

- 3 JAN. 1994

ISSN - 0771 - 3312

TROPICULTURA

1992 Vol. 10 N.4

Trimestrie I (mars - juin - septembre - décembre)

Driemaandelijks (maart - juni - september - december)

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



Credit : M. Van De Velde



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



SOMMAIRE / INHOUD / SUMARIO

EDITORIAL/EDITORIAAL/EDITORIAL

Première décennie pour préparer la suivante.

Eerste decennium om het volgende voor te bereiden

Primer decenio para preparar el siguiente

J. Hardouin 125

ARTICLES ORIGINAUX/OORSPRONKELIJKE ARTIKELS/ARTICULOS ORIGINALES

A haematocrit centrifuge concentration technique for the diagnosis of bovine babesiosis due to *Babesia bigemina* infection.

Diagnostic de la babésiose bovine due à *Babesia bigemina* par la technique de centrifugation différentielle de l'hématocrite.

Diagnose van *Babesia bigemina* infecties bij het rund door middel van de hematokriet centrifugatie concentratietechniek.

Diagnostico de la Babesia bovina debida a la *Babesia bigemina* mediante la técnica centrifugación diferencial de la hematocrite

A.F. Gomes, P. Kageruka & J. Brandt 129

Effets de la double symbiose *Rhizobium-Glomus* spp. sur la croissance de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit en pépinière et dix mois après transplantation au Zaïre.

Effekten van de dubbele symbiose *Rhizobium-Glomus* spp op de groei van *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit en tien maand na overplanting in Zaïre
Efectos de la doble simbiosis *Rhizobium-Glomus* spp sobre el crecimiento de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit en vivo en diez meses después del trasplante en Zaïre

B. Bulakali, P.D. Khasa & N. Luyindula 132

Influence de l'épaisseur de cuisse, de la longueur de carcasse et du sexe sur le poids d'une carcasse de bovin.

Invloed van boutdikte, lengte van karkas en geslacht op het karkasgewicht van runderen.

Influencia del espesor de la perna de la longitud del caparazon y del sexo sobre el peso de un esqueleto bovino.

K. Sabiti 137

Effect of organic and inorganic supply on Al detoxification and sorghum crop yield in ferralitic soils from Burundi.

Effet des apports organique et inorganique sur la detoxification de l'Al et le rendement de la culture du sorgho sur sols ferralitiques au Burundi.

Invloed van organische en anorganische inbreng op de ontgiftiging van Al en het rendement van de sorghokweek op ijzerhoudende gronden van Burundi.

Efectos de aportes orgánicos e inorgánicos sobre la detoxificación del Al y el rendimiento de los cultivos de sorgo en los suelos ferralíticos de Burundi

C. Van den Berghe, P. Sota & A. Mujawayezi 140

NOTES TECHNIQUES/TECHNISCHE NOTA'S/NOTAS TECNICAS

Dix-sept ans de collaboration belgo-marocaine dans le domaine de la statistique et de l'informatique appliquées.

Zeventien jaar Belgisch-Marokkaanse medewerking op het vlak van toegepaste statistiek en informatica.

Diez y siete años de colaboración belgo-marroquí en el dominio de la Estadística y la Informática Aplicadas

P. Dagnelie, A. Goumari & H. El Kherrak 145

Observations préliminaires sur la germination des mini-fragments de *Dioscorea* (Ilgname).

Preliminaire observaties over de kieming van mikrofragmenten van *Dioscorea* (jamswortel)

Observaciones preliminares sobre la germinación de mini-fragmentos de *Dioscorea* (ñame)

N. Kadiebwe, T.B. Mpungu, P. Ntawuhunga, J. Miekountima, D. Diallo & R. Pendi 149

Culture de suspensions cellulaires embryogéniques et régénération en plantules par embryogénèse somatique chez le bananier et le bananier plantain *Musa* spp.

Initiatie van embryogene celsuspensies en plantregeneratie via somatische embryogenese bij banaan en plantain *Musa* spp

Cultivos de suspensión celular embriogénicos y regeneración en plántulas por embriogénesis somática en el banano y el banano *Musa* spp

D. Dhed'a 152

First international seminar on farming of invertebrates and other minilivestock.

Premier séminaire international sur l'élevage des invertébrés et le mini-élevage

Eerste internationaal seminarie over kweek van ongewervelde dieren en andere minidieren

Primer seminario internacional sobre la crianza de invertebrados a escala reducida

M. Cicogna 155

Effet sur le coconnage du ver à soie en Italie du Nord-Est provoqué par l'emploi du fenoxicarb sur des pommiers.

Effect van het gebruik van fenoxicarb in de kweek van appelbomen op de coconvorming van de zijdeworm in het Noord-Oosten van Italië

Efectos sobre los capullos del gusano de seda en el nordeste de Italia provocado por el empleo de fenoxicarb sobre los manzanos

L. Cappellozza & F. Burlini 160

L'écotourisme dans la Région Nord de la République Centrafricaine.

Ecotoerisme in de Noordelijke streek van de Centraal-Afrikaanse Republiek

El ecoturismo en la región norte de la república Centroafricana

J.F. Plumier 163

BIBLIOGRAPHIE/BOEKBESPREKING/BIBLIOGRAFIA 167

INDEX VOLUME 10/INDEX VOLUME 10/INDICES VOLUMEN 10 173

EDITORIAL

Première décennie pour préparer la suivante.

La sortie complète du dixième volume annuel de TROPICULTURA représente une occasion idéale pour tenter de dresser un bilan de ce qui a été réalisé, de l'évolution observée, des difficultés rencontrées et des perspectives qui s'annoncent. Un fait est certain : la «revue verte» est connue à travers le monde et elle figure en bonne place dans les bibliothèques, aussi bien celles des prestigieux Centres Internationaux de Recherche que celles d'hum- bles Organisations Non Gouvernementales.

Ce succès est dû à une volonté commune de diverses personnes qui, vers 1980, ont voulu combler un vide dans le monde des publications techniques ou scientifiques belges consacrées aux questions d'agriculture tropicale. Le Bulletin Agricole du Congo Belge et le Bulletin Technique d'Information de l'INEAC avaient cessé de paraître en 1962, peu après l'indépendance du Congo belge. A ce moment, des chercheurs, des enseignants, des diplômés de diverses disciplines travaillent cependant encore dans des pays en développement ou en Belgique sur des sujets concernant l'agriculture tropicale. Plus tard sont venus les assistants techniques, les coopérants, les experts, les volontaires. Tous ont joué un rôle important. Il fallait aussi leur donner la parole, mais il n'existait plus aucune revue belge consacrée aux problèmes du développement rural dans les pays tropicaux.

Ce constat persistant a fini par nous convaincre, mes collègues Jos Mortelmans, Pasteur Kageruka et moi-même, de «prendre le taureau par les cornes» (spécialisation professionnelle oblige...).

Ainsi est née l'association sans but lucratif AGRI-OVERSEAS dont les statuts ont paru aux Annexes du Moniteur Belge du 1900. Il n'avait fallu que deux ou trois réunions à des représentants des diverses facultés d'agronomie et de médecine vétérinaire belges pour se mettre d'accord sur les objectifs, le nom de l'association et de son périodique, les langues admises, ... La petite institution spécialisée qu'est l'Institut de Médecine Tropicale Prince Léopold Anvers-Belgique, par son Département de Production et Santé Animales Tropicales, avait servi de moteur et de coordonnateur.

L'Ir. André Delire qui dirigeait alors le Service de Développement Agricole, de l'Administration Générale (belge) de la Coopération au Développement, a ensuite trouvé les mécanismes permettant de tenter l'expérience. Un écho très favorable a été obtenu aux divers échelons de l'A.G.C.D., avec un soutien total d'Antoine Saintraint, à l'époque administrateur général. Le premier numéro sortait de presse en avril 1982.

La revue a évolué depuis lors, comme il se doit, face à la participation des lecteurs et suite à des sondages discrètement réalisés. La rubrique «Courrier» a ainsi disparu car elle ne répond sans doute pas à une habitude de nos abonnés. La publication des titres des travaux de fin d'études, mémoires ou thèses, très peu lue, alors qu'elle exigeait un travail énorme de préparation, n'a duré qu'une année. Davantage d'articles scientifiques en provenance des pays en développement parviennent au secrétariat de la revue. Les comptes rendus de séminaires, ateliers, symposiums,... pourraient être plus nombreux mais les organisateurs se bornent souvent à annoncer (fréquemment trop tard) ces réunions et répugnent à rédiger une ou deux pages de synthèse, ce qui est regrettable.

L'expérience et le contact avec ceux qui sont sur le terrain, véritables acteurs du développement, concordent pour situer un des intérêts majeurs de la revue dans la combinaison de notes techniques et d'articles scientifiques. Cela confirme la justesse de choix formulé par le Comité Scientifique de la revue dès le début : publication d'articles techniques et scientifiques de qualité, à l'exclusion d'articles trop spécialisés sans application directe pour le développement rural tropical et pour lesquels existent des revues scientifiques connues. C'est l'occasion ici pour insister auprès de tous ceux qui, lorsque nous les sollicitons, se refusent en disant qu'ils ne font pas de recherche, qu'ils ne sont que des agents du développement et qu'ils n'ont donc rien à publier. Je vois au contraire qu'il y a souvent beaucoup plus d'originalité et d'intérêt pour les pays en développement dans la relation purement des-

criptive d'une simple technique qui vient d'être mise au point, que dans une nouvelle réalisation basée sur de la biotechnologie de pointe. Une méthode à la portée de tous, sûre et économique, permettant la conservation du maïs mérite autant d'être connue que l'explication scientifique d'une baisse de productivité associée à une sélection trop poussée.

Les années écoulées ont fait connaître des mutations fantastiques dans le domaine du développement rural tropical. Les espérances, aussi bien celles nées dans le Nord que dans le Sud, n'ont pas toujours été réalisées ; peut-être l'ont-elles même été rarement. Mais l'honnêteté élémentaire nous conduit à reconnaître que la proportion de projets qui ont été réellement demandés par les pays en développement est extrêmement faible. Ressentir et identifier la nécessité d'une aide ou d'une coopération n'est en effet pas synonyme de signer une demande d'aide ou de coopération. Il ne faut souvent pas aller plus loin que ce constat pour comprendre les causes d'échecs, le spécialiste du Nord mettant au point de bonne foi un projet selon ses propres normes techniques et culturelles, alors que les bénéficiaires directs souhaitent autre chose. Politesse, déférence et tradition aidant, l'action peut sembler positive pendant la présence de l'expatrié, mais elle cesse irrémédiablement dès son départ. Cela suffit à justifier la nécessité, enfin admise, d'analyses sociologiques préliminaires. Cela n'exclut pas la responsabilité des Gouvernements bénéficiaires, qui ont rarement le courage de refuser un projet soumis à la signature.

Une tendance récente me fait peur aussi. L'agronome de terrain, le forestier de terrain, le vétérinaire de terrain et tous leurs collègues sont de moins en moins écoutés ; ils sont même fréquemment critiqués pour leurs constats concrets, voire leurs recommandations qui semblent aller à contre-courant par rapport aux progrès scientifiques ou à la mode. Beaucoup veulent faire croire en effet que les problèmes sont connus depuis longtemps, et que les solutions ne peuvent sortir que des laboratoires des pays industrialisés où les « vrais » problèmes auraient été identifiés. La poussière, la boue, la fatigue et la sueur dans les champs ne font plus le poids face à l'ordinateur, à la simulation, à la sonde biochimique, à la course aux publications. Les villages et les villageois sont oubliés. Cela signifie en réalité que les vraies contraintes au développement ne sont plus identifiées car la situation en 1993 n'est plus du tout celle de 1960 ou 1980. Le divorce s'emballe hélas de plus en plus entre le terrain et les laboratoires.

Dans ce contexte difficile, les jeunes scientifiques et techniciens travaillant pour le développement de leurs pays respectif, se sentent presque toujours coupés de l'information. Les abonnements aux revues sont chers, les livres sont coûteux, les choix sont très difficiles parmi tout ce qui se publie alors que les besoins sont énormes pour toutes ces Universités, Facultés, Instituts, Centres, Stations,... voués à la formation ou à la recherche. Des initiatives existent heureusement, parmi lesquelles il faut citer des aides fournies par la Fondation Internationale pour la Science (Stockholm), par le Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale ACP/CEE, par l'Union Panafricaine de la Science et de la Technologie,... et par diverses interventions bilatérales ou internationales pour diffuser l'information de base. TROPICULTURA a voulu d'emblée se situer à ce niveau en s'ouvrant à tous et en essayant de se faire connaître un peu partout. Un bilan sommaire permet de croire que nous avons peut-être réussi.

En ces dix années et quarante numéros parus, nous avons publié 48 éditoriaux, 177 articles originaux, 119 notes techniques, 35 compte rendus, 84 annonces de réunions, 165 analyses bibliographiques, 17 questions aux réponses (supprimé après le numéro 1 du volume 5), 48 informations générales (intégrées dans les notes techniques dès le numéro 2 du volume 5), et 19 titres de thèses (volume 3 uniquement). Tout cela correspond à un total d'environ 2000 pages d'informations techniques et scientifiques.

La répartition des textes selon les sujets traités est plus complexe à établir car très peu d'articles ne concernent qu'un seul thème. Les index récapitulatifs des numéros 4 de chaque volume donnent néanmoins une indication des préoccupations les plus fréquentes, avec la réserve cependant que presque chaque article est repris sous 3 ou 4 rubriques pour faciliter l'identification des textes intéressants, notamment avant l'usage des mots clés.

Les indices récapitulatifs mentionnent une cinquantaine de rubriques différentes pour les notes et articles publiés : techniques agricoles (47), agrostologie (8), santé animale (21), production animale (60), technologie adaptée (4), aquaculture (12), insémination artificielle (1), biotechnologie (3), cultures de rente (53), bovins (30), développement communautaire (16), ravageurs de culture (1), écologie (22), économie (39), éducation (18), environnement (12), engrais (24), pêche (18), fourrages (18), conservation des aliments (2), cultures vivrières (54), foresterie (8), santé humaine (12), irrigation (1), plantes médicinales (2), microbiologie (3), mini-élevage (13), organisations non gouvernementales (7), nutrition (29), pharmacologie (4), production végétale (50), protection des végétaux (4), volailles (19), produits d'origine animale (1), projets (34), lapins (1), recherche et développement (33),

développement rural (41), génie rural (12), sélection (4), petits ruminants (11), sociologie (31), sciences du sol (19), énergie solaire (1), statistiques et biométrie (7), médecine vétérinaire (37), faune et gibier (8).

Sans faire de distinction entre les premiers auteurs et les autres, ni entre les auteurs qui ont contribué à des articles au cours de plus d'une année, TROPICULTURA a donné l'accès de ses colonnes à une moyenne de 62 auteurs par an au cours des dix années considérées.

Ce bilan décennal a donc été très positif. Les membres de l'association Agri-Overseas responsables de la revue Tropicultura ont été très heureux de lire l'éditorial que Monsieur Lenaerts, Administrateur Général de 'A.G.C.D., a préparé. Nous sommes nous-mêmes très satisfaits d'avoir rencontré les aspirations de nos collègues sur le terrain et de l'Administration Générale de la Coopération au Développement.

Tout ceci n'a cependant été possible que grâce à l'aide et à l'appui de ceux qui m'ont aidé ou m'aident en travaillant dans l'ombre pour maintenir les qualités technique et scientifique de la revue, pour améliorer sa présentation, pour assurer ou retrouver sa régularité. Je les remercie très sincèrement pour leur soutien.

La qualité des articles publiés dépend en premier lieu des auteurs, évidemment. Mais des améliorations notables sont presque toujours apportées par les deux (ou trois) lecteurs anonymes spécialistes du domaine traité, qui acceptent le travail ingrat de lire, de corriger et de commenter les manuscrits tout en restant anonymes vis-à-vis des auteurs. Un des numéros de cette année les a à nouveau remercié publiquement. Il n'est pas superflu de leur dire encore une fois toute ma gratitude.

A tous, abonnés pour leur fidélité, auteurs pour leur confiance, lecteurs anonymes pour leur dévouement, membres du Comité Scientifique pour leurs avis, administrateurs pour le partage des responsabilités, fonctionnaires de l'administration pour leur soutien et surtout équipe permanente du secrétariat, je dis publiquement MERCI pour tout. L'avenir est devant nous, mais il semble assuré.

J. Hardouin

Ingénieur agronome, docteur en médecine vétérinaire,
Professeur à l'Institut de Médecine Tropicale d'Antwerpen,
155, Nationalestraat - B-2000 Antwerpen, Belgique.

5th INTERNATIONAL WORKSHOP ON ENVIRONMENTAL BEHAVIOUR OF PESTICIDES AND REGULATORY ASPECTS

SECOND ANNOUNCEMENT

BRUSSELS, APRIL 26-29, 1994

In collaboration with:

Belgian Ecotoxicological Committee (Ministry of Agriculture)
Commission of the European Communities and Cost Action 66
Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux (Communauté Française de Belgique)
Institut de Recherches Chimiques -
Instituut voor Scheikundig Onderzoek Tervuren
(Ministry of Agriculture)
Institut pour l'Encouragement de la Recherche Scientifique dans l'Industrie et l'Agriculture
Instituut tot Aanmoediging van het Wetenschappelijk Onderzoek in Nijverheid en Landbouw (I.R.S.I.A.-I.W.O.N.L. Bruxelles)
Station de Phytopharmacie C.R.A. Gembloux (Ministry of Agriculture)

OBJECTIVES OF THE MEETING

- To bring together scientists working on the fate of pesticides in the soil environment as well as industrial, national and EEC representatives involved in the registration procedures.
- To present original research papers dealing with the behaviour of pesticides in the environment.
- To provide detailed information on some state-of-the-art studies that could be useful for the registration procedure.
- To identify possible gaps in the studies dealing with the environmental behaviour and submit new surveys and methods to fill these gaps.

TOPICS OF THE MEETING

The workshop will alternate between

- Plenary sessions
 - Working groups
 - Posters sessions
- and deal with
- Research on adsorption, desorption and mobility of pesticides in soil: new methods, original results, attempts to improve (or standardize) existing methods.
 - Research on volatilization and on abiotic transformation reactions (photodegradation, hydrolysis in aqueous medium, chemical reaction catalysed by various soil constituents): fundamental and methodological aspects as well as the impact of these processes in field conditions.
 - Studies on transformation in soil and water: results obtained (kinetics, metabolic pathways, importance of metabolites and bound residues), methodological improvements, possibility for extrapolating laboratory results to field conditions.
 - Prevision of pesticides mobility in soil: presentation of simulation programmes (basic principles, inputs, results that can be obtained), practical examples, validation, limitations...
 - Studies on the dynamics of pesticides in field conditions and impact on the environment: distribution in the various compartments of the environment, ecotoxicological importance of metabolites and bound residues.
 - Research in outdoor conditions and monitoring: new analytical methods, improvement of application methods, reduction of pesticide rates.

The oral communications will be selected amongst the papers underlining the complementarity between scientific and legal aspects (guidelines from OCDE, EPPO, EEC, EPA, ...).

PROVISIONAL SCIENTIFIC PROGRAMME

Monday 25 April 1994

Welcome and registration (in the evening)

Tuesday 26 April 1994: Morning session

Welcome and registration

Tuesday 26 April 1994: Afternoon session

First session: Sorption phenomena
(adsorption — desorption — bioavailability)

Wednesday 27 April 1994: Morning session

Second session: Transformation

Wednesday 27 April 1994: Afternoon session

Special session: COST actions

Working Group session

Thursday 28 April: Morning session

Third session: Ground and surface water monitoring.

Thursday 28 April: Afternoon session

Fourth session: Outdoor experiments

Friday 29 April: Morning session

Fifth session: Mathematical models

Friday 29 April: Afternoon session

Working Groups session

Conclusion of the meeting and outlook

Selection and reward of the best poster

Each regular session will include an introductory presentation (30 min.), offered papers (15 min. + 5 min. discussion), a poster session (during the coffee breaks) and a summary of the posters by the chairman of the session.

In order to improve the scientific exchanges amongst the participants, each plenary session will be supplemented by a Working Group. The purpose of these parallel Working Groups is to discuss in detail specific topics pointed out during the plenary sessions or suggested by participants through:

- small presentations (max. 5 min.) or posters related to the session's subject.

GENERAL INFORMATION

Location

Palais des Congrès, Coudenberg, 3 - 1000 Brussels-Belgium

Local organisation

Before the workshop: Mrs L. MOORE

U.E.R. Chimie analytique et Phytopharmacie

Faculté des Sciences Agronomiques, B 5030 Gembloux-Belgium

Phone: 32.81.62.22.20 - 62.22.21 - 62.22.17 - Fax: 32.81.62.22.16

During the workshop: Mrs L. MOORE, Palais des Congrès
5th International Workshop on Environmental Behaviour of Pesticides and Regulatory Aspects

Coudenberg, 3 - 1000 Brussels - Belgium

Registration fees

Before January, 15:

7.500 BEF

Before January, 16 and no later than April, 1:

9.500 BEF

For cancellation received before March 15, 1994, registration fee

— less 1.500 BEF for administrative costs — will be refunded.

Language

The workshop language is English

For more details and registration contact:

Mrs L. MOORE, U.E.R. Chimie Analytique et Phytopharmacie, Faculté des Sciences Agronomiques,
B 5030 Gembloux — Belgium.

ARTICLES ORIGINAUX

OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

ORIGINAL ARTICLES

ARTICULOS ORIGINALES

A haematocrit centrifuge concentration technique for the diagnosis of bovine babesiosis due to *Babesia bigemina* infection.

A.F. Gomes*, P. Kageruka** & J. Brandt**

Keywords: *Babesia bigemina* — Parasitological diagnosis — Chronic bovine babesiosis.

Summary

It is well known that the chronic form of bovine babesiosis due to *B. bigemina* infection is usually characterized by a low grade parasitaemia and that the thin blood smear examination is often ineffective for parasitological diagnosis.

For detecting this form of infection, a haematocrit concentration technique is described. This technique, based on the density and the tropism of *B. bigemina* for young erythrocytes, is very efficient and easy to use in the field conditions. The method was evaluated in experimentally and naturally infected cattle. It increases the level of detection of infection up to five times in the chronic phase of the disease.

Résumé

Il est bien connu que la forme chronique de la babésiose bovine due à *B. bigemina* est caractérisée par une faible parasitémie que souvent l'examen des frottis de sang ne permet pas de détecter.

Pour détecter cette forme de babésiose une technique de concentration par la méthode de l'hématocrite est décrite. Cette méthode est basée sur la densité des érythrocytes et le tropisme de *B. bigemina* pour les érythrocytes immatures. Les résultats de son utilisation dans le diagnostic des infections expérimentales et naturelles sont rapportés. Cette méthode augmente plus de cinq fois la mise en évidence des parasites dans la phase chronique de la maladie.

Introduction

Babesia spp. are intra-erythrocytic sporozoa. Babesiosis is a tick-borne disease which constitutes a very important constraint for animal health and production (8, 9).

Depending on the susceptibility of the host and the virulence of *B. bigemina* strains, cattle may develop acute, subacute, chronic or asymptomatic babesiosis. In the last two forms, parasitaemia is difficult to detect, nevertheless it constitutes a source of infection for the healthy stock (16).

For the diagnosis of chronic bovine babesiosis due to *B. bigemina* infection, thin as well as thick blood smear examinations are ineffective. Although the thick smear method has some advantages, the small quantity of blood used and the morphological damage of the parasite during the smear preparation limit its efficiency (2,7,14). Although serological techniques, especially the indirect immunofluorescent antibody test (IFAT) can reveal chronic babesia infections, they are not conclusive in demonstrating the presence of parasites.

Considering these limitations of the classical smear methods, a more sensitive and parasitological technique is required in order to diagnose early stages of infection in bovines and, from the epidemiological point of view, to detect low grade of parasitaemia which characterize chronic *B. bigemina* infection.

On the basis of certain well known features of the

erythrocytes, such as, low density of the young erythrocytes and the parasitized erythrocytes as well as the tropism of *B. bigemina* for young erythrocytes (1,9,11,15) a haematocrit centrifuge concentration technique is described. The procedure is evaluated on experimental and natural cases of bovine babesiosis.

Materials

Two calves (red Belgian breed), 3 and 12 months old were experimentally exposed to *B. bigemina*, Nigerian strain GU 177 stabilate, by intravenous inoculation. Furthermore, 312 six to 24 months old cattle (local breeds, European imported breeds and their cross-breeds), from South-Western Angola where bovine babesiosis due to *B. bigemina* is endemic were examined.

Technique

The haematocrit centrifuge concentration technique (HCT) was used and carried out as follows. Heparinized capillary tubes, 75 mm long and 1.2 mm in diameter were filled with 70 µl of blood and centrifuged at 12,000 rpm 3 to 4 minutes (fig. 1.a).

The upper layer of 2 to 3 mm depth of the packed red blood cells was placed on the slide and mixed with an equal volume of plasma (fig. 1.c). The mixture was spread to make small thin and thick smear preparations on the same slide (fig. 1.d.).

* Instituto de investigação veterinária, Caixa Postal, 7, Huambo, Angola.

** Institute of Tropical Medicine, Nationalestraat 155, B-2000 Antwerpen 1 — Belgium. Correspondance: Prof. Dr. P. Kageruka.

Received on 18.09.92 and accepted for publication on 16.02.93.

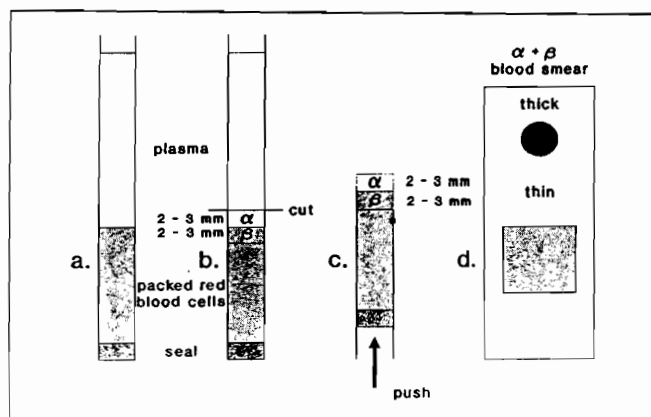


Figure 1
a: capillary tube after centrifugation
b: cut tube with diamond pen
c: push out 4-6 mm of contents on a glass slide
d: mix $\alpha + \beta$ for thick and thin blood smear

When dried these smears were methanol fixed and Giemsa stained. These preparations were examined for 15 minutes using oil immersion objective at $\times 400$ magnification. For comparison, the classical thin blood smears were made and also examined for 15 minutes.

Results

From the two experimentally infected calves one developed an acute disease and died while the other developed chronic babesiosis. In the two calves, the HCT demonstrated parasitaemia as early as 4 days after inoculation. On the 5th and 6th day after infection the HCT revealed 4.3% and 7.9% of RBC parasitized whereas with the thin blood smear examination, less than 1% RBC were shown to carry the infection. From 60th day after inoculation, only HCT revealed the infection.

When the 312 samples of field cases of Angolan bovines were examined, HCT demonstrated 73 (23.40%) parasitized animals as against 14 (4.49%) diagnosed by thin smear preparation (table 1).

TABLE 1

Comparison of TBS* and HCT** for the diagnosis of bovine babesiosis due to *Babesia bigemina*.

Results		Samples examined	
		number	%
TBS+	HCT+	12	3,85
TBS-	HCT-	237	75,96
TBS+	HCT-	2	0,64
TBS-	HCT+	61	19,55

* Thin blood smear (TBS)

** Haematocrit centrifuge concentration technique (HCT)

Discussion

Earlier, a centrifugation technique, using spin rate of 1,500 - 2,000 rpm and based on the difference in the density between parasitized and uninfected erythrocytes was described and used for the diagnosis of *B. caballi* infection in equines (10).

Results obtained with the haematocrit centrifuge concentration method on the experimental and natural cases of bovine babesiosis prove that this technique is feasible in revealing early infections and, in the field when compared with the thin blood smear method. It increases the level of detection of infections up to five times in the chronic phase of the disease.

Therefore, it appears that HCT is a quite sensitive parasitological method for the diagnosis of chronic form of *B. bigemina* infection. It is easy to perform in the field conditions using a minicentrifuge with electrical supply as well as a hand-powered microcentrifuge (4). Although HCT is less sensitive than IFAT, it is a useful method for confirmation of the infection by demonstrating the presence of the parasites in red blood cells.

For detecting low grade parasitaemia in chronic bovine babesiosis, the recent development of DNA probes provides a highly sensitive technology. This technique is not yet available for use on large scale and in the field conditions (3,5,6,10).

Acknowledgements

We are grateful to Prof. G. Uilenberg, Faculteit voor Diergeneeskunde, Rijksuniversiteit, Utrecht, Nederland for providing the stabilate of *B. bigemina*. This work received financial support from FAO-Project ANG/80/051.

Literature

1. Bessis M., 1972. Cellules du Sang — Normal et Pathologique. Ed. Masson et Cie, pp. 64.
2. Bishop J.P. & Adams L.G., 1973. Combination thin and thick blood films for the detection of *Babesia* parasitemia. Ann. J. Vet. Res., **34**, 213-214.
3. Buening G.M., Barbet P., Myler P., Mahan S., Nene S. & Guire T.C., 1990. Characterization of repetitive DNA probe for *Babesia bigemina*. Vet Parasitol., **36**, 11-20.
4. Holmstedt B., 1965. Microcentrifuge — Simple microcentrifuge for use in the field. Science, **3687**, 977-978.
5. Howard R.J. & Rodwell, B.J., 1979. *Babesia rodhaini*, *Babesia bovis*, and *Babesia bigemina*. Analysis and sorting of red cells from infected mouse or calf blood by flow fluorimetry using 33258 Hoechst — Exp. Parasitol., **48**, 421-431.
6. Jasmer D.P., Reduker D.W., Goff W.L., Steller D. & McGrure T.C., 1990. DNA probes distinguish geographical isolates and identify a novel DNA molecule of *Babesia bovis*. J. Parasitol., **76**, 834-841.
7. Mahoney D.F., Soal J.R., 1961. Bovine babesiosis: thick blood films for the detection of parasitaemia. Aust. Vet. J., **37**, 44-47.
8. Mahoney D.F., 1977. Babesia of domestic animals — In. Parasitic Protozoa, Ed. Kreier J.P., Academic Press, 1-52.
9. McCosker P.J., 1981. The global importance of babesiosis — In. Babesiosis, M., Ristic & J.P. Kreier, Academic Press, pp. 1-24.

10. Rodriguez S.D., Buening G.M., Vega C.A. & Carson C.A., 1986. *Babesia bovis*: Purification and concentration of merozoites and infected bovine erythrocytes. *Exp. Parasitol.*, **61**, 236-243.
11. Schalm O.W., Jain N.C. & Carroll E., 1975. *Veterinary Hematology*, 3rd ed. pp. 91.
12. Vega C.A., Buening G.M., Rodriguez S.D. & Carson C.A., 1986. Concentration and enzyme content of in vitro-cultured *Babesia bigemina* infected erythrocytes. *J. Parasitol.*, **33**, 514-518.
13. Watkins R.G., 1962. A concentration and staining technique for diagnosing equine piroplasmiasis: *JAVMA*, **141**, 1330-1332.
14. Woo P.T.K., Hanck L., 1987. The haematocrit centrifuge technique for the detection of mammalian *Plasmodium*: *Trans. Roy. Soc. trop. med. hyg.*, **81**, 727-728.
15. Wright I.G., Kerr J.D., 1974. The preferential invasion of young erythrocytes in acute *Babesia bigemina* infections of splenectomised calves. *Z. Parasitenk.*, **43**, 63-69.
16. Zwart D. & Brocklesly D.W., 1979. Babesiosis: Non specific resistance, immunological factors and pathogenesis — *Adv. Parasitol.*, **17**, 50-113.

A.F. Gomes: Angolese, Dr. in Veterinary medicine, Msc. Scientist at the Instituto de investigação veterinária, Huambo, Angola.

P. Kageruka: Belgian, Dr. in Veterinary medicine, Professor at the Institute of Tropical Medicine of Antwerpen, Belgium.

J. Brandt: Belgian, Dr. in Veterinary medicine, Professor at the Institute of Tropical Medicine of Antwerpen, Belgium.

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

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

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

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

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

Effets de la double symbiose *Rhizobium-Glomus* spp. sur la croissance de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit en pépinière, et dix mois après transplantation au Zaïre*.

B. Bulakali*, P.D. Khasa** & N. Luyindula***

Keywords: *Leucaena leucocephala* — *Rhizobium* — *Glomus* — Endomycorrhizae — Competition — Efficiency — Growth response.

Résumé

Ce travail souligne l'utilité d'inoculer le *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit en pépinière, par des souches efficaces de *Rhizobium* et de champignons endomycorhiziens, en vue d'une bonne amorce de la croissance végétative lors de la transplantation au champ.

D'une manière générale, la fumigation du sol en pépinière a permis de stimuler la croissance des plants témoins et de tirer le meilleur effet des biofertilisants en pépinière et dix mois après la transplantation. Le *Glomus vesiculiferum* (Thaxter) Gerdemann et Trappe associé ou non au *Rhizobium* TAL 1145 semble aussi avoir produit le même effet en utilisant du sol naturel au stade de la pépinière.

Summary

This work underlines the utility to inoculate in the nursery *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, with efficient strains of *Rhizobium* and endomycorrhizal fungi, in order to ensure good initial plant growth after outplanting.

In general, soil fumigation in the nursery allowed growth enhancement of control plants and the best effect of biofertilizers was obtained in the nursery and ten months after outplanting. *Glomus vesiculiferum* (Thaxter) Gerdemann and Trappe associated or not with *Rhizobium* TAL 1145 likely produced the same effect by using natural soil in the nursery.

1. Introduction

Dans les pays en voie de développement, l'usage intensif des engrais chimiques se heurte à des limitations économiques (6). Pour améliorer la nutrition minérale des plantes dans les sols pauvres et assurer leur développement, il est recommandé de recourir à la biofertilisation par l'utilisation des symbiotes racinaires (6).

En effet, la symbiose fixatrice de l'azote avec les bactéries du genre *Rhizobium* satisfait en partie les besoins azotés de la légumineuse tandis que la symbiose endomycorhizienne améliore l'absorption de l'eau et des minéraux, surtout du phosphore dont les sols tropicaux sont généralement pauvres (12,17,22). En outre, les endomycorhizes contribuent aussi à l'absorption de certaines substances organiques et protègent les plantules contre certaines maladies et contre le stress hydrique assurant ainsi leur survie de transplantation au champ (11,21,25).

Le potentiel agroforestier de *Leucaena leucocephala* est bien établi (3,4,5) et une étude récente au Zaïre l'a confirmé (18). C'est une légumineuse arborescente à croissance rapide, facile à planter, qui produit des aliments, du fourrage, du bois et de l'engrais vert. Elle a l'avantage de bénéficier d'une double symbiose *Rhizobium* — endomycorhizes (13).

Le présent travail évalue la croissance végétative de *Leucaena leucocephala* inoculé avec du *Rhizobium* et/ou du *Glomus* spp. en pépinière et dix mois après la transplantation au champ.

2. Matériel et Méthodes

L'expérimentation a été conduite sur le site du Campus Universitaire de Kinshasa dont les coordonnées géographiques

sont les suivantes: 440 m d'altitude, 15°17'17" de longitude Est, 4°21'57" de latitude Sud. D'après la classification de Köppen (12), il s'agit d'un climat tropical humide du type AW₄.

Préparation du substrat de culture en pépinière

Le substrat de culture est un sable limoneux prélevé dans les vingt premiers centimètres d'un jardin de *Leucaena leucocephala* sur le site du Campus Universitaire de Kinshasa. Il a été préalablement fractionné au moyen d'un tamis à mailles carrées de 2 mm de côté chacune. Une partie de ce substrat d'un volume de 540,5 l a été conservée telle quelle (non fumigée) tandis qu'une quantité équivalente de sol a été fumigée au BasamidR (Dazomet 98%, BASF Canada, Calgary, Alberta T2P 3P3). Avant la fumigation, le sol à fumer ou non a reçu comme engrais vert un amendement organique constitué de 2600 g de feuilles de *Leucaena leucocephala* et 3750 g de feuilles de *Psophocarpus scandens* (Endl) Verdc. pour atteindre un seuil d'environ 2% en matière organique et ainsi favoriser le développement des endomycorhizes (10). Lors de la fumigation, la quantité de sol à fumer a été préalablement arrosée jusqu'à saturation. Ensuite, le fumigant granulaire Basamid ou Dazomet 98% a été appliqué au taux de 70 gm⁻² et incorporé jusqu'à une profondeur (épaisseur) de 15 cm avec des outils manuels par une journée ensoleillée. Le tout a été de nouveau mouillé puis recouvert d'un film de polyéthylène transparent pendant 7 jours en vue d'accélérer la dissolution de la matière active du Dazomet en gaz toxiques.

Après 7 jours d'aération du sol déjà fumigé, le semis a eu

* Département de Biologie, B.P. 190 Kinshasa XI, Université de Kinshasa, Zaïre.

** Centre de Recherche en Biologie Forestière, Université Laval, Ste-Foy, Québec, G1K 7P4.

*** Département de Microbiologie, B.P. 868, Kinshasa XI, CREN-K, Zaïre.

Reçu le 14.05.92 et accepté pour publication le 05.04.93.

TABEAU 1
Caractéristiques chimiques du sol de culture en pépinière et en plantation.

en pépinière	pH(H ₂ O)	en pourcent			en mg/kg			en méq/100 g		
		C	M.O.	N _{tot}	C/N	P tot	P ass	C.E.C.	Ca	Mg
sol naturel	5,45	1,67	2,87	0,051	32,74	16,20	16,25	19,00	3,01	0,48
sol fumigé	5,64	1,01	1,74	0,078	12,95	18,30	10,19	19,50	1,89	0,43
en plantation										
sol naturel	5,5	0,35	0,60	0,02	17,5	—	5,51	0,71	0,45	0,14

lieu. Les caractéristiques chimiques du sol utilisé en pépinière sont présentées au tableau 1. Les analyses ont été effectuées selon le protocole précédemment décrit par Khasa et al.(15).

Préparation des inoculums et inoculation en pépinière

Les souches de champignons endomycorhiziens et du *Rhizobium* TAL 1145 utilisées ont été offertes par le Centre de Recherche en Biologie Forestière de l'Université Laval, Ste-Foy, Québec au Projet Endomycorhizes de Biologie, Université de Kinshasa, Zaïre.

Pour les souches endomycorhiziennes, il s'agit de *Glomus vesiculiferum* (Thaxter) Gerdemann et Trappe et *Glomus clarum* Nicolson et Schenck. L'inoculum de ces 2 souches endomycorhiziennes dit «ON FARM» a été produit à l'air libre en plates-bandes surhaussées sur sols préalablement désinfectés au jardin expérimental de Biologie selon la technique décrite par Sieverding (23). Le *Brachiaria ruziziensis* Germ. et Edv. et le *Panicum maximum* Jacq ont été les plantes hôtes utilisées. Le niveau de colonisation endomycorhizienne racinaire de *Brachiaria ruziziensis* a été vérifié après dilacérations des racines selon la technique de Philipps et Hayman modifiée par le procédé de Koske et Gemma (16). Quant au recouvrement des spores d'endogonacées extraites du sol prélevé dans un rayon et une profondeur de 15 cm de la mycorrhizosphère de *Panicum maximum*, il a été réalisé par tamisage humide suivi d'une décantation (8). Quant à l'inoculum rhizobien, la souche spécifique de *Rhizobium* TAL 1145 a été cultivée sur un milieu liquide Yeast — Mannitol — Broth en agitation pendant 5 jours à 30°C (24). Le comptage sur boîte utilisant les dilutions décimales successives (1) a révélé que la culture de *Rhizobium* TAL 1145 contenait 7,9 . 10¹¹ bactéries/ml.

Dispositif expérimental

Les sachets en polyéthylène noir ont été espacés de 30 cm entre les lignes et 40 cm dans la ligne selon un dispositif factoriel complet aléatoire comprenant les traitements suivants: 1) témoin (T), *Rhizobium* TAL 1145 (R), *Glomus vesiculiferum* (VES), *Glomus clarum* (CLA), R + VES et R + CLA. Chaque sachet de 750 cm³ de sol fumigé ou non a reçu un inoculum mixte contenant 20 g de sol prélevé sous *Panicum maximum* Jacq (78 spores/ 10 g de sol pour *G. vesiculiferum* et 45 spores/ 10 g de sol sec pour *G. clarum*) et 4 g de jeunes racines colonisées de *Brachiaria ruziziensis* Germ. et Edv. (60% pour *G. vesiculiferum* et 47% pour *G. clarum*) préalablement découpées en fragments de 2 cm de longueur. Les plants témoins ont reçu la même quantité d'inoculum stérilisé par la chaleur humide. L'inoculum endomycorhizien a été placé à environ 3 à 5 cm en dessous du semis sur toute la circonférence du sachet. Pour faciliter

la germination, les graines de *L. leucocephala* récoltées sur le Campus de Kinshasa, ont été trempées, immergées dans de l'acide sulfurique [(H₂SO₄) 95-97 %, v/v] pendant 30 minutes et rincées abondamment à l'eau stérile avant le semis. L'inoculation par *Rhizobium* a été effectuée avec 10 ml de suspension rhizobienne spécifique diluée à 10% v/v avec de l'eau déminéralisée stérile au-dessus de chaque point d'ensemencement contenant 2 graines de *Leucaena*. En pépinière, les semis ont été protégés par une ombrière faite avec des feuilles de palmiers. Un paillis de parche de café a été appliqué dans chaque sachet pour limiter les pertes d'humidité du sol et pour réduire le tassement lors de l'arrosage et par temps de pluie. Chacune des combinaisons des traitements était représentée par 40 plants après démarrage. Les plantules de *Leucaena* ont été élevées en pépinière pendant 3 mois.

Transplantation au champ

Après trois mois, les plants ont été transplantés sur le terrain aux écartements de 100 cm dans la rangée et 100 cm entre les rangées selon le même dispositif que celui de la pépinière. Les propriétés chimiques du sol du site de transplantation sont également présentées au tableau I. L'endomycoflore présente dans ce sol comprend les genres *Glomus*, *Scutellospora* et *Gigaspora* tandis que le *Rhizobium loti* spécifique au *Leucaena leucocephala* y est absent (15).

Récolte et analyse des données

Des mesures qualitatives de nodulation et de colonisation endomycorhizienne racinaire (13) ainsi que des mesures de hauteur, de diamètre au collet et de phytomasse sèche (aérienne, racinaire et totale) ont été réalisées 3 mois avant la transplantation au champ. L'évaluation de l'effet de l'inoculation des microsymbiotes racinaires sur la croissance des plants de *Leucaena leucocephala* dix mois après la transplantation a porté sur la hauteur, le diamètre au collet et le poids frais des parties aériennes de la plante avant que celles-ci puissent être incorporées au sol comme engrais vert dans une culture de maïs (18). Les comparaisons multiples des moyennes ont été faites selon le test de Waller-Duncan et la signification de l'effet des traitements à l'aide du test F de Fisher (26).

3. Résultats et Discussion

En pépinière

Dans nos conditions d'essai, nous avons testé 2 souches de champignons endomycorhiziens à vésicules et arbuscules, CLA et VES et 1 souche de *Rhizobium* TAL 1145, pour sti-

TABEAU 2
Réponse de croissance du *L. leucocephala* aux symbiotes racinaires.

Traitement	C.E.R.		Nodulation		Hauteur (m)		Diamètre au collet (mm)		Phytomasse aérienne		Phytomasse racinaire		Phytomasse totale	
	SN	SF	SN	SF	SN	SF	SN	SF	SN	SF	SN	SF	SN	SF
En pépinière														
T.	+	-	-	-	0,37a	0,72ab**	5,2a	7,2ab**	masse sèche (g)		masse sèche (g)		masse sèche (g)	
R.	+	-	+	+	0,65b	0,68a	7,4d	6,5a	58,7bc	123,1c**	22,7a	51,6c**	81,4bc	174,7d**
CLA	+	+	-	-	0,48ab	0,76bc**	5,4ab	7,7bc*	115,2e	117,2c	56,8d	59,5c	172,0e	176,7d
R+CLA	+	+	+	+	0,39a	0,60a*	5,1a	6,3a*	45,3ab	68,2ab*	26,6a	37,3b*	71,9b	105,8b*
VES	+	+	-	-	0,39a	0,63a*	5,2a	6,5a*	71,2d	121,7c*	38,8bc	51,4c*	110,0cd	173,1d**
R+VES	+	+	+	+	0,44ab	0,88c**	5,8abc	8,5c**	64,5c	76,0ab*	29,0ab	39,7b*	93,5c	115,7bc*
En plantation														
T	nd	nd	nd	nd	1,37c	2,16d**	15,1d	21,4c**	masse fraîche (g)		245,1b	526,98b**	nd	nd
R.	nd	nd	nd	nd	2,14b	2,49bc*	20,5bc	24,4bc*	539,8ab	628,6b*	nd	nd	nd	nd
CLA	nd	nd	nd	nd	2,78a	3,20a*	26,0a	30,5a*	819,5a	1716,54a**	nd	nd	nd	nd
R+CLA	nd	nd	nd	nd	1,88b	2,57b**	18,4cd	27,01ab**	499,0ab	845,6b*	nd	nd	nd	nd
VES	nd	nd	nd	nd	2,50a	2,24cd	22,3abc	23,0c	912,6a*	642,0b	nd	nd	nd	nd
R+VES	nd	nd	nd	nd	2,47a**	1,69c	22,7ab**	15,8d	746,7a**	259,9c	nd	nd	nd	nd

Les valeurs d'une même colonne non suivies par la même lettre sont significativement différentes à $P < 0,05$ (Test de Waller-Duncan). (*), (**): significativement différent à $P < 0,05$ et à $P < 0,01$ respectivement (Test de F) entre SN et SF.

Abréviations: C.E.R. = colonisation endomycorhizienne racinaire, SN = plants préalablement élevés en sol non fumigé au stade de la pépinière, SF = plants préalablement élevés en sol fumigé au stade de la pépinière, T: Témoin; R: *Rhizobium* TAL 1145; CLA: *Glomus clarum*, VES: *Glomus vesiculiferum*, nd = non déterminé.

muler la croissance de *Leucaena*. Les résultats obtenus sont présentés au tableau 2.

Tous les plants inoculés avec la souche de *Rhizobium* TAL 1145 ont formé des nodules efficaces en pépinière révélés par la présence de la légghémoglobine. Les plants ont aussi formé des endomycorhizes suite à la colonisation des racines soit par les champignons indigènes en sol naturel, soit par les champignons inoculés artificiellement en sol fumigé. D'une manière générale, les résultats obtenus à trois mois montrent l'effet bénéfique de l'inoculation du *L. leucocephala* avec la souche TAL 1145 de *Rhizobium* et les souches de deux espèces de champignons endomycorhiziens. En fumigeant le sol en pépinière, les résultats de croissance ont été davantage améliorés par rapport à ceux du sol naturel. Cela indique que la fumigation (stérilisation) du sol détruirait les microorganismes telluriques pathogènes ou parasites qui affaiblissent la plante-hôte.

Pour stimuler la hauteur, les combinaisons des traitements SF (VES + R), SF(CLA), SF(T), et SF(R) ou SN(R) sont classées par ordre décroissant et sont significativement supérieures à la combinaison (SN)(T).

Pour le diamètre au collet, les combinaisons SF(VES + R), SF(CLA), SF(T) et SN(R) influencent davantage ce paramètre avec une différence significative par rapport à la combinaison SN(T). Quant à la phytomasse aérienne sèche, les combinaisons SF(R), SF(VES), SF(CLA), SN(CLA), SF(VES + R), SN(VES), SF(CLA + R), SN(VES + R) et SN(R) sont significativement supérieures à la combinaison SN(T). Pour stimuler la croissance du système racinaire, les combinaisons significativement supérieures à la combinaison SN(T) sont: SF(CLA), SN(CLA), SF(R), SF(VES), SF(VES + R), et SN(VES). Pour la phytomasse totale, les combinaisons significativement supérieures à SN(T) sont: SF(CLA), SF(R), SF(VES), SN(CLA), SF(VES + R), SN(VES), SN(VES + R), SN(R) et SN(R + CLA).

La double symbiose de *Rhizobium* — endomycorhizes a été

la plus efficace pour les paramètres tel que le diamètre au collet et la phytomasse aérienne. A ce stade, la souche de champignon CLA semble plus compétitive en sol naturel que le champignon VES. D'autre part, VES s'est avéré très efficace pour stimuler la croissance en sol fumigé. Ces résultats corroborent ceux déjà rapportés par Khassa et al. (14) sur d'autres espèces tropicales.

En plantation

Les résultats de croissance dix mois après la transplantation sont également présentés au tableau 2. Les microsymbiotes racinaires testés, *G. clarum*, *G. vesiculiferum* et le *Rhizobium* TAL 1145 ont significativement amélioré et à des degrés divers la croissance des plants de *L. leucocephala* comparativement aux plants témoins.

Le champignon endomycorhizien *G. clarum* a initié une stimulation élevée de croissance après transplantation. Cette efficacité est plus significative chez les plants préalablement élevés en sol fumigé où ce champignon endophyte s'est révélé le plus efficace en stimulant significativement la taille et le diamètre au collet par rapport aux témoins et aux autres microsymbiotes racinaires. La biomasse fraîche de la partie aérienne des plants inoculés avec cette même souche a montré une différence significative par rapport aux témoins et aux plants inoculés uniquement avec *Rhizobium* seul ou en association avec l'un des 2 champignons endomycorhiziens pour les plants élevés en sol naturel. Cette différence est significative par rapport à tous les autres traitements pour les plants élevés en sol fumigé. Les grandes différences observées pour la mesure de la biomasse fraîche aérienne sont probablement dues au contenu variable en eau des tissus végétaux.

La souche endomycorhizienne de *G. vesiculiferum* a aussi stimulé de façon significative la hauteur, le diamètre au collet et la phytomasse fraîche de la partie aérienne par rapport aux témoins élevés en sol non fumigé. La particularité observée chez cette espèce endomycorhizienne est qu'elle a don-

né le maximum de son efficacité chez les plants préalablement élevés en sol non fumigé en pépinière. Il s'avérerait que cette dernière soit attribuable à des interactions synergiques bénéfiques avec la flore microbienne autochtone du sol de plantation ou à la plus forte compétitivité du *G. vesiculiferum* vis-à-vis de l'endomycoflore indigène du sol de plantation par rapport au *G. clarum*. Ces effets synergiques ou de compétitivité du *G. vesiculiferum* ont eu pour résultat la stimulation de la croissance végétative du *L. leucocephala* de façon substantielle. Cette constatation semble possible puisque la double symbiose *G. vesiculiferum* + *Rhizobium* TAL 1145 a produit une interaction antagoniste plus marquée chez les plants élevés en sol fumigé en pépinière.

L'effet de l'inoculation avec le *Rhizobium* TAL 1145 seule est déjà remarquable par rapport au témoin non inoculé pour les plants préalablement élevés dans les 2 types de sol (SN ou SF) mais celui des endomycorhizes l'est davantage.

La double symbiose de champignons endomycorhiziens avec le *Rhizobium* spécifique a diminué de manière significative le pouvoir efficace de la souche endomycorhizienne de *G. clarum* chez les plants préalablement élevés en sol non fumigé en pépinière. C'est probablement dû au fait que les microsymbiotes inoculés constituent un *sink* important de drainage des sucres de la plante sans compensation substantielle en retour (2). Les biofertilisants se comportent à ce moment en parasites des racines en induisant un effet néfaste sur le développement de la plante - hôte suite à une augmentation de la consommation énergétique aux dépens de celle-ci. Manjunath et al. (19) ont observé une action synergique dans la double inoculation chez *L. leucocephala* mais avec des souches microsymbiotiques, des facteurs édaphiques, biotiques et climatiques différents. Donc, l'effet bénéfique de la double symbiose peut ne pas se manifester suite aux contraintes biotiques et abiotiques d'un site à l'autre.

Conclusion

Notre étude réalisée à partir du sol fumigé ou non en pépi-

nière a fait ressortir que les symbiotes testés ont amélioré davantage la croissance juvénile des plants de *Leucaena leucocephala* préalablement élevés en sol fumigé qu'en sol non fumigé; ceci à l'exception de la souche de *G. vesiculiferum* associée ou non au *Rhizobium* TAL 1145, qui a produit le même effet chez les plants de *Leucaena leucocephala* préalablement élevés en sol non fumigé. De ce fait, la stérilisation du sol de pépinière permet de tirer le meilleur effet des biofertilisants (7,20), en l'absence de la microflore indigène constituée des bactéries, moisissures, nématodes, microarthropodes, protozoaires, etc... Cette fumigation inhibe aussi les maladies racinaires et les mauvaises herbes.

Pour une utilisation dans d'autres sites, les 2 espèces de champignons endomycorhiziens devront être sélectionnés en fonction de leur efficacité et de leur pouvoir compétiteur dans l'un ou l'autre conditionnement tellurique. Il se dégage de cette étude des systèmes symbiotiques qu'une bonne amorce de la vitesse de croissance végétative stimulée en pépinière constitue un atout majeur de bon développement sur le terrain de transplantation. Il est donc possible de stimuler la croissance de *L. leucocephala* par inoculation contrôlée avec des souches sélectionnées de champignons endomycorhiziens et des bactéries du genre *Rhizobium*. En effet, d'autres études ont montré que le *Leucaena leucocephala* est très dépendant des endomycorhizes pour sa croissance et qu'une inoculation avec des souches efficaces de champignons endomycorhiziens améliore la nutrition phosphatée indispensable pour la fixation biologique de l'azote par *Rhizobium* (9).

4. Remerciements

Nous voulons exprimer notre profonde reconnaissance au C.R.D.I. d'OTTAWA qui a subventionné ce travail de recherche dans le cadre du Projet Endomycorhizes n° 3 - P - 86 - 1031 - 02/1. Nos remerciements s'adressent aussi au Dr. A.M. Ba pour ses commentaires constructifs lors de la rédaction.

Références bibliographiques

- Alexander M. 1982. Most probable number method for microbial populations. In: Methods of soil analysis. Chemical and microbiological properties, part 2. 2nd ed. (Page, A.L., Miller, R.H. et Keeney, D.R. eds.). Agronomy Monograph n° 9. Madison, Wisconsin, ASA-SSSA 815-820.
- Bethlenfalvay G.J., Brown M.S. & Stafford A.E., 1985. *Glycine* - *Glomus* - *Rhizobium* Symbiosis. II. Antagonistic effects between mycorrhizal colonization and nodulation. *Plant Physiol.* **79** 1054-1058.
- Brewbaker J.L. 1987. *Leucaena*, a genus of multipurpose trees for tropical agroforestry. In: Agroforestry: a decade of development (Steppeler H.A. et Nair P.K.R. eds.). Nairobi: ICRAF 289-323.
- Brewbaker J.L. & Sorensson C.T., 1989. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. In: PROSEA: Plant resources of Southeast Asia (Westphal E. and Jansen P.C.M. eds.) Wageningen CTA 172-175.
- Brewbaker J.L. 1989. *Leucaena*, l'arbre idéal existe-t-il? In: L'agroforesterie aujourd'hui (ICRAF, ed.) Nairobi, ICRAF **1** 4-7.
- Dommergues Y.R., Dreyfus B., Diem H.G. & Dunoux E. 1985. Fixation de l'azote et agriculture tropicale. *La recherche*. **16**: 22-31.
- Furlan V., 1981. Les endomycorhizes à vésicules et arbuscules. Cours de symbioses végétales. Faculté de foresterie et de géomatique, Université Laval. 68 p.
- Gerdemann J.W. & Nicolson T.H., 1963. Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Trans. Britol. Mycol. soc.* **46**: 235-244.
- Habte M. & Manjunath, 1991. Categories of vesicular - arbuscular mycorrhizal dependency of host species. *Mycorrhiza* **1** 3-12.
- Ishak Y.Z., El-Haddad M.E., Daft M.J., Ramadan E.M. & El-Demerdash M.E., 1986. Effect of seed inoculation, mycorrhizal infection and organic amendment on wheat growth. *Plant and soil* **90**, 373-382.
- Jalali B.L., 1986. Vesicular-arbuscular mycorrhiza: current status. *Vistas in plant pathology*. (Varma A. & Verma J.P. eds). Malhotra Publishing House New Delhi 110064, India 437-450.
- Khasa P.D., 1987. Utilisation des endomycorhizes à vésicules et arbuscules en milieu tropical: études préliminaires d'une application au Zaïre. Thèse de maîtrise, Faculté de Foresterie et géomatique Université Laval Québec. 81 p.

13. Khasa P.D., Furlan V. & Lumande K., 1990 a. Symbioses racinaires chez quelques essences forestières importantes au Zaïre. *Bois et Forêts des Tropiques*. **224**: 27-33.
14. Khasa P.D., Furlan V. & Fortin J.A., 1990 b. Effets de différentes espèces de champignons endomycorhiziens sur la croissance de dix espèces de plantes tropicales au Zaïre. *Tropicultura*. **8**,4: 159-164.
15. Khasa P.D., Furlan V. & Fortin J.A., 1992. Response of some tropical plant species to endomycorrhizal fungi under field conditions. *Trop. Agric.* **69**, 3: 279-283.
16. Koske R.E. & Gemma J.N., 1989. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. *Mycol. Res.* **92**, 4: 486-505.
17. Le Tacon F., 1986. Les mycorhizes: une coopération entre les plantes et champignons. *La Recherche*. **16**: 624-632.
18. Malele M., 1991. Contribution à la remise en valeur des terres dégradées de la Zone périurbaine de Kinshasa par un système agroforestier. Thèse de maîtrise, Faculté de Foresterie et Géomatique, Université Laval, Québec. 206 p.
19. Manjunath A., Bagyaraj D.J. & Gopala Gowda H.S., 1984. Dual inoculation with VA mycorrhiza and *Rhizobium* is beneficial to *Leucaena*. *Plant and Soil*. **78**: 445-448.
20. Menge J.A., Lembricht H. & Johnson E.L.V., 1977. Utilization of mycorrhizal fungi in *Citrus* nurseries. *Proc. Int. Soc. Citriculture*. **1**: 129-132.
21. Menge J.A., Davis R.M., Johnson E.L.V. & Zentmeyer G.A., 1978. Mycorrhizal fungi increase growth and reduce transplant injury in avocado. *Calif. Agric.* **32**: 6-7.
22. Mosse B., 1981. Vesicular-arbuscular mycorrhiza research for tropical agriculture. Research Bulletin 194, Hawai Institute of Tropical Agriculture and Human resources. 82 p.
23. Siervending E., 1991. Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems. Technical cooperation, GmbH, Germany, 371 p.
24. Somasergaran E. & Hoben H.J., 1985. Methods in legume-*Rhizobium* technology. 367 p.
25. St. John T.V. & Coleman D.C., 1983. The role of mycorrhizae in plant ecology. *Can. J. Bot.* **61**: 1005-1014.
26. Steel R.G.D. & Torrie J.H., 1980. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. 2nd edition. Mc Graw - Hill. 633 p.

B. Bulakali: Zaïrois. Ingénieur en sciences agronomiques, professeur assistant au département de biologie de l'Université de Kinshasa.

P.D. Khasa: Zaïrois. Maître es Sciences, étudiant au doctorat en Sciences forestières à l'Université Laval, Ste-Foy, Québec.

N. Luyindula: Zaïrois. Docteur en Sciences botaniques, chercheur scientifique au centre régional de l'énergie nucléaire - Kinshasa.

THANKS

All those who have contributed to keep the high quality of TROPICULTURA in one way or the other, deserve my warmest thanks on this tenth anniversary. Their names ought to be mentioned as following:

Roger BOUTERS (UG)†, Guy CHAUVAUX (Agri-Overseas), José DEGAND (UCL), André DELIRE (AGCD), Marie-José DESMET (Agri-Overseas), Jacques FROMENT (FSA Gx), Pasteur KAGERUKA (IMT), Jean LEJOLY (ULB), Pascal LEROY (ULg), Fernand LOMBA (ULg), Jean Claude MICHA (FNP Namur), Jos MORTELMANS (IMT), Eugène NYS (AGCD), Chris PELERENTS (UG), Michèle PETRY (AGCD), Christian REIZER (FUL), Luc SAS (ABOS), Rony SWENNEN (KUL), Eric THYS (Agri-Overseas), Patrick VAN DAMME (UG), Jean VANDERVEKEN (FSA Gx), Jef VERCRUYSE (UG), Michel VERHOYEN (UCL), Jacques WOUTERS (ULB).

Jacques Hardouin
Scientific coordinator

Influence de l'épaisseur de cuisse, de la longueur de carcasse et du sexe sur le poids d'une carcasse de bovin.

K. Sabiti*

Keywords: Seemingly unrelated regression models — Carcass — Multiple regression — Correlation — Multicollinearity.

Résumé

Une étude statistique permettant d'apprécier le poids d'une carcasse de bovin en fonction de 3 variables explicatives à savoir l'épaisseur de cuisse, la longueur de carcasse et le sexe a été présentée. Comme les carcasses provenaient de 4 fermes différentes, la méthode de moindres carrés ordinaires a été appliquée aux données de chaque ferme selon le sexe mais sans considérer celui-ci comme variable explicative. La conclusion qui en découle est que l'épaisseur de cuisse influence le poids des mâles et la longueur de carcasse celui des femelles.

Dans la présente étude, ces trois variables explicatives sont considérées. La distinction de sexe et de ferme est ici écartée. Les régressions de toutes les fermes sont regroupées en un modèle appelé «régressions apparemment indépendantes». Ce modèle montre que les variables épaisseur de cuisse, longueur de carcasse et le sexe expliquent environ 70% de la variation totale du poids d'une carcasse.

Summary

A statistical study allowing to appreciate the weight of bovine's carcass in function of three explanatory variables that are the thickness of the thigh, the height of carcass and the sex has been presented. As the carcasses are coming from 4 different farms, the ordinary least squares method has been applied to data of each farm according the sex but without considering this one as explanatory variable. The conclusion derived is that the thickness of the thigh influences the weight of males and the height of carcass influences the weight of females.

In the present study, these three explanatory variables are considered. The distinction of the sex and farm weren't taken in consideration. The regressions of all farms are grouped in a model called «Seemingly Unrelated Regressions». This model shows that the variables thickness of the thigh, height of carcass and sex explain approximately 70% of the complete variation of weight of a carcass.

1. Introduction

Dans (3), les auteurs ont présenté une analyse statistique sur 400 bovins provenant de 4 fermes différentes et répartis en nombre égal par sexe. Comme la variable poids joue un rôle décisif quant au choix d'une carcasse dans un circuit commercial, ils ont utilisé d'autres critères d'appréciation afin d'améliorer la décision d'un cheviard.

Dans les différentes régressions utilisées, ils n'ont pas inclus la variable sexe parmi les autres variables explicatives, alors que celle-ci explique aussi le poids d'une carcasse si on se réfère aux conclusions fournies par la méthode de l'analyse de la variance (3). En analysant les régressions de chaque ferme par sexe de manière isolée, ils ont constaté qu'une étude basée sur chaque ferme n'apporte pas assez d'informations sur la variabilité du poids d'une carcasse.

La présente étude propose un modèle statistique qui consiste à regrouper les régressions de chaque ferme en une seule, sans distinction de sexe et de ferme, et en exploitant toutes les variables explicatives présentes. L'avantage du modèle proposé est de pouvoir analyser à la fois plusieurs fermes comme s'il s'agissait d'une seule en supposant que les bêtes échantillonnées ont été élevées dans les mêmes conditions, à savoir le même système d'amélioration de la carcasse par l'embouche (4), d'amélioration des pâturages et des races.

2. Matériel et méthode

2.1. Ecologie

Les bêtes échantillonnées proviennent de quatre ranchs différents (1):

1) Le ranch de Bianco: situé à 300 kilomètres de Lubumbashi sur la voie ferrée S.N.C.Z. (Société Nationale des Chemins de fer du Zaïre), fondé Greka en septembre 1925 par la fusion de Katentania en 1910 et Elvalubudi, partie Elakat créée en 1912, il est supervisé par l'O.N.D.E. (Office National de Développement de l'Élevage) et comprend deux sections importantes à savoir Bianco 2 pour la reproduction et la vente, et Katentania pour l'élevage et l'engraissement.

2) Le ranch de Marungu: créé Elgyma par les groupes Bruneau Van Gysel et Kalanga-Kivu, finalement propriété du premier groupe, ce ranch est un de grands élevages du Zaïre et est supervisé par l'O.N.D.E. Ce ranch est situé au nord de la rivière Luvua, à l'Ouest de la ligne de jonction du lac Moëro au lac Tanganika et au sud de Moba.

3) Le ranch de Muhila: créé par une partie de fonds prêtés par la Banque Mondiale, ce domaine est situé à l'Ouest du lac Tanganika dans la zone de Moba. Il comprend plusieurs sections dont la plus importante est celle de Kansimba.

4) Le ranch de Lomami: créé en 1924 par l'avocat Jacobs, ce ranch se trouve à 20 kilomètres de Kamina. La section la plus importante est celle de Kipiri.

* Université de Lubumbashi, Faculté Polytechnique, Département de Sciences de Base, B.P. 1825 Lubumbashi, Zaïre. Actuellement à l'Université Libre de Bruxelles, Institut de Statistique, CP 210, Boulevard du Triomphe, 1050 Bruxelles, Belgique.

Reçu le 02 04 92 et accepté pour publication le 09 03 93

2.2. Matériel

Dans chaque ferme, un échantillon de 100 bêtes, 50 mâles et 50 femelles a été prélevé (2). Parmi ces bêtes, figurent les bœufs âgés de 3 à 5 ans, les femelles de réforme âgées de 8 à 10 ans et les génisses de 3 à 4 ans. La distinction de races des bêtes échantillonnées n'a pas l'objet d'une mention quelconque de la part des fermiers.

Les variables étudiées sont :

- 1) la longueur de carcasse est la distance entre le bord antérieur de la symphyse et le milieu du bord antérieur de la première côte ;
- 2) l'épaisseur de cuisse est l'épaisseur des plans musculaires allant de la face interne à la face externe de la cuisse. Ces mesures ont été obtenues à l'aide d'un mètre à ruban ;
- 3) le poids de la carcasse est déterminé juste après abattage. C'est le poids de la carcasse chaude après saignée et ablation de la peau, tête, queue, diaphragme, pieds, rognons, testicules (pour les bœufs), mamelles (pour les vaches) et autres vicères ;
- 4) et le sexe.

2.3. Méthodologie

Les variables sont présentées de la manière suivante : Y est le poids de la carcasse exprimé en kilogrammes, X est la longueur de carcasse mesurée en centimètres, Z est l'épaisseur de cuisse mesurée également en centimètres et S est le sexe. Cette dernière variable prend la valeur «1» pour les mâles et la valeur «0» pour les femelles. Ce choix est justifié par le fait que les mâles pèsent plus que les femelles. La méthode d'estimation utilisée ici est celle des moindres carrés ordinaires.

3. Résultats et interprétations

3.1. Caractéristiques des carcasses

Les caractéristiques générales moyennes de la carcasse pour les 400 bêtes étudiées sont présentées dans le tableau 1 ci-dessous.

TABEAU 1
Caractéristiques générales moyennes de la carcasse.

Variables	Moyenne	Ecart-type	Valeur maximale	Valeur minimale
Poids	244,51	44,85	376	150
Épaisseur de cuisse	109,88	6,53	128	90
Longueur de carcasse	135,44	5,84	151	121

Ce tableau présente les moyennes des variables poids, épaisseur de cuisse et longueur de carcasse avec leurs écarts-types pour l'ensemble des bêtes de ces 4 fermes. Il présente également la plus petite et la plus grande valeurs observées pour chaque variable.

3.2. Corrélation entre variables

Le tableau 2 ci-dessous présente les coefficients de corrélation entre les 4 variables étudiées pour les 400 carcasses sans distinction de ferme et de sexe.

TABEAU 2
Matrice de corrélation

	Poids	Épaisseur de cuisse	Longueur de carcasse	Sexe
Poids	1,00	0,68	0,55	0,65
Épaisseur de cuisse	0,68	1,00	0,40	0,45
Longueur de carcasse	0,55	0,40	1,00	0,20
Sexe	0,65	0,45	0,20	1,00

La matrice symétrique ci-dessus montre que la variable épaisseur de cuisse est fortement liée à la variable poids et est suivie par le sexe et la longueur de carcasse. Lorsqu'on teste la significativité des coefficients de corrélation inférieurs à 0,50 ; c'est-à-dire les corrélations entre les variables longueur de carcasse et épaisseur de cuisse, sexe et épaisseur de cuisse et entre le sexe et la longueur de carcasse, pour les 400 données et pour $\alpha = 0,05$; l'analyse de la colinéarité à l'aide de la statistique de Student montre que ces coefficients de corrélation sont significatifs. Nous montrons plus loin que ces coefficients n'endommagent pas la régression estimée.

3.3. Résultats d'estimation par la méthode des moindres carrés ordinaires(*)

La régression suivante est estimée pour les 400 données sans distinction de sexe et de ferme :

$$Y = c + \beta X + \Omega Z + \gamma S + \epsilon$$

où ϵ est le terme d'erreur et «c» est la constante. Les résultats d'estimation sont résumés dans le tableau 3 ci-après.

TABEAU 3
Résultats d'estimation

Variables	Coefficients estimés	Erreur-standard	t_{obs}	Proba.	R^2
c	-384,77	32,04	-12,01	0,00	0,70
X	2,45	0,23	10,55	0,00	
Z	2,53	0,23	11,12	0,00	
S	37,37	2,78	13,46	0,00	

Description des statistiques :

- R^2 : coefficient de détermination ;
- Proba : probabilité de signification des statistiques de Student ;
- t_{obs} : la statistique de Student.

Ces résultats montrent que ces 3 variables explicatives à savoir le sexe, la longueur de carcasse et l'épaisseur de cuisse expliquent environ 70% (valeur de R^2) de la variabilité totale du poids d'une carcasse de bovin. Tous les coefficients de régression estimés sont significatifs au seuil de 5%. Bien que ces trois variables apportent plus d'informations sur la variabilité du poids, il est possible d'ajouter d'autres variables afin d'augmenter cette explication. Dans le paragraphe suivant, nous analysons la colinéarité des variables explicatives.

3.4. Régression entre variables explicatives

Un des moyens pour vérifier le degré de colinéarité entre les 3 variables explicatives est d'estimer 3 régressions où chaque variable explicative est régressée sur les 2 autres afin

(*) Le logiciel utilisé est le Micro TSP 7.02

de déterminer le coefficient R^2 de chaque régression ainsi que le niveau de tolérance. Il faut signaler ici que, plus la tolérance est élevée, moins le R^2 est significatif, ce qui montre que les variables ne sont pas colinéaires. Le tableau 4 ci-dessous présente les résultats d'estimation de différentes régressions entre variables explicatives (*).

TABEAU 4
Résultats d'estimation

Variable	Tolérance	R^2
Épaisseur de cuisse	0,70	0,30
Longueur de carcasse	0,84	0,16
Sexe	0,80	0,20

La méthode d'estimation utilisée ici est la «Ordinary Least Squares Correlations». Ces résultats montrent qu'il n'y a pas de colinéarité entre les 3 variables explicatives, car les niveaux de tolérance sont élevés et les différents coefficients de détermination pour les 3 régressions sont faibles.

3.5. Importance des variables explicatives

Il est possible de déterminer l'importance ou le niveau de contribution de chacune de ces 3 variables explicatives dans l'explication de la variabilité du poids d'une carcasse de bovin.

TABEAU 5
Importance des variables explicatives

Variable	t_{obs}	Importance	Béta Coefficient
Épaisseur de cuisse	11,12	96,16	0,37
Longueur de carcasse	10,55	73,50	0,32
Sexe	13,46	37,37	0,42

A partir du niveau d'importance donné dans ce tableau, l'épaisseur de cuisse apporte une grande contribution dans l'explication de la variabilité du poids d'une carcasse de bovin où son importance est de l'ordre de 46%. Elle est suivie de la longueur de carcasse et du sexe dont les niveaux d'importance sont 35% et 19% respectivement. Ce qui revient à dire que, quel que soit la ferme et le sexe de la bête choisie, les variables les plus importantes en explication du poids d'une carcasse de bovin sont l'épaisseur de cuisse et la longueur de carcasse qui représentent 81% en niveau d'importance. Mais le sexe ne doit pas non plus être négligé.

4. Conclusion

Lorsqu'on observe les résultats d'estimation de la régression globale proposée dans cette étude sans distinction de ferme et de sexe, on se rend compte que les variables épaisseur de cuisse, longueur de carcasse et sexe expliquent 70% de la variation totale du poids d'une carcasse de bovin. Cette valeur explicative est satisfaisante mais il est possible d'ajouter d'autres variables dans ce modèle.

Bien que certains coefficients de corrélation soient significatifs, l'approche de «Ordinary Least Squares correlations» a montré que cette multicollinéarité n'endommage pas les coefficients estimés. L'homoscédasticité a été testée, en aucun cas, l'hétéroscédasticité n'a été détectée.

*Le logiciel utilisé est le TSE (Time Series Expert) développé à l'ULB par le Professeur Guy Mélard, Jean-Michel Pasteels et Eric Brancaert

Références bibliographiques

1. Esengya Bodia-Boke Lulonga, 1978. *Les grands élevages du Zaïre*. Travail de fin de premier cycle. Faculté de médecine vétérinaire, Université du Zaïre.
2. Sabiti, K. & Mwimpe, D., 1983. Etude analytico-statistique de trois variables caractéristiques d'appréciation d'une carcasse de bovin. Travail de fin de premier cycle, Institut Supérieur de Statistique de Lubumbashi (Zaïre).
3. Sabiti, K., Mwimpe, D. & Pasteels, J.M., 1992. Etude statistique de l'appréciation du poids d'une carcasse de bovin en fonction de l'épaisseur de cuisse, de la longueur de carcasse et du sexe. *Tropicultura*, n°9, 19-22.
4. Valenza J., 1973. Amélioration des carcasses par l'embouche. Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, Dakar (Sénégal).

K. Sabiti : zaïrois. Licencié en Statistique de l'Institut Supérieur de Statistique de Lubumbashi (Zaïre), Détenteur d'un D.E.A. en Statistique de l'Université Catholique de Louvain (Belgique), Doctorant (A.G.C.D.) en Statistique Appliquée à l'Université Libre de Bruxelles, Institut de Statistique (Belgique).

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

Effect of organic and inorganic supply on Al detoxification and sorghum crop yield in ferralitic soils from Burundi.

C. Van den Berghe^{*,*}, P. Sota^{*} & A. Mujawayezi^{*}

Keywords: Compost — Farmyard Manure — Lime — Sorghum — Ferralitic soil — Burundi.

Summary

A methodology has been tested to evaluate the agronomic effectiveness of organic fertilizers in combination or not with chemical fertilizers and lime on a ferralitic soil in Burundi. The experiments have shown that the samples obtained by weighing the mixed organic matter with water to obtain a paste are representative and the method by comparison of the regression coefficients after linear transformation of the response curve can also be applied on organic sources, when freshly applied.

There were no significant differences at the 5% level at 1 or 3 months between the sources for dry matter production of sorghum with and without fertilizer. Only when lime was applied these differences existed.

For farmyard manure the effects of farmyard manure and farmyard manure+ fertilizer on Al detoxification were significantly different at the 10% level. All sources showed only differences on Al detoxification at the 5% level when lime was applied.

Samenvatting

In deze studie werd een methodologie getest om de invloed na te gaan van de toevoeging van meststoffen en bekalking op de droge stofproductie van sorghum en de zuurheid van een ferralitische bodem in Burundi.

Deze studie heeft aangetoond dat de methode van monstername van de organische bronnen en de evaluatie door vergelijking van de regressiecoëfficiënten bruikbaar zijn voor vers organisch materiaal. Na drie maanden incubatie was het model minder bruikbaar.

Er waren geen verschillen voor de droge stof productie van sorghum op het niveau 5% op 1 en 3 maanden. Voor de Al detoxificatie was het verschil significant op het 10% niveau voor stalmest, wanneer stalmest en stalmest+ meststof werden vergeleken. Enkel wanneer bekalking werd toegepast werden significante verschillen op het 5% niveau tussen de behandelingen bekomen.

1. Introduction

The improvement of soil productivity by the utilisation of local fertilizers becomes a priority in many developing countries. In Burundi many soils are acid and are characterised by toxic Al levels, nutrient deficiencies in Ca and P. These constraints can be obviated by addition of organic matter. The decomposition process of organic matter releases organic acids that can detoxify the exchangeable Al (5).

The association of organic matter with chemical fertilizers may have beneficial effect (2,7,10,15). Many questions remain unsolved: the mode of action, the duration of the efficiency, the optimal doses of this organic amendments applied alone or in combination with chemical fertilizers and lime. The present study introduces a method to compare different fertilizer sources used in integrated fertilisation (mineral fertilizers, organic fertilizers and lime).

2. Materials and methods

The trial was conducted in the greenhouse using 3 litre pots and with sorghum as test plant.

a. Soil material

The soil is an acid ferralitic soil from Gisozi and 1.5 kg per pot is used. Soil characteristics are given in table 1, using the methods of soil analysis of the Institute of Agronomic Sciences in Burundi (9).

The soil is characterised by a high C/N and organic matter content, pH values, exchangeable Al content (> 1 meq/100g) and a toxic Al saturation (65%) (12).

The soil is very poor in Ca (< 1 meq/100g) and Mg (< 0.4 meq/100g) but medium in K (0.2–0.4 meq/100g). The Ca/Mg ratio is adequate (1–10), but the Mg/K is low (2–20) (13). The phosphorus content as determined by Olsen-Dabin

TABLE 1
Physico-chemical status of the soil of Gisozi (0-25 cm).

% C	% N	C/N	Texture					pH		P 0-D
			200-2000 μ	20-200 μ	2-20 μ	< 2 μ	H ₂ O	KCl		ppm
4.55	0.17	26.8	43.08	12.70	8.72	35.50	4.5	4.0		6.20
Exchange complex (meq/100g)										
Ca	Mg	K	Na	Al	H	S	CEC	ECEC	V	Al/ECEC % Veff (%)
0.30	0.17	0.23	0.05	3.4	1.02	0.75	21.6	5.17	3.47	65.76

* Faculty of Agricultural Sciences, Bujumbura, Burundi.

*Correspondance: B.P. 143 Bujumbura, Burundi.

Received on 28.02.1992 and accepted for publication on 04.08.1992.

(< 40 ppm P) (14) and Bray 1 (< 10 ppm) (6) is low.

b. Farmyard manure (FYM) and compost

The farmyard manure came from the Zootechnic station of Mahwa and the compost from the Seed multiplication centre in Rwira. The compost was made from sarasen leaves (30%) and potatoes leaves (70%). The dry matter contents were 23.9 and 34.7% respectively.

The composting process took 7 months. The amounts of fertilizer NPK (F) added to the soil corresponded to 0, 10, 20 and 60 t/ha of the original farmyard manure (FYM) and compost (C). The treatments were as follows:

1. FYM: 10, 20 and 60 t/ha.
2. FYM + F: 5, 10 and 30 t/ha + NPK corresponding to 5, 10 and 30 t/ha.
3. FYM + F + L: Idem (2) + lime according to dose of Kamprath.
4. C: see (1) but compost instead of FYM.
5. C + F: see (2) but compost instead of FYM.
6. C + F + L: see (3) but compost instead of FYM.

Taking a representative sample is one of the major problems in compost or FYM sampling. To take a representative sample the compost and FYM was mixed well with a hand mixer for 10 minutes after water addition to obtain a paste whose consistency allowed the application in the pots by weighing. In this case respectively 1500 and 100 ml of water were added to 1.5 kg of FYM and 1.5 kg of compost. The results of three samples expressed on the original dry matter content of the compost and FYM are given in table 2. The methods of analysis are given by Kiberiti et al. (10).

The FYM used has higher N, P and K contents (% DM) than the compost. The diluted FYM and compost have a content of resp. 0.527% N, 0.089% P, 0.498% K and 0.462% N, 0.056% P and 0.198% K. The real amounts of diluted compost and fertilizers added per pot are given in table 3.

TABLE 2

Total nutrient content of the diluted compost and FYM (%) for 3 samples taken at different times during application.

	Ca	Mg	K	Na	P	N
Compost	0.204	0.132	0.193	0.0068	0.039	0.452
	0.217	0.133	0.196	0.0075	0.055	0.471
	0.213	0.129	0.204	0.0084	0.075	0.463
Mean			0.198		0.056	0.462
FYM	0.181	0.106	0.475	0.022	0.099	0.534
	0.184	0.107	0.496	0.021	0.104	0.502
	0.180	0.109	0.508	0.026	0.064	0.544
Mean			0.498		0.089	0.527

TABLE 3

Amounts of N, P, K in resp. 10, 20 and 60 t/ha of FYM and compost added to the pots and half doses of fertilizer salts (*) added to the FYM and the composts for the treatments with fertilizer addition.

	t/ha	Dose			P	Dose		
		g/pot	N	NH ₄ NO ₃		mg/pot	K	KCl
	Real	dil.	mg/pot	mg/pot	mg/pot	mg/pot	mg/pot	mg/pot
Compost	10	12.5	57.8	82.6	7.0	13.56	24.75	22.87
	20	25.0	115.5	165.1	14.0	27.12	49.50	45.74
	60	75.0	346.5	495.3	42.0	81.36	148.50	137.22
FYM	10	15.0	79.1	113.0	13.4	26.0	74.70	71.19
	20	30.0	158.1	226.0	26.8	52.0	149.40	142.37
	60	90.0	474.3	678.0	80.4	156.0	448.20	427.11

c. Liming

The lime of Verrundi (2.8% Ca and 13.1% Mg) was applied two weeks before the application of the nutrients and water was added to equilibrate the soil. The amount added was calculated following Kamprath (8): 1.5 meq bivalent for 1 meq Al. The amount was 1.451 g of Ca(OH)₂ and 0.794 g of MgO, which corresponds to 4739 kg of lime/ha.

d. The test plant used

After application of the fertilizers, 10 pregerminated sorghum seeds var DX360 (tetraploid) from Uganda per pot were planted.

e. Experimental setup and statistical analysis

Two series of pots were used. In one the sorghum was planted immediately and harvested after one month. It indicates the original exchangeable Al contents and the original fertility of the soil. In a second serie 10 wetting and drying cycles of four days each were introduced, the first one was started after harvesting in the first series.

The scheme is as follows:

P ... H

O ... < > < > < > cycles < > < > < > P ... H

P: Planting of sorghum

H: Harvesting of sorghum

After the second serie the soil was analysed for Al and the dry matter of sorghum determined to indicate the final fertility after the wetting and drying cycles. Water was added each time to field capacity by weighing.

After harvesting the exchangeable Al in the soil and dry matter (roots + leaves) of sorghum were determined.

The design was completely randomised and statistical analysis (ANOVA) and comparison of the regression coefficients using multiple linear regression were performed on the dry matter.

The advantage of the method is that sources are compared for the whole response curve. The same methodology was used by (12) to compare phosphatic rocks with TSP in P availability and by (5) to compare phosphatic rocks with CaCO₃ in Ca availability.

A semilog function was used to describe the relationship between yield and rate of organic matter applied in the different sources, as follows: $Y_i = b_0 + b \ln x_i$. A t-test was used to state statistical differences between the sources. The relative agronomic effectiveness of the various sources with respect to the best one can be defined as the ratio of two slopes:

$$RAE\% = \frac{b_i}{b_{best}} \times 100$$

For the exchangeable Al contents of the soil after the harvests the analysis of variance and the method of contrasts were used to study the effect of fertilizer addition to the organic sources applied at 10 t/ha (Table 4).

TABLE 4
Analysis of variance AI

Source	1 month			F	3 months		
	df	ss	ms		ss	ms	F
Treatments	18	77.29	4.29	13.42**	125.54	6.97	10.18**
Error	57	18.23	0.32		39.04	0.69	
Strat. tot.	75	95.52			164.58		
FYM vs FYM + F				2.96ns			3.22ns
FYM + F vs FYM + F + L				31.65**			33.26**
C vs C + F				0.39ns			1.14ns
C vs C + F + L				35.26**			28.51**

The method of multiple linear regression allows to compare different sources for the whole response curve. It is very useful for analysis of data where for example the dry matter of organic fertilizer sources differs. In this case the comparison can be made by introducing the DM of the organic sources in the equation for the calculation of the response curve.

3. Results and discussion

3.1. Dry matter production

TABLE 7

Relative agronomic effectiveness of the organic sources based on total dry matter production, as compared to the best treatment: FYM + F + lime.

Source	RAE (%)	
	1 month	3 months
FYM + F + L	100.0a	100.0a
C + F + L	95.3a	90.3a
FYM	28.6b	0.0b
FYM + F	21.8b	0.0b
C	18.7b	0.0b
C + F	8.5b	0.0b

a,b: significant differences, had no statistical differences at level 5%.

TABLE 5

Dry matter yield of sorghum (g/pot) and AI after 1 and 3 months (means of 4 replications).

Source	dose T/Ha	Dry matter (g/pot)		AI content (meq/100 g)	
		1 month	3 months	1 month	3 months
	0	0.264	0.089	3.75	3.88
FYM	10	0.431	0.139	2.94	2.83
	20	0.763	0.227	2.25	3.13
	60	1.921	0.848	2.38	2.63
FYM + F	5	0.356	0.150	3.13	3.50
	10	0.442	0.211	3.13	3.88
	30	1.296	0.687	2.38	2.50
FYM + F + L	5	1.791	0.946	0.63	0.50
	10	2.276	0.971	0.88	0.50
	30	2.947	1.187	0.75	0.62
C	10	0.271	0.142	2.88	3.38
	20	0.479	0.378	3.25	3.63
	60	1.333	0.600	2.38	3.38
C + F	5	0.276	0.397	2.75	3.75
	10	0.315	0.156	3.13	4.00
	30	0.767	0.236	2.38	2.62
C + F + L	5	1.504	0.918	0.63	1.00
	10	1.533	0.810	0.75	0.88
	30	2.619	1.193	1.00	0.75

The mean dry matter production after 1 and 3 months (mean of 4 replicates) and the analysis of variance are given in table 5 and 6. Table 7 gives the relative agronomic efficiency (RAE) of the sources as compared to the FYM + F + lime treatment.

Although nutrient contents for P and K were higher in the FYM than in the compost samples, for each of these sources fertilizer addition had no effect on the RAE values based

TABLE 6
Analysis of Variance dry matter (roots + leaves)

Source	1 month				3 months			
	df	ss	ms	F	ss	ms	F	
Treatments	18	55.86	3.10	35.50**	1162.34	64.57	12.87**	
Error	57	4.98	0.09		286.01	5.02		
Strat. tot.	75	60.84			1448.35			

TABLE 8
Multiple linear analysis dry matter after 1 and 3 months

Term	1 month					3 months				
	Coef.	Stan error	T.stat.	part corr.	Contr R ²	Coef.	Stand error	T.stat.	part corr.	Contr R ²
B0	0.42	0.102	4.11	—	—	0.32	0.072	4.48	—	—
B1	0.36	0.076	4.75	0.50	0.082	0.08	0.072	1.53	0.18	0.02
B2	0.28	0.105	2.67	0.31	0.026	0.09	0.074	1.15	0.14	0.01
B3	1.23	0.106	11.68	0.82	0.494	0.44	0.074	5.94	0.58	0.27
B4	0.24	0.090	2.70	0.31	0.026	0.06	0.063	1.04	0.12	0.01
B5	0.12	0.128	0.92	0.11	0.003	-0.06	0.090	-0.71	-0.08	0.00
B6	1.28	0.128	10.02	0.77	0.363	0.48	0.090	5.39	0.54	0.22
	Sum sq		deg fr		mean sq	Sum sq		deg fr		mean sq
Due regr.	46.81		6		7.60	6.99		6		1.16
About regr.	15.59		69		0.23	7.56		69		0.11
Total	62.39		75		0.83	14.54		75		0.19
R squared	0.48		corr R squared		0.43					
F-test	10.61		std error of regr.		0.33					

on dry matter content after 1 or 3 months as shown in table 8. Only in the combination with lime significant differences existed.

The results confirm the findings that crop responses to FYM or compost may be explained in terms of their nutrient composition, particularly P and K contents (2,16).

As all applications of compost and manure with and without fertilizer in the absence of lime contained were identical in NPK contents, no differences in dry matter production were observed.

In the case where fresh organic matter was added the multiple linear regression model was highly significant as indicated by the respective F values and the R^2 value which was 0.75. The model is less suitable for comparisons at three months ($R^2 = 0.48$).

3.2. Exchangeable Al

The analysis of variance as given in table 4 indicated highly significant differences between the various sources. The method of contrasts showed that fertilizer addition to the organic sources had no significant effect on exchangeable Al at

the dose of 10 t/ha of FYM or compost. For FYM the difference between FYM and FYM+ fertilizer was significant at the 10% level. Only when lime was added significant differences with the no-lime treatments existed.

Conclusions

The methodology of sampling of FYM and compost and the experimental procedure used is very sensitive and allows to study the effect of doses and sources of organic matter on Al detoxification and dry matter production of these sources. The study shows that no differences existed in dry matter production for FYM or compost non-treated and treated with fertilizers in the absence of lime after one and three months. In all cases liming the soils at the dose of Kamprath had a significant effect and when limed no differences existed between the two organic sources when dry matter production is considered.

Acknowledgements

The authors wish to thank the Dean of the Agricultural Sciences in Bujumbura for the facilities offered for this study.

Literature

1. Djokoto, R.K., Stephens, D., 1961. Thirty long-term fertilizer experiments under continuous cropping in Ghana. I. Crop yields and responses to fertilizers and manures. II. Soil studies in relation to the effects of fertilizers and manures on crop yields. *Emp. J. Exptal. Agr.* **29**: 181-196, 245-248.
2. FAO, 1988. Aménagement du sol: Production et usage du compost en milieu tropical et subtropical.
3. Heathcote, R.G., 1970. Soil fertility under continuous cultivation in northern Nigeria 1. The role of organic manures. *Exptal Agr.* **6**: 229-237.
4. Hellums, D.T., Chien, S.H., Touchton, J.T., 1989. Potential Agronomic value of calcium in some phosphate rocks from South America and West Africa. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **53**: 459-462.
5. Hue, N.V., Amien, I., 1989. Aluminium detoxification with green manures. *Comm. in soil sci. plant anal.* **20** (15,16) 1499-1511.
6. IFDC, 1985. Fertilizer research program for Africa: The fate, sources and management of nitrogen and phosphorus fertilizers in Sub-saharan Africa. International Fund for Agricultural Development. pp. 132.
7. Johnson, R.W.M., 1962. Fertilizer responses on maize under reserve condition. *Rhodesia Agricultural Journal* **59**. pp 222-223.
8. Kamprath E.J., 1970. Exchangeable Aluminium as criterion for liming leached mineral soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* **24**: 252-254.
9. Kiberiti, C., Ndayiragye, S., Gourdin, J., Hollebosch, P., 1986. Isabu. Analyse des sols 1-4. Fiches labo 010-012.
10. Kiberiti, C., Ndayiragye, S., Gourdin, J., Hollebosch, P., 1986. Isabu. Analyse des végétaux et des aliments. Modes opératoires. Fiches labo 006.
11. Lemare, P.H., 1972. A long term experiment on soil fertility and cotton yield in Tanzania. *Expl. Agric.* **8**: 299-310.
12. Leon, L.A., Fenster, W.E. Hammond, L.L., 1986. Agronomic potential of eleven phosphate rocks from Brazil, Colombia, Peru and Venezuela. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **50**: 798-802.
13. Opdekamp, L., 1981. Aptitudes des sols sur bassin de Kayongozi. Isabu. 65 pp.
14. ORSTOM, 1988. Normes d'interprétation du laboratoire d'Agropédologie, Agonkanmey. R.P. du Bénin. 9 pp.
15. Roche, P., Grière, I., Babre, D., Calba, H. et Favallier, P., 1980. Le phosphore dans les sols intertropicaux: appréciation des niveaux de carence et les besoins en phosphore. Publication scientifique no. 2. Institut Mondial du phosphate, 48 pp.
16. Sochtig, H., 1964. Beeinflussung des Stoffwechsels der Pflanzen durch Humus und seine Bestandteile und die Auswirkung auf Wachstum und Ertrag. *Landbauforsch. Völknerode* **14**: 9-16.
17. Stephens, D., The effects of fertilizers, manures and trace elements in continuous cropping rotations in southern and western Uganda. *East Afr. Agr. Exp. For. J.* **34**: 401-417.

C. Van den Berghe, Belgian, Dr ir (Lille, Gent) Project leader FAVA/BM/FACAGRO, Burundi

P. Sota, Burundese Agricultural Engineer (Bujumbura) Researcher FAVA/BM/FACAGRO, Burundi

A. Mujawayezu, Burundese Agricultural Engineer (Bujumbura), Researcher FAVA/BM/FACAGRO, Burundi

CERTIFICAT EN MÉDECINE VÉTÉRINAIRE EXPÉRIMENTALE

11 avril au 1er juillet 94

La Faculté de Médecine vétérinaire de l'Université de Liège (Communauté française de Belgique) organise tous les deux ans un **certificat en Médecine vétérinaire expérimentale**.

Ce **certificat** offre la possibilité aux médecins vétérinaires de langue française d'approfondir leurs connaissances dans les disciplines biomédicales fondamentales.

Les cours sont donnés durant une période de trois mois (avril à juin). Ils consistent en 320 h réparties en 5 modules :

- bactériologie, parasitologie et virologie des animaux domestiques ;
- immunologie, pharmacologie et physiologie des animaux domestiques ;
- biologie et pathologie cellulaires des animaux domestiques ;
- biochimie et génétique moléculaire des animaux domestiques ;
- radioprotection et compléments de biostatistique.

La Faculté de Médecine Vétérinaire se situe dans le campus universitaire du Sart Tilman, à dix minutes du centre de la ville de Liège. Le Sart Tilman est un domaine verdoyant, très aéré, particulièrement propice à la recherche et l'enseignement universitaire. La position de Liège, proche de la Hollande, de l'Allemagne, du grand-duché de Luxembourg et de la France, rend cette ville ouverte aux échanges scientifiques et culturels.

La réussite du **certificat** avec «distinction» (note globale de 7/10) permet aussi l'inscription à la deuxième année de la licence en médecine vétérinaire expérimentale (des renseignements complémentaires peuvent être obtenus sur demande). La réussite du certificat est sanctionnée par des examens organisés à la fin de la période de cours. Une attestation de fréquentation des cours pourra également être établie pour les étudiants qui n'auront pas la possibilité de présenter les examens.

Frais d'inscription : 24.015 francs belges.

ATTENTION :

Les inscriptions seront définitivement clôturées le 31 janvier 1994. Pour cette date, vous devrez avoir renvoyé le formulaire d'inscription complété et avoir acquitté le montant des droits d'inscription.

Dr. E. THIRY

Certificat en Médecine vétérinaire expérimentale
Université de Liège
Faculté de Médecine vétérinaire, Virologie
Bât B43
B-4000 LIEGE Sart-tilman
BELGIQUE
tél. + 32 - 41 - 56 34 69
fax + 32 - 41 - 56 35 80

Faculté de Médecine vétérinaire
UNIVERSITE DE LIEGE
Bât 43 B - 4000 LIEGE - Sart Tilman

NOTES TECHNIQUES

TECHNICAL NOTES

TECHNISCHE NOTAS

NOTAS TECNICAS

Dix-sept ans de collaboration belgo-marocaine dans le domaine de la statistique et de l'informatique appliquées.

P. Dagnelie*, A. Goumari** & H. El Kherrak***

Keywords: Cooperation - Statistics - Belgium - Morocco

Résumé

La présente note dresse le bilan de la collaboration qui a été développée entre la Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux (Belgique) et l'Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, à Rabat et Agadir (Maroc), dans le domaine de la statistique et de l'informatique appliquées, de 1975 à 1992.

Summary

This paper gives a statement of a cooperation project conducted between the Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux (Belgium) and the Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, in Rabat and Agadir (Morocco), from 1975 to 1992.

1. Introduction

Sous l'égide de l'Administration générale (belge) de la Coopération au Développement (AGCD), à Bruxelles, la Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux (Belgique) et l'Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, à Rabat et Agadir (Maroc), ont été liés par plusieurs conventions successives de coopération, dans le domaine de la statistique et de l'informatique appliquées, au cours des années académiques 1975-1976 à 1985-1986. Ces conventions ont ensuite été prolongées par des accords de jumelage, durant les années académiques 1986-1987 à 1990-1991. En outre, des circonstances particulières ont fait que le dernier accord de jumelage a eu des prolongements au cours de l'année 1991-1992.

Cette note donne une brève synthèse de ces dix-sept années de collaboration. Elle complète une note antérieure relative au même objet (2).

Seront successivement présentés : les institutions concernées (paragraphe 2), les objectifs poursuivis (paragraphe 3), les moyens mis en œuvre (paragraphe 4), les résultats obtenus (paragraphe 5), et quelques perspectives (paragraphe 6).

2. Les institutions

2.1. La Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux

La Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux est un établissement universitaire d'enseignement et de recherche, fondé en 1860 et dépendant de la Communauté française de Belgique. Cette institution réunit environ 520 personnes, dont 110 personnes collaborant aux tâches d'enseignement, 110 personnes affectées à la recherche,

un personnel administratif, technique, adjoint à la recherche et ouvrier de 300 personnes et, aussi, un millier d'étudiants (4).

La Faculté de Gembloux délivre, après cinq années d'études minimum, les diplômes d'ingénieur agronome, avec diverses spécialisations, et d'ingénieur chimiste et des industries agricoles. Elle délivre en outre divers titres d'enseignement post-universitaire, dont les principaux sont des certificats d'études approfondies, des maîtrises spéciales et un diplôme de docteur en sciences agronomiques.

La Faculté de Gembloux possède une longue tradition d'enseignement, de recherche et de service (de consultation notamment) dans le domaine de la statistique et de l'informatique. En particulier, elle dispose de son propre matériel informatique depuis 1965, et elle organise depuis 1967 un enseignement post-universitaire de statistique et informatique appliquées.

Il n'est pas surprenant, dans ces conditions, que l'aide de cette faculté soit souvent demandée, dans ce domaine, en vue de collaborer avec des institutions étrangères.

2.2. L'Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, à Rabat et Agadir

Créé en 1966, l'Institut Hassan II est un établissement d'enseignement supérieur, de recherche et de développement. Il réunit 350 enseignants-chercheurs, 150 administratifs et techniciens, et 2.500 étudiants, dont 10% proviennent de pays étrangers. L'Institut possède deux campus, situés l'un à Rabat, l'autre à Agadir, 40 laboratoires, une clinique uni-

* Faculté des Sciences Agronomiques B-5030 Gembloux Belgique

** Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat-Instituts Maroc

*** Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Agadir Maroc

Reçu le 18.09.92 et accepté pour publication le 28.10.92

versitaire, ainsi que quatre fermes expérimentales.

L'Institut assure des formations académiques dans les filières de l'agronomie, la médecine vétérinaire, l'agroalimentaire, l'halieutique, l'aménagement de l'espace rural, le machinisme, l'horticulture, la foresterie, etc. Les étudiants obtiennent les diplômes d'ingénieurs d'Etat ou de vétérinaires en 6 années, qui se décomposent en 3 cycles de 2 ans. Au cours des deux premiers cycles, des séjours en milieu rural d'au moins 10 jours par trimestre sont prévus, afin de permettre aux étudiants d'être confrontés aux réalités de leur futur milieu de travail.

Sur le plan de la coopération internationale, l'Institut Hassan II entretient des relations avec de multiples institutions ou organismes internationaux: Universités (Europe, Amérique, Afrique), AGCD, CEE, FAO, FIS, UNESCO, USAID, etc.

Le campus d'Agadir de l'Institut Hassan II, dénommé Complexe horticole d'Agadir, a été créé en 1979, en vue de répondre aux besoins spécifiques du sud marocain. Il réunit environ 40 enseignants-chercheurs, 50 administratifs et techniciens, et 200 étudiants. Il assure notamment la formation des ingénieurs agronomes spécialisés en horticulture, défense des végétaux et espaces verts.

3. Les objectifs

Selon les termes de la première convention de coopération, les objectifs à atteindre étaient essentiellement:

- l'organisation des cours et des exercices de statistique, de biométrie et d'informatique, et la réorganisation éventuelle de ces cours;

- l'organisation d'un service de consultation statistique et d'un service de calcul, destinés à venir en aide aux membres du personnel et aux étudiants de l'Institut Hassan II dans le cadre de leurs travaux de recherche;

- la formation et le perfectionnement en Belgique d'étudiants marocains, au niveau du troisième cycle, notamment en vue de former des homologues aptes à prendre la relève du personnel enseignant belge.

Des informations complémentaires relatives à ces différents objectifs et aux intentions initiales peuvent être trouvées dans une publication rédigée au début du projet de coopération (1).

4. Les moyens

4.1. Le personnel permanent belge

Un ou deux enseignants permanents belges ont été affectés à l'Institut Hassan II durant toute la durée du projet de coopération. Il s'agissait toujours d'ingénieurs agronomes, diplômés de la Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux ou de la Faculté des Sciences agronomiques de l'Université catholique de Louvain, et titulaires du diplôme post-universitaire de statistique et informatique appliquées de Gembloux: M. Pierre Ramlot a travaillé à Rabat de 1975 à 1978, MM. Jacques Delincé et Michel Kindermans de 1978 à 1984, et M. François Lorent de 1984 à 1986.

Au total, leurs prestations correspondent à 17 années de travail.

4.2. Le personnel permanent marocain

A partir de 1979, du personnel marocain a été adjoint au per-

sonnel belge et, à partir de 1986, dans le cadre du projet de jumelage, le personnel permanent affecté au projet a été exclusivement marocain: M. Ahmed Goumari a travaillé le premier à Rabat, en 1979, et a dirigé le Département de Statistique appliquée à partir de 1983, tandis que M. Hamid El Kherrak a travaillé à Agadir à partir de 1986, pour y développer le Service de Statistique et Informatique.

L'ensemble du personnel marocain de niveau universitaire avait effectué ses études de base à l'Institut Hassan II et ses études de troisième cycle à la Faculté de Gembloux.

4.3. Les professeurs-visiteurs belges

Chaque année, une, deux ou trois missions de professeurs-visiteurs, de courte durée (le plus souvent de deux semaines), ont été réalisées au Maroc par des membres du personnel enseignant ou scientifique des universités belges, le plus souvent MM. Pierre Dagnelie, coordinateur du projet, Jean-Jacques Claustriau, Charles Debouche et Rudy Palm, tous quatre de la Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux. Ces missions avaient essentiellement des objectifs d'enseignement et de coordination générale.

Au total, 38 missions de professeurs-visiteurs ont été organisées, tout d'abord à Rabat uniquement, puis à Rabat et Agadir. L'ensemble de ces missions a représenté environ 16 mois de présence au Maroc.

4.4. Le matériel

Outre l'organisation des séjours de permanents et des visiteurs belges, et des séjours en Belgique des étudiants et doctorands marocains, dont il sera question ci-dessous, les moyens financiers mis à la disposition du projet par l'Administration générale de la Coopération au Développement (AGCD) ont permis l'acquisition de machines à calculer portatives et de bureau, de matériel mécanographique et d'un ordinateur, avec organes périphériques et logiciels, de livres et de revues, et de petits matériels divers.

5. Les résultats

5.1. La formation de troisième cycle

Dès le début du projet de coopération, une attention toute particulière a été consacrée à la formation des étudiants de troisième cycle de l'Institut Hassan II. C'est ainsi que 33 étudiants de Rabat ont été détachés à Gembloux, chacun durant deux ans (exceptionnellement trois ans), en vue d'y acquérir une qualification en statistique et en informatique, par un cycle de cours et d'exercices, et par la réalisation de travaux de fin d'études individuels.

En fonction des résultats obtenus à Gembloux, 31 d'entre eux ont été diplômés comme ingénieur agronome de l'Institut Hassan II, dans la spécialisation «biométrie». Les deux derniers, qui terminent leur première année d'études de troisième cycle à Gembloux, devraient être diplômés en 1993.

La plupart de ces diplômés exercent actuellement des fonctions qui sont directement en rapport avec leur qualification, notamment dans le cadre du Ministère de l'Agriculture, de centres de recherches agronomiques, de l'enseignement universitaire et de l'enseignement agricole.

5.2. Les doctorands

Quelques-uns de ces diplômés, après avoir travaillé en qualité d'assistant à l'Institut Hassan II, durant deux ou trois ans, sont revenus en Belgique, en vue d'y entreprendre la réalisation d'un travail de doctorat.

Le premier d'entre eux a été proclamé docteur en sciences agronomiques en 1985 (3). Son travail de doctorat a fait l'objet de plusieurs publications et présentations lors de réunions scientifiques internationales.

Trois autres doctorands poursuivent leurs recherches à la Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux, et deux à la Faculté des Sciences agronomiques de l'Université catholique de Louvain. Les périodes de recherche en Belgique de chacun d'entre eux alternent régulièrement avec des périodes d'enseignement au Maroc, ce qui explique dans une large mesure la durée relativement longue de préparation des thèses de doctorat.

5.3. Le Département de Statistique appliquée de Rabat

Le Département de Statistique appliquée de Rabat, constitué d'un seul permanent belge au début du projet, réunit actuellement sept personnes (six enseignants-chercheurs et une secrétaire). Il dispose de 15 ordinateurs, environ 300 livres et environ 700 fascicules de revues.

Le Département de Statistique appliquée est responsable, à l'Institut Hassan II, de l'ensemble des tâches d'enseignement de la statistique, de la biométrie, de l'expérimentation et de l'informatique, et aussi de l'organisation d'un service de consultation statistique et de calcul. Ce service a été régulièrement impliqué, entre autres, dans le dépouillement des résultats des enquêtes réalisées par les étudiants au cours de leurs stages en milieu rural et, de ce fait, a touché des milliers d'utilisateurs des outils statistiques et informatiques.

Le personnel du Département de Statistique appliquée de Rabat est également sollicité dans le cadre de cours internationaux, en vue d'assurer certaines formations en statistique et en informatique.

5.4. Le Service de Statistique et Informatique d'Agadir

Créé plus récemment, le Service de Statistique et Informatique d'Agadir ne comprend qu'un seul enseignant-chercheur. Il dispose de cinq ordinateurs et de quelques dizaines de livres et de revues.

Ce service joue, à Agadir, un rôle semblable à celui du Département de Statistique appliquée, à Rabat.

6. Quelques perspectives

Globalement, les principaux objectifs fixés au départ peuvent être considérés comme largement atteints, voire même dépassés dans certains domaines. Tout au plus peut-on

éventuellement regretter les délais relativement longs de préparation des travaux de doctorat, délais dont une justification a été donnée au paragraphe 5.2.

Pour l'avenir, il appartiendra aux autorités marocaines d'entretenir l'outil qui a été mis en place, notamment par le maintien d'un personnel suffisant, en effectifs et en compétences, par le renouvellement des moyens de calcul disponibles, et par l'enrichissement progressif des collections de livres et de revues.

L'achèvement des travaux de doctorat de plusieurs membres du personnel des services de statistique et d'informatique de Rabat et d'Agadir devrait permettre de consacrer plus de temps à la réalisation d'activités de consultation et de recherche, dans l'optique d'une aide maximale à l'ensemble du personnel et des étudiants de l'Institut Hassan II. L'opportunité de développer à Rabat un troisième cycle de biométrie, qui permettrait de ne plus devoir détacher certains étudiants à l'étranger, devra également être envisagée.

Quant aux relations entre l'Institut Hassan II et la Faculté de Gembloux, même si elles ne sont plus soutenues financièrement de façon systématique, comme par le passé, par l'Administration Générale de la Coopération au Développement (AGCD), elles seront certainement maintenues, soit par des échanges occasionnels, soit encore par des échanges réguliers.

A cet égard, de nouvelles sources de financement devront être recherchées, par exemple dans le cadre de certains programmes des Communautés européennes ou de l'AUELF-UREF (Association des Universités partiellement ou entièrement d'Expression française-Université des Réseaux d'Expression française).

Remerciements

Au terme de cette longue période de collaboration, il nous plaît de remercier tous les organismes et toutes les personnes qui nous ont permis de la mener à bonne fin, et notamment :

l'Administration Générale de la Coopération au Développement (AGCD), à Bruxelles, et la Section de Coopération de l'Ambassade de Belgique, à Rabat ;

la direction et l'administration de l'Institut Hassan II, à Rabat, et de son Complexe horticole, à Agadir, et la direction et l'administration de la Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux ;

les professeurs-visiteurs et tous les collaborateurs des services de statistique et d'informatique de l'Institut Hassan II, à Rabat et Agadir, de l'Unité de Statistique et Informatique et du Centre de Calcul et Informatique de la Faculté de Gembloux, et aussi du Bureau d'Informatique et de Statistique appliquées du Centre de Recherches agronomiques de Gembloux.

Références bibliographiques

1. Dagnelie P., 1976. Un service de statistique et d'informatique à l'Institut national agronomique et vétérinaire Hassan II : pourquoi, quand, comment? *Hommes, Terres et Eaux* **5** (18), 55-58.
2. Dagnelie P., Goumari A., Kindermans M., Lorent F., Ramlot P., 1986. Douze années de coopération avec l'Institut Hassan II, à Rabat (Maroc), dans le domaine de la statistique et de l'informatique appliquées. *Notes Stat. Inform.* (Gembloux) **86/4**, 12 p.
3. Goumari A., 1985. *Contribution à l'étude et à la maîtrise de l'hétérogénéité des expériences en champ*. Gembloux, Faculté des Sciences agronomiques, 150 p.
4. X, 1992. *Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux : informations générales et programme des études*. Gembloux, Faculté des Sciences agronomiques, 96 p.

P. Dagnelie: Belge. Professeur, Unité de Statistique, Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique.

A. Goumari: Marocain. Professeur, Département de Statistique appliquée, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc.

H. El Kherrak: Marocain. Maître-assistant, Service de Statistique et Informatique, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Agadir, Maroc.

AVIS

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

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

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

Merci.

BERICHT

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

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

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

Dank U.

Observations préliminaires sur la germination des mini-fragments de *Dioscorea* (Igne).

Présenté par*: N. Kadiebwé**, T.B. Mpungu, P. Ntawuhunga, J. Miekountima, D. Diallo, R. Pendy

Keywords: Germination - Mini-fragments - Yam (*Dioscorea*)

Résumé

En vue de trouver un substitut à la sciure de bois comme milieu de germination des mini-fragments d'Igne, un essai portant sur cinq milieux de germination à savoir : sol sans paillis (S), sol avec paillis (SM), sciure de bois (D), mélange de sol avec la sciure de bois (SS), mélange de sol avec de la sciure de bois plus du paillis (SSM), a été mené à l'IITA dans la période allant du 25 mai au 28 juin 1988.

Le matériel végétal utilisé est la variété d'Igne T Dr 197. Le dispositif expérimental est celui des blocs aléatoires complets en dix répétitions.

A l'issue de cette expérience, il a été constaté : Premièrement, les 5 traitements ne diffèrent pas statistiquement du point de vue germination. Deuxièmement, les traitements sol sans paillis et sol plus sciure sans paillis ont montré un nombre élevé de mini-fragments non germés. Troisièmement, les milieux sol avec sciure plus paillis et sol plus paillis ont présenté des nombres élevés des mini-fragments d'Igne pourris.

Summary

The research has been made at the I.I.T.A. in the period going from May 25th to June 28th, 1988, in order to find a substitute to sawdust as the milieu of germination, such as soil without mulch (S), soil with mulch (SM), sawdust (D), mixture of soil with sawdust plus mulch (SSM). The plant material used is the variety of Yam T DR 197. The experimental appliance is that of complete aleatory blocs in ten replications. At the end of this experience, it has been established = firstly, the five treatments are not different from the germination point of view. Secondly, the treatments = soil without mulch and soil plus sawdust without mulch have shown a high number of non germinated small scale-fragments; thirdly, the milieu soil without sawdust, sawdust plus mulch and soil plus mulch have equality presented a high number of rotten mini-fragments of Yam.

Introduction

Les plantes à racines et tubercules amylacés tropicales (manioc, igne, aracées) constituent des denrées de base dans la plupart des pays africains et sont la source d'énergie principale pour plus de 200 millions d'habitants du continent (2).

Comparée aux autres plantes à racines et tubercules, l'igne à elle seule couvre 20,3% des terres avec un rendement moyen de 9,2 tonnes à l'ha et vient en deuxième position après le manioc (1).

Toutefois, l'approvisionnement en matériel de plantation constitue un facteur limitant au niveau du paysan : près d'un quart des tubercules récoltés servent de matériels de plantation l'année suivante (2).

Pour remédier à cette situation les Chercheurs de l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA) en collaboration avec ceux de l'Institut National de Recherche sur les plantes à racines et tubercules d'Umidike ont mis au point une technique de production de semenceaux appelé «Technique de mini-fragments». Pour la pré-germination des mini-fragments, la sciure de bois constitue le meilleur milieu. Mais sachant que cette dernière n'est pas toujours disponible, il convient de lui trouver un substitut qui soit à la portée du paysan. C'est dans ce cadre que s'inscrit la présente expérience.

Matériel et méthodes

L'essai a été conduit à l'I.I.T.A. dans la concession de la grange à igne sur des lits aménagés et habituellement utilisés pour la multiplication rapide.

La bande qui nous a servi à mener l'essai est une ancienne

pépinière de mini-fragments.

Notre expérience se compose de 5 variantes :

- un sol sans paillis (S)
- un sol avec paillis (SM)
- de la sciure de bois (D)
- un mélange de sol avec de la sciure de bois dans les proportions de 1 : 1 (SS)
- un mélange de sol avec de la sciure de bois dans les proportions de 1 : 1 plus du paillis (SSM).

Le matériel végétal utilisé sont des mini-fragments de la variété T Dr 197.

Préparation des mini-fragments : La sélection de tubercules propres et sains (500 à 1000 g), c'est-à-dire les semenceaux-mères.

Ceux-ci ont déjà atteint le bon stade physiologique, la sélection s'opère deux à trois mois après la récolte, dès la levée de la dormance. La fin de la période de repos végétatif s'extériorise par l'apparition de germes aux extrémités des tubercules. Le semenceau-mère est débité en plusieurs morceaux cylindriques, mesurant chacun environ 5 cm de long. Ceux-ci sont par la suite, coupés dans le sens de longueur en 2, 3, 4, etc. morceaux plus petits en fonction de leur circonférence de sorte que chaque fragment soit couvert de peau ou de périderme. Un semenceau-mère de 500 à 1000 g a permis de produire 20 à 40 mini-fragments d'environ 25 g chacun. Ces morceaux ont été traités dans une solution de Démosan, de cendre de bois et de l'eau. Après le traitement, les mini-fragments ont été étalés à l'ombre pendant 4 heures avant leur mise en pépinière.

* Chercheurs en formation à l'Institut International d'Agriculture Tropicale, Oyo Road, PMB 5320, Ibadan, Nigeria

** BP III, Via Buisson, Zaire.

Reçu le 05.02.91 et accepté pour publication le 20.01.93.

TABLEAU 1
Nombre et pourcentage des mini-fragments germés, non germés et pourris sur les cinq milieux testés.

Milieux	Mini-fragments germés		Mini-fragments non germés		Mini-fragments pourris	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
D	43,2	86,4	2,3	4,6	4,5	9,0
S	42,4	84,8	4,7	9,4	2,9	5,8
SM	40,5	81,0	2,6	5,2	6,9	13,8
SSM	40,1	80,2	1,2	2,4	8,7	17,4
SS	37,8	75,6	8,0	16,0	4,2	8,4
Moyenne générale	40,8	81,6	3,8	7,5	5,4	10,9
PPDS 0.05	n.S.	—	2,7	—	3,2	—
Erreur standard	—	—	0,94	—	1,1	—
C.V. %	10,5	—	78,1	—	63,9	—

En ce qui concerne la préparation du lit de germination, celui-ci a été labouré et divisé en 50 unités expérimentales de 0,5 x 0,5 m chacune. Ces derniers ont été aménagés suivant les différents milieux testés.

La pré-germination a donc eu lieu sur ces milieux où chaque parcelle comprenait 50 mini-fragments plantés en 5 lignes de 10 mini-fragments chacune.

La préparation des mini-fragments et leur mise en pépinière ont eu lieu le 25 mai et la récolte le 28 juin 1988, c'est-à-dire 5 semaines après la plantation.

L'essai est conduit suivant le modèle des blocs aléatoires complets avec 10 répétitions.

Les travaux d'entretien ont consisté en l'arrosage et le contrôle des adventices.

Les données à relever à cinq semaines après la plantation étaient :

- le nombre de mini-fragments germés;
- le nombre de mini-fragments non germés;
- le nombre de mini-fragments pourris.

Au cours de la période d'essai nous avons enregistré 319,5 mm de pluie en 16 jours. La température maximum moyenne a été de 29,6°C et celle minimale moyenne de 21,1°C. L'humidité relative moyenne a varié au cours de l'essai de 70,2 à 97,4%. L'évaporation moyenne était de 3,75 mm.

Les données montrent que les pluies ont été rares pendant cette période, les températures élevées bien que l'humidité de l'air soit élevée. La germination n'aurait pu avoir lieu si un arrosage n'avait pas été appliqué en appui.

Résultats et discussion.

- (a) L'analyse de la variance a montré qu'il n'y a pas de différence significative entre les différents milieux de germination utilisés (Tableau I.b).
- (b) Par contre au niveau des mini-fragments non germés, l'analyse de la variance montre une différence hautement significative. Le recourt à la PPDS montre que le milieu SS est différent des autres milieux et que S diffère de SSM alors que SM, D et SSM ne présentent aucune différence entre eux (Tableau II.b).

Nous estimons que le pourcentage élevé des mini-fragments non germés au niveau des traitements SS et S est dû à leur faible capacité de rétention de l'eau.

- (c) Le tableau de l'analyse de la variance (III.b) montre également qu'il existe des différences hautement significatives entre les traitements en ce qui concerne les mini-fragments pourris.

La PPDS a montré que le traitement SSM présente un pourcentage plus élevé de pourriture par rapport aux quatre autres traitements; alors que les traitements SM, D et SS ne présentent pas de différence au point de vue pourriture par ailleurs SM présente un nombre élevé de mini-fragments pourris par rapport à S.

Le pourcentage élevé de pourriture observé pourrait être dû à un taux d'humidité au-dessus de la normale favorisé par la sciure et le paillis.

Les données des tableaux Ib, IIb et IIIb pour l'analyse de la variance sont disponibles chez l'auteur.

Conclusions et suggestions

Au vu des résultats obtenus, les éléments ci-après se dégagent :

- a. Les cinq milieux de germination utilisés ont été favorables à la germination des mini-fragments d'igname.
- b. Au bout de cinq semaines d'expérimentation, les traitements sol sans paillis et sol plus sciure sans paillis ont un nombre de mini-fragments non germés.
- c. De même, les traitements sol plus sciure, plus paillis et sol plus paillis ont présenté des nombres élevés de mini-fragments pourris.

A la lumière de ce qui précède nous suggérerions l'utilisation du sol plus paillis ou sol plus sciure comme substitut de la sciure de bois. Toutefois, la répétition de l'expérience s'avère nécessaire pour confirmer ou infirmer les présents résultats.

Nous ne saurions terminer cette rédaction sans remercier tous les Chercheurs et Formateurs du TRIP sans lesquels cette expérience ne pouvait aboutir.

Nos remerciements s'adressent également à nos collègues stagiaires pour leur participation à l'installation de l'essai.

Références bibliographiques

1. Hahn S.K., 1984. Les plantes et tubercules tropicales — Amélioration et utilisation. Rapport de conférence 2.
2. Otoo J.A. et al., 1987. Techniques améliorées de production de semences d'igname.
3. Walter, 1988. Statistique et Biométrie.

N. Kadiebwe, zairois, Chef d'antenne. Centre de Recherche sur les plantes à tubercules de Nicka.
 T.B. Mpungu, zairois, Licencié en agronomie.
 P. Ntawuhunga, zairois, Licencié en agronomie.
 J. Miekountima, zairois, Licencié en agronomie.
 D. Diallo, zairois, Licencié en agronomie.
 R. Pandy, zairois, Licencié en agronomie.

FIFTH INTERNATIONAL RANGELAND CONGRESS

The Vth International Rangeland Congress (Vth IRC) will convene at the Red Lion Inn, Salt Lake City, Utah, USA from 23 to 28 July 1995.

The Vth IRC invites those involved or interested in rangeland conservation and the sustainable utilization of the many products and amenities received from rangelands to exchange ideas, experience, and technology; to confront the continued degradation of these lands; and to promote improved land use and the welfare of people who use and appreciate these lands.

The theme of the Congress is **«Rangelands in a Sustainable Biosphere»**. This theme was chosen to emphasize the role of individuals, land owners, land managers, administrators, research scientists, academicians, and policy makers in the use and maintenance of rangelands around the world.

Deadlines

Provisional Applications — 1 October 1993
 Receipt of Abstracts — 1 September 1994
 Receipt of Papers — 1 January 1995
 Early registration — 1 February 1995

Address for Congress Correspondence:
 General Secretary - Vth IRC - P.O. Box 11637
 Salt Lake City, Utah 84147 USA
 Telephone: 801/524-5054 - Fax: 801/524-4403

Culture de suspensions cellulaires embryogéniques et régénération en plantules par embryogénèse somatique chez le bananier et le bananier plantain *Musa* spp.*

D. Dhed'a

Keywords: Embryogenic cell suspension culture - Regeneration - Somatic embryogenesis - Bananas - Plantains *Musa* spp.

Résumé

Des suspensions cellulaires embryogéniques ont été initiées en utilisant des explants de bourgeons méristématiques en prolifération (scalps). Le milieu de culture pour l'initiation a été le milieu de Murashige et Skoog modifié enrichi, suivant les étapes de culture, en 5 µM 2,4-D, 1-10 µM BAP ou zéatine. Les suspensions obtenues chez 5 variétés de bananier ont été capables de régénérer des plantes entières par voie d'embryogénèse somatique. Les suspensions embryogéniques se sont révélées être un matériel de choix pour la cryoconservation, l'isolement et la culture des protoplastes et pour la manipulation génétique du bananier en vue de la résistance aux maladies.

Summary

*Embryogenic cell suspensions have been initiated using explants from meristematic shoot-tips (scalps). The culture medium has been a modified Murashige and Skoog medium supplemented, according to the steps of culture, with 5 µM 2,4-D, 1-10 µM BAP or zeatin. The suspensions obtained for 5 banana varieties have regenerated plants through somatic embryogenesis. Embryogenic cell suspensions have proved to be the material of choice for cryopreservation, protoplast isolation and culture and for genetic manipulation of *Musa* for resistance to diseases.*

Introduction

Le bananier et le bananier plantain sont des cultures alimentaires d'une grande importance dans les pays tropicaux. Le bananier cultivé étant triploïde et ne produisant pas de graines, sa multiplication se fait par voie végétative. Ce mode de multiplication demeure limité, malgré des nombreuses recherches effectuées pour augmenter le taux de rejetonage (2). Pour résoudre ce problème, la multiplication *in vitro* à partir de méristème a été envisagée, étudiée et éprouvée (1). En effet, non seulement le taux de multiplication *in vitro* est de loin supérieur à celui qu'on peut obtenir au champ, mais encore, les plantules issues d'*in vitro* sont saines, exemptes de charançons, de nématodes et de champignons. C'est pourquoi, les techniques de cultures *in vitro* sont recommandées pour les échanges de germoplasmes du bananier (5). Le mode de multiplication végétative rend aussi difficile l'amélioration génétique du bananier par les méthodes classiques basées sur la fécondation croisée (3). Néanmoins, certains programmes basés sur ces méthodes ont permis l'obtention des nouveaux cultivars (10).

Le développement des maladies virulentes et la nécessité de l'amélioration génétique du bananier ont fait que les efforts soient de plus en plus orientés vers les voies alternatives utilisant les techniques biotechnologiques. Dans celles-ci, la culture des cellules, de protoplastes et la régénération à partir de ceux-ci des plantes entières constituent une étape très importante. De nombreux travaux ont ainsi été entrepris dans le but d'initier des suspensions cellulaires chez le bananier (7).

Le présent article constitue un résumé des travaux que nous avons effectués pour la mise au point des cultures de sus-

pensions cellulaires embryogéniques chez le bananier (4). L'intérêt d'un tel travail réside dans le fait que, les suspensions cellulaires embryogéniques constituent un matériel de choix pour la multiplication rapide, la cryoconservation (congélation à -196°C dans l'azote liquide) du germoplasme (8) et pour la manipulation génétique du bananier en vue de la résistance aux maladies (9).

Matériel et méthodes

Le matériel végétal a été constitué de différentes variétés de bananier. La procédure générale établie pour la culture de suspensions cellulaires embryogéniques est présentée par la figure 1, les milieux de culture et la durée nécessaire pour chaque étape de culture sont présentés par le tableau 1.

Le matériel de départ pour l'initiation des suspensions cellulaires ont été les explants prélevés sur les bourgeons méristématiques en prolifération ou scalps. Le milieu de base a été le milieu de Murashige et Skoog ou MS (6) enrichi suivant les étapes de culture en AIA (acide β indole acétique) ou 2,4-D (acide 2,4-dichlorophénoxyacétique) comme auxine et en BAP (6-benzylaminopurine) ou zéatine comme cytokinine à des concentrations de 1 à 100 µM.

Des études morphologiques et histologiques ont été effectuées afin de montrer l'origine des cellules embryogéniques et de décrire le processus de l'embryogénèse somatique en culture de suspensions cellulaires chez le bananier et de comparer ce processus avec celui de l'embryogénèse zygotique chez les bananiers diploïdes sauvages.

* Thèse de doctorat présentée le 4 décembre 1992 à la K.U. Leuven. Promoteurs: Prof. Dr. R. Swennen, Laboratorium Tropische Plantenteelt, Faculteit der Landbouwwetenschappen, et Prof. Dr. J. Vredig, Laboratorium plantenfysiologie, Faculteit der Wetenschappen, K.U. Leuven, Kardinaal Mercierlaan 92 B-3001 Heverlee, Belgique.
Reçu le 27 01 93 et accepté pour publication le 27 01 93

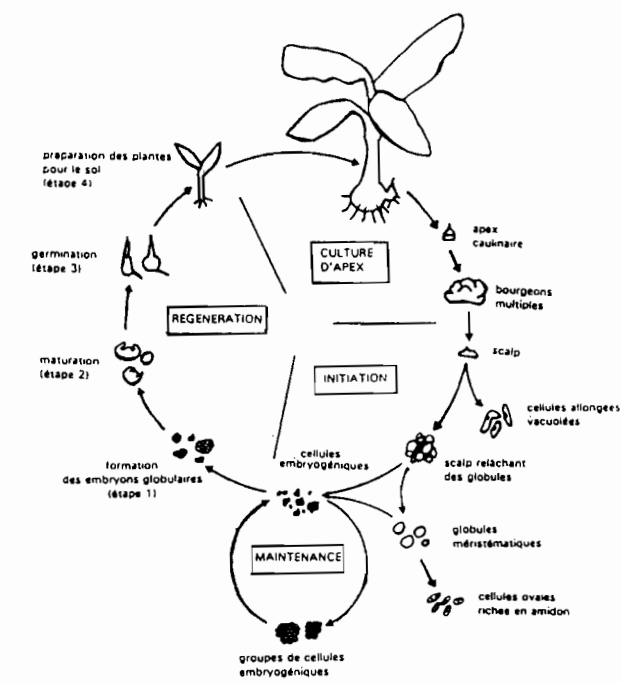


Figure 1 — Représentation schématique de la culture de suspensions cellulaires embryogéniques et de régénération de plantes à partir d'elles chez *Musa ABB*, cv. Bluggoe (4).

TABLEAU 1

Type de milieu et temps requis pour la culture de suspensions cellulaires embryogéniques et leur régénération en plantules chez le bananier en utilisant l'apex caulinaire comme explant (4).

Étapes	Milieux	Durée
Culture d'apex	MS (semi-solide) + 1 μ M AIA + 10 μ M BAP	pas important (transferts sur milieu frais après chaque 3 semaines)
Initiation	1/2 MS (liquide) + 5 μ M 2,4-D + 1 μ M zéatine	4-6 mois (2-3 semaines d'intervalles de rafraîchissements)
Maintenance	1/2 MS (liquide) + 5 μ M 2,4-D + 1 μ M zéatine	pas important (3-4 semaines d'intervalles de rafraîchissements)
Régénération étape 1	1/2 MS (liquide) + 100 mg/l myoinositol	3-4 semaines
étape 2	1/2 MS (liquide) + 100 mg/l myoinositol + 1-10 μ M BAP ou zéatine	2 semaines
étape 3	1/2 MS (liquide) ou semi-solide) + 100 mg/l myoinositol + 1-10 μ M BAP ou zéatine	4 semaines
étape 4	1/2 MS (semi-solide)	2 mois

Résultats et discussion

En utilisant les scalps comme matériel de départ, des suspensions cellulaires embryogéniques ont été obtenues chez 5 variétés: une variété sauvage, *Musa balbisiana* (génotype BB), 3 cultivars de bananier à bananes à cuire, Bluggoe, Saba et Cardaba (génotype ABB) et un cultivar de plantain, Three Hand Plantain (génotype AAB). Ces suspensions ont pu régénérer des plantes avec une fréquence variant entre 23,1-54,4 %. La régénération a suivi la voie de l'embryogénèse somatique, laquelle a montré des similitudes remarquables avec l'embryogénèse zygotique chez des bananiers diploïdes sauvages. Seulement 0,7 % de variation somaclonale a été observée en plein champ à l'International Institute of Tropical Agriculture IITA (Nigeria) chez les plantes issues d'embryons somatiques.

Conclusion

L'ensemble de résultats obtenus montre que des suspensions cellulaires embryogéniques peuvent être initiées en utilisant les scalps comme explants. L'obtention des suspensions embryogéniques chez 5 variétés représentant 2 niveaux de ploïdies et 3 combinaisons de génomes montre qu'il est possible d'initier des suspensions cellulaires embryogéniques chez un grand nombre de variétés dont les caractéristiques en culture *in vitro* correspondent à l'une ou l'autre variété.

Les recherches en cours montrent que ces suspensions cellulaires constituent un matériel de choix pour la culture des protoplastes et la manipulation génétique du bananier en vue de la résistance aux maladies.

Samenvatting: Embryogene celsuspensies werden geïnitieerd, gebruik makend van prolifererende meristemen (scalps) als uitgangsmateriaal. Het basismedium, dit van Murashige en Skoog, werd naargelang de stappen in het initiatieproces verder aangerijkt met 5 μ M 2,4-D, 1-10 μ M BAP of zeatine. Voor 5 verschillende bananecultivars werden suspensies bekomen en konden planten geregenereerd worden via somatische embryogenese. De embryogene celsuspensies blijken een uitstekend uitgangsmateriaal te zijn voor volgende toepassingen: cryopreservatie, isolatie en cultivatie van protoplasten en genetische manipulatie, met het oog op resistentie tegen bananeplagen.

Références bibliographiques

- Banerjee, N. & De Langhe, E., 1985. A tissue culture technique for rapid clonal propagation and storage under minimal conditions of *Musa* (Banana and plantains). *Plant Cell Reports*, **4**: 351-354.
- De Langhe, E., 1961. Multiplication végétative accélérée, en plantation, du bananier plantain «Bosua». *Bull. d'inform. de l'INEAC*: 10-87.
- De Langhe, E., 1987. Towards an international strategy for genetic improvement in the genus *Musa*. In: Persley, G.J. and De Langhe, E. (eds). *Banana and plantain breeding strategies*. ACIAR Proceedings, **21**: 19-23.
- Dhed'a, D., Dumortier, F., Panis, B., Vuylsteke, D. & De Langhe, E., 1991. Plant regeneration in cell suspension cultures of the cooking banana, cv. Bluggoe (*Musa* spp., ABB group). *Fruits*, **46**(2): 125-135.
- Frison, E.A. & Putter, C.A.J. (eds.), 1989. *FAO/IBPGR technical guidelines for the safe movement of Musa germplasm*. Rome, 23 pp.
- Murashige, T. & Skoog, F., 1962. A revised medium for rapid growth and bio-assays with tobacco callus tissue cultures. *Physiol. Plant.*, **15**: 473-497.

7. Novak, F.J., Afza, R., Van Duren, M., Perea-Dallos, M., Conger, B.V. & Xiaolang, T., 1989. Somatic embryogenesis and plant regeneration in suspension cultures of dessert (AA and AAA) and cooking (ABB) bananas (*Musa* spp.) *Bio/Technol.* **7**, 147-158.
8. Panis, B.J., Withers, L.A. & De Langhe, E., 1990. Cryopreservation of *Musa* suspension cultures and subsequent regeneration of plants. *Cryo-letters* **11**, 337-350.
9. Panis, B., Dhed'a D. & Swennen, R., 1993 (sous presse). Cell suspensions from somatic tissue in *Musa*: Applications and prospects. Proceedings of the International Symposium on Genetic Improvement of Bananas for Resistance to Diseases and Pests, CIRAD, Montpellier France, Sept. 7-9, 1992.
10. Swennen, R. & Vuylsteke D., 1993. Breeding black Sigatoka resistant plantains with a wild banana. *Tropical Agriculture (Trinidad)*, Vol. **70** (1): 74-77.

D. Dhed'a: Zairis Docteur en Sciences, K.U.Leuven, Chef de Travaux Faculté des Sciences, Université de Kisangani.

46e Internationaal Symposium over Fytofarmacie en Fytiatrie.

plaats zal vinden op dinsdag 3 mei 1994 in de lokalen van de Faculteit van de Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent (België).

Volgende onderwerpen zullen aan bod komen:

- Insecticiden, Entomologie, Nematologie, Toegepaste Bodemzoölogie.
- Fungiciden, Fytopathologie, Fytovirologie, Fylobacteriologie.
- Herbiciden, Herbologie, Plantengroeieregulatoren
- Biologische en Geïntegreerde Bestrijding
- Residu's, Toxicologie, Formuleringen, Toepassingstechnieken

De samenvattingen van de mededelingen zullen aan de deelnemers beschikbaar gesteld worden in het Engels.

De voorgestelde mededelingen zullen gepubliceerd worden in de «Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent».

Alle briefwisseling dient gericht te worden aan:

The 46th International Symposium on Crop Protection

will take place on May 3th 1994 at the Department of Crop Protection of the Faculty of Agricultural and Applied Biological Sciences, University of Ghent (Belgium).

The following topics will be treated:

- Insecticides, Entomology, Nematology, Applied Soil Zoology
- Fungicides, Phytopathology, Phytovirology, Phytobacteriology.
- Herbicides, Herbology, Plant Growth Regulators
- Biological and Integrated Control of Pests and Diseases
- Residues, Toxicology, Ecotoxicology, Formulations, Application Techniques

The summaries of the papers will be made available to the participants in English.

The proceedings will be published in the «Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent».

All correspondence is to be sent to:

Le 46e Symposium International de Phyto-pharmacie et de Phytatrie

se tiendra le mardi 3 mai 1994 dans les locaux de la Faculté des Sciences Agronomiques et Biologiques Appliquées, Université de Gand (Belgique).

Les sujets suivants sont traités:

- Insecticides, Entomologie, Nématologie, Pédologie.
- Fongicides, Phytopathologie, Phytovirologie.
- Herbicides, Herbologie, Régulateurs de croissance
- 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 les «Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent».

Toute correspondance est à adresser à:

Dr. ir. L. Tirry, Faculteit van de Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Coupure Links 653, B-9000 Gent (België) - (Tel. 32(0) 9 264 61 52, Telefax 32(0) 9 264 62 39 of 264 62 49).

First international seminar on farming of invertebrates and other minilivestock.

M. Cicogna*

Keywords: Minilivestock — Tropical snails — Insects — Manureworms — Butterfly farming.

Summary

At this Seminar, held in the Philippines, minilivestock was defined as small-animal species, used as food, feed or source of revenue in given parts of the world, usually ignored by scientists trained in industrialized countries, but very suitable and promising for small producers.

The biology and use of tropical land and water snails and of manureworms, as well as different aspects of insect farming and use of insects for sericulture, food, feed or for collectors, were discussed. Sociological and extension problems connected with rural development were considered. Recent experiences of butterfly farming, tropical snail farming, use of termites and the raising of cricetoma or guinea pig for meat production were also reported. Conclusions and recommendations were drafted concerning terminology, sociological aspects, animal requirements and research, education and training needs.

Minilivestock appears as a challenging new branch of animal production that offers a considerable potential for rural development, but calls for further experimental work for the optimization of production systems.

Résumé

Le premier séminaire international sur l'élevage des invertébrés et le mini-élevage a eu lieu aux Philippines. Sous le terme mini-élevage on regroupe l'exploitation, à des fins alimentaires (pour l'homme ou le bétail) ou économiques, d'espèces d'animaux de petite taille, mal connus des scientifiques des pays industrialisés, mais très indiqués pour les petites exploitations, même péri-urbaines.

La biologie et l'exploitation d'escargots tropicaux terrestres et aquatiques, de vers de terre et de différents insectes ont été présentées et illustrées ainsi que des aspects concernant la sociologie et la vulgarisation pour le développement rural. Des expériences récentes de fermes à papillons, d'élevage d'escargots tropicaux, d'exploitation de termites ou d'élevage de cricétomes et de cobayes pour la production de viande ont aussi été exposées et discutées.

Des conclusions et recommandations ont été rédigées concernant la terminologie, les aspects sociologiques et les nécessités de la recherche, de l'enseignement et de la formation dans le domaine du mini-élevage.

Le mini-élevage semble être une nouvelle et prometteuse branche de la production animale qui offre un potentiel considérable pour le développement rural, mais nécessite encore de l'expérimentation pour l'optimisation des différents systèmes de production.

Introduction

The first international seminar on the farming of invertebrates and other minilivestock was held from November 18 to 29, 1992 at Cresta del Mar Hotel in Bauang, La Union, in the Philippines. The seminar was organized by Prof. Jacques Hardouin of the Institute of Tropical Medicine, Antwerp (Belgium) and co-organized by Dr. Patricia M. Barcelo of the Don Mariano Marcos Memorial State University, Bacnotan (Philippines). Support for the meeting was provided by the Commission of the European Communities (DGXII, STD-2), the International Foundation for Science and the Technical Center for Agricultural and Rural Cooperation.

Some 35 scientists from Belgium, Benin, Cameroon, France (La Réunion), Germany, Italy, Ivory Coast, Nigeria, Morocco, Papua New Guinea, the Philippines and Zaire were present.

The topic of the seminar was introduced by Prof. J. Hardouin, with an opening lecture on the place and prospects of minilivestock in rural development, and by Dr. P.M. Barcelo, with a paper on microlivestock as food and feed in the Philippines.

During the following sessions lectures were given on the biology and use of silkworms, land and water snails, manureworms and maggots and on different aspects of insect

farming, with particular regard to butterfly farming. Invited lectures were also given by J. Barcelo, on sociological aspects, and by F. Dumlaog, on extension problems.

Participants reported on their recent experiences of snail farming in different African countries (Benin, Ivory Coast, Morocco, Nigeria), of use of termites as feed (Zaire) and of raising cricetoma (Zaire) and guinea pigs for meat production (Cameroon and Italy).

Field visits were made to an earthworm research area and to a silkworm center at the Agro-forestry Campus of the Don Mariano Marcos Memorial State University in Bacnotan, to a farm in Ilocos Norte, to the Don Severino Agricultural College in Idang and to the International Rice Research Institute in Los Banos.

The Proceedings of the Seminar will be available at the Institute of Tropical Medicine, Antwerp (Belgium).

A brief summary of the main topics discussed at the seminar is given below.

Minilivestock and rural development

In the opening lecture on «The Place of minilivestock in development to-day and to-morrow», J. Hardouin (Belgium)

* Istituto di Zootechnia generale, Facoltà di Agraria, Università degli Studi, via Celoria 2, I—20133 Milano, Italia.

Received on 04.02.93 and accepted for publication on 04.02.93

explained that by minilivestock he means small-animal species used as food, feed or source of revenue in given parts of the world but usually unknown to animal production specialists trained in industrialized countries, and often officially ignored also by the Livestock services of their home areas, even though their meat, often considered bush-meat or game-meat, may be appreciated and command a higher price than that of more conventional animals. The term minilivestock should be preferred to «microlivestock» coined for this branch of animal production by Viemeyer around 1984 and more appropriately indicative of animals of microscopic size.

Amongst minilivestock species, Hardouin listed several edible rodents (the grass-cutter or aulacode, the Gambian rat or cricetoma, the ground squirrel, the capybara, the agouti, the hutia, the mara, the paca, the guinea pig), some insectivores (*Tenrec ecaudatus*, *Setifer setosus*), snakes, lizards, frogs and invertebrates such as snails, earth- and manure-worms and various insects. Some of these species are still captured in the wild, but for most of them it is possible to organize fully controlled production systems that could be particularly suitable for back-yard production, even in peri-urban areas, or for small producers, unable to afford major investments. In many cases minilivestock production can be based on the use of by-products and wastes and may be optimally combined with a plant production system.

A large demand for minilivestock products already exists and the animals are fully adapted to the environment. The introduction of minilivestock farming, besides providing animal proteins as food or feed or generating income, may also alleviate the pressure of gatherers and poachers on the environment. For optimization of minilivestock production systems, some applied research, a better knowledge of health aspects (parasitic and infectious diseases of minilivestock and zoonoses) and extension work are still required. This is a new and promising approach to animal production, based on sustainability, protection of the environment and rational use of local species. It has received some support from international organizations (IFS, CTA and FAO) and provides challenging opportunities for both scientists and developers.

Tropical landsnails

African giant landsnails are collected and marketed in many West-African forest areas, where they provide an excellent and very popular food for rural and urban populations. In order to meet the increasing demand for snail meat and to reduce the harvesting pressure on wild snails, pilot snail farms have been developed.

C. Stiévenart (Belgium) presented a review on the biology of some *Achatinidae*, known as edible snails, with emphasis on aspects most relevant for snail farming, such as the nutrition, reproduction, growth and adaptability to environment of these animals which, unlike conventional livestock, are cold-blooded, have an external skeleton (the shell) and can survive without food or water during dry periods (aestivation).

The feed preferences of these herbivores were described as well as their important calcium requirements. As to the reproduction of these hermaphrodites, usually oviparous, opinions still differ with regard to the possibility of self- or cross-fertilization: age of sexual maturity varies from a minimum 3.5 months in *Limnicolaria flammea* to a maximum of 2 years in *Achatina achatina*: ellipsoidal shaped eggs, of different size and in small or large clutches according to the species, are laid in underground holes for natural incubation; the gestation and incubation periods are very variable. Sometimes eggs are laid shortly before hatching. The life span of experimental snails ranges from 5 to 10 years according to the species.

Specific shell wall formation during growth was described, as the live weight of these molluscs is closely related to the hydration stage, shell length should also be considered when monitoring snail growth.

As to adaptability to the environment, in the case of *A. achatina* various artificial photoperiods influenced the growth but not the reproductive capacity: in excessively dry climatic conditions snails survive by aestivation, with reduction of flesh weight, which is in part quickly recovered on contact with free-water; aestivation increases the gestation length. Response to shell traumatism was described and appropriate husbandry techniques, to avoid shell damage and depress



Photo 1 — *Cricetoma* (*Cricetomys gambianus*) in captivity in Zaire: weight ± 1.3 kg (Photo M. Maiekani)

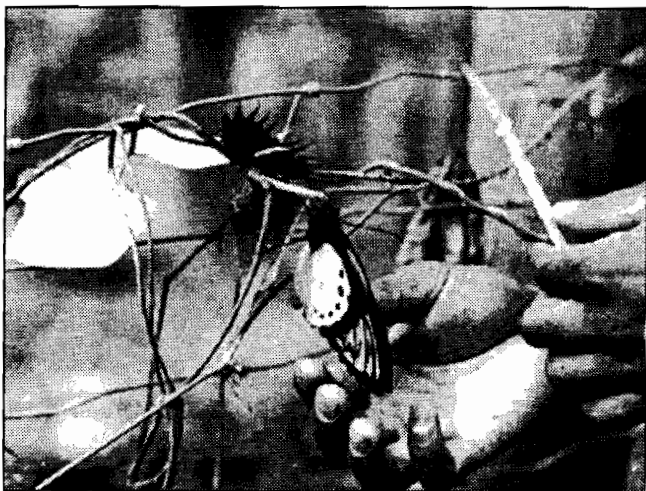


Photo 2 — *Ornithoptera priamus poseidon* — larva and adult on *Aristolochia tagala* (Photo P. Clark)

growth rate, were suggested.

In a further lecture C. Stiévenart (Belgium) reported on the use of the giant African snail as feed or food: a review was given of recent data on body composition, nutritive value and aminoacid content (limited contents of methionine and cystine) of *Achatinid* snails, as well as on the use of whole giant African snails, or of the parts not eaten by man (shell and viscera), in diets for broilers, layers and swine. It was reported that feeding snail meat leads to a growth depression which is inhibited by boiling snails for 15 to 20 minutes prior to processing.

Recent experiences on snail farming in different African countries were reported by the participants invited to the seminar. D. Adama (Ivory Coast) reported on the SODEPRA experience of snail farming and on plans for snail pasture farming and to test snail meal in feeds for pigs. K. Benabdeljelil (Morocco) reported on the Moroccan situation, the snail species existing in that country, their use as food, the trading system and the export potential. J.T. Codjia (Benin) illustrated his observations on feeding, mating and on other aspects of behaviour of *Achatina* spp. and *Archachatina marginata* in captivity. E.A. Imevbore (Nigeria) reviewed recent research work carried out in Nigeria on different aspects of snail production and considered future possibilities in this field.

Water snails

Fresh water snails originating from the Amazon River basin and also established in Florida were introduced and propagated in the Philippines in the early 1980's as a means of increasing the availability of a cheap and excellent source of protein for humans and livestock, and with an eye to possible export markets for «escargots». Due to their reproduction and growth rates, faster than the native snail (*Pila Luzonica*), and to the lack of natural predators, the imported snails escaped from artificial ponds and rapidly proliferated in moving bodies of water and in rice fields where they displaced the native snails and, by 1986, had become a rice pest.

In the Philippines these exotic snails are known as golden «kuhol» or golden miracle snails or giant freshwater snails or golden apple snails, because they can grow to apple size. Some confusion exists with regard to their identification and nomenclature, possibly due to the presence of different species, but the most common scientific name is *Pomacea canaliculata*, Lamarck.

This and a lot of other information concerning the «golden snail» was given in lectures by P.M. Barcelo (Philippines) on some aspects of the biology, ecology and culture of the golden apple snail and on the use of the golden snail as food and feed, and by J. Datuin (Philippines) who presented a very well documented paper on research and development of the golden snail in the Philippines.

It was pointed out that this amphibian mollusc reaches sexual maturity at 2 months from hatching and continues to grow to a size of 7 cm or more, in 5-7 months. The sexes may be distinguished by the shape of the operculum. Pink coloured clusters of 50 to 300 eggs are laid at the side of ponds or in standing crops or on any object above the water surface. Each snail can produce 1000-1200 eggs in one month, with 80% hatchability, and has a life span of from 2 to 5 years.

After a variable incubation period, hatchlings drop into the water, become voracious eaters and feed on leaves of a wide range of submerged plants. When water drains away they bury themselves in mud and, sleeping hidden in dry soil, may live for over 6 months. In the rice fields they feed on young rice seedlings and, due to their fast reproduction and growth potential, may turn into a dreadful pest. In the Philippines the golden snail was first reported as a rice pest in 1986 and at present is considered the most alarming pest for irrigated rice.

The golden snail problem in rice fields has led to the testing of different control methods, based on chemical (molluscicides), biological (botanical pesticides or herding of ducks) and mechanical methods (hand removal of snails, use of wire mesh screens, crushing of egg clusters) or on modified water management practices and integrated pest management technology.

As far as golden snail farming is concerned, interesting results were reported of some experimental trials aimed at comparing feed efficiency of several feeding media or of different management techniques, such as stocking density or water depth or flow rate in rearing ponds. Snails were efficiently fed on palawan (*Cryptosperma merkusii*), azolla (*Azolla pinna-ta*) or sweet potato (*Ipomoea batatas*) leaves (with a conversion efficiency of 4.5 kg in the case of this last). Feed efficiency and growth rate decreased with increasing snail density, but the inhibiting effect of crowding could be reduced by using running instead of stagnant water.

The nutrient composition of this mollusc was reported: it is low in calories, but remarkably rich in protein. Several suggestions and recipes were given for food preparations, as well as the results of some acceptability trials and of palatability tests with golden snails grown on different diets. However, whilst the native snail is a popular and favourite food item, the local population apparently considers golden snails a poor man's meat.

This mollusc may also be used as feed, replacing expensive imported feed ingredients. It can be fed to livestock as whole snail meal (either cooked or uncooked), as snail meat meal or as snail shell meal. Positive results were reported of comparative feeding trials where golden apple snail meal was used either as a substitute or as a supplement to fish meal for broilers, or as a supplement in diets for growing native chickens, for brooding male mallard ducks, for laying ducks or for finishing hogs. In broilers better performances were obtained with cooked golden snail meal than with raw meal. Golden snails gave good results when fed to Nile tilapia or to prawns and are under consideration as a feed for shrimps and crabs; their culture could be integrated with duck, pig and pigeon raising.

Insects

Insects are collected or farmed by man for production of textile fibre, as a source of food or feed, as specimens for collectors, for the art trade and for insectariums.

Sericulture is a traditional and successful rural agro-industry long established in many parts of the world. It is a specialized form of insect farming, where the rearing of the mulberry silkworm (*Bombyx mori*, L.) is part of an integrated activity which includes mulberry leaf production, silkworm egg and

cocoon production, silk yarn processing and weaving. The main biological facts concerning silkworm rearing and the different aspects of sericulture were illustrated by V.M. Libunao (Philippines).

Unconventional and recent developments in insect farming were presented by two specialists working in Papua New Guinea: P. Clark and C.W.L. Mercer, with three lectures followed by a round table.

C.W.L. Mercer (Papua New Guinea) presented a paper on «Insects as food in Papua New Guinea», with an historical review of the use of insects in human nutrition, with examples referring to the early man, Biblical, Greek and Roman times and the author's experience in Malawi, Sarawak and Papua New Guinea. Fourteen species of insects currently caught and eaten in this last country were described, and more detailed information was given concerning the sago weevil grub (*Rhynchophorus ferrugineus papuanus*), the consumption of which is widespread in some areas of Papua New Guinea. This sago grub is about 5 cm in length, cream in colour and breeds in the rotting pith of the sago palm (*Metroxylon* spp.) and is thus a by-product of sago palm, which is «harvested» for collection of the sago starch, a staple food in part of the country. Information was also given on the marketing and cooking of sago grubs and on their nutritional value. Eating of sago grubs is reported to alleviate the protein deficiency of a human diet mainly based on sago starch.

Local recipes from Reunion for cooking larvae of wasps (*Polistes hebraeus*) were presented by C. Briard (Reunion).

P. Clark (Papua New Guinea), in his lecture on «Organization and Economics of Insect Farming», reported that since the old days of a few enthusiastic insect «hunters» and collectors, an industry has developed as a result of the expanding world market for insects as specimens for collectors or for the art trade and, recently, also for the «live trade», with the selling of pupae for simulated tropical exhibits, i.e. insectariums or butterfly houses.

To cope with this growing demand, insects may be collected, farmed or ranching (this term is used when insects are only taken into captivity just before emergence) mainly in tropical countries. If organized at village level, this activity may represent an appropriate, environmentally sound and viable enterprise, providing employment in rural areas and, if included in the rainforest utilization concept, perhaps providing an alternative to logging.

Several guidelines were given on how to organize and operate an insect industry on a national scale; being a wildlife related business, this requires the combined involvement of private enterprise and government. The lecturer gave details of how the Insect Farming and Trading Agency (I.F.T.A.), that he presently manages, operates in Papua New Guinea. This insect farming business, initiated in 1978 by the government, is now operated through an essentially non profit self funding agency, owned by the University of Technology of Papua New Guinea, and is responsible for the training of collectors/farmers and for the marketing of insects coming from over six hundred village people throughout the country.

«A Butterfly ranching trial in Papua New Guinea» was described by C.W.L. Mercer (Papua New Guinea). This is the

case of a small scale butterfly ranch, of 0.3 hectares, established in 1991 in a semi-urban environment, through a process of «habitat creation», at the University of Technology of Papua New Guinea. It was decided to ranch six species of butterflies, all of the *Papilionidae* family. The trial area was delimited by a fence and, during most of 1991, appropriate trees and vines, most of them from the rainforest area, were chosen and planted as larval foodplants as well as nectar sources for the adult butterflies and primary attractants to the trial area.

Since February 1992, a weekly census of the population of butterflies in the trial area has been carried out, with enumeration of eggs, caterpillars, pupae and adults on each individually identified foodplant.

The butterfly ranching trial has not yet reached full production, but, according to the lecturer, a probable income of over 1000 US \$ per year is anticipated for the sale of dead butterflies. This could be increased ten-fold by the «live trade» of pupae for the butterfly houses overseas. Butterfly ranching was described as a challenging possibility for promoting rural development by managing biodiversity in «an environmentally friendly and conservationally acceptable» way. The various difficulties were also described.

A more conventional use of insects concerns termites captured for use as food, feed or bait. Two notes were presented on this topic: one by M. Mathe (Zaire) on «Village techniques for capturing termites as practiced by the Ngombe of Lisala» and one by J. Hardouin (Belgium) on a very simple technique adopted in Togo to harvest termites periodically from an active termite in order to provide feed for village poultry.

J. Hardouin also gave information on a trial performed in Burkina Faso for the production of maggots of an unspecified fly («mouche à viande») on different by-products (rumen content, pig manure, blood, traditional and industrial brewery draff and bran). Maggots were cropped at day 4 or 5; their high protein content makes them a valuable feed for poultry.

Manureworms

Manureworms are the Epigeic species of earthworms (*Annelida* or annulate worms of the class *Oligochaeta*) that grow and multiply by eating organic matter in aerobic decomposition. Compared with other ecological categories of earthworms, manureworms have a higher reproduction rate and are thus of greater interest for vermiculture. Different species of manureworms may be used for the production of vermicompost, a useful way to improve soil quality, or of a high value feed, for use in animal production, particularly as a protein source for monogastric animals.

A lecture on «Biology and production of manureworms» was given by A. Vorsters (Belgium), with a lot of interesting background information on the main external and internal characteristics, reproduction, locomotion and movement, feeding, growth and ecology of earthworms. Experimental results were reported of production trials with *Eudrilus eugeniae*, a manureworm indigenous to West-Africa. On a rearing substrate consisting of commercial garden compost and rabbit droppings, four different worm densities (10, 30, 50 and 72 hatchlings per recipient) were compared by perio-

dically measuring the individual worm weight and the total worm biomass. The lowest tested density gave the fastest individual weight gain (about 2 g weight at day 50) and the earliest sexual maturity. The highest worm biomass (about 30 g at day 50) was obtained at the second lowest density tested. Parameters for the calculation of the optimal density were given. A second comparative trial confirmed that the density had a greater influence than the feeding programme on weight gain and on cocoon production of *Eudrilus eugeniae*.

On the basis of this experimental work a practical system for manureworm production was set up. The necessary infrastructure and the management techniques were described as well as the first results obtained at the Projet Songhai in Porto Novo (Benin), with *Eudrilus eugeniae* and *Eisenia fetida* on a substrate of cow dung.

In a second lecture A. Vorsters (Belgium) reviewed available information on the «Use of manureworms as feed» and provided several data on nutritive value and amino acid composition of manureworms and on the advantages and disadvantages of their use as feed, as well as some results of feed trials where earthworms were used as a protein source for village pigs in Papua New Guinea or for *Tilapia nilotica* or Japanese Quails (*Coturnix coturnix*) or broilers in the Philippines.

Other minilivestock

Brief information was also given on two minilivestock species that are mostly captured in the wild, are much appreciated for their meat and whose potential as farm animals is under investigation: the cricetoma and the tenrec, and on one minilivestock species, the guinea pig, which was domesticated in prehistoric times and is reared for meat production in many parts of the world. The three species belong to the vertebrates.

M. Malekani (Zaire) presented a brief report on his experience of capturing and rearing «cricetoma» (*Cricetomys gambianus*) in captivity. Notwithstanding some taboos, the meat of this giant rat is consumed by people of central Africa either fresh, smoked or salted and, particularly as smoked meat, is considered a delicacy and is presently in high demand.

C. Briard (Réunion) reported on the *Tenrec ecaudatus*, an insect and worm eating mammal, endemic in Madagascar and the Comores and introduced to the Seychelles, Mauritius and Reunion where it is hunted and poached for his meat

(a recipe was also presented). It can reach 40 cm in size, gives birth to litters of 12-15 and, in captivity, has been fed on meat and bananas.

With regard to the guinea pig, a coordinated research programme was set up in Cameroon and Italy: J.D. Ngou Ngou-payou (Cameroon) presented preliminary results of the survey and monitoring programme in course in Cameroon of guinea pig raising in the peri-urban area of Yaoundé and of an in station breeding and feeding trial; M. Cicogna (Italy) briefly reported the preliminary data on performances obtained in a guinea pig experimental colony established in order to compare two breeding systems (inbreeding vs. outbreeding) and two mating rhythms (planned vs. unplanned) and to study feed utilization in this animal.

Conclusions and recommendations

With a very positive attitude and active participation of all the scientists attending the meeting, one full day was reserved for a general discussion and to draft the Seminar's conclusions and recommendations, with due consideration of aspects concerning terminology, sociology, animal requirements, research, education and training needs.

In particular the seminar recommended the adoption of the term «minilivestock» and provided some definitions of this new branch of animal production.

The needs of further applied and adaptive research on little known species and on particular aspects of animal production or health, of a wider exchange of information on minilivestock and the advisability of introducing the existing knowledge on minilivestock into the curricula of the education system were particularly emphasized.

As a means for the dissemination of new information on minilivestock the seminar recommended the promotion of further regional/international meetings and the adoption of the semestrial bulletin of B.E.D.I.M. (Bureau for Exchange and Distribution of Information on Microlivestock), supported by F.A.O. and produced and distributed by ACP-EEC C.T.A. (Wageningen) under the coordination of Prof. J. Hardouin (I.M.T. Prince Léopold, Antwerp).

The information collected at the seminar indicates that minilivestock, and invertebrate farming in particular, may be considered a challenging new branch of animal production of considerable value for rural development, but that further research and experimental work is required for the optimization of the production systems.

M. Cicogna, Italian, Agronomist engineer, Professor.

ERRATUM

Bas de page 89 Volume 10 N°3 adresse** il faut lire:

Institut de Recherches Chimiques, Ministère de l'Agriculture, Steenweg op Leuven, 17 - 3080 Tervuren, Belgique

Effet sur le coconnage du ver à soie en Italie du Nord-est provoqué par l'emploi du fenoxicarb sur des pommiers.

L. Cappellozza* & F. Burlini**

Keywords: Silkworms — *Bombyx mori* — Honeybees — Fenoxicarb — Insegar — Pollution — Biodiversity.

Résumé

En 1988 apparut dans le Nord-est de l'Italie un syndrome de non-coconnage des vers à soie. Il a été prouvé que l'incapacité des larves à filer leur cocon et que la mortalité du couvain d'abeilles étaient liées à la dérive d'un pesticide agricole (Fenoxicarb) à propriété juvénilisante.

L'emploi de ce produit, commercialisé comme INSEGAR®, a été interdit en Italie depuis 1991. Le fenoxicarb a aussi montré une action négative sur d'autres insectes utiles.

L'usage du fenoxicarb peut représenter un grave danger pour la sériciculture, l'apiculture et la biodiversité dans de nombreux pays en développement.

Summary

In 1988 appeared in North-eastern part of Italy the «non-spinning syndrome» of silkworms. It has been experimentally proved that the incapacity of the silkworm larvae to spin their cocoon and the mortality of the *A. mellifera* brood, were connected with the drift of an agricultural pesticide (Fenoxicarb) having juvenilizing action.

The use of this product, commercialised as INSEGAR®, has been forbidden in Italy since 1991.

Fenoxicarb also showed a negative action on other useful insects. The utilisation of fenoxicarb can represent a serious danger for sericulture, apiculture and general biodiversity in many developing countries.

Il n'est nul besoin d'évoquer l'importance de la soie en Italie, principal pays transformateur d'Europe, mais il est peut-être utile de rappeler que dans certaines régions du nord-est se perpétue une activité d'élevage des vers à soie *Bombyx mori* pour la production de cocons.

Bien que cette dernière, soit passée de 50 millions de kilos avant la guerre à seulement 100.000 kilos en 1988, on avait vu apparaître dernièrement un regain d'intérêt qui malheureusement subit les effets négatifs liés au syndrome du «non coconnage ou manque de filature des vers à soie».

La présente note constitue une synthèse des travaux effectués en Italie et dont les résultats détaillés ont été publiés ailleurs (3,4,5).

Ce syndrome se manifeste par :

- Une prolongation du cinquième stade larvaire (chenilles juvénilisées) jusqu'au 17ème-20ème jour au lieu du 8ème-9ème jour.
- Une anomalie anatomo-physiologique de la chenille, accompagnée d'une augmentation considérable de poids.
- L'absence de filature et de fabrication de cocons suivie de la mort de la chenille.

Des épisodes sporadiques avaient été relevés dès 1987 et 1988, mais par la suite, le syndrome a touché uniformément tous les élevages de l'Italie du Nord-est (90% de la production nationale) entre 1989 et 1991.

On est ainsi passé d'une production moyenne de 28 kilos de cocons par case de graines en 1988, à seulement 3,4 kg en 1989 et 4,9 kg en 1990. Il est intéressant de noter que les élevages du sud de l'Italie n'ont pas du tout été affectés par ce syndrome.

La cause de ce phénomène de non-coconnage a été attribuée, à partir de 1989, à la présence de fenoxicarb sur les feuilles de mûrier (1,2,3,4,5).

Le fenoxicarb est un carbamate non neurotoxique, dont la molécule ingérée par la chenille en mangeant les feuilles de mûrier provoque un déséquilibre hormonal, et par conséquent une augmentation du taux hémolympatique d'hormones juvéniles.

Le mécanisme d'action reste encore inconnu, mais on suppose que ce produit empêche la succession normale de signaux hormonaux qui devraient permettre la transformation en insecte adulte, et par conséquence la filature et la transformation en pupe.

Le fenoxicarb, principe actif de l'INSEGAR (nom commercial) a été synthétisé en Suisse, où il est employé comme insecticide depuis plusieurs années, principalement dans les pommiers. Ce produit a été enregistré et introduit en Italie en 1988.

Ses caractéristiques sont :

- efficacité de très longue durée ;
- action à doses très faibles ;
- action par contact et par ingestion ;
- blocage des transformations physiologiques normales des œufs en chenilles ou des chenilles en pupe (effet juvénilisant).

L'Istituto Sperimentale per la Zoologia Agraria/Sezione specializzata per la Bachicoltura de Padoue, en Italie du Nord-est, a également démontré que le fenoxicarb est toxique à très faible dose pour les vers à soie, même par simple dérive due au vent vers des plantations de mûriers depuis des zones fruitières où ce produit est employé. Des résultats expérimentaux ont prouvé par la même occasion que la souche de ver n'est pas en cause, et que des résultats normaux sont obtenus avec des feuilles de mûrier ayant poussé à l'abri de la pollution atmosphérique.

On est ainsi arrivé à la conclusion très importante (confirmée également par le Prof. Chavancy de l'Unité Nationale Séricicole de Lyon — France) que si les doses de fenoxicarb sont

très faibles, les effets du syndrome ne sont critiques que pour le dernier âge (11). En effet, jusqu'au quatrième âge, la chenille peut consommer des feuilles polluées à doses très faibles de fenoxicarb sans que son cycle en soit affecté.

Le phénomène ne dépend en aucune façon de la race élevée, mais on a pu noter des différences importantes selon le type de feuille utilisée (5). On a également remarqué que les groupes élevés sur des feuilles produites en tunnel voyaient le poids du cocon et de la soie augmenter de 10%, ceci probablement lié à un effet de juvénalisation.

On a constaté également que des larves élevées sur des feuilles cueillies en Calabre (Italie du Sud) ont donné des pourcentages normaux de coconnage, alors que les larves élevées sur des feuilles du Nord de l'Italie ont été atteintes par le syndrome. Il faut savoir aussi que les mûriers de la Section Expérimentale de Padoue se trouvent très près d'un centre habité, dans une zone non agricole, à environ 20 km à vol d'oiseau des cultures fruitières les plus proches.

Une situation similaire de non-coconnage en termes de symptôme et gravité, a été relevée en France par le Centre de Recherches Génétiques sur le ver à soie, situé également à plus de 20-30 km de zones arboricoles et au Japon en 1992 par le National Institute of Sericultural and Entomological Science à Ibakaki (8).

La recherche effectuée à Padoue a aussi démontré que le phénomène diminue d'intensité à partir de la mi-juillet, lorsque l'on n'utilise plus que les feuilles apicales des rameaux ou des bourgeons pour nourrir les vers à soie. Cela confirme en passant que le fenoxicarb est cytotrophique et non systémique, les feuilles des jeunes rejets n'étant pas imprégnées de produit.

Le rétablissement de l'équilibre hormonal de l'insecte a aussi été tenté par des administrations contrôlées d'ecdysone exogène, qui aurait dû contrebalancer les effets de l'augmentation du taux hémolymphatique d'hormones juvénisantes. En effet, l'ecdysone est l'hormone de la mue et de la métamorphose, et elle joue un rôle très important dans la transformation de la chenille en insecte adulte.

L'ecdysone a été administrée «per os» et par injection, à des dosages différents et à des périodes différentes du cinquième âge, en essayant de reproduire les fluctuations normales de cette hormone au niveau de l'hémolymph. Toutefois les résultats n'ont pas correspondu aux attentes et pour certaines concentrations on a obtenu une mue larvaire en sur-nombre et non une transformation en insecte adulte (12). Ce résultat confirme d'un point de vue scientifique l'impossibilité d'utiliser l'ecdysone comme «thérapie» possible de ce syndrome.

Les recherches ont conduit la Région des Vénéties à interdire la commercialisation et l'utilisation du fenoxicarb pour protéger la sériciculture locale. Cette interdiction a été élargie à tout le territoire national par le Ministère de l'Agriculture.

On attend que la même décision soit prise au niveau de la C.E.E.

L'interdiction à la vente et à l'utilisation de l'INSEGAR® a été prise par le Ministère de l'Agriculture et des Forêts du Japon en novembre 1992, à la suite des très graves problèmes provoqués par le fenoxicarb à la sériciculture japonaise (8).

Les effets de ces interdictions en Italie ont confirmé les preuves expérimentales. En effet, dès 1992 on a pu vérifier une augmentation de 50% du taux de coconnage. Ces pourcentages encore anormaux sont dus à l'utilisation clandestine de l'INSEGAR® par des fruiticulteurs.

Il faut également ajouter que le syndrome affectant les vers à soie a eu des effets similaires sur l'entomofaune de toutes les espèces en Italie et dans d'autres pays d'Europe.

En Suisse, de nombreuses recherches effectuées au FAM-Section apicole de Liebefeld, Berne, ont démontré des troubles hormonaux et des malformations morphologiques sur les nymphes et les jeunes abeilles. Le pollen des fleurs contaminées par l'INSEGAR® utilisé comme nourriture au stade larvaire le plus sensible, provoque des malformations de gravités différentes. Pour les nymphes, la mortalité la plus élevée a été enregistrée pendant les dix à vingt jours suivant le traitement. Par contre les butineuses ne présentent à aucun moment de réaction particulière, ni immédiatement après le traitement ni dans les quinze jours suivants (6-7).

Sur la base de ces données, l'homologation de l'INSEGAR® a été modifiée en 1987, et il figure dès lors parmi les produits nocifs pour les abeilles dont l'application est interdite pendant la floraison.

Des résultats similaires sur le développement embryonnaire des abeilles ont été constatés en Italie (9).

Les chercheurs italiens ont aussi constaté une prédisposition des ruches contaminées par le fenoxicarb à la Peste Européenne et à la «sac brood» virose. On a également observé divers effets secondaires du fenoxicarb :

- il empêche la pupaison et l'éclosion des œufs de cochenilles comme *Chilocorus bipustulatus* (10) utilisées pour la lutte biologique ;

- il a une action négative sur certains animaux de proie (*Rodolia cardinalis* (12) et insectes parasites des denrées alimentaires (*Galleria mellonella* et *Tenebrio molitor*) (11) ;

- il est dangereux pour la *Chrysoperla* (Neuroptère) et pour *Anthoceros* (Hétéroptère) (11).

Une dernière considération très importante concerne le danger potentiel de ce produit chimique pour les pays tropicaux caractérisés par une importante biodiversité et un écosystème très fragile. L'introduction d'un nouveau produit pour le traitement antiparasitaire contre une espèce d'insectes affectant des productions agricoles pourrait avoir des conséquences très graves sur beaucoup d'autres espèces nécessaires au maintien de l'écosystème et indispensables à l'agriculture en général. Pour certains pays asiatiques où la sériciculture ou/et l'apiculture jouent un rôle très important dans l'économie de milliers de petits producteurs, l'utilisation de ces produits encore insuffisamment testés est susceptible d'avoir des conséquences économiques graves pour l'économie locale (agriculture, artisanat et industrie). Pour la sériciculture et l'apiculture, les données existantes sont suffisantes pour démontrer le danger de ce produit. Des recherches plus approfondies sont encore nécessaires pour d'autres espèces d'insectes.

Une information constamment mise à jour est indispensable pour faire connaître à tous les niveaux et dans tous les pays les résultats des recherches en ce domaine.



Photo 1. Elevage de vers à soie - Bacnotan, DMMM State University, Philippines, 1991

Larves de *Bombyx mori* se nourrissant de feuilles de mûrier.

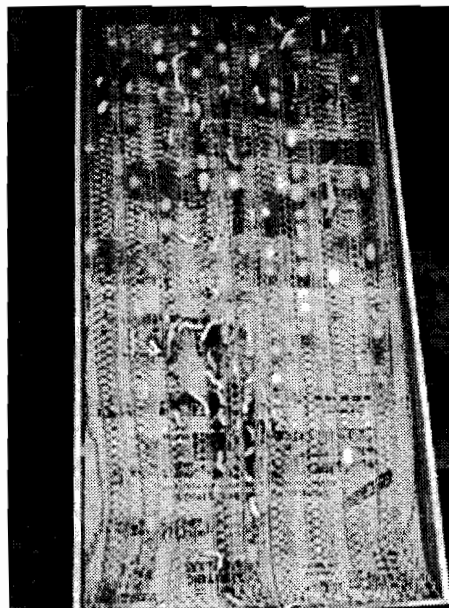


Photo 2: Elevage de vers à soie - Philippines, 1991

Tiroir avec cocons de diverses souches et quelques larves.

Cocon jaune = 800 m fil de soie ; cocon blanc = 1.000-1.500 m fil

Références bibliographiques

1. Arnò C., Arzone A., 1991. Azione di clofentezine, cycromazine, diflubenzuron, fenoxicarb, sesamex, teflubenzuron su *Tenebrio molitor* L. e *Galleria mellonella* L. — Ann. Fac. Sci. Agr. Univ. Torino, **XVI**: 177-191.
2. Arzone A., Dolci M., Marletto F., 1989. Rilevamento di fenoxicarb su foglia di gelso — Apicoltore Moderno., **80**: 147-152.
3. Cappellozza L., Miotto F., Moretto E., 1990. Effetti del Fenoxicarb a basse concentrazioni sulle larve di *Bombyx mori* (Lepidoptera Bombycidae) — Redia **LXXIII** (2): 517-529.
4. Cappellozza L., Cappellozza S., Miotto F., 1992. Ulteriore verifica sperimentale dei danni da fenoxicarb sui bachi da seta — L'Informatore Agrario, **XLVIII** (14): 41-44.
5. Cappellozza L., Burlini F., 1992. Inquinamento da fenoxicarb e influenze sulla sindrome del «mancato imbozzolamento del baco da seta» nel nord-Italia. **IX** (10): pagg. 14-16.
6. Gerig L., 1990. News about the use of Insegar (Fenoxicarb) in Switzerland — Proc. 4th Int. Sym. harmoniz. methods testing toxicity pesticides to bees, Rez (Prague), 15 - 18 May, 74-75.
7. Gerig L., 1991. La signification de l'Insegar pour l'apiculture et l'arboriculture — Journal Suisse d'Apiculture, N. 6-7-8.
8. Kawakami K., 1992 - Communication personnelle — 7 Décembre.
9. Marletto F., Arzone A., Dolci M., 1992 - Azione di fenoxicarb sulla covata dell'ape - Apicoltore moderno - Vol. **83**, 209-218.
10. Peleg B.A., 1983. Effect of 3 insects growth regulators on larval development, fecundity and eggs viability of the coccinellid *Chilocorus bipustulatus* (Col. Coccinellidae) Entomophaga, **28**: 117-121
11. Plantevin, G., Greniers, S. & Chavancy, G., 1991. Effects of an Insect Growth Regulator, fenoxicarb, on the post-embryonic development of *Bombyx mori* (Lepidoptera, Bombycidae). C.R. Acad. Sci. D., **313**, 513-519.
12. Sbrenna G., Leis M., Cappellozza S., Cappellozza L., 1992. Effetti della somministrazione di ecdisteroidi su larve «non filanti» di *Bombyx mori* (Lepidoptera bombycidae) REDIA **LXXV** (1): 188-202.
13. Viggiani G., Loia M., 1991. I rischi alla lotta con gli insetti dannosi con i regolatori di crescita. L'Informatore Agrario, **XLVII** (47). 67-69.

L. Cappellozza, Italien, Professeur (Ingénieur agronome, Directeur de l'Institut sperimentale per la Zoologia agraria - sezione specializzata per la Bachi-coltura. Padova via dei colli, 28 - 35148 - Padova

F. Burlini, Italien, Docteur (Méd. Vétérinaire), Consultant en sériciculture. Piazza raguso, 36 int. 13-00182-Roma (ex-éleveur, ex-cadre associé FAO de vers à soie).

L'écotourisme dans la Région Nord de la République Centrafricaine.

J.F. Plumier*

Keywords: Ecotourism — Wildlife management — Central African Republic.

Résumé

Dans le but de préserver les écosystèmes de la Région Nord, le Gouvernement Centrafricain et la Commission des Communautés Européennes financent, dans le cadre du sixième Fonds Européen de Développement, le «Programme de Développement de la Région Nord» en Centrafrique. Dans le contexte d'une exploitation rationnelle et durable des ressources naturelles visant à leur conservation à long terme, le P.D.R.N. a mené une étude préalable à l'aménagement écotouristique de la zone de protection intégrale de la rivière Sangha.

Summary

In order to preserve the ecosystems in the Northern Region, the Central African Government and the European Communities Commission are financing, within the 6th European Fund for Development, the «Northern Region Development Program» in the Central African Republic. In a context of a rational and sustainable use of the wildlife resources for a long term preservation, the N.R.D.P. has led a preliminary study for the management of ecotourism in the protected area of the Sangha river.

Introduction

Le Programme de Développement de la Région Nord s'étend sur les préfectures du Bamingui-Bangoran et de la Vakaga (105.000 km²) et se situe donc dans les domaines phytogéographiques médio-soudanien et soudano-sahélien. Malgré une faible densité de population humaine (0,5 habitant/km²), le patrimoine naturel de la Région Nord est loin d'être hors de danger. En effet, cette région est en proie à 3 grandes menaces ; la sécheresse, l'invasion incontrôlée du bétail soudanais et tchadien et enfin le braconnage commercial agissent en synergie de manière dévastatrice. La baisse de pluviométrie fragilise les formations végétales et facilite le braconnage du fait d'une concentration de gibier autour des points d'eau. Le bétail, outre la compétition avec la faune sauvage sur des pâtures déjà maigres, n'est pas vacciné, entraînant des épizooties et décimant ainsi certaines populations d'ongulés sauvages. Le braconnage pour la viande et surtout pour l'ivoire, les trophées, les peaux, ... s'est très fortement accentué durant les années 80. Citons les exemples d'une part de l'éléphant dont on estime que 7.800 des 10.400 individus recensés auraient été abattus entre 1982 et 1985, et d'autre part du rhinocéros noir dont la plus importante population subsistant au nord de l'équateur a été totalement exterminée durant cette même période.

Face à ces agressions de plus en plus destructrices, en juin 1986, le Ministre des Eaux, Forêts, Chasses, Pêches et du Tourisme a présenté une proposition de programme à la Commission des Communautés Européennes (C.C.E.). Elle a débouché sur un protocole d'accord signé entre le gouvernement de la République Centrafricaine et la C.C.E., le 22/09/1987 et sur une convention de financement intitulée : «Programme de Développement de la Région Nord»

(P.D.R.N.). Ce programme a coûté 26,5 millions d'Ecus dont 1,5 à charge de la République Centrafricaine et les 25 millions d'Ecus restants financés par le sixième Fonds Européen de développement.

La première phase du P.D.R.N. a débuté en avril 1988 et s'est achevée en avril 1992. La première étape est d'abord de tenter de mettre fin aux dégradations et de protéger le milieu vis-à-vis de celles-ci. Ici, il s'agit surtout de la lutte anti-braconnage, mesure nécessaire à court terme, mais sans garantie pour l'avenir. Parallèlement, le P.D.R.N. établissait ses infrastructures de base préalables à toute action de développement : construction de bâtiments, création et réhabilitation de pistes et de ponts, réalisation de points d'eau et amélioration de la sécurité alimentaire et mettait sur pied le suivi écologique. La seconde étape a pour objectif une préservation à long terme du patrimoine naturel de la Région Nord. Cela peut s'envisager grâce à une exploitation rationnelle et durable des ressources naturelles en respectant les lois régissant l'équilibre des écosystèmes, au profit et avec la participation des populations locales.

C'est dans cette optique de valorisation que différentes techniques de gestion ont été expérimentées. Citons les expériences de ranch villageois, d'amélioration de la chasse, de la pêche, de la récolte de miel et des modes de transformation et de conservation des produits recueillis. Cet article concerne plus particulièrement la tentative d'implantation de l'écotourisme dans la zone de protection intégrale de la rivière Sangha. Une étude préalable a été menée par une équipe de 4 chercheurs (2 ingénieurs des eaux et forêts centrafricains du Ministère des Eaux, Forêts, Chasse, Pêche & Tourisme et 2 étudiants ingénieurs agronomes des eaux

* 66, rue St-Sauveur, B-9600 Renaix, Belgique.

Reçu le 18.06.93 et accepté pour publication le 05.07.93.

et forêts belges de la Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux) de février à mai 1992.

Analyse de la situation

Le projet d'aménagement de la zone de protection intégrale de Sangba (400 km²) a débuté par une analyse de ses possibilités initiales. Les recherches de terrain ont surtout été orientées vers des études de la végétation et de la faune de Sangba.

En ce qui concerne la végétation, la première démarche a été de réaliser une étude floristique avec constitution d'un herbier de référence. Par après, de nombreuses mesures ont été effectuées dans différentes placettes pour caractériser les types de formations végétales de Sangba. Afin d'orienter les choix de l'aménagement et de servir de base à des recherches scientifiques à venir, une cartographie des types de formations végétales de Sangba a été réalisée sur base de photos aériennes.

Pour ce qui est de la faune, les investigations ont surtout été axées sur les grands mammifères, mais une étude complémentaire concernant les lépidoptères diurnes a aussi été menée du fait de l'intérêt écotouristique de ces insectes. Un aménagement tenant compte de la grande faune demande au moins la connaissance des espèces présentes et en quelle quantité, mais aussi de leur comportement social et territorial. Ainsi, une analyse pragmatique des différentes techniques de recensement appliquées aux diverses formations végétales de la zone a été effectuée. Dans le même temps, de nombreuses observations éthologiques étaient réalisées, en particulier pour les espèces se trouvant en limites de leur aire de répartition.

Il est apparu de ces recherches que le plus grand intérêt de l'aire protégée de Sangba réside sans conteste dans la grande diversité des formations végétales et de la faune présentes sur une surface aussi réduite. En effet, il est assez remarquable de pouvoir observer à quelques kilomètres à peine des espèces typiques de savanes (le bubale, *Alcelaphus buselaphus*; le cob de Buffon, *Kobus kob*; le singe rouge, *Erythrocebus patas*...) et des espèces typiques de forêts denses humides tropicales (le bongo, *Tragelaphus euryceros*; le céphalophe à dos jaune, *Cephalophus sylvicultor*; les cercopithèques ascagnes, *Cercopithecus ascanius*; les pogonias, *Cercopithecus pogonias*; et le hocheur, *Cercopithecus nictitans*; ...) subsistant dans les forêts galeries de Sangba. Cette région constitue donc un immense «écotone», une zone charnière entre la forêt dense humide tropicale au Sud et les steppes sahéliennes au Nord. On y retrouve bien sûr des espèces cosmopolites africaines: le lion, *Panthera leo*; l'éléphant, *Loxodonta africana*; le buffle, *Syncerus caffer*; mais aussi des espèces orientales, occidentales et endémiques. On y rencontre la plus grande des antilopes, l'élan de Derby, *Tragelaphus oryx derbianus*; dont l'aire de répartition est de plus en plus réduite.

La principale caractéristique écologique de Sangba est donc sa grande biodiversité. Les résultats des inventaires de la grande faune ainsi que nos nombreuses observations sur le terrain nous portent à croire que la région est actuellement sous-peuplée par rapport à son potentiel. Il ne faut pas oublier en effet que la réserve est située en plein centre de l'ancien «secteur rhino» et que le braconnage y a sévi



Elan de Derby à proximité du campement écotouristique

longuement et de manière intensive. L'objectif de départ sera donc de permettre aux écosystèmes de retrouver un équilibre satisfaisant. Pour le moment, la zone de protection intégrale de Sangba bénéficie d'une lutte antibraconnage efficace et l'on peut envisager un mode d'exploitation qui valorisera les ressources naturelles sans les dégrader. Le tourisme de vision, sans prélèvement, peut réunir ces objectifs de protection et de valorisation, mais il est exclu de l'organiser en masse du fait de l'absence de l'infrastructure touristique luxueuse et du coût des transports en R.C.A., des faibles densités animales, et des dégradations associées à une surfréquentation humaine.

L'écotourisme

L'écotourisme résulte de la convergence de deux tendances. La première provient de l'évolution d'une préservation pure et dure, encore appelée parfois «conservatisme», vers une conservation s'associant à la valorisation des ressources, au développement économique. Les aires protégées doivent être rentables comme le souligne l'expression kényenne «Wildlife pays so wildlife stays», mais en plus leur conservation doit intégrer les populations rurales dépendantes des ressources naturelles. La seconde tendance est un énorme changement dans la manière dont les gens prennent leurs vacances. Il y a une demande croissante d'un tourisme d'aventure, de nature, mais où l'on participe, on apprend au sujet des écosystèmes, des espèces en danger, des méthodes de conservation. L'écotourisme est aussi issu de la réaction face au tourisme de masse qui réduit fortement l'aventure et la participation recherchées par beaucoup de touristes actuels et qui augmente aussi la dégradation du

patrimoine naturel. Le tourisme de masse entraîne donc fréquemment l'insatisfaction des gestionnaires et des touristes. Bien qu'il ne possède pas les défauts du tourisme de masse, l'écotourisme n'en reste pas moins une forme de tourisme, c'est-à-dire une source de revenus parfois instable, fonction de nombreux facteurs externes naturels ou politiques.

Il faut aussi être vigilant quant à la destination des revenus financiers qui peuvent échapper à l'économie locale, s'il n'y a pas de normes légales mises en place pour l'éviter.

L'écotourisme est basé sur l'attraction des touristes par les richesses naturelles et cela n'est possible que si celles-ci sont bien protégées et gérées. Cela signifie souvent un nombre limité de visiteurs, une capacité fixée et un accès contrôlé. Un équilibre entre la satisfaction des visiteurs et les besoins de conservation constitue la condition sine qua non d'un écotourisme réussi. Un aménagement rationnel est donc essentiel.

L'écotourisme nécessite d'abord des infrastructures d'accueil c'est-à-dire un campement adéquat et judicieusement positionné. Ainsi, un campement touristique a été construit en dur à l'aide de matériaux locaux, le tout étant très discret et en parfaite harmonie avec l'environnement naturel dans une très belle zone d'escarpement, au bord de la rivière Sangba et de ses cascades rafraîchissantes, et à côté de deux salines régulièrement fréquentées.

A l'opposé du tourisme de masse qui recherche un confort maximum (piscine ...), l'exigence première de l'écotourisme n'est pas un logement luxueux et douillet; l'écotourisme est avant tout une personne passionnée et avide de découvertes. Pour y satisfaire, deux facteurs fondamentaux à tout écotourisme vont intervenir et ils se résument en un seul mot: le guide, aussi bien la personne que le livre. La personne devra être un national parlant le français, le sangho et l'anglais, connaissant parfaitement la zone, sa flore et sa faune ainsi que le fonctionnement des écosystèmes. C'est aussi lui qui s'occupera de l'organisation du campement et qui adaptera les circuits aux circonstances du moment. Sa formation devrait débuter avec la phase suivante du programme. Le livre, Guide de la Région Nord, est en cours de préparation. Il comporte une introduction au biotope de la réserve, une description de la végétation, de la faune et de son écologie ainsi qu'une approche à la politique de protection et de gestion en région Nord de la République Centrafricaine. Il reprendra aussi les différents circuits proposés et les sites remarquables de la région. Il peut se consulter sur le terrain et constituera aussi une source de souvenirs. Ces deux aides devraient permettre une meilleure interprétation et compréhension des phénomènes naturels, et remplir ainsi le visiteur d'un plus grand sens d'émerveillement et de curiosité pour le milieu naturel et sa protection.

La densité de la grande faune devrait augmenter du fait de la poursuite d'une lutte anti-braconnage efficace et de l'aménagement de salines. Quant à l'approche des animaux, elle est facilitée par la réalisation de sentiers et de pistes, mais aussi par la construction de miradors. Une période de préparation de trois à quatre ans semble nécessaire à la réalisation d'études complémentaires concernant les écosystèmes, le marché de l'écotourisme et ses aspects socio-économiques. Le plan d'aménagement ainsi que le

guide de la zone de protection intégrale de Sangba sont déjà en cours de rédaction. Par ailleurs ce temps de maturation rendra possible la formation du guide responsable du campement et de l'accueil, et permettrait de retrouver des densités normales de faune et des comportements peu farouches. Enfin, l'écotourisme à Sangba pourrait être couplé avec d'autres sites de la Région Nord comme ceux d'Idongo, de la rivière Gounda, de la mare de Gatta, ...

Conclusion

Des investigations botaniques et faunistiques ont pu démontrer que, comme la Région Nord de la République Centrafricaine, la zone de protection intégrale de Sangba pouvait être considérée comme exceptionnelle de par son importante richesse biologique. Mais l'existence de ce patrimoine naturel de grande diversité est mise en danger. Face aux menaces de dégradations et de destructions, le «Programme de Développement de la Région Nord» tente de préserver et de valoriser les ressources naturelles. Cela n'est possible qu'avec la participation et au profit des communautés rurales, celles-ci protégeant ce qui les concerne, leur appartient, leur rapporte. Il s'agira donc d'encourager les villageois et de leur apporter conjointement une formation indispensable à leur développement.

C'est dans ce contexte que l'écotourisme devra se réaliser. Grâce à un aménagement rationnel et pragmatique, il aura un impact humain favorable, tant au niveau des populations locales que des touristes et permettra de préserver durablement ces écosystèmes qui n'ont pas encore fini de nous émerveiller.

Pour plus d'informations, les publications suivantes peuvent être consultées:

d'Espiney, T., Tello, J., Delvingt, W., 1993. Le «Programme de Développement de la Région Nord» en République Centrafricaine.

L'expérience de la Zone Pilote de Sangba. Cahiers Forestiers de Gembloux **9**, 21 p.

Hecq, J., Peeters, J., 1992. Etude faunistique de la Zone de Protection totale de la Sangba. Revue d'entomologie générale **4** (supplément), 1-16.

Peeters, J., Plumier, J.-F., 1992. Aménagement écotouristique de la réserve de Sangba (République Centrafricaine) Thèse de fin d'études, Faculté des Sciences Agronomiques Gembloux, 157 p.

Remerciements

La proposition d'aménagement écotouristique de la zone de protection totale de Sangba s'est déroulée dans le contexte d'un travail de fin d'étude commun présenté en septembre 1992 par Jacques Peeters et moi-même, étudiants en 3e Ingénieur Eaux et Forêts à la Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux. Notre travail fut une réussite et nous en sommes reconnaissants à un grand nombre de personnes. Deux pages de notre T.F.E. sont ainsi consacrées aux remerciements. Je me contenterais ici de plus de brièveté en réitérant simplement toute notre gratitude à W. Delvingt, professeur à l'unité d'enseignement et de recherches de Sylviculture au département des Eaux et Forêts de la Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux.

INTEGRATED LIVESTOCK-FISH PRODUCTION SYSTEMS

Proceedings of the FAO/IPT Workshop on Integrated Livestock-Fish Production Systems,
16-20 December 1991, Institute of Advanced Studies,
University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia.

Chief Editor: T.K. Mukherjee
Published by
Organising Secretariat
FAO/IPT Workshop on Integrated
Livestock-Fish Production Systems
c/o Institute of Advanced Studies
University of Malaya
Kuala Lumpur,
1992

Plenary Papers

Livestock-fish-crop integration in Malaysia (18-26) — Integrated farming of fish and livestock: Present status and future development (27-34) — Regional review on livestock-fish production systems in Asia (35-40) — A study on integrated duck-fish and goat-fish production systems (41-48) — Role of algae in livestock-fish integrated farming systems (49-56) — Nitrogen metabolism in fish-cum-livestock ecosystems (57-63) — Fish production in integrated farming systems (64-71) — Integrated animal-fish-mixed cropping systems (72-77) — Carbon pathways, bioenergetic efficiencies and energy cost in fish-cum-livestock ecosystems (78-84)

Country Papers

Rice-fish integration in Malaysia: Present status and future prospects (85-91) — Integrated livestock-fish farming systems in Thailand (92-94) — Integrated livestock-fish production system in the Philippines (95-100) — Duck-fish integration in Vietnam (101-102) — Integrated livestock-fish production in China (103-106) — Prospects and retrospect of integrated livestock-fish aquaculture in India under Asian context (107-112) — Present status and future of integrated livestock-fish farming in Sri Lanka (113-117) — Integrated livestock-fish farming: Bangladesh perspective (118-121) — Integrated fish-crop-livestock production system: Problems and prospects in Pakistan (122-126)

Free Communication Papers

Fish parasites in integrated farming systems (127-134) — Integration of duck-cum-fish farming systems (135-139) — Economic aspects of integrated livestock-fish and production system in comparison to livestock and monoculture system (140-143) — Some economic aspects of integrated livestock-fish farming in Sri Lanka (144-148)

BIBLIOGRAPHIE

BOEKBESPREKING

BIBLIOGRAPHY

BIBLIOGRAFIA

L'élevage d'aulacodes au Zaïre.

M. Van de Velde

Administration Générale de la Coopération au Développement, Place du Champ de Mars, 5 Bte 57 — B.1050 Bruxelles — Belgique.

Publication agricole N° 27, 1991 ; 92 pages avec 2 diagrammes, 3 tableaux, 21 dessins et 25 photos en couleurs. Disponible gratuitement sur simple demande écrite auprès de l'A.G.C.D.

Le projet «Développement du petit élevage en région de Kasongo au Zaïre» fut un projet de la Coopération Agricole Belgo-Zaïroise. L'Etat Belge, représenté par l'Administration Générale de la Coopération au Développement (A.G.C.D.) a assuré le financement. La responsabilité scientifique et, dès lors, la coordination des activités prévues, fut assurée par l'Unité de Zootechnie Tropicale (Département de Production et Santé Animales) de l'Institut de Médecine Tropicale (I.M.T.), Prince Léopold, à Anvers.

Le projet a démarré en octobre 1986 et a pris fin, prématurément, en juillet 1990.

L'objectif final de ce projet d'encadrement du petit élevage (chèvres, moutons, poules, porcs, ...) fut la prise en charge par les populations intéressées de tout un éventail de moyens susceptibles d'améliorer ces élevages, d'entraîner une augmentation des productions, de provoquer un progrès au niveau nutritionnel et donc finalement de favoriser le développement économique de la région.

Quelques travaux de recherche appliquée étaient également prévus dans le cadre du projet. C'est dans ces activités complémentaires que se situent les expériences du projet en matière d'élevage d'aulacodes.

L'objectif, en domestiquant et en élevant ce rongeur, fut d'offrir à la population locale une solution susceptible d'être intéressante et pouvant s'ajouter à l'élevage de cobayes et de lapins, connu à Kasongo, mais peu ou pas pratiqué. Cette tentative «d'élever des animaux sauvages» fut traitée avec beaucoup de scepticisme par les autorités locales et même par certains coopérants. Cet élevage leur apparaissait comme une expérience aux frais du Zaïre ou un passe-temps inutile.

«Tout n'a pas été facile cependant, car l'éloignement de toute source d'informations a souvent contraint à des improvisations. Le démarrage de cette expérience fut caractérisé par une mortalité élevée. Par contre, je me souviens encore très nettement de la première mise bas en captivité. Les travailleurs avaient orné de quelques fleurs la cage de la femelle qui avait mis bas. La naissance de ces quatre nouveau-nés était pour tous la preuve que l'élevage de ce rongeur de «chez eux» était possible. Après trois ans et demi d'expérience, durant lesquels j'ai appris pas mal de choses, on peut être fier de la réussite de ce nouvel élevage. L'aulacodiculture est actuellement connue dans la région et elle est tellement bien acceptée par la population citadine que la demande de jeunes animaux pour l'élevage dépasse largement l'offre.»

Le présent document est une synthèse des résultats obtenus et des différentes techniques développées et/ou utilisées par le projet durant l'élevage de ce gros rongeur africain. Il n'est nullement le résultat de recherches scientifiques. La version actuelle est une adaptation d'une première version destinée aux paysans/vulgarisateurs de Kasongo. Cette adaptation paraissait nécessaire à cause de l'intérêt plus large, vu les multiples demandes d'informations sur cet élevage, et des travaux en cours en divers endroits (Bénin, Togo, Allemagne). Le document est tenu volontairement simple pour un usage technique par un plus large public. Le but est d'offrir à tous les éleveurs et à tous les intéressés un instrument de travail qui pourra contribuer à la propagation et la réussite de cet élevage, et à réduire les erreurs et les incidents inévitables quand on débute sans disposer de références.

Cet opuscule est extrêmement attrayant par sa présentation très claire, les schémas fort éloquentes et les remarquables photos. Il s'agit vraiment d'un petit manuel technique très concret (cages, enclos, alimentation, reproduction, manipulation, conduite de l'élevage, ...) dont les éleveurs tireront certainement profit. L'auteur y a montré ses compétences didactiques et a mis à profit tout ce qu'il a réalisé lui-même, car ses remarques et recommandations sont celles d'un homme qui a manipulé les animaux, mais a aussi tenu compte des travaux faits ailleurs.

A recommander !

Manuel de Laboratoire de Pédologie.

Méthodes d'Analyses de Sols et de Plantes, Equipements, Gestion de Stocks de Verrerie et de Produits Chimiques.

J.M. Pauwels, E. Van Ranst, M. Verloo & A. Ze Mvondo

Publication Agricole N° 28, 1992; 266 pages.

Administration Générale de la Coopération au Développement. A.G. Building, Place du Champ de Mars, 5 Boîte 57, 1050 Bruxelles Royaume de Belgique et le Ministère de l'Enseignement Supérieur, de l'Informatique et de la Recherche Scientifique. Centre Universitaire de Dschang INADER, B.P. 222 Dschang République du Cameroun.

Disponible gratuitement sur simple demande écrite à l'A.G.C.D. — Bibliothèque ou à Tropicultura, c/o A.G.C.D. - Bur. 509.

Ce manuel de laboratoire a été rédigé dans le souci de servir de guide pratique et détaillé des travaux de laboratoire de pédologie. Il s'adresse donc tout particulièrement aux étudiants, laborantins, chercheurs, agronomes et pédologues qui sont directement confrontés avec les analyses de sols et de plantes, soit en les effectuant de leurs mains, soit par la gestion du laboratoire ou encore comme utilisateur des résultats d'analyses pour une meilleure connaissance de la nature des sols, de la fertilité et de l'état nutritif du végétal. Ce livre «de paillasse» tend en même temps d'être une fenêtre pour toute personne qui s'intéresse à la pédologie et à la fertilité et qui veut jeter un coup d'œil dans l'atelier analytique de ces deux disciplines bien proches.

La première partie est consacrée aux analyses de sols et commence par le chapitre sur l'échantillonnage. Les «où?», «quand?» et «comment?» des prélèvements d'échantillons — base absolue d'un bon résultat d'analyse — y sont expliqués en fonction du but de l'analyse tout en laissant au pédologue de terrain le soin d'indiquer les emplacements et horizons à échantillonner. La préparation d'échantillons en vue de leur analyse et la détermination des éléments grossiers sont traitées dans le second chapitre.

Le choix des analyses a été guidé par leur intérêt pratique: c'est-à-dire leur contribution à la caractérisation de la fertilité et du comportement physico-chimique du sol tout en respectant un rapport «valeur du résultat sur coût de l'analyse» favorable. Il s'agit (i) des analyses dites «de routine», nécessaire pour une caractérisation générale des sols: pH, azote total, matière organique, capacité d'échange cationique, bases échangeables, phosphore assimilable et texture; (ii) des analyses physiques concernant la structure et l'économie en eau: teneur en eau, densité apparente et réserve d'eau utile; (iii) des analyses spécifiques aux sols particuliers du Cameroun et des régions tropicales et sahéliennes: acidité échangeable, sesquioxides, carbonates, salinité et sels solubles; (iv) des analyses complémentaires de la fertilité chimique: azote minéral, différentes formes du phosphore et les nutriments S, Fe, Mn, Zn, Cu, et B; et (v) l'analyse de quelques métaux lourds nocifs pour l'environnement: Pb, Ni, Co, Cr et Cd. A ces analyses s'ajoute le fractionnement granulométrique comme préparation d'échantillon aux analyses minéralogiques par un laboratoire spécialisé.

Chaque description d'analyse est tissée sur une même trame: le principe analytique, les besoins en réactifs, appareils et verrerie, le mode opératoire et le calcul du résultat; le tout lardé de remarques d'ordre technique, pratique et quelquefois théorique. Selon le paramètre, une ou plusieurs méthodologies de techniques d'extraction et de dosages des éléments sont proposées; le choix dépendra de la qualité analytique (précision et exactitude), de la complexité des manipulations et des moyens du laboratoire.

Les analyses de plantes, décrites dans la partie II, sont devenues indispensables dans l'étude de la fertilité du sol. L'état nutritif minéral d'une plante de culture est — ensemble avec la production — l'intégrateur de la biodisponibilité des éléments essentiels dans le sol pour l'espèce végétale étudiée sous les conditions météorologiques au cours de la période de croissance.

Tout comme pour les analyses de sols, l'échantillonnage et le traitement d'échantillon occupent la première place vu leur grande influence sur le résultat final. Ce chapitre traite surtout la façon de prélever et les précautions à prendre contre la contamination de l'échantillon. En ce qui concerne le stade de croissance et la partie végétale à prélever, ce texte se limite à donner quelques règles générales; seul le nutritionniste végétal et les ouvrages ou articles spécialisés sont à même de répondre de façon précise aux «quand et quoi échantillonner?» en fonction de l'espèce et parfois la variété culturale.

La caractérisation de l'état minéral des plantes comprend plusieurs analyses: la matière sèche et la teneur en cendres, l'azote, la minéralisation selon différentes méthodes en fonction de l'élément ou groupe d'éléments à doser, les dosages des éléments majeurs, des oligo-éléments à l'exception du molybdène, de quelques métaux lourds nocifs et des chlorures. La description des analyses de plantes a été faite de manière analogue à celle des analyses de sols.

La gestion des moyens matériels de laboratoire est donnée dans la partie annexe moyennant des listes de produits chimiques, appareils, accessoires, outils et verrerie avec les analyses concernées. Les besoins en produits chimiques ont été calculés par analyse pour 100 dosages tandis que les estimations des besoins en matériel et verrerie ont été faites pour une capacité d'un millier d'échantillons de sols et de plantes par an.

Chacune des 2 parties (Analyses de Sols — Analyses de plantes) suit à peu près la même présentation: échantillonnage, pH, azotes, capacités d'échange P, Ca, K, Na, ... La 4 annexes ne sont pas moins intéressantes: Liste des produits chimiques — Besoins en produits chimiques — Liste du matériel — Besoins en matériel.

Excellent ouvrage de référence pour les hommes de laboratoire.

Substances naturelles actives — Afrique. Annuaire pour la Recherche et le Développement.

P. Cabalion et E. Aschehoug, 116 pages Din A4, 1992.

Publication du ReMeD (Réseau Médicaments et Développement), 7, rue du Fer à Moulin, F—75005 Paris, France. Avec l'appui et l'aide des Ministères de la Coopération et du Développement, du Ministère des Affaires Etrangères, de l'A.C.C.T. et de l'O.R.S.T.O.M. Prix: 700 BEF.

Cet annuaire a pour but de réunir les informations permettant d'identifier et de faciliter les contacts entre les acteurs de la recherche, de la valorisation, du commerce, de la législation, de l'information, ... concernant les plantes médicinales africaines. Ce répertoire permet de retrouver les adresses complètes, les caractéristiques principales et l'intérêt/compétence d'institutions, laboratoires, sociétés, spécialistes par trois portes d'entrées: types d'activités, sigles et intitulés, adresses.

La zone géographique annoncée correspond à l'Afrique (sauf l'Afrique du Sud) et les régions francophones d'Europe. Un index taxonomique énumère les plantes envisagées et renvoie aux adresses où elles sont traitées. Il n'y a pas d'index des produits actifs.

La conservation des plantes sauvages apparentées aux plantes cultivées.

par Erich Hoyt

traduit par Pierre Roche, Michel Chauvet & André Clavier avec l'aide du Bureau des ressources génétiques (B.R.G.)

Publié en association par : Conseil International des ressources phytogénétiques (I.B.P.G.R.), Union Mondiale pour la Nature (U.I.C.N.) et Fonds Mondial pour la Nature (W.W.F.)

Cet ouvrage de 52 pages en format (25,5 x 19) est disponible au WWF International, Avenue du Mont Blanc, CH-1196 Gland, Suisse, au prix de FB 120 plus frais de port.

Ce petit fascicule de vulgarisation fait le bilan des connaissances actuelles en matière de plantes sauvages en tant que ressources génétiques. Il est agrémenté d'exemples, de schémas et de très belles photos en couleur.

Il est utile de rappeler que «la conservation des plantes sauvages apparentées aux plantes cultivées est importante, comment elle peut être réalisée et quelles sont les actions à entreprendre dans ce but». L'auteur décrit tous les aspects de cette conservation depuis l'identification des plantes sauvages à l'origine des plantes cultivées jusqu'aux moyens mis en œuvre pour y arriver, avec leurs avantages et leurs inconvénients.

On ne peut mieux rendre compte de tous les points soulevés par l'auteur qu'en donnant la table des matières, à savoir :

1. — Comment nos plantes cultivées se sont développées (Naissance de l'agriculture - Plantes sauvages apparentées (PSA) - Régions où est née l'agriculture et où les plantes cultivées se sont diversifiées - Flux de gènes entre plantes cultivées et leurs parents sauvages - Arrivée des variétés à haut rendement - Promenade à travers le paysage génétique - Gamme des ressources génétiques - Dangers de l'uniformité génétique - Restauration de la diversité génétique).
2. — Gènes utiles des espèces sauvages (Lutte contre ravageurs et maladies - Rendements élevés, bonne valeur nutritive, goût agréable - Problèmes d'utilisation des gènes sauvages - Promesses des PSA - Menaces sur les PSA).
3. — Conservation des PSA dans les banques de gènes (Banques de graines - Collections au champ - Cultures de tissus).
4. — Conservation des PSA dans la nature (Importance des enquêtes écogéographiques pour une bonne conservation - Système de classification en pool génique - Etablissement de l'inventaire: quelles sont les PSA déjà protégées? - Gestion des données - Réserves de la biosphère - Réserves génétiques et réserves naturelles: vers un terrain d'entente - Réserves génétiques spécialement conçues pour les PSA).
5. — L'avenir des PSA: que pouvons-nous faire? (D'une façon générale - Conservation ex situ - Conservation in situ - Moyens de conservation des PSA).

Le livre est complété par la bibliographie, assez réduite et ne reprenant que les ouvrages en français consultés, ainsi que par un index des termes utilisés et la description de l'IBPGR, de l'UICN, du WWF et du BRG.

G. Chauvaux

Le chemin des villages

Belloncle Guy. Ed. L'Harmattan/ACCT, 286 pages; ré-édition.

Cette réapparition d'un ouvrage groupant des textes de 1961 à 1979 n'est pas sans intérêt malgré des relations parfois vieilles. Mais l'importance accordée actuellement aux aspects sociologiques du développement trouve souvent une justification dans ce qu'écrivait il y a plusieurs années Belloncle dont l'analyse fouillée débouche fréquemment sur des propositions qui étaient alors novatrices, sinon révolutionnaires.

L'ouvrage est divisé en quatre parties: Qu'est-ce que l'animation rurale - Vulgarisation et formation des cadres agricoles - Formation des jeunes ruraux - Peut-on changer l'école pour la mettre au service du développement? Les 18 textes se répartissent en 5 sur le Niger, 2 pour l'Afrique Noire comme région ainsi que 2 pour le Mali, la Tunisie et le Burkina Faso (alors Haute-Volta), puis un article chaque fois sur la Côte d'Ivoire, Madagascar, le Cameroun, le Sénégal et la France.

Quelques textes ont conservé tout leur intérêt. «A l'Ecoute du Paysan» (pp. 67-93) rappelle les postulats erronés (paysans incompetents, paysans-pilotes, ...), le «champ du Blanc», l'importance des groupes, ... Quelques pages (121-127) «pour une nouvelle méthodologie de la vulgarisation» rappellent les erreurs de base de la voie classique individualiste et hiérarchisée alors que le paysan souhaite un équilibre global compatible avec l'innovation si elle ne perturbe pas le groupe. Le vulgarisateur doit aussi être plus qualifié que le paysan mais également apte à houer, semer ou planter.

L'auteur rappelle également la nécessité de posséder des formateurs bien préparés, de mettre au point une pédagogie adaptée, de faire confiance aux paysans en les laissant parler. L'expérience a aussi montré que même des «analphabètes» comprennent assez aisément les règles de la comptabilité dès l'instant où le formateur se met à la portée de ses interlocuteurs et n'hésite pas à employer le flanellographe avec des représentations dessinées (sacs, billets, ...) plutôt que des accessoires plus classiques.

Statistique théorique et appliquée tome 1. Les bases théoriques.

Le livre du Professeur P. Dagnelie peut être considéré comme un ouvrage de référence pour l'étudiant et le scientifique désireux de trouver un outil de travail précis, illustré de nombreux exemples.

Après l'introduction et le chapitre relatif à la collecte de données, le Professeur Dagnelie consacre la deuxième partie de son livre à la statistique descriptive.

Partant des principales représentations des données en tableaux de fréquences et en graphiques, il donne clairement tous les paramètres à calculer pour réaliser le résumé des données.

Il termine par l'étude des relations entre deux séries d'observations (régression, corrélation).

La deuxième partie de l'ouvrage est consacrée d'abord au calcul des probabilités, aux distributions théoriques et est suivie de principes de l'inférence statistique tant utilisés en biologie.

L'index bibliographique est riche de plus de 400 auteurs et constitue une source importante de références pour ceux qui souhaitent approfondir certaines notions.

La langue anglaise occupant une place importante tant dans les logiciels de statistique que dans la littérature scientifique, l'index des traductions renvoie le lecteur au chapitre correspondant et constitue une aide appréciable pour le débutant. Le livre du Professeur Dagnelie peut être considéré comme indispensable au chercheur tant en Biologie qu'en Agronomie et en Production Animale.

P. Leroy

Manual on measurement of methane and nitrous oxide emissions from agriculture.

A joint undertaking by the Food and Agriculture Organization of the United Nations and the International Atomic Energy Agency

International Atomic Energy Agency I.A.E.A., P.O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria.
November 1992. IAEA-Tecdoc-674, 92 Pages, 25 figures, 6 tables.

The Inter-Governmental Panel on Climate Change (IPCC) was established by the United Nations Environmental Programme and the World Meteorological Organization to identify the causes and effects of climate change as well as strategies to limit and adapt to such changes. In order to reduce uncertainties and thereby predict climate and climate change on a global and regional basis and to design appropriate response strategies, the Ministerial Declaration of the 2nd World Climate Conference held in Geneva in 1990 stressed the need to sustain and strengthen national and regional research activities directed to the areas of uncertainty identified by the IPCC.

While there is some degree of uncertainty as to the rate and therefore potential impact of climate change, one of the basic causes, i.e. accumulation of «greenhouse gases» such as carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄) and nitrous oxide (N₂O) is already well documented. However, most developing countries lack information about the methodology for measuring greenhouse gas emissions and fluxes and for studying underlying mechanisms. To fulfill this need and hence assist the IPCC and FAO in support of their policy of sustainable and environmentally-sound agricultural development, the FAO decided to convene a meeting of specialists to consider the present methodologies for measuring CH₄ and N₂O emissions from Agriculture and to prepare detailed procedures and guidelines for their use. This publication arises from a meeting of such specialists, held at the Vienna International Center, Austria, in April 1992 under the auspices of the Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture. It contains recommended methodologies for measuring CH₄ and N₂O emissions (including requirements for equipment, sampling procedures, quality control) from different agricultural practices with the focus on livestock and rice production.

Greenhouse effect

Carbon dioxide, water vapour, chlorofluorocarbons (CFCs), methane, nitrous oxide and ozone in the atmosphere are the gases mainly responsible for atmospheric warming, or the «greenhouse effect». Nevertheless, as a major source of CH₄ and N₂O emissions and as a secondary contributor to CO₂ emissions, increasing levels of agricultural activities are contributing to the buildup of greenhouse gases in the atmosphere.

The total annual «injection» of CH₄ into the atmosphere is estimated at 400 to 600 Tg (Tg = teragram = 10¹² gram) and emissions exceed oxidation by about 50 Tg/year. So the abundance of CH₄ in the atmosphere (currently about 1.7 ppm (v/v)), is increasing at about 1 % per year. Even though the amount of CH₄ in the atmosphere is increasing at the rate of only 1/100th that of CO₂, its high infrared absorption properties mean that it accounts for about 15 to 20% of the increased greenhouse effect.

... Methane

Globally, rice and ruminant animal production are the two largest sources of anthropogenic CH₄. While the actual magnitude of the emissions from each source remains uncertain, it has been estimated that these two sources (including emissions from animal waste management facilities) account for about 40% of global CH₄ emissions. Methane is also produced in anaerobic environments such as marine and aquatic sediments and the hindgut of many animals and insects, but the rumen produces CH₄ at a considerably higher rate per unit of biomass than these other systems.

Methane is also produced in soil during microbial decomposition of organic materials and carbon dioxide reduction under strictly anaerobic conditions, such as in natural freshwater wetlands and in flooded rice. Methane emissions from a particular ecosystem are basically controlled by two different microbial processes: CH₄ production and CH₄ oxidation. Only that part of CH₄ which is not oxidized will enter the atmosphere. While CH₄-producing bacteria (methanogens) require anoxic conditions, the CH₄-oxidizing bacteria (methanotrophs) require oxygen for metabolism. When soils in these terrestrial systems dry out, they may oxidize methane from the atmosphere and become net CH₄ sinks. Although these sinks have been known for some time, their importance and the factors affecting them are only now being investigated. In addition to soil methanotrophic bacteria, bacteria which oxidize ammonium to nitrite can oxidize CH₄ to CO₂. Exchange of CH₄ with the stratosphere where it is oxidized is another small CH₄ sink.

Other important agricultural sources of CH₄ are the rumen of animals and animal waste. In the rumen, CH₄ production is a specialized biochemical function which is generally considered to occur in archaeobacteria rather than eubacteria. Some eubacteria produce small amounts of CH₄, but only methanogenic archaeobacteria derive energy from methanogenesis. The archaeobacteria include methanogens, sulphate reducers, thermophiles and halophiles. The methanogens are very different to the vast majority of rumen microorganisms (which are eubacteria mostly fermenting a variety of fibres, sugars, peptides, amino acids and other small molecules) because of their specialized energy metabolism. Again, CH₄ is an electron

sink product in environments which are strictly anaerobic. In the rumen the primary population of fermentative bacteria form fermentation products such as volatile fatty acids, formate and H_2 . The methanogens then use the formate and $H_2 + CO_2$ to form CH_4 . Methane production from manure, on the other hand, involves mainly the reduction of acetate generated by primary fermentation, a process which is of minor importance in the rumen because of its high turnover rate. Between 5 and 15% of the digestible energy consumed by animals is lost from the gut as CH_4 , although this depends on the efficiency of microbial growth. The fermentation stoichiometry of rumen fermentation is diet-dependent. Different populations of microorganisms give rise to different end-products of fermentation, so while CH_4 production is not a constant proportion of the food consumed, in general it is related to the amount consumed. The amount of CH_4 produced per unit amount of milk or meat is particularly high under dietary conditions where growth of rumen microorganisms is limited by nitrogen, phosphorus or sulfur availability rather than by energy.

Nitrous oxide

Terrestrial systems are the principal source of N_2O . Nitrous oxide is produced not only during denitrification (reduction of nitrate to nitrous oxide and then to dinitrogen), but also during nitrification (oxidation of ammonium to nitrate). Both of these microbial processes are influenced by soil mineral N content, and therefore are influenced by N-fertilization.

Agricultural technologies are needed that maintain or enhance animal and rice production while decreasing or limiting increases in production of CH_4 and N_2O . Clearly, for those billions of people who are dependent upon rice production for survival, the question of CH_4 and N_2O production and the global greenhouse effect is only of secondary importance and therefore any new technologies developed to decrease emissions must increase animal and crop productivity. Nitrogen fertilizer use will obviously increase to meet the growing demands for food required by a rapidly expanding world population, and while fertilization is not the largest source of N_2O , it is susceptible to management for reduced impact. Increased N_2O production and decreased CH_4 uptake caused by fertilization can be mitigated by agricultural management without decreasing production. While the application of nitrification inhibitors clearly decreases N_2O production, this reduction is at the expense of decreased soil methane oxidation, although the latter consequence is less important. The role of fertilization on N_2O production in tropical agriculture is particularly uncertain and the intensification of tropical agriculture highlights the importance of research into these effects.

While adequate data exist to conclude that agricultural activities are an important source of CH_4 and N_2O emissions, measurements are lacking in many areas. In particular, measurements are required to evaluate the variations in emissions from the diversity of current crop and animal management systems and the effects of emission-reduction options. This manual describes techniques to evaluate both current emissions from diverse animal and crop production practices and suggests methods for decreasing emissions of CH_4 and N_2O from agricultural systems. (Excerpt from the booklet).

INDEX

Index Countries

Benin 89	Mali 103	Syria 55
Burundi 3, 7, 46, 115, 140	Morocco 145	Tanzania 33
Cabo Verde 69	Philippines 155	Tunisie 106
Cameroon 15, 27, 43, 61, 64	Rwanda 114	Zaire 20, 51, 59, 98, 132, 137, 149, 152
Central African Republic 163	Senegal 83, 93	
Italy 160	Somalia 111	

Index Authors

Aighewi Beatrice 15	Gomes A.F. 129	Mujawayezu A. 7, 140
Baboy L. 98	Goumari A. 145	Mukankomeje Rose 114
Bergen D. 115	Hagood E.S. Jr. 43	Ngachie V. 61
Berte C. 69	Hahn S.K. 20	Ngouajio M. 43
Blondeel H. 55	Hardouin J. 125	Nivyobizi A. 115
Boreux J.J. 30	Hennebert G.L. 46	Ntawuhunga P. 149
Brandt J. 129	Kadibwe N. 149	Pendy R. 149
Bulakali B. 132	Kageruka P. 129	Plumier J.F. 163
Buldgen A. 93	Khasa P.D. 132	Pussemier L.D. 89
Burlini F. 160	Kibungu Kembelo A.O. 59	Reizer C. 69
Cappellozza L. 160	Kombele B.M. 51	Robert V. 46
Cicogna M. 155	Kounta A.O.S. 103	Sabiti K. 98, 137
Colin J.E. 89	Leblanc M. 111	Sota P. 7, 140
Compère R. 93	Lenaerts R. 1	Strauven Christiane 64
Dagnelle P. 145	Litucha B.M. 51	Swennen R. 81
Detimmerman Florence 93	Lutaladio N.B. 20	Thys E. 64
Detry J-F. 3	Luyindula N. 132	Tilquin J.P. 3
Dhed'a D. 152	Makitwange G. 33	Vacirca G. 55
Diallo D. 149	Malcorps H. 41	Van den Berghe C. 7, 140
Dimanche P.-H. 106	Mambani B. 51	Van Ranst E. 27
Dimi R. 93	Matatu B. 98	Vanopdenbosch E. 55
El Kerrak H. 145	Miekountima J. 149	Vincke P.P. 83
Endubu M. 51	Mime P.I. 83	Wahua T.A.T. 20
Fontem D.A. 15	Moniz C. 69	
Giangaspero M. 55	Mpungu T.B. 149	

Index Subjects

Agricultural techniques

High-altitude rice cultivation in Burundi: major constraints and varietal diversification (<i>in French</i>)	3
Study of the integrated fertilisation in farmer's fields in the natural region of Mugamba (Burundi) (<i>in French</i>)	7
Effects of mulch on soil properties and on the performance of late season cassava <i>Manihot esculenta</i> Crantz on an acid ultisol in Southwestern Zaire (<i>in English</i>)	20
Transfer of Animal Traction Technology in Mbozi, Tanzania. The case of «Agricultural Development Programme - Mbozi» (<i>in English</i>)	33
Rate and timing effect of CGA-136872 for postemergence Johnsongrass <i>Sorghum halepense</i> L. control in corn <i>Zea mays</i> L. (<i>in English</i>)	43
Perspective of terrinary mounds utilization in improvement of tropical soil fertility: case of a pot vegetation experiment (<i>in French</i>)	51
Trials of multiplication by means of layering of the bread tree <i>Artocarpus communis</i> var. <i>apyrenna</i> (<i>in French</i>)	59
Valuing small farmer's expertise (<i>in English</i>)	81
The neem <i>Azadirachta indica</i> as a mean to control soil nematodes and its application in vegetable cultures in Benin (<i>in English</i>)	89
The identification of the technical factors affecting the irrigated micro-areas productivity in North-West Tunisia (catchment area of oued Mâaden) (<i>in French</i>)	106
Effects of dual inoculation with <i>Rhizobium</i> and <i>Glomus</i> spp. on the growth of <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit in the nursery, and ten months after outplanting in Zaire (<i>in French</i>)	132
Effect of organic and inorganic supply on Al detoxification and sorghum crop yield in ferralitic soils from Burundi (<i>in English</i>)	140
Preliminary observations on the germination of mini-fragments of yam <i>Dioscorea</i> (<i>in French</i>)	149

Animal health

Epidemiological survey on virus diseases of cattle in North West Syria (<i>in English</i>)	55
A haematocrit centrifuge concentration technique for the diagnosis of bovine babesiosis due to <i>Babesia bigemina</i> infection (<i>in English</i>)	129

Animal production

Use of peanuts for broiler chickens in Senegal (<i>in French</i>)	93
Influence of the stem dimension and its nailing on its growth capacity of living pickets in tropical environment (<i>in French</i>)	98
Technical note on poultry development policy in Mali (<i>in French</i>)	103
Influence of thickness of the thigh, length of carcass and sex on the weight of bovine's carcass (<i>in French</i>)	137

Appropriated technology

Transfer of Animal Traction Technology in Mbozi, Tanzania. The case of «Agricultural Development Programme — Mbozi» (<i>in English</i>)	33
The Food Early Warning System Project in Somalia (<i>in English</i>)	111

Aquaculture

Efficiency of different drying areas for fishes <i>Stolothrissa tanganyicae</i> and <i>Limnothrissa miodon</i> in Burundi (<i>in French</i>)	46
Algal production and consumption by the Tilapia <i>Oreochromis niloticus</i> L., in Lake Muhazi (Rwanda) (<i>in French</i>)	114

Bibliography	38, 78, 121, 167
---------------------	------------------

Cash crops

Study of the integrated fertilisation in farmer's fields in the natural region of Mugamba (Burundi) (<i>in French</i>)	7
Efficacy of fungicides on the progress of early blight and yield of potato in Cameroon (<i>in English</i>)	15
Effects of mulch on soil properties and on the performance of late season cassava <i>Manihot esculenta</i> Crantz on an acid ultisol in Southwestern Zaire (<i>in English</i>)	20
Rate and timing effect of CGA-136872 for postemergence Johnsongrass <i>Sorghum halepense</i> L. control in corn <i>Zea mays</i> L. (<i>in English</i>)	43
The neem <i>Azadirachta indica</i> as a mean to control soil nematodes and its application in vegetable cultures in Benin (<i>in English</i>)	89
Effect of organic and inorganic supply on Al detoxification and sorghum crop yield in ferrallitic soils from Burundi (<i>in English</i>)	140
Embryogenic cell suspension and plant regeneration through somatic embryogenesis in bananas and plantains <i>Musa</i> spp. (<i>in French</i>)	152

Cattle

Transfer of Animal Traction Technology in Mbozi, Tanzania. The case of «Agricultural Development Programme — Mbozi» (<i>in English</i>)	33
Epidemiological survey on virus diseases of cattle in North West Syria (<i>in English</i>)	55
Influence of the stem dimension and its nailing on its growth capacity of living pickets in tropical environment (<i>in French</i>)	98
A haematocrit centrifuge concentration technique for the diagnosis of bovine babesiosis due to <i>Babesia bigemina</i> infection (<i>in English</i>)	129
Influence of thickness to the thigh, length of carcass and sex on the weight of bovine's carcass (<i>in French</i>)	137

Community development

Transfer of Animal Traction Technology in Mbozi, Tanzania. The case of «Agricultural Development Programme — Mbozi» (<i>in English</i>)	33
Ecotourism in the Northern region of Central African Republic (<i>in French</i>)	163

Economics

Assessing environmental impact: multicriteria analysis. Managing uncertainty: Fuzzy models (<i>in French</i>)	30
Transfer of Animal Traction Technology in Mbozi, Tanzania. The case of «Agricultural Development Programme — Mbozi» (<i>in English</i>)	33
Economical fast evaluation standards of the ecological value of the sylvo-pastoral zone in Senegal (<i>in French</i>)	83
Ecotourism in the Northern region of Central African Republic (<i>in French</i>)	163

Editorials

The tenth anniversary of the journal (<i>in Dutch</i>)	1
Durable development more efficacious than foodpackages or paras (<i>in French</i>)	41
Valuing small farmer's expertise (<i>in English</i>)	81
The first decade for preparing the future (<i>in French</i>)	125

Education

The Belgian Soil Science Project at the University Centre of Dschang in Cameroon (<i>in English</i>)	27
Reactualization of the training curriculum for veterinary auxiliary staff in Africa: the Cameroonian example and a tentative definition of a global method (<i>in French</i>)	64
Structuration of a ranger's training in Cabo Verde (<i>in French</i>)	69
Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU) 30 years of agronomical research. Making acquaintance with ISABU and its Ateliers (<i>in French</i>)	115

Environment

The Belgian Soil Science Project at the University Centre of Dschang in Cameroon (<i>in English</i>)	27
Assessing environmental impact: multicriteria analysis. Managing uncertainty: Fuzzy models (<i>in French</i>)	30
Economical fast evaluation standards of the ecological value of the sylvo-pastoral zone in Senegal (<i>in French</i>)	83
Ecotourism in the Northern region of Central African Republic (<i>in French</i>)	163

Fertilizers

Study of the integrated fertilisation in farmer's fields in the natural region of Mugamba (Burundi) (<i>in French</i>)	7
Perspective of termitary mounds utilization in improvement of tropical soil fertility: case of a pot vegetation experiment (<i>in French</i>)	51
The identification of the technical factors affecting the irrigated micro-areas productivity in North-West Tunisia (catchment area of oued Mâaden) (<i>in French</i>)	106
Effect of organic and inorganic supply on Al detoxification and sorghum crop yield in ferrallitic soils from Burundi (<i>in English</i>)	140

Fisheries

Efficiency of different drying areas for fishes <i>Stolothrissa tanganyicae</i> and <i>Limnothrissa miodon</i> in Burundi (<i>in French</i>)	46
Algal production and consumption by the Tilapia <i>Oreochromis niloticus</i> L. in Lake Muhazi (Rwanda) (<i>in French</i>)	114

Food conservation

Efficiency of different drying areas for fishes <i>Stolothrissa tanganyicae</i> and <i>Limnothrissa miodon</i> in Burundi (<i>in French</i>)	46
The Food Early Warning System Project in Somalia (<i>in English</i>)	111

Food crops

High-altitude rice cultivation in Burundi: major constraints and varietal diversification (<i>in French</i>)	3
Efficacy of fungicides on the progress of early blight and yield of potato in Cameroon (<i>in English</i>)	15
Effects of mulch on soil properties and on the performance of late season cassava <i>Manihot esculenta</i> Crantz on an acid ultisol in Southwestern Zaire (<i>in English</i>)	20
Transfer of Animal Traction Technology in Mbozi, Tanzania. The case of «Agricultural Development Programme — Mbozi» (<i>in English</i>)	33
Rate and timing effect of CGA-136872 for postemergence Johnsongrass <i>Sorghum halepense</i> L. control in corn <i>Zea mays</i> L. (<i>in English</i>)	43
The neem <i>Azadirachta indica</i> as a mean to control soil nematodes and its application in vegetable cultures in Benin (<i>in English</i>)	89
Preliminary observations on the germination of mini-fragments of yam <i>Dioscorea</i> (<i>in French</i>)	149

Human nutrition

High-altitude rice cultivation in Burundi: major constraints and varietal diversification (<i>in French</i>)	3
Efficacy of fungicides on the progress of early blight and yield of potato in Cameroon (<i>in English</i>)	15
Effects of mulch on soil properties and on the performance of late season cassava <i>Manihot esculenta</i> Crantz on an acid ultisol in Southwestern Zaire (<i>in English</i>)	20
Efficiency of different drying areas for fishes <i>Stolothrissa tanganyicae</i> and <i>Limnothrissa miodon</i> in Burundi (<i>in French</i>)	46
The Food Early Warning System Project in Somalia (<i>in English</i>)	111

Minilivestock

First international seminar on farming of invertebrates and other minilivestock (<i>in English</i>)	155
Action of fenoxycarb on «Non-spinning syndrome» of silkworms in North-Eastern Italy (<i>in French</i>)	160

Nutrition

Transfer of Animal Traction Technology in Mbozi, Tanzania. The case of «Agricultural Development Programme — Mbozi» (<i>in English</i>)	33
Use of peanuts for broiler chickens in Senegal (<i>in French</i>)	93

Plant pathology

Efficacy of fungicides on the progress of early blight and yield of potato in Cameroon (<i>in English</i>)	15
The neem <i>Azadirachta indica</i> as a mean to control soil nematodes and its application in vegetable cultures in Benin (<i>in English</i>)	89

Plant production

Study of the integrated fertilisation in farmer's fields in the natural region of Mugamba (Burundi) (<i>in French</i>)	7
Efficacy of fungicides on the progress of early blight and yield of potato in Cameroon (<i>in English</i>)	15
Effects of mulch on soil properties and on the performance of late season cassava <i>Manihot esculenta</i> Crantz on an acid ultisol in Southwestern Zaire (<i>in English</i>)	20
Transfer of Animal Traction Technology in Mbozi, Tanzania. The case of «Agricultural Development Programme — Mbozi» (<i>in English</i>)	33
Rate and timing effect of CGA-136872 for postemergence Johnsongrass <i>Sorghum halepense</i> L. control in corn <i>Zea mays</i> L. (<i>in English</i>)	43
Trials of multiplication by means of layering of the bread tree <i>Artocarpus communis</i> var. <i>apyrenna</i> (<i>in French</i>)	59
Effects of dual inoculation with <i>Rhizobium</i> and <i>Glomus</i> spp. on the growth of <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit in the nursery, and ten months after outplanting in Zaire (<i>in French</i>)	132
Effect of organic and inorganic supply on Al detoxification and sorghum crop yield in ferrallitic soils from Burundi (<i>in English</i>)	140
Preliminary observations on the germination of mini-fragments of yam <i>Dioscorea</i> (<i>in French</i>)	149
Embryogenic cell suspension and plant regeneration through somatic embryogenesis in bananas and plantains <i>Musa</i> spp. (<i>in French</i>)	152

Plant protection

High-altitude rice cultivation in Burundi: major constraints and varietal diversification (<i>in French</i>)	3
Efficacy of fungicides on the progress of early blight and yield of potato in Cameroon (<i>in English</i>)	15
Rate and timing effect of CGA-136872 for postemergence Johnsongrass <i>Sorghum halepense</i> L. control in corn <i>Zea mays</i> L. (<i>in English</i>)	43
The neem <i>Azadirachta indica</i> as a mean to control soil nematodes and its application in vegetable cultures in Benin (<i>in English</i>)	89

Poultry

Use of peanuts for broiler chickens in Senegal (<i>in French</i>)	93
Technical note on poultry development policy in Mali (<i>in French</i>)	103

Projects

The Belgian Soil Science Project at the University Centre of Dschang in Cameroon (<i>in English</i>)	27
Assessing environmental impact: multicriteria analysis. Managing uncertainty: Fuzzy models (<i>in French</i>)	30
Transfer of Animal Traction Technology in Mbozi, Tanzania. The case of «Agricultural Development Programme — Mbozi» (<i>in English</i>)	33
The Food Early Warning System Project in Somalia (<i>in English</i>)	111
Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU) 30 years of agronomical research. Making acquaintance with ISABU and its Ateliers (<i>in French</i>)	115
Seventeen years of Belgo-Moroccan cooperation concerning statistics and applied data processing (<i>in French</i>)	145

Research and Development

The Belgian Soil Science Project at the University Centre of Dschang in Cameroon (<i>in English</i>)	27
Reactualization of the training curriculum for veterinary auxiliary staff in Africa: the Cameroonian example and a tentative definition of a global method (<i>in French</i>)	64
The Food Early Warning System Project in Somalia (<i>in English</i>)	111
Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU) 30 years of agronomical research. Making acquaintance with ISABU and its Ateliers (<i>in French</i>)	115
First international seminar on farming of invertebrates and other minilivestock (<i>in English</i>)	155
Ecotourism in the Northern region of Central African Republic (<i>in French</i>)	163

Rural Development

Study of the integrated fertilisation in farmer's fields in the natural region of Mugamba (Burundi) (<i>in French</i>)	7
Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU) 30 years of agronomical research. Making acquaintance with ISABU and its Ateliers (<i>in French</i>)	115
Ecotourism in the Northern region of Central African Republic (<i>in French</i>)	163

Sociology

Transfer of Animal Traction Technology in Mbozi, Tanzania. The case of «Agricultural Development Programme — Mbozi» (<i>in English</i>)	33
Durable development more efficacious than foodpackages or paras (<i>in French</i>)	41
Valuing small farmer's expertise (<i>in English</i>)	81
Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU) 30 years of agronomical research. Making acquaintance with ISABU and its Ateliers (<i>in French</i>)	115
Ecotourism in the Northern region of Central African Republic (<i>in French</i>)	163

Soil science

Study of the integrated fertilisation in farmers fields in the natural region of Mugamba (Burundi) (<i>in French</i>)	7
Effects of mulch on soil properties and on the performance of late season cassava <i>Manihot esculenta</i> Crantz on an acid ultisol in Southwestern Zaire (<i>in English</i>)	20
The Belgian Soil Science Project at the University Centre of Dschang in Cameroon (<i>in English</i>)	27
A general assessment of soil resources and soil fertility constraints in Cameroon on the basis of FAO-UNESCO soil map analysis (<i>in English</i>)	61
The neem <i>Azadirachta indica</i> as a mean to control soil nematodes and its application in vegetable cultures in Benin (<i>in English</i>)	89
Effects of organic and inorganic supply on Al detoxification and sorghum crop yield in ferrallitic soils from Burundi (<i>in English</i>)	140

Statistics

Assessing environmental impact: multicriteria analysis. Managing uncertainty: Fuzzy models (<i>in French</i>)	30
Seventeen years of Belgo-Moroccan cooperation concerning statistics and applied data processing (<i>in French</i>)	145

Veterinary medicine

Epidemiological survey on virus diseases of cattle in North West Syria (<i>in English</i>)	55
Reactualization of the training curriculum for veterinary auxiliary staff in Africa: the Cameroonian example and a tentative definition of a global method (<i>in French</i>)	64
A haematocrit centrifuge concentration technique for the diagnosis of bovine babesiosis due to <i>Babesia bigemina</i> infection (<i>in English</i>)	129

Wildlife

Ecotourism in the Northern region of Central African Republic (<i>in French</i>)	163
--	-----

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

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

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

Coordinador científico: Professor Dr Ir J. Hardouin.

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

Secretaría, Redacción: Agri-Overseas / Tropicultura, C/O A.G.C.D., Of. 509; pl. du Champ de Mars 5, Bte 57, B. 1050 Bruselas, Bélgica. Tel. 32.2/519.03.77

Distribución: gratuita, a petición escrita.

Instrucciones a los autores

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

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

Presentación:

Título: corto y en minúsculas

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

Palabras claves: 7 como máximo en inglés (Keywords)

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

Introducción

Material y métodos u observaciones

Resultados

Discusión

Agradecimientos

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

Las referencias comprenderán

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

Ejemplo: Poste G., 1972, Mechanisms of virus induced cell fusion, *Int. Rev. Cytol.* **33**, 157-22

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

Ejemplo: Korbach M.M. & Ziger R.S., 1972 Heterozygotes detection in Tay-Sachs disease.

A prototype community screening program for the prevention of recessive genetic disorders. pp. 613-632 / in B.W. Volks en S.M. Aronson (Editors) *Sphingolipidoses and allied disorders* Plenum, New-York.

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

Observaciones:

— Evitar las notas al pie de la página

— Evitar el empleo de guiones

— Evitar las mayúsculas inútiles

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

— Dar la traducción del título en Inglés

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

TROPICULTURA

1992

Vol.10

N.4

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

CONTENTS

EDITORIAL

The first decade for preparing the future (*in French*)

J. Hardouin 125

ORIGINAL ARTICLES

A haematocrit centrifuge concentration technique for the diagnosis of bovine babesiosis due to *Babesia bigemina* infection (*in English*).

A.F. Gomes, P. Kageruka & J. Brandt 129

Effects of dual inoculation with *Rhizobium* and *Glomus* spp. on the growth of *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit in the nursery, and ten months after outplanting in Zaire (*in French*).

B. Bulakali, P.D. Khasa & N. Luyindula 132

Influence of thickness of the thigh, length of carcass and sex on the weight of bovine's carcass (*in French*).

K. Sabiti 137

Effect of organic and inorganic supply on Al detoxification and sorghum crop yield in ferrallitic soils from Burundi (*in English*).

C. Van den Berghe, P. Sota & A. Mujawayezu 140

TECHNICAL NOTES

Seventeen years of Belgo-Moroccan cooperation concerning statistics and applied data processing (*in French*).

P. Dagnelie, A. Goumari & H. El Kherrak 145

Preliminary observations on the germination of mini-fragments of yam *Dioscorea* (*in French*).

N. Kadiebwé, T.B. Mpungu, P. Ntawuhunga, J. Miekountima, D. Diallo & R. Penty 149

Embryogenic cell suspension and plant regeneration through somatic embryogenesis in bananas and plantains *Musa* spp. (*in French*).

D. Dhed'a 152

First international seminar on farming of invertebrates and other minilivestock (*in English*).

M. Cicogna 155

Action of fenoxycarb on «Non-spinning syndrome» of silkworms in North-Eastern Italy (*in French*).

L. Cappellozza & F. Burlini 160

Ecotourism in the Northern region of Central African Republic (*in French*).

J.F. Plumier 163

BIBLIOGRAPHY 167

INDEX VOLUME 10 173



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



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

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