 and is presently covering some 90 villages.

The aim of the project is to assist smallholder farmers in their efforts to increase food production in a sustainable way.

For that purpose, strong emphasis is given to Resource Efficient Agricultural methods (also called Low External Input Agriculture).

The integrated approach involves not only agricultural extension, but also inputs and implements are supplied up to village level and certain services are provided on Divisional level.

Research conducted in 1986/87 revealed that the two main problems in agriculture were decreasing soil fertility and a labour shortage at specific periods in the year (at planting and the following weeding time and at harvesting time) due to the fact that most farmers grow maize and — twice a season — beans as well as some coffee. Over half of the farm

households own cattle, in spite of their low economic return. Cattle indeed have a high social and cultural value and are seen as a security for unexpected expenditures.

Based on these findings, a proper ox-mechanization policy was worked out, containing the following elements:

- a. The role of ox-mechanization is defined in relation to all aspects of soil fertility:
 - transport of organic matter to the fields,
 - incorporation of organic matter under ridges,
 - use of improved Farm Yard Manure (stored in pit or heap) and compost.
- b. The role of ox-mechanization is defined in relation to labour constraints, land availability and improvement of crop husbandries, with emphasis on:
 - the timely and proper soil preparation which includes ploughing before the rains (either after the harvest or just before the onset of the rains), harrowing twice (once to prepare a seedbed for the weeds and the second time to kill the germinated seeds and prepare the seedbed for the maize), planting with a plough or a cultivator,
 - the advantage of planting on ridges, as the incorporation of organic matter leads to higher yields, and
 - the importance of weeding, as poor weeding is found to be the biggest constraint of increased maize yields in the Southern Highlands of Tanzania. Only mechanized weeding can provide a solution, given the earlier mentioned labour shortage.
- c. In all steps the role of women is taken into account. They should benefit foremost from the eventually realized reduction of workload as they are the main actors in food production.

* ADP-Mbozi, P.O. Box 204, Mbozi - Mbeya Region - Tanzania.
Received on 08.01.92 and accepted for publication on 20.11.92.

- d. Ox-mechanization and animal health care are taken up as topics in the general agricultural courses for link farmers and extension workers.

In the initial years ox-mechanization had not been given priority, as it is clear that only medium and bigger farmers can afford it. A herd of 5 cattle is a minimum number (in order to be able to have 2 bulls) and cash is needed to buy the implements.

Still, in the period from 1987-1991, the project has managed to sell appr. 100 oxcarts, 250 ploughs and a few cultivators and ridgers, despite the fact that in the first year, availability of the implements was a major bottleneck.

In the last 3 years 3-days seminars on ox-mechanization were held at the Farm Service Centre for 18 villages in which 450 linkfarmers were trained in the basic skills of ox-mechani-

zation. In the last 2 years an agreement was made with 11 villages and ox-mechanization committees were trained in their villages in the more advanced skills (appr. 55 people).

After all potential villages have been trained, expansion can only come through reducing the risks of cattle growing. The project has not yet entered this difficult field (difficult because supply of medicines in the country is insufficient, dipping is extremely difficult to organize, etc...).

At the end of 1991, the project started an experiment with a women's group in a very isolated area engaged in maize grinding using an ox-driven maize-mill.

A pair of oxen and a pair of donkeys were trained for the grinding job. The machine is producing 15 kg of flour an hour. The project is now working on training the women in management and further examines how to improve the machine's efficiency.

Samenvatting: Het landbouwontwikkelingsprogramma Mbozi bestrijkt zowat 90 dorpen en heeft als hoofddoel de kleine boer te begeleiden in zijn experimenten om te komen tot een geïntegreerde landbouw.

Dierlijke tractie werd weerhouden als een belangrijk aandachtspunt voor een beter rendement in de landbouw.

Naast grondbewerking en transport werd eind 1991 ook een experiment gedaan met een osaangedreven maïsmolen in een vrouwengroep.

G. Makitwange: Tanzanian Agronomist - ADP - Mbozi P.O. Box 204 — Mbozi — Mbeya Region — Tanzania

The opinions expressed are the sole responsibility of the author(s) concerned.
 Les opinions émises sont sous la seule responsabilité de leurs auteurs.
 De geformuleerde stellingen zijn op de verantwoordelijkheid van de betrokken auteur(s).
 Las opiniones presentadas son de la única responsabilidad de los autores concernidos.

AFRIKA FOCUS

Tijdschrift van AFRIKA BRUG v.z.w.

Periodical of the association
AFRIKA BRUG

Périodique d'AFRIKA BRUG a.s.b.l.

Stichtende organisatie:
Afrika Vereniging van de
Universiteit te Gent (1985)Founding organisation:
Africa Association of the
University of Ghent, Belgium (1985)Organisation fondatrice:
Association Afrique de l'Université
de Gand (1985)

Coupure Links 653 - B — 9000 Gent - Belgium

Op het einde van dit zevende jaar Afrika Focus is de redactie blij om terug een innovatie te kunnen introduceren: het Namibië-artikel wordt geïllustreerd met acht bladzijden kleurenfoto's. We weten het: ooit was dit het verkoopargument voor de National Geographic: in een tijd waar kleurenfotografie eerder de uitzondering was en waar geïnteresseerde lezers de wereld enkel in zwart/wit konden ontdekken waren de eerste kleurenfoto's een curiosum waar men lezers kon mee werven.

Nu, zowat 60 jaren later, zou je denken dat dit niet meer het geval zou hoeven te zijn. Edoch,... Vooral puur wetenschappelijke tijdschriften blijken het moeilijk te hebben om hun publicaties op deze manier aantrekkelijker te maken. De hoge kostprijs aan de ene kant, en de wat precare financiële situatie aan de andere, nopen er hen toe om enkel lijnillustraties (tekeningen, grafieken) en een occasionele zwart/wit foto te publiceren. Interessante artikels raken zodoende niet van het epitheton 'droog' af — alhoewel we moeten toegeven dat figuren de wetenschappelijke waarde natuurlijk niet kunnen vervangen; ze kunnen echter wel het behandelde onderwerp op een fraaiere, versta aangenamere, manier voorstellen.

De ervaring leert dat er sedert een vijftal jaar blijkbaar meer geld en aandacht besteed wordt om plaats te maken voor dit soort verhelderende kleurenillustraties. Nu, anno 1991, is Afrika Focus dan ook blij en fier bij deze nieuwe trend te kunnen aansluiten. Publicatie werd mogelijk door de financier van het onderzoeksproject waarnaar het artikel refereert (de Europese Gemeenschap, DG VIII).

De aandachtige lezer zal merken dat bij de 'boeken, conferenties,...' ook een nieuwigheidje staat: een plaatbespreking. Dit kan wat vreemd lijken: muziek, en zeker Afrikaanse muziek, is immers slechts zelden voorwerp van wetenschappelijke studies en bespiegelingen. Wij hebben het nochtans opportuun gevonden om ook hier voor een primeur te zorgen: de CD die de VZW Vredeseilanden uitbrengt, heeft immers ook tot doel om het Vlaamse publiek een staalkaart aan te bieden van wat in Senegal aan muziekgenres en -stijlen bestaat. Het boekje dat de CD begeleidt, duidt de gemaakte keuze en geeft uitleg waar nodig. Men zou kunnen zeggen dat Vredeseilanden zodoende héél multidisciplinair bezig is: ontwikkelingsactiviteiten ontplooiën in de Derde Wereld, animatie en voorlichting verstrekken in Vlaanderen en daarbij gebruik maken van verschillende media, informatiedragers en benaderingswijzen. Elk op zijn 'vak'gebied trachten Vredeseilanden en Afrika Focus mensen te bereiken, te informeren over en te interesseren voor Afrika. In wetenschappelijke termen noemt dit synergie.

At the end of Afrika Focus' seventh year the editorial board is happy to be able to present an innovation: the Namibia article is illustrated through eight pages of colour pictures. Some of you maybe know that long ago the National Geographic used colour pictures as a publicity argument to increase its circulation. Until that time, its readers had only been able to explore the world through black and white pictures; colour photographs were still a curiosity.

Now, some 60 years later, most people probably think that colour pictures should/can no longer be a promotional means. The truth, however, is different. Especially purely scientific journals seem to have a lot of problems to use them to make their articles more attractive. This is explained by the high printing costs which are not offset by the subscription rates. As a consequence, most scientific journals only publish line drawings and, occasionally, black and white pictures. Interesting articles thus often remain rather 'dry' food for thought (although we must admit that colour illustrations do not increase the scientific value of the article; they can only render it more attractive, and maybe add some information).

Attentive readers will see that in the part dealing with books and conferences we have introduced another innovation: a CD review. This can seem a bit odd as music, and especially African music, is hardly ever discussed scientifically. We, however, considered the CD published by the Belgian non governmental organisation for development cooperation Vredeseilanden (Islands of Peace) as a good opportunity to present this 'scoop'. Indeed, this CD wants to inform the Flemish public of the variety that exists in the Senegalese music scene. The booklet that goes with the CD gives background information and motivates the choices made. One could say that Vredeseilanden's CD is part of its multidisciplinary approach of the development problem: the organisation manages development projects in Africa but also tries to inform the public back home, hereby using different media, and information carriers and approaches. It would seem that both Afrika Focus and Vredeseilanden try to inform and make people become interested in Africa. And this can be called synergy.

A la fin de cette septième année qu'Afrika Focus paraît, la rédaction est très heureuse de pouvoir présenter une innovation: l'article sur la Namibie est illustré par huit pages de photos en couleur.

Les gens qui s'y connaissent savent qu'il y a soixante ans ces photos étaient l'argument de vente numéro un du National Geographic (Etats Unis). C'était une période pendant laquelle des photos en couleur étaient plutôt rares. Les lecteurs devaient explorer le monde à travers des photos en noir et blanc.

Maintenant, tout laisserait penser que la situation devrait être complètement différente. Eh bien, il faut avouer que ce n'est pas le cas. Les publications purement scientifiques sont souvent dépourvues d'illustrations en couleur, les prix d'impression étant prohibitifs et malheureusement pas compensés par les entrées (abonnements). Dans la plupart des cas on ne publie que des dessins et, par exception, des photos en noir et blanc. Les articles scientifiques n'en profitent guère, et sont souvent classés comme étant peu emballants (bien qu'il faut avouer que le contenu d'un article n'est pas plus scientifique s'il y a des photos en couleur pour l'illustrer; reste que ces photos améliorent la présentation...).

Notre expérience montre, néanmoins, que depuis cinq ans il y a, apparemment, plus de possibilités pour introduire cette façon attractive d'illustrer le contenu des articles. C'est maintenant, anno 1991, qu'Afrika Focus est heureux de pouvoir suivre ce nouveau 'trend'. Ajoutons que la publication de ces photos a été rendue possible par le financement accordé au projet de recherche dont traite l'article (Communauté Européenne, DG VIII).

Le lecteur attentif verra que dans la rubrique «livres, conférences,...» nous avons introduit une autre nouveauté: la critique d'un disque. Cela peut apparaître plutôt bizarre: la musique, et surtout la musique africaine, ne fait que rarement l'objet d'études scientifiques. Nous avons néanmoins jugé opportun de créer cette primeur car le CD qui a été lancé par l'ONG flamande Vredeseilanden a, entre autres, pour but de présenter différents genres de musique sénégalaise. Le livret qui accompagne le CD donne plus d'explications et justifie d'une manière systématique le choix des morceaux. On pourrait dire que Vredeseilanden a une approche multidisciplinaire: d'un côté l'organisation est active dans le tiers monde, de l'autre elle fait de l'animation et formation en Flandre en utilisant différents moyens de transfert d'information. Ainsi Afrika Focus et Vredeseilanden ont tous les deux pour but d'informer un public sur l'Afrique et de susciter leur intérêt. On peut parler ici d'une vraie synergie!

Patrick Van Damme

Het Wetenschappelijk Comité van Tropicultura heeft beslist om in het vervolg de lijst met artikels verschenen in het drietalig Belgisch wetenschappelijk tijdschrift «AFRIKA FOCUS», te publiceren.

The Scientific Committee of Tropicultura will in future inform its readers of the articles that are published in the trilingual Belgian scientific journal «AFRIKA FOCUS».

Le Comité Scientifique de Tropicultura a décidé d'informer dorénavant ses lecteurs des articles publiés dans la revue scientifique trilingue belge «AFRIKA FOCUS».

VOLUME 7, NR. 4, 1991	VOLUME 8, NR. 1, 1992	VOLUME 8, NR 2, 1992
INHOUD/CONTENTS/SOMMAIRE	INHOUD/CONTENTS/SOMMAIRE	INHOUD/CONTENTS/SOMMAIRE
In memoriam Firmin Rodégem (P. Wymeersch) p. 309	In memoriam Jaak A. (Theodoor) Theuws (P. Wymeersch) p. 1	Owen G. MORDAUNT
Eric THYS	Bagalwa Basemake Gaspard MUHEME	Wanjiru's Search for Self in Ngugi Wa Thiong'o's «Minutes of Glory» p. 93
De vulgarisatie van de totale kastratie van de ram in het verre noorden van Kameroen: Een voorbeeld van een niet-verantwoorde promotie van een technologie. p. 313	Les aspects productifs de l'économie informelle. Recherche des indicateurs pour une réponse au développement en Afrique p. 5	Magda CREAMERS-PALMERS
Brahim HACHLOUF	Geert VERGAERDE	De oude fotodokumentatie over Rwanda in het Museum van Tervuren p. 105
La femme et le développement au Maghreb. Une approche socio-culturelle p. 330	De erfenis van Mobutu	Gert LAEKEMAN, Gaspard NIYONZIMA, Simon SCHARPE, Arnold VLIETINCK & Tony METS
Patrick VAN DAMME	Mugyabuso M. MULOKOZI	Spathodea campanulata: een anti-diabetisch geneesmiddel? p. 131
Plant Ecology in the Namib Desert p. 355	A Survey of Kiswahili Literature: 1970-1988 p. 49	
BOEKEN, CONFERENTIES EN MEDIA/BOOKS, CONFERENCES AND MEDIA/LIVRES, CONFÉRENCES ET MEDIA	BOEKEN, CONFERENTIES EN MEDIA/BOOKS, CONFERENCES AND MEDIA/LIVRES, CONFÉRENCES ET MEDIA	BOEKEN, CONFERENTIES EN MEDIA/BOOKS, CONFERENCES AND MEDIA/LIVRES, CONFÉRENCES ET MEDIA
Marcel d'Hertefeldt: «Anthropologie culturelle: évolution, histoire, structure, fonction». (G. Hambrouck) p. 401	Jan Breman et al., «Kolonialisme, Racisme en cultuurpolitiek» (P. Wymeersch) p. 63	Frans Joostens, «Schaven aan de zwarte ziel. Belgisch-Kongo gezien door het koloniale maandblad Band (1942-1960)» (P. Wymeersch) p. 145
H.J.M. Claessen, A. Jonker, B.J. Rouwenhorst & G.D. Van Wengen: «Inleiding tot de culturele antropologie». (P. Wymeersch) p. 403	Janne Lundström, «De gevangene van de regenboog. 50 Afrikaanse dilemma-sprookjes» (P. Wymeersch) p. 72	Jan Schmücker & Stefaan Van Den Abbeele, «Zaire. Een geologisch schandaal» (P. Wymeersch) p. 149
W.A. Haviland: «Culturele antropologie». (P. Wymeersch) p. 405	AFRICA REVIEW	Tentoonstelling «Cas Oorthuys - Guaranteed Real Dutch - Congo» (M. Creamers-Palmers) p. 151
«De taal van de samenwerking. De projectcyclus getoetst aan de plaatselijke cultuurdynamiek». (P. Wymeersch) p. 406	The Gambia	Serge Desouter, «De gebroken ians» (P. Wymeersch) p. 160
Jan Brokken: «De regenvogel». (P. Wymeersch) p. 408	Uganda	Trudeke Vuyk, «Children of One Womb. Descent, Marriage and Gender in Central African Societies» (P. Wymeersch) p. 162
«Senegal Waaw» - CD. (P. Van Damme) p. 411	De artikels worden geabstraheerd in AGRIS (FAO) / The articles are covered in AGRIS (FAO) / Les articles sont repris dans AGRIS (FAO).	
AFRICA REVIEW		AFRICA REVIEW
Cameroon p. 419		Ghana p. 167
Namibia p. 429		

BASIN

Building Advisory Service and Information Network

International Course on

ECONOMIC CONSTRUCTION AND LOCAL BUILDING MATERIALS

Under the auspices of



United Nations
Industrial Development
Organization

and



United Nations Centre
for Human Settlements
(Habitat)

Grenoble, 7 June - 16 July 1993

P R E M I S E S

Each of the BASIN network partner organizations, although possessing expertise on numerous building materials and technologies, however, specializes in a single subject area in order to be able to provide a more qualified service:

GATE, German Appropriate Technology Exchange, provides the «Wall Building Advisory Service»;

SKAT, the Swiss Centre for Appropriate Technology, provides the «Roofing Advisory Service»;

ITDG, the Intermediate Technology Development Group, United Kingdom, provides the «Cements and Binders Advisory Service»;

CRATerre-EAG, the International Centre for Earth Construction, France, provides the «Earth Building Advisory Service».

COURSE ORGANIZATION

The course shall be divided into six weekly units articulated through a range of activities including lectures, group work, plenary sessions and demonstrations, conducted either by one or more lecturers, or a moderator, or a combination of both. The participants will be involved in an active process of information dissemination, whereby the lecturers provide information on the subject matter, which is jointly analysed on the basis of the participants' own project experiences and the specific conditions of application prevailing in their respective countries. The participants shall be divided into working groups to discuss and analyse certain issues, which will be presented at a plenary session.

I N F O R M A T I O N

PARTICIPANTS

Architects, planners, engineers, economists, sociologists. The course is designed for the following categories of participants: professional staff, responsible for planning and executing building programmes; government planners, administrators and programme managers at national and regional levels; architects, planners and project coordinators of non-governmental organizations; experts and technical advisors of international agencies, donor governments and voluntary organizations. The number of participants will be limited to 25.

The participants must have at least five years of professional or project experience in professions connected with planning and project implementation. They are expected to come prepared with information (printed material, slides, etc) on current prices of building materials in their country, costs of manpower and of construction per unit volume/area, prevailing building techniques, standards and regulations, as well as interesting case studies.

CRATerre-EAG, Mrs. Marina Trappéniers, BP 2636, 38036 GRENOBLE CEDEX 2, FRANCE
Telephone (33) 76 40 14 39 - Telefax (33) 76 22 72 56 - Telex 308 658 F CRATERE

BIBLIOGRAPHIE

BOEKBESPREKING

BIBLIOGRAPHY

BIBLIOGRAFIA

Animal husbandry in warm climates.

Proceedings of the international Symposium on Animal Husbandry in Warm Climates, Viterbo, Italy, 25-27 October 1990 (EAAP Publication No. 55, 1991) Pudoc Wageningen 1991, 151 p., Price 43 US\$.

The contents of the proceedings are quite complete with an Introduction, seven Sessions, Concluding remarks and a Poster session. Unfortunately there is no mention of the topic of each session although it seems that they correspond to same number of scientific commissions of the European Association for Animal Production EAAP/Fédération Européenne de Zootechnie FEZ. First authors of the 19 articles were 9 from Italy, 3 from France and one from Egypt, United Kingdom, Israel, Germany, Portugal, Morocco and FAO.

Titles are listed below:

Endocrinological and neurological systems in body thermoregulation — Metabolic responses of farm animals to high temperature — Reproductive responses under high temperature.

Productive responses of ruminants under high temperature conditions.

Breeding programmes for improved dairy production in tropical climates.

Problems associated with the transfer of genetic material from temperate to warm Mediterranean regions: consequences on the equilibration of the animal production systems.

Selection and breeding strategies for production in warm climates.

Feeding strategy for animal production in warm climates — Ruminant production strategies in warm climates, a case study: the Iberic Peninsula — Alternative breeding programs for dairy cattle in North Africa — The effects of environmental factors on water balance in animals.

Effect of high temperature on production and quality of milk.

Heat stress effects on some blood parameters of sheep.

Effects of high temperatures on reproduction in small ruminants.

Italian beef breeds in warm climates.

Breeding strategies in dry-hot countries.

Strategies for the use of agricultural by-products as ruminant feed in warm climates.

Suitable engineering strategies for livestock shelters in warm climates.

Preservation of animal ecotypes bred in the Mediterranean area.

Cheminement d'une action de développement.

E. Beaudoux, Geneviève de Crombrughe, F. Douxchamps, Marie-Christine Guéneau et M. Nieuwkerk.

Ed. L'Harmattan Paris, 1992; 203 pages. Prix: 110 FRF.

Cet ouvrage a été réalisé dans le cadre d'une étude sur les ONG menée pour la C.C.E. sous la coordination du Collectif d'Echanges pour la Technologie Appropriée COTA en collaboration avec l'Institut de Recherches et d'Applications des Méthodes de Développement IRAM. De nombreuses enquêtes ont été menées dans divers pays d'Amérique du Sud, d'Afrique, d'Asie et d'Europe. Le document s'intéresse aux quatre étapes classiques d'une action de développement: identification, programmation, suivi et évaluation.

L'ouvrage n'est pas un livre de recettes pour bien réussir un programme de développement, mais un guide aussi bien pour les organisations qui mettent en œuvre un projet que pour celles qui sont chargées de l'évaluer. Dès l'introduction le lecteur

sait qu'il s'agit d'un «document d'orientation méthodologique».

Ce document est présenté dans un esprit très cartésien, très systématique, très dense. Aucun détail ne semble avoir échappé aux enquêteurs. Les quatre principaux chapitres sont consacrés aux quatre étapes citées plus haut, avec chaque fois deux parties: les points de repère, et les démarches et outils. La bibliographie est abondante.

«Les relations entre les acteurs du développement sont extrêmement importantes: il faut que chacun apprenne à aborder tout autre acteur avec une saine curiosité.» Cette phrase de l'épilogue est une sorte de leçon; c'est aussi une incitation à lire l'ouvrage lorsque l'on est confronté aux actions de développement.

(ouvrage remis par le COTA)

Quand les pauvres du Sud s'autofinancent.

Institut Panos (31 rue de Reuilly, & 75012 Paris); éditions L'Harmattan, Paris, 1989 pour la première édition (anglaise?) et 1991 pour celle-ci; 157 pages petit format (13,5 x 21,5). 85 FRF.

L'ouvrage porte comme sous-titre: «L'accès au crédit des laissés-pour-compte», et c'est bien de cela qu'il s'agit. Onze auteurs différents, apparemment des journalistes locaux, ont effectué des enquêtes de terrain dans des pays aussi divers que le Bangladesh, le Chili, la Colombie, l'Inde, l'Indonésie, le Kenya, le Pakistan, le Sénégal, le Sri Lanka, la Tanzanie et la Zambie.

Dans des styles délicieux qui s'apparentent souvent à la poésie, chacun des auteurs parvient à faire comprendre aux lecteurs les difficultés rencontrées par les pauvres des pays en développement, et plus particulièrement par les femmes, lors de la recherche de crédit.

Une leçon peut être tirée de ces études fort différentes: le système bancaire classique ne convient pas pour les petits pays sans alors que de nombreuses expériences montrent que des prêts SANS garantie sont presque toujours remboursés dès que l'on accepte des systèmes sortant des voies classiques. Mais il n'est pas toujours facile d'échapper aux usuriers, aux propriétaires fonciers sans scrupules, ou aux corrompus. La dizaine de pages d'introduction sont une excellente synthèse de l'ouvrage qui n'est ni un guide de haute finance ni un inventaire des circuits de prêts. Ce sont au contraire des textes pleins de vie, d'espoir et de confiance dans ces populations pauvres que l'on dit trop souvent incapables de gestion.

Strategy for sustainable livestock production in the tropics.

T.R. Preston and E. Murgueitio, published by Consultorias para el Desarrollo Rural Integrado en el Trópico (CONDRIT) Ltda, Cali, Colombia: 1992, 89 pages 13,5 x 19,5 cm + 12 color plates and covers.

Authors' address: CIPAV, Carrera 35 A Oeste # 3-66, AA 20591 Cali, Colombia; Fax 23-824-627.

The senior author is well known in the world of the tropical animal production, and the booklet just issued is focused on a very up-to-date concern of many scientists. Sustainable production is actually a key-word. But the main difference with many other books on sustainability is that this one gives pragmatic solutions based on scientific analysis.

Livestock production systems for developing countries should be designed according to criteria which take account of their likely impact on long-term economic, ecological, ethological and sociological issues which are all explained and exemplified.

Judged by these criteria, the less-developed countries, especially those in tropical regions, have important comparative advantages for competitive production of food, feed and fuel from renewable resources.

For densely populated regions, where production of food staples is the dominant activity, the livestock feed base is the fibrous crop residues and agricultural byproducts. Urea-rich, multivitamin blocks, and restricted amounts of tree foliages and supplements containing «bypass» protein will permit ruminant animals to perform efficiently on these basal diets, despite their low digestibility.

Where population densities are lower, there are opportunities for growing a high biomass-producing crop such as sugar cane, and with simple technologies produce feeds of very high digestibility (the cane juice) which can be the basal diet for the more efficient monogastric animals such as pigs and ducks. The residual fibrous material (the tops and bagasse) can be the basal feed for ruminants, especially sheep, or be used as fuel.

In these systems much of protein can be supplied by multi-purpose trees and water plants. All the livestock are managed in partial or total confinement to minimize environmental damage and to maximize nutrient recycling to the crops. Fuel for the family is derived from the biodigester which uses as substrate the excreta from the pigs, and from the sugar cane bagasse.

Earthworms upgrade the fertilizer value of the excreta from the ruminant animals and also produce protein which can be fed to ducks.

Potential productivities of this system are extremely high; in contrast, methane: meat ratios are low. The total carcass meat output from 1 ha established in sugar cane is estimated to be 4207 kg (79% from pigs). It is associated with the production of approximately 483 kg methane (465 kg from the sheep and 18 kg from the pigs). The ratio of methane to meat is thus 115 kg methane per tonne of carcass meat. There is a surplus of 30 tonnes (408 GJ) of bagasse to be used as fuel.

The constraints in all savannah ecosystems are: (i) the availability of the critical nutrients required to sustain efficient utilization of the available biomass, which is of low digestibility and deficient in nitrogen and minerals; and (ii) the availability of total biomass during prolonged dry periods and drought. The proposed strategy is to provide critical nutrients and biomass that can be stored and made available as needed.

Supplements imported from outside can generally be discounted on grounds of transport cost and availability. The resource must be grown locally, must be adapted to the area and must be protective of the environment.

Experience points to trees and shrubs as the most logical resource to fulfil the dual role of providing supplements and biomass. They have the added attributes of contributing to environmental stability by providing a renewable source of fuel and a sink for carbon dioxide and provide considerable employment in the establishment stage and at harvest.

The success of the *Prosopis juliflora* programme in the arid and semi-arid areas of North-Eastern Brazil is an example of a sustainable alternative to traditional grazing systems.

Economically significant reproductive disorders in small ruminants.

Proceedings of a seminar. Amman, Jordan, 6-10 May 1990. Under the Auspices of the Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH and the Jordan Ministry of Agriculture. Editors: F. Schenkel and G. Weiland

Publ. GTZ; 155 pages 16,5 × 23,3 cm; no date of issue (1992?). Available from GTZ.

Many papers presented at the seminar provide excellent syntheses; it is the case for the articles on mycoplasma infections or cryptosporidiosis, and also for the two papers on diagnostic measures.

The proceedings are divided in four parts:

1) Production and health care (4 papers)

The special economic importance of sheep and goats. Sheep and goat rearing in the Middle East. Infectious diseases of small ruminants in Jordan. Neonatal mortality in sheep and goats.

2) Infectious agents (5 papers)

Viral diseases as a cause of reproductive disorders in sheep and goats. Role of bacterial infections in the reproduction of sheep and goats. Brucellosis in small ruminants in Jordan. Mycoplasma infections of small ruminants. Important parasitic diseases with special reference to toxoplasmosis and cryptosporidiosis.

3) The role and value of diagnosis in recognition of infectious diseases (3 papers)

New diagnostic measures in microbiology. Serodiagnostic measures in parasitology. Diagnosis of the causes of perinatal loss in small ruminants.

4) Epidemiology and prophylaxis (3 papers)

Epidemiological investigations of sheep and goats in selected areas of Jordan. Aspects of the vaccination of sheep and goats. Vaccine production in Jordan: possibilities and limitations.

Eighteen pages are devoted to the abstracts. Addresses of 3 out of the 15 first authors are unfortunately missing. The absence of papers on economics is surprising when the title of the seminar is checked at.

Scientific and informative review devoted to rural problems in the developing countries and published by the Belgian Administration for Development Cooperation (B.A.D.C.)
Four issues a year (March, June, September, December).

Editorial Staff: AGRI-OVERSEAS, a non profit association founded with a view to establishing professional links and fostering common concerns amongst those working overseas towards rural development.

Scientific coordinator: Professor Dr.Ir. J. Hardouin.

Scientific Committee: composed of a representative from each of the following Belgian Institutions:
Mr R. Lenaerts, General Administrator, Belgian Administration for Development Cooperation, Brussels (B.A.D.C.),
Professors J. Hardouin and P. Kageruka, Production and Health Department, Institute of Tropical Medicine, Antwerp (A.P.D.H./I.T.M.), Professor F. Lomba, Faculty of Veterinary Medicine, University of Liège (U.Lg); Professor J. Vercruysse, Faculty of Veterinary Medicine, University of Ghent (U.G.); Professor J. Vanderveken, Faculty of Agricultural Sciences, Gembloux (F.S.A.Gx); Professor R. Swennen, Faculty of Agricultural Sciences, Catholic University of Leuven, (K.U.L.); Professor P. Van Damme, Faculty of Agricultural Sciences and Applied Biological Sciences, University of Ghent (U.G.); Professor M. Verhoyen, Faculty of Agricultural Sciences, Catholic University of Louvain (U.C.L.); Professor J. Wouters, Department of Agronomy, Free University of Brussels (U.L.B.); Professor C. Reizer, University Foundation of Luxemburg, Arlon (F.U.L.); Professor J.C. Micha, University College Our Lady of Peace, Namur (F.U.N.D.P.).

Secretariat - Editorial Staff: Agri-Overseas/Tropicultura, c/o B.A.D.C. Bur 509, place du Champ de Mars 5, Bte 57, B-1050 Brussels - Belgium. Tel.: 32.2/519.03.77.

Distribution: Free on written request.

Instructions to authors

General conditions:

Manuscripts (one original and two copies) are to be submitted to Agri-Overseas, address mentioned above. They may be written in the four following languages: English, French, Dutch, Spanish. They must be accompanied by a covering letter from the author stating the address for further correspondence.

Each paper will be examined by two referees and may be returned to the authors for modification. One copy will remain the property of Agri-Overseas.

The first author of each paper will receive 20 free reprints of it.

Practical requirements:

Manuscripts should not exceed 10 typewritten pages on white paper DIN A4 (21 x 29,7 cm) with double spacing and a 5 cm left margin.

Lay-out:

Title: as brief as possible in lower-case letter-type.

Authors: under the title, preceded by their initials (complete christian name for women) and with an asterisk referring at the bottom of the page to their institution and its address.

Keywords: 7 maximum.

Summary: in the language of the contribution (maximum 200 words) and in English.

Introduction:

Material and methods (or observations)

Results

Discussion

Acknowledgements: if necessary.

Literature: references have to be presented in alphabetical order of authors' name and numbered from 1 to x. Refer in the text to those numbers (in parentheses).

References will mention:

- for periodicals: authors' names with their initials, year of publication, full title of the articles in the original language, title of the journal, volume number (underlined), first and last page of the article.

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

- for books: authors' names with their initials, year of publication, full title of the book, name of publisher, place of publication, first and last page of the chapter cited.

Example: 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.

Tables and figures should be carefully designed on separate pages numbered in Arabic numerals on the back. Figures should be professionally drawn. Never present table and figure for the same data. Photographs must be of good quality, unmounted glossy prints and numbered on the back. Accompanied captions should be typed on separated sheets and refer to the number of photo, drawing a.s.o.

Remarks: Avoid the use of footnotes

Avoid using dashes in the text

Avoid using capital letters when not necessary

Give the nationality, diploma and function of each author

Give if possible the translation in French (or Dutch or Spanish) of the title

The editorial staff reserves the right to refuse manuscripts not consistent with the above instructions.

Texte français dans le N° 2

Nederlandse tekst in Nr 3

Texto Español en el N° 4

TROPICULTURA

1992

Vol.10

N.1

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

CONTENTS

EDITORIAL

The tenth anniversary of the journal (*in Dutch*)

R. Lenaerts 1

ORIGINAL ARTICLES

High-altitude rice cultivation in Burundi: major constraints and varietal diversification (*in French*).

J-F. Detry & J.P. Tilquin 3

Study of the integrated fertilisation in farmers fields in the natural region of Mugamba (Burundi) (*in French*).

C. Van den Berghe, P. Sota & A. Mujawayezu 7

Efficacy of fungicides on the progress of early blight and yield of potato in Cameroon (*in English*)

D.A. Fontem & Beatrice Aighewi 15

Effects of mulch on soil properties and on the performance of late season cassava (*Manihot esculenta* Crantz) on an acid ultisol in Southwestern Zaire (*in English*).

N.B. Lutaladio, T.A.T. Wahua & S.K. Hahn 20

TECHNICAL NOTES

The Belgian Soil Science Project at the University Centre of Dschang in Cameroon (*in English*).

E. Van Ranst 27

Assessing environmental impact: multicriteria analysis. Managing uncertainty: Fuzzy models. (*in French*)

J.J. Boreux 30

Transfer of Animal Traction Technology in Mbozi, Tanzania. The case of «Agricultural Development Programme - Mbozi» (*in English*).

G. Makitwange 33

BIBLIOGRAPHY 38



Editor:
R. LENAERTS
BADC - Place du Champ de Mars 5, B.57, Marsveldplein - AGCD
1050 Bruxelles/Brussel



Composition - Mise en page
Photosetting Roland Van Campenhout
Tel. 32 2-460 79 42 Fax 32 2-460 76 05

Imprimerie Page-In sprl
Route de Huy, 49 - 4287 Lincet
Tél. 32 19-63.53.77 Fax 32 19-63.53.77