

14 FEV. 1992

# TROPICULTURA

1990 Vol. 8 N.4

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



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

L'agrométéorologie et les Pays en voie de développement.

De agro-meteorologie en de ontwikkelingslanden.  
La agrometeorología y los países en vía de desarrollo.

**V. Tonnard** ..... 157

## ARTICLES ORIGINAUX / OORSPRONKELIJKE ARTIKELS / ARTICULOS ORIGINALES

Effets de différentes espèces de champignons endomycorhiziens sur la croissance de dix espèces de plantes tropicales au Zaïre.

Invloed van verschillende endomycorhische zwammensoorten op de groei van tien verschillende tropische plantensoorten  
Efectos de diferentes especies de hongos «endomycorhiziens» sobre el crecimiento de diez especies de plantas tropicales en el Zaïre.

**P. Khasa, V. Furlan & J.A. Fortin** ..... 159

Date stones in broiler's feeding.

Les noyaux de dattes dans l'alimentation des poulets de chair.  
De dadelpitten in de voeding van kippen.  
Los huesos de dátil en la alimentación de los pollos.

**Manuela Gualtieri & S. Rapaccini** ..... 165

Les agrumes dans la zone des Niayes (Sénégal).

De citrusvruchten in de «Niayes»-zone (Senegal).  
Los cítricos en la zona de Niayes (Senegal)

**R. Parfony** ..... 169

Itinéraires de la dégradation des terres de savanes soudano-guinéennes à très faible densité de population l'exemple de la République Centrafricaine (RCA)

Het degradatieproces van Soudano-Guinese savannegronden met een lage bevolkingsdensiteit: het voorbeeld van de Centraal-Afrikaanse Republiek  
Proceso de la degradación de las tierras de sabana sudano-guineanas con débil densidad de población. Ejemplo de la República Centroafricana.

**C. Mathieu** ..... 175

L'agriculture itinérante et la déperdition des ressources forestières dans la collectivité Ngombe-Doko, Zaïre.

Rondtrekkende akkerbouw en het verlies aan hulpbronnen in het woud in de Ngombe-Doko gemeenschap in Zaïre.  
La agricultura itinerante y la pérdida de recursos forestales en la colectividad de Ngombe-Doko-Zaire.

**M.E. Yekola & M. Ngatho** ..... 185

## NOTES TECHNIQUES / TECHNISCHE NOTA'S / NOTAS TECNICAS

Facteurs techniques liés à l'abandon de la pisciculture dans les provinces de l'Ouest et du Nord-Ouest au Cameroun.

Technische factoren verbonden aan de afschaffing van de viskweek in de westelijke en noord-westelijke provincies van Kameroen  
Factores técnicos relativos al abandono de la piscicultura en las provincias del oeste y noroeste del Camerun

**A. Nji & Daouda** ..... 189

Note sur la détermination de l'âge par le remplacement des incisives chez les bovins Borgou dans le Nord-Est Bénin.

Nota over de leeftijdsbepaling van Borgou runderen in het Noord-Westen van Benin, steunend op de wisseling van de snijtanden.  
Nota concieramente la determinación de la edad mediante el reemplazo de las incisivas en los bovinos Borgou en el noreste de Benin.

**Chantal Symoens & G. Hounsou-Vé** ..... 193

The perils of technology transfer: the Australian wheat/medic system in the Near East/North Africa region.

Les dangers du transfert de technologie: le système australien de rotations blé-Medicago annuels au Moyen-Orient et en Afrique du Nord.  
De gevaren van technologieovername: het Australisch systeem van koren en eenjarige wisselbouw in het Midden-Oosten en Noord-Afrika.  
Los peligros de la transferencia de tecnología: el sistema australiano de alternación trigo y anual Medicago en la región del Medio Oriente y de Africa del norte

**S. Risopoulos** ..... 196

BIBLIOGRAPHIE / BOEKBESPREKING / BIBLIOGRAFIA ..... 199

INDEX VOLUME 8 / INDEX VOLUME 8 / INDICES VOLUMEN 8 ..... 203

## EDITORIAL

**L'agrométéorologie et les Pays en voie de développement**

V. Tonnard

Lors de sa quarante-troisième session, le Conseil exécutif de l'O.M.M. a décidé d'intensifier sa coopération avec les institutions de recherche et les organisations agricoles en vue d'améliorer les applications de l'agrométéorologie.

Nouvelle venue dans les sciences de la Météorologie, l'agrométéorologie vient en effet de se développer de façon extraordinaire en cette dernière décennie.

ETUDE DES RELATIONS A BASES PHYSIOLOGIQUES QUI LIENT LES DONNEES METEOROLOGIQUES ET LES ACTIVITES AGRICOLES, elle couvre un champ de recherches et d'applications énorme et complexe : études fondamentales, collectes et traitements de données spécifiques, applications opérationnelles, études de potentialité, modèles prévisionnels tant climatiques que de rentabilité, appuis phytosanitaires, etc.

La liste est longue des applications qui se développent en tous sens.

Mais en suivant cette rapide évolution, il apparaît évident que l'agrométéorologie se distance de plus en plus de la météorologie classique. Ses objectifs, ses méthodes, son mode de pensée sont différents : elle prend conscience de son individualité. Il est donc absolument logique que chaque Etat, à côté des réseaux synoptique et climatologique, développe un réseau agrométéorologique. En Belgique, par exemple, fonctionne le réseau METAGRI, créé par l'I.R.M., parfaitement opérationnel encore que largement perfectible.

Mais la création et le développement de tels réseaux ont suscité des difficultés imprévues.

Le météorologiste (mathématicien, physicien ou géographe) est rarement sensibilisé aux préoccupations du monde agricole. En caricaturant à peine, il n'est pas évident d'expliquer à un météorologiste de champ d'aviation que l'évolution de la température et de l'humidité à 20 cm pilote les dégâts dus au ver blanc : le climat du sol et la phytopathologie sont pour lui choses obscures !

Même dans nos pays de la C.E.E., les données agrométéorologiques souffrent encore trop souvent d'être relevées, traitées ou interprétées par des agents étrangers au monde agricole. Leur compétence ne peut être mise en doute mais ils saisissent mal la signification biologique des informations manipulées.

Il est certain que cet état de chose s'améliorera sensiblement, à long terme, par une meilleure collaboration entre météorologistes et agronomes. L'évolution actuelle est porteuse d'optimisme.

La situation est beaucoup plus préoccupante dans les pays en voie de développement.

Ceci pour deux raisons :

1. L'agriculture de subsistance y est particulièrement exposée aux aléas climatiques : agressivité du climat, variétés mal sélectionnées, structures foncières insuffisantes, réseaux de surveillance peu efficaces, politique rurale incohérente.
2. Ici plus encore que dans le Nord, les stations d'observation sont cantonnées aux abords des aérodromes et des grandes cités. Les « anciens de l'I.N.E.A.C. » se souviendront peut-être du réseau agroclimatique de l'ex Congo belge. Où trouve-t-on encore un tel réseau opérationnel et fiable ayant suivi l'évolution des techniques d'acquisition et de traitement des données ? Même au niveau des paramètres classiques, le DARE (\*) qui poursuit le collationnement des archives climatiques dans les pays du Sahel relève des carences inquiétantes.

Il apparaît donc indispensable et urgent de créer des réseaux propres à relever les données intéressant directement les activités agricoles et d'élevage. Pour ce faire, il faut, dans les pays intéressés, écoler des agrométéorologistes.

C'est pour tenter de répondre à ce besoin que, sous l'égide de l'O.M.M. et de l'A.G.C.D. sont organisés, en Belgique, à la Fondation Universitaire Luxembourgeoise (Arlon) un Certificat et une Maîtrise en Sciences de l'environnement, option agrométéorologie.

Cette formation s'adresse soit aux agronomes, soit aux météorologistes des P.V.D. Selon le diplôme de base, ils reçoivent une formation destinée à les sensibiliser aux exigences de l'agrométéorologie. Ils sont alors aptes, en principe, à gérer le réseau que leur Etat est invité à créer.

Les Universités et Facultés de la Communauté française ainsi que l'I.R.M. assurent cet enseignement qui couvre une année académique.

Pour les anglophones, une semblable formation est assurée par le centre de Reading.

En comparaison des besoins immenses des continents africain et sud-américain, le nombre de participants à chaque session peut paraître dérisoire: de dix à quinze chaque année.

Mais il n'y a, à mon sens, pas lieu de se décourager: c'est le sort de tous les efforts que tentent les intellectuels pour sortir le Sud du marasme que de paraître dérisoire; il n'en est pas d'autre.

Dr. Ir V. Tonnard  
Prof. hon. à la Faculté des Sciences agronomiques de  
Gembloux.  
Président du Conseil Scientifique de l'I.R.M.  
Coordonnateur de l'enseignement d'agrométéorologie  
à la F.U.L.

(\*) DARE: Data Rescue.

Ce groupe, subsidié par l'O.M.M., tente, depuis plusieurs années, de collationner les données météorologiques des pays du Sahel. Il assure le microfilmage sur place, le conditionnement et la mise à disposition des données.

Adresse de contact: DARE I (IDCC) - 67, rue Lincoln - 1180 Bruxelles.

## ARTICLES ORIGINAUX

## OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

## ORIGINAL ARTICLES

## ARTICULOS ORIGINALES

## Effets de différentes espèces de champignons endomycorhiziens sur la croissance de dix espèces de plantes tropicales au Zaïre

P. Khasa\*, V. Furlant\*\* & J.A. Fortin\*\*\*

Keywords: Dazomet, Endomycorrhizae, Fumigation, *Glomus*, Leguminous plants, *Rhizobium*, Tropical plants.

### Résumé

En vue d'étudier les meilleures associations champignons endomycorhiziens — plantes-hôtes, six espèces différentes de champignons endomycorhiziens ont été testées sur dix espèces de plantes tropicales légumineuses ou non sous les conditions climatiques de Kinshasa. Les plants ont été cultivés dans des sachets de polyéthylène contenant un sable limoneux stérilisé au dazomet et ont été inoculés avec des racines de poireau endomycorhizé. Après 5 semaines de culture, tous les plants inoculés sont endomycorhizés, cependant les rendements en masse de matière sèche sont supérieurs chez la majorité des espèces végétales dans le cas de l'inoculation avec le *Glomus vesiculiferum*, le *Glomus sp. Z<sub>2</sub>* et *Z<sub>3</sub>*.

Chez les plantes légumineuses, l'inoculation avec le *G. vesiculiferum*, le *Glomus sp. Z<sub>2</sub>* ou le *Glomus Z<sub>3</sub>*, d'une part, et le *Rhizobium*, d'autre part, a augmenté de façon significative la biomasse du leucaena, du soja, du haricot et du pois cajan.

### Summary

In order to study the best associations between endomycorrhizal fungi and host plants, six different endomycorrhizal fungal species were inoculated on ten tropical plant species cultivated under actual climatic conditions of Kinshasa. Plants were cultivated in polyethylene bags filled with a loamy sand medium, previously sterilized with dazomet and were inoculated with endomycorrhized leek roots. After a growth period of 5 weeks, all plants species inoculated were colonized, but the dry matter mass yield was superior on plant species inoculated with *Glomus vesiculiferum*, *Glomus sp. Z<sub>2</sub>* and *Z<sub>3</sub>*. On leguminous plants, the dual inoculation with *G. vesiculiferum*, *Glomus sp. Z<sub>2</sub>*, *Glomus sp. Z<sub>3</sub>* and *Rhizobium* significantly increased the biomass of leucaena, soybean, navy bean, and pigeon-pea.

### Introduction

En général, chez les plantes endomycorhizées, la biomasse et le contenu en éléments minéraux, le phosphore en particulier, sont plus élevés que chez les plants non mycorhizés, surtout dans les sols peu fertiles (1,5,17,25). Certaines espèces de champignons endomycorhiziens sélectionnées sont plus efficaces que la flore endomycorhizienne indigène pour stimuler la croissance des plantes cultivées dans un sol ayant une faible teneur en phosphore disponible (19). Un des principaux buts de l'utilisation des endomycorhizes est de réduire l'emploi des fertilisants phosphatés, des dernières permettraient en effet de réduire les dépenses jusqu'à 70% pour les fertilisants phosphatés et de 30 à 40% pour l'azote, le potassium et les oligo-éléments (10).

Dans une perspective d'application des endomycorhizes dans les cultures courantes, il est indispensable de sélectionner les espèces de champignons endomycorhiziens les plus efficaces pour chaque espèce de plante cultivée. Au moins quatre conditions influencent l'efficacité d'un champignon endomycorhizien (1): 1) le développement uniforme dans le

sol des hyphes extramatriciels; 2) la capacité de coloniser extensivement le système racinaire, 3) la capacité des hyphes à absorber le phosphore de la solution du sol; 4) la durabilité du mécanisme de transport des éléments nutritifs tout au long des hyphes et dans la racine.

D'autre part, l'efficacité d'un champignon endomycorhizien est la résultante de l'intensité de colonisation de la racine et de l'intensité d'exploration du sol, elle se mesure par la stimulation de croissance de la plante mycorhizée (21).

Non seulement les espèces de plantes et les espèces d'endophytes influencent l'efficacité de la symbiose endomycorhizienne, mais également tout un ensemble de facteurs abiotiques et biotiques tels que le type de sol, le pH, l'approvisionnement en oxygène, la température, l'aridité et la biocénose environnante (16,20).

En outre, il a été démontré que des plants de légumineuses endomycorhizés pouvaient contenir plus d'azote par rapport à des plants non mycorhizés (24). Il a été observé que les champignons endomycorhiziens peuvent induire une fixation accrue d'azote par le *Rhizobium* (8). Plusieurs chercheurs, en différents endroits dans le monde, ont constaté

\* Département de biologie, B.P. 190, Université de Kinshasa, Zaïre.

\*\* Station de recherches, Agriculture Canada, 2560, boul. Hochelaga, Sainte-Foy, Québec, Canada G1V 2J3.

\*\*\* Institut de recherche en biologie végétale de l'Université de Montréal, 4101 est, rue Sherbrooke, Montréal, Québec, Canada H1X 2B2.

un synergisme évident chez plusieurs espèces de légumineuses inoculées avec un champignon endomycorhizien et le *Rhizobium* (2).

Le but de cette expérience a été de mesurer les effets de six souches et espèces différentes de champignons endomycorhiziens, sur dix espèces de plantes d'importance économique au Zaïre.

## Méthodes

### Préparation du substrat

Le sol a été récolté dans les quinze premiers centimètres d'un jardin de *Psychotria* sur le Campus de l'Université de Kinshasa et tamisé à 5 mm pour éliminer les plus grosses particules. Il s'agit d'un sable limoneux avec les caractéristiques suivantes : pH de 6,3; azote total, 0,74%; C/N, 1,49; matière organique, 1,9%; P disponible (Bray II, 4), 15  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Le sol a été arrosé à saturation après l'application du fumigant dazomet (Basamid®) au taux de 50  $\text{g m}^{-2}$  puis recouvert d'un film de polyéthylène pendant 4 jours. La température ambiante était de 30°C. Des sachets en polyéthylène noir et perforés ( $n^\circ 20 \times 31 \times 0,06$ , achetés chez la compagnie Plastica à Kinshasa) ont été remplis avec 3,4 l du sol désinfecté.

### Préparation du matériel végétal

Les espèces végétales utilisées sont : le manioc (*Manihot esculenta* cv. Kinuani 30085/28), le leucaena (*Leucaena leucocephala*), l'arachide (*Arachis hypogaea* cv. P43), le soja (*Glycine max* cv. Santoraza), le haricot (*Phaseolus vulgaris* cv. PV 014112), le riz (*Oryza sativa* cv. IRAT2RY), l'oignon (*Allium cepa* cv. Texas), le papayer (*Carica papaya*), le pois cajan (*Cajanus cajan*), le stylosanthes (*Stylosanthes guianensis* cv. Cook).

Les graines de ces plantes sont semées, après désinfection dans une solution d'hypochlorite de sodium 0,6% pendant 45 min et rinçage à l'eau distillée, dans les sachets, sauf pour le manioc dont nous avons utilisé des boutures de 20 cm avec au moins 6 yeux. Pour briser la dormance, les graines de stylosanthes et de leucaena ont subi un prétraitement d'immersion dans l'eau à 50°C (15 min) et à 90°C (5 min) respectivement. Les boutures de manioc ont été désinfectées dans une solution de 2  $\text{g l}^{-1}$  de captan 50 WP. L'inoculation a eu lieu 8 jours après l'application du fumigant lorsque tout danger de toxicité est écarté.

### Production de l'inoculum endomycorhizien

La production de l'inoculum endomycorhizien a été faite en serre à l'Université Laval à Québec dans les conditions de culture suivantes : température de 24/18°C (jour/nuit), photopériode de 16 h, intensité lumineuse de 15 klx (éclairage avec lampes au sodium à haute pression de 400 W) et humidité relative d'environ 50%. Le poireau est utilisé comme plante-hôte pour la production d'inoculum endomycorhizien à partir de 3 souches de champignons endomycorhiziens non identifiés, mais différenciés morphologiquement, isolés au Zaïre : *Glomus* sp. Z<sub>1</sub>, *Glomus* sp. Z<sub>2</sub>, *Glomus* sp. Z<sub>3</sub> et de 3 espèces connues. *Glomus vesiculiferum* (Thaxter) Gerdemann & Trappe, *G. versiforme* (Karsten) Berch et *G. intraradix* Schenck & Smith dont les origines sont mentionnées au tableau I. La production d'inoculum est faite en pot de 3,6 l rempli de montmorillonite calcinée granulaire ou Tur-

face® (distribué par AIMCOR, One Parkway North, Suite 400, Deerfield, Illinois 60015 USA). Chaque pot reçoit 100 ml/semaine de la solution de Long Ashton modifiée (22) durant le premier mois et 200 ml/semaine pendant les quatre mois suivants. En d'autre temps, les pots sont arrosés selon leurs besoins avec de l'eau distillée. Un traitement phytosanitaire au Vendex® -Malathion® a été fait au deuxième et au troisième mois pour lutter contre les thrips et un autre au Pentac Aquaflow® au quatrième mois pour éliminer les acariens.

Après 5 mois de culture, les racines sont récoltées, désinfectées avec un mélange chloramine T 2% et streptomycine 200 mg/l (18), rincées à l'eau distillée stérile, asséchées partiellement, puis emballées et expédiées au Zaïre par avion. Après 48 h, les racines arrivent à destination et sont entreposées pendant un mois à 4°C jusqu'à leur utilisation.

### Production de l'inoculum rhizobien

Toutes les souches de *Rhizobium* requises pour nos expériences ont été produites en laboratoire à Kinshasa. Ce sont : 1) le *Rhizobium freedii* souche FA3 spécifique au *Glycine max*; 2) le *R. leguminosarum* biovar *Phaseoli* souche P121 spécifique au *Phaseolus vulgaris*; 3) le *Rhizobium* sp. souche CRENK-18 spécifique au *L. leucocephala* et 4) le *Bradyrhizobium* sp. souche CB756 utilisée pour les autres légumineuses tropicales (Tableau I).

Ces souches de *Rhizobium* qui croissent initialement sur le milieu YMA (yeast mannitol agar) sont multipliées dans des erlenmeyers de 250 ml sur milieu YMB (yeast mannitol broth) (28). Les cultures sont incubées à 28°C pendant 7 jours sur un agitateur afin d'assurer une bonne oxygénation du milieu. Ensuite, nous évaluons la densité des bactéries (Tableau I) en utilisant la chambre de comptage de Petroff-Hauser (28) avec l'aide du microscope photonique.

### Dispositif expérimental

Les sachets sont disposés en factorielle complètement aléatoire : 1) une factorielle 7  $\times$  4 (six espèces différentes de champignons endomycorhiziens plus un traitement témoin et les quatre espèces de plantes non légumineuses) répétée dix fois; 2) une factorielle 14  $\times$  6 (14 traitements : Témoin (T), *Rhizobium* (R), *Glomus* sp. Z<sub>1</sub>, Z<sub>2</sub>, Z<sub>3</sub>, *G. vesiculiferum* (VES), *G. versiforme* (VER), *G. intraradix* (INT), R + Z<sub>1</sub>, R + Z<sub>2</sub>, R + Z<sub>3</sub>, R + VES, R + VER, R + INT et les six espèces de légumineuses), le tout répété dix fois. Tous les sachets sont placés dans le jardin expérimental du Département de biologie de l'Université de Kinshasa. Une fois par semaine, on effectue une rotation de tous les sachets.

Les racines de poireau endomycorhizé utilisées pour l'inoculation sont coupées en segments d'environ 1 cm. La colonisation endomycorhizienne de ces racines est évaluée à environ 70% selon la technique décrite par Plenchette *et al.* (22). Dans chaque sachet à inoculer, on introduit 2 g de racines à 3 cm sous la surface du sol. Il faut éviter d'exposer l'inoculum endomycorhizien au soleil car les rayons UV réduisent sensiblement le potentiel colonisateur du symbiote fongique. Les sachets témoins reçoivent 2 g de racines préalablement stérilisées à l'autoclave pendant 30 min, ainsi que 50 ml de la microflore restante inférieure à 20  $\mu\text{m}$  provenant de l'eau de lavage des racines colonisées désinfectées. Dans chaque sachet, on sème 4 graines, pour le manioc nous avons utilisé 2 boutures par sachet. Avant le semis, les graines de

TABLEAU 1

## Symbiotes racinaires utilisés comme inoculant, provenance et quantité utilisée

Symbiote	Provenance	Quantité utilisée
<i>G. vesiculiferum</i>	V. Furlan, Agriculture Canada Sainte-Foy (Québec)	2 g racines colonisées/sachet
<i>G. intraradix</i>	V. Furlan, Agriculture Canada Sainte-Foy (Québec)	2 g racines colonisées/sachet
<i>G. versiforme</i>	V. Furlan, Agriculture Canada Sainte-Foy (Québec)	2 g de racines colonisées/sachet
<i>Glomus</i> sp. Z <sub>1</sub>	Récolté par l'auteur (K.P.) au Mayumbe (Zaire)	2 g de racines colonisées/sachet
<i>Glomus</i> sp. Z <sub>2</sub>	Récolté par l'auteur (K.P.) au Mayumbe (Zaire)	2 g de racines colonisées/sachet
<i>Glomus</i> sp. Z <sub>3</sub>	Récolté par l'auteur (K.P.) au Mayumbe (Zaire)	2 g de racines colonisées/sachet
<i>Rhizobium fredii</i> souche FA3	Projet National Engrais (FAO) du département de l'agriculture (Kinshasa, Zaire), souche originaire de Montpellier (France)	10 ml/pot (9,5 × 10 <sup>7</sup> bactéries/ml)
<i>R. leguminosarum</i> biovar <i>Phaseoli</i> souche P121	R. Lalonde, Agriculture Canada Sainte-Foy (Québec)	10 ml/pot 5,6 × 10 <sup>6</sup> bactéries/ml
<i>Rhizobium</i> sp. souche CRENK-18	Centre régional d'études nucléaires, Kinshasa (Zaire)	10 ml/pot (1,3 × 10 <sup>7</sup> bactéries/ml)
<i>Bradyrhizobium</i> sp., souche CB756	Centre régional d'études nucléaires, Kinshasa (Zaire)	10 ml/pot (5,9 × 10 <sup>6</sup> bactéries/ml)

TABLEAU 2

## Influence des différentes espèces ou souches endomycorhiziennes sur la masse de matière sèche (g) de la partie aérienne de quatre espèces de non légumineuses.

Traitement	Manioc	Riz	Oignon	Papayer
Témoin	3,08 a	0,78 c	0,75 b	1,26 bc
<i>G. vesiculiferum</i>	2,78 a	0,83 bc	1,40 a	2,54 a
<i>G. versiforme</i>	2,35 a	1,02 a	1,10 ab	1,53 bc
<i>G. intraradix</i>	3,17 a	1,02 a	0,71 b	1,20 c
<i>Glomus</i> sp. Z <sub>1</sub>	3,33 a	0,95 ab	1,29 a	1,67 b
<i>Glomus</i> sp. Z <sub>2</sub>	3,10 a	0,85 bc	1,30 a	2,20 a
<i>Glomus</i> sp. Z <sub>3</sub>	2,87 a	0,89 abc	1,29 a	1,42 bc

Les valeurs d'une même colonne non suivies par la même lettre sont significativement différentes à  $P < 0,01$  (Test de Waller-Duncan K-ratio).

## Récolte des plants

A la cinquième semaine, tous les plants sont récoltés. Les parties aériennes sont séchées à 75°C pendant 48 h puis on mesure la masse de matière sèche. Au moment de la récolte, un échantillon représentatif de racines de chaque traitement est prélevé et conservé dans le FAA [formaldéhyde 37% (65 ml), acide acétique glacial (25 ml), alcool éthylique 50% (1000 ml)]. Dans le cas des légumineuses, nous avons enregistré le nombre de nodules et leur masse de matière sèche après séchage à 75°C pendant 48 h. Les quelques cas de contamination par le *Rhizobium* dans les traitements sans *Rhizobium* sont éliminés du traitement concerné. Les racines sont éclaircies au KOH 10% par autoclavage et colorées à la fuschsine acide à 0,05% (13). Le pourcentage de colonisation endomycorhizienne est évalué au microscope (22). Les analyses statistiques des données sont également effectuées (26,29).

## Résultats

Dans nos conditions expérimentales, pour l'ensemble des dix espèces de plantes, les souches de champignons endomycorhiziens Z<sub>2</sub>, Z<sub>3</sub> et le *G. vesiculiferum* sont les plus efficaces pour stimuler la croissance des plantes (Tableaux II et III). Chez les plants du papayer, la masse de matière sèche des plants inoculés avec *G. vesiculiferum* et *Glomus*

légumineuses sont pralinées avec une suspension du *Rhizobium* spécifique. De plus, une semaine après le semis, une partie des sachets reçoit 10 ml d'une suspension du *Rhizobium* spécifique diluée à 10% v/v avec de l'eau déminéralisée stérile (Tableau I). Pour conserver un bon degré d'humidité du sol et éviter une trop forte insolation des semis, nous recouvrons les sachets d'un paillis stérilisé de *Paspalum* pendant toute la durée de l'essai. Après la germination, nous éclaircissons les semis pour ne laisser que deux plantes par sachet. Deux fois par semaine, chaque sachet est arrosé avec 300 ml d'eau.

TABLEAU 3

## Influence des différentes espèces ou souches endomycorhiziennes sur la masse de matière sèche de la partie aérienne de six espèces de légumineuses.

Traitement	Arachide	Soja	Haricot	Pois cajan	Stylosanthes	Leucaena
- <i>Rhizobium</i>						
Témoin	4,62 a	1,52 f	2,34 ef	2,40 f	0,65 bcd	1,05 e
<i>G. vesiculiferum</i>	6,79 ab	2,85 abcde	4,34 b	4,14 abc	0,58 bcd	2,46 cd
<i>G. versiforme</i>	4,52 a	1,97 ef	3,78 bcd	2,67 ef	0,38 d	2,58 cd
<i>G. intraradix</i>	6,03 ab	1,64 f	3,31 bcde	3,94 bc	0,59 bcd	2,55 cd
<i>Glomus</i> sp. Z <sub>1</sub>	5,37 ab	2,29 def	2,89 cdef	3,28 cdef	0,65 bcd	2,87 bc
<i>Glomus</i> sp. Z <sub>2</sub>	6,27 ab	3,24 abc	4,68 b	4,00 bc	0,74 bc	2,74 bcd
<i>Glomus</i> sp. Z <sub>3</sub>	7,34 ab	2,72 bcde	3,88 abc	3,53 bcde	6,49 cd	2,41 cd
+ <i>Rhizobium</i>						
Témoin	5,20 a	3,44 ab	2,56 def	3,69 bcd	0,65 bcd	2,18 d
<i>G. vesiculiferum</i>	6,52 ab	2,69 bcde	-	4,36 ab	0,78 bc	3,20 ab
<i>G. versiforme</i>	6,36 ab	1,55 f	-	2,91 def	0,76 bc	2,85 bc
<i>G. intraradix</i>	6,65 ab	2,14 def	-	2,48 f	0,66 bcd	2,59 cd
<i>Glomus</i> sp. Z <sub>1</sub>	6,02 ab	2,37 cdef	1,97 f	3,28 cdef	0,70 bcd	2,67 bcd
<i>Glomus</i> sp. Z <sub>2</sub>	6,56 ab	3,67 a	5,90 a	3,77 bcd	0,82 ab	3,75 a
<i>Glomus</i> sp. Z <sub>3</sub>	6,27 ab	3,00 abcd	4,50 b	4,99 a	1,17 a	2,73 bcd

Les valeurs d'une même colonne non suivies par la même lettre sont significativement différentes à  $P < 0,01$  (Test de Waller-Duncan K-ratio), sauf pour l'arachide où  $P < 0,05$ .

TABLEAU 4

Influence de différentes espèces ou souches endomycorhiziennes en présence du *Rhizobium* sur la nodulation de six espèces de légumineuses.

Traitement	Arachide		Soja		Haricot		Pois cajan		Stylosanthes		Leucaena	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
+ <i>Rhizobium</i>												
Témoin	288,6 a	152,9 a	27,6 ab	93,6 ab	15,2 b	30,0 b	14,7 a	50,1 a	55,3 a	10,7 a	13,5 a	17,8 a
<i>G. vesiculiferum</i>	299,2 a	192,3 a	31,5 a	127,5 a	-	-	21,7 a	97,0 a	66,8 a	8,1 a	8,3 a	16,7 a
<i>G. versiforme</i>	310,2 a	164,9 a	14,8 b	54,7 ab	-	-	14,2 a	34,3 a	78,2 a	12,3 a	4,3 a	15,0 a
<i>G. intraradix</i>	362,8 a	217,5 a	14,0 b	40,0 b	-	-	22,2 a	91,2 a	68,5 a	9,8 a	9,3 a	25,3 a
<i>Glomus</i> sp. Z <sub>1</sub>	348,8 a	170,2 a	17,2 ab	59,9 ab	2,0 c	8,0 c	18,8 a	53,1 a	61,3 a	9,1 a	6,8 a	65,3 a
<i>Glomus</i> sp. Z <sub>2</sub>	251,2 a	188,4 a	23,7 ab	92,3 ab	30,2 a	91,4 a	25,3 a	97,2 a	85,8 a	19,1 a	15,0 a	63,7 a
<i>Glomus</i> sp. Z <sub>3</sub>	255,0 a	428,7 a	26,0 ab	92,8 ab	12,2 b	12,4 c	11,3 a	52,98a	78,6 a	19,5 a	7,5 a	54,7 a

Les valeurs d'une même colonne non suivies par la même lettre sont significativement différentes à  $P < 0,01$  (Test de Waller-Duncan K-ratio).

A. Nombre de nodules/plant. B: Masse de matière sèche des nodules/plant (mg).

sp. Z<sub>2</sub> est significativement plus grande que celle des plants témoins. Chez le riz, *G. intraradix*, *G. versiforme* et *Glomus* sp. Z<sub>1</sub> stimulent la croissance des plants de manière très significative comparé aux plants non inoculés. Chez les plants de manioc, l'endomycorhization n'a aucun effet et les plants inoculés ont montré des symptômes d'attaque virale. Quant aux plants d'oignon, quatre champignons endomycorhiziens (*G. vesiculiferum*, *Glomus* sp. Z<sub>1</sub>, Z<sub>2</sub> et Z<sub>3</sub>) sont significativement plus efficaces, par rapport au témoin (Tableau II).

Chez les légumineuses, à l'exception de l'arachide et du stylosanthes, la réponse à l'endomycorhization par rapport au témoin est très variable selon l'espèce végétale (Tableau III). La double symbiose *Rhizobium-Glomus* sp. Z<sub>2</sub> contribue à augmenter de façon très significative la masse de matière sèche des plants de leucaena et de haricot. Tandis que le couple *Glomus* sp. Z<sub>3</sub> — *Rhizobium* s'avère plus efficace chez le stylosanthes et le pois cajan comparativement aux autres traitements. Chez le haricot nous avons constaté une floraison plus hâtive chez les plants inoculés avec *Glomus* sp. Z<sub>2</sub> et Z<sub>3</sub>. Toutes les légumineuses ont formé des nodules racinaires pourvus de leghémoglobine à l'exception des plants de haricot et de stylosanthes. Les différences dans le nombre de nodules et la masse de matière sèche suivant les

traitements ne sont pas significatives (Tableau IV), sauf pour le soja et le haricot, dues aux grandes variances observées. Toutes les plantes inoculées ont été colonisées selon un pourcentage variable par les six espèces et souches de champignons endomycorhiziens (Tableau V). Les plus hauts taux moyens de colonisation endomycorhizienne ont été obtenus avec l'oignon et le papayer chez les non légumineuses (15%) et avec l'arachide (19%) et le haricot (18%) chez les légumineuses. Parmi toutes les espèces de plantes-hôtes cultivées, le manioc a eu le plus faible pourcentage de colonisation endomycorhizienne, suivi dans l'ordre croissant, du riz, du pois cajan, du soja, du leucaena et du stylosanthes.

## Discussion

Sous nos conditions de culture, le rendement des différentes espèces de plantes cultivées est influencé de manière très variable selon l'espèce de champignon endomycorhizien et le sol utilisés. De plus, ces différences peuvent s'expliquer par le degré de compatibilité entre la plante-hôte et l'espèce de symbiote fongique, ainsi que par l'efficacité de ce dernier à absorber les éléments minéraux de la solution du sol, notamment le phosphore (1,21). La différence peut aussi être attribuée aux caractéristiques morphologiques particulières du système racinaire de chaque plante incluant la fibrosité

TABLEAU 5

Pourcentage de la colonisation endomycorhizienne selon l'espèce de plante-hôte et le traitement.

Traitement	Manioc	Riz	Oignon	Papayer	Arachide	Soya	Haricot	Pois cajan	Stylosanthes	Leucaena
- <i>Rhizobium</i>										
Témoin	0,0 b	0,0 c	0,0 a	0,0 c	0,0 e	0,0 d	0,0 e	0,0 d	0,0 e	0,0 c
<i>G. vesiculiferum</i>	3,3 ab	2,6 bc	20,3 a	19,2 a	13,6 bcde	10,3 abc	23,0 a	2,8 d	14,5 bc	16,1 a
<i>G. versiforme</i>	3,3 ab	1,4 bc	7,2 a	4,2 bc	17,2 abcd	15,6 a	9,7 d	6,1 abcd	9,7 bcd	6,2 abc
<i>G. intraradix</i>	5,0 ab	5,6 ab	14,2 a	16,7 a	14,9 bcd	3,3 bcd	18,9 abc	2,7 d	9,1 cd	12,2 ab
<i>Glomus</i> sp. Z <sub>1</sub>	2,8 b	6,3 ab	15,1 a	14,7 ab	16,9 abcd	7,6 bcd	14,8 bcd	4,4 bcd	7,5 d	10,9 ab
<i>Glomus</i> sp. Z <sub>2</sub>	1,4 b	7,9 b	23,3 a	14,2 bc	27,8 ab	8,6 abcd	22,0 ab	6,0 abcd	28,3 a	10,0 abc
<i>Glomus</i> sp. Z <sub>3</sub>	8,3 a	5,8 ab	12,0 a	22,6 a	24,7 abc	11,7 ab	25,5 a	3,7 cd	15,8 b	5,4 bc
+ <i>Rhizobium</i>										
Témoin					0,0 e	0,0 d	0,0 e	0,0 d	0,0 e	0,0 e
<i>G. vesiculiferum</i>					11,4 cde	2,6 cd	-	3,3 cd	11,7 bcd	5,9 bc
<i>G. versiforme</i>					10,3 de	8,3 abcd	-	2,6 d	13,3 bcd	7,2 abc
<i>G. intraradix</i>					14,2 bcde	5,1 bcd	-	10,3 ab	26,7 a	7,1 abc
<i>Glomus</i> sp. Z <sub>1</sub>					19,2 abcd	8,3 abcd	14,4 bcd	12,1 a	8,9 cd	6,7 abc
<i>Glomus</i> sp. Z <sub>2</sub>					26,9 ab	7,8 abcd	25,1 a	9,0 abc	26,7 a	13,0 ab
<i>Glomus</i> sp. Z <sub>3</sub>					30,0 a	-	11,1 cd	5,0 bcd	10,0 bcd	9,0 abc
Moyenne	4,0	4,9	15,4	15,3	18,9	8,1	18,3	5,7	15,2	9,1

Les valeurs d'une même colonne non suivies par la même lettre sont significativement différentes à  $P < 0,01$  (Test de Waller-Duncan K-ratio).

du système racinaire, la longueur des racines latérales et le pourcentage relatif de racines latérales par rapport à la masse de matière sèche du système racinaire entier (23). Chez l'arachide et le manioc, il n'y a pas eu de stimulation de la croissance avec l'un ou l'autre des inoculums endomycorhiziens utilisés. Non seulement ceci pourrait être attribuable à une trop faible colonisation endomycorhizienne, ou à la brève période de culture, mais également à des conditions de culture non optimales tant pour la plante-hôte que pour les symbiotes fongiques. En effet, un développement endomycorhizien normal et un rendement plus élevé ont déjà été observés, mais chez des plants endomycorhizés de l'arachide cultivés en milieu contrôlé (6). Dans ce cas, le *G. mosseae* a été utilisé, espèce qui n'a pas été observée par le Dr S. Berch à qui nous avons demandé d'analyser nos souches de champignons isolés au Zaïre. D'autre part, le manioc pourrait se comporter comme l'arachide puisque certains auteurs (7,9,27) rapportent des résultats qui démontrent la forte dépendance de cette plante pour des champignons endomycorhiziens différents de ceux que nous avons utilisés. La double symbiose racinaire, endomycorhize-*Rhizobium*, a augmenté de façon significative la croissance d'un certain nombre d'espèces de légumineuses (leucaena, soja, haricot et pois cajan) comparé à des plants inoculés avec un seul des deux microsymbiotes ou à des plants non inoculés; ces résultats concordent avec ceux d'autres sources (8,15).

Bien que toutes les plantes-hôtes inoculées soient endomycorhizées, l'efficacité relative des espèces ou souches de champignons endomycorhiziens doit préalablement être comparée sous différentes conditions de culture; ceci afin d'optimiser le rendement (1). Évidemment, dans la mesure du possible, la période de culture devrait s'étendre jusqu'à la maturité complète des plants pour une évaluation réelle des effets des symbiotes racinaires.

Chez certaines légumineuses, la double inoculation a diminué la colonisation endomycorhizienne probablement en raison de la compétition pour l'utilisation des glucides par les deux microsymbiotes; ceci pourrait être le cas du *G. vesiculiferum* chez le leucaena et le soja, et du *Glomus* sp. Z<sub>3</sub>, chez le haricot. L'effet synergique ne se manifeste pas toujours dans la double symbiose. Des effets antagonistes ont été observés chez le soja entre le champignon endomycorhizien et la nodulation dus à la compétition pour les glucides entraînant ainsi une baisse de productivité (3). Ces mêmes auteurs soulignent que le moment de l'inoculation d'un des deux endophytes affectent l'établissement de l'autre. Ils en concluent que pour une double symbiose plus efficace, il est préférable d'inoculer les deux endophytes en même temps. Cependant, nous avons constaté un effet

synergique dans la colonisation racinaire lors de l'inoculation avec le *Rhizobium* et le *Glomus* sp. Z<sub>1</sub>, chez les plants du pois cajan, alors que le *G. intraradix* a produit un tel effet chez le pois cajan et le stylosanthes. Dans tous les autres cas, nous avons obtenu un effet neutre. Le haricot et le stylosanthes ont formé des nodules inactifs, ceci indiquerait que les gènes nod sont fondamentalement différents des gènes nif (12). Nous avons constaté que le *R. leguminosarum* biovar *Phaseoli* souche P121 particulièrement efficace chez le *P. vulgaris* cv. Goldie dans les expériences au Canada (14) ne l'est pas du tout dans nos conditions d'essai chez le *P. vulgaris* cv. 014112. L'expression des gènes nif est probablement fonction du cultivar, de la fertilité du sol et des conditions environnementales de l'expérience tandis que l'expression des gènes nod est régie par les métabolites présents dans les exsudats racinaires (11).

Cette étude a permis de déterminer les champignons endomycorhiziens les plus efficaces pour chacune des espèces de plantes cultivées dans cette expérience. En général, nos résultats montrent que les souches de champignons *Glomus* sp. Z<sub>2</sub>, Z<sub>3</sub> et le *G. vesiculiferum* sont supérieurs dans nos conditions. Le leucaena (essence particulièrement intéressante en agroforesterie), le soja et le haricot (deux légumineuses vivrières à graines), le papayer (plante fruitière), le stylosanthes (plante fourragère), l'oignon (plante légumière) et le pois cajan (plante améliorante en jachère) ont particulièrement bien répondu à l'inoculation de ces trois souches et espèces de champignons endomycorhiziens.

Même si le *G. vesiculiferum* provient du nord du Québec (55°N, 79°O), donc d'une région froide, elle a bien stimulé la croissance chez plusieurs espèces végétales, du moins pour la courte durée de culture. Les souches du *Glomus* sp. Z<sub>2</sub> et Z<sub>3</sub> se sont avérées très efficaces dans nos conditions d'essai. Les espèces seront identifiées et multipliées. D'autres études en champ suivront pour évaluer leur compétitivité en présence d'autres champignons endomycorhiziens indigènes ou connus.

Afin d'obtenir le meilleur profit des symbiotes racinaires (champignons endomycorhiziens, *Rhizobium*), il est indispensable de déterminer leur compatibilité, leur efficacité et leur synergisme sur les plantes-hôtes importantes cultivées au Zaïre. Ceci dans les meilleures conditions environnementales possibles, en particulier celle d'une fertilité optimale du sol.

## Remerciements

Nous tenons à exprimer notre gratitude au Centre de recherches pour le développement international (CRDI) à Ottawa, Canada, qui a subventionné ce travail de recherche : projet n° 3-P-84-0132.

## Références bibliographiques

1. Abbott L.K. et Robson A.D., 1984. The effect of VA micorrhizae on plant growth. *In: VA mycorrhiza*. C.L.I. Powell et D.J. Bagyaraj (éd.). CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. 113-130.
2. Bagyaraj D.J., 1984. Biological interactions with VA mycorrhizal fungi. *In: VA mycorrhiza*. C.L.I. Powell et Bagyaraj D.J. (éd.). CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. 131-153.
3. Bethlenfalvay G.J., Brown M.S. et Stafford A.E., 1985. *Glycine-Rhizobium* symbiosis. II. Antagonistic effects between mycorrhizal colonization and nodulation. *Plant Physiol.* **79**: 1054-1058.
4. Bray R.H. et Kurtz L.T., 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus. *Soil Sci.* **59**: 39-42.
5. Cooper K.M., 1984. Physiology of VA mycorrhizal association. *In: VA mycorrhiza*. C.L.I. Powell et Bagyaraj D.J., (éd.). CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. 155-185.
6. Daft M.J. et El-Giahmi A.A., 1976. Studies on nodulated and mycorrhizal peanuts. *Ann. Appl. Biol.* **83**: 273-276.
7. Ezeta F.N. et De Carvalho P.C.L., 1982. Influência da endomicorriza na absorção de PeKe no crescimento da mandioca. *Rev. Bras. Ci. Solo* **6**: 25-28.
8. Ganry F., Diem H.G., Wey J. et Dommergues Y.R., 1985. Inoculation with *Glomus mosseae* improves N<sub>2</sub> fixation by field grown soybeans. *Biol. Fert. Soils* **1**: 15-23.
9. Howeler R.H., Cadavid L.F. et Burckhardt E., 1982. Response of Cassava to VA mycorrhizal inoculation and phosphorus application in greenhouse and field experiments. *Plant and Soil* **69**: 327-339.
10. Johnson C.P. et Menge J.A., 1982. Mycorrhizae may save fertilizer dollars. *Am. Nurseryman* **156**: 79-81
11. Kent N.P., Frost J.W. et Long S.R., 1986. A plant flavone, luteolin, induces expression of *Rhizobium meliloti* nodulation genes. *Science* **233**: 977-980.
12. Kondorosí E et Kondorosí A., 1986. Nodule induction on plant roots by *Rhizobium*. *Tibs* **11**: 296-299.
13. Kormanik P.P. et McGraw A.C., 1982. Quantification of vesicular-arbuscular mycorrhizae in plant roots. *In: Methods and Principles of Mycorrhizal Research*. N.C. Schenck (éd.). ASP, St. Paul, Minnesota, USA. 37-45.
14. Lalande R., Antoun H., Paré T. et Joyal P., 1986. Effets de l'inoculation avec des souches du *Rhizobium leguminosarum* biovar *Phaseoli* sur le rendement et la teneur en azote du haricot (*Phaseolus vulgaris*). *Nat. Can.* **113**: 337-346.
15. Manjunath A., Bagyaraj D.J. et Gopala Gowda H.S., 1984. Dual inoculation with VA mycorrhiza and *Rhizobium* is beneficial to *Leucaena*. *Plant and Soil* **78**: 445-448.
16. Menge J.A., 1984. Inoculation production. *In: VA mycorrhiza*. C.L.I. Powell et D.J. Bagyaraj (éd.). CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. 187-203.
17. Menge J.A., Lembricht H. et Johnson E.L.V., 1977. Utilization of mycorrhizal fungi in citrus nurseries. *Proc. Int. Soc. Citriculture* **1**: 129-132.
18. Mosse B., 1959. The regular germination of resting spores and some observations on the growth requirements of an *Endogone* sp. causing vesicular-arbuscular mycorrhiza. *Trans. Br. mycol. Soc.* **42**: 273-286.
19. Mosse B., 1973. Advances in the study of VA mycorrhiza. *Ann. Rev. Phytopathol.* **11**: 171-196.
20. Owusu-Bennoah E. et Mosse B., 1979. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. XI. Field inoculation responses in barley, lucerne and onion. *New Phytol.* **83**: 671-679.
21. Plenchette C., 1982. Les endomycorhizes à vésicules et arbuscules (VA): un potentiel à exploiter en agriculture. *Phytoprotection* **63**: 86-108.
22. Plenchette C., Furlan V. et Fortin J.A., 1982. Effects of different endomycorrhizal fungi on five host plants grown on calcined montmorillonite clay. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **107**: 535-538.
23. Pope P.E., Chaney W.R., Rhodes J.D. et Woodhead S.H., 1983. The mycorrhizal dependency of four hardwood tree species. *Can. J. Bot.* **61**: 412-417
24. Ross J.P. et Harper J.A., 1970. Effect of *Endogone* mycorrhiza on soybean yields. *Phytopathology* **60**: 1552-1556.
25. Safir G.R., 1980. Vesicular-arbuscular mycorrhizae and crop productivity. *In: The biology of crop productivity*. P.S. Carlson (éd.). Academic Press, Inc., NY, USA. 231-252.
26. SAS. 1985. SAS user's guide: Statistics (version 5th edition). SAS Institute Inc., Box 8000, Cary, NC 27511-8000 USA.
27. Sieverding, E. et Howeler R.H., 1985. Influence of species of VA mycorrhizal fungi on cassava yield response to phosphorus fertilization. *Plant and Soil* **88**: 213-221
28. Somasegaran, P. et Hoben H.J., 1985. Methods in Legume - *Rhizobium* technology. Research report from University of Hawaii, NIFTAL project and MIRCEN. Hawaii Institute of Tropical Agriculture and Human Resources. 367 p.
29. Waller, R.A. et Duncan D.B., 1969. «A Bayes rule for the symmetric multiple comparison problem». *Journal of American Statistical Association* **64**: 1484-1499.

Khasa, P.: Zaïrois; B.Sc. agronomie, M.Sc. génie forestier; présentement étudiant au doctorat (Ph.D.), faculté de foresterie, Université Laval, Québec.

Furlan, V. Canadien; B.Sc. biologie végétale, D.Sc. écologie forestière; présentement chercheur scientifique, Agriculture Canada, Sainte-Foy, Québec.

Fortin J.A. Canadien; B.Sc. biologie, M.Sc. botanique, D.Sc. biologie forestière; présentement directeur de l'Institut de recherche en biologie végétale de l'Université de Montréal.

# Date stones in broiler's feeding

Manuela Gualtieri\* and S. Rapaccini\*

Keywords: Date stones — Energy source — Broilers.

## Summary

To evaluate date stones as dietary component for broilers, two trials were carried out. In the first trial, Tunisian Deglet date stones were used and in the second one, stones were the waste product of an Italian distillery. One-day-old Arbor Acres chickens were cage reared and fed for 6 weeks on 4 experimental diets, which were formulated to be isonitrogenous and isocaloric and differed in cereal component (maize or low tannin sorghum) and in inclusion level (0 or 10%) of ground date stones. Birds' performances were slightly different in the two trials, but overall results indicate that date stones are suitable for use in broiler's feeding under such conditions.

## Résumé

Deux essais ont été effectués pour étudier la possibilité d'emploi des noyaux de dattes dans l'alimentation des poulets de chair. Lors du premier on a utilisé des noyaux de dattes Deglet provenant de Tunisie et lors du second les déchets de fabrication d'une distillerie italienne. On a préparé quatre aliments, théoriquement isoprotidiques et isoénergétiques, différents par la céréale employée (maïs ou sorgho pauvre en tanins) et le taux d'incorporation (0 ou 10%) de noyaux broyés. Ces aliments ont été distribués à volonté à des poulets Arbor Acres élevés en cage du premier jusqu'au quarante-deuxième jour d'âge, en enregistrant le poids vif individuel et les consommations par cage. Dans l'ensemble, les résultats des deux essais indiquent qu'il est possible d'utiliser les noyaux de dattes au taux d'incorporation de 10% sans influencer négativement les performances des poulets.

## Introduction

Date stones are the waste product of date processing for human consumption or of the fermentation industry, making up approximately 15% of the total weight of processed dates. Their chemical composition is variable, depending on variety and processing of dates. However, in view of their nitrogen free extract and lipids content (whose sum can exceed 50% of the feed) date stones are considered a possible substitute energy source for the conventionally used cereals in animal feeding (5,6).

According to the results of feeding trials reviewed by Alwash and De Peters (1), date stones could be used up to 50-75% in diets for ruminants if such diets were balanced in available nitrogen. Under the same condition, but at lower levels (10-15%), date stones also appear to be suitable for use in broiler's feeding (5).

On the basis of these findings, two consecutive trials on broilers were conducted by using date stones of different origin.

## Materials and methods

In the first trial, Deglet date stones purchased in a Tunisian market were studied. They may be the by-product of hand-

ling dates for human consumption or of molasses industry as well.

In the second trial, the stones were the waste product of an Italian distillery.

Chemical composition of both products, determined according to the A.O.A.C. (2) is shown in table 1.

In each trial, four diets were prepared, which were formulated to be isonitrogenous and isocaloric. They substantially differed in cereal used as the main energy source (maize or low tannin sorghum) and in inclusion level (0 or 10%) of ground date stones (Tables 2 and 3).

Diets were provided *ad libitum* to one-day-old Arbor Acres chickens of both sexes (120 in the first trial, 117 in the second one), cage reared for 6 weeks in a poultry house naturally ventilated and equipped with an adequate heating system. Average relative humidity was about 70% and temperature at the level of the birds ranged from 32°C during the first week to 20°C during the last three weeks.

Birds were allocated at random to 24 groups, males and females separately, obtaining 3 replicate groups per dietary treatment and per sex.

Neither chemoprophylactic nor therapeutic treatments were made during the trials.

TABLE 1

Proximate analysis, calcium and phosphorus content of date stones utilised in the two trials.

Trial	Moisture %	Crude protein %	Ether extract %	Crude fibre %	Ash %	N-free extract %	Ca %	P %
1*	12.90	4.53	6.18	19.23	0.96	56.20	0.57	0.31
2**	13.85	5.85	4.96	26.46	1.95	46.93	0.27	0.15

\* Tunisian Deglet.

\*\* Distillery by-product

\* Dipartimento di Scienze zootecniche dell'Università. Via delle Cascine, 5. 50144-Firenze, Italy.

Received on 12 12 89 and accepted for publication on 17 02.90.

TABLE 2

First trial. Composition of feeds (M/O = maize-no stones; M/10 = maize-10% stones; S/O = sorghum-no stones; S/10 = sorghum-10% stones).

Ingredients (%)	STARTER (0-3 weeks)				GROWER (3-6 weeks)			
	M/O	M/10	S/O	S/10	M/O	M/10	S/O	S/10
Maize meal	52.00	44.00	—	—	61.50	54.00	—	—
Sorghum meal*	—	—	55.45	48.45	—	—	62.00	56.00
Soybean meal (solv.)	34.00	37.70	31.00	35.00	29.50	30.45	26.00	28.20
Dehy. lucerne meal	4.00	—	4.00	—	4.45	—	4.45	—
Barley meal	5.00	1.00	5.00	—	—	—	3.00	—
Date stones meal	—	10.00	—	10.00	—	10.00	—	10.00
Soybean oil	1.45	3.75	1.00	3.00	1.00	2.00	1.00	2.25
Calcium carbonate	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Dicalcium phosphate	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Sodium chloride	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Premix**	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
DL-methionine	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Proximate analysis (%)								
moisture	11.85	11.05	11.70	10.65	11.90	11.00	11.50	10.35
crude protein	19.96	20.70	19.60	20.68	18.90	18.38	18.58	18.69
ether extract	3.44	5.11	2.47	4.24	3.96	5.43	5.13	5.59
crude fibre	3.83	3.96	4.02	4.51	3.88	4.45	3.89	4.03
ash	6.17	6.23	6.05	5.81	5.64	5.52	5.62	5.38
N-free extract	54.75	52.95	56.16	54.11	55.72	55.22	55.28	57.96
Ca	0.92	0.90	0.93	0.79	0.86	0.84	0.88	0.88
P	0.82	0.90	0.84	0.78	0.80	0.74	0.74	0.80
Calculated ME (Kcal/Kg)	2822	2830	2798	2800	2892	2826	2864	2832

\* cv Aralba. .2% tannin content, determined by the Daiber method (3).

\*\* Premix composition (per Kg): Vit. A 2,600,000 IU; Vit. D3 600,000 IU; Vit. E 2,000 mg; Vit. B1 400 mg; Vit. B2 1,000 mg; Vit. B6 260 mg; Vit. B12 3 mg; Vit. C 6,000 mg; Vit. K 400 mg; Vit. PP 5,000 mg; d-pantothenic acid 2,500 mg; folic acid 50 mg; choline 100,000 mg; cobalt 40 mg; iron 6,000 mg; iodine 300 mg; manganese 18,000 mg; copper 500 mg; zinc 9,000 mg, BHT 100 mg.

TABLE 3

Second trial. Composition of feeds (M/O = maize-no stones; M/10 = maize-10% stones; S/O = sorghum-no stones; S/10 = sorghum-10% stones).

Ingredients (%)	STARTER (0-3 weeks)				GROWER (3-6 weeks)			
	M/O	M/10	S/O	S/10	M/O	M/10	S/O	S/10
Maize meal	56.00	46.45	—	—	61.50	54.00	—	—
Sorghum meal*	—	—	59.50	49.00	—	—	65.00	56.00
Soybean meal (solv.)	35.45	37.00	32.95	34.45	29.50	30.45	26.00	28.20
Dehy. lucerne meal	—	—	2.50	—	4.45	—	4.45	—
Date stones meal	—	10.00	—	10.00	—	10.00	—	10.00
Soybean oil	1.00	3.00	1.00	3.00	1.00	2.00	1.00	2.25
Calcium carbonate	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Dicalcium phosphate	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Sodium chloride	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Premix**	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
DL-methionine	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Proximate analysis (%)								
moisture	10.10	9.35	10.65	9.60	10.20	9.50	10.40	9.65
crude protein	20.20	20.20	20.45	20.90	18.30	17.84	18.19	18.00
ether extract	4.15	5.95	3.30	5.35	3.43	4.64	3.15	4.61
crude fibre	3.65	5.85	3.35	6.00	4.29	5.94	3.84	5.59
ash	7.50	6.70	6.30	6.25	6.18	6.33	5.80	5.59
N-free extract	54.40	51.95	55.95	51.90	57.60	55.75	58.62	56.56
Ca	1.12	1.04	0.95	1.06	0.91	0.92	0.88	0.87
P	0.85	0.80	0.83	0.79	0.72	0.74	0.78	0.80
Calculated ME (Kcal/Kg)	2767	2807	2835	2806	2892	2826	2893	2832

\* cv Aralba. .2% tannin content, determined by the Daiber method (3).

\*\* Premix composition (per Kg): Vit. A 2,600,000 IU; Vit. D3 600,000 IU; Vit. E 2,000 mg; Vit. B1 400 mg; Vit. B2 1,000 mg; Vit. B6 260 mg; Vit. B12 3 mg; Vit. C 6,000 mg; Vit. K 400 mg; Vit. PP 5,000 mg; d-pantothenic acid 2,500 mg; folic acid 50 mg; choline 100,000 mg; cobalt 40 mg; iron 6,000 mg; iodine 300 mg; manganese 18,000 mg; copper 500 mg; zinc 9,000 mg, BHT 100 mg.

Individual liveweight and feed intake per cage at 3 and 6 weeks of age were measured, mortality and culls also were recorded.

Liveweight, feed intake and efficiency ration data were subjected to variance analysis by using a mixed model least-squares and maximum likelihood computer program by Harvey (4).

## Results and discussion

Results of trials are shown for males and females and each dietary treatment separately.

Recorded data of the first trial (table 4) may be described as follows. Liveweight of males was not significantly different from one diet to another. In females fed on M/O diet it was

**TABLE 4**  
**First trial. Performance data of 6 weeks old chickens. Estimated means**

	MALES				FEMALES				M.S.E.
	(M/0)	(M/10)	(S/0)	(S/10)	(M/0)	(M/10)	(S/0)	(S/10)	(df)
	A	B	C	D	E	F	G	H	
Animals no.	14	14	15	14	14	15	14	15	(107)
	Efg		Efg	e	h				
Liveweight g	1725.36	1555.71	1732.00	1661.43	1468.57	1528.67	1529.64	1688.00	62227.9016
Replications no.	3	3	3	3	3	3	3	3	(16)
Feed intake g	3570.00	3360.00	3640.00	3388.00	3374.00	3402.00	3374.00	3514.00	99813.0000
				fg					
F.C.R.	2.22	2.20	2.16	2.12	2.24	2.28	2.27	2.18	0.0059

Significance of comparison between means is expressed by means of either capital letters or small letters ( $P < .01$ ,  $P < .05$ ) which correspond to groups indicated with letters on top of columns.

**TABLE 5**  
**Second trial. Performance data of 6 weeks old chickens. Estimated means.**

	MALES				FEMALES				M.S.E.
	(M/0)	(M/10)	(S/0)	(S/10)	(M/0)	(M/10)	(S/0)	(S/10)	(df)
	A	B	C	D	E	F	G	H	
Animals no.	9	12	13	12	15	13	14	14	(94)
	FG	dfg	eFGh	eFGH					
Liveweight g	1693.89	1649.17	1743.08	1806.25	1585.00	1496.15	1488.21	1587.50	26374.8859
Replications no.	3	3	3	3	3	3	3	3	(16)
	bCDh	d	fg	EFGh					
Feed intake g	2969.33	3365.00	3437.33	3729.00	3223.00	3101.67	3080.33	3324.33	37699.2083
	bf	ce							
F.C.R.	2.04	2.27	2.06	2.13	2.10	2.23	2.17	2.15	0.0446

Significance of comparison between means is expressed by means of either capital letters or small letters ( $P < .01$ ,  $P < .05$ ) which correspond to groups indicated with letters on top of columns.

significantly ( $p < .05$ ) lower than those fed on S/10. Comparing males with females it was found that males fed on M/0 and S/0 diets were heavier than females fed on M/0 ( $P < .01$ ) and on M/10 and S/0 ( $P < .05$ ).

Differences in feed intake were not significant at the considered probability levels.

Feed conversion efficiency was not different for males or females. In males fed on S/10, it was better ( $P < .05$ ) than females fed on M/10 and S/0.

In the second trial (table 5), results were slightly different. For females, liveweight was not statistically different, while in males fed on M/10 it was lower ( $P < .05$ ) than those fed on S/10. Comparing males with females, various significant differences were found. All males were different ( $P < .05$  or  $P < .01$ ) from females fed on M/10 and S/0 and males fed on S/0 and S/10 were different ( $P < .05$  or  $P < .01$ ) from females fed on M/0 and S/10.

Feed intake was not different for females, while in males fed on M/0 it was lower ( $P < .05$  or  $P < .01$ ) than the other male groups and in those fed on M/10 was lower ( $P < .05$ ) than those fed on S/10. Comparing males and females it is clear that the intake of males fed on M/0 is different from that of females fed on S/10, that of males fed on S/0 is different from that of females fed on M/10 and S/0 and that of males fed on S/10 is different from that of all groups of females ( $P < .05$  or  $P < .01$ ).

Feed conversion efficiency was not different for females. In males fed on M/10 it was higher ( $P < .05$ ) than those fed on M/0 and S/0. Between males and females two differences ( $P < .05$ ) were found: the feed conversion efficiency of males fed on M/0 was lower than that of females fed on M/10 and males fed on M/10 had a feed conversion efficiency higher than females fed on M/0.

These results show that in these trials the inclusion of 10% of date stones in broiler's diets did not greatly affect the perfor-

mance of the experimental groups. However, as regards males in the second trial, the inclusion of stones in the maize based diet (M/10) gave worse performance results than the corresponding control diet (M/0). This suggests possible differences in associative effects between the diet ingredients, that should be better studied by means of other experiences. During the trials, at the time of the first recording of liveweight (21d), birds showing signs of suffering due to their poor adaptation to cage rearing and their reduced weight gain were culled, in order to avoid chemoprophylactic treatments and their possible influence on dietary treatment (table 6).

**TABLE 6**  
**Culls and mortality data of two trials.**

Trial	Feed	Culled no.	Dead no.	Total no.	%
1	M/0	1	1	2	6.7
	M/10		1	1	3.3
	S/0	-	-	-	-
	S/10		2	2	6.7
Total				5	4.2
2	M/0	5	1	6	20.0
	M/10	3	2	5	16.7
	S/0	1	-	1	3.4
	S/10		2	2	7.1
Total				14	12.0

## Conclusions

Results of these trials substantially agree with literature (5) as the main differences between experimental groups are due to sex rather than dietary treatment.

Therefore, the utilisation of date stones as a substitute energy source for cereals can gain importance, particularly in palm growing countries, and in intensive rearing as well.

Even though some limits in non-ruminant feeding have to be considered, date stones and other indigenous products can help to lower feed energy cost and save some imported cereals, reserving them principally for human consumption.

## Acknowledgment

The authors wish to thank the personnel of the Istituto Agronomico per l'Oltremare (Florence) for their assistance in obtaining Deglet date stones.

**Samenvatting:** Twee experimenten werden opgesteld om de mogelijkheid te bestuderen dadelpitten in de voeding van vleeskippen te incorporeren. In de eerste proef werden pitten van Degletdadels uit Tunesië gebruikt en, in de tweede, afval van een Italiaanse stokerij.

Vier voeders werden voorbereid die theoretisch isoënergetisch en isoproteïnisch waren en onder elkaar verschilden door de gebruikte graansoort (loofzuurarme mais of sorgho) en door het percentage toegevoegde gemalen pitten (0 of 10%).

Deze voeders werden ad libitum verstrekt aan Arbor Acres vleeskippen in kooien ondergebracht van de eerste tot de tweeënveertigste dag van hun leven. Het levend gewicht werd voor elke kip afzonderlijk bepaald alsook het voedergebruik per kooi.

Globaal gezien, wijzen de resultaten van de twee experimenten op de mogelijkheid voeders met 10% dadelpitten te gebruiken zonder negatieve invloed op de prestaties van vleeskippen.

**Resumen:** Los huesos de dátil en la alimentación de los pollos.

Se ha estudiado la posibilidad de utilización de los carozos de dátil en la alimentación de los pollos a través de dos pruebas. Para la primera, se adquirieron los carozos en un mercado tunecino; para la segunda, en una destilería italiana. Para cada prueba se prepararon cuatro tipos de pienso con el mismo contenido de proteína y de energía metabolizable calculada: los piensos se diferenciaban por el cereal empleado (maíz o sorgo con bajo contenido de tanino) y por su contenido de carozos de dátil (0 o 10%). Con estos piensos se han alimentado a discreción pollos Arbor Acres criados en jaulas desde el primer día hasta los cuarenta y dos días de edad, controlando el crecimiento de cada ave y el consumo de pienso en cada jaula después de 21 y 42 días de prueba. Los resultados obtenidos muestran que el porcentaje del 10% de carozos de dátil no influye negativamente sobre la productividad de los pollos.

## Literature

1. Alwash, A.H. and De Peters, E.J., 1982. The use of date stones for feeding and fattening ruminant animals. *World Review of Animal Production*, **18**: 29-32
2. Association of Official Analytical Chemists, 1975. *Official methods of analysis*. 12th ed. Washington, D.C.
3. Daiber, K.H., 1975. Enzyme inhibition by polyphenols of sorghum grain and malt. *J. Sci. Food Agric.*, **26**: 1399-1411
4. Harvey, W.R., 1987. User's guide for LSMLMW PC-1 version. Mixed model least-squares and maximum likelihood computer program. Ohio State Univ., Columbus (Mimeo).
5. Kamel, B.S., Diab, M.F., Ilian, M.A., and Salman A.J., 1981. Nutritional value of whole dates and date pits in broiler rations. *Poultry Science*, **60**: 1005-1011
6. Sawaya, W.N., Khall, J.K. and Safi, A.J., 1984. Chemical composition and nutritional quality of date seeds. *Journal of Food Science*, **49**: 617-619.

Manuela Gualtieri: Italian Degree in Biology Professor of «Feed Technology», University of Florence Italy.

S. Rapaccini: Italian Degree in Agriculture Ph.D. in Zootechny University of Florence Italy

Contact address: c/o Dipartimento di Scienze zootecniche, Via delle Casone, 5 50144 Firenze Italy

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.

# Les agrumes dans la zone des Niayes (Sénégal)

R. Parfonry\*

Keywords: Citrus — Senegal — Lime — Yield — Grapefruit.

## Résumé

*Située sur la côte Ouest du Sénégal, la région des Niayes jouit de conditions climatiques favorables pour le développement d'une horticulture de type méditerranéen.*

*Outre la production de légumes de type «européen», la zone présente une réelle vocation agrumicole.*

*En raison de conditions édaphiques favorables, les espèces comme le Pomelo (Citrus paradisi) et la Lime de Tahiti (Citrus aurantifolia) sont promises à un grand développement tant sur le plan du marché local qu'au niveau d'un marché d'exportation.*

*Cet accroissement progressif de la superficie actuelle des vergers permettra de diversifier la production actuelle du Sénégal, principalement axée sur les cultures vivrières.*

*La création de pépinières privées doit être une priorité pour la production de plants certifiés.*

## Summary

*Situated on the West Coast of Senegal, the country called «Niayes» have the advantage of good climatic conditions for the development of a Mediterranean horticulture.*

*In addition to the European vegetable production, the country have a real vocation for the citrus crops.*

*Because of good edaphic conditions, the species like grapefruits (Citrus paradisi) and limes (Citrus aurantifolia) are promised to a great expansion both on the national and export market.*

*The progressive increase of the area of the orchards will allow to vary the current production of Senegal, chiefly centred on the maintenance crops.*

*The creation of private nurseries will be a priority for the production of attested seedlings.*

## 1. Présentation de la zone des Niayes

### 1. Climat

Cette zone occupe une bande côtière de quelques 15 à 20 km de large le long de l'Océan Atlantique. Son climat est de type tropical subcanarien, marqué par 3 à 4 mois de saison de pluies (juillet à octobre). Il est dominé par l'alizé boréal maritime, issu de l'anticyclone des Açores (6). Ce vent frais et humide souffle du secteur nord (NNO à NNE) après s'être rafraîchi sur le courant froid des Canaries. L'influence de cet air maritime abaisse les moyennes et les amplitudes thermiques et augmente très sensiblement l'hygrométrie atmosphérique. Il empêche également l'harmattan, vent chaud et sec de secteur nord-est, de se faire sentir, sauf lorsque l'alizé maritime baisse en intensité (12).

Outre le fait qu'il modère la température, cet alizé maritime retarde aussi l'établissement de la saison des pluies par rapport aux régions de l'intérieur situées à la même latitude (6). Il en résulte que la saison réelle des pluies, accentuée par la sécheresse de ces dernières années, ne débute normalement qu'à la fin du mois de juillet.

L'importance des précipitations augmente très sensiblement du Nord vers le Sud. La moyenne de celles-ci (période 47-76) varie de 320 mm à Saint Louis (climat de type sahélien aride) à 526 mm pour Dakar (climat de type nord soudanien subhumide (1)).

La variation annuelle des pluviométries est relativement importante. La répartition la plus fréquemment observée est comprise entre 450 et 480 mm (6). La pluviométrie de la région de Dakar est par ailleurs inférieure à cet intervalle pour

ces 3 dernières années (moyenne de 415,5 mm à la Station ISRA-CDH du Km 15 pour les années 86, 87 et 88).

Les températures moyennes mensuelles oscillent entre 20,4° (février) et 28,2° (septembre) au niveau de la Station du CDH à Cambéréne. La moyenne annuelle est de 24,4° avec des extrêmes mensuels moyens de 16,9° (février) pour le minimum et de 30,8° (octobre) pour le maximum (7).

L'évaporation moyenne journalière varie peu, se situant entre 4,6 mm et 5,8 mm. Il en est de même pour l'hygrométrie moyenne qui oscille entre 67 et 80%. Elle s'accompagne de rosées fréquentes durant la période fraîche et dont le rôle est très important pour la végétation en l'absence de pluies. L'insolation varie selon les périodes de l'année. Les mois de mars, avril et mai sont les plus ensoleillés (plus de 9 h/jour), correspondant à un alizé maritime assez constant. Au contraire, le mois d'août, avec la persistance du front intertropical et son abondante nébulosité possède la plus faible durée d'insolation (6 h/jour). Pour l'ensemble de l'année, la durée totale d'insolation est de 2.955 heures (6).

### 2. Sols

La géomorphologie de la région des Niayes est caractérisée par le manteau des sables quaternaires qui recouvre les formations géologiques anciennes. Très schématiquement, et en partant du littoral, on peut successivement observer (1): — un cordon dunaire côtier de sable vif, d'une largeur de 200 à 300 mètres mais qui s'étend davantage par endroit et menace les zones intérieures.

\* Ingénieur Agronome A.I.Gx. Projet Assistance en arboriculture fruitière à la Station Pépinière du Km 15 B.P. 524 Dakar. Sénégal A.G.C.D.-I.S.R.A.

Reçu le 22.09.89 et accepté pour publication le 20.02.90

- des dunes plus ou moins fixées, entrecoupées de dépressions plus ou moins humifères.
- des sables rouges constituant des sols «dior» ferrugineux, situés en bas de pente.
- des sols tourbeux localisés dans les points bas des dépressions et comportant un horizon superficiel composé de matière organique en décomposition, très acide et à salinité assez élevée.
- des vertisols, limités à la région de Sébikotane, caractérisés par une teneur élevée en montmorillonite.

Ce dispositif recouvre d'anciennes vallées que des dépressions interdunaires laissent partiellement à découvert ; ce sont les «Niayes» qui ont donné leur nom à la région naturelle. Certaines de ces niayes, disposant de nappes perchées douces, ont permis l'installation de cultures maraîchères à forte utilisation de main-d'œuvre, et dont près de 60% de l'activité journalière est consacrée à l'arrosage manuel sur sols sableux, à partir de céanes (large trou d'eau cône de 2 à 3 m de profondeur muni d'un sentier d'accès) libérant en surface l'eau douce des micronappes lenticulaires supérieures (1).

Sur les flancs sableux de ces niayes (dénommés «tierengal») ainsi que sur les bourrelets dunaires sableux (dénommés «dior») et les vertisols de la région de Sébikotane, apparaissent les plantations fruitières.

Si les parcelles de manguiers sont habituellement cultivées sans irrigation complémentaire, les vergers d'agrumes sont, soit raccordés en bénéficiant d'un tarif préférentiel maraîcher au réseau d'eau potable, soit pourvus de puits de moyenne profondeur (8 à 12 m).

Cet équilibre reste précaire et incertain car soumis à l'évolution imprévisible du régime pluviométrique en ce qui concerne l'alimentation de la nappe et son exploitation. Le maintien des ressources en eau est en effet la condition essentielle de survie de l'activité horticole dans la mesure où la permanence des alizés et le maintien des avantages climatiques ne peuvent être remis en question et du fait également que les disponibilités en sols sont importantes.

### 3. L'eau

En dehors des zones d'invasion marine (biseau salé), les eaux de la nappe de sable sont douces. Elles sont classées C1S1 et C2S2 et ne possèdent généralement pas une teneur supérieure à 1 gr/l de résidus secs (1).

### 4. Situation de la production fruitière

La production fruitière au Sénégal est essentiellement destinée à une consommation nationale. Cette production atteindrait un niveau de 100 à 120.000 tonnes par an et est concentrée sur le manguiers, les agrumes et les bananes dans une proportion respective de 67, 23 et 5% (8). Le manque de statistiques précises ne permet pas toutefois de retenir ces chiffres comme valeurs de référence exactes.

La superficie occupée et entrant dans le circuit économique de commercialisation est estimée à 2.230 ha pour l'ensemble du pays, dont 775 ha pour le manguiers, 1.050 ha pour les agrumes et 360 ha pour la production de bananes. Sur ces 2.230 ha, la région des Niayes couvrirait une superficie de 1.020 ha dont 820 ha d'agrumes et 200 ha de manguiers (2).

A ces spéculations, il convient d'ajouter également un certain nombre de cocotiers ayant subsisté, en bordure des niayes, à la période de sécheresse.

Parallèlement à cette production nationale, le Sénégal procède à l'importation complémentaire de fruits. Le niveau moyen annuel de ces importations, pour les 5 dernières années (1983 à 1987), est de 19.115 tonnes. La majorité de celles-ci sont concernées par la noix de cola (7.945 t), la banane (4.278 t), les agrumes (2.136 t dont 1.756 t d'oranges et 355 t de mandarines-clémentines), les pommes (2.146 t) et la noix de coco (1.558 t). En valeur financière, le montant total de ces importations s'élève à 3.385.730.000 CFA dont 368.052.000 CFA, soit 10,9%, pour les seules agrumes (source : Ministère de l'Economie et des Finances. Direction de la Statistique).

Si la production fruitière au Sénégal est essentiellement concentrée sur 2 régions, la Casamance et les Niayes, on constate depuis quelques années une extension assez importante des plantations d'agrumes dans les Niayes et plus particulièrement au niveau des secteurs situés à proximité de Dakar (Rufisque, Sébikotane, Pout, Mbour).

Cet engouement, à ce niveau, peut s'expliquer pour plusieurs raisons :

- transformation du mode de faire valoir agricole par suite de la baisse du niveau des nappes lenticulaires résultant de la sécheresse de ces dernières années. Ne pouvant plus être irriguées selon la méthode usuelle des céanes, les petits exploitants abandonnent progressivement leurs parcelles, surtout celles situées sur la zone dénommée «tierengal». Celles-ci sont rachetées par des fonctionnaires, commerçants ou retraités dont l'activité principale est concentrée le plus souvent sur Dakar et qui peuvent se permettre l'investissement nécessaire.
- existence d'un potentiel de production important pour les agrumes, confirmé par les résultats enregistrés au niveau de vergers arrivés, à ce jour, en régime de croisière.
- période de production principale n'entrant pas en concurrence avec la commercialisation de fruits tropicaux traditionnels et locaux (la mangue, le mad, ...).
- culture moins contraignante que le maraîchage sur le plan des techniques culturales et au niveau de la main-d'œuvre (1,5 UTH/jour/ha contre 5 UTH/jour/ha pour le maraîchage).
- l'installation d'un verger est envisagée pour servir de source de recettes complémentaires à court et moyen termes. L'achat du terrain est réalisé parfois avec un objectif de spéculations immobilières à moyen et long termes, en raison de l'extension assez rapide de Dakar et de l'engorgement quasi inévitable au niveau de la presqu'île du Cap Vert (région de Dakar).
- existence depuis plusieurs années de projets de développement s'occupant de délivrer du matériel végétal certifié au niveau de pépinières fruitières (Projet FED à M' Boro et en Casamance jusqu'en 1984 et projet de la coopération technique belge à la Station ISRA-CDH du Km 15 depuis 1985).

## 2. Comportement des agrumes en milieu sub canarien.

### 1. Influence des températures.

Dans un climat subtropical, les agrumes se trouvent en croissance continue. Rares peuvent être en effet comptabilisées les températures inférieures au zéro de végétation défini comme étant 12,8° (9). Il en découle que l'activité végétative dure toute l'année pour autant que les besoins en eau soient satisfaits.

Sur base des enregistrements de la Station du CDH à Cambrère, la somme des températures obtenue en multipliant la différence entre la température moyenne mensuelle et la température admise comme zéro de végétation par le nombre de jours du mois considéré atteint une moyenne annuelle de l'ordre de 4.200°. De cette valeur, il conviendrait de déduire les durées de températures supérieures au seuil d'activité végétative maximale soit 36° (10). Ne pouvant disposer de ces données, on peut toutefois considérer comme extrêmement réduite la durée de ces températures; pour rappel, la température moyenne maximale du mois le plus chaud est de l'ordre de 30,8°.

Les données suivantes récapitulent les valeurs observées dans différentes régions agrumicoles disposant d'une date de récolte définie (9):

- 1.266° à 2.675° pour les oranges précoces
- 1.480° à 1.700° pour les Satsumas
- 1.269° à 1.627° pour les oranges de saison
- 1.559° à 2.806° pour les mandarines
- 1.559° à 2.000° pour les oranges tardives
- 2.395° à 3.770° pour les pomelos

Si la méthode des sommes de températures, telles qu'elles sont calculées, peut être sujette à certaines critiques, notamment par le fait que la maturité peut se poursuivre durant les mois où les sommes de températures sont nulles, cette méthode d'approche laisse apparaître les conditions extrêmes de températures qui peuvent caractériser la région des Niayes par comparaison aux autres régions agrumicoles du monde (Floride, Maroc, Transvaal, Brésil, Japon, Californie, Espagne, Corse, Iran, Turquie).

De cette comparaison, on retient essentiellement les exigences les plus élevées en chaleur pour les pomelos (*Citrus paradisi Macf.*). Tout comme le citronnier (*Citrus lemon Burm.*) et les limes (*Citrus aurantifolia Sw.*), ces espèces rencontrent des conditions climatiques leurs permettant de produire des fruits d'excellente qualité du point de vue calibre, épaisseur d'écorce et acidité du jus.

Pour compléter l'éventail des situations agrumicoles du monde, les données climatiques relatives à 2 pays de l'Afrique de l'Ouest, pour lesquels on dispose d'éléments d'observations sur le comportement de différentes espèces d'agrumes (4,5), apparaissent à ce point de vue assez intéressantes. En appliquant le même principe de calcul au niveau des températures supérieures au zéro de croissance, on obtient:

- Station de Kindia en Guinée : 4.385°
- Niger : 5.875°

Sous ces conditions climatiques, les caractères commerciaux observés au niveau des différentes espèces montrent l'excellente qualité obtenue au niveau de la production des

pomelos.

En Guinée, la chair des pomelos des variétés roses est très nettement teintée et d'une façon beaucoup plus intense qu'en Afrique du Nord. De même, les valeurs relatives au rapport extrait sec/acidité (supérieure à 6) et au pourcentage de jus se situent dans des limites très valables pour la consommation en frais (5).

Au Niger, sous des conditions de température s'apparentant à celles de Podor et de Matam, les pomelos présentent un comportement tout à fait normal. Ils sont considérés comme l'espèce fruitière tropicale par excellence. On lui reconnaît, par ailleurs, une qualité export tout à fait convenable, en particulier sa faible amertume résultant de la moindre acidité de la pulpe (13).

En conclusion, il apparaît que le pomelo s'adapte assez facilement aux conditions climatiques extrêmes de la région sahélienne.

En raison de la pigmentation différente de son épiderme, par rapport à d'autres espèces d'agrumes, il est adapté à ces niveaux de température notamment en ce qui concerne la modification de coloration de son épiderme pendant la phase de maturation (11). Contrairement à d'autres espèces d'agrumes, la variation entre les températures nocturnes et diurnes, phénomène naturel en Afrique du Nord pour obtenir le déverdissement des fruits, n'est pas un facteur essentiel pour le pomelo.

Au même titre que les pomelos, d'autres types d'agrumes sont également reconnus comme présentant des conditions d'adaptation suffisantes pour les régions tropicales du Sahel. L'éventail des possibilités dans ce domaine, offert depuis la création des hybrides, conduit l'I.R.F.A. à considérer cette zone comme présentant une «réelle vocation agrumicole» (13).

### 2. Repos de végétation

En régions méditerranéennes (Afrique du Nord, Espagne), le cycle cultural des agrumes subit un repos végétatif résultant des basses températures de la période février-mars-avril. L'intensité de la floraison est liée à l'intensité du froid durant cette période.

Au Sénégal, et plus particulièrement dans les Niayes ou les minimas sont rarement inférieurs au zéro de végétation (moyenne des minimas à Dakar est de 17,8° en janvier et de 16,9° en février), les températures ne peuvent provoquer de repos végétatif important.

L'état de dormance peut être obtenu également par une période de sécheresse prolongée, comme pour le manguié pour lequel la floraison n'intervient qu'après la saison sèche. Il en est de même pour les agrumes locales de Guinée et de Casamance, multipliées par semis, qui se mettent à fleurir peu après les premières pluies, après avoir subi plusieurs mois de sécheresse.

Une pluviométrie inférieure à 100-150 mm par mois peut avoir le même effet qu'un abaissement de température, selon les résultats obtenus en Guinée dans des vergers d'agrumes sélectionnées (4).

Au niveau d'une agrumiculture intensive, et en attendant des observations scientifiques basées sur des essais en milieu réel, une irrigation continue durant la période de sécheresse, n'empêche cependant pas une initiation de la floraison.

Toutefois, la pratique d'un stress hydrique artificiel semble être une solution intéressante pour plusieurs raisons :

- permettre un étalement de la floraison dans un verger et par voie de conséquence de la récolte.
- assurer une meilleure concordance entre les périodes de production et de commercialisation. Ce phénomène sera notamment important au niveau du développement d'un marché d'exportation. Celui-ci sera d'autant plus intéressant que la production pourra combler la période creuse du marché européen. Un tel système devrait permettre de faire démarrer la production avant le marché européen.
- favoriser la production locale en lui faisant jouer la concurrence vis-à-vis des importations.

L'incidence et les conditions d'application du stress hydrique doivent encore être étudiées. Si on en connaît le principe, on ne peut encore en extrapoler à ce jour les résultats par manque d'essais préliminaires et par suite des interactions avec d'autres facteurs (fraîcheur, phytotechnie). Des variations de floraison et de récolte de l'ordre de quelques jours peuvent avoir un intérêt économique non négligeable quand on aborde certains créneaux d'exportation ou de commercialisation locale.

Les observations réalisées en Guinée, dans des conditions culturales réduisant à 2 mois la saison sèche, ont montré que la floraison survient entre le 20ème et le 28ème jour après la reprise des irrigations ; la récolte débutant suivant les espèces 5 à 7 mois après la floraison ; le pomelo ayant le cycle de réponse le plus long (4).

Cette question de repos végétatif est surtout importante pour les orangers, les pomelos et les mandariniers car les citronniers et les limes, espèces remontantes, s'accoutument d'un repos très réduit et peut-être inexistant (4).

Il faut insister sur l'importance d'une expérimentation préalable pour définir les conditions d'application d'un stress hydrique.

Ainsi, la sensibilité bien connue du clémentinier, vis-à-vis des variations annuelles des intrants s'est notamment vérifiée en verger de production dans les Niayes, consécutivement à une panne de forage (7).

Si les espèces d'agrumes telles que le pomelo, le tangelo, le tangor et l'oranger Valencia Late n'ont subi qu'un effet dépressif passager, le clémentinier a par contre enregistré une diminution importante de production durant les années ayant suivi ce stress accidentel prolongé.

### 3. Niveau de rendement et Périodes de production

Il convient d'admettre que si un potentiel existe permettant de délivrer une vocation agrumicole aux pays du Sahel, peu de résultats scientifiques existent en tant que document de référence pouvant servir comme base économique pour des opérations de développement.

Un potentiel évident s'est déjà manifesté au niveau de certains vergers. Si l'on est le plus souvent réduit à faire des appréciations visuelles, force est de reconnaître que l'engouement actuel pour ce secteur de l'horticulture n'est pas étranger à ce potentiel.

La superficie plantée en agrumes, dans la région des Niayes pour ces dernières années, doit être comprise entre 50 et 70 ha/an et la production de plants certifiés en pépinière ne peut répondre totalement à la demande.

A l'exception des observations réalisées au niveau de quelques stations et relatives à des conditions de comportement en milieu tropical (13), aucun essai variétal n'a été conduit à terme.

C'est, il faut bien l'admettre, une lacune importante et une grave carence au niveau de la formulation des objectifs de recherche. Pour des pays définissant dans leur politique de développement la recherche d'une autosuffisance alimentaire, il apparaît assez peu réaliste d'omettre comme priorité des secteurs de production qui peuvent apporter leur contribution à la résolution de cet objectif.

Il est évident que des résultats empiriques existent, tant au niveau des techniques que des conditions d'adaptation des variétés. Ainsi, dans les conditions climatiques des Niayes, sur un sol du type «tierenga», un verger, comportant 6 variétés d'agrumes (7), atteint après la 10ème année de plantation, une production moyenne commercialisée de 150 kg/arbre soit 27,8 Tonnes/ha. Ce résultat, obtenu sur une moyenne de 5 récoltes, constitue une bonne indication du potentiel agrumicole.

Une analyse plus approfondie, menée au niveau des différentes variétés présentes dans ce verger de 133 arbres, apporte d'autres éléments significatifs sur les conditions d'adaptation.

Ce verger, constitué des 6 espèces suivantes : Pomelo, Oranger Valencia Late, Tangelo, Tangor Ortanique, Clémentine et Mandarine Commune permet un étalement de la majorité de la production (90%) sur une période minimale de 200 jours, comprise entre le début novembre et la fin mai. Le pic de récolte se situe à la fin du mois de janvier.

Sur les 6 espèces, les résultats témoignent du très bon comportement des pomelos et des tangelos (hybride de pomelo et de mandarinier). Avec des niveaux de rendement moyen sur 5 récoltes respectivement de 210 kg et de 200 kg/arbre, ces 2 espèces démontrent leur parfaite adaptation pour ce type de climat. Des maxima annuels supérieurs ou égaux à 300 kg ont été obtenus pour ces 2 espèces.

La production de près de 175 kg/arbre, réalisée sur le Mandarinier Commun, malgré un effet défavorable d'un stress hydrique accidentel prolongé, est tout à fait honorable. Cette variété doit toutefois être remplacée par de nouvelles sélections mieux adaptées aux conditions tropicales.

Complémentairement, le Tangor Ortanique (hybride de Mandarinier et d'Oranger Valencia Late), malgré un niveau de production inférieur (155 kg/arbre), présente un intérêt évident du fait de son caractère tardif et de la durée assez brève de sa période de récolte.

Produisant habituellement entre la mi-janvier et la fin mars, avec un pic de production entre la fin janvier et la fin février, cette espèce permet de régulariser l'offre à un moment où les mandariniers arrivent en fin de récolte, tout en occupant le marché avant l'arrivée des premières mangues précoces. En dernier lieu, l'Oranger Valencia Late (145 kg/arbre) confirme la moins bonne réaction de cette espèce aux conditions tropicales.

Les résultats, assez médiocres, enregistrés avec le clémentinier (90 kg/arbre), doivent être interprétés avec prudence. Ils soulignent toutefois l'extrême difficulté à conduire cette variété, même sous de bonnes conditions culturales dans la région.

D'une manière récapitulative, les périodes de production,

pour les 6 espèces présentes dans le verger de Keur Guileye, sont étalées comme suit :

	Pic de production
Pomelo : Octobre à Mai	Janvier à Mars
Oranger : Novembre à Mars	Décembre à Janvier
Tangelo : Décembre à Mars	Janvier
Tangor : Janvier à Mars	Mi-Janvier à Février
Clémentine : Octobre à Février	Décembre à Février
Mandarine : Novembre à Février	Décembre à Janvier

On constate qu'il n'existe pas de concurrence de production avec les espèces typiquement tropicales de la région (manguiers, goyaviers, tamariniers, sapotilliers).

Complémentaire à ces espèces « méditerranéennes et floridiennes » un niveau de potentiel tout aussi comparable existe avec la Lime de Tahiti (*Citrus aurantifolia* Sw.).

Originaire d'Asie, comme la plupart des agrumes à l'exception des pamplemoussiers (*Citrus grandis* Osb.), cette Lime greffée a commencé à imposer son label de qualité, au sein de la cuisine occidentale, sous le nom de « citron vert ». Actuellement, cultivée à grande échelle dans le Nouveau Monde (Brésil, Antilles, Floride), c'est un fruit savoureux, dépourvu de pépins, d'un arôme agréable et pourvu d'un abondant jus riche en vitamine C. Elle fait partie de ces fruits tropicaux dont le commerce est en extension.

Ainsi, les importations de Lime, par les pays de la C.E.E., sont en constante augmentation. De 1.716 tonnes en 1981, elles sont passées successivement à 3.223 tonnes en 1983 et à 4.853 tonnes en 1985 (document COLEACP).

Très vigoureuse et très rustique, la Lime de Tahiti est, par ailleurs, moins sensible aux maladies que l'espèce locale non greffée dénommée Lime Mexicaine ou Citron de Casamance.

Mieux adaptée aux conditions climatiques tropicales, la production de cette lime s'étale entre mai et septembre, soit complémentairement aux autres agrumes introduits. Une seconde période de production, plus réduite, réalisée en décembre et janvier, augmente l'intérêt de ce fruit dans le cadre du développement des exportations.

#### 4. Résultats économiques

Sur base d'une étude théorique des coûts d'aménagement d'un verger d'agrumes (9) et en considérant un pallier de production de 20 tonnes/ha en régime de croisière, abordable au niveau d'un verger moyennement entretenu, le bénéfice net théorique d'une plantation atteint une valeur de 2.000.000 CFA/ha/an. A ce niveau, une exploitation peut réaliser, sur une période de 25 ans, un chiffre d'affaires de 65.000.000 CFA et un bénéfice net global de l'ordre de 28 millions de CFA.

Pour des parcelles parfaitement entretenues (25 t/ha), le bénéfice net peut être de l'ordre de 2,7 millions de CFA/ha/an, soit 40 millions de CFA pour une période d'exploitation du verger sur 25 ans.

La difficulté du démarrage réside dans le manque de structures de crédit adapté à ce genre d'opération. Ce secteur promoteur devrait recevoir un encadrement avantageux,

alliant une subvention à la plantation et un crédit moyen terme sur 5 ans avec un différé de 3 ans pour couvrir la plus grande partie des charges de la jeune plantation. A partir de la cinquième année, un prêt court terme pourrait être consenti comme crédit de campagne. On peut considérer, tenant compte des charges d'équipement et d'aménagement d'un verger notamment en ce qui concerne l'installation du réseau d'irrigation (puits ou forage, canalisations,...), l'édification de clôtures, les frais de plantation, etc..., que le coût total avoisine les 4,5 millions CFA/ha. Compte tenu d'un amortissement sur 25 ans, la trésorerie effective d'un verger ne peut devenir positive qu'à partir de la 7ème année de plantation.

Pour résoudre ce problème, de nombreux planteurs associent temporairement le maraîchage durant les premières années de plantation.

N.B. 1 FF = 50 CFA.

#### Conclusion

Du fait de la conjoncture de conditions favorables sur les plans édaphiques et commerciaux, l'agrumiculture dans les Niayes est appelée à se développer de manière intensive. D'une manière globale, la production d'agrumes sous de telles conditions, offre le grand avantage de n'être pas concurrencée dans sa grande majorité, par la commercialisation de la mangue. Celle-ci, venant essentiellement dans la période comprise entre les mois de mai et de septembre, n'interfère aucunement avec la période de récolte des agrumes dites « douces ». Cette complémentarité dans les récoltes est au contraire bénéfique tant sur le plan de la consommation de fruits locaux qu'au niveau de l'installation d'unités de transformation.

En complément des agrumes dites « douces » produites entre octobre et mai, la production des *citrus* est complétée par la lime locale non greffée et par la Lime de Tahiti greffée en période d'hivernage.

Dans ces conditions, l'installation d'un verger d'agrumes offre les possibilités, sous les conditions de climat tropical, d'assurer la période de récolte tout au long des 12 mois de l'année.

Parallèlement à un effort de commercialisation au niveau local, ce verger a la possibilité de s'orienter vers l'exportation et l'agro-industrie.

A ce titre, la Lime de Tahiti doit trouver des possibilités rémunératrices de débouchés vers la CEE en décembre et janvier ainsi qu'en mai et juin. Il peut en être de même au niveau des pomelos roses compte tenu de leur étalement de production et de la qualité de leurs fruits.

La création de pépinières privées fonctionnelles reste un des éléments manquant pour assurer un suivi dans la délivrance de matériel végétal certifié. Les actions entreprises à ce jour ont démontré le bien fondé de ce genre de spéculation. Le transfert vers des unités de production disposant de matériel végétal certifié reste l'élément décisif à mettre en place au sein de toute la filière de production et de commercialisation.

## Références bibliographiques

- (1) Développement des cultures maraîchères dans la région des Niayes. B.D.P.A.-M.D.R. 1982.
- (2) Etude du secteur agricole 1986. Filière horticole M.D.R.-D.A.
- (3) Beniast J., 1987 Guide pratique du maraîchage au Sénégal I.S.R.A.-C.D.H.
- (4) Cassin J., 1958. Influence du climat sur la floraison des *citrus* en Guinée.
- (5) Cassin J. & Haendler L., Note sur les caractères commerciaux de quelques variétés d'agrumes cultivées en Guinée.
- (6) De Lannoy G., 1975. Bref aperçu de la climatologie au Sénégal. C.D.H.
- (7) Mademba SY, F., 1989. Comportement de 6 variétés d'agrumes dans la zone des Niayes au Sénégal. *Fruits*, **44**, n°4, p. 205-213.
- (8) 1988. Le secteur horticole au Sénégal. Contraintes et stratégies du développement (doc. provisoire).
- (9) Parfonry R., 1989, Coût d'aménagement et rentabilité d'un verger d'agrumes au Sénégal. 6 pages (ronéo) C.D.H.
- (10) Praloran J.C., 1963. Les besoins en chaleur et en lumière des agrumes. *Fruits*, **23**, n°2, p. 107-117
- (11) Praloran J.C., 1971 Les Agrumes. Maisonneuve et Larose. Paris.
- (12) Seck M., Etudes des principaux facteurs agrométéorologiques au Sénégal. *L'Agronomie tropicale*, **XXV** (3), p. 241-276.
- (13) Vuillaume C., 1988. Les variétés d'agrumes en zone tropicale et semi tropicale. Document n°33. I.R.F.A.

R. Parfonry: Belge Ingénieur Agronome A.I.Gx.



### AIMVT

Première annonce

*7<sup>e</sup> Conférence internationale des Institutions de Médecine vétérinaire tropicale*

**PRODUCTION ET SANTE ANIMALES TROPICALES**

***L'élevage, Facteur essentiel d'une Agriculture durable***

*14-19 Septembre 1992*

*Yamoussoukro - Côte d'Ivoire*

*Organisé par le Comité national de Côte d'Ivoire et l'Association des Institutions de Médecine vétérinaire tropicale*

#### **Contacts**

*Dr. G. Tacher  
Institut d'Élevage et de Médecine  
vétérinaire des Pays tropicaux  
10, rue Pierre Curie  
94704 Maisons-Alfort Cedex  
France*

*Dr. Ackah Angniman Pierre  
Direction des services vétérinaires  
B.P. V84  
Abidjan  
Côte d'Ivoire*

# Itinéraires de la dégradation des terres de savanes soudano-guinéennes à très faible densité de population, l'exemple de la République Centrafricaine (RCA)

C. Mathieu\*

Keywords: Land degradation — Savannas — Traditional cropping — Infertilization — Transhumance — Mbororo — Central Africa.

## Résumé

*La République Centrafricaine, dont la plus grande partie est occupée par des savanes soudano-guinéennes, présente une des densités de population les plus faibles de l'Afrique tropicale au sud du Sahara.*

*Le phénomène de la dégradation des sols par la culture traditionnelle itinérante et par l'élevage transhumant est pourtant évident malgré le faible taux d'occupation des sols.*

*L'auteur analyse les processus de cette dégradation du milieu de production en rappelant les étapes qui ont conduit l'agriculteur de ces régions du nomadisme cultural à l'infertilisation des sols cultivés et celles qui ont prévalu à la progression constante des éleveurs nomades Mbororos vers les savanes du sud du pays.*

*Il semble que les solutions aux problèmes techniques de la restauration de la fertilité des sols passent obligatoirement par un changement radical des modes de culture allant vers la sédentarisation et la fertilisation via le couple culture-élevage et par un mode réaliste de la gestion des pâturages. Ces changements doivent aussi être accompagnés d'un changement radical des rapports Communauté rurale / Administration dans le sens d'une plus grande compréhension et collaboration des Services Administratifs et d'une plus grande participation acceptée de la population rurale.*

## Summary

*Most of Central Africa is occupied with Soudano-Guinean savannas and presents one of the lowest population density among those tropical South-Sahara Africa regions.*

*The soil degradation phenomenon caused by traditional cropping and transhumant livestock is however evident despite the low occupation ration of soils.*

*The author analyses the process of this degradation of production area re-calling successive circumstances that have induced this agricultural people from primitive cropping system to infertilization of soils and that couple with the progressive movement of nomadic Mbororo breeders toward the southernmost savannas of this country.*

*It seems that the solutions to the technical problems of re-establishment of soil fertility must undergo a radical change in cropping systems going to sedentary life and fertilization by way of the association cropping-livestock production and in a realistic method of grazing management. These changes have to go also with a radical change in relation between rural community and administrative services and a more willing participation from rural population.*

## Introduction

La République Centrafricaine située au Centre de l'Afrique tropicale humide est caractérisée par d'immenses savanes soudano-guinéennes et une des plus faibles densités de population de cette sous-région africaine.

L'occupation actuelle des sols par l'agriculture itinérante est estimée à 1 p.cent du territoire et la population des troupeaux bovins nomades à 2.400.000 têtes. Malgré cette faible occupation, on assiste à une dégradation rapide du milieu de production tant dans le domaine des cultures vivrières que dans le domaine pastoral. L'analyse des deux systèmes d'exploitation montre les processus qui ont conduit à cet état, limités actuellement dans l'espace, mais inquiétants pour l'avenir. Jusqu'à présent, les systèmes d'exploitation sont des systèmes de «cueillette»; un changement radical et rapide des mentalités et des rapports entre communautés rurales et administration devient la priorité pour le maintien de la productivité de ces savanes.

## 1. Le milieu naturel

### 1.1. Schéma morphologique et géologique

La RCA couvre près de 623.000 km<sup>2</sup> entre le 2ème et le 11ème degré de latitude nord et s'étage entre 325 m d'altitude à l'entrée de l'Oubangui au Congo, et 1410 m au Mont Ngaoui; sur la frontière camerounaise. Le relief est une succession de surfaces d'aplanissement séparées par des escarpements, et couvertes par des cuirassements subcontinus sur le soubassement précambrien et discontinus sur les plateaux gréseux. Le profil d'altération ferrallitique atteint fréquemment 30 à 40 m d'épaisseur.

### 1.2. Schéma climato-sociologique

La plus grande partie du territoire centrafricain reçoit plus de 1200 mm de précipitations par an mais avec cependant un gradient pluviométrique de 1600-1800 mm au sud à 700 mm et moins à l'extrême nord-est. On peut ainsi distinguer du sud au nord les grandes zones suivantes

Etude réalisée dans le cadre du projet PNUD/FAO/CAF/82007 Bangui, République Centrafricaine

\*Ecole Supérieure d'Agriculture de Purpan, 31076 Toulouse Cedex, France

Reçu le 28 03.90. Accepté pour publication le 23 01 91.

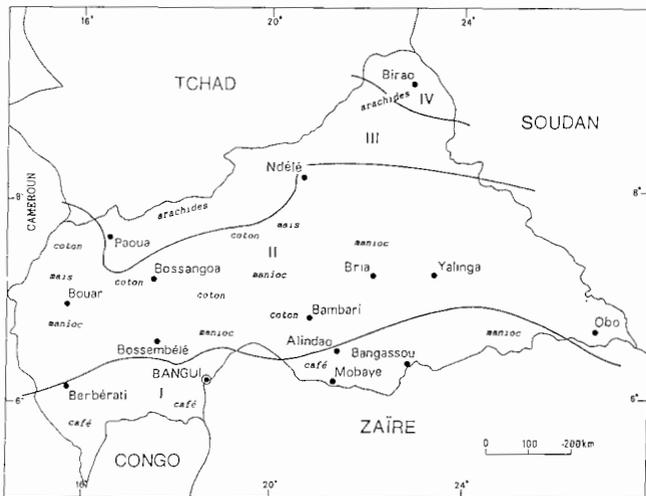


Figure 1 — Carte agro-écologique de la République Centrafricaine.

- I. zone guinéenne forestière      III. zone soudanienne  
 II. zone soudano-guinéenne      IV. zone sahélienne

1. *La forêt dense humide* (zone guinéenne) la forêt dense sempervirente n'occupe que la pointe sud-ouest; dans la basse-Sangha, la forêt semi-décidue prédomine dont la strate supérieure comprend des arbres géants tels qu'*Entandrophragma cylindricum*, *E. utile*, *Triplochiton scleroxylon*, *Austranella congolensis*. Il y a neuf mois de saison des pluies et un seul mois de réelle saison sèche. Sur le plan agricole, c'est le domaine de la culture du café Robusta.

2. *Les savanes* (zone soudano-guinéenne, essentiellement) couvrent la majeure partie du territoire centrafricain, entre le 4° en 9° parallèle de latitude Nord, c'est-à-dire des régions où la pluviométrie varie entre 1400 et 1700 mm par an. Dans le sud, la strate ligneuse comprend *Hymenocardia acida*, *Annona senegalensis*, *Daniella oliveri* et *Albizia zigia*, dans le nord elle comprend *Uapaca togoensis*, *Burkea africana* et *Lophira alata*.

Dans ces savanes, on distingue :

- les forêts denses sèches qui forment des enclaves plus ou moins importantes et qui évoluent vers la savane boisée ou arborée par dégradation anthropique (bois de feu, défrichement, puis feu de recru)
- les forêts-galeries, très nombreuses le long des cours d'eau, même non permanents.
- les savanes arborescentes caractérisées par une étendue herbeuse continue formée en grande partie de graminées avec une strate ligneuse, très dégradée (exploitation et débroussement irraisonné de cette strate). Chaque année, en saison sèche, les herbes brûlent, les arbres y présentent un aspect tortueux et rabougri. C'est aussi le domaine de l'agriculture traditionnelle pluviale soumise au rythme des saisons sèches et des saisons des pluies. C'est dans cette partie que les ressources naturelles de production sont en voie de dégradation et de destruction, ce que nous analyserons tout au long de cette étude. Certains auteurs (3) situent une zone d'influence soudano-sahélienne dans la partie nord de ces savanes. D'après des relevés récents (5) aucune espèce sahélienne ne caractérise cette zone.

3. *La steppe à Sclerocarya birrea*, au Nord-Est vers 9 à 10° de latitude Nord, là où la saison sèche est plus longue que

la saison des pluies. La végétation est composée d'épineux et d'une strate herbacée discontinue : c'est la steppe armée à buissons d'Acacia et de Ziziphus de la zone sub-sahélienne.

### 1.3. Schéma pédologique

Les trois quarts du pays et plus particulièrement le domaine qui nous concerne sont couverts par des sols ferrallitiques (classification française). Ces sols sont le plus souvent pauvres en éléments nutritifs, acides et fragiles. Le pH de l'horizon B oxique sous végétation naturelle est en général compris entre 4,8 et 5,5, celui de l'horizon de surface variant entre 5,8 et 6,5. La somme des bases échangeables, comprise pour l'horizon A<sub>1</sub> entre 5 et 10 mé/100 g dans les savanes du nord et entre 3 et 8,5 dans les savanes du sud, est voisine de 10 dans la forêt dense du sud du pays. Cette somme s'abaisse très rapidement en profondeur. Elle est alors comprise entre 1,5 et 4 mé/100 g dans les savanes du nord, entre 0,5 et 4 dans les savanes du sud. En profondeur, le taux de saturation est inférieur à 30%.

*Les sols ferrallitiques profonds* à texture homogène moyennement fertiles, notamment sur matériaux dérivant de roches basiques sont recherchés par l'agriculture mais ils ne couvrent que rarement des superficies importantes d'un seul tenant.

Les sols *ferrallitiques appauvris* en argile sont fréquents sur le matériau sableux dérivant de quartzites (les Mbrés) ou de grès (de Carnot, de Ouadda, de Kembé-Nakando).

Les sols *ferrallitiques gravillonnaires* sont les plus répandus notamment sur les anciennes surfaces d'aplatissement (type dorsale ou bouclier centrafricain). Ils renferment des gravillons ou nodules ferrugineux durcis (anciennes concrétions ou débris de cuirasses démantelées).

Les horizons nodulaires des sols ferrallitiques peuvent faire place à une cimentation d'ensemble : les *cuirasses* ferrugineuses ; la végétation ligneuse n'arrive plus à s'installer sur les cuirasses dénudées : ces «lakéré» ou «bowé» sont impropres à toute culture.

Les sols *ferrugineux tropicaux lessivés* font leur apparition vers 7° Nord, mais ils ne se développent bien qu'au-dessus du 8ème parallèle. En raison de la faible population de ces régions, ils restent peu cultivés.

On estime qu'un pour cent de la R.C.A. est actuellement cultivé alors que le quart du territoire pourrait l'être aisément.

### 1.4. Situation démographique

Ce pays est très peu peuplé depuis toujours. En 1956, on estimait la densité de population à 1,7 habitant en moyenne au km<sup>2</sup>. Actuellement avec environ 2.800.000 habitants, cette densité atteint 4,5 habitants au km<sup>2</sup>. Mais la carte des densités et celle de la distribution des populations montrent que la majeure partie de celle-ci vit dans le centre-sud et l'ouest du pays. Les préfectures de l'est et du nord-est qui rassemblent 6 p.cent de la population sur 40 p.cent de la superficie du pays, restent surtout le domaine de la grande faune.

Cette population se répartit à raison de 33 p.cent dans les zones urbaines et 67 p.cent dans les zones rurales. La croissance de la population urbaine est très rapide depuis une

dizaine d'années.

La population rurale vit dans des villages regroupés et alignés le long des axes routiers ou le long de l'Oubangui ; nous en verrons les raisons plus loin. On a recensé environ 8000 lieux de peuplement et la taille moyenne s'établissait à environ 190 personnes. Une particularité à signaler dès à présent est la forte mobilité des villages et de la population rurale dont nous analyserons aussi les causes.

Dans la zone qui nous préoccupe, le Centre et l'Ouest du pays, en savane soudano-guinéenne, la densité de population rurale varie de 5 à 10 habitants au km<sup>2</sup> avec deux petites zones de 10 à 15 habitants dans la région de Paoua (en Ouham-Pendé) et dans la région de Mobaye sur l'Oubangui.

## 2. De la protoculture au nomadisme cultural

Avant l'arrivée des colons français (1890), il existait en Oubangui une agriculture traditionnelle, bien que simpliste et très primitive, qui était en fait une association de deux systèmes bien différents : le système de protoculture allant de la simple cueillette au jardin de case et le système de nomadisme cultural, agriculture proprement dite, encore peu compliquée, mais faisant cependant intervenir l'effort humain.

Dans la protoculture, la nature fournit presque tous les efforts. L'homme, lui, se contente de récolter les productions diverses, dont il a besoin et qu'il rencontre au cours de ses nombreuses pérégrinations dans la brousse et dans la forêt. Originellement, le ramassage des plantes était effectué pour la totalité des besoins des «protoculteurs», par ordre d'intérêt décroissant : alimentation et boisson, médecine et acte de fétichisme, artisanat : habillement, vannerie, teinturerie, construction, etc.

Les principales plantes alimentaires récoltées étaient des plantes à tubercules (ignames), des plantes susceptibles de donner des brèdes consommées presque tous les jours, plus les plantes à sel, les condiments et plantes à aromates et enfin les fruits (11).

A ce système de cueillette, était associé celui de la protoculture proprement dite où l'homme contribuait au maintien des espèces spontanées par un minimum d'efforts qu'il associait à ceux beaucoup plus importants de la nature.

Cette pratique, très répandue dans de nombreuses populations africaines n'est intervenue en République Centrafricaine que pour trois productions bien différentes : le palmier à huile en bordure du fleuve, les raphias donnant le vin de palme et enfin le *Ficus elastica* dont l'écorce était utilisée à des fins vestimentaires.

Avec ce système, dès qu'une petite agglomération (2 ou 3 cases) s'installait et se stabilisait, le jardin de case était créé. Dans le jardin de case, il faut bannir la conception d'un endroit parfaitement cultivé avec des planches et des semis bien tracés. Il n'était en fait qu'une très petite parcelle où les plantes poussaient en mélange et sans ordre au gré de celui qui les plantait ou les semait.

Au départ, il ne tirait son origine que de la repousse de certains détritiques ménagers jetés derrière la case et issus de restes de récoltes faites dans la brousse. On y trouvait de nombreuses brèdes, plantes à sel ou aromates, piments,

gombos, taros et patates douces puis des bananiers (11).

Le jardin de case revêtait une importance particulière. Il fournissait constamment une nourriture variée, ce que l'Africain affectionnait au premier chef contrairement à ce que pensaient bon nombre d'Européens. Puis sur le plan psychologique, l'homme vivant au milieu de son jardin se sentait chez lui dans un environnement qui avait son individualité propre. Mais ces productions sporadiques et insuffisantes de la brousse, de la forêt et du jardin ne permettaient pas à l'Africain d'assurer sa subsistance dans son intégralité d'où le passage au système de plantation dans la savane ; plantation n'ayant aucun caractère de fixité, elle se promenait au gré des exigences de la culture, de la fertilité des sols, de l'humeur même de l'agriculteur. Le système utilisé était donc celui du nomadisme cultural.

Cette agriculture ancestrale consistait en fait à exploiter le potentiel de fertilité du sol par une succession de cultures de moins en moins exigeantes qui retiraient du sol la totalité ou presque de ses ressources. Arrivée à ce stade d'épuisement, la terre était abandonnée à elle-même et la nature était chargée de rendre au sol sa fertilité première par le truchement d'une jachère plus ou moins arborée, dont la longueur était fonction de la rapidité du recru et de la densité de population.

Pour que ce mode d'exploitation soit pérenne, dans une certaine circonscription géographique, il fallait donc une superficie considérable de terres soit vierges, soit régénérées par la jachère spontanée dont une infime partie seulement était mise chaque année en exploitation. Ces abandons de terres en partie stérilisées par les cultures, même compte tenu de la faiblesse de la démographie des savanes, mais aussi de nombreux sols inaptes à la culture (cuirasses, sols très gravillonnaires, ou trop sableux etc...) ne pouvaient être définitifs car les terrains de parcours auraient dû être beaucoup trop importants et auraient dépassé les limites des trajets pour se rendre à la plantation.

En conséquence, la plantation devait périodiquement revenir sur de vieilles terres précédemment mises en culture, mais, où la fertilité avait retrouvé son niveau primitif d'avant défrichement.

Pour que ce mode d'exploitation puisse se perpétuer, il était indispensable qu'avant chaque réouverture de terre la nature ait restauré le capital fertilité de départ.

Van der Pool (in 11) a défini cette utilisation des sols en nomadisme cultural, selon 3 cas, par une courbe qui est en fait une série d'oscillations de relaxation :

### Courbe 1

La période de jachère est très longue, plus longue que celle nécessaire à la reconstitution de la fertilité première : il y a alors une longue période, où le sol est en équilibre avec la nature et ne s'améliore plus, que l'auteur a appelée «période stérile» (sous entendu pour la production agricole). Le système peut se perpétuer sans aucune précaution.

### Courbe 2

La période de jachère est égale à celle nécessaire à la reconstitution du stock primitif de fertilité. Le sol est exploité au maximum et on se trouve à l'équilibre sol-culture. C'est là, l'utilisation la plus rationnelle des possibilités de régénération par la nature. Mais une extrême prudence est nécessaire.

### Courbe 3

La période de jachère est inférieure à celle de la reconstitution. Jamais le sol ne peut retrouver sa fertilité première: il s'en suit que les périodes culturales deviennent de plus en plus courtes, que les terres s'appauvrissent de plus en plus et que l'on arrive petit à petit à la stérilisation du sol.

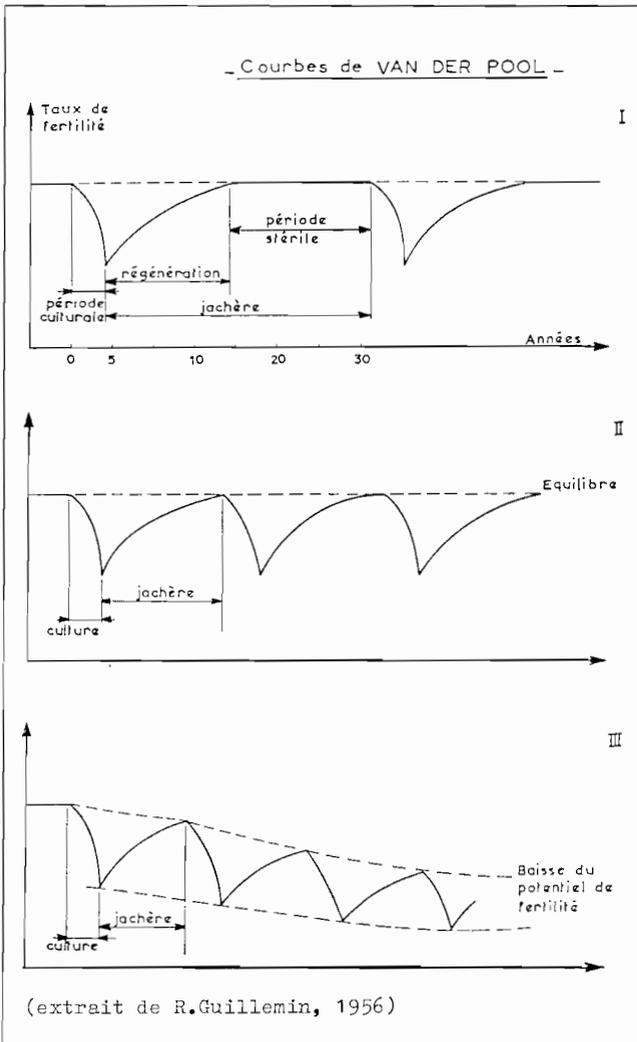


Figure 2 — Courbes de VAN DER POOL  
(extrait de R. Guillemin, 1956)

### 3. De la villagisation à l'infertilisation des sols

Nous voyons donc la fragilité d'un système qui demande, pour être mis en œuvre, une connaissance parfaite du niveau primitif de la fertilité, du temps de régénération par la jachère, du potentiel exploitable, car, si le retour de la période culturale est trop rapide, on arrive à dépasser l'équilibre réversible possible et la nature intervenant seule ne peut plus régénérer le taux de fertilité du départ.

Le premier exemple connu de dilapidation totale du patrimoine foncier en République Centrafricaine date d'avant l'influence européenne et est située dans la Lobaye.

Une concentration humaine s'est produite dans cette région du fait de la pression exercée par deux sultans, Senoussi et

Bangassou, qui ont installé les Bandas vers le fleuve\* (1880-1890). Compte tenu de cette concentration, on a donc assisté à l'évolution des terres selon la courbe 3 c'est-à-dire petit à petit à l'infertilisation du sol.

En conséquence, l'agriculture traditionnelle ne pouvait être conservatrice du sol d'autant que la densité de population ne permettait pas une jachère de longue durée, qui devait être, de l'avis de tous les agronomes au moins égale à 20 ans, (de nombreuses enquêtes ont été faites à ce sujet auprès des vieux autochtones entre 1945 et 1955) (11).

Avec la pénétration européenne, toute l'agriculture traditionnelle disparaît pratiquement. Toutes les transformations apportées par l'Européen vont contribuer à bouleverser complètement l'optique agricole de l'Africain et le terroir rural où il évolue.

La première transformation se situe dans l'alimentation de base. Avant la conquête, le sorgho et l'igname étaient les principales cultures de l'Oubangui. Le sorgho était consommé soit en farine sous forme de pâte, soit en bière.

Vers 1900, le manioc n'avait encore atteint que le sud du territoire. L'introduction se fit très rapidement pour trois causes principales: sécurité dans la fourniture d'aliments d'abord, (il peut être récolté en période de soudure), facilité de culture ensuite, meilleure adaptation aux sols minéraux que l'igname qui exige des sols plus humifères.

La récolte du sorgho pouvait aussi être compromise, soit par des grandes sécheresses, soit par des attaques d'acridiens; avec le manioc de telles éventualités n'étaient plus à craindre. Une plante, telle que le manioc qu'il suffisait de bouturer et de laisser végéter sans soins ou presque, se devait d'obtenir obligatoirement tous les suffrages de rural «cueilleur et chasseur». De plus le grenier était supprimé, les racines étaient récoltées au fur et à mesure des besoins.

La seconde transformation qui allait vraiment modifier de fond en comble les structures sociales et l'organisation du paysage rural a été le regroupement des villages. Cette opération, d'origine militaire, avait pour but un mode de contrôle efficace des populations non seulement individualistes mais réticentes, voire hostiles au colonisateur. Ce regroupement était favorable au recrutement de la main d'œuvre nécessaire dans les grandes plantations. La brousse se vide de tous ses habitants qui sont regroupés autour des postes de contrôle, faciles à surveiller. Très vite, par la suite, les postes de contrôles furent reliés entre eux par un réseau peu dense de grandes pistes, telles que nous les connaissons encore aujourd'hui.

Petit à petit, les populations croissantes ont étendu le village, dans le sens de la longueur de la piste. Si bien qu'à présent on peut dire que quasi toute la population rurale a son habitat limité au réseau des pistes principales.

L'inconvénient des gros villages fut l'amointrissement, jusqu'à la disparition, du jardin de case. N'ayant plus suffisamment de place pour réaliser son jardin de case — qui en brousse avait une extension très importante — le paysan a dû conduire ses cultures de case dans les grandes parcelles

\* Région encore actuellement la plus peuplée du territoire (plus de 15 hab./km<sup>2</sup>)

en dehors du village avec une conséquence immédiate, celle de la diminution des espèces cultivées et un appauvrissement de la variation de l'alimentation.

Au bout de quelques années, étant donné les concentrations démographiques des villages, la superficie accordée aux plantations devenait considérable, et, en tenant compte de la succession culturale, très rapidement les cultivateurs ont dû faire des distances énormes pour se rendre à leurs cultures, tout en diminuant considérablement la durée de la jachère spontanée ; celle-ci tombant de 20-25 ans à 8-10 ans actuellement. Il s'ensuivit donc un déséquilibre très net entre la durée des cultures et celle de la jachère nécessaire à la restauration spontanée de la fertilité.

Avec la génération de la culture du coton à partir de 1926, on assiste à une transformation radicale du système de culture où des erreurs fondamentales en matière de gestion de l'espace de production sont commises. Le seul objectif de l'Administration fut le tonnage, le seul moyen de l'accroître fut l'augmentation des surfaces y compris dans des zones totalement inaptes à porter une culture quelle qu'elle soit. Le coton, venant en tête d'assolement, est suivi par des cultures vivrières qui, dans ces endroits infertiles, deviennent insuffisantes pour assurer la nourriture des cultivateurs.

D'autres erreurs agronomiques plus graves ont été commises en culture cotonnière. D'abord celle de l'obligation d'effectuer un défrichage complet, le coton, ne tolérant aucun ombrage. Toutes les parcelles villageoises étant groupées, après la culture ce sont des carrés de superficie non négligeable qui sont donc transformés en une savane nouvelle avec un immense tapis graminéen à *Imperata*, où la forêt sèche, la savane arborée ou arborescente ont pratiquement disparu. Cette savane est de plus livrée chaque année au feu de brousse.

Ajoutons qu'au cours d'une rotation, au niveau de la parcelle, on assiste très vite à une érosion hydrique importante. Or une autre erreur très grave fut l'introduction de la culture en ligne, par obligation d'aboutir à un nombre de plantes à l'hectare bien déterminé. Dès que la pente dépasse 2 p.cent, l'érosion en nappe est nettement visible, immédiatement après les semis, dès les premières pluies. Le sol est littéralement lavé par les eaux de ruissellement emportant ainsi, les matériaux fins et les particules de matière organique, maigre substrat biogène des sols tropicaux acides. Or, l'agriculteur par souci de la moindre dépense d'énergie établit le plus souvent ses cultures dans le sens de la pente, c'est-à-dire dans les conditions optimales d'érosion. Après le coton, en nouvelle saison culturale, après les plantations de boutures de manioc et les semis d'arachide et de maïs, le sol est de nouveau voué à une érosion hydrique facilitée par l'état de surface.

Petit à petit, ce système de culture se traduit inexorablement par un appauvrissement extrême, voire une stérilisation progressive des périmètres des agglomérations regroupées.

Lorsque, sur un même terrain, on compare les caractéristiques pédologiques de la couche superficielle de sols sous végétation naturelle et de sols cultivés depuis des années, on constate, à chaque fois, moins de matière organique et un pH plus acide sous culture (6, 15, 19). Une baisse de 0,7 unité en surface est souvent observée en sols cultivés (6) ainsi

qu'une baisse de 1% de matière organique (15).

Des comparaisons de sols cultivés depuis 45 ans avec des sols voisins restés sous végétation naturelle montrent une baisse de 30% de la macroporosité, une diminution de la stabilité structurale, une baisse du pH de 0,7 unité (6). Concernant l'évolution de la stabilité structurale à moyen terme, la moyenne de ls passe de 0,41 pour le témoin à 0,46 en première année de culture, 0,96 en 4ème année et 1,71 en 8ème année (7). La quantité moyenne d'éléments transportés par l'érosion est directement proportionnelle à l'instabilité structurale du sol (19).

A l'appauvrissement des sols en éléments biogènes par une exploitation agricole abusive et non contrôlée des jachères trop courtes, il faut encore ajouter un appauvrissement des savanes arborescentes par le déboisement intensif de ces zones pour l'approvisionnement en bois de feu.

En conséquence, toutes ces pratiques culturales aboutissent inexorablement à une infertilité prononcée du sol. A partir de cet état, on assiste à deux itinéraires différents selon «l'ancrage» de la population.

Dans le premier cas, celui des grosses agglomérations à caractère citadin avec des infrastructures durables, la population reste sédentaire mais les plantations s'éloignent progressivement de l'agglomération.

Ainsi apparaissent dans les nouvelles zones de culture éloignées de ces centres de culture ce que l'on appelle des cases de plantation, habitations rudimentaires faites en bordures même des champs, et où une partie de la famille passe une grande partie de son temps (soustrayant souvent les enfants aux obligations scolaires!). Autour de l'agglomération vers ces nouvelles zones de culture s'installent des auréoles de désertification croissante. Le front culturel admissible s'éloigne de plus en plus de l'agglomération. Des zones absolument stériles et parfois dénudées occupent les anciens champs (11, 13, 14).

Dans le deuxième cas, celui de villages peu organisés avec une population moyenne ne dépassant pas 200 habitants, le fait courant est d'assister au déplacement complet du village à plusieurs dizaines de km de son lieu d'origine. Ceci dès que les agriculteurs jugent que l'état de productivité de leur terroir agricole a atteint une limite inacceptable. Combien d'emplacements d'anciens villages ne sont-ils pas signalés par des bosquets de palmiers (*Elaeis guineensis*) ou plus souvent de manguiers (*Mangifera indica*), isolés au milieu d'une savane n'ayant pu reprendre son aspect original même parfois après plusieurs décennies. Si ce phénomène est général à l'ensemble des savanes considérées, il est surtout remarquable le long des grands axes traversant le pays et dans l'Ouaham-Pendé (Paoua) où la population moyenne dépasse à peine 10 hab./km<sup>2</sup>.

#### 4. De la transhumance à la gestion de l'espace pastoral

Une autre facteur de la dégradation du principal milieu de production de la Centrafrique — les savanes soudano-guinéennes — est assurément le surpâturage des zones d'élevage par les troupeaux bovins des éleveurs nomades Mbororo.

L'existence d'un élevage bovin nomade dans les savanes

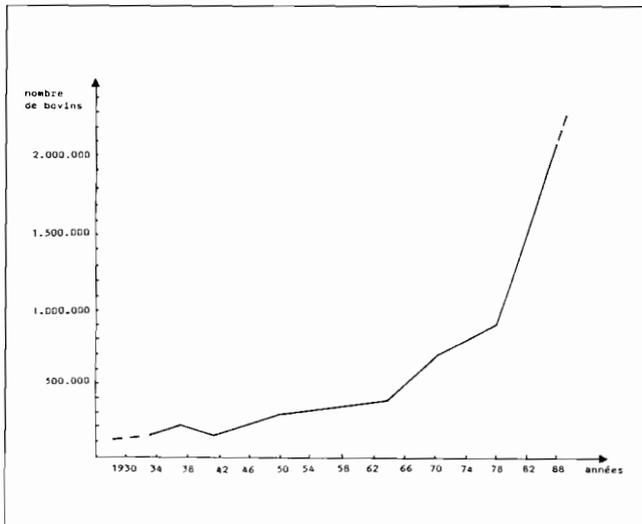


Figure 3 — Evolution du cheptel bovin en République Centrafricaine (d'après J. Boutrais, 1988)

de Centrafrique n'est pas tout-à-fait un phénomène nouveau. Dès 1920, on note l'arrivée au Nord des Mbororos venus du Tchad ou du nord Cameroun. Vers 1930, ils étendent de façon très rapide leur aire de parcours dans l'ouest du pays. En 1933, le cheptel bovin est estimé à 150.000 têtes et à plus de 200.000 en 1937. Les arrivées de Mbororos deviennent incessantes à partir du Cameroun. Les effectifs du cheptel augmentent régulièrement jusqu'en 1965 (4) (voir Fig.3). Jusqu'à cette époque, leur présence est essentiellement localisée dans deux secteurs bien délimités : le premier étant les savanes ouvertes autour de Bambari, le second les plateaux à l'ouest du pays au delà de Bouar et de Bocaranga à *Daniellia oliveri*, *Burkea africana* et *Lophira lanceolata* avec cependant une avancée extrême vers Bossembelé.

La concentration des parcours dans ces zones a des conséquences rapides sur la dégradation des sols (tassement, érosion) et la disparition de la couverture végétale. C'est la ruine des pâturages de ces secteurs. Dès 1961, Benoît Janin décrit en termes très graves la dégradation du milieu due au surpâturage dans la région de Bocaranga. La zone de Bambari n'échappe pas à ce processus dès cette époque, processus qui n'a fait que s'aggraver avec le temps, les Mbororos s'étant très intensément installés autour de cette ville. Une analyse récente (13) autour de cette ville a identifié une superficie minimale de 85.000 ha en réelle voie de désertification et, à notre avis, ce terme n'est pas exagéré.

Mais revenons aux années 60-70. Vers la fin des années 60, le cheptel augmente de plus en plus vite en raison à la fois d'un accroissement naturel des troupeaux sur place, mais surtout à des apports venant des pays voisins. Entre 1975 et 1980, la sécheresse et la guerre civile au Tchad poussent les éleveurs tchadiens à passer en Centrafrique.

A partir de cette situation, l'espace pastoral est complètement modifié ; de nouveaux parcours sont indispensables. Déjà vers la fin des années 1975, on assiste au «remplissage» des savanes comprises entre les deux anciens secteurs d'élevage allant des savanes soudano-sahéliennes au nord aux zones pré-forestières au sud (4). Actuellement, on peut voir des troupeaux dans la grande savane de Baboungué (sud

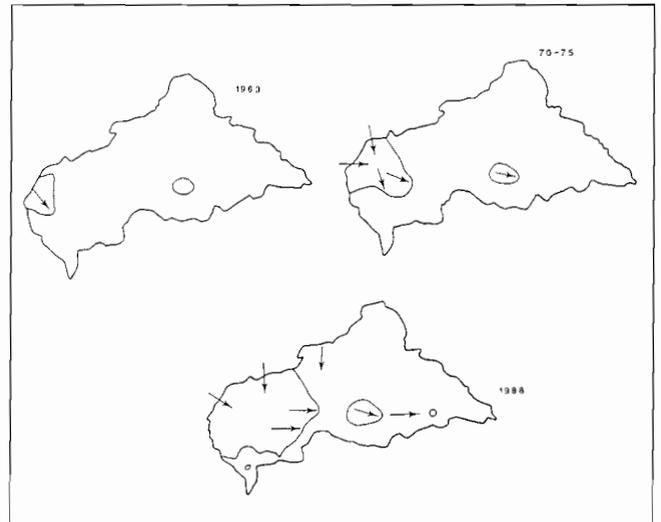


Figure 4 — Progression du cheptel bovin en République Centrafricaine

de Nola) au beau milieu de la forêt dense sempervirente de la Sangha!

A cette expansion du troupeau bovin dans toutes les savanes de la République Centrafricaine qui aura des conséquences inévitables sur la physionomie des végétations, s'ajoutent aussi celles qui découlent du mode de vie des éleveurs nomades Mbororos. Ces derniers très individualistes vivent dans des «campements», distants les uns des autres, le plus souvent de 1 à 2 km et constitués de huttes grossières. Ils ne ressentent d'attaches qu'envers leurs troupeaux, aucune pour la terre nourricière de ceux-ci, qui, sitôt épuisée, sera quittée pour de nouveaux pâturages. Les saisons leur dictent en partie ce comportement puisque leur alternance les oblige à effectuer leur «cueillette» dans des endroits différents au cours de l'année ; pendant la saison sèche, plus au sud, quand les pâturages subtropicaux à *Hyparrhenia subplumosa*, *Panicum phragmitoides* et *Loudetia arundinacea* (17) sont réduits à un tapis brun et sec et que les rivières tarissent, puis retour vers le Nord, dès que les pluies arrivent, pour la période «d'hivernage», en principe au même endroit chaque année, sinon dans la même zone géographique, compte tenu de l'état de productivité du pâturage.

Avec cette extraordinaire augmentation du troupeau bovin dans le pays, ces toutes dernières années, avec la tendance des éleveurs à occuper toutes les savanes soudano-guinéennes et la structure sociale de cette société nomade traditionnelle où l'Islam est omniprésent, les problèmes de l'élevage centrafricain sont nombreux et très complexes. Les difficultés du développement d'un programme de gestion de l'espace pastoral en vue de maintenir sa productivité se heurtent d'abord à l'individualisme, au traditionalisme et à l'insaisissabilité du nomade Mbororo.

Pour essayer de résoudre ces difficultés et de contrôler les éleveurs un tant soit peu en matière de déplacement et de gestion rationnelle des pâturages, le Gouvernement a opté pour l'organisation nationale des éleveurs nomades en les dotant d'une structure communautaire à l'intérieur de laquelle la gestion des pâturages doit être définie. Il s'agit de la Fédération Nationale des Eleveurs Centrafricains (FNEC), orga-

nisation originale, unique en Afrique, reconnue d'utilité publique et sur le terrain de la création d'associations de base, les GIP (groupement d'intérêt pastoral), véritables cellules d'action pour l'approche humaine des éleveurs.

A la suite du Service de l'Élevage des années 50-60 et après une régression de l'appui et de l'encadrement des éleveurs durant les années 70, en 1986 le Chef de l'État Centrafricain signe le décret portant création du Projet National de Développement de l'Élevage (PNDE) cofinancé par l'État Centrafricain, la Banque Mondiale, le FIDA et le FAC.

Ces deux structures, la FNEC et le PNDE, vont donc devoir aborder l'analyse des problèmes de l'élevage centrafricain sous trois aspects essentiels : l'homme, l'animal et le pâturage, en gardant à l'esprit la très étroite imbrication de ces composantes pour le maintien, voire l'amélioration de la productivité des ressources naturelles à savoir les sols et la floristique des savanes pâturées.

Sur le plan social, la difficulté majeure réside dans l'analphabétisation des responsables des GIP, en particulier et des éleveurs en général. La formation est un objectif essentiel pour permettre l'émergence d'éleveurs dynamiques désireux de participer à l'effort national. Cela doit débiter par la scolarisation des enfants, puis se poursuivre par la sélection et la promotion des fils d'éleveurs pouvant atteindre un niveau scolaire de fin du secondaire.

La formation de «masse» pour détecter des responsables des associations de base, afin de promouvoir l'usage des médicaments vétérinaires est aussi nécessaire et urgente. La formation devient donc l'objectif prioritaire pour démarginaliser le monde nomade pastoral et aider à son intégration dans la vie sociale et économique du pays.

Du point de vue sanitaire, la République Centrafricaine, étant devenue le carrefour des voies de circulation du bétail avec les pays limitrophes connaît une pathologie importée très importante et complexe.

Les plateaux du Nord-Ouest sont surpeuplés en bétail, et de ce fait, les troupeaux descendent de plus en plus au sud. Autrement dit, les troupeaux sont de plus en plus menacés. Autrement dit encore, il faut un suivi sanitaire de plus en plus strict des animaux par les éleveurs. Le FNEC et le PNDE ont donc de nombreuses tâches : fonction de contrôle sanitaire, vaccinations obligatoires, fourniture de médicaments essentiels, gestion des dipping-tanks, lutte contre les glossines, vulgarisation des techniques sanitaires et programme de recherche.

Pour nous aménageurs et protecteurs de l'espace rural, la dégradation du patrimoine agropastoral centrafricain est enclenchée et sera difficile à ralentir, à défaut de s'enrayer.

La transformation du milieu pastoral commence dans les lieux de campements traditionnels et sur les zones saturées en charge bovine pendant la saison des pluies. Cette transformation est plus ou moins rapide selon l'importance du troupeau qui y stationne (80 à 500 bêtes). Durant la saison des pluies, il n'est pas rare que le troupeau passe 15 heures sur 24 dans les environs immédiats du campement. Sur ces surfaces, les charges supportées impliquent à plus ou moins moyen terme (moins de 3 ans) la dégradation du sol

et la désertification du milieu. Cela commence par l'apparition de graminées basses telles que *Chloris pilosa* ou *Sporobolus pectinellus*, caractérisées par une grande puissance de régénération. Elles sont malheureusement recherchées, en vert, par le bétail de sorte que cette appétabilité tend à accentuer la charge et par là-même la dégradation de la végétation et la dénudation des sols. Pour le reste du pâturage, il y a une évolution à tendance monospécifique ou bispécifique d'espèces peu appréciées de la composition floristique initiale (*Panicum phragmitoides* et *Urelytrum digitatum*) (2, 17). Il s'agit là d'une modification plus lente mais difficilement réversible de la végétation (2).

La résultante de cette surcharge (piétinement des animaux, éclaircissement de la végétation) est un tassement et une dénudation du sol avec érosion ravinante intense stérilisant le milieu et le figeant dans une forme irréversible si une mise en défens intégral n'intervient pas.

A partir d'observations et d'études sur le terrain et de l'avis même des éleveurs, les causes principales de la dégradation des sols et de la végétation en milieu pastoral sont au nombre de trois :

- la surcharge du pâturage
- le mauvais emploi du feu
- l'insuffisance de la réglementation.

Si l'unanimité se fait pour incriminer la surcharge des parcours et campements, il est difficile d'en évaluer encore aujourd'hui l'importance. Mais les années ont apporté la preuve indéniable de cette affirmation. Des observations permettent de constater que lorsqu'un campement d'éleveurs s'installe, la charge instantanée est telle que la végétation aux alentours disparaît, provoquant une dénudation de la zone. La conséquence pour un éleveur est naturellement la migration. On estime qu'un campement peut couvrir une superficie de 25 à 30 ha. Si au bout de 3 à 5 ans les éleveurs sont obligés d'abandonner ces zones de campement, en les additionnant au fil des années, cela représente des superficies considérables (2).

Un autre facteur essentiel de ces dégradations est le mauvais emploi du feu de brousse. Qu'il s'agisse d'agriculteurs ou d'éleveurs, ces deux catégories de personnes allument souvent des feux précoces (dès novembre) pour nettoyer les alentours des villages et des cultures ou pour rechercher les premières repousses pâturables.

Mais le feu précoce n'assure pas un nettoyage suffisant de la végétation. Les parties non brûlées, car trop vertes encore, ne suffiront pas à assurer un deuxième passage des flammes. Ainsi les mauvaises herbes et surtout les ligneux bas, entameront une rapide et vigoureuse conquête de l'espace disponible. Les graminées de bonne valeur ne seront pas capables de reconquérir la place. Or c'est là un facteur fondamental de la lutte contre la dégradation des pâturages. Enfin, l'insuffisance ou le non-respect de la réglementation reste en outre un point essentiel car il concerne l'homme, tant l'administrateur que l'éleveur. Par le biais des projets, le Gouvernement dicte des mesures de gestion des pâturages mais pour l'éleveur cette gestion pratique est reléguée au dernier plan. Ce dernier continue à penser que l'espace est infiniment disponible.

## 5. Discussions et conclusions

D'un bout à l'autre de l'Afrique, les agriculteurs pratiquaient les mises en jachères et comptaient sur l'activité des recrûs naturels pour la reconstitution de la fertilité des sols, en l'absence de tout apport extérieur d'amendements et d'engrais minéraux.

Nous venons de voir le schéma d'appauvrissement des sols cultivés en République Centrafricaine, appauvrissement qui va se poursuivre inexorablement jusqu'à la stérilité totale du sol avant abandon de celui-ci pour une migration vers de nouvelles zones vierges si aucune intervention concrète («inputs») de l'agriculteur n'a lieu, nous entendons par agriculteur aussi bien le cultivateur que l'éleveur.

Car en définitive, en système de cultures traditionnelles, de tels systèmes n'assurent le maintien des composantes physiques et chimiques de la productivité des terres qu'au prix d'une très faible intensité culturale (peu d'années de cultures continues suivies de longues années de jachères) et d'une consommation d'espace, obligeant, dans le système de villagisation implanté en République Centrafricaine, à une migration régulière le long des axes principaux de pénétration. Les pratiques traditionnelles de culture se montrent ainsi beaucoup moins préservatrices du patrimoine foncier qu'on a pu le croire (18).

Seules les longues périodes de non-culture — 20 ans en zones de savane humide (11) et jusqu'à 30 en zones humides — pour permettre au couvert forestier de se reconstituer (18) assurent la stabilité des systèmes traditionnels de production agricole. Dans ces conditions, l'espace cultivable disponible pour les agriculteurs doit être trois à quatre fois supérieur à l'espace cultivé.

Les immenses savanes de la République Centrafricaine, où il reste, et c'est heureux, d'importantes terres pratiquement vierges et de bonnes qualités physiques et chimiques, doivent faire l'objet d'études approfondies et des plus prudentes. Il est indispensable que le Gouvernement aiguille sa politique de recherche agronomique vers la conservation du capital foncier qui, depuis 50 ans, a été peu ménagé.

En agriculture tropicale sédentaire, des progrès considérables peuvent être réalisés. Les remèdes accessibles par les paysans de ces régions pour maîtriser la dégradation chimique et physique des sols cultivés ou mieux pour améliorer leur fertilité sont connus par les agronomes. Une importante bibliographie existe (9,10,12,18). Ces remèdes ont été expérimentés dans toutes les parties du monde. Mais ce qui sera particulièrement difficile, ce sera l'application des mesures indispensables pour conserver, ou mieux, améliorer le sol; car cette application suppose un changement d'attitude et de mode de vie de la part des populations dans les zones concernées, et un changement du raisonnement des planificateurs et des administrateurs.

En 1956, Guillemin, parlant des progrès réalisables, mettait en garde les responsables de la mise en valeur vis-à-vis de la hantise des statistiques en disant «le tonnage reste bien entendu impératif, mais on ne doit pas conditionner, à lui seul, l'orientation des efforts consentis en matière d'agriculture. La notion de pérennité doit peu à peu supplanter celle du volume» (11). Nous ajoutons que l'amélioration des sols cultivés sans longue jachère doit être l'objectif fondamental de séden-

tarisation des agriculteurs, cette amélioration faisant l'objet d'un programme suivi de la recherche agro-pédologique.

La Centrafrique présente un espace agricole ouvert non saturé, avec une moyenne de population variant de 4 à 10 hab./km<sup>2</sup> dans la zone soudano-guinéenne. Mais comme nous l'avons fréquemment fait remarquer, cette population est concentrée le long des principales pistes, laissant à l'intérieur du réseau de vastes espaces non utilisés parce que non accessibles.

En systèmes d'agriculture et d'élevage traditionnels, on estime à 35 hab./km<sup>2</sup> la densité de population supportable par de tels systèmes (source: Banque Mondiale, 1985 in 18). La localisation des populations en Centrafrique n'a-t-elle pas atteint ou dépassé une telle densité dans les zones réellement utilisées par ces populations? Une enquête sur cette question serait des plus utiles. Cette hypothèse nous amène à considérer la perspective d'une saturation foncière localisée et nettement circonscrite non plus en milieu ouvert mais en espace confiné et limité. Dans cette perspective la plus immédiate, peut-on éviter la dégradation du système de production?

Là aussi de nombreux exemples africains ont montré que dans de telles situations les agriculteurs ont été conduits à mieux cultiver les superficies réduites dont chaque actif dispose en adoptant leurs systèmes au milieu et non l'inverse. De nombreuses études à ce sujet ont été faites au Niger, au Togo, au Sénégal (18), au Burundi (8,16), pour ne citer que quelques cas et chaque fois, dans des systèmes stabilisés et reproductibles, les rendements des cultures étaient supérieurs en système intensif à ceux du système traditionnel. Les surcroûts de rendement sont dus essentiellement:

- à une utilisation ou une meilleure utilisation de la fumure organique (compost + fumier) et une restitution systématique des résidus de culture (+ paillage)
- un meilleur entretien des champs cultivés (sarclage, bina-ge) et une meilleure préparation du sol.

Ces pratiques assurent une moindre dégradation, voire une amélioration des états de surface, une augmentation du pH, une meilleure disponibilité des éléments biogènes et enfin une augmentation de la réserve hydrique.

L'agriculteur devient fertilisateur en se comportant en écologiste plutôt qu'en utilisateur d'engrais. Il s'attache à perfectionner toutes les techniques de conditionnement du sol à l'aide de moyens locaux ainsi que les façons culturales, dans le but d'obtenir un agro-système cohérent et reproductible. Une attention particulière doit être accordée au bilan humique, aux symbioses bénéfiques, aux façons et aux systèmes culturaux (20).

Il s'agit donc d'enclencher le «cycle de la fertilité»; pour cela il est indispensable d'introduire et d'adapter chez le cultivateur l'élément-élevage producteur indispensable de fumier. L'obligation d'une révolution agricole du type «fourrage-fumier» (par l'agro-sylvo-pastoralisme) est un préalable à l'amélioration de la fertilité des sols des savanes soudano-guinéennes de la Centrafrique avant d'envisager un quelconque apport d'engrais chimique. La matière organique par sa minéralisation est la première source de cations susceptible d'améliorer le taux de saturation du complexe argileux et de relever le pH. L'animal domestique n'est-il pas le meilleur apport d'humus nécessaire au milieu considéré. Le

premier pas à franchir consiste dans l'introduction des moyens à produire l'humus.

En matière d'élevage bovin par les nomades Mbororos, la lutte contre la dégradation des pâturages passe impérativement par la capacité et la volonté de ces éleveurs à accepter les mesures proposées par l'Agence Nationale de Développement de l'Elevage (ANDE) sur la base de ses études et réalisations en cours.

La période des actions est l'éducation et l'information des éleveurs sur la nécessité de préserver le pâturage. Le travail se fait grâce aux Groupements d'Intérêts Pastoraux (GIP) et il peut être renforcé par des émissions de radio-rurale.

La création des zones d'action agropastorale (ZAGROP)\* en vue de la sédentarisation des éleveurs et de l'intensification de l'élevage doit se poursuivre en parallèle avec un suivi détaillé de l'évolution de ces espaces. Les études à ce sujet dans les savanes soudano-guinéennes sont encore à leur tout début et les solutions aux problèmes n'en sont encore qu'à leur balbutiement.

Les moyens efficaces à mettre en œuvre pour préserver cet espace de production doivent encore attendre les résultats de la recherche. Certes, certaines orientations et solutions se dessinent mais les nombreuses contraintes traditionnelles ou techniques seront longues à maîtriser.

A ce jour, on peut conclure que la gestion du pâturage n'existe pas en Centrafrique, que la part des pâturages devenus inutilisables augmente chaque année. Il est donc très urgent de réagir et de rechercher un schéma d'utilisation moins dégradant. Pour l'Ombella-Mpoko (préfecture du centre-ouest, avec la ville de Bossembélé) l'échéance de fin d'exploitation s'élevait en 1983, au rythme de dégradation de 30.000 ha/an, à 21 ans (Audru in 17). Comme pour toutes transformations en milieu agricole africain, les objectifs d'un système protecteur des pâturages ne pourront être efficaces qu'à condition d'introduire des actions simples et surtout progressives ayant la confiance des éleveurs (utilisation

de l'espace, charge utile/ha, géographie des transhumances, feux de brousse, mise en défens, etc...).

En Centrafrique, les zones pâturables disponibles restent importantes, mais toute contrainte trop forte se traduirait purement et simplement par le départ des éleveurs vers ces espaces disponibles et à fortiori la création de nouvelles zones dégradées.

En conclusion, après cette analyse qui fait apparaître les problèmes mais aussi les moyens de les résoudre, pour préserver l'espace productif du pays, il faut finalement éduquer l'homme dans ses rapports avec le sol dont il dépend. Les sols agricoles et pastoraux se dégradent, pour l'instant en superficie encore peu importante par rapport à l'ensemble des sols cultivables, mais il faut stopper cet itinéraire néfaste. Sans négliger les sommets de l'édifice, c'est aux fondations que la primauté doit être accordée.

La stratégie adoptée doit reposer sur la participation active et volontaire des populations rurales. La participation ne peut être ni imposée, ni limitée à une simple consultation des intéressés, elle doit se fonder sur une association véritable, dès la conception, dans le domaine de la planification, du choix et de la mise en œuvre des programmes. Toutes les interventions (lutte anti-érosive, réglementation des feux de brousse, création de compostières, gestion des pâturages, etc...) doivent être comprises et acceptées par la population ; pour cela il est indispensable qu'elles soient très utiles, c'est-à-dire qu'elles contribuent à une amélioration sensible et rapide des rendements, des revenus et des conditions de vie. Seuls les aménagements et les changements souhaités par la population auront des chances d'être entretenus par elle.

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

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

\* Les ZAGROP sont des zones de savane réservées à l'élevage. Elles sont bien séparées des zones agricoles et gérées par les groupements à l'intérêt pastoral (GIP). Le nombre d'éleveurs y est limité par la capacité d'accueil des pâturages.

## Références bibliographiques

1. Benoit-Janin P., 1961. «Etude de l'érosion due au surpâturage autour de la ferme de Barki (sous-préfecture de Bocaranga)», ORSTOM, 10 p. Bangui.
2. Berekoutou M., 1990. «Dégradation des sols et stratégie de conservation en vue de leur utilisation rationnelle, le cas de l'élevage» Rapport, Dir. de l'Agropastoralisme, ANDE, 9 p., Bangui.
3. Boulvert Y., 1986. «Carte phytogéographique à 1/1.000.000, République Centrafricaine» ORSTOM, notice 104, 131 p. 35 cartes, Paris.
4. Boutrais J., 1988. «Des Peuls en savanes humides. Développement pastoral dans l'ouest centrafricain», ORSTOM, 383 p., Paris.
5. Bruzon V., 1989. «Notes inédites» et com. orale, Programme de Développement de la Région Nord, Bangui.
6. Cointepas J.P. et Makilo R., 1982. «Bilan de l'évolution des sols sous culture intensive dans une station expérimentale en milieu tropical humide», Cah. ORSTOM, série. Pédologie, Vol. **XIX**, n°3, pp. 272-282, Paris.
7. Combeau L. et Quantin P., 1963. «Observations sur la variation dans le temps de la stabilité structurale des sols en région tropicale», Cah. ORSTOM, Série Pédologie, n°3, pp. 17-26, Paris.
8. D'Haese L. et Ndimira P.F., 1985. «Etude multidisciplinaire des systèmes d'exploitation agricole de la région d'Ijenda. phase descriptive, t.1» Fac. Sc. Agro., Univ. du Burundi, texte ronéot, 270 p. + annexes.
9. Daizell H.W., Biddlestone A.J., Gray K.R. et Thurairajan K., 1988. «Aménagement du sol : production et usage du compost en milieu tropical et subtropical» Bull. pédo. N°56, FAO, 165 p., Rome.
10. Dupriez H. et De Leener Ph., 1983. «Agriculture tropicale en milieu paysan africain», L'Harmattan, 280 p., Paris.
11. Guillemin R., 1956. «Evolution de l'agriculture autochtone dans les savanes de l'Oubangui», l'Agronomie Tropicale, Vol. **XI**, n°1, pp. 39-61, n°2, pp. 143-176, n°3, pp. 279-309, IRAT
12. Greenland D.J. et Lal R., éd. 1975. «Soil Conservation and Management in the Humid Tropics», Wiley, 283 p., N.Y
13. Kokamy-Yambere S., 1989. «Reconnaissance des principales formes

- de dégradation des sols dans la région de Bambari», BNPCS, MDR, 17 p., 5 photos. 1 carte 1/200.000, Bangui.
14. Kokamy-Yambere S., 1990. «Reconnaissance des principales formes d'érosion et de dégradation des collines de Bangui», BNPCS, MDR, 16 p. 5 photos, 3 cartes 1/200.000, Bangui.
15. Mathieu C., Ngouanze F., Doko P. et Ousman A., 1988. «Etude des sols pour la réinstallation des terres agricoles entre Boyali et Botami s/ préfectures de Boali et Bossembélé», BNPCS, MDR, texte ronéot., 63 p. + 6 cartes 1/25.000, Bangui.
16. Mathieu C. et Ntagumana F., 1991. «Dynamique des systèmes de production en zone tropicale à très forte densité de population: un cas d'étude par l'analyse de photographies aériennes. en montagne du Mugamba. au Burundi», L'Agriculture Tropicale, sous presse.
17. Mathieu R., 1988. «Mode d'utilisation des pâturages de saison des pluies par les éleveurs Mbororos, région de Bossembélé, Rép. Centrafricaine», Rapport de stage, 57 p., 13 photos, 4 annexes, ESA Purpan, Toulouse.
18. Pieri C., 1989. «Fertilité des terres de savanes», CIRAD, 444 p. Montpellier
19. Quantin P. et Combeau A., 1962. «Erosion et Stabilité structurale du sol», Commission d'érosion continentale, pp. 124-130. A.I.H.S., n° 59.
20. Wouters J., 1984. «Considérations sur la recherche agronomique en matière de fertilisation en conditions tropicales», Tropicultura, 2, 1, pp. 26-28. AGCD, Bruxelles.

C Mathieu, Belge, Ingénieur d'Agriculture (Huy), D.E.S. de Sciences Naturelles et Maître es Sciences (Paris) Docteur en Sciences (Lg), Professeur de Science du Sol à l'Ecole Supérieure d'Agriculture de Purpan. 75 voie du TOEC, 31076 Toulouse cedex, France.

#### 44e Internationaal Symposium over Fytofarmacie en Fytiatrie.

plaats zal vinden op dinsdag 5 mei 1992 in de lokalen van de Faculteit van de Landbouwwetenschappen, 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 Landbouwwetenschappen Universiteit Gent».

Alle briefwisseling dient gericht te worden aan:

#### The 44th International Symposium on Crop Protection

will take place on May 5th 1992 at the Faculty of Agricultural 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
- Residues, Toxicology, 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 Landbouwwetenschappen Universiteit Gent».

All correspondance is to be sent to:

#### Le 44e Symposium International de Phytocrop Protection et de Phytiatry

se tiendra le mardi 5 mai 1992 dans les locaux de la Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Gand (Belgique).

Les sujets suivants seront traités:

- Insecticides, Entomologie, Nématologie, Pédologie Appliquée.
- Fongicides, Phytopathologie, Phytovirologie, Phytobactériologie.
- Herbicides, Herbologie, Régulateurs de croissance des plantes
- Lutte biologique et intégrée
- Résidus, Toxicologie, Formulations, Techniques d'application.

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

Les comptes-rendus seront publiés dans les «Mededelingen Faculteit Landbouwwetenschappen Universiteit Gent».

Toute correspondance est à adresser au:

Dr. ir. W. Steurbaut, Faculteit van de Landbouwwetenschappen, Coupure Links 653, B-9000 Gent (België) - (Tél. 32(0) 91 64 60 11, Telefax 32(0) 91 64 62 49).

# L'agriculture itinérante et la déperdition des ressources forestières dans la Collectivité Ngombe-Doko, Zaïre.

M.E. Yekola\*, M. Ngatho\*

Keywords: Fading — Deforestation — Fallow ground — Regeneration — Forest resourcefulness — Ecosystem — Quantitative evaluation.

## Résumé

*Une évaluation quantitative de la consommation des réserves forestières par l'agriculture nomade dans la Collectivité Ngombe-Doko a été faite au cours de la campagne 1987/88.*

*L'étude révèle que 82,86 ares de forêts par an ont été abattus par ménage moyen, soit 8.134,51 hectares pour l'ensemble de la Collectivité. A ce rythme, environ 41.494 hectares de forêts seront détruits d'ici cinq ans, ce qui représente 6,54% de la superficie totale de la Collectivité.*

*Celle-ci serait complètement entamée au bout de 58 à 123 ans. Cette pratique entraîne des perturbations tant climatiques qu'environnementales.*

## Summary

*A quantitative estimate on the use of forest reserves in shifting cultivation has been done in Ngombe-Doko rural Collectivity during the agricultural campaign carried out in 1987/88.*

*The survey shows that 82.86 ares of forests have been felled a year per family, this makes an average of 8,134.51 hectares for the whole Collectivity. In this way, about 41,494 hectares of forests would be felled in about 5 years; this represents 6.54% of the total surface of the Collectivity, which would be cleared up completely in 58 to 123 years.*

*This process is followed by atmospheric as well as environmental perturbations.*

## 1. Introduction

Le terme agriculture itinérante ou culture nomade recouvre des systèmes de production végétale dans lesquels une phase de culture de durée variable mais souvent courte, pratiquée sur un sol défriché par brûlage, alterne avec une période de jachère de durée variable, mais quelques fois longue (1,12,16).

Les observateurs habitués aux systèmes de culture plus stables et plus permanents l'ont jugé néfaste et peu rentable. Les forestiers et les conservateurs s'inquiètent de l'empiétement des agriculteurs itinérants sur les ressources forestières, du gaspillage du bois et de combustible, des conséquences pour la faune et des risques d'érosion qui en résultent (10).

Le problème intéresse à juste titre le Zaïre, dont l'agriculture est dans son ensemble une agriculture itinérante pratiquée sous une infinité de formes différentes (19).

Ce système de culture présente la particularité de ne disposer que du seul moyen naturel de reconstitution de la fertilité du sol, soit la jachère.

Laisser un terrain en jachère suppose qu'il faut cultiver sur un autre. Ce déplacement continu de sites de cultures amène à une déforestation d'autant plus intense que la population s'accroît. Si les forêts vierges s'épuisent ou deviennent inaccessibles, les agriculteurs se voient obligés de revenir plus fréquemment sur leurs jachères souvent alors insuffisamment régénérées. Ceci provoque d'une part des bouleversements dans l'évolution de la flore et de la faune, et d'autre part, une dégradation rapide du sol. Notons qu'en aucun cas la jachère naturelle de reconstitution ne peut accroître le potentiel de

productivité d'un sol, car elle n'apporte rien qui n'y préexiste déjà (2).

Les problèmes liés à l'agriculture itinérante ne se posent cependant pas avec la même acuité dans toutes les régions concernées. L'analyse des cas spécifiques pourrait révéler des différences sensibles d'une région à une autre (18). Avant d'apporter des solutions qui s'imposent, il importe de procéder à une évaluation quantitative des défrichements afin d'avoir une idée globale sur la déperdition des ressources forestières.

C'est le but que nous nous proposons d'atteindre dans la présente étude dont est libellée la projection de la superficie totale des forêts qui sera entamée en émettant trois hypothèses quant à la durée de la jachère. La durée actuelle de la jachère a été précisée comme quatrième scénario.

## 2. Cadre géographique

Ngombe-Doko est la Collectivité sœur des Collectivités Mongala-Motima et Ngombe-Mombangi. Elles forment ensemble, en plus de la Cité de Lisala, la zone rurale de Lisala. Celle-ci est comprise entre 2° à 3° de latitude Nord et 20° à 22° de longitude Est (figure n° 1). L'altitude varie de 200 à 463 m (3). Elle fait donc partie intégrante de la cuvette centrale zaïroise qui est considérée comme limitée par la courbe de niveau de 500 mètres, et par les coordonnées géographiques de 15 à 25° de longitude Est et de 0 à 5° de latitude de part de d'autre de l'équateur (20).

La Collectivité couvre une superficie de 6.344 km<sup>2</sup>, représentant plus du tiers de la Zone de Lisala, soit 18.417 km<sup>2</sup> (7). Renfermée toute entière dans la cuvette centrale, la Collectivité Ngombe-Doko bénéficie d'un climat de transition

\* Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques de Mondongo, B.P. 60 Lisala, Zaïre.

Reçu le 03.10.89 et accepté pour publication le 16.10.90

équato-tropical ou subéquatorial du type  $A_m$  de Köppen (20), caractérisé par un régime pluvial toute l'année avec deux saisons distinctes: une grande saison de pluie allant de mi-juillet à mi-décembre et une petite de mi-mars à mi-juin, tandis qu'une grande saison sèche commence à mi-décembre pour se terminer à mi-mars, la petite saison sèche va de mi-juin à mi-juillet.

Les précipitations atmosphériques varient de 1.800 à 2.000 mm et la température moyenne oscille entre 20°C et 30°C (4).

Les saisons culturales A et B correspondent respectivement à la petite et à la grande saison de pluie.

### 3. Méthodes

#### 3.1. Spécification et quantification des variables

Pour évaluer l'impact de l'agriculture itinérante sur les ressources forestières, les informations suivantes sont nécessaires (19): la superficie de la forêt défrichée, la dimension du ménage agricole, la population totale de la Collectivité et son taux de croissance.

#### 3.2. Construction du modèle d'analyse

Nous nous sommes servis du modèle statistique décrit par Tshibaka (19). Pour circonscrire les limites de validité de ce modèle, certaines données ont été considérées stables: la population, les techniques culturales et l'unité statistique. L'accroissement annuel de la population rurale zairoise était estimé à 1,52% entre 1975 et 1980 et à 1,54% entre 1980 et 1985 (9). Pour la Collectivité Ngombe-Doko en particulier, il était de 1,01% en 1985 et de 1,08% en 1986 (7).

Ces données prouvent à suffisance que la population de ladite Collectivité ne connaîtra pas de bouleversements importants d'ici 10 à 30 ans. En outre, les techniques culturales et les technologies utilisées actuellement dans l'agriculture paysanne zairoise resteront les mêmes.

L'unité statistique de base de notre étude est le ménage agricole, lequel représente fréquemment l'unité de production et de consommation (5).

Soient les variables suivantes.

$P_o$  = population totale au temps  $t = 0$

$P_e$  = population échantillonnée au temps  $t = 0$

$f_e = P_e/P_o$  = population enquêtée exprimée comme fraction de la population totale.

$P_n = P_o (1 + r)^n$  = population au temps  $t = n$ ,  $r$  étant le taux de croissance démographique et  $n$  le nombre d'années.

$M_e$  = nombre de ménages enquêtés au temps  $t = 0$ .

$M_T = M_e/f_e = M_e P_o/P_e$  = nombre de ménages estimés pour l'ensemble de la population au temps  $t = 0$ .

$S_m$  = superficie moyenne défrichée par ménage enquêté au temps  $t = 0$ .

La superficie totale de forêts défrichées ( $S_T$ ) peut être estimée par l'expression suivante:

$$S_T = S_m \cdot M_T = S_m \cdot M_e / f_e = S_m \cdot M_e \cdot P_o / P_e$$

Si au temps  $t = 0$  une population agricole  $P_o$  a défriché  $S_T$ , donc au temps  $t = n$  une population  $P_n = P_o (1 + r)^n$  défrichera une superficie

$$S_n = S_T (1 + r)^n$$

La superficie totale ( $A$ ) défrichée durant un nombre  $n$  d'années agricoles est donnée par l'expression suivante:

$$A_n = \sum_{t=0}^{n-1} S_T (1 + r)^t, \quad t \text{ étant le nombre d'années agricoles.}$$

Si nous admettons que les paysans reviennent sur leurs jachères après  $n$  années agricoles, alors la superficie totale de forêts à détruire pendant une période de temps égale à  $2n$  sera:

$$A_{2n} = A_n + D$$

$D$  = superficie supplémentaire de forêts à abattre pendant la période de temps allant de  $n + 1$  à  $2n$ , suite à l'accroissement démographique pendant cette période.

$$D = \sum_{k=n+1}^{2n} S_T (1 + r)^k - \sum_{t=0}^{n-1} S_T (1 + r)^t$$

En remplaçant  $A_n$  et  $D$  par leurs valeurs,  $A_{2n}$  devient:

$$A_{2n} = \sum_{t=0}^n S_T (1 + r)^t + \sum_{k=n+1}^{2n} S_T (1 + r)^k -$$

$$\sum_{t=0}^{n-1} S_T (1 + r)^t = S_T \left[ \sum_{t=0}^n (1 + r)^t - \sum_{t=0}^{n-1} (1 + r)^t \right]$$

$$+ \sum_{k=n+1}^{2n} S_T (1 + r)^k = S_T (1 + r)^n + \sum_{k=n+1}^{2n} S_T (1 + r)^k$$

$$\text{D'où } A_{2n} = \sum_{k=n}^{2n} S_T (1 + r)^k$$

Il faut cependant remarquer que dans la Collectivité Ngombe-Doko, comme partout ailleurs dans la Sous-Région de la Mongala, chaque paysan ouvre annuellement un nouveau champ dans lequel les cultures de courte période de végétation (riz, maïs, arachide...) sont associées avec le manioc ou le bananier, d'où nos calculs faits sur base d'un assolement typiquement annuel.

#### 3.3. Source des données

Les données utilisées dans cette étude proviennent d'une enquête menée dans la Collectivité Ngombe-Doko au cours de l'année agricole 1987/88.

La technique de collecte était le questionnaire auquel nous avons associé l'observation. La méthode d'échantillonnage par groupe impliquant un sondage aléatoire à deux degrés a été employée. Sur 135 ménages enregistrés au départ, 100 seulement ont été retenus pour avoir fourni toutes les informations nécessaires aux fins de la présente étude. Néanmoins, l'échantillon de 100 ménages reste large et en conséquence les données récoltées présentent un certain degré de crédibilité (11).

### 4. Résultats et discussion

La population échantillonnée pour les 100 ménages

s'élevait à 633 personnes dont 47,55% d'hommes et 52,45% des femmes. Elle représente 1,02% de la population totale et est de ce fait représentative (11).

Les données récoltées au cours de l'enquête ont montré un taux de croissance démographique de 1,00%.

L'étendue moyenne défrichée par ménage enquêté s'est chiffrée à  $82,861 \pm 35,75$  ares, avec un coefficient de variation de 43,14%. La superficie totale emblavée a été estimée à 8.134,51 hectares, soit 1,28% de l'étendue de la Collectivité.

Si nos hypothèses de base (voir point 3.2.) restent valables, la superficie forestière qui sera défrichée d'ici 5 ans sera de 41.494 hectares, soit 6,54% de l'étendue de la Collectivité.

En admettant que les paysans reviennent sur leurs jachères après 5 années agricoles, il faudra une période de temps égale à 10 ans pour que toutes les jachères, une à une soient régénérées. Ainsi la superficie totale de forêts détruites pendant 10 ans sera de 52.594,487 hectares, soit 8,29% de l'étendue de la Collectivité. Par contre, si les paysans reviennent sur leurs jachères après 10 ans, la superficie qui sera défrichée pendant 20 ans sera de 103.929,753 hectares, soit 16,38% de la superficie de la Collectivité.

Pour les jachères de 15 ans, ils auront défriché dans 30 ans 162.975,721 hectares, soit 25,68% de l'étendue de la Collectivité. La durée actuelle de la jachère étant de 7 ans, 72.258 hectares de forêts auront été emblavés en 14 ans, soit 11,39% de la Collectivité.

A ce rythme, il faudra une période de temps variant de 58 à 123 ans pour qu'une superficie équivalente à celle de la Collectivité Ngombe-Doko soit complètement défrichée. En ce moment, la densité de la population s'élèverait à 34 habitants par kilomètre carré.

Il faut noter que nos estimations indiquent la vitesse minimale de consommation de la forêt, étant donné que certains paysans coupent de nouveaux champs en saison culturale B, et que nombre de pêcheurs et de tireurs de vin de raphia s'occupent de plus en plus du travail de la terre.

Cette vitesse peut être amenuisée si l'assolement devient biennal ou triennal. Ainsi, le nombre d'hectares défrichés après 5 ans pourrait être de 25.312,27 ou de 16.930,5, soit respectivement 3,98 et 2,66% de l'étendue de cette entité administrative.

Les conséquences de cet état de choses sur l'environnement sont nombreuses. On note en particulier le gaspillage des ressources floristiques, l'élimination des essences-hôtes des chenilles, d'où la carence en cette denrée de haute valeur protéique. Parmi les essences raréfiées figurent celles ayant une valeur médicinale et sylvicole. Le déséquilibre de

l'écosystème (8,18) se traduit aussi par l'éloignement, la raréfaction ou la disparition de certaines espèces de la faune sauvage (singes, antilopes, éléphants, zèbres, chimpanzés, ...).

Cette pratique contribue à coup sûr à la dégradation des sols (14,17), à leur acidification défavorable pour la plupart des cultures vivrières exigeant un pH voisin de la neutralité (15).

Pour la pluviométrie, la forêt augmente l'évapotranspiration et ainsi la condensation en nuages pouvant se résoudre en pluie. La déforestation non contrôlée est responsable de la chute du régime pluviométrique dans la région (21). Le climat de transition  $A_m$  a évolué vers  $A_w$ , avec respectivement de 1982 à 1987 les climats de types  $A_{w_2}$ ,  $A_{w_3}$ ,  $A_{w_4}$ ,  $A_{w_2}$ ,  $A_{w_4}$  et  $A_m$  (6).

Ce rythme capricieux de précipitation laisse les paysans dans l'incertitude quant au choix de date de semis. En outre, on note le déplacement de la petite saison sèche qui se déclare actuellement au courant du mois de mai au lieu de juin-juillet comme d'habitude (20). Ce raccourcissement de la saison culturale A entraîne de nombreux échecs pour la plupart des cultures vivrières telles le riz, l'arachide et le maïs.

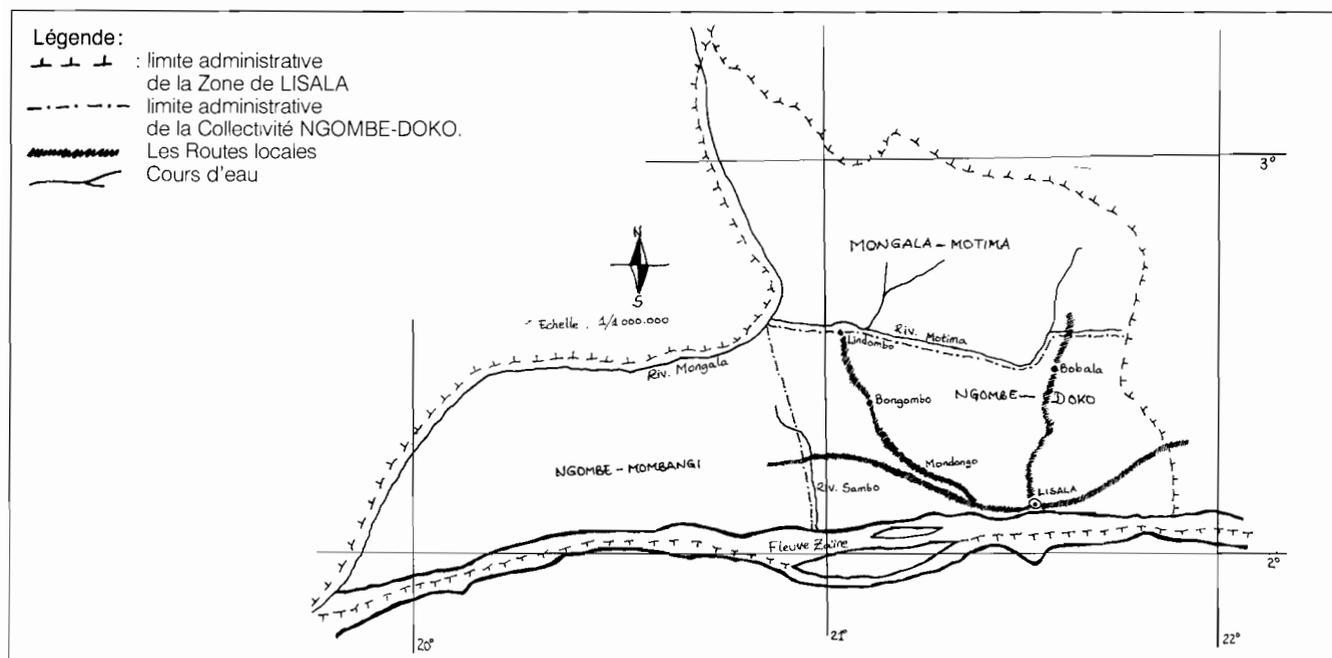
## 5. Conclusion et recommandations

L'évaluation de la superficie des forêts abattues aux fins agricoles de la Collectivité Ngombe-Doko a révélé qu'en 1987/88, 8.134,51 hectares, soit 1,28% de l'étendue ont été défrichés.

Si toutes les conditions restent les mêmes, environ 41.494 hectares de forêts seront défrichés d'ici 1993, soit 6,54% de la superficie de cette entité administrative.

En admettant que les paysans reviennent sur leurs jachères après cinq, dix ou quinze ans, la superficie totale de forêts qui seront détruites sera respectivement de l'ordre de 8,29%, 16,38% et 25,68% de la superficie de la Collectivité. A ce rythme, il faudra une période de temps variant de 58 à 123 ans pour qu'une superficie de 634.400 hectares équivalente à celle de la Collectivité soit défrichée. Ce temps traduit la disponibilité en ressources forestières, temps relativement court au regard de l'importance de la population.

Cette agriculture, bien qu'entièrement intégrée dans la logique même du paysan, présente des conséquences néfastes sur l'environnement et l'économie. Un des objectifs prioritaires à atteindre à moyen terme serait d'aider les paysans à exploiter leurs champs le plus longtemps possible (assolement biennal ou triennal). Cet objectif pourrait être atteint par l'utilisation rationnelle et généralisée des technologies modernes (engrais, variétés, pesticides, ...) et par des défrichements planifiés et contrôlés.



## Références bibliographiques

- Adedipe N.O., 1986. La culture itinérante et l'environnement. L'avenir de la culture itinérante en Afrique et les tâches des universités, F.A.O., Rome, 48.
- Angladette A., Deschamps L., 1974. Problèmes et perspectives de l'agriculture dans les pays tropicaux, G.P. Maisonneuve et Larose, Paris, 154-194.
- Anonyme, 1975. Archives du service de l'agriculture. Zone de Lisala, inédit, 1-5.
- Anonyme, 1979. Archives du service de l'agriculture. Zone de Lisala inédit, 1-3.
- Anonyme, 1980. Memento de l'agronome, 3<sup>e</sup> éd., Ministère de la Coopération française, Paris, 1404-1406.
- Anonyme, 1982-1987. Archives de la station climatologique de l'I.S.E.A.-Mondongo, inédit.
- Anonyme, 1987. Service de l'état-civil. Rapport administratif du territoire Collectivité Ngombe-Doko, Zone de Lisala, inédit, 1-5.
- Bombembu I., 1986. Cours d'écologie générale, I.S.E.A.-Mondongo, inédit.
- Boute J., De Saint Moulin, 1987. Perspectives démographiques régionales 1975-1985, Département du Plan, Kinshasa.
- Bunting A.H., 1986. Séminaire international sur l'agriculture itinérante. L'avenir de la culture itinérante en Afrique et les tâches des universités, F.A.O., Rome, 1-2.
- Dagnelie P., 1973. Théorie et Méthodes statistiques: Applications agronomiques, éd. P.A.G., Gembloux, 1 277-298.
- Enabor E., 1986. L'agrosylviculture comme solution aux problèmes des systèmes agronomiques de culture itinérante. L'avenir de la culture itinérante en Afrique et les tâches des universités, F.A.O., Rome, 174.
- Kabeya M., 1980. Monographie agricole de la Zone de Lisala. Travail de fin d'études I.S.E.A.-Mondongo, 35-40.
- Mambani B., 1983. Techniques de conservation et amélioration des sols. Cours inédit. I.F.A.-Yangambi.
- Mombembe T., 1983. Influence du défrichement par incinération sur l'acidité du sol et la disponibilité du phosphore I.F.A.-Yangambi, 20-27.
- Okigbo B.N., 1986. La culture itinérante en Afrique: définition et description. L'avenir de la culture itinérante en Afrique et les tâches des universités, F.A.O., Rome, 24-26.
- Okigbo B.N., 1986. Problèmes et perspectives de la culture itinérante. L'avenir de la culture itinérante en Afrique et les tâches des universités, F.A.O., Rome, 73-78.
- Shukla U.C., Agrawal R.P., 1986. Effet de la culture itinérante sur les propriétés physico-chimiques des sols en Afrique tropicale. L'avenir de la culture itinérante en Afrique et les tâches des universités, F.A.O., Rome, 83-85.
- Tshibaka T.B., 1983. Impact de l'agriculture itinérante sur les ressources forestières, le cas de la Collectivité rurale Turumbu, Zaïre. Annales de l'Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi, P.U.Z., Kinshasa, VI (1 et 2), 50-59.
- Vandenput R., 1981. Les principales cultures en Afrique centrale, R.V. Editeurs, Bruxelles, 229-252.
- Yombe E., 1986. Impératifs du développement et de la modernisation de l'agriculture paysanne, cas des cultures vivrières dans la localité de Mondongo T.E.E. ISEA-Mondongo, 2-5.

## NOTES TECHNIQUES

## TECHNISCHE NOTA'S

## TECHNICAL NOTES

## NOTAS TÉCNICAS

232

## Facteurs techniques liés à l'abandon de la pisciculture dans les provinces de l'Ouest et du Nord-Ouest au Cameroun.

A. Nji\* &amp; Daouda\*\*

Keywords: Innovation — Inland fish culture — Rejection — Adoption-diffusion — Discontinuance — Fish pond — Cameroon.

### Résumé

La théorie de la diffusion stipule qu'une fois acceptée par un adopteur une innovation sera utilisée de façon continue. Cependant, les résultats obtenus à propos des activités piscicoles dans les provinces de l'Ouest et du Nord-Ouest du Cameroun tendent à remettre en cause l'universalité de cette assertion.

L'enquête dans ces provinces a montré qu'une innovation initialement adoptée par les pisciculteurs était abandonnée pour les raisons suivantes: activité peu profitable, non entretien des étangs, manque de temps pour s'occuper des poissons, non accès aux services de vulgarisation piscicole.

Les implications de ces résultats sur la théorie de la diffusion et le développement de la pisciculture au Cameroun sont discutées.

### Summary

A basic assumption of «adoption diffusion theory» is that once an adaptor accepts a new idea, he/she will continue to use the innovation on a continuous basis. However, results obtained from data on inland fish culture in the North-West and Western Provinces of Cameroon cast doubts on the universal tenability of this assumption.

From the study, it was observed that inland fish culture, an innovation, was abandoned after initial adoption by farmers. Several reasons were given by farmers for discontinuance: unprofitability of the activity, ignorance of pond maintenance techniques, lack of time to care for the fish, and inadequate access to reliable extension services.

The paper then discusses the implications of these findings for adoption diffusion theory and for the development of fisheries in Cameroon.

### Introduction

Les provinces de l'Ouest et du Nord-Ouest du Cameroun se situent dans l'aire géographique appelée «Hauts Plateaux de l'Ouest». Cette région est caractérisée par son relief très accidenté et surtout par sa très haute densité de population, de plus de 70 habitants au km<sup>2</sup> (3). Ces deux facteurs font de cette région une zone d'agriculture quasi intensive plutôt qu'une zone de grand élevage, d'où résulte pour la population une grande compétition pour l'approvisionnement en protéines, notamment d'origine bovine.

Face à ce problème, la recherche d'une solution alternative s'imposait pour obtenir des protéines nobles à un coût abordable pour toute la population. Cette solution alternative a été perçue comme pouvant être la pisciculture à petite échelle, c'est-à-dire au niveau familial. Ainsi, dans cet ordre d'idée l'Agence Américaine pour le Développement International (USAID) a instauré le projet de production du petit pisciculteur qui englobe en plus des provinces de l'Ouest et du Nord-Ouest, d'autres provinces du Cameroun.

Le but de ce projet est d'augmenter la production de poissons, en fournissant des alevins aux pisciculteurs et en amé-

liorant l'entretien des étangs de production à travers le système de vulgarisation (8).

### Historique de l'étude

Dans le but de chercher une explication scientifique à l'adoption de la pisciculture à petite échelle en eau douce au Cameroun, une étude a été menée dans la région concernée qui vise à atteindre les objectifs suivants:

- 1) Faire ressortir les facteurs socio-économiques et culturels conduisant à l'abandon de la pisciculture,
- 2) Discuter des conséquences de cet abandon tant du point de vue individuel que social;
- 3) Proposer des solutions pouvant limiter l'abandon de la pisciculture et d'autres innovations en général.

### Méthodologie

Les données de cette étude ont été obtenues grâce à un questionnaire soumis aux pisciculteurs des départements de la Menoua (Province de l'Ouest), Mezam et Mono (Province du Nord-Ouest) dont les réponses ont été collectées entre juillet 1983 et mai 1984.

\* Centre Universitaire de Dschang, B.P. 110, Dschang, Cameroun.

\*\* Ministère d'Elevage et Industries Animales, Yaoundé, Cameroun.

Reçu le 10.10.89 et accepté pour publication le 14.07.90

Selon la littérature une innovation peut être rejetée par l'individu à n'importe quel phase du processus de son adoption. Mais une autre forme de rejet d'innovation est celle qui advient après son adoption. C'est l'abandon motivé. Cet abandon peut être soit définitif, soit provisoire par l'effet de l'innovation sur l'individu et l'interaction de ce dernier avec son environnement social. Dans le cadre de cette étude, nous estimons que les contacts personnels jouent un rôle très important dans le système de communication entre paysans et influencent d'autres aspects de leur environnement social.

En effet, le type de communication de voisin à voisin était d'une importance plus grande dans la diffusion d'innovation en champ que toute autre forme de communication, dans une étude des villageois indiens (6). Mais en plus des problèmes inhérents à l'innovation elle-même, il existe également des problèmes d'environnement et des problèmes techniques.

En Thaïlande (2), une des raisons de l'échec de la pisciculture est due au fait que beaucoup d'agriculteurs en ignoraient les conditions techniques favorables. La préparation de l'étang étant probablement la seule étape importante dans un bon élevage de poisson; Gregory (2) ajoute qu'une mauvaise association de différentes espèces de poissons dans les étangs produit de mauvais résultats.

D'autres chercheurs attribuent l'échec des projets piscicoles à une mauvaise conception de ces projets (1,4). Malheureusement, comme dans beaucoup d'autres secteurs de développement, l'approche classique de l'identification de projet et de planification a été souvent basée beaucoup plus sur les aspects biologiques, biotechniques, physiques et économiques que socio-culturels.

## Résultats et discussion

Sur les 189 questionnaires placés, 131 ont été correctement remplis et retournés pour un total de 131 pisciculteurs répartis de la manière suivante: Province de l'Ouest: 62 soit 47% et Nord-Ouest: 69 soit 53%. Ces 131 questionnaires constituent 69,3% du total.

### Caractéristiques socio-économiques de la population étudiée

Nous ne retiendrons ici que les caractéristiques qui nous semblent avoir des incidences directes sur notre étude.

#### — Age de l'échantillon.

L'âge est un facteur très important en ce qui concerne l'abandon des innovations. Dans l'Ouest par exemple, 13,33% des pisciculteurs ayant abandonné la pisciculture affirment l'avoir fait à cause de leur vieillesse ou de leur fatigue et pour la même raison 8% affirment qu'ils n'entretiennent pas leur étang.

Le tableau 1 montre que respectivement pour les provinces de l'Ouest et du Nord-Ouest, 53 et 46% des pisciculteurs sont âgés de plus de 50 ans. Ceci signifie que la population active des pisciculteurs est vieille. Quant à la population des jeunes pisciculteurs (21 à 35 ans), elle constitue 9 et 13% dans les deux provinces respectives alors que la population des pisciculteurs âgés de 36 à 50 ans en représente 35 et 34%.

TABLEAU 1

Distribution par groupe d'âge et par département des pisciculteurs (1984) N = 131

Age en années	Ouest		Nord-Ouest		Ensemble	
	N	%	N	%	N	%
21-25	—	—	1	2	1	1
26-30	1	2	3	4	4	3
31-35	4	7	5	7	9	7
36-40	10	16	9	13	19	15
41-45	9	9	6	8	15	11
45-50	3	5	8	12	11	5
>50	33	53	32	46	65	50
non précisé	2	3	5	7	7	5
Total	62	100	69	100	131	100

Ouest: Province de l'Ouest (Menoua)

Nord-Ouest: Province du Nord-Ouest (Mono et Mezam)

#### — Niveau d'éducation des pisciculteurs.

Le tableau 2 donne le niveau de formation des pisciculteurs par département.

TABLEAU 2

Nombre d'années de formation des pisciculteurs, par département

Durée de formation en années	Ouest		Nord-Ouest		Ensemble	
	N	%	N	%	N	%
0	29	47	44	64	73	56
1-4	13	21	—	—	13	10
5-7	7	11	—	—	7	5
8-10	9	15	22	32	31	23
11-14	2	3	—	—	2	2
> 14	—	—	3	4	3	2
non précisé	2	3	—	—	2	2
Total	62	100	69	100	131	100

#### — Source d'information et type de communication.

La source d'information peut influencer le processus d'adoption. Ainsi donc, la source d'information et le type de communication sont deux facteurs très importants dans cette étude.

Nos analyses démontrent que les amis et voisins des pisciculteurs ainsi que les agents de vulgarisation agricole (moniteurs piscicoles) sont les plus importantes sources d'information concernant la pisciculture. Les pisciculteurs ayant pour seule source d'information les amis et voisins forment 19 et 55% respectivement pour les provinces de l'Ouest et du Nord-Ouest.

Quant aux volontaires américains du Corps de la paix leur présence n'est perçue que dans l'Ouest (Menoua). Cependant ils sont présents pendant la période de l'étude dans les autres départements, particulièrement dans les stations piscicoles.

Il ressort de cette analyse que la communication par contact personnel est le moyen le plus utilisé par les pisciculteurs. Les Mass Media (radio, presse, télévision) sembleraient donc ne pas jouer de rôle important dans la promotion de la pisciculture. Cela signifie que les relations interpersonnelles jouent un très grand rôle dans la dissémination des connaissances agricoles en milieu paysan particulièrement dans le cas de la pisciculture.

Dans la Menoua, le pourcentage de pisciculteurs ayant

TABLEAU 3

Taux d'abandon de la pisciculture par province (1984) N = 131

	Ouest		Nord-Ouest		Ensemble	
	N	%	N	%	N	%
Abandonné	15	24	8	12	23	18
En service	44	71	56	81	100	76
Non précisé	3	5	5	7	8	6
Total	62	100	69	100	131	100

TABLEAU 4

Pisciculteurs entretenant régulièrement leur étang par province (1984) N = 131

Entretien de l'étang	Ouest		Nord-Ouest		Ensemble	
	N	%	N	%	N	%
+	45	72,5	62	90	107	82
-	14	22,5	4	6	18	14
non précisé	3	5	3	4	6	4
Total	62	100	69	100	131	100

recours aux moniteurs piscicoles est le plus élevé (52%) et le plus faible de ceux qui s'informent auprès des voisins (19%).

#### — Population ayant abandonné la pisciculture.

L'analyse de la population ayant abandonné la pisciculture permet de connaître le pourcentage de rejet de l'innovation par province.

Le tableau 3 montre que pour les provinces de l'Ouest et du Nord-Ouest, les pourcentages des pisciculteurs ayant abandonné la pratique s'élèvent à 24 et 12% respectivement.

Avant de chercher les causes d'abandon de la pisciculture par certains pisciculteurs, nous allons d'abord analyser le comportement des pisciculteurs vis-à-vis d'un des facteurs-clés d'un bon élevage de poissons, à savoir l'entretien de l'étang, c'est-à-dire le nettoyage régulier de l'intérieur et de l'extérieur de celui-ci :

- en enlevant la végétation indésirable de l'étang
- en taillant la végétation herbacée sur les digues
- en débouchant les canaux et autres structures d'évacuation de l'eau dans l'étang
- en enlevant l'excédent de vase qui tend à remplir l'étang (de préférence après les vidanges). Les résultats de cette analyse sont présentés au tableau 4.

Le tableau 4 montre que les pourcentages des pisciculteurs n'entretenant pas leur étang sont de 22,5 et 6% respectivement pour les provinces de l'Ouest et du Nord-Ouest. Ces pourcentages sont légèrement inférieurs aux pourcentages des pisciculteurs ayant abandonné leurs étangs. Cela signifie que parmi les pisciculteurs ayant abandonné la pisciculture la plupart entretenaient normalement leurs étangs avant l'abandon.

Le tableau 5 montre que pour les provinces de l'Ouest et du Nord-Ouest, les pourcentages des pisciculteurs qui entretenaient leurs étangs avant l'abandon sont de 35 et 23% respectivement. Ces pourcentages montrent donc que l'entretien de l'étang ne constituerait pas une raison principale d'abandon.

TABLEAU 5

Pisciculteurs qui entretenaient leur étang et ayant abandonné N = 33

Entretien de l'étang	Ouest		Nord-Ouest		Ensemble	
	N	%	N	%	N	%
+	7	35	3	23	10	30,3
-	7	35	3	23	10	30,3
non précisé	6	30	7	54	13	39,4
Total	20	100	13	100	33	100

TABLEAU 6

Causes d'abandon de la pisciculture par province (1984) N = 33

Cause d'abandon	Ouest		Nord-Ouest		Ensemble	
	N	%	N	%	N	%
Technique	9	45	7	54	16	48
Economique	4	20	—	—	4	12
Financière	—	—	1	8	1	3
non précisée	7	35	5	38	12	37
Total	20	100	13	100	33	100

Toutefois, beaucoup de pisciculteurs ont avancé comme raison de leur abandon, les mauvais résultats obtenus, malgré l'entretien de l'étang pour certains d'entre eux, d'où il ressort qu'ils entretenaient mal ces étangs ou que des aspects techniques de la pisciculture, n'étaient pas encore maîtrisés. Cependant, le tableau 6 fournit les principales raisons d'abandon évoquées par les pisciculteurs eux-mêmes.

Nous avons regroupé sous la rubrique «raisons techniques» les réponses suivantes : - manque d'alevins - pas d'agent de vulgarisation - manque d'eau dans l'étang - mauvaise construction de l'étang - espèce de poisson inintéressante - fatigue, vieillesse et état de santé du pisciculteur.

Les raisons économiques et financières sont celles selon lesquelles les pisciculteurs affirment que : - il n'y a pas de bénéfice - l'étang ne produit pas mieux - manque d'argent pour l'achat des alevins.

Le tableau 6 montre que les pourcentages de pisciculteurs ayant abandonné leur activité pour des raisons techniques s'élèvent à 45 et 54% respectivement pour les deux provinces. Les cas d'abandon pour des raisons économiques sont observés dans la province de l'Ouest avec 20% des abandons. Le cas d'abandon pour raisons financières se trouve dans la Mezam où 8% des pisciculteurs ont abandonné par manque d'argent. Dans le Mono, seules des raisons techniques sont cause d'abandon.

Les pourcentages d'abandon pour raisons techniques montrent que celles-ci sont les causes principales d'abandon dans les trois départements. Cependant, les raisons économiques bien qu'énoncées seulement dans la Menoua, ne sont pas à négliger.

#### Espoir des pisciculteurs-paysans

En effet, beaucoup des pisciculteurs parmi ceux qui n'ont pas abandonné, continuent à pratiquer dans l'espoir de voir leur production augmenter. Les pourcentages de ces pisciculteurs sont de 16% dans la Menoua et 15% dans la Mono. Cela signifie que si dans l'avenir leur production ne s'améliore pas, ces pisciculteurs risquent d'abandonner l'innova-

tion. Ils continuent à pratiquer leur métier dans l'espoir que les choses vont changer. Il serait donc illogique de considérer les paysans réticents et résistants au changement. Au contraire, il serait souhaitable que toute action qui vise à aider les paysans tienne compte de cet aspect d'espoir et de leur disponibilité. Car c'est certainement grâce à cette foi que le paysan a envers l'Etat, les institutions et surtout en lui-même que les projets de développement rural au Cameroun pourront continuer à jouir de l'appui des populations rurales.

## Conclusions

L'analyse des données du questionnaire conduit aux conclusions suivantes :

- Les raisons techniques sont principalement cause de l'abandon de la pisciculture après son adoption ;
- Les causes d'abandon de la pisciculture sont par ordre d'importance décroissante : les raisons techniques 45% pour Menoua et 54% pour Meza ; les raisons économiques 20% pour Menoua et financières, 8% pour Meza.

Le taux d'abandon de la pisciculture est élevé dans la mesure où la majorité des pisciculteurs sont âgés.

La source d'information et le type de communication utilisés par les paysans pourraient favoriser la «discontinuation» ou l'abandon puisque les amis et voisins constituent les plus importantes sources d'information concernant la pisciculture.

## Références bibliographiques

1. Ben-Yami, M., 1986. «Aquaculture: The importance of Knowing its limitations». CERES No 112. 19:4: Food and Agriculture Organization.
2. Gregory, Richard, 1985. «Rural Fisheries in Thailand». *Appropriate Technology* 12 (3): 17-19. London: Intermediate Technology Publications.
3. Ministère du Plan et Aménagement du Territoire, 1986. Sixième Plan de Développement Economique, Social et Culturel (1986-1991). Yaoundé, Cameroun.
4. Nji Ajaga, 1981. *The Revitalization of Rural Communities Through Integrated Rural Development*. Buea, Cameroon: National Printing Press Annex. 131 + ix pages.
5. Nji Ajaga, 1986. *Social, Cultural and Economic Determinants of Fish Pond Culture in Menoua, Mezam and Momo Divisions of Cameroon*. Dschang, Cameroon: Dschang University Centre, Department of Rural Education.
6. Rahudkar, W.B., 1958. «Impact of Fertilizer Extension Programmes on the minds of the Farmers and their reactions to different Extension Methods». *Indian Journal of Agronomy* (3): 119-136-RS.
7. Rogers, Everett M., 1962. *Diffusion of Innovations*. Glencoe, New York: Free Press.
8. United States Embassy, 1981. *U.S. Services and Programmes in Cameroon*. Yaoundé, Cameroon: Embassy of the United States of America in the United Republic of Cameroon.
9. Ministère de l'Economie et du Plan, 1981. *L'essentiel sur le Ve Plan Quinquennal de Développement Economique, Social et Culturel*. Yaoundé, Cameroun.

A. Nji, Camerounais, chargé de cours au Centre Universitaire de Dschang, Cameroun.

Daouda: Camerounais, Ingénieur de Travaux Agricoles au Ministère de l'Elevage et des Industries Animales, Yaoundé, Cameroun.

232

# Note sur la détermination de l'âge par le remplacement des incisives chez les bovins Borgou dans le Nord-Est Bénin

Chantal Symoens\* et G. Hounsou-Vé\*\*

Keywords: Age — Benin — Borgou — Breed — Cattle — Teeth — Trypanotolerant.

## Résumé

Une étude de la dentition des bovins Borgou en élevage traditionnel a permis de déterminer les âges au remplacement des incisives de 25,5 - 32,8 - 39,4 et 47,7 mois pour les pinces, premières et deuxièmes mitoyennes et coins respectivement. Les âges moyens aux stades 2, 4 et 6 incisives adultes étaient de 29,2 - 36,1 et 43,6 mois. Les Borgou semblent, comme d'autres méteils de taurins et zébus et comme les taurins africains, plus précoces que les zébus purs et que les bovins européens.

## Summary

A study of the Borgou cattle teething in traditional breeding showed that the temporary incisors are replaced at the ages of 25.5, 32.8, 39.4 and 47.7 months from the first to the fourth incisor respectively. The mean ages at stages 2, 4 and 6 adult incisors were 29.2, 36.1 and 43.6 months. Borgou cattle, like other humpless and zebu crossbred breeds and like other African humpless cattle, seems more precocious than pure zebu and European cattle.

## 1. Introduction

De nombreuses observations et mesures faites sur les troupeaux bovins ainsi que les paramètres de reproduction ou de croissance que l'on en tire sont liées à l'âge: âge à la première mise-bas, poids à différents âges-types, valeur bouchère et commerciale, ... Or, en élevage traditionnel, la date de naissance est rarement connue et son estimation doit se faire sur base soit de déclarations de l'éleveur, soit de caractéristiques physiques des animaux.

La première méthode se révèle d'une précision très variable selon la connaissance qu'a l'éleveur de son troupeau, la possibilité de lier la naissance du veau à un événement important de la vie du campement, de l'âge même de l'animal (plus les événements s'éloignent, plus les souvenirs s'estompent). L'expression de l'âge elle-même est source d'erreurs, car il correspond souvent pour le propriétaire au nombre de saisons de récolte que l'animal a connues: un animal de 26 mois pourrait donc avoir, selon l'éleveur, le même âge qu'un animal de 34 mois, tous deux ayant connu deux saisons de récolte, mais un an de plus qu'un animal de 22 mois, qui n'en a connu qu'une.

Parmi les caractéristiques physiques, les sillons qui se marquent sur les cornes lors d'une dégradation de l'alimentation ou d'une augmentation des besoins sont difficiles à interpréter en milieu tropical. L'évolution de la table dentaire semble donc le seul paramètre disponible pour apprécier l'âge des bovins. L'usure des incisives est cependant sujette à de nombreuses variations, selon la race, l'alimentation, le type de sol, ... De plus, c'est un phénomène progressif dont l'appréciation est beaucoup plus subjective que l'éruption des incisives adultes. Celle-ci, aisée à observer, est trop souvent rapprochée, en l'absence de données fiables pour les races locales, aux âges bien connus de remplacement des races européennes. Nous avons donc voulu déterminer les âges moyens au remplacement des incisives chez le bétail Borgou en élevage traditionnel.

## Le milieu et l'élevage

La présente étude s'est déroulée dans le Nord-Est de la province du Borgou au Bénin (figure 1). Cette région, d'altitude moyenne de 200 m, jouit d'un climat soudanien à deux

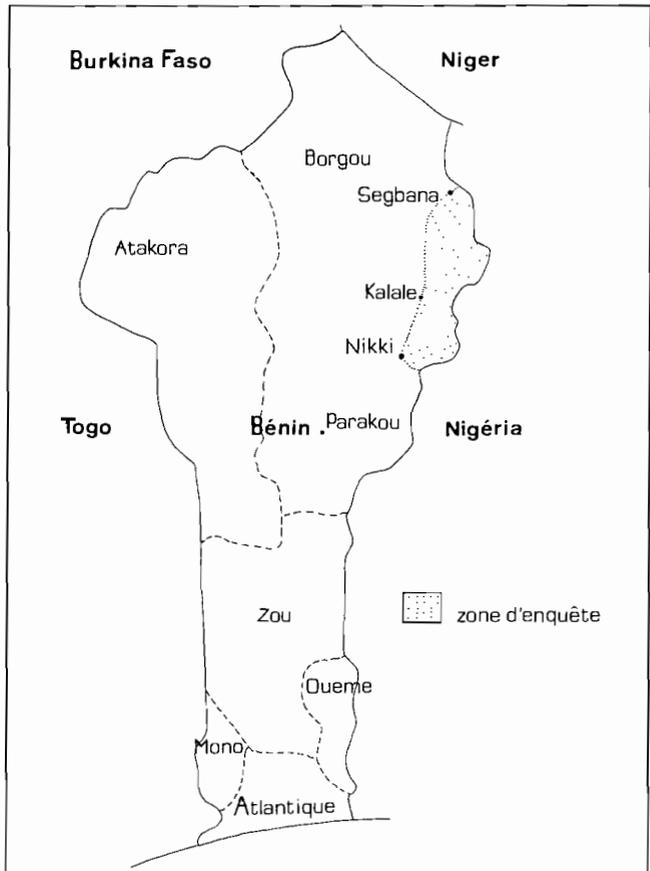


Figure 1 — Localisation de la zone d'enquête

\* 69 rue Saint-Quentin — B-1040 Bruxelles — Belgique.

\*\* Projet PNUD/FAO - MDRAC — B.P. 23 — Parakou — Rép. du Bénin

Reçu le 13 12 90 et accepté pour publication le 11 03 91

saisons marquées de 6 mois chacune. On n'y trouve aucun cours d'eau permanent. La pluviosité et la température moyenne annuelles sont respectivement de 1.000 - 1.200 mm et de 26°C. Les zones pastorales et agricoles sont étroitement imbriquées. L'élevage bovin est pratiqué par deux ethnies, Peuhl et Gando, qui sont également des agriculteurs. Le cheptel de la zone est de 170.000 têtes, réparti en petits troupeaux de 40 têtes en moyenne. Le pâturage est constitué par la savanne qui représente 80% du territoire. La complémentarité de saison sèche consiste en pâturage sur chaumes de maïs ou de sorgho et en pâturage aérien, principalement *Kaya senegalensis*. Les animaux s'abreuvent aux mares et puisards.

Il s'agit d'un élevage à trois fins : viande, lait et vente de taureaux pour la culture attelée. La race la plus abondante est la race Borgou, métis stabilisé de taurin et de zébu, réputée trypanotolérante, raison pour laquelle elle connaît un regain d'intérêt. Le suivi de troupeaux traditionnels dans la zone a permis d'en préciser quelques paramètres de production. C'est un bétail de format intermédiaire : la femelle, avec un poids moyen de 254 kg de poids vif, atteint l'U.B.T. (Unité de Bétail Tropical de 250 kg) et le veau à la naissance pèse 18 kg. La première mise-bas intervient vers 4 ans et le taux de fécondité annuelle (nombre de mises-bas en 1 an / nombre moyen de reproductrices) est de 65% (5). La production laitière annuelle mesurée est de 400 l/vache/an, dont un tiers est traité (OGODJA, cité dans 5).

Les éleveurs tendent à réintroduire du sang zébu dans cette race pour accroître le format des produits mâles dont la vente pour la culture attelée constitue un débouché intéressant. Les Borgou sont déjà moins trypanotolérants que les taurins purs d'Afrique de l'Ouest tels que N'dama, Lagune, ... Une enquête épidémiologique et entomologique réalisée en 1989 dans cette zone (CODJA, cité dans 5) a montré l'importance de la trypanosomiase dans la pathologie bovine. Les éleveurs l'identifient parfaitement comme entité pathologique et reconnaissent dans l'introduction de sang zébu un de ses facteurs adjuvants. Ils se disent conscients de la perte de trypanotolérance due à ce nouveau métissage et prévoient des croisements de retrempe avec des géniteurs Borgou.

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Animaux

Les données ont été recueillies sur 79 bovins, 40 de race Borgou et 39 métis Borgou x Zébu, appartenant à 8 troupeaux traditionnels répartis dans l'ensemble de la zone\*. Les animaux ont été identifiés par des boucles auriculaires en mars 1988, enregistrés ainsi que leurs liens de parenté et leur dentition examinée. Tous les événements (naissances, mortalités, ventes, achats, ...) ont été relevés lors de visites hebdomadaires. Les éleveurs retenus pour l'étude étaient ceux qui avaient la meilleure connaissance de leur troupeau. Etant également agriculteurs, ils disposaient de nombreux points de repère pour retenir les mois de naissance des veaux : saison, stade des différentes espèces cultivées, départ, milieu et fin de la transhumance, ... L'ensemble de ces événements leur permettaient de dater avec une pré-

sion d'un mois la naissance des veaux jusqu'à 18 mois environ auparavant. Pour l'éruption des pinces adultes, nous avons pris en considération les animaux nés en 1987, âgés de 15 mois maximum en début d'observation, mais pas les veaux nés en 1988, pour éviter de biaiser les données en ne considérant que les animaux les plus précoces qui auraient déjà deux dents adultes en mars 1990.

### 2.2. Observations

La dentition des animaux a été observée mensuellement, d'avril 1988 à mars 1990.

### 2.3. Méthodes de détermination de l'âge

La détermination de l'âge par l'observation de la dentition chez les ruminants repose sur le remplacement des incisives caduques chez les jeunes animaux et ensuite par l'usage des incisives adultes. Seul le remplacement des incisives de lait a été étudié ici. Il se fait par paires, pinces d'abord (stade Pi ou stade 2), puis premières mitoyennes (stade PM ou 4), deuxièmes mitoyennes ensuite (stade DM ou 6) et enfin coins (stade Co ou 8). Il existe généralement, entre l'apparition de la 1ère et de la 2ème dent d'une paire, un décalage assez court pour que l'on considère l'apparition de la 1ère dent d'une paire comme celle du stade correspondant.

De sa naissance à l'âge d'éruption des pinces (Ae2), l'animal n'a aucune dent adulte : c'est le stade 0, de durée d0. Entre l'apparition des pinces, c'est-à-dire du stade 2 dents adultes (Ae2) et celle des 1ères mitoyennes (Ae4), il s'écoule une période de durée d2, correspondant au stade 2. Il en va de même pour les stades 4, 6, 8. L'observation ponctuelle d'un animal ayant deux pinces adultes ne permettant pas de déterminer si elles viennent d'apparaître (âge proche de Ae2) ou si les 1ères mitoyennes vont bientôt être remplacées (âge proche de Ae4), on lui attribue un âge moyen au stade 2, As2, calculé selon la formule  $As2 = [Ae2 + Ae4] / 2 = Ae2 + d2/2$ .

L'âge à l'apparition d'un stade donné est calculé par addition des durées des stades précédents (par exemple, l'âge d'éruption des coins, Ae8 = d0 + d2 + d4 + d6), selon la méthode proposée par Poivey et coll (4).

Ceux-ci ont montré en effet qu'il existait une très bonne correspondance entre l'âge calculé par cette méthode et les âges à l'éruption relevés au cours d'observations étalées sur 5-6 ans. Chez un même animal, il n'y a pas de corrélation entre la durée des différents stades. On peut donc, sans perte de précision, raccourcir la période d'observation à 2-3 ans. Au cours de cette période, si l'on dispose d'animaux de tous âges et notamment d'animaux dont on connaît la date de naissance, on pourra mesurer, sur chaque animal, la durée d'un ou plusieurs stades, le stade le plus long étant le stade 0, délai pour voir apparaître les pinces adultes chez des animaux dont on a enregistré la naissance.

Les durées des stades ont été mesurées en jours et converties en mois.

\* Les métis sont généralement issus de croisements de Borgou avec des métis, à des degrés divers Borgou x Zébu et ont donc tout au plus 1/4 de sang zébu et généralement moins.

**TABLEAU 1**  
**Durée des stades dentaires chez le bétail Borgou**

Durée en	Stade	0	2	4	6
		N	37	26	14
Jours	Moyenne	—	219,7	198,2	249,8
	Ecart-type	—	47,1	55,2	83,6
Mois	Moyenne	25,5	7,3	6,6	8,3
	Ecart-type	2,56	1,57	1,84	2,79

**TABLEAU 2**  
**Age moyen à l'éruption des incisives (Ae) et aux différents stades dentaires (As) en mois**

Auteur	Bétail	Stade							
		2		4		6		8	
		Ae	As	Ae	As	Ae	As	Ae	As
A	I	25,5	29,2	32,8	36,1	39,4	43,6	47,7	
B	I	24-32		32-40		40-48		48-60	
C	II	26	29	32	35	39	42	46	
	III	26	29	33	35	39	41	45	
	IV	25	27	31	34	38	40	43	
	V	24,2	26,7	30,6	33,9	36,9	41,1	45,2	
E	VI	25		33		45		52	
		22,3-27,5		31-38,0		39-45,3		50,9-54,4	
F	VII	26		32		39		54	
	VIII	18		30		42		54	

Auteurs: A: Symoens et Honsou-Vé - Bénin B: Compère Bénin (Communication personnelle) C: Poivey et coll. - Côte d'Ivoire (4) D: Coulomb - Côte d'Ivoire (1) E: Gilibert - madagascar (3) F: Dumas Cameroun (2)

Bétail: I: Borgou II: Baoule III: Baoule x N'dama IV: Baoule x Zébu V: N'dama VI: Zébu malgache VII: Zébu Brahman x Zébu VIII: Taurins européens

\* Une moyenne a été faite entre les valeurs trouvées pour les deux sexes.

### 3. Résultats

Les durées moyennes des différents stades (dx) se trouvent au tableau 1. Les âges moyens au remplacement (Aex) des

incisives et les âges moyens (Asx) aux stades 2, 4 et 6 dents adultes figurent au tableau 2, où ils sont comparés à ceux que d'autres auteurs ont obtenus sur différents types de bétail, principalement africain.

### 4. Discussion

Nos observations correspondent toujours à la limite inférieure des âges observés par Compère (communication personnelle) sur du bétail Borgou également, mais sont très proches des âges calculés par Poivey et coll. (4) pour des taurins africains Baoule et Baoule x N'dama. Le Borgou semble plus tardif que le N'dama pur, surtout en ce qui concerne l'apparition des stades 4 et suivants, comme en témoignent les résultats de Coulomb (1). Le degré de remétissage du Borgou avec du zébu dans les troupeaux enquêtés étant faible, nous n'en avons pas tenu compte. Poivey et coll. (4) notent qu'entre taurins purs et métis taurins x zébus la seule différence significative concerne l'éruption des pinces, plus précoce chez les métis. Ils ne relèvent aucune influence du sexe ni de la saison de naissance.

Dans l'ensemble, chez les taurins d'Afrique de l'Ouest et les produits de leur croisement avec des zébus, le remplacement des incisives de lait est plus précoce que chez les zébus et les taurins européens, en ce qui concerne le stade 6 et, surtout, 8 dents adultes.

### 5. Remerciements

Ce travail a été effectué dans le cadre du projet P.N.U.D./F.A.O. «Développement Pastoral Intégré dans le Borgou», sous la tutelle de la Direction de l'Élevage et des Industries Animales du Ministère du Développement Rural et de l'Action Coopérative de la République du Bénin.

Tous nos remerciements vont au Professeur J. Hardouin du Service de Production Animale de l'Institut de Médecine Tropicale à Antwerpen, Belgique, pour ses conseils, à Mohammed Nagnimi, technicien supérieur d'élevage, pour son aide précieuse, ainsi qu'aux agents d'élevage qui ont participé à ce travail.

### Références bibliographiques

1. Coulomb J., 1976. La race N'dama. Quelques caractéristiques zootechniques. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., **29** (4): 367-380.
2. Dumas R. et Lhoste Ph., 1966. Les signes de l'âge chez le Zébu. Etude des incisives de remplacement. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., **19** (3): 357-363.
3. Gilibert J., 1974. Evolution des incisives chez les Zébus malgaches. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., **27** (1) 115-123.
4. Poivey J.P. et coll., 1981. Détermination de l'âge des bovins par l'examen de la dentition. Méthodologie et principaux résultats acquis en milieu villageois dans le Nord de la Côte d'Ivoire. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., **34** (1): 55-62.
5. Symoens Chantal et Honsou-Vé G., 1990. Service de zootechnie et santé animale. Rapport intermédiaire d'activités 1987-1989. Projet «Développement Pastoral Intégré dans le Borgou». P.N.U.D./F.A.O. - M.D.R.A.C., République du Bénin.

Symoens Chantal Docteur en Médecine vétérinaire Université de Liège Belgique (1983), spécialisation production et santé animale tropicales, Institut de Médecine Tropicale, Antwerpen Belgique (1984)

Honsou-Vé G. Docteur en Médecine vétérinaire, Université de Kiev, U.R.S.S. (1980) spécialisations production et santé animale en milieu tropical, Institut d'Élevage et Médecine vétérinaire Tropicaux (I.E.M.V.T.), France (1984), Institut National Agronomique, France (1985)

## The perils of technology transfer: the Australian wheat/medic system in the Near East/North Africa region.

S. Risopoulos\*

Keywords: Wheat — Medicago — Near East — North Africa — Australia — Farming systems — Livestock.

### Summary

*Yields and production of rainfed areas in the Near East and North Africa are stagnating. The Australian wheat-medic system has been tried out in several countries of the region. Increases in soil fertility and yields were expected as well as better crop-livestock integration. Difficulties were more serious than foreseen. The farmer of the region differs from his Australian counterpart by the much smaller size of his farm and by his preference for keeping his land-use options open to match climatic variability.*

### Résumé

*Les rendements et la production des zones de culture en sec stagnent dans la région du Proche-Orient et de l'Afrique du Nord. Le système australien de rotation blé-Médicago annuel a été essayé dans plusieurs pays de la région. On espérait une amélioration de la fertilité des sols et des rendements, et une meilleure intégration agriculture-élevage. Les difficultés rencontrées ont été plus sérieuses que prévues. Le paysan de la région diffère de son collègue australien par la taille de son exploitation, beaucoup plus faible, et par sa préférence pour des systèmes de culture qui le laissent libre de s'adapter à des conditions climatiques plus ou moins favorables».*

In the Near East/North Africa region, both cereal and livestock production cannot keep pace with the demand resulting from population increase and improved standards of living.

The population of ten important countries of the region (Algeria, Egypt, Iraq, Jordan, Kuwait, Libya, Morocco, Syria, Tunisia, United Arab Emirates, the two Yemen) has increased from 100.7 million inhabitants in 1969/71 to 164.2 million in 1987 (2). During the eighties, the cost of annual wheat imports oscillated — according to climatic conditions and market prices — around the three billion \$ mark. The bill for the yearly imports of the main categories of animal products (meat and milk) averaged about 4 billion \$ (3). Perhaps of even greater importance than dependency on food imports, the above figures highlight a stagnation of the land productivity which seems rebel to ordinary remedies.

The region relies on a mix of irrigated and rainfed agriculture. In 1971, irrigated areas represented 7.1% of arable land, or 4.3% if Egypt (where agriculture has been identified with irrigation for millenia) is excluded. In 1987 irrigation covered 8.1% of arable land, or 5.5% without Egypt (2). Some increase in the extent of irrigated areas has thus taken place — notably in Tunisia, Saudi Arabia, Syria and Morocco — but on the whole, the opportunities for large scale irrigation schemes seem to have come to an end. In the future, it seems probable that major irrigated areas will have to concern themselves with improving the efficiency of present irrigation schemes and preventing a too rapid siltation of water reservoirs.

It is now generally agreed that improvement of agricultural production in Near East/North Africa (NENA) agriculture will depend on the intensification of the region's rainfed

agriculture.

Wheat and barley are the dominant crops, occupying about 40% of total arable land or 70% of the land devoted to annual food crops (5). The above feature results i.a. from the climatic conditions, characterized by long, hot and dry summers, rain being concentrated during the cold period of the year, from October/November to April/May. This pattern is well suited to cereal growing. Grain legumes such as chickpeas and lentils, and forage crops, are also grown in rainfed conditions in the region. In North Africa, the most common forage crop is a mixture of oat and vetch which is generally made into hay. In the Near East barley is sown extensively, even in arid conditions, with the purpose of grazing it lightly during winter; if the rains fail and there is little prospect of a reasonable harvest, barley is grazed down.

The dominant cropping pattern in the rainfed areas of the region is the cereal-fallow system i.e. one year of cereal cropping followed by a year of rest.

The introduction of a fallow aims at avoiding the decline in cereal yields which results from continuous cereal cultivation despite use of increasing quantities of fertilizer. This observation has recently been upheld by the discovery, in soils growing continuous wheat, of a bacteria capable of suppressing root growth of weed seedlings (6).

Another reason for the use of fallow is that it is supposed to improve nitrogen mineralisation and water storage in the soil, making both elements more freely available to the subsequent cereal crop. This theory has led to several variants. The rest period could be accompanied by several workings of the land (as in the N.W. United States) so as to keep the fallow clean: the elimination of vegetative cover and the creation of a fine soil mulch would prevent the evaporation of surface water. Others recommend working the fallow in the spring

\* 5 rue A. Krings, 1160 Bruxelles Belgium

Received and accepted for publication on 10/07/90

only («le préparé de printemps») so as to facilitate the ploughing of the land prior to cereal cultivation. A spring tilling of the fallow also serves to eliminate part of the weed population, particularly if tilling takes place before most of the weeds can set seeds.

A different view of the fallow is to use its vegetative cover to enable a simple system of crop/livestock integration. Indeed, plants growing on the fallow are generally edible by livestock and a cereal grower can thus integrate a flock of sheep into his farm without too much investment. Should the prevailing climatic conditions be particularly adverse to graziers using more marginal lands, the cereal grower who does not have much livestock can profitably rent out some of his fallows.

Other scientists have challenged the above theories. They argue that the quantity of water stored in the soil and made available to the cereal at the time of maximum growth is the same whether the cereal is preceded by a fallow or a crop, even under low rainfall conditions (7). Others state that, instead of a fallow, wheat can profitably be alternated with a forage mixture such as barley/vetch or oat/vetch, without problem for the major cereal crop, provided the field is ploughed up soon after the hay is harvested (4).

A general disadvantage of the cereal/fallow system is the low productivity it entails per surface unit. This in turn militates against the use of inputs (fertilizers, herbicides...), the cost of which can only be offset every other year. The basic compensation is the flexibility the system offers to the land owner by placing part of his assets in reserve.

However, during the sixties, while countries in the region were trying hard to develop their irrigation capabilities, predictive data regarding population increase and food demand clearly indicated the need to devote attention to rainfed agriculture.

At the beginning of the seventies, a number of authoritative voices pointed to the Australian example as a possible way to intensify rainfed agriculture in the region. Australia is a continent remarkable for its climatic variety which ranges from desertic to temperate conditions. A climate similar to that of the NENA region can be found in some parts of Southern Australia.

As from the second third of the 19th century, settlers started to move north of Adelaide to till the land. They specialized in extensive cereal and livestock operations. The initial yields of 860 kg per ha fell to 490 kg at the end of the century after continuing cereal cultivation had been applied. Fallow and superphosphates then came into play. While this system suited a low labour availability, it created soil losses and erosion as the fallows were tilled to keep the soil bare to prevent water losses.

By 1930, the system has created a dust bowl over the area and was near collapse.

Several factors encouraged the introduction of new cultivation methods: mechanization made tillage quicker, forage seeds appeared on the market, and export possibilities made livestock production particularly attractive (10). For several decades, Australian scientists had been collecting seeds of potentially interesting forage plants, particularly legumes, around the Mediterranean basin.

This collection, and changes taking place in South Australia, led to a cropping system based on a rotation of temporary

pastures (or leys), and cereal cropping.

These temporary pastures are legume-based, and the originality of the system rests on the use of annual, hard-seeded species. After a year of cereal, the legume is sown and the ley thus created can be grazed as from the second part of the growing season. However, part of the seeds only have served for the initial establishment, because of widespread hardseededness. The next season, when a new cereal crop follows, part of the legume stock seed will have had its coat cracked by summer heat and will germinate, thereby regenerating a legume sward in the cereal without further sowing; the medic ley will thus regenerate itself naturally, provided there is a good set of seeds in the ground. This will take place if: a) the seeds are not buried too deeply in the soil; tyne implements are used to this effect during the cereal/ley rotation for the tilling of the land; b) phosphate fertilizers are generously applied, in order to favour legumes at the expense of grasses and grassy weeds; c) the stocking rate is not too heavy and does not prevent seed set. In return, the nodules which are present on the roots of the legumes can fix the nitrogen available in the air. It has been estimated that the amount of N fixed by a ley in the soil commonly amounts to 60-70 kg N/ha, corresponding to about 300 kg of ammonium sulphate (10).

The above system, introduced in the thirties, was fully established in the sixties in South Australia. It is claimed that it restored soil fertility and increased cereal and livestock production severalfold. The legumes used in the alkaline soils of Australia are a range of medics (annual *Medicago*, close cousins of the better known perennial *Medicago*, the lucerne).

Over the years, the most favoured rotation has been a wheat crop and a medic pasture alternating each year, although two years of pastures followed by one or two years of crop are also used.

Since the soils of Near East and North Africa are in general alkaline, it was assumed that an alternation of wheat and medic-based pasture was the key to the intensification of rainfed agriculture in the region. As of the beginning of the seventies, several such projects were established in the region, starting with Algeria, Tunisia and Libya: later on, Syria, Jordan and Morocco followed.

Several disappointing results were in evidence, some years after project inception. The following factors hampered the easy transfer of Australian technology:

— mechanical factors: as previously mentioned, the small seeds of medics should not be placed too deeply in the soil, hence the preference given to tyne implements. In the NENA region the disk plough is, by far, the most common plough. This was the cause of some disappointing medic germination rate in a number of trials (1).

— a range of biological factors:

- **adapted strains and varieties**: the medics used in the projects in the region had been bred in Australia. Quite a few cultivars were not adapted to the region because of cold winter days which are less pronounced in Australia than in the region. To fix biological nitrogen the root nodules of the medic need interaction with a *Rhizobium* bacteria. Some medic species have specific rhizobium requirements, others are more promiscuous.

Some imported rhizobium did not perform. The lack of knowledge on and scant use of local medics and rhizobium was also responsible for some poor performances.

- **biological nitrogen fixation**: the amount of N fixed by the medic did not live up to expectations. Even under favourable experimental conditions now applied, a wheat after year of medic may produce less than the same crop of wheat after fallow but receiving 60 kg of N/ha (6).
  - **weed infestation**: the extension of the wheat/medic system in the region has also abutted against a severe weed problem in the wheat crop. Cereals have been cultivated in the region since time immemorial and some of the land must have been cultivated more or less continuously for more than two millenia. This means that the local weed population has developed adaptations to climate and cultural practices and are very difficult to eradicate. Even in South Australia, where the situation used to be less severe, recent information seems to point to the difficulty in controlling broad leaf weeds in the wheat crop in spite of a generous use of herbicides (9).
- livestock factors: livestock management is important in maintaining the wheat/medic system. In this case, livestock means sheep, the largest category of livestock in the region, well adapted to grazing a short-size sward like a medic and its pods. A stocking rate which is too high will deplete the seed stock on the ground and compromise self-regeneration. Too low a stocking rate will compromise the return on the investment made by creating the ley and favour infestation of the medic by weeds. A number of projects have failed on the above account. This leads us to
- socio-economics and crop/livestock integration factors: the first of these relates to farm size; in South Australia, this ranges from several hundreds to several thousands ha; in the NENA region, the farms are of a much smaller size and generally fragmented.
- In Australia farms generally started on a crop/ livestock integration basis and they are better protected against risk when testing new methods. Furthermore there are sum-

mer rains in Australia, a fact which decreases the drought effect. In the NENA region the farmer is up against a stormy climatic variability and tends to favour risk-evading strategies. For instance, if a cereal farmer has livestock it is for the capitalization of his cereal sales and the constitution of a cash reserve on the hoof. If his flocks are too small to use the grazing available on the farm, he may rent out part of his land to a grazer for a period of the year, but the rent value will be the same in the case of a fallow or a ley, with the former needing no investment and bearing no risk.

Similarly, the farmer in the region will be reluctant to commit his land for several years to a wheat/medic system, which may give an incremental grazing value only after the third year of the start of the system (8).

## Conclusions

The efforts to introduce the Australian wheat/medic system have been valuable in taking a farming system approach and focusing attention on soil fertility. They have also enabled the region (often through international research centres such as ICARDA) to gain a better knowledge of its forage legume and companion rhizobium populations. This effort should continue with, perhaps, greater flexibility in the choice of the cereal (barley v. wheat), the legume (a mix of vetch and medic rather than a medic alone) and the farming system (grazing and/or hay v. a cereal/ley rotation). Some of the constraints mentioned above could be mitigated, but some appear difficult to handle: the size of the farms; the weed problem; the reaction to climatic variability (the tendency for the farmer of the region to double-gamble climate and give a speculative slant to his landuse).

The above illustrates the fact that component research is more easily transferable than a farming system which is supposed to replace age-old adaptations to a wide range of socio-economic and biological factors not easy to perceive. Another lesson is the need to develop a strong national research capability required to gain the knowledge of the local farming systems, work out the new technology needed for further progress or collaborate in the adaptation of imported technology.

## Literature

1. Bakhtri, M.N., 1977, Wheat/forage legume rotation and integration of crop and sheep husbandry in the Near East and North Africa in Proceedings of an international symposium on rainfed agriculture in semi-arid regions: Riverside; University of California, Oregon State and Consortium of Arid lands Institute.
2. Food and Agriculture Organization, 1982 and 1987 Production Yearbook.
3. Food and Agriculture Organization, 1982 and 1987 Trade Yearbook.
4. Le Houérou, H., 1971 Base écologique de l'amélioration de la production pastorale et fourragère en Algérie-FAO.
5. International Centre for Agricultural Research in the Dry Areas, 1985. A partner in cereal improvement - ICARDA.
6. International Centre for Agricultural Research in the Dry Areas, 1987 Pasture, Forage and livestock program Annual report.
7. Loizidès, P., 1979. Crop rotation under rainfed conditions in a Mediterranean climate in relation to soil moisture and fertilizer requirements. Regional seminar on rainfed agriculture in the Near East and North Africa. Jordan-FAO.
8. Risopoulos, S., 1986. Rainfed forage research in the Near East and North Africa. A State of the Art report and indications for the future. ICARDA.
9. Thorn, C., Revell, C., and Ewing, M., 1988. Production from and management of burr-medic pastures. Journal of South Australia Department of Agriculture.
10. Webber, G.D., Cocks, P.S., Jeffries, B.C., 1976. Dry land farming in a semi-arid climate. Department of Agriculture and Fisheries, and Trade and Development Division, Premier's Department.

## BIBLIOGRAPHIE

## BOEKBESPREKING

## BIBLIOGRAPHY

## BIBLIOGRAFIA

**Les légumineuses vivrières tropicales**

Marc Borget

Collection «Le Technicien d'Agriculture Tropicale», n° 9.

Ed. Maisonneuve et Larose. A.C.C.T. et C.T.A.; 1989, 162 pages, 27 tableaux, 18 photos, 15 figures.

Cet ouvrage peut être obtenu auprès de la librairie G.P. Maisonneuve et Larose, Rue Victor Cousin, 15, F-75005 Paris - France, au prix de 48 FRF plus 8 FRF pour frais de port.

La collection bien connue a sorti un petit volume de format habituel et sur très beau papier glacé qui traite d'un sujet difficile mais d'actualité. Dix espèces parmi les plus importantes sont décrites par des fiches et des dessins; les contraintes pour la culture et les conditions d'exploitation sont expliquées (matériel végétal, calendrier, travail du sol, fertilisation, récolte, ...). On appréciera surtout les chiffres sur les temps de travaux par culture. Les diverses utilisations et valeurs nutritionnelles de ces légumineuses vivrières tropicales sont passées en revue, ainsi que les facteurs de toxicité éventuelle. En résumé, un excellent petit volume.

**Ruminant nutrition****Recommended allowances and feed tables**

INRA and John Libbey Eurotext London/Paris by R. Jarrige Ed.

389 p. Bound. Price: 300 FF, £ 25, US \$ 50.

For many decades starch equivalents or feed units and digestible crude protein have been applied successfully.

In 1970, the Institut National de la Recherche Agronomique INRA of France translated a British new concept into new systems for energy, protein and intake. Books were issued accordingly in 1978, 1987 and 1988 in French. The present volume provides the results of research during many years in several climates.

Not less than 33 authors have brought their competence in the 17 chapters covering not only usual topics (Mineral requirements, Cattle, Sheep, Goats, ...) but also new approaches (Feed Unit system, PDI system, Fill Unit systems, ...).

This English edition covers a broader geographical region than the 1988 French one, as one chapter deals with the Feeds of the Mediterranean area, another one those of the Dry Tropics and a third one the Humid Tropics. Numerous tables give data on grasses, legumes, straw, roots, ... seeds, by-products ... inclusive for overseas.

Nutritionists should have this recent volume permanently in hand.

## Pâturages et alimentation des ruminants en zone tropicale humide

A. Xande et G. Alexandre Editeurs, INRA, 1989, 554 p.

Prix: 250,00 FRF; Service des Publications INRA, Route de Saint-Cyr à 78026 Versailles Cedex - France.

Cet ouvrage, qui vient de sortir de presse, rassemble les textes présentés au symposium tenu à Pointe-à-Pître (Guadeloupe) du 2 au 6 juin 1987. L'objectif était de réunir les équipes désireuses de confronter leurs résultats dans ce milieu où la variabilité saisonnière accentue les difficultés d'exploitation optimale de la biomasse produite.

Ce symposium concernait principalement les Caraïbes et l'Amérique Latine. Des chercheurs de ces horizons et d'ailleurs sont venus présenter 46 communications groupées en trois thèmes principaux: Ressources Fourragères et Productions Animales en Milieu Tropical Humide (23 communications dont 15 en français, 6 en anglais et 2 en espagnol), Association Graminées - Légumineuses (15, dont 5 + 7 + 3) et Innovations Techniques (8, dont 6 + 2 + 0).

La table des matières en trois langues n'est malheureusement pas accompagnée par des résumés dans ces mêmes langues pour les divers articles, et les tableaux bi- ou trilingues sont très rares.

Il est impossible de résumer un document de cette ampleur, mais il est évident que cet ouvrage est surtout destiné à un public de scientifiques qui disposent de très peu de références en matière de production fourragère en zone tropicale humide.

## Les Crustacés d'Élevage

J.M. Griessinger, D. Lacroix et P. Gondouin; M. Autrand

Ed. Maisonneuve et Larose, 15 rue Victor-Cousin, F-75005 Paris avec A.C.C.T. et C.T.A.

L'intéressante collection «Le Technicien d'Agriculture Tropicale» continue à s'enrichir, et le numéro 16 est dans la droite ligne des volumes précédents. Deux genres seulement sont traités: *Macrobrachium rosenbergii* de Man (camaron, crevette, fresh-water-prawn, ...) et *Penaeus spp.* (crevette pénéide).

La première partie (23 figures, 6 tableaux) consacre 51 pages aux techniques d'élevage sur un total de 77. De nombreux encadrés en gras font utilement ressortir les données essentielles. Les trois premiers noms cités sont les auteurs de ce texte sur les camarons, qui vivent à la fois en eau douce et en eau saumâtre.

La deuxième partie, due à M. Autrand, concerne la crevette pénéide vivant uniquement en eau salée, avec diverses espèces réparties un peu partout dans le monde. Les critères du choix pour le site d'élevage semblent très importants; les diverses étapes de l'élevage sont décrites en détail.

Ce très intéressant et beau volume ne contient malheureusement pas de table de matières, ce qui est regrettable. Aucun tableau, dessin ni figure n'est numéroté dans la deuxième partie. Ce ne sont pas des raisons pour ne pas se procurer l'ouvrage.

1990, 175 pages; nombreux tableaux, figures et photos. Format 12 x 16,8 cm.

## Principes d'Amélioration Génétique des Animaux Domestiques

F. Minvielle

Co-édition INRA, Paris et Presses de l'Université Laval, Québec.

1990, 232 pages. Prix: 210 FRF (INRA Editions, Route de St-Cyr, F-78026 Versailles Cedex-France).

Longtemps fondé sur l'intuition, l'amélioration génétique a vu se développer depuis le début du siècle des méthodes quantitatives modernes appliquées aux animaux de ferme. Régulièrement améliorées, ces méthodes constituent aujourd'hui un ensemble cohérent et efficace dont la connaissance est nécessaire à l'agronome, au vétérinaire, et bien sûr à l'améliorateur.

L'ouvrage qui est sorti de presse récemment est remarquablement présenté et allie des données scientifiques rigoureuses à un souci de synthèse évident et à une volonté didactique assez originale à ce niveau. On trouve en effet 35 encadrés reprenant les informations et explications essentielles des principaux thèmes discutés. Quelques problèmes sont aussi posés à la fin de chaque chapitre, mais le lecteur intéressé ne dispose pas dans l'ouvrage des réponses pour vérifier son propre raisonnement.

L'ouvrage comporte dix chapitres bien structurés évoquant successivement la génétique des populations animales, les caractères quantitatifs, l'évaluation génétique à un ou plusieurs caractères, la sélection pour un ou plusieurs caractères, la consanguinité et les croisements.

On peut sans doute regretter, l'absence de référence à une tendance récente de la sélection animale orientée vers la résistance génétique aux maladies. Cela n'enlève rien à la valeur de l'ouvrage, où les formules mathématiques sont assez nombreuses, évidemment, mais clairement expliquées et très souvent illustrées par des exemples aisément compréhensibles par les zootechniciens.

---

## **Développement Rural — Bibliographie pour les pays tropicaux et sahéliens»**

Agridoc international/BDPA-Scetagri et Ministère de la Coopération et du Développement (France). 1991, 171 pages 16 x 24 cm. Disponible au Centre de documentation et d'information Agridoc, 27 rue Louis Vicat, 75738 Paris Cedex 15, France au prix de 250 FRF (pays hors d'Europe), frais de port inclus. Règlement par chèque bancaire domicilié en France, mandat international, Bons Unesco ou virement bancaire.

L'ouvrage qui vient de sortir constitue une liste de titres avec résumés d'environ 400 livres de base disponibles en janvier 1991 dans le domaine du développement rural. Une centaine de revues sont également citées.

L'éditeur mentionne dans son introduction que «les ouvrages en langue étrangère ou difficilement accessibles, à diffusion ou à tirage restreint n'ont pas été retenus». Il n'y a en effet que de très rares ouvrages en anglais qui soient cités, mais il est même difficile de trouver des titres ou des auteurs belges! Notre revue Tropicultura est absente, mais on trouve des périodiques à diffusion purement nationale (quoique bien faits) comme Contact (Cameroun) ou Troupeaux (Zaire).

Les diverses sections de l'ouvrage sont: Agriculture (40 p.), Elevage et Aquaculture (19 p.), Environnement (812 p.), Gestion et Economie (28 p.), Industries (15 p.), Machinisme et Génie Rural (25 p.), Traitement des Informations (6 p.), Vulgarisation/Formation (6 p.) plus pour les mêmes rubriques 18 pages de titres et adresses de périodiques. L'index des auteurs (7 pages sur 3 colonnes) reprend les noms d'auteurs aussi bien que les sigles des institutions.

Le tarif des ouvrages avec bon de commande (prix éditeurs France janvier 1991) comprend 15 pages hors texte.

---

## **Femmes et Développement Rural - Collection Economie et Développement.**

Isabelle Droy; Editions Karthala, 22-24 boulevard Arago, 75013 Paris, France, 1990, 182 pages.

L'auteur de ce petit livre s'adresse dans un style dynamique, concret et technique à tous les promoteurs de projets qui touchent de loin ou de près au statut des femmes, particulièrement dans le monde rural en Afrique.

Isabelle Droy, chargée de recherche à l'ORSTOM, analyse en profondeur la situation de la femme qui est en effet «... complexe: le statut spécifique des femmes et des hommes est moins en cause que leurs relations et la manière dont celles-ci se définissent symboliquement et pratiquement. On doit le considérer sous divers aspects. Le rôle des femmes dans la sphère domestique et dans la sphère marchande, le statut social et matrimonial, la division sexuelle du travail, sont autant de facteurs expliquant les pratiques économiques des femmes.» Tout est annoncé dès la page 7 de l'introduction. Ce statut complexe est bouleversé par l'intrusion des projets de développement. Isabelle Droy se base sur une bibliographie très étendue et spécialisée, mais elle a elle-même parcouru le Bénin, le Zaire et le Sénégal afin d'y étudier l'impact de quelques projets de développement sur la vie des femmes.

A lire par ceux qui croient au rôle des femmes.

## Protected Cultivation in the Mediterranean Climate.

FAO/AGP, Plant Production and Protection Division, n° 90, Rome  
French version: 1988 - English version: 1991.

76 pages 14,5 × 20,5 cm; 36 figures (lay-outs, diagrams, photos), many tables.

The interest in Protected Cultivation as a means to produce fresh quality horticultural produce all the year round increases continually.

In order to keep its Member Countries informed of the latest technological developments, FAO has studied the present situation in the Mediterranean climate and the information compiled has been published in a technical document of the Plant Production and Protection series (\*).

To promote the transfer of information regarding the latest innovations, FAO organized a workshop in Cyprus from 21 to 28 April, 1990 to review the present situation in Cyprus. It offered an opportunity for Government Officials, national scientists and farmers to discuss specific technical aspects regarding greenhouse crop production in Cyprus.

This technical booklet has been prepared to give a summary account of the different subjects of major interest that were debated during the workshop and that relate to:

- I. Greenhouse design and structure (10 p.)
- II. Polyethylene cladding materials (14 p.)
- III. Analysis of climatological parameters for site selection (12 p.)
- IV. Climate control inside the greenhouse (16 p.)
- V. Cultivation practices (10 p.)
- VI. Soilless culture (6 p.)

Specific recommendations are made to serve as reference for extension agents and farmers with the aim of achieving possible improvements in the context of the environmental conditions prevailing in Cyprus.

The text has been compiled and printed by the coordinator of the Workshop, Prof. A. Nisen (Faculty of Agronomy, Gembloux, Belgium), on behalf of FAO, based on contributions made by Professors Ch. von Zabeltitz, C. Olympios and H. Verlodt, consultants, and under the technical supervision of W.O. Baudoin, Agricultural Officer of the Horticultural Crops Group, FAO.

It is hoped that this technical booklet should contribute to promote an efficient and competitive crop industry in Cyprus.

A. Papasolomontos  
Director  
Plant Production and Protection Division

---

Addresses:

- a) F.A.O. . Via delle Terme di Carocolla, I-00100 Roma, Italy.
- b) Faculté des Sciences Agronomiques (Prof. A. Nisen), 5030 Gembloux, Belgium.

# INDEX

## Index Countries

Benin 3, 36, 69, 123, 193  
 Burkina Faso 59, 139  
 Burundi 64, 112  
 Cameroon 27, 74, 118, 189  
 Central African Republic 175  
 Congo (Rep. of) 47, 128

Gabon 78  
 Haïti 31  
 India 94  
 Ivory Coast 121  
 Morocco 82  
 Nigeria 55, 142

Senegal 107, 131, 169  
 Sri Lanka 99  
 Togo 21, 40  
 Tunisia 90, 144  
 Zaire 15, 44, 135, 147, 159, 185

## Index Authors

F. Aboua 121  
 P. Agbatchi 123  
 D. Aw 131  
 J.G. Bell 19  
 B. Boedts 94  
 L. Brader 105  
 A. Buldgen 107  
 C. Carême 90, 144  
 G. Chauvaux 93  
 J.J. Clautriaux 90, 144  
 R. Compère 59  
 Myriam Counet 21  
 Daouda 189  
 J. Debevere 64  
 J. De Bont 99  
 H. Deelstra 1, 64  
 J.P. Dehoux 78  
 F. Demey 89  
 J.N. Fonweban 118  
 J.A. Fortin 159  
 V. Furlan 159  
 A. Gharbi 90, 144  
 Manuela Gualtieri 165  
 P. Hellemans 59  
 G. Hounsou-Vé 193

J.P. Hubert 112  
 P. Jetteur 147  
 M.M. Katunga 135  
 P. Khasa 159  
 D.K. Kossou 69  
 P. Lebailly 9  
 D. Lemal 107  
 S. Lokonon 123  
 T.N. Mafkiri 15  
 M. Mafwila 44  
 C. Mathieu 175  
 H. Matondo 128  
 K. Mawuena 40  
 E. Miambi 128  
 P. Moreaux 31  
 M. Ngatho 185  
 A. Nji 189  
 R.M. Njwe 118  
 L. Obounou Zibi 27  
 B. Ollivier 131  
 A.U. Omoregie 55  
 R. Parfonry 82, 169  
 S. Rapaccini 165  
 S. Risopoulos 196  
 M. Saaf 82

M.D. Sall 131  
 M. Samba 47  
 T. Sghaier 144  
 E. Sindyagaya 64  
 J.M. Sonda 139  
 D. Sow 131  
 P. Steyaert 107  
 Chantal Symoens 193  
 D. Theeten 3  
 E. Thys 74  
 E. Tine 131  
 V. Tonnard 157  
 T. Totognon 3  
 T.B. Tshibaka 15  
 D. Van Aken 99  
 P. Van Damme 21  
 C. Van den Berghe 3, 123  
 H. van Swinderen 36  
 J. Vercruysse 99  
 M. Verloo 123  
 R. von Kaufmann 142  
 W. Wauters 53  
 M.S. Yacnambe 40  
 M.E. Yekola 185  
 H. Zaz 82

## Index Subjects

### Agricultural techniques

Cultural practices evaluation for jam seeding and tuber ( <i>Dioscorea rotundata</i> ) production in Benin ( <i>in French</i> ) . . . . .	69
Farming systems analysis in the irrigated area of Tadla - Morocco ( <i>in French</i> ) . . . . .	82
Considerations regarding the evolution of farming systems in Burundi based on a multivariate analysis of some of their characteristics ( <i>in French</i> ) . . . . .	112
«Zai», a traditional technique for restoring and recovering of arid soils ( <i>in French</i> ) . . . . .	139
The perils of technology transfer: the Australian wheat/medic system in the Near East/North Africa region ( <i>in English</i> ) . . . . .	196

### Agrostology

Browse from trees and shrubs: fact or fiction? ( <i>in French</i> ) . . . . .	36
---	----

### Animal health

Prospects for the use of biotechnology for the control of Newcastle disease in Africa, Asia and South America ( <i>in English</i> ) . . . . .	19
Use of traps and screens in the control of animal trypanosomiasis in Togo ( <i>in French</i> ) . . . . .	40
Survey on smallholder dairy farms in the Mid-Country, Sri Lanka ( <i>in English</i> ) . . . . .	99

### Animal production

Heat detection in ewe by acidity, elasticity of the cervical and vaginal mucus and by vaginal temperature measurement ( <i>in French</i> ) . . . . .	27
Pig breeding in Haiti: a difficult choice! ( <i>in French</i> ) . . . . .	31
On the way to an appropriate feeding system for poultry and pigs in Zaire ( <i>in French</i> ) . . . . .	44
Integration of livestock with crops in response to increasing population pressure on available resources ( <i>in English</i> ) . . . . .	50
Technical and socio-economic aspects of transhumance in the soudanian zone of the Bougouriba (Burkina-Faso) ( <i>in French</i> ) . . . . .	59
Note on N'dama import from Zaire and Senegambie to Ngounie ranch in Gabon, in 1986 and 1987 ( <i>in French</i> ) . . . . .	78
Poultry production in hot climates ( <i>in English</i> ) . . . . .	89
Survey on smallholder dairy farms in the Mid-Country, Sri Lanka ( <i>in English</i> ) . . . . .	99
Fattening of bull calves and adult males of Gobra with agroindustrial products such as molasses in Senegal ( <i>in French</i> ) . . . . .	107
Feed utilization and live weight gain by the African giant rat ( <i>Cricetomys gambianus</i> Waterhouse) at Dschang in Cameroon ( <i>in English</i> ) . . . . .	118
Note on the ageing of Borgou cattle in North-East Benin by the eruption of permanent incisors ( <i>in French</i> ) . . . . .	193

### Aquaculture

Appreciation and improvement of the bacteriological quality of fish commercialized in Burundi. Cases of <i>Stolothrissa tanganicae</i> and <i>Luciolates stappersii</i> ( <i>in French</i> ) . . . . .	64
--	----

<b>Bibliography</b> . . . . .	51, 103, 153, 199
-------------------------------	-------------------

### Biotechnology

Prospects for the use of biotechnology for the control of Newcastle disease in Africa, Asia and South America ( <i>in English</i> ) . . . . .	19
Valorisation of a tropical <i>Euphorbiacea</i> by biomethanisation ( <i>in French</i> ) . . . . .	128
Agricultural use of household compost in Brazzaville market gardening belt ( <i>in French</i> ) . . . . .	131

**Cash Crops**

Economic study of chemical fertilizers use for cassava production ( <i>Manihot esculenta</i> Crantz var. F 46) at Yangambi (in French) . . . . .	15
Integration of livestock with crops in response to increasing population pressure on available resources (in English) . . . . .	50
Integrated system of agrochemical demonstration and experiments in Tunisia: design and application (in French) . . . . .	90
The citrusfruits in the area called «Niayes» in Senegal (in French) . . . . .	169

**Cattle**

Use of traps and screens in the control of animal trypanosomiasis in Togo (in French) . . . . .	40
Note on N'dama import from Zaire and Senegambie to Ngounie ranch in Gabon, in 1986 and 1987 (in French) . . . . .	78
Survey on smallholder dairy farms in the Mid-Country, Sri Lanka (in English) . . . . .	99
Fattening of bull calves and adult males of Gobra with agroindustrial products such as molasses in Senegal (in French) . . . . .	107
A home built and portable cattle race (in English) . . . . .	142
Note on the ageing of Borgou cattle in North-East Benin by the eruption of permanent incisors (in French) . . . . .	193

**Community development**

Identification and follow-up methods used in an integrated development project in Togo: from theory to practice (in French) . . . . .	21
---	----

**Ecology**

Valorisation of a tropical <i>Euphorbiacea</i> by biometanisation (in French) . . . . .	128
Agricultural use of household compost in Brazzaville market gardening belt (in French) . . . . .	131
Process of soil degradation in the Sudanese-Guinean savannas with low population density: a case study of the Central African Republic (in French) . . . . .	175
Shifting cultivation and wasting resource fulness forest in the community of Ngombe-Doko, Zaire (in French) . . . . .	185

**Economics**

Comparative responses of two maize varieties to fertilizers on a newly cleared ferrallitic soil in Southern Benin — Economic analysis (in English) . . . . .	3
Concept of subsector, agro-industrial economics and development (in French) . . . . .	9
Economic study of chemical fertilizers use for cassava production ( <i>Manihot esculenta</i> Crantz var. F 46) at Yangambi (in French) . . . . .	15
Browse from trees and shrubs: fact or fiction? (in French) . . . . .	36
Problems of food storage and preservation in Nigeria: an overview (in English) . . . . .	55
Technical and socio-economic aspects of transhumance in the soudanian zone of the Bougouriba (Burkina-Faso) (in French) . . . . .	59
Appreciation and improvement of the bacteriological quality of fish commercialized in Burundi. Cases of <i>Stolothrissa tanganicae</i> and <i>Luciolates stappersii</i> (in French) . . . . .	64
Study on small ruminants butchers working in Maroua town (Far North Cameroon) (in French) . . . . .	74
The practices of tropical sericulture in Karnataka State, South India (in French) . . . . .	94

**Editorials**

Food quality control in developing countries: luxury or necessity? (in Dutch) . . . . .	1
Peoples short of development don't seek kindness but solidarity (in French) . . . . .	53
The Challenge of improved food production in Africa (in English) . . . . .	105
The agrometeorology and the developing countries (in French) . . . . .	157

**Education**

Identification and follow-up methods used in an integrated development project in Togo: from theory to practice (in French) . . . . .	21
The practices of tropical sericulture in Karnataka State, South India (in French) . . . . .	94

**Environment**

- Integration of livestock with crops in response to increasing population pressure on available resources (*in English*) . . . . . 50

**Fertilizers**

- Comparative responses of two maize varieties to fertilizers on a newly cleared ferralitic soil in Southern Benin — Economic analysis (*in English*) . . . . . 3
- Economic study of chemical fertilizers use for cassava production (*Manihot esculenta* Crantz var. F 46) at Yangambi (*in French*) . . . . . 15
- Response of maize to partially acidulated Mekrou phosphate rock on ferralitic soils in the Mono region in Southern Benin (*in English*). . . . . 123
- Valorisation of a tropical *Euphorbiacea* by biomethanisation (*in French*) . . . . . 128
- Agricultural use of household compost in Brazzaville market gardening belt (*in French*). . . . . 131
- Effects of different endomycorrhizal fungal species on the growth of ten tropical plant species in Zaire (*in French*) . . . . . 159

**Fisheries**

- Appreciation and improvement of the bacteriological quality of fish commercialized in Burundi. Cases of *Stolothrissa tanganyicae* and *Luciolates stappersii* (*in French*) . . . . . 64
- Technical factors related to the rejection of In-land fish farming in the West and North-West provinces of Cameroon (*in French*) . . . . . 189

**Fodder**

- Browse from trees and shrubs: fact or fiction? (*in French*) . . . . . 36

**Food crops**

- Comparative responses of two maize varieties to fertilizers on a newly cleared ferralitic soil in Southern Benin — Economic analysis (*in English*) . . . . . 3
- Economic study of chemical fertilizers use for cassava production (*Manihot esculenta* Crantz var. F 46) at Yangambi (*in French*) . . . . . 15
- Integration of livestock with crops in response to increasing population pressure on available resources (*in English*) . . . . . 50
- Cultural practices evaluation for jam seeding and tuber (*Dioscorea rotundata*) production in Benin (*in French*) . . . . . 69
- The Challenge of improved food production in Africa (*in English*) . . . . . 105

**Food conservation**

- Problems of food storage and preservation in Nigeria: an overview (*in English*) . . . . . 55

**Human nutrition**

- Chemical composition of *Achatina fulica* (*in English*). . . . . 121

**Meetings**

- Poultry production in hot climates (*in English*) . . . . . 89
- Symposium «Remote sensing by satellite» (*in French*) . . . . . 93

**Microbiology**

- Appreciation and improvement of the bacteriological quality of fish commercialized in Burundi. Cases of *Stolothrissa tanganyicae* and *Luciolates stappersii* (*in French*) . . . . . 64

**Microlivestock**

The practices of tropical sericulture in Karnataka State, South India ( <i>in French</i> ) . . . . .	94
Feed utilization and live weight gain by the African giant rat ( <i>Cricetomys gambianus</i> Waterhouse) at Dschang in Cameroon ( <i>in English</i> ). . . . .	118

**Non governmental organization**

Identification and follow-up methods used in an integrated development project in Togo: from theory to practice ( <i>in French</i> ) . . . . .	21
--	----

**Nutrition**

Food quality control in developing countries: luxury or necessity? ( <i>in Dutch</i> ) . . . . .	1
Browse from trees and shrubs: fact or fiction? ( <i>in French</i> ) . . . . .	36
On the way to an appropriate feeding system for poultry and pigs in Zaire ( <i>in French</i> ) . . . . .	44
Fattening of bull calves and adult males of Gobra with agroindustrial products such as molasses in Senegal ( <i>in French</i> ) . . . . .	107
Feed utilization and live weight gain by the African giant rat ( <i>Cricetomys gambianus</i> Waterhouse) at Dschang in Cameroon ( <i>in English</i> ). . . . .	118
Date stones in broiler's feedint ( <i>in English</i> ) . . . . .	165

**Pig**

Pig breeding in Haiti: a difficult choice! ( <i>in French</i> ) . . . . .	31
On the way to an appropriate feeding system for poultry and pigs in Zaire ( <i>in French</i> ) . . . . .	44

**Plant production**

Comparative responses of two maize varieties to fertilizers on a newly cleared ferrallitic soil in Southern Benin — Economic analysis ( <i>in English</i> ) . . . . .	3
Economic study of chemical fertilizers use for cassava production ( <i>Manihot esculenta</i> Crantz var. F 46) at Yangambi ( <i>in French</i> ) . . . . .	15
Cultural practices evaluation for jam seeding and tuber ( <i>Dioscorea rotundata</i> ) production in Benin ( <i>in French</i> ) . . . . .	69
Response of maize to partially acidulated Mekrou phosphate rock on ferrallitic soils in the Mono region in Southern Benin ( <i>in English</i> ). . . . .	123
«Zai», a traditional technique for restoring and recovering of arid soils ( <i>in French</i> ) . . . . .	139
Effects of different endomycorrhizal fungal species on the growth of ten tropical plant species in Zaire ( <i>in French</i> ) . . . . .	159

**Plant protection**

Integrated system of agrochemical demonstration and experiments in Tunisia: design and application ( <i>in French</i> ) . . . . .	90
---	----

**Poultry**

Prospects for the use of biotechnology for the control of Newcastle disease in Africa, Asia and South America ( <i>in English</i> ) . . . . .	19
On the way to an appropriate feeding system for poultry and pigs in Zaire ( <i>in French</i> ) . . . . .	44
Poultry production in hot climates ( <i>in English</i> ) . . . . .	89
Stability in refrigerator and freezer of D78 vaccine against Gumboro disease of chicken ( <i>in French</i> ) . . . . .	147
Date stones in broiler's feedint ( <i>in English</i> ) . . . . .	165

**Projects**

Identification and follow-up methods used in an integrated development project in Togo: from theory to practice ( <i>in French</i> ) . . . . .	21
--	----

**Research and development**

Integrated system of agrochemical demonstration and experiments in Tunisia: design and application ( <i>in French</i> ) . . . . .	90
---	----

**Rural development**

- Some considerations on restraining the decline in the rural population in the Popular Republic of Congo (*in French*) . . . . . 47

**Rural engineering**

- A home built and portable cattle race (*in English*) . . . . . 142

**Small ruminants**

- Heat detection in ewe by acidity, elasticity of the cervical and vaginal mucus and by vaginal temperature measurement (*in French*) . . . . . 27  
Study on small ruminants butchers working in Maroua town (Far North Cameroon) (*in French*) . . . . . 74

**Sociology**

- Food quality control in developing countries: luxury or necessity? (*in Dutch*) . . . . . 1  
Identification and follow-up methods used in an integrated development project in Togo: from theory to practice (*in French*) . . . . . 21  
Some considerations on restraining the decline in the rural population in the Popular Republic of Congo (*in French*) . . . . . 47  
Peoples short of development don't seek kindness but solidarity (*in French*) . . . . . 53  
Technical and socio-economic aspects of transhumance in the soudanian zone of the Bougouriba (Burkina-Faso) (*in French*) . . . . . 59  
Considerations regarding the evolution of farming systems in Burundi based on a multivariate analysis of some of their characteristics (*in French*) . . . . . 112  
Process of soil degradation in the Sudanese-Guinean savannas with low population density, a case study of the Central African Republic (*in French*) . . . . . 175  
Technical factors related to the rejection of In-land fish farming in the West and North-West provinces of Cameroon (*in French*) . . . . . 189

**Soil science**

- Comparative responses of two maize varieties to fertilizers on a newly cleared ferralitic soil in Southern Benin — Economic analysis (*in English*) . . . . . 3  
Response of maize to partially acidulated Mekrou phosphate rock on ferralitic soils in the Mono region in Southern Benin (*in English*) . . . . . 123  
Process of soil degradation in the Sudanese-Guinean savannas with low population density; a case study of the Central African Republic (*in French*) . . . . . 175

**Statistics**

- Integrated system of agrochemical demonstration and experiments in Tunisia: design and application (*in French*) . . . . . 90  
Considerations regarding the evolution of farming systems in Burundi based on a multivariate analysis of some of their characteristics (*in French*) . . . . . 112  
Preparation and utilization of interactive softwares to analyse agrochemical experiments and demonstrations (*in French*) . . . . . 144

**Veterinary medicine**

- Prospects for the use of biotechnology for the control of Newcastle disease in Africa, Asia and South America (*in English*) . . . . . 19  
Heat detection in ewe by acidity, elasticity of the cervical and vaginal mucus and by vaginal temperature measurement (*in French*) . . . . . 27  
Use of traps and screens in the control of animal trypanosomiasis in Togo (*in French*) . . . . . 40  
Stability in refrigerator and freezer of D78 vaccine against Gumboro disease of chicken (*in French*) . . . . . 147

**Wildlife**

- Some notes concerning the behaviour of mountain's gorillas maintained in captivity at Tshibati (Zaire) (*in French*) . . . . . 135

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

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

#### Redaction:

AGRI-OVERSEAS asbl

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

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

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

#### Redaktie:

AGRI-OVERSEAS vzw

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

Scientific and informative review devoted to rural problems in the developing countries and published by the Belgian Administration for Development Cooperation (B.A.D.C.).

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

#### Editorial Staff:

AGRI-OVERSEAS

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

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

Se publica cuatro 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 todos que laboran por el desarrollo rural en ultra-mar

#### Coordonnateur scientifique:

#### Wetenschappelijke coördinator:

#### Scientific Coordinator:

#### Coordinador científico:

### Prof. Dr. Ir. J. Hardouin

#### Comité scientifique

Un représentant de chacune des institutions belges suivantes le compose:

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

#### Secrétariat — Rédaction

Agri-Overseas/Tropicultura  
c/o A.G.C.D., Bur. 509  
pl. du Champ de Mars 5, B. 57  
1050 Bruxelles - Belgique  
Tél. 02/519.03.77

#### Distribution:

Gratuite sur demande écrite.

#### Wetenschappelijke raad

Samengesteld met een vertegenwoordiger van de volgende belgische instellingen

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

#### Sekretariaat — Redaktie

Agri-Overseas/Tropicultura  
c/o A.B.O.S., Bur. 509  
Marsveldplein, B. 57  
1050 Brussel - België  
Tel. 02/519.03.77

#### Verspreiding:

Gratis, op schriftelijk verzoek.

#### Scientific Committee

It comprises a representative from each of the following Belgian Institutions:

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

#### Secretariat — Editorial Staff

Agri-Overseas/Tropicultura  
c/o B.A.D.C., Bur. 509  
pl. du Champ de Mars 5, B. 57  
1050 Brussels - Belgium  
Tel. 32.2/519.03.77

#### Distribution:

Free, on written request.

#### Comisión científica

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

- Administración General de la Cooperación al Desarrollo, en Bruselas (A.G.C.D.).
- Departamento de Producción y Sanidad Animales, Instituto de Medicina Tropical, Amberes (D.P.S.A./I.M.T.).
- Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Liege (U.Lg.).
- Facultad de Medicina Veterinaria de Gante, Universidad de Gante (U.G.).
- Facultad de Ciencias Agronómicas, Gembloux (F.S.A.Gx.).
- Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Católica de Lovaina (K.U.L.).
- Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Gante (U.G.).
- Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Católica de Lovaina (U.C.L.).
- Departamento de Agronomía Libre Universidad de Bruselas (U.L.B.).
- Fundación Universitaria del Luxembourg, Arlon (F.U.L.).
- Las Facultades Universitarias Nuestra Señora de la Paz, Namur (F.U.N.D.P.).

#### Secretaria — Redacción

Agri-Overseas/Tropicultura  
c/o A.G.C.D., Bur. 509  
pl. du Champ de Mars 5, B. 57  
1050 Bruselas - Bélgica  
Tel. 32.2/519.03.77

#### Distribución:

Gratuita, a petición escrita.

# TROPICULTURA

1990 Vol. 8 N.4

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

## CONTENTS

### EDITORIAL

The agrometeorology and the developing countries (*in French*)

**V. Tonnard** ..... 157

### ORIGINAL ARTICLES

Effects of different endomycorrhizal fungal species on the growth of ten tropical plant species in Zaire (*in French*)

**P. Khasa, V. Furlan & J.A. Fortin** ..... 159

Date stones in broiler's feeding (*in English*)

**Manuela Gualtieri & S. Rapaccini** ..... 165

The citrusfruits in the area called «Niayes» in Senegal (*in French*)

**R. Parfony** ..... 169

Process of soil degradation in the Sudanese-Guinean savannas with low population density; a case study of the Central African Republic (*in French*)

**C. Mathieu** ..... 175

Shifting cultivation and wasting resource fulness forest in the community of Ngombe-Doko, Zaire (*in French*)

**M.E. Yekola & M. Ngatho** ..... 185

### TECHNICAL NOTES

Technical factors related to the rejection of In-land fish farming in the West and North-West provinces of Cameroon (*in French*)

**A. Nji & Daouda** ..... 189

Note on the ageing of Borgou cattle in North-East Benin by the eruption of permanent incisors (*in French*)

**Chantal Symoens & G. Hounsou-Vé** ..... 193

The perils of technology transfer: the Australian wheat/medic system in the Near East/North Africa region (*in English*)

**S. Risopoulos** ..... 196

BIBLIOGRAPHY ..... 199

INDEX VOLUME 8 ..... 203



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



Composition - Mise en page  
Photosetting Roland Van Campenhout  
Tel. 32 2-460 79 42 Fax 32 2-460 78 05

Credit: R. Parfony

Nouvelle imprimerie Ducuiot  
Parc Industriel - Rue de la Posterie - 5030 Gembloux  
Tel. 32 81-81 00 81 Fax 32 81-81 52-04