

# TROPICULTURA

1987 Vol. 5 N. 4

Trimestriel (mars - juin - septembre - décembre)  
Driemaandelijks (maart - juni - september - december)

## EDITORIAL / EDITORIAAL / EDITORIAL

Cinq ans après...

**A. Saintraint**

129

## LETTRE DU PRESIDENT / BRIEF VAN DE VOORZITTER / CARTA DEL PRESIDENTE

**J. Mortelmans**

130

## MESSAGE / BOODSCHAP / MENSAJE

**C. Winterbeeck**

131/132

## ARTICLES ORIGINAUX / OORSPRONKELIJKE ARTIKELS / ARTICULOS ORIGINALES

Etude de l'influence du type de bouture et de la récolte des feuilles sur la qualité des tubercules de manioc (*Manihot esculenta* Crantz cv. "F 46").

**K.A. Mwangalalo, M. Naku et M. Ruhigwa**

133

Contraintes techniques et sociales en conservation du sol et des eaux en zone à très forte densité de population : l'exemple des montagnes du Mumirwa au Burundi.

**C. Mathieu**

137

Influence des amendements calcaire et organique sur le rendement de l'arachide en sol dégradé, au Sénégal.

**N. Mallouhi et P. Jutras**

147

Agro-ecological zones. The development of a regional classification scheme for Rwanda.

**D.C. Clay et Y.M.J. Dejaegher**

153

## PROJETS / PROJEKTEN / PROYECTOS

Techniques de capture et observations écoéthologiques sur le rat de Gambie, *Cricetomys*, dans la forêt équatoriale du Zaïre.

**M. Malekani**

160

## COMPTES RENDUS / VERSLAGEN / RELACIONES

L'éjointage des oiseaux

**P. Horlait**

165

## NOUVELLES / NIEUWS / NOVEDADES

169

## BIBLIOGRAPHIE / BOEKBESPREKING / BIBLIOGRAFIA

172

## INDEX VOLUME 5

175

English contents on back cover.



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



Revue scientifique et d'information consacrée aux problèmes ruraux dans les pays en voie de développement et éditée par l'Administration Générale Belge de la Coopération au Développement (A.G.C.D.).

Paraît quatre fois l'an (mars, juin, septembre, décembre).

Editeur responsable :

**C. Winterbeek**

**pl. du Champ de Mars 5, B. 57  
1050 Bruxelles — Belgique**

Rédaction :

AGRI-OVERSEAS asbl

Cette association a été créée dans le but d'établir des relations professionnelles ou d'intérêts communs entre tous ceux qui œuvrent pour le développement rural outre-mer

L'Assemblée Générale est constituée de tous les membres en règle de cotisation.

Comité scientifique

Un représentant de chacune des institutions belges suivantes le compose

- Administration Générale de la Coopération au Développement à Bruxelles (A.G.C.D.).
- Département de Production et Santé Animales, Institut de Médecine Tropicale, Antwerpen (D.P.S.A./I.M.T.).
- Faculté de Médecine Vétérinaire de Cureghem, Université de Liège (U.Lg.).
- Faculté de Médecine Vétérinaire de Gand, Rijksuniversiteit van Gent (R.U.G.).
- Faculté des Sciences Agronomiques de l'Etat à Gembloux (F.S.A.Gx.).
- Faculté des Sciences Agronomiques de la Katholieke Universiteit van Leuven (K.U.L.).
- Faculté des Sciences Agronomiques de la Rijksuniversiteit van Gent (R.U.G.).
- Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université Catholique de Louvain (U.C.L.).
- Section Interfacultaire d'Agronomie - Université Libre de Bruxelles (U.L.B.).
- Fondation Universitaire Luxembourgeoise (F.U.L.).

Secrétariat — Rédaction

Agri-Overseas/Tropicultura  
c/o A.G.C.D., Bur. 1527  
pl. du Champ de Mars 5, B. 57  
1050 Bruxelles - Belgique  
Tél. 02/5190481

C.C.P. 000-0003516-24  
S.G.B. 210-0825235-11  
de AGRI-OVERSEAS

Distribution :

Gratuite sur demande écrite au Secrétariat

Wetenschappelijk en informatief tijdschrift handelend over landbouwproblemen in ontwikkelingslanden uitgegeven door het Belgisch Algemeen Bestuur voor Ontwikkelingssamenwerking. (A.B.O.S.).

Verschijnt vier maal per jaar (maart, juni, september, december).

Verantwoordelijke uitgever :

**C. Winterbeek**

**Marsveldplein 5, B. 57  
1050 Brussel — België**

Redaktie :

AGRI-OVERSEAS vzw

Is een vereniging gesticht, met het doel gemeenschappelijke relaties te ontdekken onder al diegenen die overzee voor de landbouwontwikkeling werken.

De Algemene Vergadering wordt gevormd door al de leden die in orde zijn met hun bijdrage.

Wetenschappelijke raad

Samengesteld met een vertegenwoordiger van de volgende Belgische instellingen

- Algemeen Bestuur voor Ontwikkelingssamenwerking, Brussel (A.B.O.S.).
- Afdeling Diergeneeskunde en Zoötechniek, Instituut voor Tropische Geneeskunde, Antwerpen (A.D.Z./I.T.G.).
- Fakulteit van Diergeneeskunde van Cureghem, (Universiteit de Liège (U.Lg.).
- Fakulteit van Diergeneeskunde, Rijksuniversiteit van Gent (R.U.G.).
- Fakulteit van de Landbouwkundige Wetenschappen van de Staat, Gembloux (F.S.A.Gx.).
- Fakulteit van Landbouwkundige Wetenschappen, Katholieke Universiteit van Leuven (K.U.L.).
- Fakulteit van de Landbouwkundige Wetenschappen, Rijksuniversiteit van Gent (R.U.G.).
- Fakulteit van de Landbouwkundige Wetenschappen, Université Catholique de Louvain (U.C.L.).
- Afdeling van Landbouwwetenschappen - Université Libre de Bruxelles (U.L.B.).
- Luxemburgerse Universitaire Stichting (F.U.L.).

Secrétariaat — Redaktie

Agri-Overseas/Tropicultura  
c/o A.B.O.S., Bur. 1527  
Marsveldplein, B. 57  
1050 Brussel - België  
Tel. 02/5190481

P.C.R. 000-0003516-24  
G.B.M. 210-0825235-11  
van AGRI-OVERSEAS

Verspreiding :

Gratis, op schriftelijk verzoek aan het Sekretariaat.

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).

Responsible Editor :

**C. Winterbeek**

**pl. du Champ de Mars 5, B. 57  
1050 Brussels — Belgium**

Editorial Staff :

AGRI-OVERSEAS

Is a non-profit association founded with a view to establishing professional links and fostering common concerns amongst those working overseas towards rural development.

The General Assembly is constituted with all the members who regularly pay their contribution.

Scientific Committee

It comprises a representative from each of the following Belgian Institutions

- Belgian Administration for Development Cooperation, Brussels (B.A.D.C.).
- Animal Production and Health Department, Institute of Tropical Medicine, Antwerp (D.P.S.A./I.M.T.).
- Faculty of Veterinary Medicine, State University of Liege (U.Lg.).
- Faculty of Veterinary Medicine, State University of Ghent (R.U.G.).
- Faculty of Agricultural Sciences of the State, Gembloux (F.S.A.Gx.).
- Faculty of Agricultural Sciences, Catholic University of Louvain (K.U.L.).
- Faculty of Agricultural Sciences, State University of Ghent (R.U.G.).
- Faculty of Agricultural Sciences, Catholic University of Louvain (U.C.L.).
- Department of Agronomy Free State University of Brussels (U.L.B.).
- Academic Foundation of Luxembourg (F.U.L.).

Secretariat — Editorial Staff

Agri-Overseas/Tropicultura  
c/o B.A.D.C., Bur. 1527  
pl. du Champ de Mars 5, B. 57  
1050 Brussels - Belgium  
Tel. 32.2/5190481

Post-check number 000-0003516-24  
Bank account 210-0825235-11  
of AGRI-OVERSEAS

Distribution :

Free, on written request to the Secretariat

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

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

Editor responsable :

**C. Winterbeek**

**pl. du Champ de Mars 5, B. 57  
1050 Bruxelles — Belgica**

Redacción :

AGRI-OVERSEAS

esta una asociación creada con el fin de establecer relaciones profesionales o intereses comunes entre todos que laboran por el desarrollo rural en ultra-mar.

La Asamblea General esta constituida de todos los miembros en regla de cotización.

Comisión científica

Integrada por un representante de cada una de las instituciones belgas siguientes

- Administración General de la Cooperación al Desarrollo, en Bruselas (A.G.C.D.).
- Departamento de Producción y Sanidad Animales, Instituto de Medicina Tropical, Amberes (D.P.S.A./I.M.T.).
- Facultad de Medicina Veterinaria de Cureghem, Universidad de Liege (U.Lg.).
- Facultad de Medicina Veterinaria de Gante, Universidad del Estado de Gante (B.U.G.).
- Facultad de Ciencias Agrómicas des Estado en Gembloux (F.S.A.Gx.).
- Facultad de Ciencias Agrómicas de la Universidad Católica de Lovaina (K.U.L.).
- Facultad de Ciencias Agrómicas de la Universidad del Estado de Gante (R.U.G.).
- Facultad de Ciencias Agrómicas de la Universidad Católica de Lovaina (U.C.L.).
- Departamento de Agronomía Universidad de Bruselas - (U.L.B.).
- Fundación Universitario del Luxembourg (F.U.L.).

Secretaría — Redacción

Agri-Overseas/Tropicultura  
c/o A.G.C.D., Bur. 1527  
pl. du Champ de Mars 5, B. 57  
1050 Bruxelles - Belgica  
Tel. 32.2/5190481

Cuentas de cheque 000-0003516-24  
Banca 210-0825235-11  
de AGRI-OVERSEAS

Distribución :

Gratuito, a petición escrita al Secretaría.

## EDITORIAL

### Cinq ans après...

Voilà cinq ans déjà qu'AGRI-OVERSEAS a lancé la Revue Tropicultura. Cinq ans, c'est à la fois, l'occasion de faire un bilan et de dégager un certain nombre de perspectives d'avenir.

Tropicultura, incontestablement, sert de lien entre les agronomes et les vétérinaires au service de la coopération internationale: volontaires, coopérants bilatéraux, experts ou cadres associés, experts internationaux, spécialistes du secteur privé. Ce trait d'union est un élément important, mais non suffisant car ce qui doit unir les spécialistes belges s'inscrit manifestement dans un contexte plus large de dimension internationale. Le défi des années à venir est incontestablement la mise au service du développement des techniques d'agriculture et d'élevage sous toutes leurs facettes.

Immenses défis, énormes paradoxes: d'un côté le monde de la faim, de l'autre celui des surplus étonnants des économies, générateurs de gigantesques gaspillages. La recherche et la technique s'inscrivent dans une vision planétaire de la construction d'un monde plus équilibré et plus cohérent. Le technicien et l'ingénieur sont appelés à travailler dans une vision où l'humanisme doit toujours rester présent.

Grâce à la volonté de quelques-uns, Tropicultura a réussi à être ce lien indispensable. Demain, sa mission sera appelée à s'élargir, à s'inscrire dans un contexte international où nous avons un rôle plus important à jouer, même s'il a été quelque peu négligé ces dernières années. J'émet le souhait que les cinq années qui viennent nous permettent de nous situer dans des secteurs de pointe et Dieu sait s'ils sont nombreux et vastes où nos spécialistes, je pense particulièrement à la génération de l'an 2000, contribueront à relever les lancinants défis auxquels nous sommes confrontés: réaliser une agriculture humanisée au service de tous et protéger la planète pour la maintenir viable et équilibrée dans une action solidaire des autres nations et des organisations internationales dont le rôle est irremplaçable.

C'est le vœu que je formule en souhaitant une participation accrue de nos agronomes, de nos vétérinaires, de nos économistes ruraux, de nos divers spécialistes, à Tropicultura.

A. Saintraint  
Ambassadeur,  
Représentant permanent de la Belgique auprès de la FAO



## LETTRE DU PRESIDENT

**Le mot du Président d'Agri-Overseas lors du cinquième anniversaire de Tropicultura.**

Je ne cache pas que je suis un homme heureux, aujourd'hui, lors de la parution du dernier numéro du Tome V de "Tropicultura". Je suis heureux parce que j'ai l'honneur et le privilège d'appartenir à ce petit groupe de ceux qui ont eu la foi dans l'avenir d'une initiative, prise et mûrie il y a bien longtemps et qui a pris forme voici cinq ans.

Maintenant qu'est venu le moment de parcourir le passé et de voir ce qui a été réalisé, je pense qu'il est de mon devoir en ma qualité de Président d'Agri-Overseas de remercier tous ceux et celles qui ont si grandement contribué à la réalisation de la parution des cinq tomes de Tropicultura.

Je remercie d'abord tous ceux qui nous ont envoyé des articles, des suggestions, des remarques, des critiques. C'est grâce à eux que nous avons pu remplir les centaines de pages de Tropicultura, qui forment et formeront dans l'avenir le trait d'union entre la Métropole (facultés, écoles, professeurs, amis...) et le terrain. Et le terrain, pour moi ce sont nos coopérants, nos anciens étudiants, nos amis dont certains sont devenus Ministre, Ambassadeur, Professeur d'Université, Chef de projet...

Mais je me félicite aujourd'hui aussi de pouvoir remercier l'Administrateur Général de l'A.G.C.D. et son administration. Sans leur appui moral et financier et ceci à partir de la première minute de l'existence de Tropicultura, ces lignes, mes chers lecteur et lectrice, ne se trouveraient pas devant vos yeux. Je n'ose pas énumérer les noms de tous ceux, à qui Tropicultura doit sa vie et sa survie; mais je pense que deux noms méritent tout de même d'être signalés: Antoine Saintraint, l'Administrateur Général qui a organisé la fête du baptême du premier numéro de Tropicultura, baptême qui signifiait pour nous tous qu'on venait déjà de franchir le "point of no-return", et André Delire, le Chef du Service de Développement Rural de l'A.G.C.D., qui a saisi dès les premières négociations que Tropicultura était appelé à succéder dignement — après environ 20 ans — au Bulletin Agricole du Congo-Belge, revue jouissant encore de nos jours d'une réputation mondiale scientifique.

Au nom de tous les membres d'Agri-Overseas et de tous nos lecteurs, je remercie le Ministre des Relations Extérieures pour l'hospitalité que nous éprouvons depuis cinq ans, le Chef du Cabinet du Secrétaire d'Etat à la Coopération au Développement pour l'encouragement, l'appui et les avis tant appréciés, le Doyen de la Faculté de Médecine Vétérinaire de Cureghem pour l'autorisation de pouvoir tenir nos assises trimestrielles dans la grande salle du Conseil de la Faculté.

Quand je dis "nos assises" je pense aux collègues et amis, qui forment Agri-Overseas et qui se retrouvent régulièrement à Cureghem, toujours avec un enthousiasme grandissant, pour délibérer sur le passé et l'avenir de Tropicultura. Qu'ils retrouvent ici, dans ce numéro, qui constitue le numéro vingt dans la vie de Tropicultura, l'expression de la gratitude de tous les lecteurs et lectrices. Sans ce petit cénacle, non plus, Tropicultura n'existerait point.

Je ne veux pas conclure avant d'adresser en dernier lieu les remerciements les plus chaleureux à mon Collègue Jacques Hardouin, Administrateur Délégué d'Agri-Overseas, à Madame M.J. Desmet-Willems, secrétaire, et à Monsieur l'lr. G. Chauvaux, qui ont assuré depuis cinq ans le va-et-vient journalier de notre revue, tâche parfois ingrate mais qui les honore pour toujours.

"Nous", c'est aussi "Vous", chers lecteur et lectrice, nous avons donc cinq ans. Cela veut dire que nous devons encore grandir et prospérer. Notre équipe d'Agri-Overseas continuera sa tâche avec plaisir et persévérance; nous sommes heureux de voir arriver de partout des félicitations et des encouragements. Cette équipe compte pourtant sur "Vous" pour aider à faire grandir notre "Revue"; nous comptons sur vos remarques et critiques; nous suggérons de nous envoyer des articles, extraits de rapports, petites anecdotes professionnelles, etc.

L'objectif pour les cinq ans à venir: faisons tous un effort pour faire doubler le nombre de pages de Tropicultura. C'est le Tiers Monde Rural qui en bénéficiera en tout premier lieu.

Jos Mortelmans,  
Président d'Agri-Overseas

## MESSAGE

## MENSAJE

The readers of Tropicultura would have by now fully appreciated the immense importance of rural development especially in the context of the countries in Africa south of Sahara. More than 20 % of the budget allocation of BADC goes towards the agriculture and animal husbandry development aid programmes; this does not take into account the commitments and contributions of this organization towards international aid agencies (FIDA, FAO, CGIAR,...).

With the aim of further popularising Tropicultura and to strengthen the endeavours of the professionals involved in overseas development projects, the BADC and the Agri-Overseas (a non-profit organization) shall from now onwards cooperate in a more efficient manner. The editorial office of Tropicultura shall establish itself in the premises of BADC to effectively utilise the available infrastructure of the data based information services.

Since the last five years Tropicultura, a journal specialized in rural development programmes, has established itself and proved that this periodical meets the demand of Belgian aspirations.

Tropicultura is now entering a new phase. I am convinced that, with the specialization of its editorial board coupled with the means now made available through the intermediary of BADC, this journal shall effectively meet the challenges of those engaged in field or laboratory studies for the development of the countries of this planet which are most in need.

No es necesario recordar al lector de Tropicultura la prioridad que se debe dar al desarrollo rural, sobre todo en los países del Africa del sur del Sáhara. Además, la A.G.C.D. asigna más del 20 (%) de sus presupuestos a la agricultura y a la cría de ganado, sin contar las participaciones en las actividades de los organismos internacionales: FIDA, FAO, Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional...

Con el fin de incrementar la difusión de Tropicultura y de intensificar las relaciones entre los profesionales del desarrollo rural de ultramar, la A.G.C.D. y la a.s.f.l. Agri-Overseas inician a partir del presente número una colaboración aún más estrecha que anteriormente. Efectivamente, la redacción de Tropicultura podrá contar con la infraestructura del servicio de información de la A.G.C.D. y, a ese fin, se instalará en los despachos de la misma.

Desde hace cinco años, Tropicultura viene demostrando que una revista especializada en desarrollo rural tiene su lugar en Bélgica.

Tropicultura entra ahora en nueva fase. Estoy convencido de que la combinación de la profesionalidad del equipo encargado de la redacción con los medios que pone a su disposición la A.G.C.D., le permitirá servir aún mejor la causa de todos aquellos que trabajan, sobre el terreno o en los laboratorios, al servicio del desarrollo de los países más desfavorecidos de nuestro planeta.

C. Winterbeeck

General Administrator a.i.  
of the Development Co-operation

Administrador General a.i.  
de la Cooperación al Desarrollo

## MESSAGE

## BOODSCHAP

Ce n'est pas au lecteur de Tropicultura qu'il faut rappeler la priorité à donner au développement rural, surtout dans les pays d'Afrique sud-saharienne. L'AGCD consacre d'ailleurs 20% de ses budgets à l'agriculture et à l'élevage, sans compter les participations aux activités des organismes internationaux : FIDA, FAO, Groupe Consultatif pour la Recherche Agricole Internationale CGIAR,...

Dans le but d'accroître la diffusion de Tropicultura et dans celui d'intensifier les relations entre les professionnels du développement rural outremer, l'AGCD et l'asbl Agri-Overseas entament à partir de ce numéro une collaboration encore plus étroite qu'auparavant. La rédaction de Tropicultura pourra en effet compter sur l'infrastructure du service Information de l'AGCD et s'installera à cet effet dans les bureaux de celle-ci.

Tropicultura a déjà prouvé depuis cinq ans qu'une revue spécialisée en développement rural avait sa place en Belgique.

Tropicultura entre maintenant dans une nouvelle phase. Je suis persuadé que la conjugaison des qualités de l'équipe responsable de la rédaction et des moyens mis à sa disposition par l'AGCD lui permettra d'encore mieux servir la cause de ceux et celles qui œuvrent, sur le terrain ou dans les laboratoires, au service du développement des pays les plus démunis de la planète.

De lezers van Tropicultura zijn voldoende overtuigd van het grote belang van de plattelandsontwikkeling, vooral in de Afrikaanse landen ten zuiden van de Sahara. Het ABOS besteedt ten andere 20% van zijn budget aan landbouw en veeteelt, zonder nog rekening te houden met zijn participatie in de activiteiten van internationale organisaties als IFAD (International Found for Agricultural Development), FAO, CGIAR (Consultative Group for International Agricultural Research),...

Met de bedoeling Tropicultura verder te verspreiden en om de relaties tussen degenen die ijveren voor de plattelandsontwikkeling overzee nog te verstevigen, zijn het ABOS en de vzw Agri-Overseas vanaf dit nummer nog intenser dan voorheen gaan samenwerken. De redactie van Tropicultura zal kunnen gebruik maken van de infrastructuur van de dienst Informatie van ABOS en zal zich daar zelfs vestigen.

Reeds 5 jaar heeft Tropicultura bewezen dat een tijdschrift, gespecialiseerd in de ontwikkelings van het platteland, beantwoordt aan een behoefte in België.

Tropicultura stapt nu over naar een nieuwe fase. Ik ben ervan overtuigd dat de samenvoeging van de kwaliteit van de verantwoordelijke redactieploeg enerzijds, met de middelen die door het ABOS ter beschikking gesteld worden anderzijds, het tijdschrift in staat zal stellen, nog beter aan de verlangens van diegenen te beantwoorden die op het terrein en in de laboratoria, de zaak van de armste landen van deze planeet dienen.

C. Winterbeeck

Administrateur Général a.i.  
de la Coopération au Développement

Administrateur Generaal a.i.  
van de Ontwikkelingssamenwerking

ARTICLES ORIGINAUX

OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

ORIGINAL ARTICLES

ARTICULOS ORIGINALES

## Etude de l'influence du type de bouture et de la récolte des feuilles sur la qualité des tubercules de manioc (*Manihot esculenta* Crantz c.v. "F46")

K.A. Mwangalalo\*, M. Naku\*\*, M. Ruhigwa\*\*

### Résumé

*Le manioc du cultivar "F46" a le défaut de donner des tubercules très fibreux à maturité. Une étude a été menée à Yangambi au Zaïre en vue de tenter d'améliorer la qualité de ces tubercules. L'expérience a porté sur l'observation des racines des plantes provenant des boutures apicales, médianes ou basales qui, soit n'ont pas subi de récolte des feuilles, soit en ont été l'objet tous les deux mois ou chaque mois.*

*Les résultats obtenus ont montré que lorsqu'on récolte les feuilles, le type de boutures n'a pas d'influence sur la lignification des tubercules et que quand on ne cueille pas les feuilles, la teneur des racines en fibres augmente avec l'âge des boutures. Cela étant, la récolte des feuilles augmente avec l'âge des boutures. Cela étant, la récolte des feuilles diminue le taux de fibres dans les tubercules. L'intensité de la cueillette des feuilles n'affecte pas significativement la lignification des tubercules. Enfin, il a été établi une interaction significative entre le niveau de prélèvement des boutures et la fréquence de récolte des feuilles.*

### Summary

*The deficiency of the "F46" cassava cultivar is that it yields fibrous tubercles at its maturity. A study has been made at Yangambi (in Zaïre) to try to improve the quality of those tubercles. The experience has consisted of observing roots of plants from apical, median and basal cuttings from which leaves have not been picked, every two months or one.*

*The result obtained revealed that the picking of leaves and the type of cutting have no influence on lignification of tubercles and that when we do not pick the leaves, the degree of fibres in tuber roots increases with the age of cutting. Thus, the picking of cassava leaves reduces fiber ratio in tubercles. The intensity of leaves picking has no significant effect on the lignification of tubercles.*

*At the end, a significant interaction has been found out between the level of cutting's drawing and the frequency of leaves picking.*

### 1. Introduction

Au Zaïre, le manioc est la culture vivrière la plus importante. En 1978, sa production était évaluée à 11.778.900 t, ce qui le place en première position parmi les produits vivriers du pays, suivi de loin par le plantain avec 1.405.000 t (1). De la superficie totale emblavée du pays, 1,6 millions d'hectares de terre, soit 45 % sont consacrés au manioc (10).

Le manioc est un aliment essentiellement énergétique. Il fournit 60 % des calories consommées quotidiennement par le zaïrois moyen (8). Les feuilles de manioc constituent le principal légume avec une production de 327.900 t en 1978 (1).

Pour accroître la production de manioc, des progrès considérables sont réalisés notamment par la mise au point de nombreux cultivars hautement productifs. Mais, malheureusement, ces types de cultivars sont parfois de qualité organoleptique médiocre. C'est le cas du cultivar "F46". Ce dernier a été créé au Programme National Manioc (PRONAM) et introduit à Yangambi, mais n'a pas été apprécié par les consommateurs à cause de ses tubercules très fibreux à maturité.

La présente étude est un extrait d'un travail de fin d'études réalisé à l'Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi, au Zaïre, en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome, année

\* Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques "I.F.S.E.A" de Bengamisa, Zaïre  
 \*\* Institut Facultaire des Sciences Agronomiques "I.F.A" de Yangambi, Zaïre

académique 1984-1985, sous le même titre. Elle est une tentative d'amélioration de la qualité des tubercules par la réduction de leur teneur en fibres. A cet effet, deux facteurs ont été étudiés: le niveau de prélèvement des boutures sur la tige en rapport avec la relation qui existe entre l'intensité de la lignification des plantes et leur âge (3) et la récolte des feuilles en vertu de l'opinion populaire selon laquelle la récolte des feuilles diminuerait la teneur des tubercules en fibres.

## 2. Matériel et méthodes

L'étude a été réalisée à Yangambi (24°31' de longitude E et 0°46' de latitude N), du 19 novembre 1983 au 8 octobre 1984, sous un climat continental du type Af de la classification de Köppen (4).

Pendant la période de l'essai, les précipitations moyennes enregistrées étaient de 124 mm et les températures moyennes variaient entre 24 et 25°C. Le terrain occupé était une jachère de dix ans, dominée par le parasolier (*Musanga cecrospioides*). Le sol du site expérimental est un ferrasol de texture sablo-argileuse (20 à 30 % d'argile) et de pH acide (4,5 à 4,7). Ce type de sol appartient à la série Y2 (Yakonde) de la classification de l'INEAC (13).

Les caractéristiques agronomiques du manioc du cultivar "F46" déterminées par la Division des Plantes vivrières de l'INERA à Yangambi sont:

- la précocité (8 mois de cycle végétatif, une récolte retardée entraîne une forte lignification et la pourriture des carottes fraîches);
- le port érigé et le feuillage abondant;
- la fructification peu abondante;
- le bois sensible à la verse mais résistant à la sécheresse;
- la tige à noeuds bien développés;
- les racines relativement longues, volumineuses, pédonculées, douces et peu denses;
- le rendement en sol forestier est estimé à 25 t de carottes fraîches à l'hectare.

La composition chimique des racines déterminée par Kitunga (1984) se résume comme suit: l'humidité des tubercules frais (75,79%), l'acide cyanhydrique (5,58 mg/100 g de la M.S.), l'amidon (77,78%), les fibres brutes (6,39% de la M.S.) et les protéines (2,18%).

Le dispositif expérimental adopté était celui des parcelles divisées "split-plot design" dans lequel les niveaux de prélèvement des boutures constituent les traitements principaux et les fréquences de récolte des feuilles les sous-traitements, répétés trois fois. Les observations ont donc porté sur les plantes issues de boutures apicales, médianes et basales qui ont été l'objet d'une récolte mensuelle ou bimensuelle des feuilles, ou qui n'ont pas subi de récolte.

La plantation a été faite à raison d'une bouture par emplacement et à l'écartement de 1 x 1 m. Les boutures utilisées mesuraient 20 à 25 cm de longueur. Elles ont été plantées horizontalement à une profondeur d'environ 20 cm. La superficie unitaire des parcelles principales était de 63 m<sup>2</sup> (9 x 7 m) tandis que celle des sous-parcelles était de 18 m<sup>2</sup> (9 x 2 m). Chaque sous-parcelle comptait 20 pieds dont 4 étaient conservés. Le regarnissage de vides a été fait deux semaines après la plantation et le démariage, un mois et demi après la plantation. Ce dernier consistait à ne garder qu'une seule tige par emplacement parmi toutes celles qui sont émises par les boutures (11). Le premier sarclage a été associé au buttage. Il a été effectué à la houe, le même jour que le démariage. Le second sarclage a eu lieu deux semaines après le premier.

La récolte des feuilles a débuté deux mois après la plantation. Elle a ensuite été conduite selon les fréquences retenues, c'est-à-dire après un ou deux mois. La récolte des racines a été faite à douze mois, soit quatre mois après la maturité normale. Ce qui a permis de mieux dégager l'influence des traitements sur la lignification des racines. Pour chaque traitement, la production par pied a été déterminée puis il a été réalisé un dosage de l'acide cyanhydrique et un dosage des fibres brutes des tubercules. Le taux des tubercules en HCN a été déterminé par la méthode de l'A.O.A.C. (2), le jour même de la récolte des racines. Quant au dosage des fibres brutes, il a été fait suivant la méthode de Kurschner et Hanak (7) à partir de la farine de manioc rouis, séché au soleil puis moulu au moyen d'un moulinet électrique muni d'un tamis de 0,7 mm.

## 3. Résultats et discussion

### 3.1. Production par pied

Le tableau n° 1 présente la production en tubercules par pied, exprimée en kilogramme. Les résultats obtenus confirment le fait bien connu selon lequel la récolte des feuilles de manioc diminue la production en tubercules (8,5 et 12). Le test de la plus petite différence significative (P.P.D.S. 0,05) montre qu'une récolte mensuelle des feuilles réduit significativement la production alors qu'une récolte bimensuelle ne l'affecte pas beaucoup par rapport à la non-cueillette. C'est pour cette raison qu'on recommande de ne cueillir les feuilles que tous les 2 ou 3 mois pour avoir une bonne production tant en feuilles qu'en racines (5). Les données sur la production indiquent que le niveau de prélèvement de boutures sur la tige n'affecte pas la production en tubercules de manioc.

### 3.2. Teneur des tubercules en fibres

Les résultats obtenus (exprimés en % de la M.S.) sont consignés dans le tableau n° 1. Il ressort de ces résultats (tableau n° 2) que la récolte des feuilles réduit très significativement la teneur des

tubercules en fibres. Il est à noter par ailleurs que le taux de tubercules en fibres augmente légèrement, mais de façon non significative, avec l'âge des boutures. Cela s'observe mieux surtout pour les plantes qui n'ont pas subi de récolte des feuilles. De plus, l'analyse statistique établit une interaction significative entre le niveau de prélèvement des boutures et la fréquence de récolte.

Le test de la plus petite différence significative (P.P.D.S. 0,05) montre que l'intensité de la récolte des feuilles n'affecte pas significativement la lignification des tubercules.

### 3.3. Teneur des tubercules en acide cyanhydrique

La teneur des tubercules en acide cyanhydrique exprimée en mg/100 g de la M.S. est reprise dans le tableau n° 1. Les résultats montrent que la récolte des feuilles diminue la teneur des tubercules en HCN. Ils indiquent, en outre, que le taux d'acide dans les tubercules augmente avec l'âge des boutures. Cependant, l'analyse statistique a révélé que les différences observées ne sont pas significatives, même après l'élimination de l'effet des blocs.

**TABLEAU 1**

**L'influence du type de bouture et de la récolte des feuilles de manioc sur la production des tubercules en fibres et en acide cyanhydrique.**

Type de bouture	Fréquence de récolte des feuilles			moyenne par type de bouture
	Zéro	2 mois	1 mois	
<b>Production des tubercules (en Kg/pied)</b>				
Bouture apicale	3,20	2,52	1,75	2,48
Bouture médiane	3,63	1,82	1,15	2,20
Bouture basale	3,25	2,58	1,23	2,35
Moyenne par fréquence de récolte	3,36	2,31	1,37	
<b>Teneur des tubercules en fibres (en % de la M.S.)</b>				
Bouture apicale	5,22	4,89	4,78	4,96
Bouture médiane	6,00	5,22	4,89	5,37
Bouture basale	8,00	4,55	4,44	5,66
Moyenne par fréquence de récolte	6,41	4,89	4,70	
<b>Teneur des tubercules en HCN (en mg/100 g de la M.S.)</b>				
Bouture apicale	3,40	2,43	2,08	2,64
Bouture médiane	3,05	3,75	3,30	3,37
Bouture basale	4,26	3,14	3,04	3,48
Moyenne par fréquence de récolte	3,57	3,11	2,81	

**TABLEAU 2**

**Résumé de l'analyse de la variance (Teneur des tubercules en fibres).**

Source de variation	F observé	Plus petite différence significative (0,05)
Répétition	0,08	
Type de bouture	0,76	
Fréquence de récolte	9,59**	0,93
Type de bouture x Fréquence de récolte	3,38*	
Interaction au même niveau de type de bouture		1,61
Interaction à différents niveaux de type de bouture		1,78

## 4. Conclusion

Les résultats obtenus ont montré que le type de bouture apicale, médiane ou basale n'affecte pas la production et n'a pas d'influence sur la teneur des tubercules en fibres et en acide cyanhydrique. Cependant, il a été remarqué que quand on ne récolte pas les feuilles, la teneur des tubercules en fibres augmente avec l'âge des boutures.

Par contre, la récolte des feuilles permet de diminuer, comme le disent les paysans, le degré de lignification des tubercules, bien qu'elle réduit aussi la production en racines. On a néanmoins constaté qu'une cueillette mensuelle des feuilles réduit sensiblement la production alors qu'une récolte bimensuelle ne l'affecte pas beaucoup par rapport à la non-cueillette. L'intensité de la récolte de feuilles n'a pas d'influence significative sur le taux des tubercules en fibres. En ce qui concerne la toxicité des racines, la cueillette des feuilles diminue la teneur des tubercules en acide cyanhydrique mais, de façon non significative. Les résultats obtenus révèlent enfin une interaction significative entre le niveau de prélèvement des boutures et la fréquence de récoltes des feuilles sur la lignification des tubercules. Toutefois, un autre essai mériterait d'être réalisé pour déterminer la teneur des tubercules en fibres à maturité normale.

## Références bibliographiques

1. Anonyme, 1980, Annuaire des statistiques agricoles 1977-1978. Département de l'Agriculture, Rép. du Zaïre: 13-16
2. A.O.A.C., 1970, Official methods of analysis, p 438, William Horwits (Editor), Washington.
3. Capot J., De Meulemeeste D., Brynaert J. et Raec G., 1953, Recherches sur une plante à fibre *Abrosoma augusta* L.F. Publication de l'INEAC, Série Technique, n° 42, p. 35, Bruxelles.
4. Grabbe M. et Totiwe T., 1974, paramètres moyens et extrêmes principaux du climat des stations du réseau INERA, 306 p., Rapport inédit, Yangambi (Zaïre).
5. Dahniya M.T., 1980, Effets de l'effeuillage et de l'écimage sur les rendements en feuilles et en racines de manioc et de la patate douce. In Plantes racines tropicales. Stratégies de recherche pour les années 1980, I.D.R.C. - 163 f: 145-150.
6. Kitunga B., 1984, Influence de différents traitements et de quelques modes de conservation sur la valeur nutritive du manioc frais, 28 p. Mémoire inédit, I.F.A./Yangambi (Zaïre).
7. Kurschner K. et Hanak A., 1930, Zur Bestimmung des sog. Rohfaser. Z. Untersuch 59; 484-494, Lebensmittel.
8. Lutaladio N.B. et Ezumah, 1980, la récolte des feuilles de manioc au Zaïre. In plantes racines tropicales. Stratégies de recherches pour les années 1980, I.D.R.C. - 163 f: 142-144.
9. Lutaladio N.B., 1983, Evaluation of cassava clones for leaf production in Zaïre. In Tropical root crops. Production and uses in Africa, I.D.R.C. - 221 e: 41-44.
10. Mafikiri T.N., 1983, Etude économique de l'utilisation de la fumure minérale dans la production du manioc (*Manihot esculenta* Crantz var. F46) à Yangambi, 66 p, Mémoire inédit, I.F.A./Yangambi.
11. PRONAM, 1979, Rapport annuel. SODIAZ/Kisantu (Zaïre), 19-24.
12. PRONAM, 1982, Rapport annuel, s.1., 169 p.
13. Sys, C.A. Van Wambeke, R. Frankart, P. Gilson, P. Jongen, A. Pecrot, J.M. Berge et M. Jamagne, 1961, La cartographie des sols du Congo, ses principes et ses méthodes. Publication de l'INEAC, série Technique, n° 66, 149 p., Bruxelles.

K. A. Mwangalalo, Zaïrois, Ingénieur Agronome, Assistant à l'Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques "I.S.E.A." de Bengamisa, Zaïre.

M. Naku, Zaïrois, Professeur à l'Institut Facultaire des Sciences Agronomiques "I.F.A." de Yangambi, Zaïre.

M. Ruhigwa, Zaïrois, Ingénieur Agronome, Assistant à l'Institut Facultaire des Sciences Agronomiques "I.F.A." de Yangambi, Zaïre.

### VOLUMES 1, 2, 3, 4 & 5

Previous issues (vol. 1, n. 1-2-3-4, vol. 2, n. 1-2-3-4, vol. 3, n. 1-2-3-4, n. 1-2-3-4 and vol. 5, n. 1-2-3-4) are still available to the same price as vol. 5. issued presently.

Les numéros précédents (vol. 1, n. 1-2-3-4, vol. 2, n. 1-2-3-4, vol. 3, n. 1-2-3-4, vol. 4, n. 1-2-3-4 et vol. 5, n. 1-2-3-4) sont encore disponibles, aux mêmes conditions que le volume 5 actuellement en cours de publication.

# Contraintes techniques et sociales en conservation du sol et des eaux en zone à très forte densité de population : l'exemple des montagnes du Mumirwa au Burundi\*.

C. Mathieu\*\*.

## Résumé

*Le Burundi, région tropicale montagneuse d'Afrique centrale, présente une des densités de population les plus denses de cette région.*

*Le phénomène d'extrême occupation des sols à très forte pente pose le grave problème de l'érosion des sols. L'auteur analyse les contraintes physiques et les contraintes sociales du problème de la conservation du sol et des eaux dans un tel contexte.*

*Il semble que les solutions aux problèmes techniques de la lutte anti-érosive passent obligatoirement par un changement radical au niveau des rapports communauté rurale/administration dans le sens d'une plus grande compréhension et collaboration des Services Administratifs et d'une plus grande participation acceptée de la population rurale.*

## Summary

*The Burundi country located in mountainous tropical region of Central Africa, presents one of the highest density population among those overpopulated regions. The extreme soil occupation phenomenon at the greatest slope poses a serious problems of soil erosion.*

*The author analyses the physical and social constraints of soil conservation and water management problems in a such context.*

*It seems that the solutions to the technical problems of erosion control must undergo with a radical change in relation between rural community and administration in the way of more collaboration and comprehension of administrative services and more willingly participation from rural population.*

## Introduction

Le Burundi situé au centre de l'Afrique tropicale est un des plus petits pays d'Afrique (28.000 km<sup>2</sup>). La majorité du pays se situe entre 1500 et 2300 mètres d'altitude (point culminant : 2610 m) et jouit d'un climat tropical d'altitude.

L'occupation des sols, fonction de la densité de population, est la plus élevée d'Afrique après le Rwanda, autre petit pays voisin du Burundi. Cette population présente une densité moyenne de 154 habitants au km<sup>2</sup>, soit une population actuelle de 4.300.000 habitants qui a doublé en moins de 30 ans.

L'activité rurale la plus intense, fruit d'une population prolifique et laborieuse, est pourtant confinée en des lieux qui, par leur rude orographie, ne semblaient apparemment pas lui être destinée.

Les zones d'occupation les plus denses s'observent en effet dans la chaîne montagneuse qui forme la dorsale orientale du graben du Tanganika. C'est là que, pour des causes les plus diverses, extensions familiales, facilités de communication, conditions sanitaires, fertilité de certains terroirs, se trouvent implantées les communautés paysannes les plus

importantes, délaissant certaines plaines du bord du lac Tanganika et les zones Est du pays. Le phénomène d'extrême occupation de terroirs très accidentés se trouve d'ailleurs dans d'autres régions bordant le Rift occidental et en particulier le Kivu montagneux, au Zaïre (6).

Bordant la plaine de la Rusizi et le lac Tanganika, un important escarpement du Nord au Sud du pays constitue le versant occidental de la dorsale orientale et porte l'appellation Mumirwa. Le relief est accidenté, les pentes sont très fortes; les crêtes étroites sont séparées par de profondes vallées en gorge. De nombreuses rivières à caractère souvent torrentiel dévalent de la crête, très arrosée, vers les terres basses de la plaine et le lac. Les quantités de pluie de septembre à juin sont d'environ 1700 mm/an avec en moyenne 190 jours de pluie/an. La densité de population est une des plus élevées du Burundi avec une moyenne de 391 habitants au km<sup>2</sup>. Sur certaines collines, elle dépasse 700 habitants au km<sup>2</sup>.

Antérieurement, avant la colonisation, et au début de celle-ci, les cultures se faisaient de préférence sur des terres restées en jachère pendant trois ou

\* Etude réalisée dans le cadre de la Coopération Technique Belge c/o A.G.C.D., place du Champs de Mars, 5, B-1050 Bruxelles.

\*\* Faculté des Sciences Agronomiques, Département de Science du Sol, B.P. 2940, Bujumbura, Burundi

quatre ans et que les agriculteurs fumaient entre-temps (2). Sur les pentes, les agriculteurs ne pratiquaient aucune forme de lutte anti-érosive telles que terrasses ou haies filtrantes. Dans le cas d'une nouvelle installation, ils préparaient leur terrain par deux ou trois labours espacés dans le temps en essayant de le fertiliser au maximum par du fumier ou du compost (cendres d'herbes, pelures de bananes, troncs ou feuilles de bananiers...). En 1919, la densité moyenne nationale de la population était estimée à 54 habitants au km<sup>2</sup>, en 1956, elle était de 73 habitants au km<sup>2</sup>. Aujourd'hui elle est de 154 habitants au km<sup>2</sup>.

Dans le Mumirwa, la jachère est très peu pratiquée, la population ne cesse d'étendre les surfaces cultivées jusque sur les pentes les plus fortes (parfois supérieures à 100%) (photo 1). Il va sans dire qu'une pression constante sur l'utilisation des sols s'accroît chaque jour et que les marques de l'érosion apparaissent de plus en plus précises.



Photo 1 Paysage caractéristique du Mumirwa (Burundi) entre 1.000 et 1.800 m d'altitude : pente très fortes (30 à > 100 p. cent), microparcélaire, absence de structure foncière anti-érosive.

### Tentative de contrôle de l'érosion

Vers 1950, les autorités de tutelle commencèrent à s'inquiéter du problème de l'érosion des sols dans ces régions des hauts plateaux et des montagnes d'Afrique centrale (Est du Zaïre, Rwanda et Burundi). La Mission Anti-Erosive (M.A.E.) fut créée à cette époque. La lutte anti-érosive était principalement axée sur le creusement de fossés isohypses seuls ou avec des haies de *Pennisetum* (matete) et de *Setaria* sur les talus des fossés. Les travaux étaient programmés au niveau des collines et exécutés pendant les travaux collectifs obligatoires. Dans les terrains très pentus comme c'est le cas dans le Mumirwa, on réalisait des terrasses progressives à partir de fossés isohypses creusés dans les cultures.

Il fallait intégrer dans cette infrastructure des pistes de 7 % permettant un accès commode de la colline mise en défend après avoir supprimé les anciens sentiers à trop forte pente, souvent générateurs de ravines et d'éboulements.

On peut estimer que tout ce qui était cultivé à cette époque a été mis en défend anti-érosive avant 1962 (indépendance du Burundi) : terrasses avec haies à *Setaria* ou à *Pennisetum* pour les cultures et fossés isohypses pour les pâturages. C'est dire l'importance des surfaces protégées et la somme du travail exécuté. Actuellement, la quasi totalité des terrasses existantes datent de cette époque.

Actuellement, ces structures anti-érosives existent encore mais ne sont pratiquement plus fonctionnelles. Les fossés sont largement comblés et ne remplissent plus leur rôle de rétention des eaux de ruissellement. De nombreux fossés sont également éentrés et le ruissellement de l'eau par ces nouveaux exutoires provoque la formation de larges ravines qui ont souvent dégénéré en ravins. Dans les secteurs en terrasse, les eaux de ruissellement ne sont plus maîtrisées et causent des dégâts importants; les talus s'effondrent à la suite des raclages inutiles à la houe de leur partie inférieure. L'efficacité de ces structures dépend donc uniquement du taux d'entretien qu'elles reçoivent.

En ce qui concerne la protection des forêts et le reboisement, aucune action d'envergure n'a été entreprise durant cette époque. Les grandes forêts et la savane boisée ont vu leur surface diminuer régulièrement au profit des cultures et des pâturages. Les seuls reboisements réalisés ont été ceux des chefferies, chaque fois sur de très petites parcelles. Ces boisements subsistent encore et apparaissent dans pratiquement toutes les régions un peu peuplées à ce moment-là.

Après 1962, les méthodes de lutte anti-érosive datant de la période de tutelle restèrent préconisées et obligatoires; mais la pression administrative n'était pas aussi forte qu'avant ce qui entraîna petit à petit la fin des travaux de lutte anti-érosive malgré les ordres donnés par le Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage.

A partir de 1975, l'administration se pencha à nouveau sur le problème de l'érosion des sols.

Des programmes furent élaborés par le Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage mais ils ne différaient en rien des anciens programmes tant au niveau de la conception qu'au niveau de l'application. En effet, la méthode classique des fossés isohypses et des haies de *Setaria* ou de *Pennisetum* restait en vigueur sans modification technique; l'exécution demeurait obligatoire. L'ordonnance ministérielle n° 710/275 du 25/10/1979 fixant certaines obligations relatives à la conservation et à l'utilisation des

sols n'apporte aucun changement technique ni administratif par rapport aux ordonnances de l'époque de tutelle. Cette ordonnance stipule par exemple: (extrait)

- Art. 1.: Tout occupant d'un terrain est tenu de :
- créer et entretenir des fossés anti-érosifs sur toute l'étendue de son exploitation et en jachère temporaire
  - assurer la plantation de *Pennisetum* ou de *Setaria* sur les fossés anti-érosifs lorsque les terres sous cultures ou les pâturages sont en forte pente
  - participer aux travaux collectifs de lutte anti-érosive sur les terres sous cultures et dans les pâturages collectifs suivant les modalités fixées par les autorités compétentes.

Art. 4.: Les infractions à la présente ordonnance seront punies d'une peine de servitude pénale maximum de 15 jours et d'une amende maximale de cinq cents francs ou de l'une de ces peines seulement.

Qu'est-il advenu de ces programmes ? Quelles sont les causes de l'échec constaté de ces programmes ? Aucun paysage anti-érosif ne s'est développé depuis dans ces régions montagneuses du Mumirwa. Les haies de *Pennisetum* ou de *Setaria* sont très rares, les compostières, si elles existent chez presque tous les agriculteurs, sont souvent de faible capacité ou très peu utilisées. Les fossés, lorsqu'ils existent, jouent souvent un rôle négatif: débordement et ravinement.

Quelles sont donc les attitudes des paysans vis-à-vis du problème de l'érosion et vis-à-vis des méthodes et du rôle de l'administration ? Autant de questions que l'on peut se poser face à une situation qui ne fera qu'empirer si les méthodes et les mentalités ne changent pas complètement aussi bien chez les paysans que chez les cadres de l'administration.

Aucune amélioration agricole ne peut en effet être réalisée sans le plein accord des communautés locales et sans une base scientifique bien éprouvée. La conservation des sols et des eaux ne se limite pas à un seul problème technique. Nous y reviendrons plus loin lorsque nous exposerons les contraintes locales.

Actuellement les pentes du Mumirwa, allant jusqu'à 80 % et plus, et sur lesquelles vit une population de 400 à 700 hab./km<sup>2</sup>, sont sujettes à une érosion complète du sol. La conservation du sol dans ce milieu passe par une analyse technique et une analyse sociale du problème.

### Facteurs techniques de l'érosion

L'érosion hydrique est l'ensemble des phénomènes d'usure à la surface du sol déclenchés par l'eau, et elle est conditionnée par plusieurs facteurs caractéristiques :

- la quantité, l'intensité et la fréquence des précipitations,
- la susceptibilité du sol à l'érosion

— la raideur et la longueur des pentes  
 — le volume et le type de couvert végétal.  
 Wischmeier a défini un modèle mathématique liant les pertes de terre à ces différents facteurs dans la formule suivante :

$$A = R (K.L.S.C.P.)$$

A = perte en terre par unité de surface

R = indice de l'agressivité des pluies pendant la période considérée

K = facteur d'érodibilité du sol

L.S. = facteur topographique (longueur et inclinaison de la pente)

C = indice de culture caractérisant la couverture végétale

P = indice de lutte anti-érosive.

Ce modèle mathématique a été élaboré en Amérique du Nord c'est-à-dire dans des conditions écologiques très différentes de celles des zones tropicales et si le calcul de l'indice d'agressivité des pluies peut prêter à discussion pour les zones tropicales (9), il n'en reste pas moins qu'il s'agit là de l'unique élément de référence que nous ayons actuellement à notre disposition pour comparer différents milieux.

Dans le Mumirwa, la moyenne des précipitations totales annuelles est de 1530 mm avec environ 190 jours de pluies. L'agressivité des pluies analysée sur 5 ans donne une valeur annuelle moyenne de R = 412 (13) avec

— une agressivité presque nulle de juin à août (0,4 à 7,1)

— une agressivité moyenne de septembre à mars et mai (24,3 à 50,1)

— une agressivité très forte en avril (79).

L'indice d'agressivité ayant été calculé sur de nombreuses stations en Afrique, il est donc possible de faire des comparaisons avec ces stations. En Côte d'Ivoire, dans des stations où la pluviométrie moyenne annuelle est de 1230 à 1400 mm, les indices d'agressivité varient de 512 à 741. Au Sénégal, à Sifa, pour une pluie moyenne annuelle de 1234 mm, l'indice est de 681. Sur la côte Est de Madagascar, l'indice d'agressivité est de 950 avec une pluie moyenne annuelle de 1600 mm (15).

Avec des indices modérés d'agressivité des pluies, le régime pluviométrique du Mumirwa n'a rien de particulier qui peut justifier à lui seul l'importance de l'érosion des sols.

La susceptibilité du sol à l'érosion est une caractéristique intrinsèque du sol dépendant de plusieurs paramètres: la texture, la structure, la richesse en matière organique, la perméabilité et dans une moindre mesure la composition chimique. Cette susceptibilité est exprimée par le facteur K dans le modèle de Wischmeier.

La majorité des sols du Mumirwa sont des sols développés sur des matériaux argileux issus de l'altération de roches micacées acides parfois en relation avec des formations schisto-quartzitiques (16).

Ce sont des sols ferrugineux tropicaux peu lessivés et des sols ferrallitiques faiblement désaturés en B.

L'indice K calculé à partir de la parcelle Wischmeier de Rushubi (13) est égale à 0,04 (moyenne de 4 ans). Cet indice comparé à ceux d'autres sols tropicaux est extrêmement faible (15) et caractérise des sols résistants à l'érosion. Ce facteur ne peut donc justifier à lui seul l'importance de l'érosion des sols dans ces montagnes.

La **vitesse de ruissellement** de l'eau augmente avec la déclivité de la **pente**. Or, l'érosion augmente avec la vitesse de ruissellement.

Dans les montagnes du Mumirwa, les champs sont allongés dans le sens de la pente. Cela est dû à la façon de labourer à la houe. Le labour se fait du bas vers le haut sur une largeur moyenne d'un mètre. Lorsque le laboureur arrive ainsi au sommet de sa parcelle avec la première bande de labour, il redescend pour labourer une deuxième bande et ainsi de suite. De ce fait, il préfère, pour sa facilité de travail, des champs très allongés dans le sens de la pente. Le résultat de ce procédé de labour a deux conséquences immédiates sur l'érosion :

- la longueur de pente par parcelle est très longue, souvent supérieure à 20 m et on peut voir que la perte en sol est nettement plus forte à la partie inférieure qu'à la partie supérieure de la parcelle (nombre et taille des ravines);
- la zone de contact entre les diverses bandes de labour marque sur le sol un léger alignement de haut en bas et devient rapidement une voie préférentielle d'écoulement des eaux faisant ainsi apparaître un réseau très régulier de ravines à travers la parcelle (photo 2).

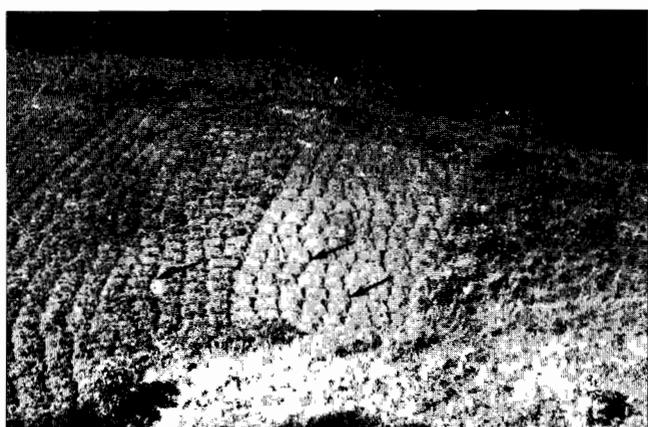


Photo 2 - Aspect typique de parcelle labourée à la houe par bande verticale d'un mètre de large: les ravines se développent dans la parcelle à partir des lignes de contact des bandes juxtaposées.

Le plus souvent, les pentes sont supérieures à 15 %. La pente moyenne est de 40 % et il n'est pas rare de rencontrer des pentes de 80 % et allant même au-delà de 100 %. Aussi cet escarpement caractéristique du terrain expose-t-il fortement les sols au

risque d'érosion. De plus d'après Roose (15), "il semble bien que sur forte pente, il y ait interaction entre les effets de la pente et la diminution du couvert végétal due aux carences hydriques et minérales dont souffrent les plantes du fait de l'érosion elle-même".

Ceci nous amène à évoquer le **facteur couvert végétal** qui doit être un manteau protecteur du sol qu'il a participé à former.

L'effet protecteur du **couvert végétal** est double: d'une part, il y a **protection de surface** en absorbant l'énergie cinétique des gouttes de pluie, d'autre part, il y a amélioration de la structure du sol par **production d'humus** et par augmentation de la capacité d'infiltration de l'eau. Cet effet protecteur dépend aussi de sa nature et de son taux de recouvrement.

Dans le Mumirwa en station expérimentale, on a mesuré des pertes de terre de l'ordre de 150 T/ha/an dans une culture sarclée de haricot-maïs contre 80 T/ha/an dans une culture de manioc traditionnel (5), les 2 cultures se trouvant sur des parcelles dont la pente est de 45 % et la longueur de 20 m. Par contre dans un boisement de *Pinus kesiya* avec recru herbacé maintenu, il n'y a pas eu de perte en terre durant la même période.

Dans les cultures annuelles, c'est la surface du sol couverte par la végétation au moment des fortes pluies qui est importante. Or, l'évolution du couvert végétal assuré par chaque plante suit une courbe caractéristique qui lui est propre. La capacité et le pourcentage de recouvrement diffèrent et ils sont fonction de la nature de la culture et de son temps de croissance. Sur ce dernier point, l'agriculteur peut intervenir indirectement en agissant sur le **facteur fertilité du sol**. Les fertilisants vont accroître la rapidité du recouvrement du sol; la quantité de végétal produit sera elle aussi plus importante. Par après, il y aura davantage de résidus organiques et à fortiori un relèvement potentiel de fertilité des terres grâce à l'enrichissement du sol en humus. Enclencher le **cycle de la fertilité**, augmenter les rendements des cultures et la vitesse de croissance et de recouvrement des plantes par les fertilisants est un des objectifs de première ligne dans la lutte contre l'érosion. Mais dans les conditions actuelles de surface disponible et de productivité des sols, l'agriculteur de ce milieu intertropical est-il capable matériellement et techniquement d'enclencher ce cycle? En fait, la réponse à cette question ne peut être abordée qu'après une connaissance de ses contraintes socio-économiques. Il faudrait également que le sol soit couvert au moment des fortes pluies. En principe ceci est vrai en avril au milieu de la seconde saison culturale mais non en septembre, octobre et novembre en première partie de la première saison culturale (fig. 1). Pour lutter contre l'érosion, particulièrement durant cette première saison culturale, il faut agir avec des moyens supplémentaires associés à celui déjà évoqué de la fertilisation.

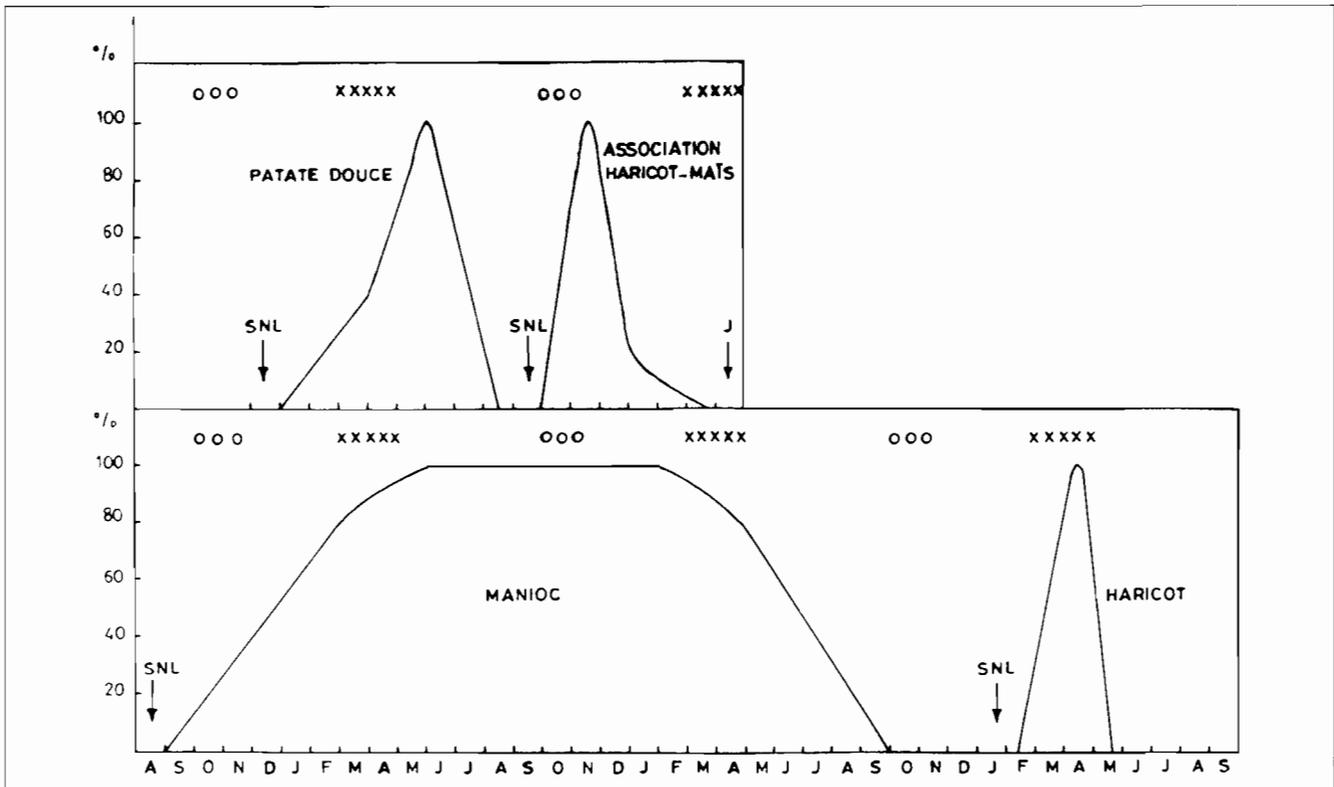


Figure 1. Evolution du couvert végétal de quelques cultures vivrières dans le Mumirwa au cours du temps (d'après V. Ngarambe, 1985).

xxxx = agressivité maximale des pluies  
 ooo = agressivité moyenne des pluies et sol nu ou peu couvert  
 SNL = sol nu labouré; J = jachère après récolte.

Pour réussir le cycle de la fertilité, il faudrait aussi y introduire et adapter l'**élément élevage**, producteur indispensable de fumier. Si l'obligation d'une "révolution agricole" du type "fourrages-fumier" est un préalable à la restauration des sols de l'Afrique subsaharienne (4), elle l'est d'autant plus dans ce milieu montagneux intertropical soumis à l'érosion intensive.

L'application de ces moyens doit se situer au niveau des pratiques culturales dans la parcelle et au niveau des aménagements à l'échelle du parcelaire collinaire et du bassin versant.

Or, l'analyse des pratiques culturales à l'échelle de la parcelle (13) et des méthodes de lutte anti-érosive utilisées dans le Mumirwa (5, 11, 12, 13) a largement démontré l'absence d'une réelle politique de conservation des sols et des eaux dans ce type de région.

Par ailleurs, si l'érosion entraîne la dégradation du sol et, a fortiori, la baisse de productivité à l'échelle de la parcelle en amont, elle occasionne également des dégâts importants, par les inondations et les dépôts en aval.

Depuis quelques années, 5 à 10 ans environ, les inondations dans la plaine de la Rusizi et à Bujumbura, la capitale, sont de plus en plus fréquentes et importantes. En avril 1986, une crue provenant des collines du Mumirwa a ravagé tout un quartier industriel de Bujumbura, en emportant des maisons et en déposant des vases sur plus d'un mètre d'épaisseur, rendant inutilisable pour plusieurs mois le principal dépôt de carburant du pays.

A partir de ces constats, les **propositions techniques** que nous pourrions faire succinctement se classent en deux séries distinctes. La première série concerne l'analyse de la situation actuelle, la seconde série, découlant de la première, concerne les propositions d'action susceptibles de réaliser un programme de conservation.

#### A. Analyse de la situation actuelle

Aucune évaluation des actions, du planing des programmes et des coûts ne pourra être réalisée objectivement sans un inventaire complet de la situation actuelle dans le domaine de l'érosion (8). Cette étude comprendrait :

- une carte de l'érosion actuelle à 1/250.000 spécifiant les localisations, les formes existantes et les intensités de l'érosion.
- une carte des aménagements existants avec une analyse de leur efficacité. Les anciennes structures en haies et terrasses ou fossés sont peu fonctionnelles car peu entretenues. De plus, leur réelle efficacité n'a jamais fait l'objet d'une analyse systématique. Nous ne savons pas si leurs normes techniques sont réellement compatibles avec les facteurs à combattre : association pente-type de sol.
- une carte du transport solide des rivières
- une carte de l'agressivité climatique avec une analyse mensuelle des données.

L'ensemble de ces données indispensables permettra alors de définir les zones prioritaires pour lesquelles on devra établir un programme d'action et de recherche.

## B. Programme d'action

Ce programme, quelles que soient la zone et les formes d'érosion, devra être hiérarchisé selon la dimension de l'objet à protéger, tout en analysant l'interdépendance de tous les facteurs. Les différentes échelles retenues se présentent dans l'ordre suivant :

- à l'échelle parcellaire, l'action concerne principalement l'amélioration des pratiques culturales : labour, couverture, amendements, mulching;
- à l'échelle de l'association de parcelles, il s'agit de développer une politique d'améliorations foncières touchant la répartition spatiale des champs et l'organisation collective des moyens de défense : bandes alternes, haies, terrasses progressives, maîtrise des eaux de ruissellement;
- à l'échelle du bassin versant élémentaire, ce point concerne la gestion des infrastructures collectives;
- à l'échelle du bassin hydrographique, l'intervention obligatoire des pouvoirs publics concerne principalement le contrôle des cours d'eau;
- à l'échelle du bassin de réception, le niveau d'intervention est identique à celui du point précédent.

L'élaboration d'une telle politique ne peut pas non plus ignorer les réalités et les problèmes sociaux des populations liées à ces terroirs depuis de nombreuses générations. Malheureusement, jusqu'à ces dernières années, cet aspect fondamental du développement rural n'avait pas été retenu dans les pseudo-choix des aménagements.

## Contraintes sociales

Comme le rappelle Heusch (7) dans une étude identique dans le Rift marocain, "affronter les communautés agricoles, incapables de s'ajuster sur elles pour changer les choses, les experts (mandatés par l'administration ont souvent été incapables de proposer des solutions efficaces (à long terme)". Quelquefois, des tentatives sont faites pour associer les populations locales dans les exécutions des projets de développement qui ont été établis bien avant, sans prendre en compte les problèmes des communautés locales. Plus rarement des réalisations amènent le changement social dans les collectivités en développement (1).

Dans les régions montagneuses d'Afrique Centrale à très forte densité de population comme la région du Mumirwa, plusieurs obstacles ou facteurs défavorables à la participation de ces communautés dans l'aménagement rural apparaissent systématiquement.

Le premier facteur défavorable est certainement un manque de rapport favorable communauté rurale/administration depuis plus de 40 ans. Jusqu'à présent, la lutte anti-érosive a été imposée et non expliquée au paysan et ceci à travers une seule et unique technique, celle du creusement des fossés isohypses avec ou sans haies de *Setaria* ou à *Pennisetum*.

Une technologie nouvelle fondée sur le régime de l'obligation et non sur celui de la conviction personnelle du paysan n'a jamais bien été acceptée par ce dernier. Peu de projets (Commune Isale et SRD Buyenzi) ont essayé ou essaient d'engager la participation des communautés agricoles dans les actions individuelles et collectives des programmes de lutte anti-érosive. Des résultats encourageants sont enregistrés dans ces projets.

Pour réussir cette participation, il est absolument indispensable que les structures administratives d'intervention aient en face d'elles des **interlocuteurs valables**, dès les premières phases du programme (1). Aussi ce point fondamental de départ passe obligatoirement par l'**éducation** et la **scolarisation rurale** de ces interlocuteurs agricoles. Actuellement le taux de scolarisation reste faible, il est environ de 70 % (14).

Les activités de vulgarisation et de formation combinée avec des opérations techniques concrètes de développement en fonction des besoins prioritaires ressentis par la population, doivent aussi être élaborées à partir d'une **connaissance parfaite du problème technique et social**.

Cet aspect nécessite une **analyse des structures socio-agricoles existantes et de leur fonctionnement**. Malheureusement dans ces régions cette analyse fait trop souvent défaut ou alors elle n'est

pas suffisamment affinée pour pouvoir saisir les multiples facettes du problème. Le support socio-économique des actions anti-érosives doit être renforcé.

Car si la stratégie adoptée doit reposer sur la participation active et volontaire des populations rurales, elle doit surtout proposer des programmes valables techniquement et rentables économiquement. Il faut absolument que le paysan voit une croissance par rapport à sa situation actuelle. Cette stratégie nécessite donc une **approche multidisciplinaire** qui exige la coordination étroite de tous les organismes concernés.

L'agriculteur du Mimirwa est tout à fait conscient de l'existence de l'érosion, il perçoit la perte de terre comme une diminution de fertilité, il connaît l'effet de certaines pratiques culturales vis-à-vis de l'érosion, mais il perçoit peu l'efficacité des méthodes imposées depuis de nombreuses années sans voir réellement une amélioration de sa condition rurale (13).

Il va donc falloir changer d'attitude et changer d'habitudes en responsabilisant tous les membres de la communauté et en préservant toutefois l'expérience et la sagesse traditionnelles reconnues dans l'approche préliminaire.

Un autre facteur défavorable vient précisément du **rapport hommes/ressources** de ces régions vraiment trop élevé du fait essentiel de la croissance démographique qui est de 2,83% par an. Les terres cultivables sont déjà toutes occupées pour la production agricole. Les terres non occupées sont inaptes permanentes c'est-à-dire impossibles à aménager dans le système cultures vivrières et de rente prévu. Malgré l'évolution de la technologie actuelle, on doit admettre que la production alimentaire à l'unité de surface a des limites qui seront vite atteintes.

Actuellement si nous regardons la situation moyenne du paysan obligé de vivre sur ces pentes nous constatons que (14):

- la composition moyenne d'un ménage est de 5 personnes.
- la surface de terre utilisable par ménage est 1 ha, dont 72 ares pour les cultures vivrières. Le reste est occupé par les parcelles de café, le boisement et quelques jachères.
- l'équipement agricole moyen est des plus sommaires. Hormis la houe, qui sert pratiquement à tous les travaux agricoles, le reste de l'équipement est faible (machette, serpettes).
- l'encadrement agricole n'est pas suffisamment spécialisé techniquement et il est plus orienté vers les cultures de rente exportables (café) que pour les cultures vivrières destinées à la consommation intérieure.

A ces contraintes socio-économiques, nous devons ajouter d'autres contraintes techniques qui ne sont plus liées au problème spécifique de l'érosion et analysées au paragraphe précédent mais :

- liées au milieu pédologique tropical
- liées aux faibles moyens de production de ces agriculteurs.

Concernant le milieu pédologique tropical, il s'agit de la grande pauvreté des sols de ces régions qui se traduit par des pH variant de 4 à 5, une toxicité aluminique élevée et une réserve extrêmement faible en éléments biogènes.

Concernant les faibles moyens de production de l'agriculteur, la contrainte vient du manque indispensable de fumier et de matière organique pour améliorer ces sols. Le cycle de fertilité évoquée plus haut ne peut être enclenché qu'à partir d'apports extérieurs d'abord organiques et calcaires avant tout apport minéral. Ce schéma ne peut s'inscrire qu'avec l'introduction de l'élevage et le développement des compostières.

Le problème de l'utilisation des engrais minéraux ne peut être développé dans la présente étude et déborde l'aspect strictement social du problème. Nous pouvons cependant apporter quelques remarques à ce sujet.

La première concerne l'utilisation des engrais au Burundi (10). On y constate les faits suivants :

- quantité d'engrais utilisés 1983 1984 1985  
en tonnes: 4.000 6.700 4.700
- superficie nationale cultivée : 1.200.000 ha  
fertilisée : 20.000 hectares se répartissant  
en 10.000 ha cultures de rentes  
(essentiellement thé, café, coton) et  
10.000 ha de cultures vivrières.

Pourquoi l'utilisation des engrais minéraux est-elle donc aussi faible ? La plus faible d'ailleurs de tous les pays voisins (10).

Le kg d'engrais, subsidié de 25 à 40% par l'Etat, est vendu en moyenne à l'agriculteur à 40 F.Bu(\*) alors que la valeur moyenne de la production végétale par exploitation, dans la région d'Ijenda est de l'ordre de 51.000 F.Bu. (3). Cette valeur peut atteindre 60.000 F.Bu. dans le cas d'une exploitation ayant une parcelle de thé (7 ares) et 62.000 F.Bu. dans le cas d'une exploitation ayant du gros bétail (1,5 UGB). La quasi totalité des cultures vivrières étant autoconsommée, il était normal que l'agriculteur soit, auparavant, assez regardant pour payer cash un "input" pour ce genre de production compte tenu évidemment du très faible revenu monétaire de l'exploitation moyenne.

\*100 F.Bu = 0,83 US \$ 100 F.Bu = 34,80 F belges

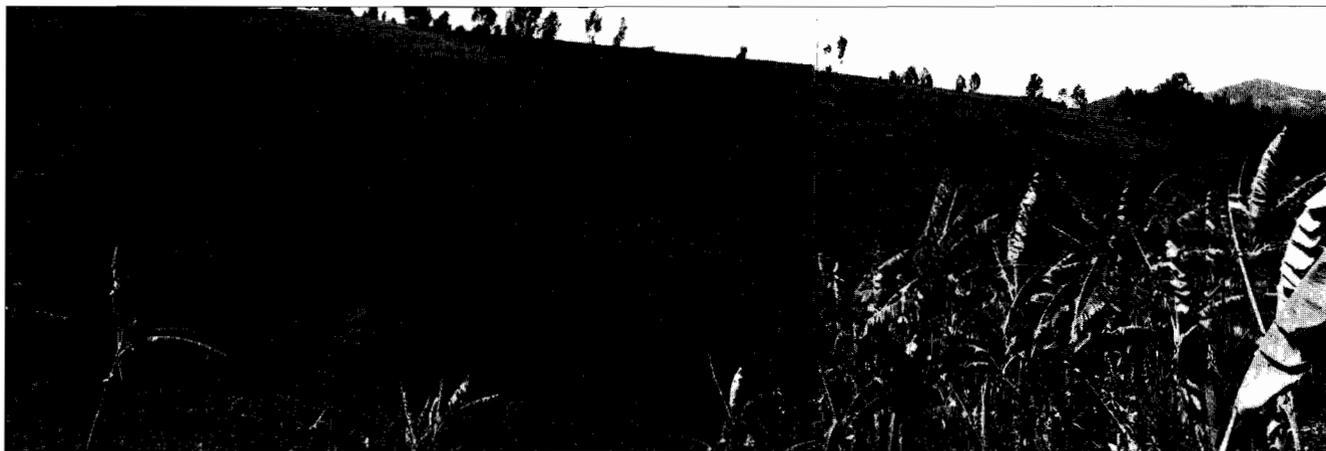


Photo 3

Grande zone parcellaire à pente moyenne sans structure anti-érosive organisée; toute la terre ravinée s'accumule dans le bas-fond sous-jacent.

La seconde remarque concerne la réponse des rendements à l'application des engrais minéraux. Cette seule application sur les sols acides tropicaux du Burundi s'avère décevante ou même sans effet. Les seules réponses satisfaisantes s'obtiennent lors d'application avec fumier ou compost, mieux encore avec fumier ou compost et amendements calcaires; mais ces derniers ne sont pas commercialement disponibles actuellement au Burundi. Ces dernières applications sont aussi financièrement rentables et il y aurait donc une tendance chez l'agriculteur à augmenter les superficies fertilisées. A condition de nouveau, d'avoir résolu le problème fumier-élevage.

Une des solutions possibles pour diminuer l'occupation des sols est le transfert des populations. Mais cette solution ne peut être envisagée qu'exceptionnellement vu les problèmes d'ordre matériel et psychologique que cela entraîne d'une part et qu'il ne s'agit que d'une solution à court terme d'autre part.

Les programmes intégrés s'occupant de lutte anti-érosive doivent aussi essayer d'utiliser une partie de la population agricole en **développant** localement des **petites unités artisanales ou industrielles** (scieries, moulins, forges, menuiseries...) dans le milieu rural. Actuellement une partie non active de cette population quitte la terre pour venir grossir les villes de la plaine (Bujumbura, Rumonge...) et en même temps augmenter les problèmes déjà cruciaux d'approvisionnement vivrier de ces villes. Malheureusement, les statistiques manquent pour apprécier pleinement l'ampleur de ces migrations.

En accord avec d'autres techniciens du problème de l'érosion (1, 7), nous sommes amenés à conclure que les techniques de lutte anti-érosive doivent non seulement être acceptables par les usagers mais être intégrées dans un ensemble d'actions structurées choisies par ces mêmes usagers.

En dernier ressort, lorsque toutes les possibilités d'assurer l'amélioration des conditions de vie de la population locale auront été épuisées et lorsque le transfert de la population se sera avéré impossible, il ne restera plus aux autorités qu'à résoudre la vraie question clairement établie: celle de la limitation stricte de la croissance démographique.

### Conclusions

Le Mumirwa montagneux avec un relief très accidenté et de fortes pentes, avec une densité moyenne de population de 391 habitants au km<sup>2</sup> présente un certain nombre de contraintes physiques et sociales en matière de conservation du sol et des eaux qui ne sont pas nécessairement celles que l'on présente classiquement pour les régions tropicales humides comme l'agressivité des pluies, la fragilité de sols, l'ignorance de la population, le manque de moyens disponibles...

Certes, les précipitations sont abondantes mais leur agressivité sur le sol est jugée modérée. Les sols ne sont pas excellents mais relativement résistants à l'érosion. Leur richesse en fertilisants doit être améliorée et celle-ci doit venir d'un meilleur développement du "cycle de fertilité" en y intégrant davantage tous les moyens disponibles actuellement (résidus organiques, compost, fumier) et en y augmentant le rôle de l'élevage. L'amélioration du facteur fertilité participera ainsi à celle des facteurs, rendement et couverture végétale. Cette amélioration doit progresser en deux étapes distinctes:

- dans un premier temps, la réalisation du tandem fumier-élevage, en y intégrant plus de travail au niveau de la parcelle pour une amélioration physico-chimique des sols.
- dans un deuxième temps, l'utilisation d'engrais minéraux en complément à la fumure calco-organique toujours indispensable.

Le facteur pente ne peut être amélioré que par des interventions foncières bien définies, en abandonnant l'application routinière des techniques préconisées à l'époque par la Mission Anti-érosive (1950-1962): fossés isohypses et bandes d'arrêt. Comme le suggère Heusch (8), la seule technique compatible avec de fortes densités humaines qui supprime l'érosion même sur fortes pentes est la construction de terrasses progressives de niveau en gradins.

Le programme lutte anti-érosive ne sera pas non plus un programme isolé mais intégré dans une action globale envisageant l'amélioration des conditions de vie des populations rurales de montagne tout en sachant que l'équilibre de cet écosystème est particulièrement fragile suite à la densité démographique qu'il présente.

A notre avis, les remèdes sont connus par les spécialistes de l'érosion. Une importante bibliographie existe. Ces remèdes ont été expérimentés dans toutes les parties du monde. Peut-être la conservation des sols sur des collines à forte pente en région tropicale et très peuplée est-elle moins connue ou moins facile à réaliser. Mais ce qui sera particulièrement difficile, ce sera l'**application** des mesures indispensables pour conserver, ou mieux, rétablir l'équilibre; car cette application suppose un changement d'attitude et de mode de vie de la part des populations dans les zones menacées, et la mise en oeuvre de moyens parfois énormes, à l'échelle du problème lui-même.

Dans le cas de la région montagneuse du Mumirwa, les aménagements doivent être effectués dans des délais très courts, 1 ou 2 décennies au maximum, faute de quoi la situation peut devenir irréversible. L'avenir de plusieurs milliers, voire millions de per-

sonnes est en jeu. Dans vingt ans, cette population aura peut-être doublé. Et les effets indirects de l'érosion, difficiles à exprimer par des chiffres, sont d'une valeur inestimable. C'est pourquoi une telle entreprise est d'intérêt national et elle doit être financée par le Gouvernement.

Malheureusement, en l'absence de tout inventaire national précis, il n'est point possible de planifier et d'estimer les moyens nécessaires pour solutionner ce problème. Sinon que le premier point à réaliser de toute urgence et préalable à toute action future est l'établissement de cet inventaire.

La stratégie adoptée doit également reposer sur la **participation active et volontaire** des populations rurales. La **participation** ne peut être ni imposée, ni limitée à une simple consultation des intéressés, elle doit se fonder sur une association véritable, dès la conception, dans le domaine de la planification, du choix et de la mise en oeuvre des programmes.

Toutes les interventions (terrasses, banquettes, plantations arboricoles, reboisement, correction de ravins, etc.) **doivent être comprises et acceptées** par la population; pour cela il est indispensable qu'elles soient très utiles, c'est-à-dire qu'elles contribuent à une **amélioration sensible et rapide** des rendements, des revenus et des **conditions de vie**. Seuls les aménagements souhaités par la population auront des chances d'être entretenus par elle.

Il est aussi préférable que les services de l'Administration aient plus un rôle d'animation, d'assistance technique et financière, qu'un rôle de réalisation entraînant une substitution de fait aux agriculteurs.

Introduire le changement et favoriser la créativité reste le privilège et la responsabilité des Autorités nationales et du Gouvernement.

## Références bibliographiques

1. Brochet J.J., 1983. "Le rôle des communautés montagnardes dans l'aménagement des bassins versants" Cahiers FAO: Conservations, n° 8, 194 p., Rome.
2. De Greef G., 1919. "Monographie agricole de la région de l'Urundi", Min. des Colonies, 69 p., Bruxelles.
3. D'Haese L. et Ndimira P.F., 1985. "Etude multidisciplinaire des systèmes d'exploitation agricole dans la région d'Ijenda, phase descriptive" t. 1, Fac. Sc. Agro., Univ. du Burundi, texte ronéot. 270 p. + annexes.
4. Dumont R., 1986. "Pour l'Afrique, j'accuse", Terre Humaine, Plon, 457 p.
5. Durand Ph., 1984. "Résultats des expérimentations sur l'érosion des sols, mesures 1983, Station de Rushubi", Dépt. des Eaux et Forêts, 12 p., Bujumbura.
6. Hecq J., 1962. "Le Kivu montagneux, structures agraires traditionnelles, rationalisation de l'agriculture, conservation du sol et amélioration de la productivité", INEAC, texte ronéot., 141 p., Bruxelles.
7. Heusch B., 1980. "Sociological Constraints in Soil Conservation: a case study, the Rif Mountains, Morocco", Conservation 80, 419-424, Silsoe.
8. Heusch B., 1984. "Projet réorganisation et renforcement de la recherche agricole dans la CEPGL, rapport n° 9. Aménagement, dégradation et conservation des sols", FAO, TCP/RAF/4404, 16 p. + annexes.
9. Hudson N.W., 1982. "Soil Conservation research and training requirements in Developing tropical countries", Soil Erosion and conservation in the tropics, ASA and SSSA, 121-133, Madison.
10. Louis Berger Intern. inc., 1986. "Burundi Fertilizer Market Study", Min. Public Works, Energy and Mines, Bujumbura, texte ronéot., 114 p. + annexes.
11. Mathieu C., 1984. "L'érosion et la lutte anti-érosive au Burundi", Séminaire sur l'érosion des sols du Kivu, texte ronéot., 10 p., Bukavu, Zaïre.

12. Michon R., 1985. "Lutte contre l'érosion, synthèse des essais après la campagne 1984, station de Rushubi", Dépt. des Eaux et Forêts, texte ronéot., 20 p. + annexes, Bujumbura.

13. Ngarambe V., 1985. "Influence des pratiques culturales sur le développement de l'érosion hydrique en zone de culture intensive du Mumirwa". Mém. f.ét., Fac. Sc. Agro., texte ronéot., 114 p., Bujumbura.

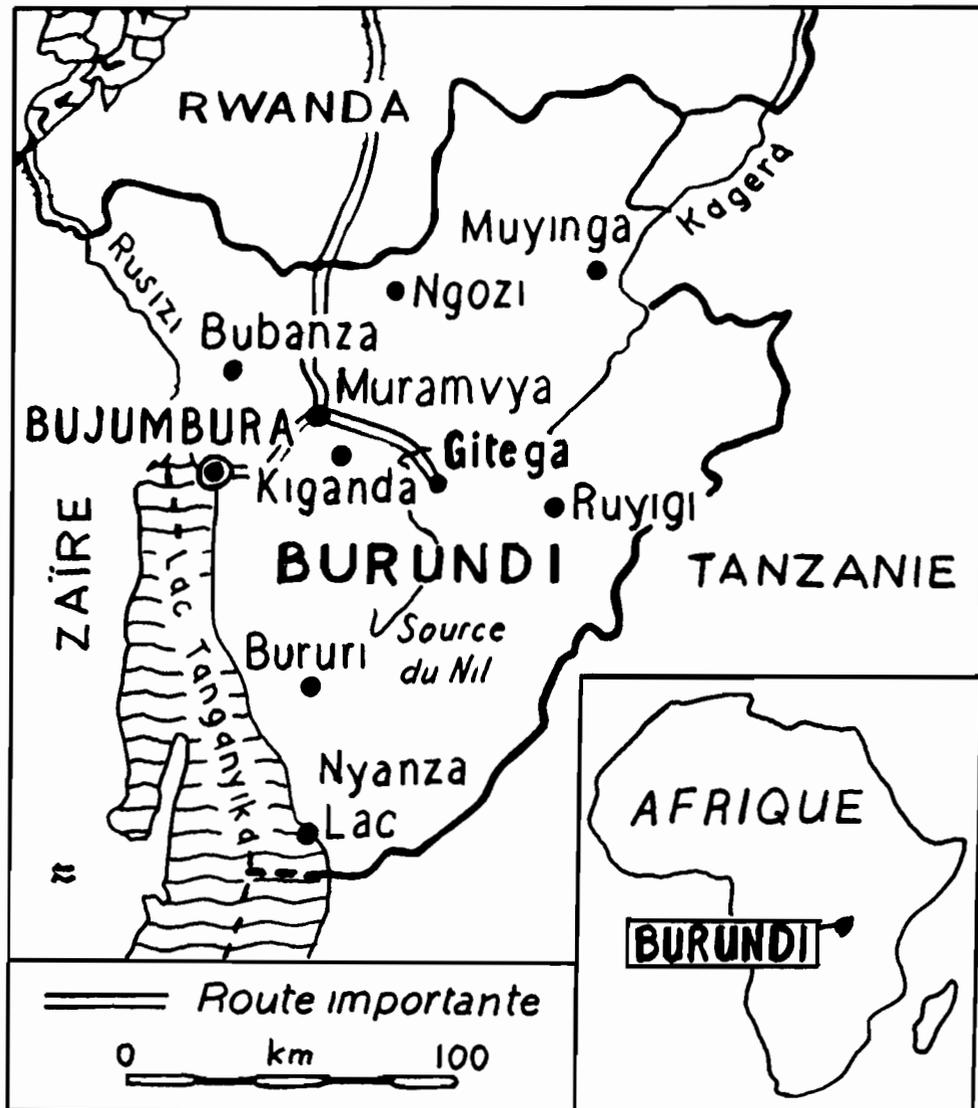
14. Perrier R., 1981. "Bilan économique et social de la Commune Isale-Mugaruro", Fac.Sc.Econ. et Adm., Univ. du Burundi, texte ronéot., 171 p.

15. Roose E., 1977. "Erosion et ruissellement en Afrique de l'Ouest", ORSTOM, trav. et doc. n° 78, 108 p., Paris.

16. Sottiaux G., 1979. "Pédologie", Atlas du Burundi.

C. Mathieu : belge, ingénieur industriel (Huy), maître es Sciences (Paris), Docteur en Sciences (Lg), Professeur à la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université du Burundi.

Actuellement : F.A.O. - B.P. 2157 Bangui, République Centrafricaine.



# Influence des amendements calcaire et organique sur le rendement de l'arachide en sol acide dégradé au Sénégal

N. Mallouhi\* et P. Jutras\*

## Résumé

*Des essais, réalisés durant les hivernages (la saison de pluies) de 1984 et 1985, ont été conduits en vue d'étudier l'influence des amendements organiques et du chaulage sur l'amélioration du potentiel agricole des sols dégradés et acides du Sénégal.*

*Les résultats ont montré que la plante d'arachide s'adapte à une gamme de pH assez large.*

*Le fumier de cheval a amélioré indiscutablement le rendement, a réduit le taux de mortalité et son arrière-effet, testé en 1985, était également bénéfique.*

*La tourbe mélangée au fumier ou à l'engrais a amélioré le rendement mais beaucoup moins que le fumier en raison de ses caractéristiques spécifiques. Des investigations plus approfondies seront conduites sur le substrat.*

## Summary

*Trials were carried out during the 1984 and 1985 seasons to determine the influence of organic matter and liming on low fertility acid soils using groundnuts as an indicator.*

*Results indicated that groundnuts have a wide tolerance to variation in pH.*

*Horse manure applied in 1984 had a significant influence on yield, reduced the rate of plant mortality, and had a positive residual effect in 1985.*

*Peat mixed with either manure or commercial fertilizer increased yield, but to a lesser extent than manure alone because of its specific characteristics however, further testing of these treatments is under way.*

## Introduction

L'étude pédologique du domaine de l'Institut National de Développement Rural (INDR) de Thiès indique que celui-ci est constitué de sols à fertilité mauvaise à médiocre (16). Leurs pauvretés chimique et organique s'expliquent par la pratique de cultures vivrières depuis plusieurs décennies, sans amendements ni fumures et par l'abandon quasi généralisé de la jachère, conduisant à un appauvrissement prononcé du substrat.

Ces sols tropicaux sableux, pauvres en matière organique et en éléments minéraux, peuvent être améliorés par l'utilisation de la fumure organique. Celle-ci a été préconisée par plusieurs chercheurs qui se sont intéressés à l'action et à l'évolution de la matière organique en région tropicale pour l'amélioration du milieu physique et chimique des sols. (1,2,3,5,6,7,14,15).

Tous ces auteurs sont unanimes sur l'effet positif du compost et du fumier dans l'amélioration de l'alimentation minérale des plantes. Peu de travaux ont été réalisés quant à l'influence de l'enfouissement de la matière organique sur la culture de l'arachide, cependant. Ndiaye (13) a également démontré que le fumier améliore la nodosité de l'arachide.

Une expérience a été réalisée sur les parcelles de l'INDR pendant l'hivernage (la saison des pluies) de 1984. Elle consistait d'une part à étudier l'effet du fumier de cheval apporté à raison de 10 T/ha et/ou

le chaulage à l'aide de  $\text{CaCO}_3$  sur la valorisation des sols acides dégradés du domaine. D'autre part, nous avons étudié l'impact de l'irrigation complémentaire en cas de déficit hydrique sur les rendements en arachide. A cette fin, trois régimes hydriques ont été expérimentés.

Les résultats ont démontré que le fumier ainsi qu'une irrigation régulière en cas de déficit hydrique a considérablement augmenté les rendements.

Le protocole réalisé durant la saison des pluies de 1985 consistait à confirmer l'effet positif de l'apport du fumier et de chercher les moyens adéquats pour une utilisation rationnelle de la tourbe dans l'amélioration de la teneur du sol en humus. Durant ce même hivernage nous avons étudié l'arrière-effet du fumier enfoui en 1984 sans appoint d'irrigation.

## Matériel et méthode

### 1. Matériel

#### 1.1. Situation géographique, climat et sol

L'INDR est situé à 4 km de Thiès, entre Thiès et Bambey. Le climat est du type sahélo-sénégalais, transition entre le climat d'alizé marin de la côte et le climat soudano-sahélien des régions continentales. La pluviométrie annuelle normale calculée pour la période 1971 à 1980 est de 440 mm, mais il est tombé 320 mm pendant l'hivernage (saison des pluies) de 1984 et 500 mm 1985.

\*Département des Sciences du Sol. Institut National de Développement Rural (INDR). Thiès - Sénégal.

**TABLEAU 1**  
Principales caractéristiques des sols.

Profondeur 0 - 20 cm	Analyses granulométriques				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * ‰	C ‰	N ‰	C/N	Bases échangeables					
	A %	L %	S %	pH					Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	S	T	V
Sol utilisé en 1984	13.55	6.15	77.05	5	0.43	5.7	0.48	11.9	2.1	1	0.24	3.3	5.4	61
Sol utilisé en 1985	5	4.3	90	6.44	1	3.2	0.24	13.3	0.44	0.31	0.03	0.78	3.7	21

A : argile (0 - 2 Microns)  
L : limon (2 - 50 Microns)  
S : sable (50 - 2000 Microns)

C : carbone organique  
N : azote total  
S : Somme des cations échangeables en m éq/100 g du sol  
T : Capacité totale d'échange en m éq/100 g du sol

V :  $\frac{S}{T} \times 100$   
\* P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilable

La moyenne des températures maximales mensuelles pour la période de 1951 et 1980 est de 32° C.

La zone d'essai est située sur des sols ferrugineux tropicaux non ou peu lessivés, peu différenciés, sur matériaux limono-argilo-sableux. Le tableau 1 donne les principales caractéristiques physico-chimiques des sols de référence.

### 1.2. Amendement et fumure

Le fumier de cheval est facilement disponible au Sénégal, la culture attelée étant prédominante. Il a été apporté aux parcelles traitées à raison de 10 T/ha de matière sèche.

Les résultats d'analyse du fumier et de la tourbe utilisés sont les suivants :

	Fumier	Tourbe
pH eau	7,35	29
C. organique %	40,6	23,84
N. Total %	1,4	0,482
C/N	29	49,46

Le CaCO<sub>3</sub> a été extrait de la carrière de Bargny et apporté aux parcelles traitées à raison de 2,5 tonnes/ha; quantité suffisante pour relever le pH d'environ une unité sur 15 cm de profondeur. Quant au KNO<sub>3</sub> il a été utilisé en raison de 150 kg/ha.

## 2. Méthodologie

L'arachide utilisée est la variété "55437" il s'agit d'une variété précoce (cycle de 90 jours), à port érigé et sélectionnée au CNRA de Bambey dans une population en 1955.

Le dispositif utilisé en 1984 est la randomisation complète et le protocole comporte trois parties :

A. Irrigation tous les quatre (4) jours, considérant l'évapo-transpiration réelle comme étant égale à 6 mm d'eau durant toute la période de végétation (apport de 24 mm d'eau à chaque irrigation). Les parcelles de ce groupe consistaient en des parcelles-témoins (A<sub>4</sub>) et des parcelles traitées au CaCO<sub>3</sub> et à la matière organique (C<sub>4</sub>).

B. Irrigation tous les huit (8) jours seulement, mais avec la même quantité d'eau apportée aux parcelles de la partie 1 à chaque irrigation, c'est-à-dire 24 mm. Les parcelles de ce groupe consistaient en des parcelles-témoins (A<sub>8</sub>), en des parcelles traitées au CaCO<sub>3</sub> (B<sub>8</sub>) ainsi qu'en des parcelles traitées au CaCO<sub>3</sub> et à la matière organique (C<sub>8</sub>). Il y avait six répétitions par traitement dans chacune des parties 1 et 2.

C. Régime pluvial. Les parcelles de ce groupe consistaient en des parcelles-témoins (A<sub>0</sub>) et d'autres traitées au CaCO<sub>3</sub> et à la matière organique (C<sub>0</sub>). Il y avait cinq répétitions par traitement dans cette partie.

En 1985, le dispositif du bloc était adopté et nous avons rarement été amenés à apporter des compléments d'irrigation car les précipitations atmosphériques étaient relativement bonnes.

Durant cette période l'arrière effet de la M.O. enfouie en 1984 a pu être mesuré pour les traitements AO et CO, mais sans apport d'eau d'irrigation vu la bonne répartition des épisodes pluvieux en 1985.

Dans tous les cas la matière organique fraîche (M.O.F.) a été enfouie par un labour à 0-20 cm de profondeur.

Le pH a été mesuré à l'aide du pH-mètre dans le rapport 1 : 2.5 pour le sol et 1 : 5 pour le fumier. Le C organique a été dosé par voie sèche à l'aide du carmographe et l'azote total par la méthode Kjeldahl.

La croissance et la production de l'arachide ont été appréciées par les paramètres suivants :

- Taux de germination =  $\frac{\text{plantes germées/parcelle} \times 100}{\text{graines semées/parcelle}}$
- Taux de mortalité =  $\frac{\text{plantes à la récolte} \times 100}{\text{plantes germées}}$
- Poids de la matière verte en g/plant. Le rapport en divisant la biomasse aérienne totale des parcelles par le nombre de pieds présents au moment de la récolte;
- Poids des racines en g/plant : le principe de sa détermination est le même que pour la matière verte;
- Poids des gousses en g/plant : idem que pour la matière verte;
- Poids de 100 gousses : déterminé pour chaque parcelle; la moyenne de ces valeurs étant calculée pour chaque traitement;
- Taux des cendres : il est déterminé pour chaque traitement en trois répétitions, et les moyennes sont calculées comme précédemment.

## Résultats et discussion

### 1. Evolution du pH

Les tableaux n° 2 et 3 indiquent que le pH du sol a été rehaussé d'environ une unité grâce au chaulage. La valeur du pH n'a pas beaucoup évolué dans le temps à cause de la faible solubilité du  $\text{CaCO}_3$  et de ce fait son coefficient de lessivage est assez faible.

### 2. Taux de germination

Il a été de 92 % pour les parties irriguées et de 73 % pour la partie pluviale en 1984 et de 92 % en 1985. Ce taux n'a pas été influencé par les traitements, et semble être une caractéristique variétale; ce qui confirme ce qu'ont rapporté Giller et al (8).

**TABLEAU 2**  
Evolution du pH  
des différents traitements durant la période de végétation  
(Hivernage 1984).

	Nombre de jours après l'enfouissement			
	26	40	60	80
Sol témoin (A8)	5	4.9	4.9	5
Sol témoin (A4)	—	5	5	5
Sol témoin (A0)	—	5	5	5
+ $\text{CaCO}_3$ ** (B8)	5.8	5.4	5.5	5.5
+ $\text{CaCO}_3$ + fumier 10 T/ha (C4)	—	6	5.8	5.6
+ $\text{CaCO}_3$ + fumier 10 T/ha (C8)	6.1	6	5.7	5.6
+ $\text{CaCO}_3$ + fumier 10 T/ha (C0)	—	5.9	5.9	5.7

**TABLEAU 3**  
Evolution du pH  
des différents traitements durant la période de végétation  
(Hivernage 1985).

	Nombre de jours après l'enfouissement		
	26	52	100
Sol témoin (A)	6.44	6.02	5.89
+ Fumier 10 T/ha + $\text{CaCO}_3$ ** (B)	7.32	7.12	6.36
+ Fumier 10 T/ha + $\text{CaCO}_3$ + engrais* (C)	7.28	7.24	7.21
+ Fumier 7 T/ha + $\text{CaCO}_3$ + engrais (D)	7.54	7.46	7.42
+ Tourbe 10 T/ha (E)	7.15	7.36	7.30
+ Tourbe 10 T/ha + engrais (F)	7.30	7.29	7.20
+ Tourbe 6 T/ha + fumier 4 T/ha + engrais (G)	7.40	7.10	7.21
+ Tourbe 6 T/ha + engrais (H)	7.44	7.13	7.25
+ Engrais (I)	6.20	6.10	6.22

\* les prélèvements ont été faits à 0 - 20 cm de profondeur.

\*\* Le  $\text{CaCO}_3$  a été apporté à raison de 2.5 T/ha.

+ Le  $\text{KNO}_3$  a été apporté à raison de 150 Kg/ha.

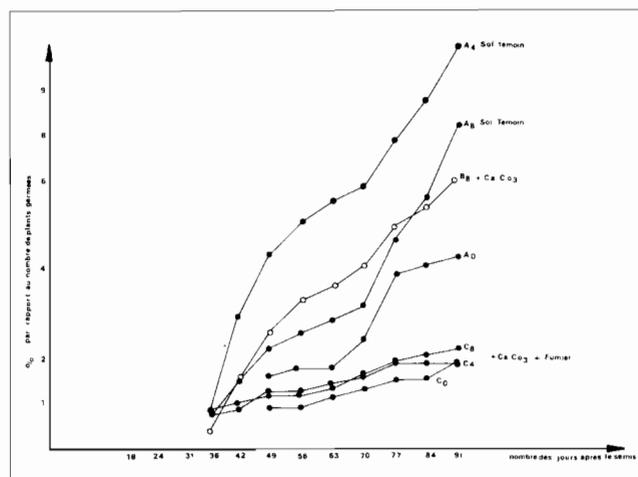


Figure 1. — Taux de mortalité en fonction des amendements organo-calcaire apportés.

### 3. Taux de mortalité

L'enfouissement de la matière organique a diminué considérablement le taux de mortalité par rapport au sol témoin fig. n° 1. A titre d'exemple, ce taux est de 1.89 % pour le traitement C4 contre 8.99 % pour celui du sol témoin A4 indiquant le rôle bénéfique de la matière organique dans l'augmentation de la résistance des plantes aux maladies cryptogamiques. Il est à préciser que le traitement témoin de la partie la plus fréquemment irriguée a eu le taux de mortalité le plus élevé, l'apport supplémentaire d'eau ayant favorisé le développement de la maladie du collet. Le rôle positif de la matière organique dans la lutte contre les maladies cryptogamiques a été évoquée par Ganry (5). On a observé également que les parcelles enrichies en matière organique étaient moins attaquées par la sercosporiose de l'arachide que les parcelles témoins, ce qui a favorisé la photosynthèse des plantes.

#### 4. Biomasse aérienne

Du point de vue économique, cette partie de la plante n'est pas à négliger car elle sert à l'alimentation des ruminants.

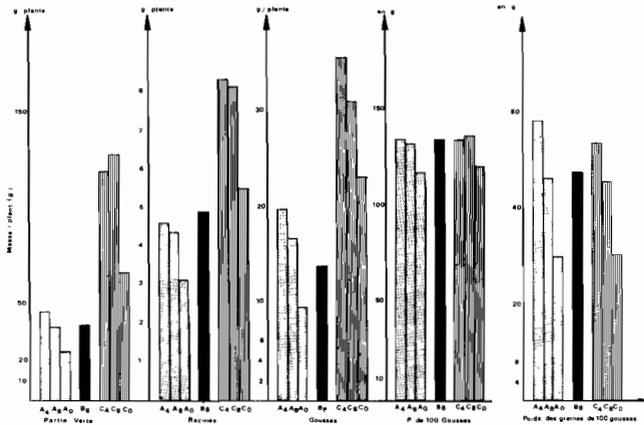


Figure 2. — Effets des amendements organo-calcaire et de la fréquence d'irrigation supplémentaire sur la culture d'arachide.

La fig. n° 2 indique que le fumier de cheval enfoui a augmenté considérablement le rendement de la matière verte dans les trois parties de l'expérience avec une différence hautement significative (au niveau 1 %) qui rejoint les résultats que nous avons eu en 1983 (10).

Du point de vue irrigation d'appoint, celle-ci a apporté un effet très positif par rapport aux parcelles soumises au régime pluvial. Quant aux parcelles ayant été uniquement chaulées (traitement B8) leur rendement en matière verte n'a pas été significativement différent de celui des parcelles témoins.

Il faut également préciser que l'arrière-effet du fumier est largement positif comme l'indiquent les résultats de AO et CO fig. n° 4.

Les résultats de l'expérience de 1985 confirment largement ceux mentionnés ci-dessus fig. n° 3, exception faite pour les parcelles enrichies en engrais seul, ce qui prouve l'inefficacité des apports des engrais dans ces sols, si on ne corrige pas leur teneur en humus.

La tourbe a provoqué une augmentation du rendement en fanes notamment lorsqu'elle a été mélangée à du fumier; la nécessité d'activer la tourbe lors de son enfouissement en la mélangeant avec une matière organique biodégradable ou en lui apportant de l'engrais semble donc être confirmé. Néanmoins, son effet sur les rendements demeure de loin inférieur à celui obtenu par l'utilisation du fumier de cheval.

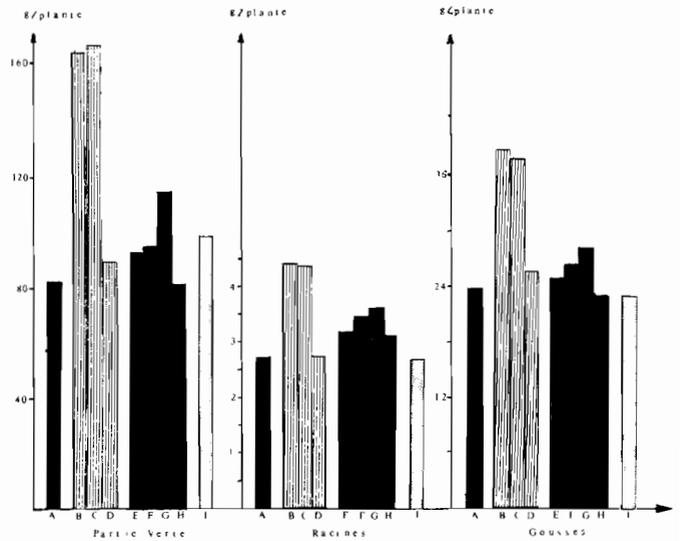


Figure 3. — Effet des amendements organo-calcaires sur la culture d'arachide.

g/plante g/plante g/plante

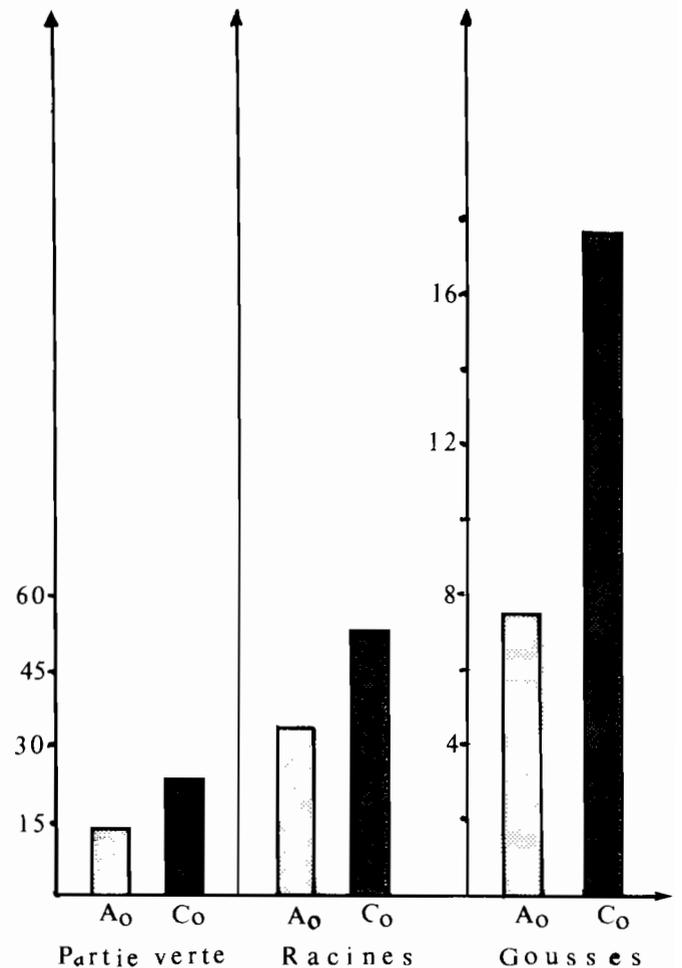


Figure 4. — Etude de l'arrière-effet des amendements organo-calcaires sur la culture des arachides

## Production souterraine

La fig. n° 2 indique un effet hautement significatif de la matière organique sur le développement racinaire de l'arachide vraisemblablement lié à l'augmentation de la porosité du sol sableux. Celle-ci résulterait en grande partie du rôle stabilisateur joué par la matière organique dans la couche arable. Cet effet stabilisateur serait imputable à l'action des produits transitoires fournis par les substances organiques très fermentescibles (12) ainsi qu'aux produits humiques polymérisés (9).

L'apport d'irrigation joue également un rôle sur la production de racines et de gousses mais contrairement aux biomasses aériennes nous n'avons pas pu mettre en évidence l'action des différentes doses sur ces productions.

L'amendement calcique n'a pas favorisé l'enracinement des plantes, indiquant que l'arachide supporte une gamme de pH assez large, ce qui confirme les informations contenues à ce propos, dans le "Memento de l'agronome" (11). Les résultats obtenus en 1985 sont identiques à ceux observés les années précédentes quant à l'utilisation du fumier.

Néanmoins ces effets deviennent moins importants pour les autres traitements fig. n° 3. Ces constatations soulignent l'importance de la dose et le degré de la biodégradabilité de la M.O. dans l'amélioration du développement racinaire résultant d'une transformation des propriétés biophysicochimiques du sol au bénéfice de la plante.

## Gousses et graines

La gif. n° 2 indique que le fumier a amélioré considérablement le rendement en gousses dans les trois parties de l'expérience. L'effet irrigation est également très marqué.

Les résultats obtenus en 1985 notamment ceux concernant les parcelles ayant été enrichies en fumier à raison de 10 T/ha, confirment l'expérimentation de 1984. L'effet bénéfique reste significatif lorsqu'il s'agit du traitement mélange tourbe + fumier (G) et il s'affaiblit pour les traitements fumier 4 T/ha (D), tourbe seule (E) et tourbe avec engrais.

Par contre la tourbe à faible dose (H) et l'engrais seul (I) n'ont pas eu d'effet. La stimulation de la production est la conséquence directe de l'amélioration des systèmes racinaires et végétatifs. La matière organique a ainsi favorisé la nutrition des plantes. D'après Fauck et al (4), la matière organique constitue la meilleure possibilité de fixation des bases du fait que l'argile dans ces sols est à dominance de kaolinite à pouvoir de fixation faible. Blondel (2) rapporte que la matière organique améliore l'alimentation azotée du mil. Dans le cas des arachides, les essais de l'INDR de 1984 et 1985 n'ont démontré aucune différence au niveau de la teneur en cendres entre les différents traitements lorsque les graines étaient soumises à une température de 700° C, les taux de cendre étaient de l'ordre de 2,4 % quel que soit le traitement.

L'effet de la matière organique ne se fait pas sentir au niveau du poids moyen des 100 gousses.

## Conclusion

Ces essais ont mis en jeu trois paramètres influençant la capacité d'un sol à la production, à savoir : le pH, l'eau et la matière organique. Le choix de ces paramètres a été motivé en vue d'étudier les possibilités de valorisation d'un sol dégradé, acide, situé en climat à faible pluviométrie. Les résultats ont démontré, cependant, que l'arachide s'adapte à une gamme de pH assez large.

Le rôle de l'irrigation supplémentaire pendant l'hivernage 1984 a été très significatif en raison du déficit hydrique qui a sévit. Le fumier du cheval a amélioré le rendement, a réduit le taux de mortalité en augmentant la résistance des plantes aux maladies cryptogamiques, et en favorisant le développement racinaire et végétatif.

Les résultats ont démontré que l'arrière-effet du fumier a été très bénéfique. La tourbe a également amélioré les rendements notamment quand elle est mélangée au fumier ou à l'engrais du commerce. Son effet est néanmoins inférieur à celui du fumier en raison de ses caractéristiques spécifiques : pauvreté en azote et en phosphore. Des investigations complémentaires devraient permettre d'augmenter son efficacité dans la fumure des sols dégradés du Sénégal.

## Références bibliographiques

1. Blondel D., 1970. Relation entre le "Nanisme jaune" de l'arachide en sol sableux (Dior) et le pH, définition d'un seuil pour l'activité du *rhizobium*. Doc. Ronéo. ISRA-CNRA.
2. Blondel D., 1971. Contribution à la connaissance de la dynamique de l'azote minéral en sol sableux (Dior) au Sénégal. Agronomie Tropicale. **XXVI** (12). 1303-1333.
3. Boissezon P., 1975. Contribution à l'étude de la capacité d'échange des matières humiques de quelques sols ivoiriens et malgaches. Mission ORSTOM à Tananarive, copyright O.R.S.T.O.M. 58 p.
4. Fauck R., Moureaux Cl. et Thomann Ch., 1969. Bilan de l'évolution des sols de Séfa (Casamance, Sénégal) après quinze années de culture continue. Agronomie Tropicale **XXIV** (3), 263-301.

5. Ganry F., 1975. Importance des enfouissements de la matière organique dans l'amélioration des systèmes culturels au Sénégal. Doc. Ronéo, ISRA-CNRA, Bambey, 5 p.
6. Ganry F., Bideau J. et Nicoli J., 1974. Action de la fertilisation azotée et de l'amendement organique sur le rendement et la valeur nutritionnelle d'un mil souba III, Agronomie Tropicale **XXIX** (10) - 1006-1015.
7. Ganry F. et Feller C., 1977. Effet de la fertilisation azotée (urée) et de l'amendement organique (compost) sur la productivité du sol et la stabilisation de la matière organique en monoculture de mil dans les conditions des zones tropicales semi-arides. Communication présentée au séminaire régional sur le recyclage organique en agriculture. Buee. Cameroun, 5-14.
8. Giller P. et Sylvestre P., 1969. Arachides. Techniques agricoles et production tropicale. Collection dirigée par René Coste. G.P. Maison Neuve-Larose, 292 p.
9. Mallouhi N., 1978. Contribution à l'étude de l'évolution de composts urbains dans des sols salés carbonatés. Thèse de Doct. Ing. INPL Nancy, 104 p.
10. Mallouhi N., 1984. Rapport d'activité. INDR. Thiès. Sénégal, 10 p.
11. Memento de l'Agronome 1980 : Troisième édition. Ministère Français de la Coopération 1600 pages.
12. Monnier G., 1965. Action de la matière organique sur la stabilité structurale des sols. Ann. agr. **XVI** (4 et 5). 527-534.
13. Ndiaye M., 1983. Symbiose *Rhizobium*-Arachide, étude de l'influence des techniques culturales et du facteur variétal. Doc. Ronéo ISRA-CNRA. Bambey. 10 p.
14. Nicon R., 1975, caractéristique principale des sols sableux et sablo-argileux du Sénégal. Problèmes agronomiques de leur mise en valeur. Comm. présentée à la 3e réunion du sous-comité ouest-africain de corrélation des sols pour l'aménagement des ressources en sols, Dakar, 9 p.
15. Pivot P., 1964. A propos de la fertilité des sols. Oléagineux. 19e année (2).
16. Zante P., 1983. Etude pédologique du domaine de l'Institut National de Développement Rural. Thiès, Sénégal. Rapport de l'O.R.S.T.O.M., 128 p.

N. Mallouhi, Sénégalais. Docteur en Sciences Agronomiques : Chef de Département des Sciences du Sol à l'INDR.

P. Jutras, Canadien. Docteur en Sciences Agronomiques. Assistance technique canadienne à l'INDR.

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 estan a la responsabilidad unica de los autores concernados.

# Agro-ecological zones : The development of a regional classification scheme for Rwanda

D.C. Clay\*, Y.M.J. Dejaegher\*\*

## Summary

*This paper discusses the need for a regional classification scheme that enables agricultural planners and researchers in Rwanda to take account of the country's major variations in agro-ecological conditions. Using data from the National Agricultural Survey, combined with previous work in this area, a five-zone classification scheme is developed and empirically tested. A regional comparison of such variables as farm size, land fragmentation, crop production and livestock production shows that the proposed classification scheme effectively captures the major regional variations in Rwandan farming systems.*

## Résumé

*Le besoin d'une classification régionale au Rwanda se fait sentir afin de soumettre à la disposition de la recherche agricole et des planificateurs un instrument pouvant inclure les variations agro-écologiques principales. En partant des données recueillies par l'Enquête Nationale Agricole, une classification en 5 zones a été développée et testée empiriquement. Pour chaque zone les variables telles que la superficie totale de l'exploitation, le morcellement des terres, la production végétale et animale, ont été comparées. La comparaison a démontré l'utilité de la classification régionale développée.*

## 1. Introduction

### 1.1. Background

Though small in size, Rwanda is characterized by a relatively high degree of agro-ecological diversity. One of the principal causes of this diversity is the country's topography. The Zaire-Nile divide runs north-south along Rwanda's western provinces at an average altitude of about 2000 meters along its crest. The northern portion of this mountain range, located in the Ruhengeri prefecture along the border with Zaire, is higher still, and is known for its rich volcanic soil. Rwanda's topography gradually becomes less mountainous, though still quite hilly, as it slopes off into the eastern plateau. The altitude drops accordingly to around 1200 meters along the eastern savanna and Tanzanian border. Closely associated with variations in altitude is the pattern of rainfall. Naturally, rainfall is most abundant in the west, where, because of the altitude, cooler weather prevails. The average annual rainfall varies from around 1500 mm in the western provinces to 900 mm in the east.

Altitude, then, is a major feature distinguishing the environmental conditions to which Rwandan farmers must adapt, for it is variation in altitude that accounts for regional differences in temperature, rainfall and, to some degree, the nature and quality of the soil. For example, in the mountainous areas, where problems of soil erosion are particularly acute, the erosion of top soil has undoubtedly affected soil fertility.

Because of this regional variation in agro-ecological conditions, agricultural planners and researchers in Rwanda are constrained in their ability to address major policy issues for the country as a whole. Instead, such planning and research has often been fragmented into many smaller units and dealt with on a commune-by-commune basis. Communes, numbering 143 in all, constitute Rwanda's secondary administrative subdivisions. In other instances agricultural development has been viewed as a problem best confronted at the prefectural level. Although 10 prefectures comprise Rwanda's principal administrative subdivisions, and are therefore relatively attractive in terms of the administration and implementation of development projects, they have little to offer in terms of agro-ecological homogeneity. Consequently prefectures are ineffective geographical units in targeting specific projects designed to address specific agricultural development problems.

This paper explores the question of regional classification in Rwanda in an attempt to build on previous work and to stimulate some new thought on this important subject. Using data from the National Agricultural Survey, a regional classification scheme is proposed and tested which, when combined with previous work, is designed to facilitate the analysis of agricultural information at the national level.

Even in a geographically small country such as Rwanda, variations in econological conditions, cultural heritage and socioeconomic activity from one

\* Department of Sociology, Berkey hall, Michigan State University East Lansing, Michigan 48824, U.S.A

\*\* Service des Enquêtes et des Statistiques Agricoles, B.P. 621 Kigali, Rwanda.

Research framework sponsored by the U.S. Agency for International Development (USAID)

area to the next create the need for a regional classification scheme which "captures" these variations. Properly defined regions provide an opportunity for comparative study, where farm characteristics can be analyzed vis-à-vis the specific contexts in which they are found. Knowledge of the ecological, cultural and socioeconomic contexts can go a long way toward developing an understanding of the local farm population and the agricultural system they employ. One area of study that has been built on the concept of regional variation is known as regional economics. Hoover and Giarratani (5, p. 3) remark that:

*"... regional economics represents a framework within which the spatial character of economic systems may be understood. We seek to identify the factors governing the distribution of economic activity over space and to recognize that as this distribution changes, there will be important consequences for individuals and for communities."*

The particular regional characteristics that are used by regional economists to help understand most spatial and regional economic problems are (1) natural-resource advantages, (2) economies of concentration of economic activity, and (3) costs of transport and communication (the mobility of goods and services). Going beyond the general purview of regional economics, however, there are often many other criteria on which to base a regional classification scheme. Farming systems can be heavily influenced by socio-cultural factors such as ethnic and tribal traditions, language, values, beliefs and so forth. Similarly the importance of traditional land settlement patterns and population density cannot be overlooked in the delineation of agricultural regions. Historical events and political circumstances may also contribute significantly to regional variations in farming systems.

As suggested above, the intention of a regional classification scheme is to help explain variations in a particular set of variables. In the present case, the concern is with the agricultural sector and the principal variables that comprise Rwandan farming systems. In order to be effective, regions need to be created in such a way as to maximize **intra-regional** homogeneity among farmers and their farming systems and minimize their **inter-regional** homogeneity. In other words, farmers must have more in common with other farmers in their own regions than with farmers in other regions. A regional scheme that fails to distinguish groups of farmers on the basis of land use patterns, population characteristics, land fragmentation, livestock ownership, and other such variables, can contribute relatively little to our understanding of how farming systems vary from one part of the country to another. On the other hand, where farming systems are shown to vary significantly as a function of the particular ecological and socioeconomic contexts in which they are

found, a great deal can be learned by spelling out the causal linkages between these regional contexts and the various types of farming systems that emerge within them.

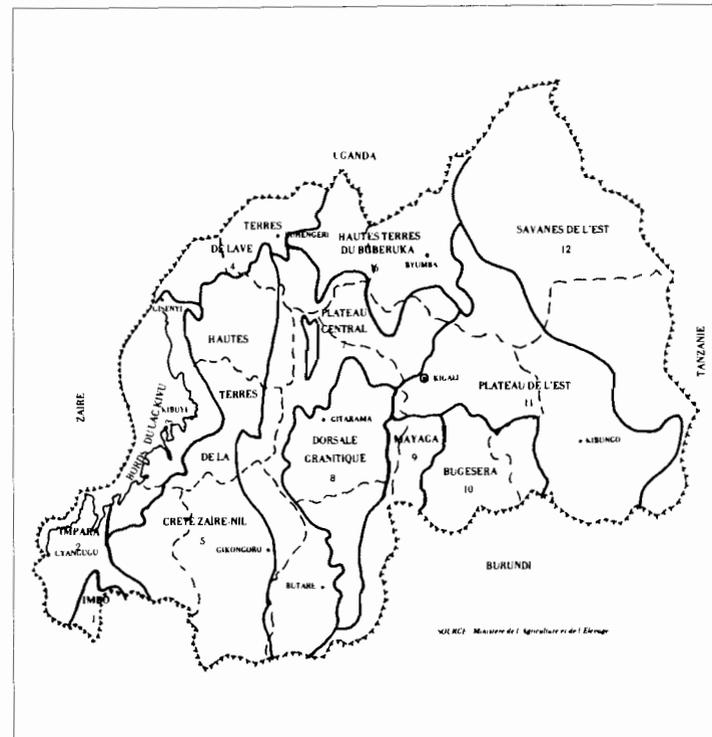


Figure 1. — Twelve Agro-ecological Regions in Rwanda.

## 1.2. Regional Classification: The Twelve Agro-ecological Regions

Recognizing the limitations of using prefectures and communes for agricultural planning and research, a pioneering effort was made to create a regional classification scheme based on three important agro-ecological variables: altitude, rainfall and soil type (3). According to this scheme there are 12 relatively homogeneous combinations of these three criterion variables (see Figure 1). The particular characteristics of these agricultural regions are summarized in Table 1. Since 1974 this regional classification scheme has been broadly used and supported for agricultural research purposes as well as for some of the more applied aspects of agricultural development. In fact, the sample design for the 1983-84 National Agricultural Survey was strongly influenced by the need to publish baseline survey results by agricultural region. These baseline statistics can be found in a document entitled "Résultats de l'Enquête Nationale Agricole, 1984, Volume 1: Rapport 1" (7).

Though useful for many purposes, this system of 12 agro-ecological regions has two significant limitations. The first is that it can be analytically cumbersome. It is one thing to focus on a specific set of

variables within one particular region of the country; it is another to broaden the analytical focus to look at regional variations in that set of variables. In effect, Rwanda's 12 agro-ecological regions must be viewed as relatively unique and independent environmental situations, or "contexts." To compare, for example, relationships among key variables such as farm size, crop production and family size in 12 different regions is a complex and confusing enterprise.

TABLE 1.

## Altitude, rainfall and soil type for the twelve agro-ecological regions

No	Region	Average Altitude (in meters)	Average Rainfall (in mm)	Soil Type
1	Imbo	1 100	1.200	Alluvial soils
2	Impara	1.700	1.400	Heavy, clayey soils derived from basalt
3	Bords du Lac Kivu	1.600	1.200	Clay loam soils
4	Terres de Lave	2.200	1.500	Ultisols derived from volcanic materials
5	Crête Zaire-Nil	2.100	1.600	Humic acid soils
6	Hautes Terres de Buberuka	2.000	1.200	Oxisols at high altitude
7	Plateau Central	1.700	1.200	Humic soils at medium altitude
8	Dorsale Granitique	1.600	1.100	Gravelly sandy loam soils
9	Mayaga	1.450	1,050	Clayey soils derived from shale
10	Bugesera	1,400	900	Oxisols
11	Plateau de l'Est	1.500	950	Oxisols with high iron oxide
12	Savane de l'Est	1.400	850	Old infertile soils with texture variable

Delepierre (3) has described the use of three "great zones" delineated simply on the basis of altitude (see Figure 2). The high altitude zone occupies the entire western portion of the country and is comprised principally of the highlands of the "Crête Zaire-Nil". Also in the western region are the "Bords du Lac Kivu", the "Terres de Lave" toward the North and Imbo and Impara in the far southwest. The central portion of the country, including the "Plateau Central", the "Dorsale Granitique" and the "Hautes Terres du Buberuka", comprises the medium altitude zone. Farms in this central zone average around 1800 meters above sea level. The entire eastern plateau and savanna, along with Mayaga and Bugesera, make up the low altitude zone, with an average altitude of some 1450 to 1500 meters.

The second limitation is that the criterion variables, those on which the regions are based (altitude, rainfall and soil type), ignore the existence of regional variation in the social, economic and cultural characteristics of Rwanda's population, and the importance of these variations in explaining regional differences in farming systems. Because the 12 agro-ecological regions are highly dependent on altitude, which varies principally from east to west, there is a tendency for these regions to follow the north-south contours of the altitude isolines. This is particularly evident in three cases: the "Bords du Lac Kivu", the "Crête Zaire-Nil" and the "Plateau Central". Naturally, the altitude zones described above also follow the same north to south pattern. As a consequence, socioeconomic and cultural differences, as well as differences in various soil characteristics between northern and southern portions of the country, and the effects of these differences on local farming systems, go entirely overlooked.

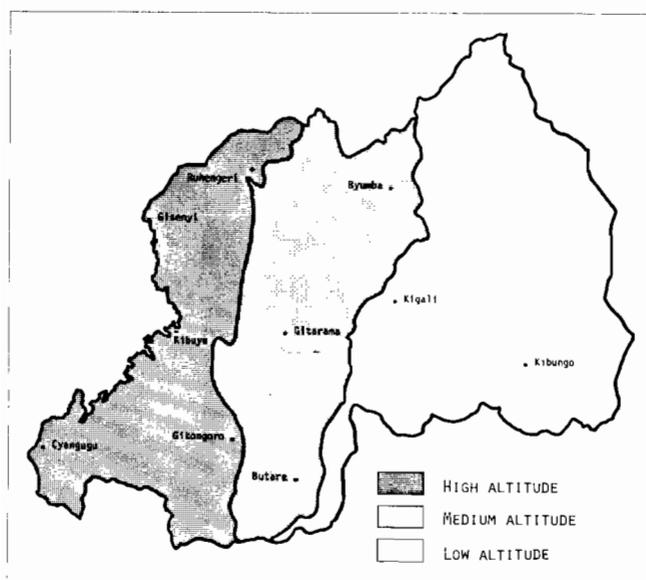


Figure 2 — Three altitude zones in Rwanda.

The need for a less cumbersome regional classification has long been recognized, and in the absence of any systematic work in this direction,

### 1.3. Regional Classification: New Developments

In order to adjust for existing limitations in Rwanda's regional breakdown, an attempt has been made 1) to reduce the number of regions from 12 to a smaller, more manageable number, and 2) to introduce a regional split capable of distinguishing between farming systems of the north and those of the south. It was reasoned that to capture the country's predominant ecological variations it would be necessary at the very least to base the reclassification scheme on the three altitude zones. Not only do these zones reflect changes in altitude but they also represent, as a consolidation of the 12 agro-ecological regions, major differences in rainfall and soil type. Initially, several cutting-points were experimented with for both altitude and rainfall. Communes were shifted about and regrouped in various ways in search of the optimal regional breakdown in terms of "simplicity," or "parsimony" (4, p. 40), i.e., a regional classification scheme that would maximize explanatory power while maintaining the manageability necessary to be used as an effective analytical tool. It was discovered that significant differences in

farming systems appeared almost regardless of how the three altitude zones were formed. Since no one regional breakdown seemed to predict differences with any greater accuracy than the others, the original 3-altitude delineation described by Delepierre (2) was retained because of its compatibility with the 12 agro-ecological regions.

The next step was to introduce a regional boundary to distinguish between northern and southern communes and provide for a systematic comparison of the structure of agriculture in these two regions. To preserve as much as possible of the original 12 agro-ecological regions, all of the "Dorsale Granitique" was situated in the southern region. For those areas farther west, i.e., the "Plateau Central", the "Hautes Terres de la Crête Zaire-Nil" and the "Bords du Lac Kivu", the north-south dividing line was established close to the national route between Kibuye and Gitarama. This route runs along a low altitude point in the mountain chain where rainfall is correspondingly low. As Rwanda's eastern plateau and savanna show relatively little variation in either farming systems or ecological conditions it was reasoned that a north-south split would offer little analytical advantage there.

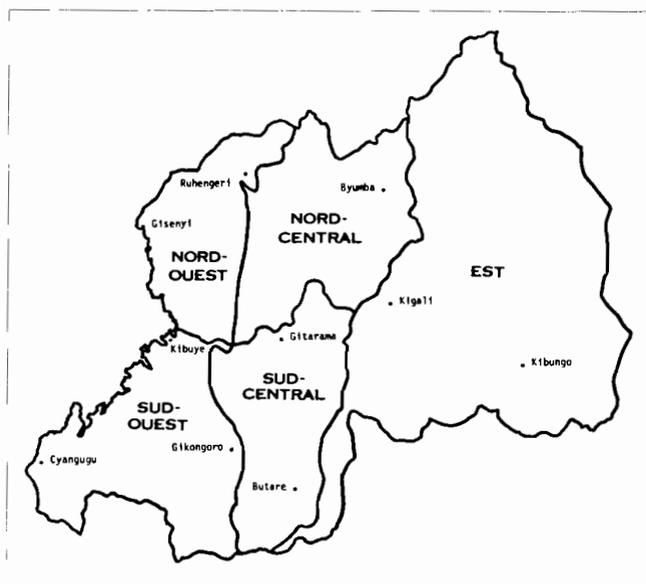


Figure 3. — Five agro-ecological zones in Rwanda.

The resulting regional classification can be seen in Figure 3. In summary, there are five regions whose boundaries, for the most part, correspond with those of the 12 agro-ecological regions when grouped by altitude. Additionally, the western and central portions of the country are further divided into northern and southern halves. Though quite simple this regional breakdown offers some degree of analytical flexibility. Depending on the particular objectives of a given analysis, regions can be merged in a number of useful combinations. If the influences of

altitude and rainfall are the focus of attention, then the three altitude regions can be recreated by merging the two western zones (high altitude) and the two central zones (medium altitude). The eastern zone represents the low altitude, low rainfall region in its entirety. Similarly, if the socioeconomic and cultural differences between northern and southern Rwanda are of interest, then it may be advantageous to create one large northern region by combining the northwestern and north-central zones, and a unified southern region by merging the two corresponding zones to the south.

A recent analysis of how Rwandan farming systems have been influenced by variations in regional population density (1) demonstrates still another useful way in which these zones can be combined. According to the 1980 Census estimates of population density (6, p. 15) the two most densely populated regions are in south-central Rwanda in the area of Butare and in the northwestern communes near Gisenyi and Ruhengeri. The concentration of population in these areas varies from about 300 to 375 persons per square kilometer of available land (3). When combined these areas comprise the country's high density region. The medium density region is formed by merging communes in the southwest and north-central parts of the country. Population density in these areas ranges from 200-300 persons per square kilometer. The eastern portion of the country is viewed as Rwanda's low density region since the number of persons per square kilometer there is in the 125-225 range, roughly half that of the high density region.

## 2. An Empirical Test

As mentioned earlier, for a regional classification scheme to be meaningful and effective for analytical purposes it must maximize variation in ecological conditions and farming systems among different regions while minimizing such variation within each region. The present 5-zone breakdown is analyzed in terms of its between-zone and within-zone variation using data collected during the implementation of the Rwanda Agricultural Survey and Analysis Project. This project was jointly sponsored by the Rwandan Ministry of Agriculture and the U.S. Agency for International Development (USAID). The zones are first compared on their average altitude and rainfall, the two primary ecological variables on which the zones are based. Then, in order to examine the extent to which the zones differ in the types of farming systems they support, 25 key farm characteristics are compared across the 5 zones. Farm size, land fragmentation, crop production (for 12 major crops), household size, and livestock ownership are among the characteristics compared.

Table 2 summarizes the results of the regional comparison of means. The first column of the table lists the particular farm household characteristics to be

analyzed. Reported next are the mean values for each of the 5 zones. The two columns under the general heading "Mean Squares" are the average squared deviations from the mean first between zones and then within zones. The purpose of this analysis of variance is to determine the extent to which variation between the five zones exceeds variation within the zones. The ratio of between-zone to within-zone variations is reported in the "F Ratio" column. An F ratio of 1.0 for a given characteristic indicates that there is as much variation within zones as between them or, in other words, that the zones are unsuccessful at explaining variation in that particular characteristic. However, where mean values for a given characteristic actually do differ from one zone to the next, between-zone variation will ordinarily be larger than within-zone variation. Under these circumstances the F Ratio will be greater than 1.0. Statistical significance is reported in the last column to the right indicating the probability that the observed difference in means, and the resulting F ratio, are simply due to sampling error.

The sample for the National Agriculture Survey was drawn using a multi-stage cluster design in which 2,100 farm households were selected and interviewed in depth. To compensate for the fact that the analysis of variance assumes simple random sampling, a more stringent criterion for assessing the statistical significance ( $p \leq .025$ ) is adopted as the standard, with all values off falling at or above this level being considered significant. Under the .025 criterion, the probability of falsely making a claim for statistical significance is only 1 in 40, compared to the more liberal (and conventional) criterion of .05 in which the probability of making a false claim is doubled, or 1 in 20.

Altitude and rainfall are two principal characteristics of any farm's agro-ecology. Compared across agro-ecological zones both altitude and rainfall show highly significant differences. The expected general pattern of higher altitude and rainfall in the western zones, dropping off to increasingly lower levels in the central and eastern zones, is supported for the most part. One exception to this pattern is that the altitude of farms in the southwestern zone is actually slightly less than that of farms in the north-central zone due largely to the fact that the low altitude Imbo valley falls into the southwestern zone.

The amount of land farmers operate and the degree to which that land is fragmented into smaller parcels are integral features of Rwandan farming systems. Averaging 1.21 hectares divided into approximately 5 distinct parcels, farms show considerable variation in these characteristics from one zone to the next. Farm size varies from just under 1 hectare in the northwestern zone to 1.61 hectares in the east. Though it was expected that the general pattern of farm size and land fragmentation would reflect

regional variations in population density, (the two highest density areas in Rwanda being, as mentioned earlier, in the northwest near Gisenyi and Ruhengeri and in the south-central zone, notably in the vicinity of Butare), such does not appear to be the case. Throughout the western and central zones, farmers operate roughly the same amount of land, just upward of 1 hectare each. Farmers in the east, however, differ from all others in that their average farm size is at least 50% higher than the average for farmers elsewhere. The problem of land fragmentation appears to be most severe in the two northern zones, where farms are broken up into an average of about 6.3 parcels. The two southern zones are next with an average of 5.2 parcels per farm, and farms in the low-density eastern zones, as anticipated, are the least fragmented of all, averaging 3.4 parcels each.

Turning to three important characteristics of the farm population — age of the head of household, the total number of persons in the household, and the number of working-age persons (15-64 years) in the household — a regional comparison is of only marginal utility in helping explain variation in these household characteristics. The data suggest that Rwanda's farm population is relatively homogeneous, as no notable differences are found among the five agro-ecological zones. The average age of heads of households in Rwanda is 43.6 years; regional deviations from this figure are no more than 2.2 years in either direction. The number of persons per household is similarly invariant, ranging from 4.9 to 5.2. And for working adults, the number per household ranges from 2.3 to 2.6, a negligible difference.

In the area of crop production the data show considerable regional variation. All 12 major crops were found to have significant differences from one zone to another. In large measure, crop production seems to vary according to either altitude or rainfall. Crops that conforms to variations in rainfall area beans, sorghum, and bananas. Production of these three important subsistence crops is lowest among farm households in the high rainfall western zones and increases significantly among households in the central and eastern portions of the country. Other crops, such as manioc, peanuts and wheat appear to be linked to variations in altitude, though not all in the same way. Manioc and peanuts are produced in large amounts among households in the lower, southern and eastern zones. As altitude increases, production of these crops decreases. Conversely, wheat is most often produced in the high altitude areas of the north and seldom produced elsewhere. Other crops are produced predominantly in the northern climate, but do not seem to maintain a close linear association with altitude are corn, peas and potatoes. Potatoes are particularly concentrated in the northwest where farms produce over 1100 kg. per year on average; farmers average barely 60 kg. of potatoes per year outside of the northwest.

**TABLE 2.**  
**Comparison of means for five zones across selected characteristics**

Household Characteristic	Agro-ecological Zone					Mean Squares		F Ratio	Sig.
	North-west (N=292)	South-west (N=348)	North-central (N=497)	South-central (N=444)	East (N=500)	Between Zones	Within Zones		
Altitudes (meters)	2,093	1,783	1,871	1,692	1,487	19,850,968	37,043	535.9	<.0001
Rainfall (mm)	1,382	1,435	1,193	1,181	996	13,549,637	13,982	969.1	<.0001
Size of farm (ha)	0.99	1.08	1.08	1.15	1.61	295,548	12,507	23.6	<.0001
Number of parcels	6.0	4.6	6.4	5.8	3.4	729	9.7	75.1	<.0001
Age of head	42	43	44	46	42	1,506	241	6.3	<.0001
Size of Household	4.9	4.9	4.9	5.0	5.2	4.74	5.36	0.9	.4731
Number of persons aged 15-64	2.4	2.5	2.3	2.6	2.5	5.72	1.61	3.5	.0069
Production* (in kg)									
Beans	153.4	156.1	204.2	237.1	349.2	2,554,747	36,122	70.7	<.0001
Soybeans	0.8	9.1	4.9	3.2	2.6	1,938	202	9.6	<.0001
Peas	23.0	6.3	15.3	7.4	7.8	17,830	1,282	13.9	<.0001
Manioc	74.8	267.5	192.7	389.0	461.1	11,071,148	177,854	62.2	<.0001
Potatoes	1141.8	33.5	45.4	51.5	75.5	82,319,259	856,851	96.1	<.0001
Sweet Potatoes	389.3	662.0	849.6	824.2	510.5	17,970,518	309,653	58.0	<.0001
Wheat	8.4	0.7	6.0	0.0	0.0	6,734	488	13.8	<.0001
Sorghum	62.5	40.1	87.3	165.0	341.0	6,060,282	67,419	89.9	<.0001
Peanuts	0.0	6.5	1.1	11.1	39.4	129,247	1,905	67.8	<.0001
Corn	363.1	74.6	62.5	23.2	46.1	4,968,122	40,401	123.0	<.0001
Bananas	951.6	1342.9	1362.4	1571.3	3174.2	341,092,972	3,455,958	98.7	<.0001
Coffee	17.6	60.5	20.9	32.9	33.0	120,197	4,825	24.9	<.0001
Total production (in millions of kcals)	3.47	2.48	2.92	3.36	5.12	439,979	5,937	74.1	<.0001
Production (in Kcals per person-day)	2,129	1,602	1,848	2,086	3,158	148,882	2,896	51.4	<.0001
Number of livestock per household									
Cattle	0.82	0.46	0.52	1.05	0.88	26.4	3.4	7.8	<.0001
Pigs	0.05	0.32	0.14	0.40	0.12	9.6	0.7	13.8	<.0001
Sheep	0.68	0.23	0.96	0.41	0.21	53.0	1.5	35.4	<.0001
Goats	1.86	1.74	1.36	1.37	3.26	66.6	5.0	13.3	<.0001

\* Average production per household.

The two remaining subsistence crops in Table 2 are sweet potatoes and soybeans. Though produced in large quantity throughout the country, sweet potatoes are exceptionally abundant in the two central zones; sweet potatoes are produced the least in the northwest, where potatoes are the more important tuber. Soybeans are clearly a secondary crop in Rwanda. Even in the southwest zone, where the soybean harvest is most abundant, farms average only 9.1 kg per year. Coffee, exclusively a cash crop in Rwanda, is produced throughout the country but, like soybeans, is produced in the southwest zone more than anywhere else.

By converting the production of individual crops into their caloric values and then aggregating these values at the household level, a standardized measure of total production can be obtained. Though crop production has been shown to vary considerably for many crops when viewed individually, regional differences in total crop production are generally less extreme. This finding is quite understandable since households in a given region will often compensate for a deficiency in one crop with the cultiva-

tion of another. For example, it is not surprising to find that in the eastern zone where the production of potatoes and sweet potatoes is low, the production of manioc is high. Nevertheless, even total production varies some by zone. Shown in Table 2 are total production figures in millions of kilocalories and production of kilocalories per person-day. Not surprisingly, the eastern zone stands out from the rest in both total and per capita production. It was observed earlier that the households in this eastern zone also operate considerably larger farms than do households in other parts of the country.

Table 2 ends with a regional comparison of livestock ownership. The data show significant regional variation in all four categories of livestock: cows, pigs, sheep and goats. Looking first at cows, the average number per household is .75 head. This figure ranges from .46 in the southwest to 1.05 among households in the south-central zone. Compared to the distribution of cattle in Rwanda, pigs are both fewer in number and heavily concentrated in the two southern zones where they were first introduced.

While farmers in the two northern zones are not strong producers of cattle or pigs, the data indicate that the average number of sheep they raise there is 2 or 3 times that of farmers living in other parts of the country. Goats are the most widely held type of livestock in Rwanda and it appears that this finding holds in all of the country's agro-ecological zones. Only one zone, the eastern zone, stands out from the others because of the prevalence of goats raised by households there. There do not appear to be any consistent patterns of east-west or north-south differences in the ownership of goats in Rwanda.

### 3. Conclusion

In conclusion, this paper has addressed the need for a regional classification scheme that is 1) analytically more manageable than existing classifications, and 2) capable of distinguishing farming systems of northern Rwanda from those of the south. In reviewing data collected during the Rwanda Agriculture Survey and Analysis Project, it has been demonstrated that the proposed 5-zone classification scheme can be quite effective at capturing major regional variations in Rwandan farming systems. Farm size, land fragmentation, crop production, and livestock ownership are among the farm characteristics that showed significant differences from one zone to the next. Characteristics of the farm population, on the other hand, showed considerable homogeneity both within and between the proposed zones. Among characteristics that did vary regionally, there was no dominant pattern to these variations. Certain characteristics seemed to vary mostly from east to west along with altitude

and rainfall, while other characteristics varied largely from north to south or as a function of regional population densities.

It must be recognized, however, that despite its apparent effectiveness in illuminating certain regional differences in farming systems, the 5-zone breakdown presented here represents only one small step forward in the process of regional classification in Rwanda. The data reviewed here reflect but a small fraction of the multitude of social, economic, cultural and environmental characteristics that comprise farming systems in Rwanda. There is a clear need for further application, refinement and expansion in the proposed classification, particularly in the areas of soil type, soil fertility and other information compiled through extensive pedological research. Current efforts by the Ministry of Agriculture, such as the "Carte Pédologique du Rwanda", will undoubtedly go a long way toward establishing a more solid agronomic foundation to work developed here.

Furthermore, this analysis has demonstrated only how farming systems can vary among zones, not how the unique agro-ecological and socioeconomic circumstances that comprise the different zones actually give rise, in a causal sense, to the development of regionally distinct farming systems. Spelling out the causal linkages between regional contexts and particular farm-level characteristics is another fertile area for agricultural research. In the meantime, however, it is hoped by researchers at the "Service des Enquêtes et des Statistiques" (SESA) that this discussion will serve as an open invitation and as a useful point of departure for a multidisciplinary dialogue aimed at improving regional classification in Rwanda in years to come.

## Literature

1. Clay D.C. and Magnani R.J., 1986. "The human ecology of farming systems. Toward understanding agricultural development in Rwanda." Forthcoming publication in H.K. Schwarzweller (ed.), *Research in Rural Sociology and Development*, Volume 2, Greenwich, Conn., JAI Press Inc.
2. Delepierre G., 1974. Note Technique No. 13 de l'I.S.A.R., Rubona, Rwanda.
3. Delepierre G., 1980. "Tables de répartition et de densité de la population rwandaise par secteur communal et par région agricole." Publication of the Ministry of Agriculture and Livestock, Rwanda.
4. Hempel Carl G., 1966. *Philosophy of Natural Science*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, Inc.
5. Hoover Edgar M. and Giarratani F., 1984. *An Introduction to Regional Economics* (3rd edition). New York: Alfred A. Knoff.
6. Rwanda, 1982. *Recensement Général de la Population et de l'Habitat: Synthèse des Principaux Résultats*. Kigali, Imprimerie Scolaire.
7. Rwanda, 1985. *Résultats de l'Enquête Nationale Agricole, 1984, Vol. 1: Rapport 1*.

D.C. Clay, American, Ph. D. in Sociology, Faculty member, Department of Sociology, Michigan State University.

M.J. Dejaegher, Belge, Ingénieur Agronome, Gembloux - Coopérante A.G.C.D. General Survey Manager

## PROJETS

## PROJEKTEN

## PROJECTS

## PROYECTOS

## Techniques de capture et observations écoéthologiques sur le rat de Gambie, *Cricetomys*, dans la forêt équatoriale du Zaïre

M. Malekani\*

### Résumé

Le problème de déficit alimentaire dans le monde peut être sensiblement atténué par l'utilisation rationnelle de petits animaux comme le rat de Gambie, un rongeur très prometteur pour les peuples d'Afrique intertropicale. Des techniques efficaces de capture en forêt de spécimens vivants de rat de Gambie destinés à la domestication ont été mises au point. Ce travail de capture a permis d'obtenir quelques données écoéthologiques sur le rat de Gambie en forêt, *Cricetomys emini*. Ainsi, cette espèce pourra être de mieux en mieux connue comme sa voisine de savane, *Cricetomys gambianus*.

### Summary

The problem of the food shortage in the world can be noticeably attenuated by the rational use of small animals like the African giant rat, a very useful rodent for the African people in the tropics.

Effective techniques to catch alive giant rats in the forest for their domestication were implemented. This work has permitted to collect some ecologic behavioural data on the African giant rat in the forest *Cricetomys emini*. Thus, this species will be better known, as it is already the case for the savannah species *Cricetomys gambianus*.

### Introduction

Actuellement, des chercheurs à travers le monde portent de plus en plus d'intérêt envers de petits animaux (invertébrés, reptiles, oiseaux, rongeurs, suidés) dont l'exploitation rationnelle constituerait une grande source alimentaire pour les peuples des pays en voie de développement, spécialement en Afrique. C'est le cas du rat de Gambie, *Cricetomys*, un petit mammifère rongeur de la famille des Cricetidés.

Cet animal est naturellement prolifique. La femelle est sexuellement mature entre 20 et 23 semaines de la naissance. Son cycle oestral est d'environ 4 jours. La période de gestation varie entre 28 et 42 jours. Le nombre de petits par mise-bas est de 1 à 5, mais plus fréquemment 4. Une femelle peut réaliser 6 portées en une année. Ainsi, elle serait capable de produire 24 jeunes ou plus en une année (1 et 3). Le spécimen adulte peut peser jusqu'à 1,6 kg.

Qui plus est, cet animal est végétarien à tendance omnivore, donc facile à nourrir. Sa viande est très appréciée par les autochtones qui savent comment la conserver par fumage ou salaison. Ce rongeur est beaucoup chassé si bien qu'il est devenu rare, voire

en voie de disparition en certains endroits. C'est le cas dans certains milieux à l'Est du Zaïre où la population est très dense et la terre fortement cultivée. L'élevage de cet animal pourra donc garantir sa pérennité.



Photo I — Deux spécimens de *Cricetomys gambianus* en élevage expérimental à l'Université de Kinshasa, Zaïre

Photo J Paulus S.J

\* Département de biologie, Faculté des Sciences. Université de Kinshasa B.P. 190 Kinshasa XI, Zaïre



Photo J. Paulus S.J

Photo 2 — *Cricetomys gambianus* avec quelques denrées alimentaires naturelles

Pour des raisons éthiques, une nouvelle dénomination commune de ce rongeur devrait être adoptée actuellement. En effet, le mot "rat" renferme une certaine raisonance péjorative et le qualificatif "de Gambie" n'est pas beaucoup justifié car cet animal se retrouve dans presque toute la zone intertropicale de l'Afrique. Ainsi, une proposition est que ce rongeur soit appelé désormais "cricetome" en français en tenant compte de sa dénomination scientifique en latin et "nkumbi" comme synonyme suivant les origines africaines de l'animal.

Ce rongeur est représenté par deux espèces qui se retrouvent toutes au Zaïre: *Cricetomys emini* Wroughton, 1910, qui vit surtout en forêt et *Cricetomys gambianus* Waterhouse, 1840, qui fréquente beaucoup la savane (3 et 4) (photos 1 et 2).

Bien que l'une de ces deux espèces soit moins connue, en l'occurrence, *Cricetomys emini*, elle n'en est pas moins importante au point de vue densité et source alimentaire pour les populations africaines. D'après des observations sommaires sur le terrain et en captivité, l'espèce de savane serait même plus intéressante que l'autre pour la domestication à cause de son caractère plus docile et calme.

Depuis plus de dix ans à l'Université d'Ibadan au Nigéria et depuis 1985 à l'Université de Kinshasa au Zaïre des chercheurs travaillent sur la possibilité de domestiquer cet animal

Des techniques de capture ont été mises au point pour obtenir des spécimens vivants destinés à des essais de domestication. Des observations ont également été réalisées sur les biotopes et le comportement de ce rongeur dans la forêt équatoriale du Zaïre.

## Matériel et méthodes

### 1. Matériel

Pour capturer des spécimens vivants de cricetome en forêt, on a utilisé un type de piège avec appât et on a creusé des terriers.

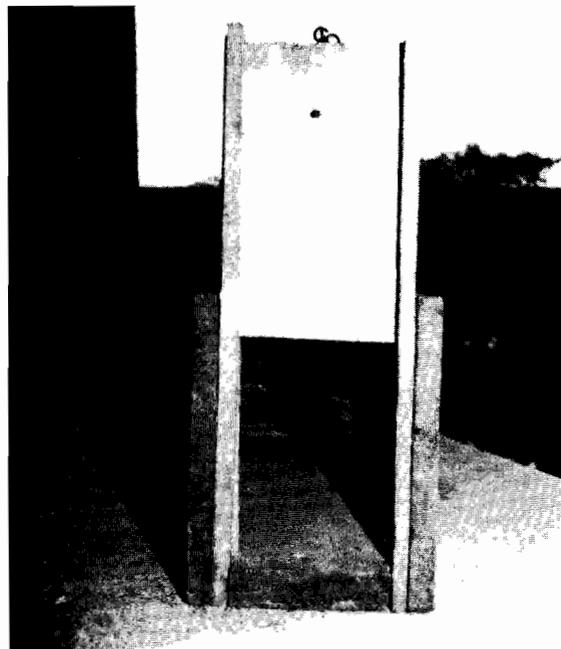


Photo Mukakakirya

Photo 3. — Pièges à cricetomes (vue frontale du piège tendu).

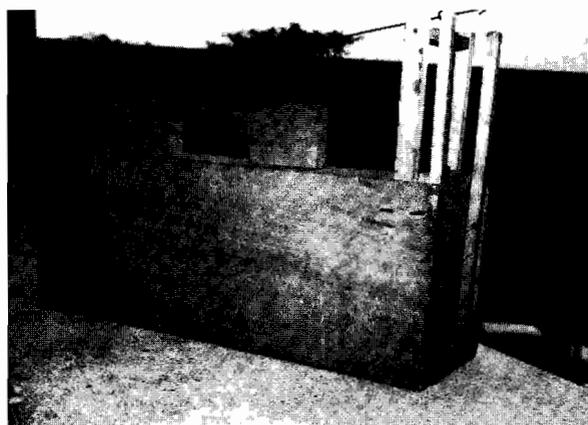


Photo Mukakakirya

Photo 4 — Piège à cricetomes (vue latérale du piège fermé).

Le piège utilisé se compose principalement d'une boîte en bois de 52 cm de long, 12 cm de large, 19,5 cm de haut et pesant en tout 2,550 kg. Une portière légère glissant entre des règles sur un côté de la largeur du piège permet de capturer l'animal grâce à un déclencheur sur lequel est fixé un appât (photos 3 et 4).

Des cages métalliques de 60 cm de long, 32 cm de large et 21 cm de haut ont été utilisées aussi pour garder les animaux capturés (figure 1). Ce type de cage sert également de cage de croissance en élevage de cricetomes.

### 2. Méthodes

En tenant compte du comportement des cricetomes dans la nature, deux méthodes principales ont été utilisées pour les capturer: le creusage pendant la journée et le piégeage pendant la nuit.

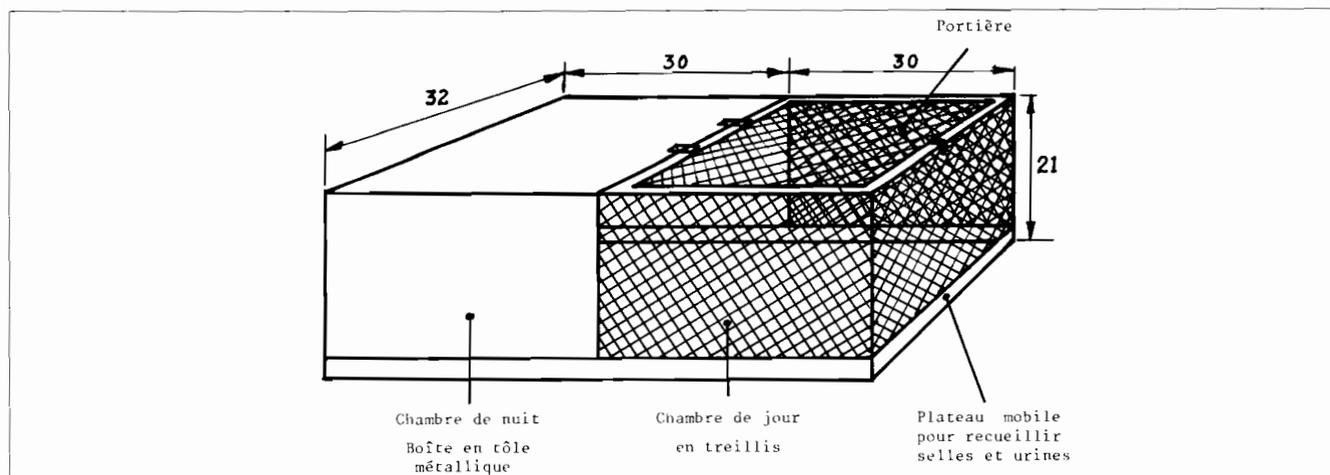


Figure 1. — Type de cage métallique de capture inspirée d'un modèle d'Ibadan.

Pour le creusage il faut d'abord chercher des ouvertures de terriers; seuls les terriers semblant fréquents et faciles à creuser ont été explorés.

Les terriers habités ont au moins une des ouvertures très propre et bien marquée par des passages fréquents; en effet, un terrier peut être habité par un ou plusieurs occupants.

Avant de creuser un terrier il faut d'abord en détecter toutes les ouvertures. Chaque terrier de cricetome possède au moins deux ouvertures disposées en sens opposé. On commence alors à creuser à partir de l'ouverture qui semble la mieux située pour atteindre facilement le nid où on espère trouver l'animal. Ensuite, on fixe un sac en toile sur une seconde ouverture fonctionnelle. Toutes les autres ouvertures dans les environs sont bouchées. Très souvent, l'animal apeuré par des coups de bêche ou de houe sort par le second trou et va se jeter dans le sac en toile qu'il faut alors saisir pour immobiliser le cricetome dans le sac.

L'animal saisi est alors transporté dans le sac depuis le lieu de capture jusqu'au camp où il est transféré prudemment dans une cage métallique où il reçoit à boire et à manger.

Il peut arriver aussi que l'animal traqué sorte par le trou qu'on est en train de creuser. Dans ce cas, il faut être très habile pour le capturer avec les mains sans se faire mordre ou griffer.

Quant à la deuxième méthode de capture, les pièges sont posés à la tombée de la nuit dans des endroits que les cricetomes fréquentent pendant la nuit ou devant des ouvertures des terriers habités.

La technique du piégeage n'est pas compliquée, car il suffit d'accrocher un appât à un déclencheur à l'intérieur du piège. On utilise d'habitude une graine d'une essence forestière très recherchée par le cricetome comme l'*Ongokea gore*. Une deuxième

graine est grossièrement mâchée et crachée dans l'ouverture du piège, ce qui attire l'animal à l'intérieur. Les pièges sont récupérés tôt le matin.

On peut aussi éventuellement placer un piège devant un terrier creusé à moitié lorsque l'animal n'a pas pu être atteint.

## Résultats

### a) Capture

Six spécimens de cricetomes ont été capturés dont deux par creusage, deux par piégeage et deux autres par les deux méthodes combinées en deux semaines. Des six spécimens capturés, deux étaient mâles et quatre femelles.

### b) Biotopes

Les biotopes explorés dans la station principale de capture peuvent être classés en quatre catégories.

TABLEAU 1

Nombre de terriers détectés par biotopes.

Biotopes	Distance à partir du village de campement	Nombre de terriers détectés
1. Forêt plus ou moins modifiée autour du village	de 0 à 300 m	6
2. Terrains ouverts en jachère ou palmeraies abandonnées	de 300 m à 1.000 m	5
3. Forêt secondaire	de 1.000 m à 1.500 m	4
4. Forêt primaire	au-delà de 1.500 m	9
Total		24

Dans le milieu où la capture a été effectuée, les villages sont construits dans la forêt. Les huttes sont immédiatement entourées de grands arbres et les cricetomes ne manquent pas de se retrouver quel-

ques fois dans le village la nuit. Des terriers ont été détectés déjà à 20 m du village et d'autres ont été trouvés à côté de chemins très fréquentés. Ce rongeur semble donc bien anthropophile et ne serait pas perturbé par la présence de l'homme.

De tous les terriers inventoriés, neuf étaient situés au pied de grands arbres, cinq dans des monticules, deux dans des termitières, deux dans des talus, deux sur un terrain en pente, trois sur un emplacement plus ou moins plat entre de grands arbres et un seul dans un creux. De ces vingt-quatre terriers, vingt se trouvaient dans des endroits surélevés, ce qui constitue un facteur important dont il faut tenir compte sur le terrain pour détecter facilement des terriers dans la nature.

### c) Comportement

Dans la forêt, les cricetomes raffolent des graines oléagineuses de l'*Ongokea gore*, grand arbre de 40 m. Ces rongeurs consomment aussi des graines d'une autre essence forestière de grande taille (10 à 33 m) également oléagineuses, *Panda oleosa*. Ces graines sont aussi comestibles par l'homme.

Les cricetomes se nourrissent également de graines de *Paramacrolobium coeruleum*, de graines de maïs, de fruits d'*Aframomum*, de champignons. Ces rongeurs consomment aussi des espèces animales. Des coquilles d'escargots ont été trouvées dans leurs terriers.

En période d'obscurité, les cricetomes sortent très tôt de leurs terriers le soir, vers 20 h. En période de pleine lune, ils en sortent plus tardivement. Tous les cricetomes rentrent dans les terriers avant le lever du soleil. Ils n'ont pas d'activité diurne.

Les spécimens de l'espèce de forêt se sont montrés calmes, dociles et sociables. On a pu garder ensemble cinq animaux dans une cage assez étroite de 60 cm de long sur 32 cm de large et 21 cm de haut pendant plus d'une semaine sans combats entre eux.

Tous les cricetomes capturés étaient parasités par des tiques du genre *Hemimerus*, dont on a trouvé jusqu'à vingt individus sur le corps d'un seul animal. Les cricetomes ne semblaient pas toutefois en être affectés et ne faisaient aucun effort pour s'en débarrasser. Ces ectoparasites se tenaient fermement dans le pelage de l'animal, regroupés sur la partie dorsale postérieure ou entre les pattes arrières. Lorsque l'animal s'endormait, ces tiques pouvaient se mouvoir rapidement sur tout son corps. Selon les auteurs (2), ces ectoparasites se nourrissent de productions épidermiques de leur hôte et probablement aussi des débris de nourriture. Le genre compte huit espèces, toutes parasites du cricetome.

Enfin, les cricetomes pourraient jouer un grand rôle dans la recolonisation de certaines essences forestières dans les milieux où ils vivent par la dissémination de leurs graines. Des graines d'*Ongokea gore* et de *Panda oleosa* ont été trouvées en train de germer autour des ouvertures des terriers.

Ces rongeurs stockent d'habitude des vivres dans leurs terriers pour la période de "hibernation" (saison des pluies : août-décembre) qui correspond à leur période de reproduction. A la fin de cette période, les cricetomes nettoient leurs terriers et en dégagent tous les déchets qui peuvent encore contenir des graines entières ou à moitié consommées. Ces graines, une fois dehors, germent dès qu'elles entrent en contact avec l'humidité.

### Discussion

Les deux méthodes principales de capture, c'est-à-dire le creusage et le piégeage ont été efficaces au même titre. Toutefois, la méthode de piégeage est moins fatigante que celle de creusage qui est cependant plus intéressante au point de vue scientifique. Elle permet de connaître l'animal dans son terrier et d'y découvrir sa façon de se comporter.

La chance de capturer les cricetomes augmente au fur et à mesure qu'on s'éloigne des endroits plus habités où la chasse est plus intense.

La plupart des terriers sont situés dans des endroits surélevés, ce qui permet peut-être au cricetome de creuser facilement et de se loger dans un sol plus ferme et moins humide.

Bien que le régime alimentaire naturel du cricetome soit très varié, il montre toutefois une grande préférence pour certaines espèces végétales.

Les cricetomes sont naturellement parasités par des tiques apparemment inoffensives, du genre *Hemimerus* dont le rôle éventuel de vecteur de maladie n'est pas connu.

Enfin, le cricetome, tout en étant un grand consommateur des végétaux, peut jouer un rôle positif sur la végétation en favorisant la dissémination de certaines espèces de grande valeur dont il consomme les graines.

### Conclusion

Les techniques de capture utilisées ont été efficaces. Toutefois, la technique de creusage est parfois difficile à réaliser dans certaines biotopes très primitifs. Des observations sur les biotopes fréquentés par le cricetome et sur le comportement de ce rongeur en forêt ont contribué à mieux le connaître. Jusqu'à présent, le cricetome avait été surtout étudié en savane.

Le cricetome qui est habituellement fortement chassé dans le milieu où il se trouve rend de grands services aussi bien aux hommes comme source de protéines animales qu'à la nature par la dissémination de certaines espèces végétales de grande valeur.

Ce rongeur semble très bien se prêter à la domestication pour son exploitation rationnelle au bénéfice des populations d'Afrique intertropicales. Son élevage permettrait également de réduire la menace qui règne sur cette espèce fortement soumise à la pression de la chasse.

### Remerciements

Les travaux de capture ont été réalisés dans le cadre des activités scientifiques du Département de Biologie de la Faculté des Sciences à l'Université de Kinshasa, Zaïre, sous l'encadrement du Professeur J. Paulus S.J. grâce à un support financier du Centre de Recherches pour le Développement International/CRDI-Canada. La synthèse des résultats fait partie des travaux préliminaires entrepris dans le cadre de la présentation d'une maîtrise en sciences (M. Sc.) au Département de Production et Santé Animales de l'Institut de Médecine Tropicale d'Anvers, Belgique, sous la direction du Professeur J. Hardouin.

---

### Références bibliographiques

1. Ajayi S.S. 1975. Domestication of the African giant rat (*Cricetomys gambianus* Waterhouse). Department of Forest Resources Management, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria, pp. 1-44.
2. Burgeon L. et Basilewsky P. 1952. Les insectes du Congo Belge. Encyclopédie du Congo Belge. Tome II. Editions Bielefeld, 22 rue de la Concorde, Bruxelles. pp. 181-258.
3. Dorst J. and Dandelot P. 1972. A field guide to the Larger mammals of Africa. Collins. St. James's Place. London. pp. 1-286.
4. Verschuren J., Van der Straeten E. et Verheyen, W. 1983 Rongeurs. Exploration du Parc National des Virunga. Miss F. Bourlière et J. Verschuren 1957-1961, Fasc. 4, Bruxelles, pp. 5-121.

---

M. Malekani, Zaïrois, licencié en sciences (biologie), assistant à l'Université de Kinshasa.

COMPTES RENDUS

VERSLAGEN

STATEMENTS

RELACIONES

## L'éjointage des oiseaux

P. Horlait\*

### Résumé

*L'article décrit les principales techniques disponibles pour empêcher définitivement les oiseaux de rente ou d'ornement de voler.*

### Summary

*The article describes the main techniques to prevent definitively ornamental and productive birds from flying away.*

### Introduction

Le désir de maintenir des oiseaux en captivité, pour des raisons de plaisir personnel ou dans un but d'exploitation économique, est parfois tempéré par les difficultés liées au risque important que ces oiseaux s'envolent et disparaissent. Des techniques existent cependant pour supprimer cet inconvénient d'une manière durable. La section des plumes d'une aile, souvent pratiquée, n'a en effet qu'une efficacité temporaire puisque de nouvelles plumes vont repousser. Il a paru opportun de synthétiser diverses techniques utilisables afin de documenter ceux qui, dans les pays en voie de développement et loin de toute bibliothèque, ne peuvent avoir recours aux services d'un vétérinaire. Les informations qui suivent répondent en réalité à une demande formulée plusieurs fois ces derniers mois à propos de canards, d'oies et de pintades.

L'éjointage des oiseaux est une opération de convenance qui consiste à leur amputer l'extrémité d'une seule aile dans le but de les déséquilibrer et donc de les empêcher de voler. Cette pratique est très ancienne et est déjà décrite en 1908 (1). Le but de cette note est de faire le point sur les différentes techniques utilisées à l'heure actuelle ainsi que d'y apporter une contribution personnelle.

### Description des techniques

#### Le site opératoire

L'intervention se fait toujours sur la partie de l'aile la plus éloignée du corps, mais divers niveaux sont retenus selon les procédés. Le squelette de l'aile comprend trois os assez longs correspondant à ceux du bras de l'homme (humérus, radius, ulna), et

une série d'os plus courts formant la base des trois doigts et du pouce. L'articulation similaire au poignet est l'articulation du carpe.

#### L'éjointage des jeunes animaux de rente

Chez les animaux de rente (poules, pintades, faisans, canards,...) l'aspect esthétique de l'oiseau importe peu, mais il convient cependant de traumatiser le moins possible l'animal et de simplifier au maximum l'opération. L'amputation se fera strictement à l'articulation du carpe (niveau (a) de la figure 1) pour éviter l'inflammation des sacs aériens en communication avec les os aérifères des oiseaux.

Dans les élevages industriels, l'opération d'éjointage est pratiquée sur les poussins entre le premier et le dixième jour, en général en même temps que l'ébecquage et que l'une ou l'autre vaccination précoce afin de diminuer le nombre de manipulations des animaux. Il est probable cependant que le moment idéal pour réaliser l'éjointage soit le premier jour (tandis que l'ébecquage se fera vers le 8e, 9e jour). En effet, plus l'animal est jeune, moins important est le traumatisme.

L'opération de l'éjointage est parfois aussi pratiquée sur des lignées de poules pondeuses élevées en batterie car selon certains éleveurs, les animaux opérés sont plus calmes dans les cages. Plusieurs méthodes existent. Méthode aux ciseaux : chez les jeunes sujets, la section à l'aide de ciseaux faite au bon endroit n'entraîne pas d'hémorragie; le garrot n'est pas nécessaire. Après l'opération, on peut appliquer sur la plaie une poudre cicatrisante, mais le plus important est de laisser les animaux au calme, par exemple dans une caisse obscure ou

\* Rue de l'Eglise 62 - 7961 Huissignies, Belgique.

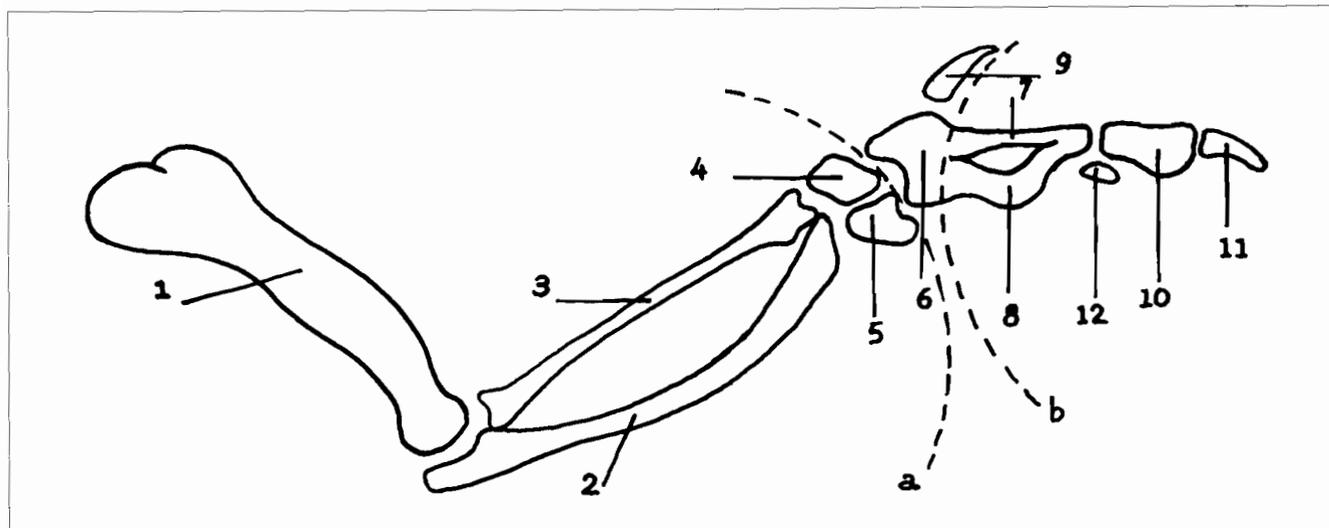


Figure 1. — Aile gauche de poulet — vue médiale  
(d'après B Collin, atlas d'Anatomie, Université de Liège Laboratoire d'Anatomie, Faculté de Médecine vétérinaire)

- |                            |                              |
|----------------------------|------------------------------|
| 1. - Humérus               | 7 - os carpo-métacarpien II  |
| 2 - ulna                   | 8 - os carpo-métacarpien III |
| 3 - radius                 | 9 - pouce                    |
| 4 - os radial du carpe     | 10 - doigt I (phalange I)    |
| 5 - os ulnaire du carpe    | 11. - doigt II (phalange II) |
| 6 - os carpo-métacarpien I | 12 - doigt III               |

(a) et (b) - endroits possibles de section de l'aile.

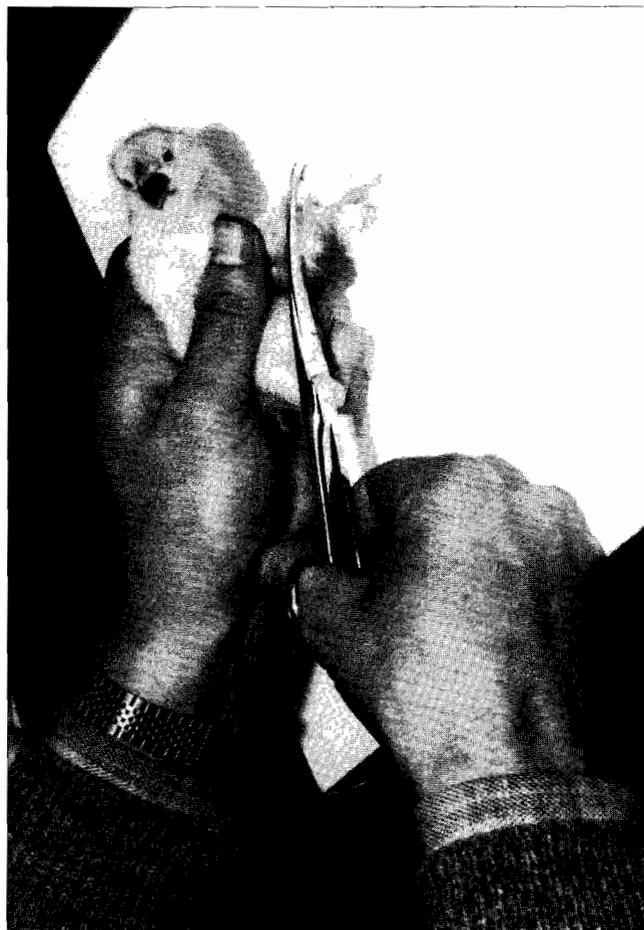


Photo 1.

dans un enclos séparé du reste du troupeau pendant 12 à 24 h. Il faut surtout leur éviter les coups de bec des congénères et éviter les mouvements qui génèrent la fermeture définitive des vaisseaux sanguins et l'hémostase (Photo 1).

Méthode au thermocautère: travailler au thermocautère ou "bistouri chauffant", qui brûle les chairs en même temps qu'il les coupe. assure une hémostase parfaite. Lorsqu'on ne dispose pas de l'appareil ou de courant électrique, on peut utiliser un simple fer à souder chauffé au rouge et cautériser la plaie après l'amputation ordinaire (Photos 2, 3 et 4).

Méthode à l'éjointeur électrique: dans tous les élevages industriels, on dispose actuellement d'éjointeur électrique, appareil composé en fait d'une résistance électrique chauffée au rouge sur laquelle l'aile sera poussée pour provoquer la section et la cautérisation. Avec ce type d'appareil, on peut opérer de 800 à 1000 poussins à l'heure. On notera que le pourcentage de mortalité due à cette intervention admis dans les élevages industriels est de 0,5% (Photos 5 et 6).

Méthode avec un lien élastique: cette technique consiste à placer au site d'opération habituel un élastique très serrant qui va bloquer la circulation en aval et provoquer la nécrose sèche puis la chute du bout de l'aile. Cependant outre la douleur de longue durée que cette méthode inflige à l'animal, le risque de gangrène humide n'est jamais totalement exclu. On peut donc déconseiller l'emploi des élastiques quand une autre technique peut être utilisée.



Photos 2-3-4

### L'éjointage des animaux de rente adultes

Le site opératoire sera le même que pour les jeunes oiseaux. Pour bien repérer l'articulation du carpe, on comptera 10 plumes en commençant pas l'extrémité de l'aile et on sectionnera juste derrière cette dixième plume. Auparavant, on aura placé un garrot en amont du site opératoire; ce garrot sera confectionné avec une bande de gaze roulée (et pas un fil trop fin qui sectionnerait les chairs) et sera enlevé 2 heures après l'opération. On pourra aussi cautériser la plaie au fer rouge comme précédemment.

Une méthode personnelle permet d'augmenter la sécurité de l'hémostase : au moment de cautériser, on brûle sur la plaie avec le fer rouge ou le thermo-

cautère la lame (barbes + barbules) d'une plume, ce qui constitue un pansement et chez les animaux de taille moyenne rend le garrot superflu.

Chez les gros oiseaux (dindon ou oie adulte) il est indispensable de ligaturer avant l'opération la veine sous-cutanée de l'avant-bras. Pour la repérer il faut enlever quelques plumes sur la face interne de l'avant-bras; la veine apparaît alors sous la peau assez grosse et bien superficielle. La ligature auto-pur de la veine sera effectuée avec un fil résorbable et le nœud est placé à la surface de la peau.

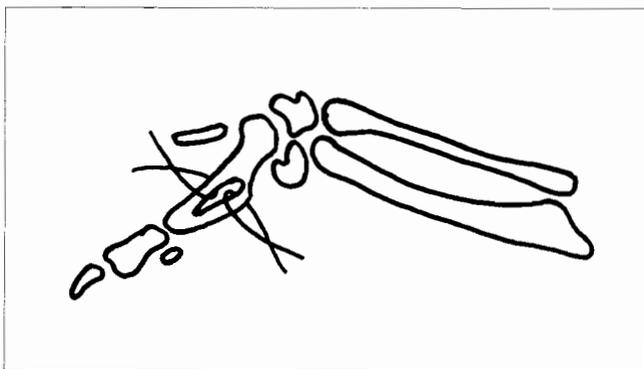
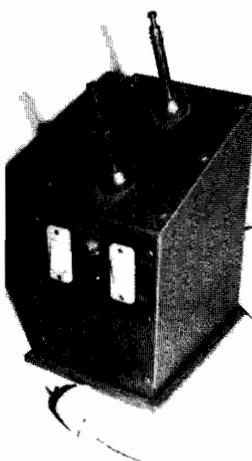


Figure 2. — Méthode d'éjointage avec ligatures  
(Source : J. Mortelmans)



Photos 5-6.

Chez ces oiseaux on peut anesthésier préalablement le bout de l'aile avec un anesthésique local comme la Ravocaïne\* (0,5 à 2 ml selon la taille de l'oiseau) en deux injections intra-musculaires de part et d'autre des muscles de l'aile (extenseur radial du carpe et extenseur ulnaire du carpe).

### L'éjointage des animaux d'ornement

Outre tous les critères vus précédemment il faut tenter ici de conserver au maximum l'aspect esthétique de l'aile, ce qui nécessite la section de celle-ci sous le pouce, au niveau (b) de la figure 1. Toutes les techniques utilisées chez les animaux de rente sont évidemment applicables.

Une technique de sécurité est également utilisée dans les jardins zoologiques chez les oiseaux adultes. Avec une aiguille, on passe un fil double dans l'interstice des os carpo-métacarpiens II et III, juste derrière l'os carpo-métacarpien I, puis on sectionne l'anse formée par le fil (Fig. 2). On enlève ensuite l'aiguille, puis on pratique une ligature de part et d'autre du point de pénétration, l'une sur l'os carpo-métacarpien III et l'autre sur le carpo-métacarpien III, en englobant chaque fois tous les muscles de la région. On sectionne alors en aval de la ligature (Prof. Mortelmans, communication personnelle).

### Autres techniques

1. Section du nerf radial: le nerf radial peut être sectionné lors de son passage sur la face externe de l'humérus, à la limite du tiers moyen et du tiers inférieur, à l'endroit où il contourne l'os d'arrière en avant pour s'engager superficiellement sur la face antérieure du coude. Cette technique est très élégante car elle respecte intégralement le plumage de l'aile. Cependant en pratique on observe souvent

une paralysie de l'aile qui frotte alors sur le sol et se couvre de plaies. En outre, cette méthode donne à l'animal un aspect peu naturel et inesthétique.

2. Section des tendons des muscles pectoraux: cette technique trop traumatisante n'est plus pratiquée.

3. Élastique de maintien de l'aile fermée: une méthode non chirurgicale, parfois rencontrée chez les éleveurs de gibier (faisan) consiste à maintenir l'aile fermée à l'aide d'un élastique entourant et fixant l'humérus contre le radius-cubitus. Cette méthode reste cependant provisoire et peu sûre car la rupture de l'élastique est toujours possible; de plus l'animal se blesse aisément à la suite de ses efforts pour voler.

### Conclusions

Plusieurs procédés existent donc pour empêcher les oiseaux de compagnie ou les oiseaux de rente de voler. La simplicité des interventions est d'autant plus grande qu'elles ont lieu lorsque les oiseaux sont jeunes. Dans tous les cas, les précautions habituelles d'hygiène (désinfection des instruments et de la peau,...) seront respectées.

### Remerciements

Les dessins ont été faits par Mme P. Dumoulin, les photographies par Mme E. Grinwis-Van Den Eynde, aidée par Melle A. Vermeylen, qui ont droit à mes remerciements, ainsi que Mr. Van Kesteren, Directeur du couvoir Avibel, Halle-Zandhoven - Belgique, qui nous a autorisé à assister à certaines de leurs interventions et le Prof. Dr. Ir. J. Hardouin, qui nous a incité à rédiger cette note, a suggéré diverses modifications et a revu le manuscrit.

## Références bibliographiques

1. Degive A., 1908. Précis de Médecine opératoire vétérinaire -Imprimerie Palleunis et Ceuterick.
2. Henneau A. Notes d'Anatomie comparée des oiseaux et petits mammifères. Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Liège - Cureghem - Bruxelles.
3. Rinjord J., Robinson P.T., Buzikowski R.B., 1977, "Ejointage des oiseaux". Le point vétérinaire, **6**, (29), 7173.
4. Vercruyse J. et Mortelmans J., Janvier 1971, "Ejointage de nos oiseaux adultes". Revue "Zoo" du Zoo d'Anvers.

## NOUVELLES

## NEWS

## NIEUWS

## NOVEDADES

**40. Internationale Symposium über Pflanzenschutz.**

Es freut mich Ihnen mitteilen zu können, dass das 40. Internationale Symposium über Pflanzenschutz am 3. Mai 1988 in der Landwirtschaftlichen Fakultät der Staatlichen Universität Gent (Belgien) stattfinden wird.

Folgende Themen werden behandelt:

- Insektizide, Entomologie, Nematologie, Bodenzoologie
- Fungizide, Phytopathologie, Virologie, Bakteriologie
- Herbizide, Herbologie, Wachstumsregulatoren
- Biologische und Integrierte Bekämpfung
- Rückstände, Toxicologie, Formulierungen, Anwendungstechniken

Die Zusammenfassungen der Mitteilungen werden den Teilnehmern in Englisch zur Verfügung gestellt werden.

Alle Vorträge werden in den "Mededelingen Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent" veröffentlicht.

Briefwechsel bezüglich dieses Symposiums ist an die folgende Anschrift zu richten: Dr. Ir. D. Degheele, Landwirtschaftliche Fakultät, Coupure Links 653, B-9000 Gent (Belgien) (Tel. 32 (0) 91 23 69 61).

Prof. Dr. Ir. W. Welvaert  
Voorzitter van het Organisatiekomitee

**40<sup>e</sup> Symposium International de Phytopharmacie et de Phytiairie.**

J'ai l'honneur de vous communiquer que le 40<sup>e</sup> Symposium International de Phytopharmacie et de Phytiairie se tiendra le mardi 3 mai 1988 dans les locaux de la Faculté des Sciences Agronomiques, Université de l'Etat de Gand (Belgique).

Les sujets suivant seront traités:

- Insecticides, Entomologie, Nématologie, Pédologie
- Fongicides, Phytopathologie, Virologie, Bactériologie
- Herbicides, Herbologie, Régulateurs de Croissance des Plantes
- Lutte biologique et intégrée
- Résidus, Toxicologie, Formulations, Techniques d'application

Le recueil des résumés des communications sera mis à la disposition des participants en Anglais.

Les comptes rendus seront publiés dans "Mededelingen Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent".

Toute correspondance est à adresser au: Dr. Ir. D. Degheele, Faculté des Sciences Agronomiques, Coupure links 653, B-9000 Ghent (Belgique) (Tél. 32 (0) 91 23 69 61).

Prof. Dr. Ir. W. Welvaert  
Président du Comité Organisateur

**Publications du C.O.T.A.**

- Rapport du séminaire de 1981 sur l'énergie solaire : "**Ses utilisations dans les pays en voie de développement**", 333 pages, 450 FB.
- Rapport du séminaire de 1982 sur l'eau : "**Approvisionnement en eau des communautés rurales**", 154 pages, 370 FB.
- Rapport du séminaire 1984 sur la "**Petite industrie et les transformations des produits agricoles**", 88 pages, 215 FB.
- Rapport de séminaire 1985 : "**Approches du milieu paysan**", 127 pages, 300 FB.
- Rapport de séminaire 1986 "**Monde Paysan, dialogue**", analyse des systèmes agraires. 78 pages, 200 FB.

— **"Séchoirs — Etat d'avancement de la technologie des séchoirs appropriés pour les applications rurales"**. Traduction du Module GATE 4/1, 76 pages, 180 FB.

— **"Démarches porteuses de développement"** : étude réalisée par le COTA pour la CEE, comprenant sept études thématiques et des conclusions, le tout 1.300 FB :

I. Bois de feu,	280 FB	117 p.
II. Le creusement et forage de puits et la réalimentation des nappes phréatiques en région sahélienne,	190 FB	79 p.
III. La conservation des céréales,	170 FB	71 p.
IV. La transformation des oléagineux,	150 FB	63 p.
V. Les méthodes de construction alternatives,	300 FB	124 p.
VI. L'équipement des forges,	70 FB	30 p.
VII. L'épargne et le crédit villageois,	90 FB	36 p.

Conclusions générales, recommandations et résumés des sept études thématiques, 70 FB. Edition réalisée en Français et en Anglais.

— **"Une évaluation de petits projets de développement"** — Rapport de synthèse réalisé pour le Service Evaluation de la D.G. VIII de la Commission des Communautés Européennes, dans le cadre d'une étude sur les petits projets de développement, 225 FB. Edition réalisée en Français et en Anglais.

— **"Echos du COTA"**, trimestriel. Abonnement 4 numéros/an — Europe : 250 FB, autres pays : 300 FB.

Ces montants s'entendent hors frais d'envois.

Publications disponibles au C.O.T.A. (Collectif d'Echanges pour la Technologie Appropriée. ASBL) rue de la Sablonnière 18; B-1000 Bruxelles - Belgique. Tél: 02/218.18.96 — Banques: C.C. 068-0777310-76, C.C.P. 000-1427861-21.

## Centre Scientifique et Médical de l'Université Libre de Bruxelles pour ses Activités de Coopération "CEMUBAC"

A.S.B.L.

Le CEMUBAC — Centre Scientifique et médical de l'Université Libre de Bruxelles pour ses activités de coopération, commémorera le mercredi 23 mars 1988, le cinquantenaire de sa fondation au Palais des Académies, sous le Haut Patronage de Sa Majesté le Roi et sous les auspices de l'Académie Royale de Belgique, de l'Académie Royale de Médecine et de l'Académie des Sciences d'Outre Mer ainsi que de l'Université Libre de Bruxelles. Le conférencier principal en sera Monsieur Carrington, Secrétaire général des Pays ACP associés aux Communautés Européennes.

Un colloque aura lieu le 24 mars 1988 et analysera l'apport du Cemubac dans différentes disciplines : sociologie du développement, ethnohistoire, économie rurale, botanique, droit coutumier, les dimensions africaines du Sida, médecine traditionnelle, etc. Ce colloque se tiendra à l'Institut de Sociologie, 44 avenue Jeanne à 1050 Bruxelles et aura pour but de mettre en lumière l'oeuvre permanente du Cemubac qui appartient à l'histoire du Congo Belge et du Zaïre : éradication du goître et du crétinisme endémique, lutte contre diverses endémies, formation de collaborateurs zairois en soins de santé, recherches scientifiques dans une perspective multidisciplinaire.

Renseignements : Secrétariat Général du CEMUBAC  
44, avenue Jeanne, bureau 806  
1050 Bruxelles.

Comme toutes les ressources du Cemubac sont affectées à ses missions scientifiques, un Fonds destiné à la publication des Actes du Colloque est ouvert au numéro de compte : ULB : 000-0104859-02 mention CEMUBAC - Cinquantenaire.

## Lombriciens et patrimoine naturel

B. Hennuy et C. Gaspar\*

Les peuplements de vers de terre sont des éléments dominants de notre patrimoine naturel. Alors que menacés, suite à l'évolution des techniques culturales(4), ils deviennent outils technologiques en transformant, hors sol, les déchets organiques.

### A. Lombriciens et chaînes trophiques

Avec une à trois tonnes par hectare en poids frais, les lombriciens constituent la première biomasse animale de nos régions. Ils sont des maillons importants de nombreuses chaînes trophiques. Mais ils sont sensibles à la pollution (pesticides, métaux lourds, agents pathogènes). Dès lors, ils sont bioindicateurs et contaminent par bioaccumulation. D'autre part, ils épurent par dégradation.

Le renard peut attraper de 2 à 5 vers de terre à la minute, le blaireau, 10; le porc en semi-liberté, plus de 1.000 par jour. Les lombriciens constituent 2,5 % de la nourriture du merle; de 5 à 77 % de l'huître; 60 % de la chouette chevêche; jusqu'à 93 % de la mouette rieuse lorsqu'elle suit le labour (1).

### B. Lombriciens en milieux perturbés

Les lombriciens subissent de nombreuses agressions d'ordre physique, cultural, énergétique et chimique. La combinaison de ces agressions réduit dangereusement les peuplements (2) :

- la réduction du travail du sol favorise le développement du peuplement de lombriciens
- ce peuplement est sensible à la plante cultivée; la monoculture accentue cette sensibilité
- ce peuplement est dépendant des restitutions organiques
- pour une même efficacité, il faut préconiser l'emploi de produits phytosanitaires non toxiques pour les lombriciens

### C. La lombriculture

La lombriculture, ou élevage des lombriciens, se développe en Belgique depuis 1982 (3). C'est une technique artisanale qui permet de transformer des déchets organiques en un "lombricompost".

Le rendement actuel est le suivant : une tonne de fumier de bovins composté par litière de deux mètres carrés et par an en trois cycles de trois mois se transforme en 600 kilos d'humus frais et 40 kilos de lombriciens ou 450 kilos d'humus commercialisable et 6,5 kilos de farine à 70 % de protéines.

Cette activité, actuellement artisanale, est à la limite de la rentabilité : des recherches sont en cours en vue de l'industrialiser. Elles portent sur la concentration hors sol et l'extraction des lombriciens. De telles mises au point multiplieraient par 20 l'efficacité de cette transformation.

### D. Peut-on envisager le développement de la lombriculture dans les pays du tiers monde ?

En tant qu'activité artisanale, la lombriculture demande peu d'investissements et apporterait localement protéines et matières organiques stabilisées, deux "denrées" rares dans de nombreuses régions. L'expérience mériterait d'être tentée, mais l'approche doit être différente. Alors que les problèmes d'excédents de déchets organiques, de manque de place, du coût de la main d'oeuvre et des conditions climatiques priment dans une approche occidentale, ce seront les problèmes d'approvisionnement en eau, en matières organiques et d'intégration qui se poseront dans les pays du tiers monde.

## Références bibliographiques

1. Dedonder P., 1985, Lombriciens et chaînes trophiques. Dossier lombriculture n° 8, Fac. Sc. agron., Zool. gén. & Faunistique, Gembloux : 1-17.
2. Hennuy B., Gaspar Ch. et Frankinet M., 1983, Evolution des peuplements de lombriciens selon le travail du sol. in Ph. Lebrun, H.-M. André, A. Demedts, C. Grégoire-Wibo et G. Wauthy (eds.), *New Trends in Soil Biology*, Dieu Brichart, Ottignies-Louvain-la-Neuve : 629-632.
3. Hennuy B., 1984, La lombriculture en Belgique : situation, avenir, limite. Dossier lombriculture n° 3, Fac. Sc. agron., Zool. gén. & Faunistique, Gembloux : 1-15.
4. Hennuy B., Jacob-Remacle A. et Mathieu G., 1985, Invertébrés menaçants - Invertébrés menacés. Fac. Sc. agron., Zool. gén. & Faunistique, Gembloux : 1-29.

\* Chaire de Zoologie générale et Faunistique, Faculté des Sciences Agronomiques de l'Etat, 5800 Gembloux (Belgique)

BIBLIOGRAPHIE

BOEKBESPREKING

BIBLIOGRAPHY

BIBLIOGRAFIA

## Workshop on the Caribbean cooperative rice research network

(ISBN 84-89206-58-9 - Press run 300 copies)

Proceedings of a workshop held in the Dominican Republic, 20-24 August, 1984; 128 pages format DIN A5.

Organized and sponsored by :

ISA (Institute Superior de Agricultura, Dominican Republic)  
SEA (Secretaria de Estado de Agricultura, Dominican, Republic)  
UNECLAC (United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean, Caribbean Regional Headquarters)  
CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, Colombia).

Contents :

— Welcome address - Opening address - Objectives of the workshop - Rice in Belize - Rice in Cuba - Rice in Dominican Republic - Rice in Guyana - Rice in Haiti - Rice in Jamaica - Rice in Suriname - Rice in Trinidad and Tobago - Rice cultivation in the Caribbean Countries : Summary - Conclusions and Recommendations of the First Workshop on the Caribbean Cooperative Rice Research Network.

The booklet is a publication of the CIAT - Rice program - Apartado 6713 - Cali - Colombia.

---

## Projet d'aide aux éleveurs traditionnels de moutons au Cameroun. Rapport Technique n° 3

Dr. C. Symoens. Ref. 87/100 - BSP. - 22 mars 1987

Le projet "Aide aux Eleveurs Traditionnels de Petits Ruminants" ou "Belgian Sheep Project" a débuté en 1981 et s'est terminé début 1986. Le rapport reçu concerne la 2e phase du projet (1984-86). Les 106 pages à simple interligne sur DIN A4 réduit en DIN A5 sont pleines de données techniques détaillées qui pourront intéresser les spécialistes et qui concernent la conduite générale du troupeau, la reproduction, la croissance, la découpe des carcasses, et la pathologie. D'autres aspects particuliers (stérilisation temporaire du bélier, efficacité du tartrate de morantel en bloc à lécher, cycle sexuel, brucellose) sont également traités. Le travail a uniquement concerné le mouton local Djallonké.

Pour un poids adulte de 26 kg, le GQM de 0-30 jours est de 113,6 g; les poids à 315 et 365 jours sont de 18,9 et 20,5 kg. La productivité a été de 16,4 kg d'agneau de 80 jours par femelle adulte reproductrice par an. La mortalité juvénile est passée de 35 % environ en 1982-83 à 2,5 % grâce à une meilleure conduite de l'élevage. Les performances générales du troupeau exploité en extensif contrôlé sont identiques à celles des systèmes semi-intensifs.

Les résultats du projet seront publiés ultérieurement sous forme d'article. Le rapport n'est pas disponible, sauf par l'intermédiaire de banques de données (AGRIS, CPEA/ILCA) ou sur demande expresse et par paiement anticipatif de 200 francs belges (tous frais déduits) au compte 220-0531298-65 de la Société Générale de Banque, Agence 632, Anvers-Belgique au nom de Hardouin-Zootechnie.

## Médecine traditionnelle et Pharmacopée - Précis de matière médicale malgache

Pierre Boiteau, Edition de l'A.C.C.T., Paris, 1986; 141 pages.

L'A.C.C.T. contribue depuis quelques années à la diffusion des connaissances en matière de médecine traditionnelle et pharmacopée puisqu'une collection comportant dix titres existait déjà. Après les Comores, la Dominique, le Gabon, le Mali, Maurice, le Niger, la R.C.A., le Rwanda, les Seychelles et la Tunisie, voici Madagascar.

Le premier tiers de cet ouvrage de format DIN A5 correspond à l'énumération des diverses matières médicales, c'est-à-dire des diverses matières premières utilisables pour divers usages préventifs ou curatifs. Regroupées en 91 catégories allant des insecticides aux objets de pansement en passant par les soins pendant la grossesse, les hypotenseurs, les ténifuges... les diverses espèces végétales efficaces sont citées en malgache et par le nom scientifique.

La deuxième partie dite "Formulaire" est consacrée à la préparation des plantes médicinales (décoction, infusion,...) pour les divers troubles répartis par appareil (circulation, respiration, digestif, foie, génito-urinaire, nerfs et organes des sens).

Les 25 dernières pages sont constituées d'un index alphabétique des matières (troubles, produits, soins,...), d'un index des noms scientifiques de plantes citées et d'un index de leurs noms malgaches. On peut regretter l'absence d'une véritable table des matières.

### Changement d'adresse / Changing of address / Adresverandering / Cambio de dirección

Nom, prénom  
Name, christian name  
Naam, voornaam  
Nombre, apellidos  
Ancienne adresse  
Former address  
Oud adres  
Antigua dirección

prie	d'envoyer dorénavant la revue	à la
requests	to send as from now the review	to
verzoekt	in het vervolg het tijdschrift	te zenden naar
ruega que	envíe la revista	a

Nouvelle adresse  
New address  
Nieuw adres  
Nueva dirección

A partir du	Since	Vanaf	Desde
AGRI-OVERSEAS/TROPICULTURA : c/o A.G.C.D. - Bur. 15-27			
A.G. Building			
5 Place du Champ de Mars - B 57			
B-1050 Brussel, België.			

COMMUNICATION

COMMUNIQUE

MEDEDELING

## International Forum AGRIBEX

In this issue you will find a folder inviting you to participate at the "International Forum Agribex" that will be held from 8 to 11 February 1988 during the International Agriculture Week (from 7 to 14/2/1988).

The Forum subject is: "Technologies in the Service of the Agricultural Development". That forum is a part of a great operation of inventory and promotion of Belgian capacities in the field of agriculture and agro-industrial technologies, and is organized by UGEXPO, the Belgian Federation of the Agricultural and Horticultural Equipment, under the highest sponsorship of FAO, UNIDO, CDI and Belgian Government.

---

Dans ce numéro vous trouverez un dépliant vous invitant à participer au "Forum International Agribex" qui se tiendra du 8 au 11 février 1988 à l'occasion de la semaine internationale de l'agriculture (du 7 au 14/2/1988).

Ce forum ayant pour thème: "Technologies au service du Développement Agricole" fait partie d'une vaste opération d'inventaire et de promotion du potentiel belge des technologies agricoles et agro-industrielles et est organisé par UGEXPO, Fédération Belge de l'Équipement Agricole et Horticole, sous le haut patronage de la FAO, de l'ONUDI, du CDI et du Gouvernement Belge.

---

In dit nummer wordt U via een vouwblad uitgenodigd om deel te nemen aan het "Internationaal Agribex Forum", dat van 8 tot 11 Februari 1988 ter gelegenheid van de Internationale Landbouwweek (van 7 tot 14/2/1988) gehouden wordt.

Dit Forum, met als thema: "Technologieën ten dienste van de Landbouwontwikkeling" maakt deel uit van een ruim opgevatte inventarisatie en promotie van het Belgisch potentieel inzake landbouw- en agro-industriële technieken, die uitgaat van UGEXPO, de Belgische Federatie voor Land- en Tuinbouwuitrusting, onder de hoge bescherming van het FAO, UNIDO, CID en de Belgische Regering.

## INDEX

**Index Subjects****Agricultural techniques**

- New technologies about ground improvements and thoughts on their economical repercussions (*in French*) . . . . . 26  
 Observations on germination of Phytolaque seeds (*Phytolacca dodecandra, l'Herit*) (*in French*) . . . . . 63

**Animal health**

- Approach to integrated rural development and to reclamation of areas free or to be freed from trypanosomiasis (*in French*) . . . . . 34  
 Prophylactic measures against African swine fever at Kounden. Cameroon (*in French*) . . . . . 78

**Animal production**

- Two FAO regional projects for livestock development in the tse-tse infested areas(*in French*) . . . . . 65  
 Small ruminants husbandry in traditional flocks in Cameroon  
 First part: Productivities (*in French*) . . . . . 103  
 Possibilities of integrated animal production (*in French*) . . . . . 113  
 Aspects of American farming in subtropical environment: North Texas (*in French*) . . . . . 118  
 Wings clipping of fowls (*in French*) . . . . . 165

**Aquaculture**

- General survey of inland fisheries and aquaculture in the state of Sao Paulo, Brazil (*in French*) . . . . . 47  
 Possibilities of integrated animal production (*in French*) . . . . . 113

- Bibliography** . . . . . 42, 83, 127, 172

**Birds**

- Wings clipping of fowls (*in French*) . . . . . 165

**Cash crops**

- Maize's response to fractionnated application of urea nitrogen in edaphoclimatic conditions of Yangambi (Zaire) (*in French*) . . . . . 7  
 Phytosanitary produces in vegetable crop in Morroco. I. The market in plant-health products, its legal framework and its economic content (*in French*) . . . . . 57  
 Pesticides in vegetable crops of Morocco.  
 II. Application methods and problems encountered (*in French*) . . . . . 94  
 Effect of magnesium and trace elements on the development of five groundnut varieties (*Arachis hypogaeae* L.) (*in French*) . . . . . 99  
 The influence of organic and calcareous amendements on yield of groundnut produced on acid degraded soils, in Senegal(*in French*) . . . . . 147

**Community development**

- Some data about the zone of Aru (Ituri-Zaire) (*in French*) . . . . . 19  
 How to integrate in Peru a non-governmental co-operation project within the framework of an agricultural enterprise ? (*in French*) . . . . . 107

**Ecology**

- Man and animal, hunger and development (*in French*) . . . . . 11  
 Impressions from South-West Uganda (*in English*) . . . . . 31  
 Technical and social constraints for maintenance of soil and water in highly populated zones: the example of Mumirwa's mountains in Burundi (*in French*) . . . . . 137  
 Agro-ecological zones: The development of a regional classification scheme for Rwanda (*in English*) . . . . . 153  
 Catching techniques and observations on the ecology and the behaviour of the African giant rat *Cricetomys*, in the rain forest of Zaire(*in English*) . . . . . 160

**Economics**

New technologies about ground improvements and thoughts on their economical repercussions ( <i>in French</i> )	26
Phytosanitary produces in vegetable crop in Morocco. I. The market in plant-health products, its legal framework and its economic content ( <i>in French</i> )	57
How to integrate in Peru a non-governmental co-operation project within the framework of an agricultural enterprise ? ( <i>in French</i> )	107

**Editorials**

Developing a research strategy to increase food production in sub-saharan Africa ( <i>in English</i> )	1
Economic European Community and research in tropical agriculture ( <i>in French</i> )	45
Development to co-development ( <i>in French</i> )	85
Five years later ( <i>in French</i> )	129

**Education**

Integration of a veterinary teaching project in the rural development of a valley in Sri Lanka ( <i>in English</i> )	69
A model for setting up a new department of statistics or biometry in a developing country ( <i>in English</i> )	110
Training centres for young farmers (CFJA) ( <i>in French</i> )	122

**Fertilizers**

Maize's response to fractionated application of urea nitrogen in edaphoclimatic conditions of Yangambi (Zaire) ( <i>in French</i> )	7
Effect of magnesium and trace elements on the development of five groundnut varieties ( <i>Arachis hypogaea</i> L.) ( <i>in French</i> )	99
The influence of organic and calcareous amendments on yield of groundnut produced on acid degraded soils, in Senegal ( <i>in French</i> )	147

**Fisheries**

General survey of inland fisheries and aquaculture in the state of Sao Paulo, Brazil ( <i>in French</i> )	47
Possibilities of integrated animal production ( <i>in French</i> )	113

**Food crops**

Determination of some chemical constituents of seeds of three <i>Psophocarpus tetragonolobus</i> cultivars ( <i>in French</i> )	3
Maize's response to fractionated application of urea nitrogen in edaphoclimatic conditions of Yangambi (Zaire) ( <i>in French</i> )	7
Phytosanitary produces in vegetable crop in Morocco. I. The market in plant-health products, its legal framework and its economic content ( <i>in French</i> )	57
Pesticides in vegetable crops of Morocco.	
II. Application methods and problems encountered ( <i>in French</i> )	94
Study of the influence of cutting and picking of leaves on the quality of cassava tuber ( <i>Manihot esculenta</i> Crantz cv. "F 46") ( <i>in French</i> )	133

<b>Letters</b>	44, 84, 130
----------------	-------------

<b>Messages</b>	132
-----------------	-----

<b>News</b>	38, 82, 169
-------------	-------------

**Non governmental organization**

A small Belgian-Senegalese project with great hopes ( <i>in French</i> )	73
How to integrate in Peru a non-governmental co-operation project within the framework of an agricultural enterprise ? ( <i>in French</i> )	107

**Nutrition**

Man and animal, hunger and development ( <i>in French</i> )	11
---	----

**Pig**

Prophylactic measures against African swine fever at Kounden. Cameroon ( <i>in French</i> )	78
---	----

**Plant pathology**

Phytopathological products in vegetable crop in Morocco. I. The market in plant-health products, its legal framework and its economic content ( <i>in French</i> ) . . . . .	57
Pesticides in vegetable crops of Morocco. II. Application methods and problems encountered ( <i>in French</i> ) . . . . .	94

**Plant production**

Determination of some chemical constituents of seeds of three <i>Psophocarpus tetragonolobus</i> cultivars ( <i>in French</i> ) . . . . .	3
Observations on germination of Phytolacca seeds ( <i>Phytolacca dodecandra</i> , l'Herit) ( <i>in French</i> ) . . . . .	63
Effect of magnesium and trace elements on the development of five groundnut varieties ( <i>Arachis hypogaea</i> L.) ( <i>in French</i> ) . . . . .	99
Aspects of American farming in subtropical environment: North Texas ( <i>in French</i> ) . . . . .	118
The influence of organic and calcareous amendments on yield of groundnut produced on acid degraded soils, in Senegal ( <i>in French</i> ) . . . . .	147
Study of the influence of cutting and picking of leaves on the quality of cassava tuber ( <i>Manihot esculenta</i> Crantz cv. "F 46") ( <i>in French</i> ) . . . . .	133

**Poultry**

Perspectives about the national poultry development in Burundi ( <i>in French</i> ) . . . . .	86
Avian coccidiosis: methods for recovering oocysts from litter ( <i>in French</i> ) . . . . .	124

**Projects**

Approach to integrated rural development and to reclamation of areas free or to be freed from trypanosomiasis ( <i>in French</i> ) . . . . .	34
Two FAO regional projects for livestock development in the tse-tse infested areas ( <i>in French</i> ) . . . . .	65
Integration of a veterinary teaching project in the rural development of a valley in Sri Lanka ( <i>in English</i> ) . . . . .	69
A small Belgian-Senegalese project with great hopes ( <i>in French</i> ) . . . . .	73
How to integrate in Peru a non-governmental co-operation project within the framework of an agricultural enterprise? ( <i>in French</i> ) . . . . .	107
A model for setting up a new department of statistics or biometry in a developing country ( <i>in English</i> ) . . . . .	110
Possibilities of integrated animal production ( <i>in French</i> ) . . . . .	113
Catching techniques and observations on the ecology and the behaviour of the African giant rat <i>Cricetomys</i> , in the rain forest of Zaire ( <i>in English</i> ) . . . . .	160

**Research and development**

Developing a research strategy to increase food production in sub-saharan Africa ( <i>in English</i> ) . . . . .	1
Approach to integrated rural development and to reclamation of areas free or to be freed from trypanosomiasis ( <i>in French</i> ) . . . . .	34
Development to co-development ( <i>in French</i> ) . . . . .	85

**Rural development**

Some data about the zone of Aru (Ituri-Zaire) ( <i>in French</i> ) . . . . .	19
Impressions from South-West Uganda ( <i>in English</i> ) . . . . .	31
Approach to integrated rural development and to reclamation of areas free or to be freed from trypanosomiasis ( <i>in French</i> ) . . . . .	34
Two FAO regional projects for livestock development in the tse-tse infested areas ( <i>in French</i> ) . . . . .	65
Integration of a veterinary teaching project in the rural development of a valley in Sri Lanka ( <i>in English</i> ) . . . . .	69
A small Belgian-Senegalese project with great hopes ( <i>in French</i> ) . . . . .	73
Perspectives about the national poultry development in Burundi ( <i>in French</i> ) . . . . .	86
How to integrate in Peru a non-governmental co-operation project within the framework of an agricultural enterprise? ( <i>in French</i> ) . . . . .	107

**Small ruminants**

Small ruminants husbandry in traditional flocks in Cameroon - First part: Productivities ( <i>in French</i> ) . . . . .	103
---	-----

**Sociology**

Man and animal, hunger and development ( <i>in French</i> ) . . . . .	11
Technical and social constraints for maintenance of soil and water in highly populated zones : the example of Mimirwa's mountains in Burundi ( <i>in French</i> ) . . . . .	137

**Soil science**

Technical and social constraints for maintenance of soil and water in highly populated zones : the example of Mimirwa's mountains in Burundi ( <i>in French</i> ) . . . . .	137
---	-----

**Statements**

Some data about the zone of Aru (Ituri-Zaire) ( <i>in French</i> ) . . . . .	19
New technologies about ground improvements and thoughts on their economical repercussions ( <i>in French</i> ) . . . . .	26
Impressions from South-West Uganda ( <i>in English</i> ) . . . . .	31
Grains storage using a field technique ( <i>in French</i> ) . . . . .	76
Prophylactic measures against African swine fever at Kounden. Cameroon ( <i>in French</i> ) . . . . .	78
Aspects of American farming in subtropical environment : North Texas ( <i>in French</i> ) . . . . .	118
Training centres for young farmers (CFJA) ( <i>in French</i> ) . . . . .	122
Avian coccidiosis : methods for recovering oocysts from litter ( <i>in French</i> ) . . . . .	124
Wings clipping of fowls ( <i>in French</i> ) . . . . .	165

**Veterinary medicine**

Approach to integrated rural development and to reclamation of areas free or to be freed from trypanosomiasis ( <i>in French</i> ) . . . . .	34
Two FAO regional projects for livestock development in the tse-tse infested areas ( <i>in French</i> ) . . . . .	65
Integration of a veterinary teaching project in the rural development of a valley in Sri Lanka ( <i>in English</i> ) . . . . .	69
Prophylactic measures against African swine fever at Kounden. Cameroon ( <i>in French</i> ) . . . . .	78
Avian coccidiosis : methods for recovering oocysts from litter ( <i>in French</i> ) . . . . .	124

**Index Countries**

Benin : 34	Gabon : 76	Senegal : 73, 124, 147
Brazil : 47	Ivory Coast : 113	Sri Lanka : 69
Burkina Faso : 65	Morocco : 57, 94, 110	Texas USA : 118
Burundi : 86, 137	Peru : 107	Uganda : 31
Cameroon : 78, 103, 122	Rwanda : 153	Zaire : 3, 7, 19, 63, 99, 133, 160

**Index Authors**

B. Balis : 78	Johann Dubois : 103	M. M'vita : 3
J. Belot : 124	B. Ferrara : 34	K.A. Mwangalalo : 133
M. Bitijula : 99	H. Gourge : 76	M. Naku : 133
R. Branckaert : 86	A. Guissart : 19	N. Ndikumana : 7
G. Bublot : 11	A. de G. Habonimana : 86	A. Nivyobizi : 86
J. Christoffel : 107	J. Hardouin : 31, 103	J.L. Pangui : 124
D. C. Clay : 153	P. Horlait : 165	L. Pussemier : 57, 94
O. Cogels : 26	C. Hoste : 65	M. Ruhigwa : 133
P. Dagnelie : 110	P. Jutras : 147	A. Saintraint : 129
A. Dartenucq : 45	K. Kayisu : 3	Marie Sallets-Defourny : 11
J. Degand : 85	L. Lukoki : 3	G. Schmidt : 47
J. De Bont : 69	K. Lumpungu : 7, 99	V. Sivirihauma : 99
Y.M.J. Dejaegher : 153	M. Malekani : 160	Laurence D. Stifel : 1
L. De Monge : 118	N. Mallouhi : 147	Saydil M. Toure : 65
Agnès Depelchin : 113	Cl. Mathieu : 137	D. Van Aken : 69
J. Depelchin : 113	J. Michel : 73	M. Walangululu : 63
B. Dineur : 122	J. Mortelmans : 130	W. Wauters : 107
		C. Winterbeeck : 131

## Instructions aux auteurs

### Conditions générales

Le manuscrit et deux copies sont à adresser à Agri-Overseas, avenue Louise, 183, B-1050 Bruxelles, Belgique. Indiquer clairement l'adresse de l'auteur. Le Comité de Rédaction soumettra le texte à 2 lecteurs, spécialistes du sujet traité. Il sera éventuellement retourné à l'auteur pour être corrigé ou adapté. Un exemplaire restera dans les archives de Agri-Overseas.

Les auteurs recevront gratuitement dix exemplaires du numéro contenant leur article.

Le coût des photographies, clichés ou tableaux hors texte excédant une page sera à charge des auteurs.

### Instructions pratiques

Le manuscrit comprendra au maximum 20 pages dactylographiées en double interligne et avec une marge à gauche de **5 cm**, sur papier blanc de format DIN A4 (21 x 29,7 cm).

### Disposition

Titre : court en caractères minuscules.

Auteurs : en dessous du titre. Les noms en minuscules précédés des initiales des prénoms avec astérisque pour renvoi en bas de page où figurera l'identification des institutions.

Résumé : dans la langue de l'article et en anglais (max. 200 mots).

Introduction

Matériel et méthodes ou observations

Résultats

Discussion

Remerciements : s'il y a lieu

Références bibliographiques : elles seront données par ordre alphabétique des noms d'auteurs et numérotées de 1 à x. Référez dans le texte à ces numéros, entre parenthèses

Les références comprendront :

— Pour les revues : les noms des auteurs suivis des initiales prénoms, l'année de publication, le titre complet de l'article dans la langue d'origine, le nom de la revue, le numéro du volume souligné, la première et la dernière page.

Exemple :

— Pour les ouvrages : les noms des auteurs suivis des initiales des prénoms, l'année de publication, le titre complet de l'ouvrage, le nom de l'éditeur, le lieu d'édition, la première et la dernière page du chapitre cité.

Exemple :

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, sphingolipidoses and allied disorders Plenum, New-York

Tableaux et figures seront soigneusement préparés sur feuilles séparées, numérotés en chiffre arabe au verso. Les figures seront dessinées de façon professionnelle. Les photographies seront fournies non-montées, bien contrastées sur papier brillant et numérotées au verso. Les titres et légendes seront dactylographiés sur feuille séparée.

### Remarques

— Eviter les notes en bas de pages.

— Eviter l'emploi des tirets.

— Eviter l'emploi de majuscules inutiles.

— Le Comité de Rédaction se réserve le droit de refuser tout article non conforme aux prescriptions ci-dessus

## Instructies aan de auteurs

### Algemene voorwaarden

Manuscripten worden in drievoud (één origineel en twee kopieën) gezonden aan Agri-Overseas, Louizalaan 183, B-1050 Brussel, België. Sluit een aanbiedingsbrief in met opgaaf van het correspondenties-adres.

Elk artikel zal worden voorgelegd aan twee deskundigen en kan aan de auteurs worden teruggestuurd voor omwerking. Eén exemplaar blijft eigendom van Agri-Overseas.

De eerste auteur van elk artikel ontvangt 10 gratis exemplaren van het nummer dat zijn artikel bevat.

Figuren en tabellen die samen één gedrukte bladzijde overschrijden, worden aangerekend aan de auteurs.

### Praktische richtlijnen

Manuscripten mogen niet meer bedragen dan 20 getypte bladzijden op wit DIN A4 (21 x 29,7 cm) met dubbele regelafstand en **5 cm** linkse marge.

### Inleiding

Titel : bonding doch informatief, in kleine letters.

Auteurs : onder de titel en voorafgegaan door hun initialen. Institutionele adressen worden gegeven onderaan de eerste bladzijde

Samenvatting : in de taal van het artikel (maximaal 200 woorden) en in het Engels.

Inleiding

Materiaal en methodes (of waarnemingen)

Resultaten

Discussie

Dankbetuiging : indien nodig.

Literatuurlijst : gerangschikt in alfabetische volgorde van auteursnamen en genummerd van 1 tot x. In de tekst wordt naar deze nummers (tussen haakjes) verwezen.

De referenties vermijden :

— Voor tijdschriften : Auteursnamen met initialen, jaar van publicatie, volledige titel van het artikel in de oorspronkelijke taal, naam van het tijdschrift, nummer van de jaargang (onderlijnd), eerste en laatste bladzijde van het artikel.

Voorbeeld :

Poste, G., 1972, Mechanisms of virus induced cell fusion. Int. Rev. Cytol. **33**, 157-222  
Robinson, D., 1974, Multiple forms of glycosidases in normal and pathological states. Enzymes, **18**, 114-135.

— Voor boeken : Auteursnamen met initialen, jaar van publicatie, volledige titel van het boek, naam van de uitgever, plaats van publicatie, eerste en laatste bladzijde van het geciteerde hoofdstuk.

Voorbeeld :

Tables en figuren dienen zorgvuldig ontworpen op afzonderlijke bladzijden genummerd met Arabische cijfers ommezijde. Figuren zullen vakkundig getekend zijn. Zend kontrastrijke, niet gemonteerde foto's op glanzend papier en genummerd ommezijde. Titels en onderschriften dienen verzameld op een afzonderlijke bladzijde.

Tables en figuren dienen zorgvuldig ontworpen op afzonderlijke bladzijden genummerd met Arabische cijfers ommezijde. Figuren zullen vakkundig getekend zijn. Zend kontrastrijke, niet gemonteerde foto's op glanzend papier en genummerd ommezijde. Titels en onderschriften dienen verzameld op een afzonderlijke bladzijde.

### Aanbevelingen

— Vermijd het gebruik van voetnoten.

— Vermijd het gebruik van koppeltekens in de tekst.

— Vermijd het gebruik van onnodige hoofdletters.

— Slecht opgemaakte manuscripten kunnen worden afgewezen of zullen de publicatie ervan vertragen.

## Instructions to authors

### General Conditions

Manuscripts (one original and two copies) are to be submitted to Agri-Overseas, Avenue Louise 183, B-1050 Brussels, Belgium. 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 10 free copies of the issue containing his paper.

Figures and tables exceeding one printed page will be charged to the authors.

### Practical requirements

Manuscripts should not exceed 20 typewritten pages on white paper DIN A4 (21 x 29,7 cm), with double spacing and a **5 cm** left margin.

### Layout

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

Authors : under the title, preceded by their initials and with an asterisk referring at the bottom of the page to their institution and its address

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

Introduction

Material and methods (or observations)

Results

Discussion

Acknowledgements : if necessary.

References : presented in alphabetical order of authors' names and numbered from 1 to x. Refer in the text to these 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 :

— 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 :

Tables en figures should be carefully designed on separate pages numbered in Arabic numerals on the back. Figures should be professionally drawn. Photographs must be good quality, unmounted glossy prints and numbered on the back. Accompanying captions should be typed on separate sheets and referred 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.

— The editorial staff reserves the right to refuse manuscripts not conforming to the above instructions.

## Instrucciones a los autores

### Condiciones generales

Enviar el original de los manuscritos y 2 copias a Agri-Overseas, avenue Louise 183, B-1050 Bruxelles, Bélgica. Indicar claramente la dirección del autor

El artículo será sometido por la Comisión de Redacción a 2 lectores, especializados en el tema tratado y será eventualmente devuelto al autor, para ser corregido o adaptado. De todos modos se guardará un ejemplar en los archivos de Agri-Overseas. Los autores recibirán gratuitamente 10 ejemplares del número de la revista en el que aparezca su artículo.

El coste de las fotocopias, los clichés o las tablas fuera del texto que excedan una página, correrá a cargo de los autores

### Instrucciones prácticas

El manuscrito comprenderá como máximo 20 páginas escritas a máquina con doble interlínea y con un margen a la izquierda de **5 cm**, en papel blanco de formato DIN A4 (21 x 29,7 cm).

### Disposición

Título : corto y en minúsculas.

Autores : debajo del título.

Los apellidos en minúsculas por las iniciales del nombre, con asterisco para remitir a la nota en pie de página donde figurará la identificación de las instituciones.

Resumen : en el idioma del artículo y en inglés (max. 200 palabras).

Introducción

Material y métodos o observaciones

Resultados

Discusión

Agradecimientos : si procede.

Referencias bibliográficas se darán en orden alfabético de los nombres de los autores y estarán numeradas de 1 a x. Referir en el texto a estos números (entre paréntesis).

Las referencias comprenderán :

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

Ejemplo :

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

Ejemplo :

Tablas y figuras estarán presentadas cuidadosamente en páginas separadas y con numeración arábiga al verso. Figuras estarán dibujadas de modo profesional. Las fotografías se entregarán no-montadas y bien contrastadas, sobre papel brillante y numeradas al verso. Los títulos y las leyendas se escribirán en una misma página separada.

### Observaciones

— Evitar las notas al pie de la página.

— Evitar el empleo de guiones.

— Evitar las mayúsculas inútiles.

— La Comisión de Redacción se reserva el derecho de rechazar todo artículo que no esté conforme a las prescripciones susodichas.

# TROPICULTURA

1987 Vol. 5 N. 4

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

## CONTENTS

### EDITORIAL

Five years later... (*in French*).

**A. Saintraint**

129

### LETTER OF THE PRESIDENT

**J. Mortelmans**

130

### MESSAGE

**C. Winterbeeck**

132

### ORIGINAL ARTICLES

Study of the influence of cutting and picking of leaves on the quality of cassava tuber (*Manihot esculenta* Crantz cv. "F 46") (*in French*).

**K.A. Mwangalalo, M. Naku et M. Ruhigwa**

133

Technical and social constraints for maintenance of soil and water in highly populated zones: the example of Mumirwa's mountains in Burundi (*in French*).

**C. Mathieu**

137

The influence of organic and calcareous amendments on yield of groundnut produced on acid degraded soils, in Senegal (*in French*).

**N. Mallouhi et P. Jutras**

147

Agro-ecological zones: The development of a regional classification scheme for Rwanda (*in English*).

**D.C. Clay et Y.M.J. Dejaegher**

153

### PROJECTS

Catching techniques and observations on the ecology and the behaviour of the African giant rat *Cricetomys*, in the rain forest of Zaire (*in English*).

**M. Malekani**

160

### STATEMENTS

Wings clipping of fowls (*in French*).

**P. Horlait**

165

### NEWS

169

### BIBLIOGRAPHY

172

### INDEX VOLUME 5

175



Editor:  
C. WINTERBEECK  
BADDC - Place du Champ de Mars 5, B. 57, Marsveldplein - AGCD  
1050 Bruxelles/Brussel

