

TROPICULTURA

1984 Vol. 2 N. 1

Driemaandelijks (maart - juni - september - december)

EDITORIAL / EDITORIAAL / EDITORIAL

Pour une meilleure recherche agronomique dans les pays en développement.

J. Demol 1

ARTICLES ORIGINAUX / OORSPRONKELIJKE ARTIKELS / ARTICULOS ORIGINALES

Les besoins en eau de la tomate sous serre à film polyéthylène en Tunisie.

M. Hammami, H. Verloot, N. Ennabli et C. Riou 3

Caractéristiques des troupeaux villageois de bovins Djakorés sénégalais (Sénégal oriental).

A. Buldgen et R. Compère 10

Effets de labour et de non-labour en combinaison avec l'alimentation azotée sur le rendement du maïs (cv Shaba I).

M. Bitijula, K. Lumpungu et M. Mukole 16

The culture of *Tilapia* species in tropical und subtropical conditions.

J. De Maeseneer 19

PROJETS / PROJEKTEN / PROYECTOS

Considérations sur la recherche agronomique en matière de fertilisation en conditions tropicales

J. Wouters 26

COMPTES RENDUS / VERSLAGEN / RELACIONES

Le développement des coopératives laitières en Inde.

F. Serneels 29

Formation agronomique originale à trois niveaux au Cameroun

J. Hardouin 34

NOUVELLES / NIEUWS / NOVEDADES 36

COURRIER / LEZERSBRIEVEN / CORREO 39

BIBLIOGRAPHIE / BOEKBESPREKING / BIBLIOGRAFIA 40

English contents on back cover

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

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

Editeur responsable:

AGRI-OVERSEAS a.s.b.l.
avenue Louise, 183
1050 Bruxelles — Belgique

Association créée à l'initiative des professeurs Mortelmans et Hardouin et du Dr. Kageruka dans le but d'établir des relations professionnelles ou d'intérêts communs entre tous ceux qui œuvrent pour le développement rural outre-mer. Ce sont les coopérants belges dans les pays en voie de développement ou les anciens étudiants en Belgique de ces mêmes pays.

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

Comité scientifique

Un représentant de chacune des institutions belges suivantes le compose

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

Secrétariat — Rédaction

Agri-Overseas
avenue Louise, 183
1050 Bruxelles
Belgique

Abonnements

Quatre numéros par an

Ordinaire: 1 200 FB
Étudiants: 800 FB
Par numéro: 400 FB

C.C.P. 000-0003516-24
S.G.B. 210-0911680-29

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

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

Verantwoordelijke uitgever:

AGRI-OVERSEAS v.z.w.
Louizalaan, 183
1050 Brussel - België

Deze vereniging werd door de Professoren Mortelmans en Hardouin en Dr. Kageruka gesticht, met het doel gemeenschappelijke relaties te ontdekken onder al diegenen die overzee voor de landbouwontwikkeling werken. Deze zijn voornamelijk Belgische ontwikkelingshulpers in de ontwikkelingslanden of oud-studenten uit diezelfde landen die in België gestudeerd hebben.

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

Wetenschappelijke raad

Samengesteld met een vertegenwoordiger van de volgende Belgische instellingen

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

Sekretariaat — Redactie

Agri-Overseas
Louizalaan, 183
1050 Brussel
Belgie

Abonnementen

Vier nummers per jaar

Gewone 1 200 BF
Studenten 800 BF
Per nummer 400 BF

P.C.R. 000-0003516-24
G.B.M. 210-0911680-29

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

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

Responsible editor:

AGRI-OVERSEAS
av. Louise, 183
1050 Brussels - Belgium

This association has been created by the Professors Mortelmans and Hardouin and Doctor Kageruka, to establish professional or common concerns relations between all of those who are working overseas for rural development. They are especially Belgian experts in developing countries or former students from these countries who studied in Belgium.

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

Scientific Committee

Constituted with one representative of each of the following Belgian Institutions:

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

Secretariat — Editorial Staff

Agri-Overseas
avenue Louise, 183
1050 Brussels
Belgium

Subscriptions

Four issues a year

Individuals: 1 200 BF
Students: 800 BF
Single issue: 400 BF

Post-check number 000-0003516-24
Bank account 210-0911680-29

Revista científica y de información dedicada a los problemas rurales en los países en vía de desarrollo y patrocinada por la Administración general belga de la cooperación al desarrollo (A.G.C.D.).

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

Editor responsable:

AGRI-OVERSEAS
avenue Louise, 183
1050 Bruxelles - Belgique

Asociación creada por iniciativa de los profesores Mortelmans y Hardouin y del Dr. Kageruka con el fin de establecer relaciones profesionales o intereses comunes entre todos que laboran por el desarrollo rural en ultra-mar, como los cooperantes belgas en los países en vía de desarrollo o como los ex-estudiantes en estos mismos países.

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

Comisión científica

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

- Administración General de la Cooperación al Desarrollo, en Bruselas (A.G.C.D.)
- Departamento de Producción y Sanidad Animales, Instituto de Medicina Tropical, Amberes (D.P.S.A./I.M.T.)
- Facultad de Medicina Veterinaria de Cureghem, Universidad de Lieja (U.Lg.)
- Facultad de Medicina Veterinaria de Gante, Universidad del Estado de Gante (R.U.G.)
- Facultad de Ciencias Agronómicas del Estado en 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 del Estado de Gante (R.U.G.)
- Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Católica de Lovaina (U.C.L.)

Secretaria — Redacción

Agri-Overseas
avenue Louise, 183
1050 Bruxelles
Belgica

Suscripción

Cuatro ediciones por año

Ordinario 1 200 FB
Estudiantes: 800 FB
Por edición: 400 FB

Cuentas de cheque 000-0003516-24
Banca 210-0911680-29

EDITORIAL

Pour une meilleure recherche agronomique dans les pays en développement

J. Demol

Lorsque les pays en développement accédèrent à l'indépendance, des institutions de recherches agronomiques disparurent, d'autres se réorganisèrent et de nouvelles institutions furent créées.

Aujourd'hui, le volume des recherches agronomiques à entreprendre est si vaste que les moyens disponibles ne suffisent pas. Les pays en voie de développement manquent en effet de personnel de recherche qualifié, de ressources financières et de moyens matériels suffisants. C'est la raison pour laquelle des priorités doivent y être établies.

L'intensification des cultures, surtout vivrières, dans les pays en développement, est devenue une priorité absolue. La démographie croissante et la profonde mutation des sociétés modernes font que l'agriculture traditionnelle ne suffit plus aux besoins alimentaires actuels. C'est dommage car elle résultait d'une longue expérience des conditions locales et était parfaitement en équilibre avec le milieu et les besoins des populations.

L'intensification implique toute une série de techniques permettant d'obtenir les plus hauts rendements possibles tout en préservant le potentiel de productivité du milieu de culture. Ces conditions étant difficiles à remplir il est nécessaire, le plus souvent, de passer par une phase d'amélioration des systèmes culturels traditionnels, permettant, avec un minimum de moyens, d'accroître les rendements, de réduire les pertes au champ et d'améliorer la qualité des produits récoltés.

Le but à atteindre au cours des années à venir est donc d'aider les pays en développement à faire évoluer leur agriculture en améliorant les systèmes culturels traditionnels ou en l'amenant à un état de production tel qu'elle puisse satisfaire aux besoins nationaux de consommation, d'industrialisation et de commercialisation.

Rappelons cependant que si de nombreuses technologies (industrielles par exemple) sont facilement transférables d'une région à l'autre, les technologies agricoles ne le sont pas. Cela est dû à toute une série de causes telles que le climat, les sols, les ennemis et les maladies. Les productions végétales et animales étant régionalisées, une grande partie de la recherche le sera également.

Quant à notre action ou notre inaction au cours des prochaines années, elle affectera significativement le degré de progrès dans la lutte contre la pauvreté et la faim.

Car comme l'a écrit TOULMIN, la recherche agronomique dans les pays en développement est une voie peu coûteuse par laquelle les pays industrialisés peuvent contribuer au développement des pays pauvres d'une manière effective et mutuellement avantageuse.

Que faut-il donc faire?

Il faut avant tout former des chercheurs nationaux et expatriés. Ces chercheurs, il faut les découvrir et les instruire. Un tel enseignement peut encore être acquis dans les universités et les instituts de recherches auprès d'anciens spécialistes, mais elle doit absolument être complétée par une expérience pratique et adéquate dans un pays en développement, faute de quoi, une telle formation présenterait un caractère trop académique non adapté aux besoins du pays. Pour atteindre ce but, il faut pouvoir utiliser au mieux les organisations existantes, c'est-à-dire les instituts de recherches agronomiques internationaux et certains instituts nationaux poursuivant une recherche de qualité.

J'ajouterai que si la formation au plus haut niveau veut être effective, elle doit viser à préparer des équipes de travail adaptées à des situations et des objectifs bien définis. C'est au sein de ces équipes que les jeunes chercheurs nationaux pourraient le mieux coopérer lors de leur rentrée au pays.

Il faut également renforcer le système national de la recherche agronomique, dont l'organisation et la gestion doivent être améliorées.

La recherche agronomique n'ayant pas été organisée de la même manière dans les différents pays en développement, on peut cependant imaginer un modèle de structure pour une organisation rationnelle de la recherche



agricole susceptible, après d'éventuels amendements, de servir de modèle général à la plupart des pays. Ce modèle doit, nous semble-t-il, répondre à trois conditions fondamentales :

- pouvoir résoudre les problèmes de la communauté agricole,
- être capable d'élaborer et d'exécuter des programmes équilibrés de recherches, de solutionner les problèmes urgents au même titre que ceux à plus long terme,
- avoir la possibilité d'utiliser efficacement du personnel spécialisé, de l'équipement et des fonds.

Nous pensons personnellement qu'un modèle correspondant à une organisation et à une administration de la recherche centralisée et à une décentralisation des implantations basées sur un réseau de stations expérimentales régionales et polyvalentes, doit pouvoir convenir à la plupart des pays en développement. N'oublions pas que les systèmes nationaux de recherche représentent un chaînon indispensable et primordial qui doit permettre d'adapter aux conditions locales les résultats de la recherche réalisée, entre autres, par les instituts internationaux. Ils doivent également, au niveau de la recherche opérationnelle, faire adopter par les cultivateurs les fruits de cette recherche.

C'est souvent la dégradation de cette recherche nationale qui représente le goulot d'étranglement à la réalisation totale des efforts du réseau de recherche internationale. C'est en effet aux programmes nationaux qu'il appartient d'adapter les innovations à une région bien déterminée.

Pour diffuser rapidement les résultats de la recherche agronomique, il faut mettre au point des systèmes d'information rapides surtout au niveau de la vulgarisation. Cela peut se faire de différentes façons.

Au moyen de circulaires établies par la recherche pour les vulgarisateurs,

Au moyen de centres d'information qui fournissent aux vulgarisateurs des publications concises et précises,

Au moyen de réunions restreintes auxquelles prennent part les chercheurs, les vulgarisateurs et les agriculteurs.

N'oublions pas la recherche opérationnelle, qui doit permettre de faire adopter plus rapidement les techniques nouvelles et les progrès agricoles dans une région déterminée. Cette recherche est complexe et exige de grandes qualités de la part du vulgarisateur qui doit comprendre, sans erreur de jugement, la psychologie du cultivateur.

C'est probablement en créant des équipes interdisciplinaires composées d'agronomes, de psychologues, de sociologues et d'économistes, intégrés aux milieux ruraux, que des résultats positifs pourront être obtenus.

Les pays en développement sont généralement très conscients de l'importance des recherches agricoles et qu'il devient chaque jour plus difficile à leurs services de recherches de répondre à toutes les questions qui leur sont soumises. C'est la raison pour laquelle, dans le domaine des sciences et des techniques en général, dans celui de la recherche agronomique en particulier, aucun pays ne pouvant se suffire à lui-même, il est du devoir et de l'intérêt de tous de rechercher ensemble des méthodes et des moyens permettant de mieux se connaître et de mieux se comprendre, pour mieux coopérer.

J. Demol
Professeur ordinaire
à la Faculté
des Sciences Agronomiques de l'Etat
5800 Gembloux (Belgique)

Les besoins en eau de la tomate sous serre à film polyéthylène en Tunisie

M. Hammami *, H. Verlodt **, N. Ennabli *** et C. Riou **

Résumé

La comparaison de deux variétés de tomates à croissance différente et cultivées toutes les deux en case lysimétrique a permis de constater que la consommation en eau paraît légèrement plus faible pour la variété à croissance déterminée.

En comparant les consommations en eau des tomates cultivées sur case lysimétrique avec celles cultivées en serre isolée dans laquelle l'évaluation du stock d'eau s'est faite par sonde à neutrons, nous avons constaté que les cases lysimétriques surestiment la consommation d'environ 15%.

La mesure journalière de la consommation en eau d'un gazon Kikuya cultivé en cage lysimétrique sous serre PE a permis d'exprimer l'ETPs en fonction du rayonnement global sous serre, tandis que la comparaison avec les consommations de la tomate nous a permis de fixer les paramètres culturaux en fonction des stades de développement de la tomate cultivée sous serre en Tunisie

Summary

Comparison of the water consumption of tomato hybrids with determinate and indeterminate growth and cultivated in lysimeters permitted to conclude that varieties with determinate growth have a smaller water consumption than the indeterminate ones.

Comparison of the water consumption of a tomato crop cultivated on a lysimeter with the water consumption of a tomato crop cultivated in a lateral isolated greenhouse, preventing lateral infiltration and with water stock control by neutron probe indicates a surestimation of the water consumption by the lysimeter method with about 15%.

Daily measuring of the water consumption of a Kikuya-grass cultivated on a lysimeter under PE greenhouse permitted to obtain the potential evapotranspiration in function of the global radiation under greenhouse, while comparison of the water consumption of the Kikuya-grass with the tomato crop allowed us to obtain the cultural parameters of this evapotranspiration in function of the stage of growth of a tomato crop.

1. Introduction

La plasticulture a connu une grande expansion ces dernières années en Tunisie. La conduite pratique des cultures est cependant restée assez traditionnelle, surtout en ce qui concerne l'alimentation en eau, conduisant à des gaspillages assez importants. La pluviométrie insuffisante, le problème des réserves dans les barrages, ainsi que le manque de résultats sur la détermination des besoins réels en eau sous serre en Tunisie, a poussé les techniciens à appliquer des formules établies ailleurs, autant pour dimensionner les réseaux d'irrigation sous serre, que pour calculer les besoins ponctuels des cultures.

L'objectif de cette publication est de déterminer avec plus de précision la consommation en eau d'une culture de tomate en fonction du rayonnement global G_r intercepté sous serre.

2. Matériel

Pour déterminer la consommation en eau, nous avons retenu la méthode du bilan hydrique, étant donné sa simplicité et le matériel dont on disposait. Par ailleurs cette méthode peut être appliquée sans restrictions.

L'essai a été conduit sur les parcelles expérimentales de l'INAT à Tunis.

Nous avons utilisé deux types variétaux de tomate, morphologiquement bien différents, notamment la variété H 63-4, à croissance déterminée et la variété H 63-5, à croissance indéterminée.

Notre expérience a été conduite d'une part sous serre isolée et d'autre part en cases lysimétriques sous serre. Les consommations en eau ont été comparées entre elles ainsi qu'avec un essai agronomique avec 4 doses différentes d'irrigation.

* Centre de Recherches de Génie Rural, ARIANA, Tunisie

** Département de phytotechnie, I.N.A.T., 43 av. Ch. Nicolle, 1002 Tunis.

*** Département de Génie Rural, I.N.A.T., 43 av. Ch. Nicolle, 1002 Tunis

La serre isolée de 96 m² (12 m sur 8 m) orientée est-ouest et couverte par un film en polyéthylène (PE) longue durée de 180 microns a été plantée avec les deux variétés de tomate mentionnées, en prenant soin de cultiver les variétés à croissance déterminée sur les 2 lignes de bordure. Pour empêcher la filtration et l'infiltration latérale, la parcelle a été isolée du reste du terrain tout le long de son périmètre par un film de PE normal de 100 microns et ceci sur une profondeur de 120 cm, profondeur jugée largement suffisante pour la culture de la tomate dont 90% des racines ne dépassent pas la profondeur de 50 cm. Deux tubes de sonde à neutrons y ont été implantés, l'un au niveau de la rampe d'arrosage localisée et l'autre juste au milieu entre deux rampes d'arrosage (dans l'allée).

Deux cases lysimétriques, couvrant chacune une superficie de 4 m², ont été installées dans une serre de 224 m² de surface (28 m sur 8 m) et orientée sud-est/nord-ouest. Le film de couverture est un PE longue durée de 180 microns, utilisé en deuxième année. Les deux cases sont identiques, la première a été plantée avec la variété H 63-4 et la deuxième a été plantée en tomates de la variété H 63-5.

Dans une troisième serre, orientée est-ouest, de 440 m² de surface (55 m sur 8 m), nous avons installé l'essai agronomique avec 4 doses d'irrigation. En fonction de l'évapotranspiration ET_p du gazon irrigué sous serre, nous avons choisi des valeurs d'irrigation de 50, 75, 100 et 120% de l'évapotranspiration en serre isolée. Cet essai a aussi été conduit avec les deux variétés H 63-4 et H 63-5. Chaque parcelle élémentaire dans cette serre comportait deux lignes jumelées, dont chaque ligne était plantée par une variété différente.

La serre isolée et la serre comportant l'essai agronomique étaient alimentées en eau à l'aide d'un système d'irrigation goutte à goutte (Agrodrip) à circuit long avec un coefficient d'uniformité assez élevé ($x = 0,8$). L'installation comporte un tuyau d'approche branché sur un robinet de la SONEDE et alimentant une rampe Agrodrip en serpent. Un volucompteur est monté à l'amont de la rampe. Etant donné la bonne qualité de l'eau, la filtration n'était pas nécessaire.

Les cases lysimétriques quant à elles ont été irriguées par arrosoir.

3. Conduite des essais

La détermination de certaines caractéristiques physiques du sol était nécessaire afin de permettre une bonne conduite des essais, en particulier pour fixer la dose d'irrigation, afin de pouvoir maîtriser la percolation profonde et de permettre d'évaluer l'état d'humidité du sol. Les caractéristiques suivantes, densité apparente, porosité totale, perméabilité, etc... ont été déterminées au laboratoire sur des échantillons non remaniés, prélevés à la tarière ou à la sonde sauf pour la courbe de pF, pour laquelle nous avons utilisé un échantillon broyé. Les échantillons ont été prélevés sur 1,20 m de profondeur par couches de 30 cm à raison de quatre échantillons par couche.

Dans la serre isolée et dans la serre à 2 cases lysimétriques la conduite de l'irrigation était telle que l'eau ne constituait pas un facteur limitant pour la plante.

Dans la serre isolée la percolation profonde constituant une deuxième contrainte avec laquelle il fallait tenir compte, la dose fournie à chaque irrigation était calculée en fonction des caractéristiques hydriques des couches prospectées par les racines de la plante. L'application de la méthode du bilan hydrique se limite à y suivre l'évolution du stock d'eau dans le sol. En fait la remontée capillaire est nulle, le niveau de la nappe d'eau libre étant profond (le niveau piézométrique du puits le plus proche est de 10 m), et le sol y a constamment été maintenu humide. Le problème se pose surtout dans la maîtrise de la percolation profonde. On a essayé de limiter au maximum les phénomènes de redistribution en gardant une humidité aussi constante que possible au niveau des couches inférieures (60-90 et 90-120 cm de profondeur). Ceci a impliqué des ajustements fréquents de la dose et de la période d'irrigation en fonction des fluctuations du stock d'eau dans le sol. Dans les cases lysimétriques, le moment de la fermeture du bilan pose un problème délicat, car on ne peut ni évaluer le stock, ni déceler l'arrêt du drainage avec précision. Au début on mesurait la quantité d'eau drainée chaque semaine (= période de mesure), un jour après la dernière irrigation de la même période et ceci sans tenir compte du reste de drainage. Cette méthode laisse supposer que la variation du stock entre deux mesures successives reste toujours nulle. Pour être plus exact on a essayé de tester avec précision cette méthode par un essai qui consiste à suivre l'évolution du débit de drainage avec le temps et ceci à partir de la fin de l'irrigation. Nous avons fait deux essais sur chacune des cases. Bien que cette technique soit plus longue, elle aboutit à des résultats plus précis, mais le moment exact de l'arrêt du drainage reste toujours difficile à cerner.

4. Résultats

4.1. Caractéristiques physiques du sol

Nous avons constaté une augmentation sensible de la densité apparente du sol avec la profondeur et une augmentation en sens inverse de la porosité totale. Le tassement de plus en plus prononcé en profondeur est l'une des causes de ce phénomène.

Les courbes de pF ont montré une évolution de plus en plus aplatie, suivant que la couche correspondante est située plus en profondeur, c'est dire que la capacité d'emmagasinement est d'autant plus faible que la couche est profonde.

L'analyse de la perméabilité à la saturation dégage la faible possibilité de migration de l'eau dans les couches profondes, la couche superficielle étant approximativement neuf fois plus perméable que les couches plus profondes. La perméabilité en surface de 1,80 cm/h classe ce sol néanmoins parmi les sols peu à moyenne-

ment perméables, par contre sa valeur très faible en profondeur contribue à limiter le processus de redistribution au delà de l'épaisseur isolée, objectif recherché dans cette étude.

4.2. Consommation en eau

Sous serre isolée nous avons utilisé la formule :
 $ETRs = I - dS$ où :

$ETRs$ = la consommation en eau au cours d'une période déterminée (en mm. évapotranspiration réelle);

I = la quantité totale d'eau fournie pendant la même période (en mm),

dS = la variation du stock du sol entre le début et la fin de la période. (en mm)

Ainsi à partir du profil d'humidité du sol, établi chaque semaine, il était facile de calculer la consommation d'eau au cours de la période déterminée. Cependant la redistribution peut devenir remarquable chaque fois que l'irrigation était abondante (dose élevée surtout) et elle devient négligeable si l'irrigation est bien conduite (dose plus faible mais adéquate). Pour les cases lysimétriques nous avons utilisé la formule :
 $ETRs = I - D - dS$ où D = la quantité d'eau drainée pendant la période déterminée et mesurée un jour après la dernière irrigation. Cette méthode s'est révélée précise puisqu'en la comparant à deux reprises avec le drainage total, nous avons mis en évidence une erreur de 1,5% et de 0,3%. Ceci veut dire qu'en supposant le

drainage nul un jour après la dernière irrigation, on commet une erreur maximale relative de 1,5%, ce qui est tout à fait négligeable. Le drainage journalier étant négligeable par rapport à l' $ETRs$, donc $dS = 0$, on peut écrire : $ETRs = I - D$.

La consommation en eau de la tomate (ETR) a été comparée avec la consommation du gazon (ETo). Les données de l' ETo (évapotranspiration du gazon irrigué) ont été fournies par le Département de Bioclimatologie de l'INRAT, à partir de deux évapotranspiromètres, installés dans une serre à côté de la serre contenant nos 2 cases lysimétriques de tomate.

Dans le tableau n° 1 nous présentons les consommations périodiques de la tomate sous serre isolée et du gazon, ainsi que le coefficient cultural K pour la serre isolée (Ks)

Dans le tableau n° 2 nous présentons les résultats obtenus sur cases lysimétriques.

Les deux tableaux reflètent d'une façon générale un coefficient cultural K faible au début, augmentant progressivement avec l'âge de la plante et atteignant une valeur maximale au début de la récolte, stade durant lequel la culture de la tomate est très sensible à l'eau et auquel tout déséquilibre entre la demande en eau de l'atmosphère et l'alimentation par le sol, se manifeste par une chute de rendement.

Du tableau 2, il ressort également que durant toute la saison le coefficient cultural K_B de la case B, cultivée avec la variété à croissance indéterminée (H 63-5),

TABLEAU 1

Consommation en eau de la tomate sous serre isolée au cours des différents stades de croissance

Stade	Reprise-floraison	Floraison	Floraison	Floraison	Floraison	Début récolte-fin récolte
	1° bouquet	1° bouquet-	2° bouquet-	3° bouquet-	4° bouquet-	
Période	3/2-6/3	6/3-18/3	18/3-26/3	26/3-7/4	7/4-28/4	28/4-30/6
$ETRs$ mm	17,33	10,53	14,73	17,51	60,60	211,80
ETo mm	33,60	16,12	15,25	18,87	46,48	179,61
Ks	0,52	0,65	0,97	1,04	1,30	1,18

TABLEAU 2

Evolution de la consommation en eau et du coefficient cultural dans les deux cases lysimétriques

Stade	Reprise floraison	Floraison	Floraison	Floraison	Floraison	Début récolte-fin récolte
	1° bouquet	1° bouquet-	2° bouquet-	3° bouquet-	4° bouquet-	
Période	24/1-28/2	28/2-14/3	14/3-24/3	24/3-31/3	31/3-21/4	21/4-23/6
ETR_A mm	24,25	12,50	19,50	18,75	55,20	186,58
ETR_B mm	32,33	12,80	19,00	19,50	56,42	190,83
ETR_O mm	39,02	15,74	16,48	13,50	38,15	178,17
K_A	0,62	0,79	1,18	1,39	1,44	1,05
K_B	0,82	0,82	1,16	1,45	1,48	1,07

Figure 1. Courbes de variations de l'ETRs en fonction du temps

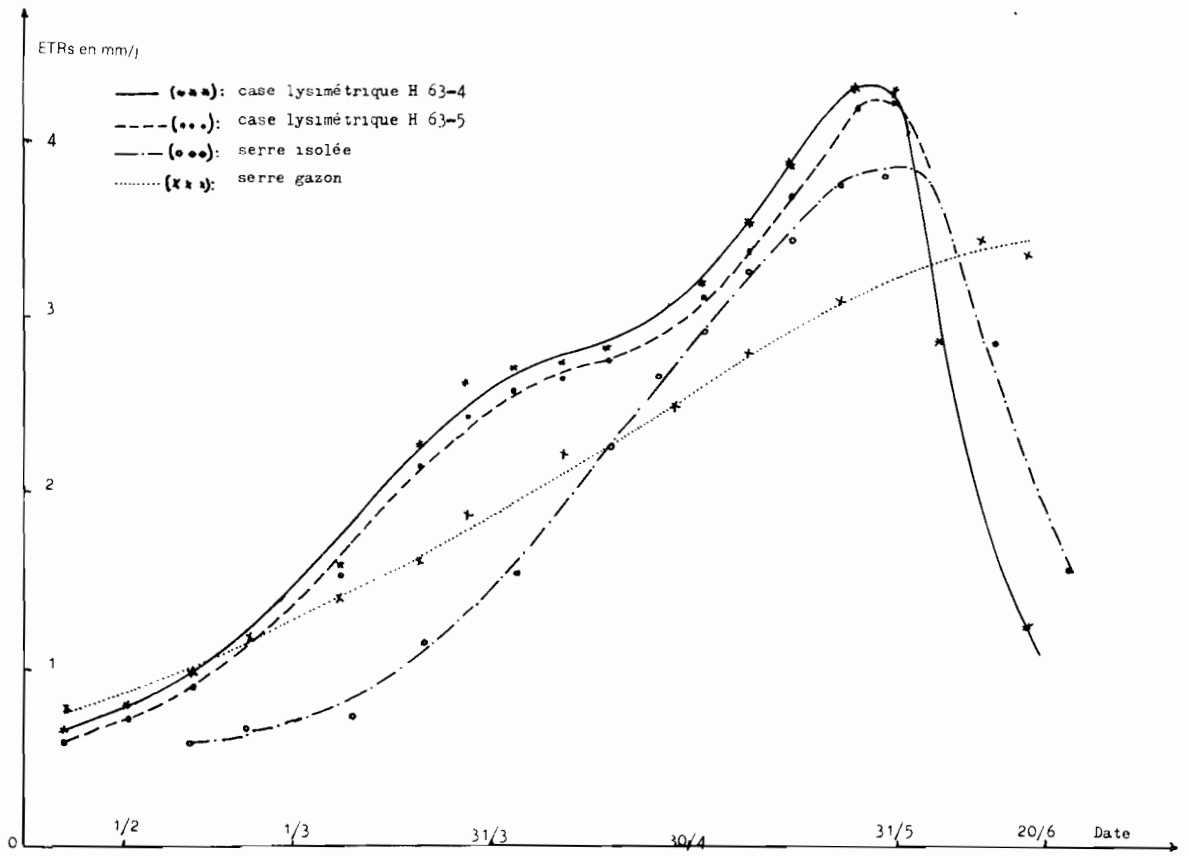
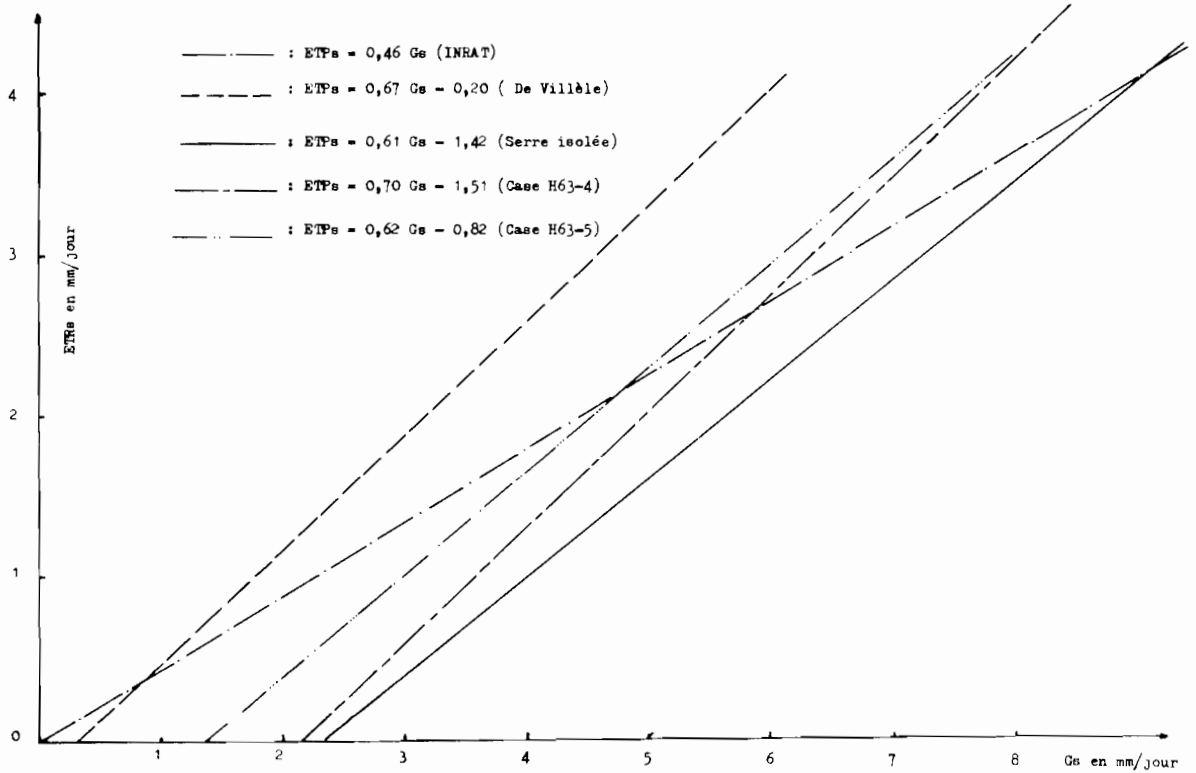


Figure 2: Comparaison des différentes formules



reste supérieur à K_A (coefficient cultural de la case A) cultivée avec la variété à croissance déterminée (H 63-4), ce qui dégage d'une façon claire l'effet du type variétal sur la consommation en eau. Ce résultat est en concordance avec les résultats obtenus en France (4).

La valeur moins élevée du coefficient cultural dans la serre isolée, par rapport à ceux obtenus en case lysimétrique, montre la faiblesse des cases lysimétriques à dimensions réduites (4 m^2), surtout pour des cultures fortement développées en hauteur, comme c'est le cas pour la tomate. Il faut noter également que sous serre isolée, nous avons irrigué par une rampe Agrodrip, en localisant donc les apports, alors que pour les cases nous avons mouillé chaque fois toute la surface, ce qui donne lieu à une évaporation plus importante.

Le grand écart entre l'ETR_A (consommation de la variété H 63-4) et l'ETR_B (consommation de la variété H 63-5) au début de la saison est vraisemblablement dû à une différence du stock d'eau initial dans ces deux cases, le stock de la case A étant supérieur à celui de la case B. Les différences ultérieures constatées entre les deux cases mettent en évidence un effet variété sur la consommation en eau. Ceci est en concordance avec les résultats trouvés en France où les variétés à croissance déterminée ont été décrites comme consommant moins d'eau. La figure n° 1 représentant les courbes de variation de l'ETR montre que la pente des courbes, correspondant aux cultures de tomate conduites en cases, diminue vers la fin mars pour augmenter de nouveau vers la fin avril, chose qu'on n'observe ni avec les résultats de la serre isolée, ni avec ceux de la serre gazon. Nous avons noté pendant cette période que le drainage dans les cases lysimétriques était nul à chaque fois, ce qui a dû limiter légèrement la consommation dans les cases. La surface limitée entre la courbe de la serre isolée et celle de la serre gazon est à peu près égale de part et d'autre de leur point d'intersection, donc la consommation cumulée pendant toute la saison dans la serre isolée est égale à celle du gazon durant la même période. Ce résultat est assez intéressant dans la pratique, car en effet il s'agit de connaître le coefficient cultural de la culture pour en déterminer à tout moment les besoins en eau.

Les comparaisons des consommations en eau entre les cases lysimétriques d'une part et la serre isolée d'autre part, mettent en évidence une surestimation dans les cases lysimétriques. Cette surestimation est globalement de l'ordre de 15% au cours de l'ensemble de la période de culture, mais pour le stade 4^o bouquet, du 24/3 au 31/3 elle atteint 30%. A la pleine récolte, nous enregistrons plutôt une sous-estimation. Cette sous-estimation est acceptable dans la mesure où nous avons obtenu au début de ce dernier stade une percolation par une irrigation trop importante, ce qui nous a fait surestimer la consommation à ce moment là.

En fonction de ces résultats il nous paraît possible d'avancer les paramètres culturaux suivants:

— de la reprise jusqu'à la floraison du 1^o bouquet. 55% ETPs

— de la floraison du 1^o bouquet à la floraison du 2^o bouquet. 65% ETPs

— de la floraison du 2^o bouquet à la floraison du 4^o bouquet 100% ETPs

— de la floraison du 4^o bouquet au début de la récolte. 130% ETPs

— du début jusqu'à la fin de la récolte. 110% ETPs.

4.3. Corrélation entre l'ETRs et le rayonnement global

Matériel et méthode

Les valeurs journalières du rayonnement global sous serre (Gs) ont été calculées en multipliant les données du rayonnement global à l'extérieur, fournies par la Station météorologique de Sidi Bou Saïd (située à environ 15 km de la parcelle), par le coefficient de transmission du film PE (nous avons pris la valeur moyenne de 0,70 et ceci en tenant compte des résultats obtenus par le Laboratoire de Bioclimatologie de l'INRAT (1) en ce qui concerne l'évolution de ce paramètre en fonction du temps)

Les valeurs de Gs (en $\text{cal/m}^2/\text{jour} = L \times G_s$ (mm/jour) où $L = 586 \text{ cal/g}$) ont été ramenées aux valeurs moyennes journalières de l'ETRs.

Les corrélations entre ETRs et Gs observés et calculés dans nos essais sont présentées dans le tableau n° 3.

TABLEAU 3

Equations de régression entre l'ETRs et le rayonnement global sous serre dans la serre isolée et les 2 cases A et B

Parcelle	Serre isolée (1)	Case A. Variété H 63-4 (2)	Case B. Variété H 63-5 (3)
Equations	ETRs = 0,61 Gs -1,42	ETRs = 0,70 Gs -1,51	ETRs = 0,62 Gs -0,82
Coefficient de régression	0,906	0,976	0,973

Les valeurs de l'évapotranspiration sous serre (ETRs) et du rayonnement global moyen sous serre (Gs) sont exprimées en mm/jour. Les formules établies et présentées dans le tableau 3 sont des équations de droites (ETRs = a.Gs + b).

Dans la figure 2 nous présentons la comparaison entre les formules établies dans nos essais par rapport aux formules calculées par l'INRAT, celles de De Villèle (2) et de Balandran

Nous pouvons néanmoins constater que:

— la pente a est la même, ou presque, dans les équations (1) et (3) (0,61 et 0,62), cependant la

constante b chute de $-0,82$ (3) à $-1,42$ (1). Ceci s'explique par le fait que l'installation de la case B plus vers l'intérieur de la serre fait qu'elle bénéficie globalement du même microclimat que celui de la serre isolée et de plus on y retrouve le même couvert végétal. D'autre part la méthode de distribution de l'eau est nettement distincte dans les deux cas, ce qui peut expliquer que la constante b est plus faible dans le cas de la case par la suite d'un sol totalement mouillé en surface, contribuent ainsi à augmenter l'évaporation.

- la pente a est très différente dans les équations (1) et (2), (0,61 et 0,70), alors que la constante b varie peu. $-1,42$ en (1) et $-1,51$ en (2). Ceci provient du fait de l'exposition plus proche d'une porte au Sud, fait régner des paramètres climatiques plus sévères au niveau de la case A, mais surtout de l'influence variétale (croissance déterminée sur la case B).

A la suite de cette comparaison on peut déduire aussi que les formules établies à partir des résultats enregistrés dans les cases lysimétriques surestiment les besoins en eau de la culture sous serre. Nous constatons que les paramètres de nos formules divergent fortement de ceux qui ont été établis par l'INRAT et à Balandran dans le sens d'une surestimation.

4.4. Essai agronomique

L'essai agronomique avec quatre différentes doses d'irrigation a montré une influence non significative des 4 doses sur la croissance végétative en hauteur et en diamètre moyen de la tige de la plante, ainsi que sur le nombre de feuilles moyen par plante. Par contre nous constatons une diminution significative de la longueur de la racine principale en fonction de l'augmentation de la dose d'irrigation. Les résultats de nos observations sur la croissance végétative de la plante concernant la variété H 63-5 sont présentés dans le tableau n° 4.

Par contre, en ce qui concerne le rendement, nous avons constaté une augmentation de la production totale avec une dose d'irrigation croissante, quoique les différences entre la dose 100 et 120% deviennent assez faibles. L'augmentation de la dose résulte surtout dans une amélioration du poids moyen des fruits, quoique non significative. L'influence des doses d'irrigation est beaucoup moins claire sur la récolte précoce, mais il semble que le poids moyen des fruits précoces augmente avec une dose plus faible, ce qui est en effet en concordance avec la pratique: une faible irrigation en début de la culture et au moment de la nouaison favorise la mise à fruit et peut résulter ainsi dans un meilleur calibre des fruits, à condition que l'eau ne soit pas un facteur de limitation. Cet essai semble donc confirmer les résultats des cases lysimétriques en ce sens que le meilleur rendement est obtenu avec 120% (dose serre isolée), soit environ 130% ETR serre.

TABLEAU 4

Effet de la quantité d'eau sur le développement végétatif de la culture de tomate variété (H 63-5) 135 jours après plantation

Dose	Nombre de feuilles par plante	Diamètre moyen de la tige (en mm)	Hauteur de la plante (cm)	Longueur de la racine principale (en cm)
50% ETRsi	12,6	11,5	114	46 a
75% ETRsi	13,2	12,3	112	40 ab
100% ETRsi	12,4	11,6	111	34 bc
120% ETRsi	12,2	11,3	108	32 c
ppds 5%	2,0	1,1	17	8

5. Conclusion

La comparaison de nos résultats avec les résultats trouvés ailleurs nous permet de constater que toutes les recherches ont abouti au même type d'équation entre le rayonnement global solaire sous serre (Gs) et l'évapotranspiration sous serre (ETRs).

Au Centre de Recherches Agronomiques d'Avignon, De Villèle (2) a établi l'équation $ETPs = 0,67 Gs - 0,2$ et ceci pour un lysimètre couvert de gazon sous serre PE. A la Station de Balandran de l'INVUFLEC on a établi pour une culture de tomate (variété H 63-5) sous serre vitrée, l'équation $ETMs = 0,67 Gs - 0,28$ (2, 3). Au département de Bioclimatologie de l'INRAT on a formulé, à partir des résultats de deux évapotranspiromètres de gazon sous serre, l'équation $ETPs = 0,46 Gs$. Cette dernière formule se rapproche très fortement de la formule établie par Riou (1972) dans la région de Brazzaville en extérieur ($ETPe = 0,45 G$).

De la comparaison de nos résultats de consommation avec ceux de la formule de De Villèle (2) et de l'INRAT (1) nous constatons que la formule de De Villèle surestime les besoins en eau sous serre pour la Tunisie. La comparaison de la formule de Balandran nous montre également une surestimation.

Par contre la comparaison entre la formule de l'INRAT et celle établie sur la serre isolée permet de constater que les écarts diminuent en fonction de l'augmentation de Gs, c'est-à-dire au fur et à mesure que la culture de tomate devient de plus en plus couvrante.

Au vu de nos résultats la détermination des besoins en eau de la culture de la tomate sous serre s'avère maintenant facile, tout au moins dans la région de Tunis. Il suffit de disposer des données du rayonnement global à l'extérieur, mesuré à la Station météo de Sidi Bou Saïd, pour calculer l'ETPs avec la formule de l'INRAT, le coefficient de transmission du film plastique étant connu. Cette formule serait encore plus significative si les valeurs journalières du rayonnement global étaient prises effectivement sous serre, afin d'éviter les petites erreurs qui peuvent être introduites par la

variation du coefficient de transmission du film en fonction du temps et suivant les saisons.

Nous plaidons donc en faveur de la prise en considération du rayonnement global solaire comme donnée météorologique, susceptible d'être radiodiffusée, comme le sont d'ailleurs les températures et la pluviométrie. A ce moment, moyennant la confirmation ou l'adaptation régionale de la formule proposée et des paramètres cultureux, chaque agriculteur averti pourrait alors irriguer sa culture de tomate, et ultérieurement aussi les autres cultures avec la quantité d'eau nécessaire, sans gaspillage de ce facteur très important pour la production.

L'utilisation d'une vanne solaire programmable pourrait dans le futur simplifier encore davantage l'irrigation suivant la demande de la plante.

TABLEAU 5

Effet de la quantité d'eau sur le rendement et le poids moyen d'une culture de tomate (variété H 63-5)

Dose	Récolte précoce (au 15/5)		Récolte au 15/6 Production totale	
	Rendement en g/m ²	Poids moyen en g	Rendement en g/m ²	Poids moyen en g.
50% ETR _{si}	3.792	77,6	7.101	60,6
75% ETR _{si}	3.193	72,9	7.746	67,0
100% ETR _{si}	4.301	65,7	8.145	63,6
120% ETR _{si}	3.243	50,0	8.294	69,2
ppds 5%	272	19,5	145	19,8

Bibliographie

1. Benzarti J. et Riou C. (1982). — Etude expérimentale de l'évapotranspiration potentielle sous serre en climat semi aride — Annales de l'Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie **55**, 1, 1 - 24.
2. De Villèle O (1972). — Besoins en eau des cultures maraîchères sous serre Essai de conduite de l'irrigation en fonction du rayonnement global solaire — Acta Horticulturae **35** ...
3. Musard M. et al. (1975). — Les besoins en eau de la tomate de marché et la conduite de l'irrigation — La Tomate. Document INVUFLEC, 125 -147
4. Musard M. et Dupuy M. (1972). — Etude des besoins en eau de la tomate de printemps sous serre à l'aide de cases lysimétriques — PHM, mai 1972, **127** ...
5. Riou C. (1972). — Etude de l'évaporation en Afrique Centrale. Contribution à la connaissance des climats — Thèse de doctorat ès-sciences physiques. Université de Paris VI.

*Hammami M., Ingénieur principal, centre de Recherche de Génie Rural
Verloot H., Maître-assistant, chargé de cours, Laboratoire de Cultures maraîchères
Ennabli N., Maître de Conférences, département de Génie Rural.
Riou C., Maître de Conférences, laboratoire de Biochimotologie.*

Caractéristiques des troupeaux villageois de bovins Djakorés sénégalais (Sénégal oriental) (1)

A. Buldgen* et R. Compère*

Résumé

Trois pour cent du cheptel bovin Djakoré de la région de Tambacounda au Sénégal oriental ont été suivis au cours des années 1980 et 1981, en ce qui concerne : composition du troupeau, taux de naissance, de mortalité et de vente, évolution des effectifs, précocité, développement pondéral et format, gains journaliers de poids.

La composition du troupeau s'équilibre avec 30% de mâles, 70% de femelles, 20% de veaux et velles, 40% de femelles reproductrices; c'est le tableau d'un élevage peu fécond, peu précoce, aux mortalités élevées des jeunes et aux vieilles vaches réformées tardivement.

Les poids des adultes sont de 250 kg pour les femelles et de plus de 300 kg pour les taureaux. Les gains de poids annuels tributaires de la pluviométrie varient de 52 à 66 kg pour les mâles et de 40 à 56 kg pour les femelles de moins de 4 ans.

Les taux de naissance sont inférieurs à 50%, les taux de mortalité de 4 à 16% dépendent des ressources fourragères et sont particulièrement élevés pour les jeunes de moins d'un an et les vaches allaitantes.

La commercialisation, également fonction de la réussite des pluies d'hivernage, porte surtout sur les mâles de moins de 4 ans.

L'évolution annuelle des effectifs est soit positive ou soit négative sous l'action conjointe des conditions climatiques et sanitaires; elle est en moyenne modeste.

Summary

Three per cent of Djakore live-stock from the Tambacounda region were studied during two years 1980 and 1981. The measurements concern: herd composition, birth, mortality and sale rates, variations of population size, age at first calving, calving rate, weight development, animal size, daily live weight gain.

The herd composition is stabilized with 30% bulls, 70% females, 20% calves, 40% females kept for breeding purpose. It shows a breeding with low fertility, late first calving, high mortality rate by young animals and late out of service by old cows.

The average live weight of adult animals is 250 kg for the cows and more than 300 kg for the bulls.

The annual live weight gain depending on annual rainfall varies between 52 and 66 kg for bulls and between 40 and 56 kg for less than 4 years old females.

Birth rates are lower than 50%. Mortality rates between 4 and 16% depend on forage availability and are particularly high for calves younger than one year and for suckler cows.

Sale rate depending on rainfall concern bulls younger than 4 years.

Annual evolution of population size is either positive or negative, influenced by climatic and sanitary conditions; the mean is in any case low.

1. Introduction

Les nombreuses recherches réalisées au Centre zootechnique de Dahra (2, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13) ont précisé les caractéristiques du zébu de race Gobra. Le métis Djakoré qui résulte du croisement ancien entre le Gobra situé au Ferlo et le Ndama trypanotolérant fixé en Casamance et dans la partie Sud du Sénégal oriental, occupe l'espace pastoral séparant les berceaux des deux races parentales.

Le présent document caractérise le type Djakoré en milieu villageois du Sénégal oriental dans un système d'exploitation agro-pastoral mil où les revenus issus de l'élevage sont importants pour les populations peuls. Les données synthétisées ont été obtenues au cours d'un suivi continu du Projet de Développement de l'Élevage au Sénégal Oriental (PDES0) portant sur un échantillon de troupeaux représentatif de ce mode d'élevage.

2. Protocole expérimental

2.1. Milieu

Le territoire étudié couvre au Sénégal une superficie de 13 000 km² au Nord de la route Kaolack — Tambacounda — Bakel de part et d'autre de la ville de Tambacounda.

Le climat tropical de type sahélo-soudanien est caractérisé par.

- l'alternance d'une saison pluvieuse de 4 à 5 mois et d'une saison sèche de 7 à 8 mois,
- une température annuelle élevée avec un maximum en avril-mai et un minimum en décembre-janvier.

La pluviosité très variable dans le temps et aussi dans l'espace est fournie pour la zone du projet au Tableau N° 1. Les isohètes moyens vont de 900 mm au Sud à 400 mm au Nord. L'année 1981 est satisfaisante pour

(1) Travaux réalisés dans le cadre du Projet de Développement de l'Élevage au Sénégal oriental (PDES0) financé par la Banque Mondiale
* Faculté des Sciences agronomiques de l'Etat à 5800 Gembloux Belgique — Service d'Agrostologie et de Zootechnie des Régions chaudes

la hauteur totale et la répartition des pluies tandis que l'année 1980 est déficitaire avec des pluies retardées préjudiciables à la culture du mil et à l'élevage.

TABLEAU 1

Pluviosité dans la zone du projet en 1980 et 1981

	1980		1981	
	mm	jours	mm	jours
mai	0,0	0,0	27,6	2,5
juin	21,7	1,8	11,1	1,2
juillet	65,7	4,2	152,4	7,1
août	174,6	10,0	179,1	8,3
septembre	107,8	6,7	199,8	9,9
octobre	31,3	1,6	41,4	2,8
Totaux	401,1	24,3	611,4	31,8

Au point de vue morphologique, le paysage se compose de :

- plateaux aux sols superficiels occupés par une steppe dense arborée et arbustive avec *Schoenefeldia gracilis* et *Loudetia togoensis*,
- pentes de plateaux cuirassées avec lithosols fortement boisées,
- bas de pente et bordures de vallées sur sol moyennement profond couverts d'une steppe arborée avec *Diheteropogon hagerupii*,
- terrasses de vallées sur sol frais et profond couvertes d'une savane arborée avec *Diheteropogon hagerupii*, *Pennisetum subangustum*, *Andropogon gayanus*. Ces terrasses sont en partie occupées par les villages et cultivées.

La productivité annuelle des parcours exprimée en biomasse herbacée vivante est comprise entre 1 800 et 2 500 kg de m.s. par ha. La valeur des graminées pour la plupart annuelles est très variable dans le temps (Tableau N° 2). En saison sèche, le cheptel utilise le pâturage aérien constitué de feuilles et de gousses en complément des pailles de graminée.

Les troupeaux villageois (50 à 60 têtes en moyenne) effectuent de courts déplacements saisonniers dictés par la protection des cultures en vallée et les pénibles travaux d'exhaure de l'eau

- pendant l'hivernage jusqu'à la récolte du mil en octobre, le gardiennage est assuré et les troupeaux pâturent en bordure des vallées en dehors de la zone cultivée avec abreuvement aux mares de vallée,
- déplacements (30 km) vers les grandes mares permanentes de plateaux ou de vallées jusqu'à leur tarissement en décembre-janvier au plus tard,
- abreuvement aux puits villageois des troupeaux en liberté pendant la longue saison sèche chaude.

TABLEAU 2

Valeur alimentaire des ressources fourragères de la région de Tata: poussettes fraîches de graminées, pailles, feuilles et gousses des arbres fourragers

Valeurs moyennes	Poussettes fraîches	Pailles	Feuilles et gousses
Cendres totales en % de la m.s.	8,82	5,28	6,23
Fibres brutes en % de la m.s.	35,51	40,82	23,59
Protéines brutes en % de la m.s.	7,60	3,49	10,61
UF par kg de m.s.	0,54	0,44	0,80
Protéines brutes digestibles en g par kg de m.s.	42	7	64
Ca en mg par kg de m.s.	5 454	5 595	11 072
P en mg par kg de m.s.	1 061	278	1 259
Mg en mg par kg de m.s.	3 342	3 355	4 051
K en mg par kg de m.s.	14 092	7 001	9 854
Na en mg par kg de m.s.	154	109	167
Cu en mg par kg de m.s.	8,6	6,9	10,5
Zn en mg par kg de m.s.	57,3	43,5	60,3
Mn en mg par kg de m.s.	137,1	122,1	407,4

2.2. Choix et contrôle des troupeaux

L'analyse a porté sur 56 troupeaux complets d'un effectif moyen de 60 têtes, soit 3 360 têtes judicieusement réparties dans la zone du projet et représentant 3 % du cheptel bovin.

La méthode de suivi a été publiée par Buldgen et Compère (1).

3. Résultats

3.1. Composition des troupeaux

Le Tableau N° 3 constitue une synthèse des observations effectuées pendant trois années successives. Les mâles totalisent 30 % des effectifs; la castration qui se pratique sur des sujets de plus d'un an est encore peu fréquente malgré la vulgarisation de ce thème. La commercialisation des mâles pour la boucherie est intense avant l'âge de 4 ans.

La pyramide des âges (fig. 1) indique une mortalité importante des veaux et des velles au cours de leur première année. Toutes les femelles sont conservées jusqu'à un âge avancé sans programme de réforme.

3.2. Poids et format

Le développement pondéral des mâles est régulier jusqu'à 4 ans et aucune différence notable ne se marque entre entiers et castrés. A partir de 4 ans, les effectifs se réduisent considérablement suite à une commercialisation intense: les quelques sujets engraisés de plus de 7 ans dépassent 350 kg.

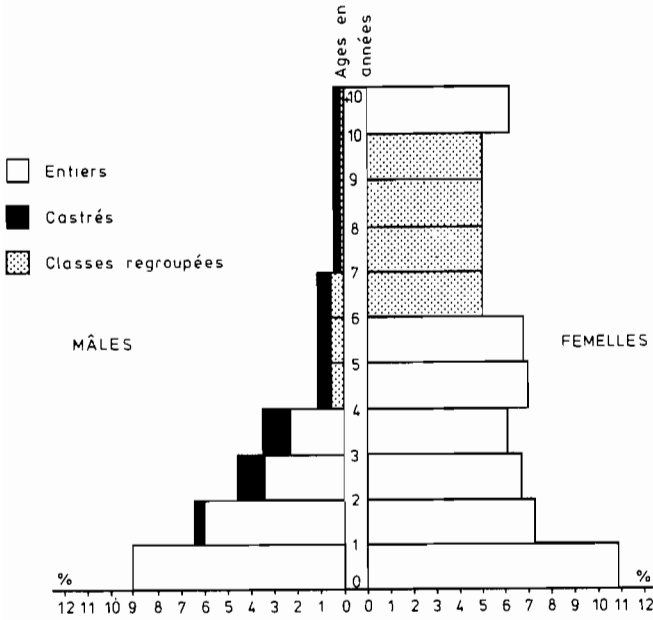


Figure 1 Pyramide des âges en % de l'effectif total

La courbe de croissance des femelles est régulière jusqu'à 5 ans correspondant à la première année de mise-bas; elles prendront ensuite encore une vingtaine de

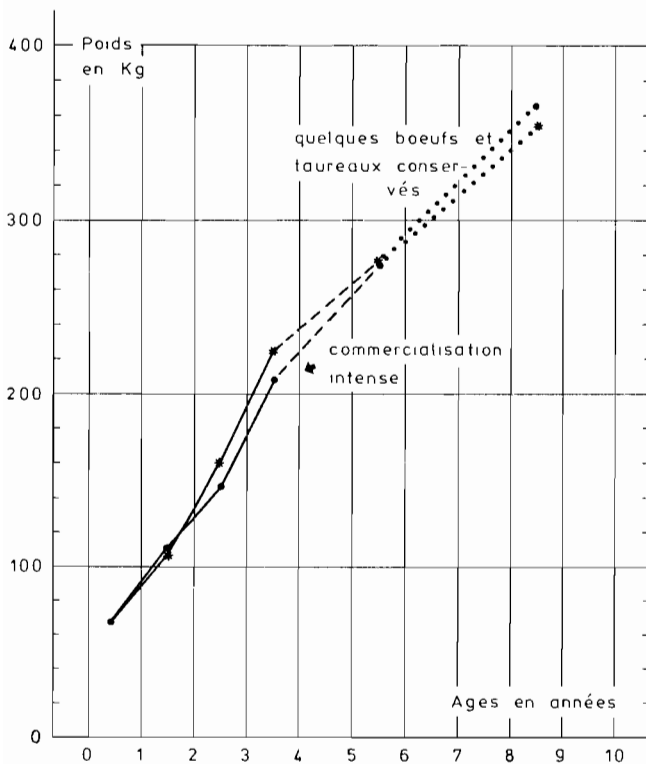


Figure 2 Courbes de développement pondéral des mâles entiers et castrés

- mâles entiers
- * mâles castrés
- - - après une intense commercialisation
- quelques sujets conservés

kilos avec des variations importantes dues à la gestation, la lactation et les fluctuations des ressources alimentaires.

TABLEAU 3

Comparaison du troupeau villageois selon les classes d'âges en %

Classes d'âges (années)	Mâles			Femelles
	Castrés	Entiers	Total	
0 - 1		9,10	9,10	10,89
1 - 2	0,52	6,01	6,53	7,32
2 - 3	1,15	3,36	4,51	6,67
3 - 4	1,22	2,29	3,51	6,14
4 - 5				7,03
5 - 6	1,86	1,70	3,56	6,84
6 - 7				
7 - 8	1,06	0,80	1,86	
8 - 9				19,84
9 - 10				
> 10				6,20
Totaux	5,81	23,26	29,07	70,93

TABLEAU 4

Evolution des poids et formats avec l'âge

Ages	Mâles		Ages	Femelles	
	Poids (kg)	pth (cm)		Poids (kg)	pth (cm)
Ve	67	90	V1	62	89
B ₁	108	110	G ₁	106	108
B ₂	161	128	G ₂	146	123
B ₃	226	142	G ₃	188	134
B _{4 à 6}	277	153	V ₄	224	144
B > 6	354	166	V ₅	236	144
			V ₆	236	146
T ₁	110	109	V ₇	250	148
T ₂	146	122	V ₈	256	149
T ₃	208	138	V ₉	255	149
T _{4 à 6}	275	152	V ₁₀	256	149
T > 6	367	168	V > 10	253	149

Le poids des adultes est en moyenne de 250 kg pour les femelles et de plus de 300 kg pour les mâles reproducteurs. Ces chiffres concordent avec ceux fournis par les auteurs étudiant les troupeaux traditionnels de race Gobra (3, 4, 14).

3.3. Gains de poids

Les gains de poids journaliers ont été appréciés sur 1 900 sujets en 1980 et sur 665 sujets en 1981. Les

influences climatiques se marquent nettement, à savoir.

(moyennes et écarts types) en g/j	Année sèche 1980	Année satisfaisante 1981
mâles castrés	144 ± 42	177 ± 62
mâles entiers	142 ± 54	182 ± 60
femelles de moins de 4 ans	111 ± 9	153 ± 22
femelles de plus de 4 ans	16 ± 21	40 ± 30

TABLEAU 5

Développement pondéral des diverses catégories au cours des années 1980 et 1981
Données exprimées en g par jour

Catégories	Mâles		Femelles		
	1980	1981	1980	1981	
Ve - T ₁	128	202	V ₁ - G ₁	122	182
B ₁ - B ₂	147	—	G ₁ - G ₂	110	157
B ₂ - B ₃	180	97	G ₂ - G ₃	114	132
B ₃ - B ₄	—	264	G ₃ - V ₄	99	140
B ₄ - B ₅	107	188	V ₄ - V ₅	32	52
B ₅ - B ₆	—	168	V ₅ - V ₆	1	48
B ₆ - B ₇	—	204	V ₆ - V ₇	41	56
B > 7	159	148	V ₇ - V ₈	25	68
T ₁ - T ₂	100	126	V ₈ - V ₉	-2	-16
T ₂ - T ₃	168	162	V > 9	-6	30
T ₃ - T ₄	—	175			
T ₄ - T ₅	142	143			
T ₅ - T ₆	—	262			
T ₆ - T ₇	185	276			
T > 7	—	70			

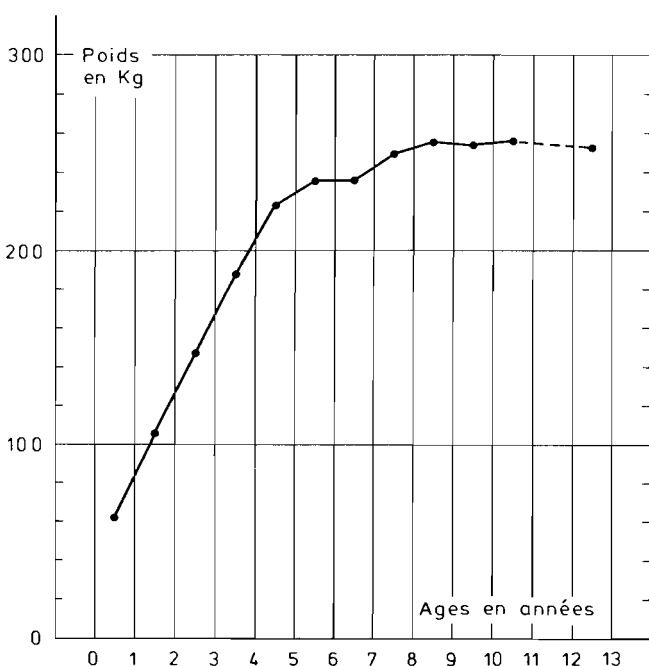


Figure 3: Courbe de développement pondéral des femelles
--- vaches hors d'âge.

Malgré les croûts très irréguliers selon les catégories d'âges (9), on peut néanmoins conclure que:

- les castrats ne réalisent pas en moyenne des gains plus élevés que les mâles entiers ce qui ne coïncide pas avec les observations de certains (13);
- les femelles grandissent moins vite que les mâles du même âge. Dès l'entrée en reproduction, le développement pondéral cesse et les importantes fluctuations de poids sont dues à l'état physiologique et aux disettes alimentaires périodiques.

Les observations portent uniquement sur deux années successives très différentes en ce qui concerne la pluviosité, 1981 possède des pluies plus copieuses et mieux réparties que 1980. Les performances de croissance sont systématiquement meilleures en 1981 pour l'ensemble des catégories animales.

L'existence d'une longue saison sèche occasionnant des pertes de poids chez les bovins (3) fait que les performances annuelles de croissance restent modestes: 66 kg pour les mâles et 56 kg pour les femelles de moins de 4 ans.

3.4. Paramètres zootechniques

Les taux de naissance en troupeau villageois (48,70%) correspondant à un premier vêlage à partir de 4 ans et des mises-bas groupées naturellement en juillet (saison de monte de mi-août à fin novembre et durée moyenne de gestation de 293 jours) sont faibles, nettement inférieurs à ceux renseignés en station (8, 11). Ce facteur est fortement influencé par la réussite de l'hivernage, donc de l'importance et de la qualité des ressources fourragères.

Les mortalités sont conditionnées par l'apparition d'une disette alimentaire en juillet suite aux pluies tardives, soit 16% de l'effectif total en 1980 et 4% seulement en 1981 doté de pluies bien réparties. Les mortalités apparaissent surtout chez les jeunes et les vaches allaitantes, les autres catégories sont moins affectées. En station par contre, 80% des mortalités apparaissent chez des individus âgés de moins de deux ans surtout lorsque les vêlages sont groupés en juillet (7).

Le taux de vente est aussi fonction de la réussite de l'hivernage. En 1980, la culture du mil s'est soldée par un échec et la vente des animaux a permis de compenser l'insuffisance de céréales au niveau des revenus familiaux. Ce système agro-pastoral en zone sahélo-soudanienne assure une certaine sécurité de subsistance en année sèche par la vente de bovins, les années humides favorables aux céréales permettent une reconstitution des effectifs commercialisables.

Les ventes portent tout d'abord sur les mâles avant 4 ans (64%) mais aussi sur les vaches réformées (21%) et les génisses (15%).

La fluctuation des effectifs de bovins est fortement influencée par la pluviométrie, c'est-à-dire l'abondance des ressources fourragères: fortement négative en

TABLEAU 6
Paramètres zootecniques en 1980 et 1981

	1980	1981	Moyennes
Taux de naissance des femelles reproductrices %	47,68	49,72	48,70
Mortalités en % des effectifs totaux	15,66	3,96	9,81
Mortalités dans les catégories :			
veaux et velles %	31,70	35,30	33,50
vaches %	39,82	36,97	38,40
génisses %	15,54	13,17	14,35
mâles %	12,94	14,56	13,75
Ventes en % des effectifs totaux	12,04	9,23	10,64
Répartition des ventes			
mâles de boucherie %	62,44	66,30	64,37
génisses %	13,82	15,01	14,42
vaches %	23,74	18,69	21,21
Evolution des effectifs en % de l'année précédente	-8,18	11,71	1,77

1980 (- 8,18%, disparition des sujets affaiblis) ou fortement positive en 1981 (+ 11,71% troupeau assaini profitant d'une alimentation satisfaisante). L'accroissement annuel moyen reste modeste.

4. Conclusions

Les caractéristiques des troupeaux villageois de bovins Djakorès sont le reflet de ressources alimentaires liées à une pluviométrie insuffisante et irrégulière, d'un système d'exploitation agro-pastoral très primitif, du faible niveau technique des éleveurs et de conditions sanitaires liées à l'état de nutrition.

La composition du troupeau s'équilibre avec 30% de mâles, 70% de femelles, 20% de veaux et velles, 40% de vaches reproductrices; c'est le tableau d'un élevage peu fécond, peu précoce, aux mortalités élevées des jeunes et aux vieilles vaches réformées tardivement.

La commercialisation des mâles se fait régulièrement avant l'âge de 4 ans, la castration des mâles impropres à la reproduction est loin d'être généralisée en vue d'une sélection du type.

Le format et les performances pondérales sont influencés par des ressources fourragères très irrégulières en qualité et quantité, à savoir :

- 52 à 66 kg de gain par an pour les mâles et 40 à 56 kg pour les femelles de moins de 4 ans selon l'échec ou la réussite de l'hivernage;
- 250 kg de poids pour les femelles adultes et plus de 300 kg pour les taureaux.

Les carences minérales en P, Na et Cu doivent être levées par la distribution d'un supplément minéral équilibré.

L'analyse des paramètres démographiques met en évidence un taux de naissance bas (< 50%), un taux de mortalité élevé (9,8%) surtout dans la première classe d'âge et des effectifs à évolution lente (1,8%); ils sont fortement influencés par la réussite de l'hivernage, soit des pluies abondantes, précoces et bien réparties de mai à octobre. En année défavorable, on assiste à une diminution des naissances, à des mortalités élevées, à un développement pondéral faible, à une élévation des ventes; cela se traduit par une chute spectaculaire des effectifs (- 11,7%).

Le but d'un projet de développement de l'élevage est de lever ces contraintes et de soustraire davantage ces troupeaux aux aléas climatiques par :

- une meilleure exploitation de l'espace pastoral : pâturage des plateaux en hivernage, rotation de parcours de vallée en saison sèche avec un gardiennage plus efficace et des points d'eau complémentaires,
- la constitution de réserves fourragères pour la période critique : meules de fanes et de paille, réserves de fourrages naturels sur pied dans les vallées, fanage de certains parcours riches, culture fourragère d'*Andropogon gayanus* à faucher et à pâturer,
- la distribution d'un supplément minéral résorbant les insuffisances alimentaires en P, Na et Cu principalement,
- la sélection des géniteurs par la castration des mâles indésirables pour la reproduction et la réforme des vaches âgées et mal conformées,
- la prophylaxie contre les maladies contagieuses et parasitaires par la fourniture de vaccins et de médicaments aux éleveurs.

Bibliographie

1. Buldgen, A. et Compère, R., 1983. Choix d'une méthode de suivi des troupeaux de bovins sénégalais encadrés. *Tropicultura* **1**, 3, 99-102.
2. Calvet, H., Valenza, J., Orue, J. et Chambon, J., 1972. Engraissement intensif de zébus peuhl sénégalais (Gobra). Quatrième partie : Embouche en région rizicole. Mâles entiers ou castrés — poids moyen 250 kg. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.* **25**, 1, 85-96.
3. Calvet, H., Friot, D. et Gueye, I.S., 1976. Supplémentations minérales, alimentaires et pertes de poids des zébus sahéliens en saison sèche. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.* **29**, 1, 59 — 66.
4. Denis, J.P. et Valenza, J., 1970. Comportement pondéral des femelles adultes de race Gobra (zébu peuhl sénégalais). Comparaison avec les animaux importés pakistanais et Guzera. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.* **23**, 2, 229-241

5. Denis, J.P. et Valenza, J., 1971. Extériorisation des potentialités génétiques du zébu peuhl sénégalais (Gobra). *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **24**, 3, 409-418.
6. Denis, J.P., Valenza, J. et Thiongane, A.I., 1972. Extériorisation des potentialités du zébu Gobra. Résultats des abattages pratiqués en 1971. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **25**, 2, 245-257.
7. Denis, J.P. et Valenza, J., 1972. Etude de la mortalité bovine au Centre de Dahra (Sénégal). *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **25**, 3, 445-454.
8. Denis, J.P. et Thiongane, A.I., 1973. Caractéristiques de la reproduction chez le zébu étudiées au Centre de Recherches zootechniques de Dahra. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **26**, 4, 49a-60a.
9. Denis, J.P., Valenza, J. et Thiongane, A.I., 1974. Extériorisation des potentialités du zébu Gobra. Résultat des abattages pratiqués en 1972. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **27**, 1, 109-114.
10. Denis, J.P. et Thiongane, A.I., 1975. Notes sur les facteurs conduisant au choix d'une saison de monte au C.R.Z. de Dahra (Sénégal). *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **28**, 4, 491-497.
11. Denis, J.P. et Thiongane, A.I., 1978. Influence d'une alimentation intensive sur les performances de reproduction des femelles zébus Gobra au C.R.Z. de Dahra. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **31**, 1, 85-90.
12. Denis, J.P., 1978. Note sur le sex-ratio chez le zébu Gobra au C.R.S. de Dahra. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **31**, 4, 443-445.
13. Gilibert, J. et Dubois, P., 1973. Influence de l'âge à la castration sur le développement et le rendement du zébu à Madagascar. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **26**, 2, 245-248.
14. Valenza, J., Calvet, H. et Orve, J., 1971. Engraissement de zébus peuhl sénégalais (Gobra).
1^{ère} partie: Mâles entiers — 3 à 5 ans — Poids moyen 255 kg
II^e partie: Mâles castrés — 7 à 10 ans — Poids moyen 330 kg
Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., **24**, 1, 79-109 et 111-124.

A. Buldgen, Belge, ingénieur agronome A.I.Gx, assistant à la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Etat à Gembloux.

R. Compère, Belge, ingénieur agronome, A.I.Gx, Dr en sciences agronomique, Professeur à la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Etat à Gembloux.

Effets de labour et de non-labour en combinaison avec l'alimentation azotée sur le rendement du maïs (cv. SHABA I).

M. Bitijula*, K. Lumpungu**, M. Mukole*.

Résumé

Une étude des effets de conditions de travail du sol, le labour et le non-labour, en combinaison avec l'alimentation azotée sur le rendement du maïs (Zea mays L.) a été menée sur un ferralsol à Yangambi au Zaïre.

L'azote a été apporté à des doses croissantes variant entre 0 et 80 kg/ha. Le rendement moyen obtenu en conditions de non-labour a été de 20.7% supérieur à celui obtenu en conditions de labour. Le test de comparaison des traitements a révélé des différences hautement significatives entre le labour et le non-labour ainsi qu'entre les différentes doses d'azote.

Dans les conditions de non-labour, les doses de 40, 60 et de 80 kg N/ha ont donné des effets significatifs en augmentant le rendement respectivement de 66.3, 68.4 et de 72.6% par rapport au témoin. En conditions de labour, par contre, seule la dose de 40 Kg N/ha a donné un résultat significatif en augmentant le rendement de 82.2% par rapport au témoin.

Summary

The nitrogen was applied at the rates ranging from 0 to 80 kg/ha. The mean maize grain yield under no-tillage was 20 percent higher than under tillage. Significant differences in maize grain yield were observed between tillage and no-tillage, and between different rates of nitrogen.

Under no-tillage system, significant differences were observed at 40, 60 and 80 kg N/ha with an increase of yield of 63.3, 68.4 and 72.6 percent respectively when under tillage system, it was observed only at 40 kg N/ha with an increase of 82.2 percent.

1. Introduction

En régions tropicales humides, de nombreux travaux sont actuellement axés sur la recherche d'une technique de travail du sol n'occasionnant pas de grandes modifications qui seraient à l'origine de la détérioration des propriétés physiques et chimiques des sols (CHARREAU, 1968).

Le travail minimum du sol est l'une des techniques en essai en vue de réduire la dégradation des sols, due souvent aux travaux aratoires. Cette technique a déjà été expérimentée par d'autres chercheurs (MOSCHLER et MARTENS, 1975 et KANG et YAMUSA, 1977).

Nous avons pensé qu'il était intéressant de compléter les données existantes, raison pour laquelle nous avons mené une étude sur les effets des systèmes de travail du sol combinés à l'alimentation azotée sur le rendement du maïs (protéines brutes et maïs grains), variété SHABA I, dans les conditions édaphoclimatiques de Yangambi au Zaïre.

2. Matériel et méthodes

L'essai a été mené à Yangambi (24°25' longitude E. et 0°46' latitude N.), de mai à août 1983, sous un climat à caractère continental traduisant un aspect semi-

ombrophile et appartenant au type Af de la classification de Köppen et à la classe B de Thornthwaite (BERNARD, 1951).

Au cours de l'essai, des précipitations de 591,15 mm et des températures moyennes variant entre 24 et 25 °C ont été enregistrées.

Le sol du site expérimental est un ferralsol de texture sablo-argileuse (20 à 30% d'argile) et de pH acide (5.5). Ce sol a été décrit par GILSON et coll. (1956), comme appartenant à la série Yakonde (Y₂) de la classification INEAC (SYS et coll., 1961).

Dans cette étude, dix traitements ont été comparés en «split-plot», dans lequel le labour et le non-labour ont constitué les traitements principaux et les doses d'azote (0, 20, 40, 60 et 80 kg/ha) les sous-traitements, répétés quatre fois.

Trois jours avant le semis du maïs, du phosphore sous forme de superphosphate simple (18% P₂O₅) et du potassium sous forme de sulfate de potassium (40% K₂O) ont été apportés au sol à raison de 40 kg P₂O₅ et de 20 kg K₂O/ha. L'azote sous forme uréique a été apporté en localisation autour des plantes quatorze jours après semis.

Le maïs, variété SHABA I, a été semé aux écartements de 0.75 × 0.25 m, à environ 5 cm de profondeur à

* Institut Facultaire des Sciences Agronomiques (IFA) de Yangambi, BP 28 Yangambi, Zaïre

** Institut Supérieur des Sciences Agronomiques (ISEA) de Bengamisa, BP 924 Kisangani, Zaïre

raison de 2 graines par poquet. La superficie parcellaire était de 24 m², soit 8 m sur 3 m. Une première élimination des mauvaises herbes a eu lieu quinze jours après l'application de l'azote. Elle s'est faite par sarclage à l'aide d'une bêche sur les parcelles labourées et par arrachage sur les parcelles non labourées pour ne pas perturber la structure du sol.

La récolte du maïs est intervenue quatre-vingt-dix jours à dater du semis. Le maïs grains a été séché au soleil jusqu'à 13.5% d'humidité (en fonction de la matière sèche).

La teneur en protéines brutes du maïs correspondant aux différents traitements a été déterminée par la méthode Kjeldahl ($N_{\text{total}} \times 6.25$). De même, l'intervalle de temps entre le semis et l'apparition des premières fleurs a été observé pour chaque traitement.

3. Résultats et discussion

3.1. La floraison

Les résultats sur la floraison sont repris dans le tableau n° 1. Il ressort de ces résultats que l'intervalle de temps entre le semis et l'apparition des premières fleurs mâles et femelles a été différemment influencé, aussi bien par les systèmes de travail du sol que par les différentes doses d'azote. Les plants en conditions de non-labour ont, en général, fleuri tardivement par rapport aux plants sur parcelles labourées. Le retard a été de 24, 48, 42, 66 et de 67 heures pour la floraison mâle alors qu'il a été de 37, 66, 48, 78 et de 24 heures pour la floraison femelle, respectivement pour les doses d'azote de 0, 20, 40, 60 et de 80 kg/ha.

Le test de la plus petite différence significative (P.P.D.S.01) a révélé une différence de moyenne entre le non-labour et le labour à la dose de 60 kg N/ha en ce qui concerne la floraison mâle et aux doses de 20 et de 60 kg/ha pour la floraison femelle.

D'une façon générale, l'intervalle de temps entre le semis et l'apparition des premières fleurs augmentait avec l'accroissement de la dose d'azote.

3.2. Le rendement en maïs grains

Les résultats obtenus (exprimés en kg/ha) sont consignés dans le tableau n° 1. L'analyse statistique de ces résultats a montré que les techniques de travail du sol (labour et non-labour) ainsi que les différentes doses d'azote ont différemment influencé le rendement en maïs grains, et que l'interaction n'est pas significative.

La différence entre le non-labour et le labour est de 15.4; 29.2; 5.3; 15.7; 31.9 et de 41.4% par rapport au labour respectivement pour les doses de 0, 20, 40, 60, et de 80 kg/ N/ha.

Quant à l'influence de l'azote, dans le cas du non-labour, le rendement a significativement augmenté avec l'accroissement des doses d'azote alors que dans

TABLEAU 1

Effet de l'azote en conditions de labour et de non-labour du sol sur le rendement en maïs grains, la teneur en protéines brutes et le nombre de jours entre le semis et l'apparition des premières fleurs.

	Doses d'azote (kg/ha)				
	0	20	40	60	80
	Rendement en maïs grains (kg/ha)				
Non-labour	1 604	2 204	2 391	2 416	2 467
Labour	1 446	1 800	2 292	1 933	1 867
	Teneurs en protéines brutes (en % de matière sèche)				
Non-labour	9.10	9.73	10.45	12.38	12.78
Labour	9.03	9.45	10.38	12.25	12.33
	Floraison mâle (jours)				
Non-labour	44.00	46.75	50.00	50.75	50.75
Labour	43.00	44.75	48.00	48.00	49.25
	Floraison femelle (jours)				
Non-labour	49.75	52.75	56.25	57.50	57.50
Labour	48.25	50.00	54.25	54.25	56.50

TABLEAU 2

Résumé de l'analyse de variance (rendement en maïs grains)

Sources de variation	Degrés de liberté	Sommes des carrés des écarts	Carrés moyens	F
Techn. trav. du sol	1	6.76	6.76	13.32
Doses d'azote	4	17.99	4.50	3.54
Blocs	3	5.53	1.85	
Techn. trav. du sol-doses d'azote	4	2.37	0.59	0.91
Techn. trav. du sol-blocs	3	1.52	0.51	
Doses d'azote-blocs	12	15.23	1.27	
Tech. trav. du sol-doses d'azote-blocs	12	7.83	0.65	
Totaux	39	57.23		

le cas du labour, il n'a augmenté que jusqu'à la dose de 40 kg/ha, dose au-delà de laquelle il a progressivement baissé. D'une manière générale, les rendements les plus élevés ont été obtenus en conditions de non-labour du sol.

Par rapport au témoin (0 kg N/ha), le rendement a augmenté de 50.5; 66.3; 68.4 et de 72.6% en non-labour et de 34.4; 82.2; 47.4 et de 40.8% en labour, respectivement pour les doses de 20, 40, 60 et de 80 kg/ha. Il ressort de ces résultats que l'azote a eu beaucoup plus d'influence sur le rendement en conditions de non-labour qu'en celles de labour.

3.3. Teneurs en protéines brutes

Les teneurs en protéines brutes du maïs grains (exprimées en % de matière sèche) sont reprises dans le tableau n° 1. L'analyse statistique de ces résultats

a révélé qu'il n'y a pas de différences significatives entre les teneurs en protéines brutes obtenues en conditions de labour et de non-labour. Toutefois les teneurs les plus élevées ont été obtenues en conditions de non-labour.

Le test de comparaison des traitements secondaires (doses d'azote) témoigne qu'en labour comme en non-labour, les doses de 40, 60 et 80 kg/ha ont mis en évidence des différences significatives par rapport au témoin, occasionnant ainsi des augmentations respectives de 14.9; 35.7; 36.5% en labour et de 14.8; 36.0; 40.4% en non-labour du sol. L'apport de 20 kg/ha d'azote n'a augmenté la teneur en protéines brutes que de 6.9 et de 4.7% respectivement pour le non-labour et le labour.

4. Conclusions

Le tableau n° 1 reprend les résultats de tous les paramètres observés dans cette étude de l'effet de l'azote en conditions de labour et de non-labour sur le rendement du maïs (*Zea mays L.*), var. SHABA I, dans les conditions édaphoclimatiques de Yangambi au Zaïre.

Aucun effet significatif de la technique (système) de travail du sol n'a été observé sur les teneurs en protéines brutes. Par contre, les doses de 40, 60 et 80 kg/

ha d'azote ont occasionné des différences significatives par rapport au témoin, que cela soit en conditions de labour ou de non-labour.

Les deux systèmes de travail du sol ainsi que les différentes doses d'azote ont différemment influencé le rendement en maïs grains. Le rendement obtenu en système de non-labour a été de 20.7% supérieur à celui obtenu en système de labour.

En labour, seule la dose de 40 kg N/ha a donné un rendement significativement différent par rapport à la dose de 0 kg N/ha, alors qu'en non-labour, l'augmentation de rendement a été fonction de celle de la dose d'azote.

Dans cette investigation, le système de non-labour s'est révélé supérieur par rapport au système de labour en ce qui concerne le rendement en maïs grains. Ces résultats concordent avec ceux obtenus par Kang and Yamusa (4) et par Kang and al. (5). Ces derniers signalent que la pratique prolongée de non-labour ne serait pas indiquée sur un sol sablonneux sans fertilisation adéquate. Ceci concernerait probablement aussi le sol de Yangambi avec une texture sablo-argileuse et généralement pauvre. Toutefois, d'autres essais mériteraient d'être réalisés en régions tropicales humides et plus particulièrement dans la cuvette centrale zaïroise afin de confirmer ou d'infirmer les résultats obtenus dans cet essai.

Bibliographie

1. Bernard, E., 1951 Abaque psychrométrique du réseau éoclimatique de l'INEC, Yangambi. Publ. INEAC, Bruxelles, pp 49.
2. Charreau, G., 1968 Rain and erosion — Pluie et érosion. In African Soils. African Bureau of Soil Science. Vol XIII, n° 3, Paris, p. 241-244, 245-253.
3. Gilson, P., Jongen, P., Van Wambeke, A. et Liben, L., 1956 Notice explicative de la carte des sols et de la végétation 6 Yangambi; Planchette 2 Yangambi A et B., Publ. INEAC, Bruxelles, pp. 35.
4. Kang, B.T. and Yamusa, M., 1977: Effect of tillage methods and phosphorus fertilization on maize in the humid tropics. Agron. J. 69. 291-294.
5. Kang, B.T., Moody, K. and Adesina, J.O., 1980: Effects of fertilization and weeding in non-tillage and tilled maize. Fertilizer Research 1 87-93.
6. Moschler, W.M and Martens, D.C., 1975: Nitrogen, phosphorus and potassium requirement in non-tillage and conventionally tilled corn. Proc. Soil Sci. Am. 39: 886-891.
7. Sys, C, A. Van Wambeke, R. Frankart, P. Gilson, P. Jongen, A. Pecrot, J-M. Berge et M. Jamagne, 1961 La cartographie des sols au Congo. Ses principes et ses méthodes. Publ. INEAC, Sér. Techn., n° 66, Bruxelles, p. 149.

M. Bitijula (Zairois), Ingénieur Agronome, Assistant à l'Institut Facultaire des Sciences Agronomiques (IFA) de Yangambi, Zaïre.
K. Lumpungu (Zairois), Professeur, Directeur de l'Institut Supérieur des Sciences Agronomiques (ISEA) de Bengamisa, Zaïre.
M. Mukole (Zairois), Ingénieur Agronome, Institut Facultaire des Sciences Agronomiques (IFA) de Yangambi, Zaïre.

The culture of *Tilapia* species in tropical and subtropical conditions

J. De Maeseneer*

Summary

Although since long known by African fishermen it is only in the last 40 years that *Tilapia* has been recognized as one of the most promising groups of fish species for culture. The initial successes for culture in Central Africa were followed by several failures mainly because of excessive breeding and early sexual maturity in shallow waterbodies as ponds.

From the present knowledge it appears that tilapia has a great future for increasing the productivity in unmanaged environments as man-made lakes and reservoirs primarily destined for the production of hydro-electricity. Careful stocking of paddies and irrigation canals can solve a number of biological problems associated with them and provide an additional though valuable high-protein food source. Great future offers also the culture of tilapia in traditional pond culture especially in polyculture with members of the carp family, mullets and waterfowl in areas of the tropical and subtropical belt. In coastal ponds *T. mossambica* is a valuable species for sanitary reasons.

The culture of tilapia in small farm ponds often meets with failure owing to excessive breeding and stunting unless the all-male technique can be applied through government input and encouragement. As a rule this type of production will be the least attractive.

Although *Tilapia* spp. do not achieve the largest individual growth their tolerance towards adverse conditions and their acceptance of a wide variety of food-stuffs, primarily waste products from agriculture, their resistance to diseases and (at least in some species) their tolerance of crowded environments make them suitable subject for cultures in raceways, circular tanks and cages. Through heavy inputs of water and pelletized feeds nearly incredible annual yields as 2 000 tonnes per ha of water surface (1) and more were realized. This means that this type of production surpasses by far any other known form of animal husbandry but it needs high technological input (thus capital) and skill which are seldom available in developing countries where the need for fish is the greatest.

Tilapias gained rapid popularity as cultured species in many parts of the world but their often indiscriminate translocation and the fact that cross-breedings between species occur very easily resulted in hybrids which are often impossible to identify. In view of the genetic work for producing fastgrowing and late maturing stock lines it is necessary to conserve what pure stocks still remain in the world. This can only be achieved by an international institute.

Résumé

Bien que les espèces de *Tilapia* soient déjà connues depuis longtemps par les pêcheurs africains, ce n'est que depuis quelques 40 années qu'elles ont été reconnues très propices à la culture intensive. Les succès initiaux en Afrique centrale ont été suivis par de nombreux échecs dus à la reproduction prolifique et la maturité sexuelle précoce dans des milieux peu profonds comme les étangs.

Des connaissances actuelles il ressort que les tilapias ont un grand avenir pour augmenter la productivité de milieux non-aménagés comme les lacs artificiels et les réservoirs destinés en premier lieu à la production d'énergie hydroélectrique. La mise en charge soignée de paddies et de canaux d'irrigation peut résoudre un nombre de problèmes biologiques et en même temps apporter une source additionnelle mais non négligeable de protéines animales. Un grand avenir attend aussi la culture en étangs traditionnels spécialement en polyculture avec des membres de la famille des cyprins, mullets et d'oiseaux aquatiques dans les régions tropicales et subtropicales. Dans les étangs côtiers *T. mossambica* est une espèce de grande valeur due à son rôle écosanitaire.

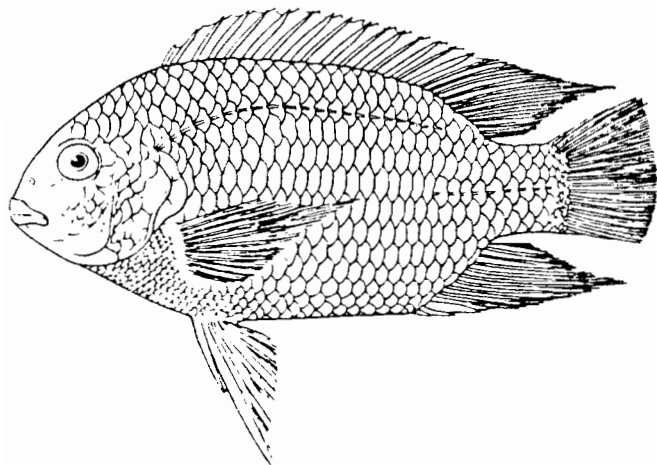
La culture des tilapias en exploitation familiale est souvent décevante à cause de la reproduction prolifique et du nanisme. Ce problème peut être résolu par l'application de la culture monosexue (mâles) avec l'aide et l'encouragement de la part d'instances gouvernementales. En général ce type de production sera le moins attractif.

Bien que des espèces de tilapias ne réalisent point la croissance individuelle maximale, leur tolérance envers des conditions adverses et leur capacité d'utiliser des nourritures variées, en premier lieu des déchets de l'agriculture, leur résistance à des maladies et (au moins dans quelques espèces) leur tolérance aux conditions de surpeuplement les rendent des sujets intéressants pour la culture en «raceways», étangs circulaires et cages. Par des apports importants d'eau et d'aliments en forme de pellets, des productions annuelles pratiquement incroyables de 2 000 tonnes à l'hectare de surface d'eau (1) ont été réalisées. Ce type de production n'est à présent surpassé par aucun élevage connu mais un apport considérable technologique (donc de capital) et de connaissances est indispensable. Ces deux facteurs manquent en général dans les pays en voie de développement où les besoins en poissons sont les plus grands.

Les tilapias ont gagné une très grande popularité dans plusieurs régions du monde mais leur translocation sans discernement et la fréquence de croisements interspécifiques ont provoqué des hybrides pratiquement non-identifiables. En vue de travaux génétiques pour la production de lignées à croissance rapide et à maturation sexuelle tardive, il est nécessaire de préserver les souches pures encore existantes. Ceci ne peut être réalisé que par une institution internationale.

* Faculty of Agricultural Science University of Ghent, Coupure 653, B-9000 Ghent, Belgium

The old genus *Tilapia*, which was recently split in three new genera *Tilapia*, *Sarotherodon* and *Oreochromis* (†), formerly occurred only in Africa. The species *O. mossambicus* was found in Indonesia in 1939 and after World War II more species were brought to the Far East and Papua-New Guinea (1954). Their introduction in tropical Middle and South America is still more recent. At present *Tilapia* spp. are found in over 120 countries. Because of their great external resemblance the above-mentioned new generic names will not be used here-after and will be termed simply "tilapia" under which name the group is best known among fish culturists.



Tilapia rendalli (from POLL, 1957)

Biological characteristics of tilapias

Common feature of all tilapias is their dependence on high temperatures. Most species even die at prolonged exposures to temperatures about 10° C. Optimal temperatures for growth rate and food conversion generally are in the vicinity of 25° C and tilapia culture is only interesting if temperature does not drop below 22° C during its growth and reproduction cycle. Figure 1 displays the temperature range for the most important species.

A second common feature of these species is the parental care which is displayed in their characteristic nest-building and in most species in mouth-breeding. Because of this parental care, survival of their progeny is very high which in the absence of density controlling factors leads to high numbers and stunted growth.

A third economically important feature is their tolerance of low oxygen levels. This characteristic makes them particularly suitable for culture in tropical water. An oxygen level of 1 ppm becomes critical to most species although some can tolerate less, e.g. *T. leucosticta* which can survive in virtually oxygenless waters.

This low tolerance level of oxygen makes tilapia culture interesting if mechanical aeration is to be used. Indeed from the formula for oxygen transfer rate

$$OT = OT_{20} \frac{\lambda C_s - C_p}{C_{s,20}} (1.024^{T-20})^\alpha$$

in which: OT = actual oxygen transfer rate

OT₂₀ = standard oxygen transfer rate (given by the constructor of the device, assumed to be 2 kg O₂/kWh)

$$\lambda = \alpha = 1$$

C_s = oxygen saturation level at ambient temperature (= 9.87 mg/l at 16° C and 8.26 mg/l at 25° C)

C_p = desired minimum oxygen level to be maintained in the pond (= 5 mg/l for trout and 2 mg/l for tilapia)

C_{s,20} = oxygen saturation value at 20° C

T = temperature (= 16° C for trout and 25° C. tilapia)

the OT-values for trout and tilapia-cultures can be compared. They are 0.9744 kg O₂/kWh for trout and 1.5511 kg O₂/kWh for tilapia respectively. This means that in tilapia the energy input can be more efficiently used than in trout culture.

Oxygen consumption per unit weight depends on fish species, individual weight, temperature, dissolved oxygen content and stomach fullness. Generally, the relationship between oxygen consumption rate (R) and individual weight (W) is described by the relationship:

$$R = \alpha W^v$$

wherein: α = constant depending on temperature, dissolved oxygen content and stomach fullness

v = constant.

Several authors demonstrated that between 20 and 30° C oxygen consumption of fed tilapia is independent of temperature and can be described by the relationship

$$R = 0.001 W^{0.82}$$

wherein: R: oxygen consumption per fish (g O₂/h)

W: live weight of individual fish (g).

This means that in a 1 hectare pond with an average depth of 1 m, 10 000 specimens of each 250 g would consume about 11, 104 g O₂ in 12 h. The equivalent figure for rainbow trout at 20° C is 9 875 g O₂ in 12 h. This means that in 12 hours these tilapias would reduce the oxygen content with about 1.11 mg/liter.

As a whole tilapias seem to consume less oxygen than their European counterparts under the same conditions. This is particularly useful in intensive culture since with tilapia the nighttime dissolved oxygen decline will be less pronounced than with European fish (e.g. carp).

Among the tilapias several species can tolerate remarkably high salinities, especially as full-grown specimens, and in fact a species as *T. mossambica* is used

(†) *Tilapia* spp. substrate spawners, *Sarotherodon* biparental or paternal mouth brooders *Oreochromis* spp. maternal mouth brooders.

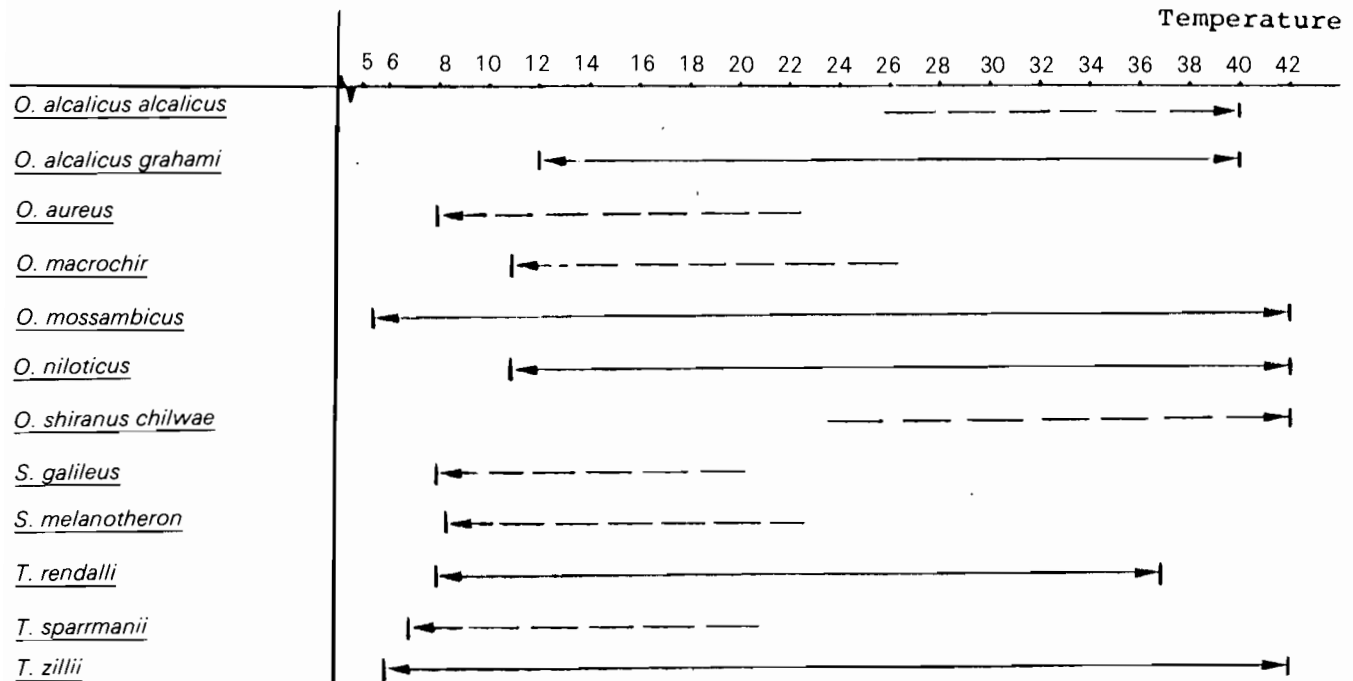


Figure 1 · Temperature tolerances of the most important Tilapia spp. for survival

as a secondary species in brackish milkfish ponds "tambaks" in Indonesia for removing floating algal mats and mosquito larvae.

In table 1 one finds the maximum salinity level for reproduction, larval survival and growth of the most important species.

The resistance of several species to higher salinities is attributed to the fact that they evolved from marine ancestors which penetrated fresh water (5, 15). In fact growth of juvenile *T. mossambica* is better in 50% sea-water than in fresh-water.

As to the feeding regime, the tilapia -group falls in two categories. A first one feeds mainly on aquatic and terrestrial macrophytes (*T. rendalli*, *T. zillii*) whereas the second larger group is omnivorous and can digest large quantities of micro-algae. *T. mossambica* eats blue-green algae, filamentous algae, Charophyta, mosquito larvae, mayflies, beetles, worms and *Gambusia*; it readily accepts a variety of cheap, easily obtainable foodstuffs of vegetable origin. *T. nilotica* feeds mainly on algae (blue-greens, green algae, diatoms, nanoplankton), rotifers, copepods, insect larvae. Cladocerans are only consumed by small specimens up to

TABLE 1
Highest salinity levels for several cultured *Tilapia* spp. at different stages

Species	Transfer from freshwater	Reproduction	Larval survival	Growth	Reference
<i>T. nilotica</i>	20,2-25 ‰ (direct) 53,5 ‰ (gradual)	17,5 ‰ (slightly less than in freshwater)	17,5 ‰	17,5 ‰ (normal)	Lotan, 1960 Chervinski, 1961
<i>T. mossambica</i>		30 ‰ 35 ‰ 35 ‰	35 ‰	17,5 ‰ (highest growth rate) 30 ‰ + 35 ‰	Canargaratnam, 1966 Vaas & Hofstede, 1952 Hora, 1955 Canargaratnam, 1966
<i>T. hornorum</i>		35 ‰	35 ‰	35 ‰	Talbot & Newel, 1957
<i>T. zillii</i>		29 ‰ 42,7 ‰	29 ‰ 42,7 ‰	29 ‰ 42,7 ‰	El Zarka, 1956 Bayoumi, 1969
<i>T. galilea</i>		≥ 13,5 ‰	≥ 13,5 ‰	≥ 13,5 ‰	El Saby, 1951
<i>T. aurea</i>	21 ‰	19 ‰	Less survival at increasing salinity up to 17,5 ‰	53,5 ‰	Wohlfarth & Hulata, 1981 Payne & Collinson, 1983
<i>T. rendalli</i>				dies at 13,5 ‰	Wohlfarth & Hulata, 1981
<i>T. sparrmanni</i>				dies at 17 ‰	Wohlfarth & Hulata, 1981

50 mm total length whereas *Euglena*, filamentous algae and higher plants are found in the guts of all but the smallest fish of up to 20 mm total length. In ponds this species consumes also epiphytic diatoms and bottom organic debris. Cotton-seed cakes are readily ingested even by juveniles of only 2.5 g weight. *T. nilotica* is able to digest blue-green algae (4).

T. esculenta feeds almost entirely on phytoplankton (diatoms, blue-green algae, filamentous green algae) and rotifers. Blue-greens, though ingested, are not digested and can even cause growth retardation. This species only consumes "artificial" food when the natural supply is virtually exhausted.

T. macrochir changes its feeding habits with length. Fish smaller than 30 mm eat periphyton (70%) and plant debris, chironomids, coleopterans and some higher plants (30%); 30-75 mm long fish eat progressively smaller amounts of micro-organisms (50% at 75 mm total length). Above 75 mm, the quantity of organic debris ingested increases and only 30% of micro-organisms are found in the gut content.

T. aurea changes its food with length. Small fish eat water fleas, copepods, dipterans, ostracods, rotifers whereas larger fish eat oligochaetes, phytoplankton and organic debris though *Microcystis* spp. are not digested.

Tilapia spp. display a great adaptability to available food. If a shortage in their preferred food items occurs they readily switch to whatever is present in their biotope: this is the main reason of their eating almost anything which is given to them, also all kinds of food of terrestrial origin (mainly remnants of processed food-stuffs and leaves of several plant species).

Tilapias as cultured species

The main problem encountered in the culture of tilapia is their excessive reproduction under several climatic conditions. Whereas in large waterbodies sexual maturity is reached at greater length (± 20 cm), the number of eggs is smaller and the eggs are larger the reverse is true in smaller, shallower waters as ponds. Owing to this unique feature nanism (dwarf growth, stunting) resulted in the early attempts of tilapia culture. This problem was approached by cultural methods, distribution of large quantities of "artificial" food, introduction of piscivorous fish species. Neither of these measures proved successful in all instances and in fact many failures were recorded. The following step in the controlling of the excessive reproduction was the all-male culture either by selecting of males from wild stocks (which proved to be difficult to achieve), by cross-breeding of tilapia species resulting in all-male offspring (which is only applicable with a very limited number of crossings) or by sex-reversal through the administration of male hormones with the food such as methyltestosterone and similar substances.

Another approach to this ever-existing problem in pond raised tilapia is polyculture with other fish species as is done in Israël. The simultaneous presence of such species as common carp, silver carp, tilapia and mugils has proven to give excellent results probably by the interference of the nest-building by the bottom-dwelling common carp. Moreover such a system provides the best possible use of all available food sources and makes it possible to have the best profit of the synergism between the different fish species. In other regions (Indonesia, USA, Taiwan, Kenya) other polycultures proved equally successful.

Cage culture of tilapias is also possible with some species. In such conditions breeding is virtually impossible and if so eggs are lost through the meshes of the screens or cages. In very intensive culture systems such as raceways egg production is inhibited because of the unsuitability of the substrate for building nests and the mutual interference by the individual fish.

As in other fish cultures, different levels of intensification can be envisaged

1. Extensive systems

Tilapias can be a valuable asset in the exploitation of water bodies such as artificial reservoirs e.g. in Sri Lanka; (8, 12), pools and reservoirs left after the cessation of mining operations and, though of a more controlled nature, paddies. Generally breeding is subjected to natural control and some increase of the natural productivity is achieved by irregular dumping of agricultural wastes or manure. Yields are moderate (less than 1.5 t/ha/yr) and harvested by different methods such as cast-nets, seines, hook-and-line etc.

2. Subsistence ponds

These are generally small surfaces which are stocked with fingerlings and are situated near the house of the farmer. They are mostly a part of the area used by a small-holder who grows different crops and raises also some livestock. Kitchen waste, cut grass, weeds and manure from chickens, swines or cattle are dumped into the pond. Although in the beginning the result can be quite encouraging owing to government input, it is in this type of production that the disadvantage of tilapia becomes very obvious. The fairly high yield (2t/ha/yr) consists of numerous stunted fish because of the prolific nature of tilapia and by the counter-selection exerted by the continuous harvesting of the largest fish for domestic use. The individual weight will drop to a discouraging 50 g. Moreover failures owing to oxygen deficiency, accumulation of toxic compounds, lack of water supply, biological problems such as snails and the aversion against the use of animal wastes for a product destined for human consumption will aggravate the situation resulting in complete neglect of the pond. Growers unfamiliar with fish raising, as in

Africa, will soon abandon the system since it does not fulfill the expectations of a high-quality final product.

3. Intensive culture

Intensification of tilapia (and of fish culture in general) involves the application of different measures resulting in the improvement of the habitat and in controlling the excessive reproduction of the tilapias. These measures are:

- foreseeing a constant supply of water to account for losses through evaporation and seepage, and in a more advanced stage for removing toxic excretory products.
- improvement of the water quality mainly to increase the alkalinity of the water in order to prevent too high pH-values under conditions of high photosynthesis.
- application of mineral or organic fertilizers in order to increase the production of natural food items. Organic fertilizers can be supplied by the simultaneous culture of pigs and/or ducks.
- polyculture with species that interfere with the nest-building of the tilapias.
- polyculture with predators that feed on the numerous small fish.
- all-male cultures made possible either by screening of the males of a mixed-sex population or by introduction of sterile male hybrids or by sex reversal techniques.
- controlling the oxygen levels by suitable construction of the pond, and in a more advanced stage by mechanical devices.
- use of pelletized feeds of standard composition and sizes together with automatic or auto-feeders.

The intensification of the output can be done in classical ponds (1-2 m deep) of different size, in artificial ponds (generally raceways with a high through-put of water) or in cages made of local materials such as bamboo sticks or of netting materials. These cages are kept floating by drums or expanded polystyrene blocks.

3.1. Ponds

Following Balarin (2), a maximum production of 5t/ha/yr can be attained in tropical countries under semi-natural conditions. The water level should be kept as stable as possible; fertilizers and/or manure are used to increase the production of natural food items which are often supplemented with feeds.

The maximum profit can be obtained by polyculture. Different types can be used depending on the fish species available in the region.

Indonesia:

Cyprinus carpio (common carp: 30%), *T. mossambica* (35%), *Osphronemus gouramy* (giant gurami: 15%), *Osteochilus hasseltii* (nilem: 20%).

also: *Cyprinus carpio* (10%), *Helostoma temminckii* (kissing gourami: 20%), *T. mossambica* (40%), *Osteochilus hasseltii* (15%), *Puntius gonionotus* (lampan jawa: 15%).

Israel:

Cyprinus carpio (46%), *T. nilotica* (53%) or *Cyprinus carpio* (34/24%), *Mugil cephalus* (mullet: (36/45%), Tilapia-hybrid (30/31%)

or

Cyprinus carpio (67%), *T. aurea* + hybrid (8%), *Ctenopharyngodon idella* (grass carp: 5%), *Hypophthalmichthys molitrix* (silver carp: 20%)

or

Cyprinus carpio, *Tilapia*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Mugil cephalus* (variable percentages, experimental).

Taiwan:

Hypophthalmichthys molitrix (10%), *Mugil cephalus* (12%), *T. mossambica* (50%), *Anguilla japonica* (Japanese eel), *Aristichthys nobilis* (bighead), *Carassius auratus* (goldfish), *Chanos chanos* (milkfish) (last four species together: 28%).

Kenya:

Cyprinus carpio, *Mugil cephalus*, *Tilapia zilli* (all species at equal percentage).

Uganda:

Cyprinus carpio, *Tilapia*-hybrid (each 50%).

USA:

Ictalurus punctatus (channel catfish: 78%), *T. mossambica* (22%).

In some countries polycultures of tilapias with predators are used:

Hemichromis fasciatus: (5-10% of initial biomass)

Haplochromis darlingi

Hudrocynus brevis

H. forskahlii

Cichlasoma managuense (with *T. aurea*: 1/4-1/8)

(with *T. rendalli*: 1/4-1/8)

Elops hawaiiensis (with *T. mossambica*: 1/10-1/20)

Megalops cyprinoides (with *T. mossambica*: 1/10)

Micropterus salmoides (with *T. mossambica*: 1/10)

Lates niloticus (with *T. mossambica*: 1/30)

(with *T. nilotica*: 1/20-1/84)

Channa striata (100-150/ha with *T. nilotica*)

Cichla ocellaris (with *T. nilotica*: 1/15)

Clarias lazera (with *T. nilotica*: 1/10).

If problems with snails are encountered small numbers of snail-eating fish species can be added e.g. *Mylopharyngodon piceus* (black carp), *Haplochromis mellandi*, *Clarias alluaudi* and *C. lazera* and other species.

This type of production is the least sophisticated and requires minimal capital costs provided land is easily

obtainable. In subtropical areas with long dry periods the productive period per annum can be lower than in the wet tropical zone. Consequently the production on a yearly basis will be lower and sometimes provisions should be made for the overwintering of cold-sensitive species.

More sophistication can be put in ponds involving all-male populations, aeration, pelletized feeds and water flow. Aeration is a prerequisite if production is pushed beyond 5t/ha/yr because the natural purification capacity is no longer able to maintain a suitable environment for the cultivated fish. This means that the pond manager will have to check periodically (daily or twice daily) the main environmental factors in aquaculture: oxygen and ammonia (together with temperature and pH). He will have to deal with stress and emergency situations and install alarm systems. The denser the population and the higher the yield which is envisaged the greater the risk of failure. Automatic feeders or autofeeders are an absolute necessity. With all this equipment and perfect knowledge of the constraints of aquacultural production 25 tons of fish were harvested per year per ha in ponds.

Often the pond is not solely destined for the production of fish but the surface is also used for production of waterfowl, which by their droppings contribute greatly to the feeding of the fish.

3.2. High-density structures

In these totally unnatural constructions fish are maintained at high densities. Therefore these systems are the aquacultural counterpart of the feed-lots in livestock production in industrialized nations.

The system depends on the through-put of large amounts of water for excretory waste and unused feed removal and on the use of all technology necessary for intensive fish ponds. All-male populations will not be necessary since these habitats are not suitable for parental care and so will restrict breeding. High-density structures are tanks, raceways, silos and cages kept floating in lakes or reservoirs.

It must be emphasized that not all fish species and especially some tilapia species are suitable for such crowded environments.

T. aurea is a useful species because of its resistance to bacterial diseases. *T. nilotica* is reported to perform well in crowded environments as cultures in thermal effluents from power plants have shown. *T. mossambica* on the contrary is unsuitable because this species displays hypersensitivity to a component present in mucus and culture water. This substance induces cutaneous anaphylactic reactions resulting in steady low-level mortality (1-2% per day) in the most densely stocked tanks (1 specimen per liter; original weight not given by the authors). This reaction was not found in

similar and simultaneous experiments with *T. aurea* but in mixed cultures the substance produced by *T. mossambica* adversely affected *T. aurea*. Similar reactions are known for other fish species too. This reaction limits the density at which *T. mossambica* can be stocked and also restricts this species' use in polyculture with other tilapias because it affects other species within the genus.

In high-density structures, the flow of water must be able to remove excretory waste products in order to keep the water quality at a minimum level. So regular checking of different chemical parameters as in intensive pond culture and of the behaviour of the fish will be compulsory. In the Baobab-system developed by Balarin (2) in Kenya, fry is raised in concrete raceways and fattening is done in self-cleaning circular tanks. These yield over 100 kg/m³/yr under intensive feeding which means a production of 2 000 t/ha/yr. The system depends primarily on a reliable water source and intensive feeding with pelletized feeds.

The effluent of the production units can be used for irrigating agricultural crops since they carry nitrogen and phosphorus compounds which stimulate growth of cash crops. The by-products of these field crops can form the bulk ingredients in the feeds. Biogas can be generated from the fish faeces, prawns can be grown in effluent waters and crocodiles can be reared on rejected trash fish. So "total integration provides a highly viable commercial enterprise" (2). For more information the reader is referred to the excellent review of Ballarin & Haller (2).

In cage culture, problems can arise from reduced flow-through owing to the fouling of the structure. TATUM (20) claims these problems can be solved by introducing 30 *Mugil cephalus* (individual weight 20 g) per m³ cage volume in brackish water. With *T. nilotica* there seems to be no problem since this species was observed to browse on algal colonies (e.g. *Spirogyra* spp.) which may develop on the cage walls (6).

4. Irrigation ditches

The main channels of an irrigation system can be completely choked by submersed waterplants which hamper water flow and provide habitat for a number of nuisance causing creatures such as snails and mosquitoes, intermediate hosts of bilharziosis and malaria among others. Fish species such as *T. zillii* can radically combat the problem by eliminating the weeds and indirectly control the snails. *T. mossambica* destroys the floating patches of filamentous algae in which *Anopheles* spp. find ideal space for development. In an experiment in Southern California HAUSER et al. (1977) used 2 500 75 mm fish per ha for controlling a number of weed species with *T. zillii* but the Eurasian watermilfoil (*Myriophyllum spicatum*) was disliked by this species and so the latter can continue to develop and may reach nuisance proportions. So a careful cho-

ice of the *Tilapia* sp. in relation with the nuisance weed present is obligatory for successful control.

Through proper application and management of *Tilapia* sp., eventually in combination with other fish species, the use of chemicals in this particular situation can be reduced, energy and fresh water can be saved and additional protein can be produced.

Acknowledgements

The author is indebted to Prof. dr. ir. A. Gillard and Prof. dr. ir. C. Pelerents, Chair of Zoology, Faculty of Agronomy, University of Ghent, for their support and Mr. R. De Craene, Embassy of Belgium in Great Britain for providing documentation.

Literature

- J.J.D. Balarin & R.D. Haller, 1982. — The intensive culture of tilapia in tanks, raceways and cages. In: Recent Advances in aquaculture (J.F. MUIR & R.J. ROBERTS, eds.) 265-355. Croom Helm, London.
- J.D. Balarin, 1984. — Intensive tilapia culture: a scope for the future in food production in developing countries. Outlook in Agriculture **13**, 1, 10-19.
- A.R. Bayoumi, 1969. — Notes on the occurrence of *Tilapia zillii* (Pisces) in Suez Bay. Marine Biology N.Y. **4**, 255-256.
- P. Canagaratnam, 1968. — Growth of *Tilapia mossambica* in different salinities. Bulletin of the Fisheries Research Station Ceylon **19**, 1-4.
- J. Chervinsky, 1961. — Laboratory experiments on the growth of *Tilapia nilotica* in various saline concentrations. Bamidgeh **13**, 1, 8-13.
- A. Coche, 1979. — A review of cage fish culture and its application in Africa. In: Advances in aquaculture (T.V.R. Pillay & Wm. A. Dill, eds) Fishing News Books, Farnham, pp. 428-441
- El Zarka, 1956. — Breeding behaviour of the Egyptian cichlid fish *Tilapia zillii*. Copeia **2**, 112-113.
- C.H. Fernando & H.H.A. Indrasena, 1969. — The freshwater Fisheries of Ceylon. Bulletin of the Fisheries Research Station Ceylon, **20**, 101-134.
- W.J. Hauser, E.F. Legner, R.A. Medved & S. Platt, 1977. — Tilapia, a management tool. Fisheries **1**, 6, 24.
- A. Henderson-Arzpalo, R.R. Stickney & D.H. Lewis, 1980. — Immune hypersensitivity in intensively cultured Tilapia species. Transactions of the American Fisheries Society **109**, 244-247
- S.L. Hora, 1955. — Handbook of fishculture in the Indo-Pacific region (Provisional edition) FAO, Rome, Italy. Mimeo II, 264 pp.
- H.H.A. Indrasena, 1965. — A preliminary survey of 21 Ceylon Lakes. 1 Fisheries of two lakes, Parakrama Samudra and Minneriya Wewa. Bulletin of the Fisheries Research Station Ceylon **18**, 1-5.
- R. Lotan, 1960. — Adaptability of *Tilapia nilotica* to various saline conditions. Bamidgeh **12**, 4, 96-100.
- D.J.W. Moriarty, 1973. — The physiology of digestion of blue-green algae in the cichlid fish, *Tilapia nilotica*. Journal of Zoology, London, **171**, 25-39.
- G.S. Myers, 1938. — Freshwater fishes and West Indian zoogeography. Smithsonian Institute Publication 3465, 339p.
- A.I. Payne & R.I. Collison, 1983. — A comparison of the biological characteristics of *Sarotherodon niloticus* (L.) with those of *S. aureus* (Steindachner) and other tilapia of the delta and lower Nile. Aquaculture **30**, 335-351
- R.P. Romaine, C.E. Boyd & W.J. Collis, 1978. — Predicting nighttime dissolved oxygen decline in ponds used for *Tilapia* culture. Transactions of the American Fisheries Society **107**, 804-808.
- M.K. El Saby, 1951. — The lake fisheries of Egypt. Proceedings of the UN Science Conference **7**, 126.
- F.H. Talbot & B.S. Newell, 1957. — A preliminary note on the breeding and growth of *Tilapia* in marine fish ponds in Zanzibar Island. East African Agriculture and Forestry Journal **22**, 118-121
- W.M. Tatum, 1974. — Experiments in the culture of marine species in floating baskets. In: Proceedings of the fish farming conference and annual convention of catfish farmers, Texas, pp. 45-49.
- K.F. Vaas & A.E. Hofstede, 1952. — Studies on *Tilapia mossambica* Peters (ikan mudjair) in Indonesia. Pember Balai Penjel Perik Darat **1**, 1-88.
- G.W. Wohlfarth & G.I. Hulata, 1981. — Applied genetics to tilapias. ICLARM Studies and Reviews **6**, ICLARM, Manila, Philippines, 26p.

Considérations sur la recherche agronomique en matière de fertilisation en conditions tropicales

J. Wouters*

En ce qui concerne la fumure minérale, le milieu intertropical se distingue surtout par les caractéristiques dominantes suivantes :

- Des conditions économiques et une infrastructure rendant l'application des engrais importés très onéreuse et pratiquement inaccessible aux agriculteurs, surtout pour leurs cultures traditionnelles. Cette tendance ne peut que s'accroître avec le prix de l'énergie et la dégradation du terme de l'échange.
- Des conditions climatiques et pédologiques souvent défavorables à l'efficacité des engrais chimiques. Ceci est surtout marquant pour l'azote et le phosphore, dont l'application à des doses, même élevées, peut s'avérer décevante ou même sans effet.

La recherche agronomique en général, et en matière de fertilisation en particulier, telle qu'on la connaît en milieu tropical, s'est inspirée très largement des préoccupations et des méthodes élaborées dans les pays tempérés, pour des raisons historiques évidentes, particulièrement dans les anciennes colonies.

Dans le cas de la fertilisation, les méthodes utilisées ont classiquement mis l'accent sur la fumure minérale et plus particulièrement sur la dose et les proportions des trois éléments majeurs, quantitativement les plus importants, à appliquer sous forme soluble : l'azote, le phosphore et le potassium.

Ces méthodes se sont appliquées à optimiser des productions élevées sur des sols agricoles le plus souvent fertiles et largement amendés des régions tempérées. Elles s'y intégraient dans un contexte favorable du point de vue du climat, de la technicité, de l'économie d'échange et du niveau de réceptivité humaine. De plus, elles s'appliquaient à des engrais relativement bon marché comparés à l'ensemble des facteurs de production de l'exploitation.

Dans ces conditions, la question a été plutôt de déterminer la meilleure fumure minérale, permettant d'obtenir les productions les plus élevées et de soutenir leur augmentation due à une maîtrise accrue des autres facteurs de l'amélioration de la production : génétiques, phytosanitaires et techniques.

Cette tendance, en régions tempérées, est en train de se nuancer pour trois raisons principales :

- L'augmentation du prix des engrais qui grève de plus en plus les frais d'exploitation;
- Le souci de la qualité des produits, souvent antagoniste de la quantité;
- La pollution par excès d'engrais chimiques et engorgement des déchets organiques non recyclés.

Les conditions qui prévalent en milieu intertropical, surtout en agriculture traditionnelle de subsistance, ne sont pas comparables, bien que l'engrais y soit également nécessaire à la compensation du prélèvement des éléments minéraux d'un sol cultivé et à l'intensification de sa production.

Il est souhaitable que la recherche en matière de fertilisation y élabore ses propres méthodes en définissant ses objectifs en fonction de l'ensemble des paramètres de l'environnement.

Fertiliser consiste avant tout à améliorer l'aptitude à produire, à long terme, d'un sol par tous les moyens disponibles.

L'application subséquente éventuelle d'engrais chimiques, devrait être envisagée, avec le souci essentiel d'en utiliser le moins possible. Il s'agit, dans cette optique, de donner la priorité à la lutte contre le gaspillage et à l'efficacité de l'engrais plutôt qu'à la performance dans la production, laquelle est d'ailleurs bien souvent inaccessible étant donné le caractère aléatoire des facteurs complémentaires de production.

De sorte que, la séquence des questions auxquelles les observations et expérimentations devraient répondre est la suivante :

* Faculté des Sciences Agronomiques du Burundi. — Département de Fertilisation et phytotechnie BP 2940 — Bujumbura - Burundi.

1. Comment, en l'absence d'engrais importés, améliorer la fertilité?

Dans ce but, le «fertilisateur» doit se comporter en écologiste plutôt qu'en utilisateur d'engrais. Il s'attache à perfectionner toutes les techniques de conditionnement du sol à l'aide des moyens locaux ainsi que les façons culturales, dans le but d'obtenir un agro-système cohérent. C'est-à-dire un système où les cycles de la matière et de l'énergie sont optimisés en fonction de la finalité des cultures et surtout de la conservation à long terme de la fertilité des sols.

Une attention particulière doit être accordée au bilan humique, aux amendements, à la lutte anti-érosive, aux symbioses bénéfiques, aux façons et systèmes culturaux.

La sagesse demande de s'inspirer sans a priori des techniques utilisées et éprouvées depuis longtemps par les populations concernées. Ces techniques ont permis, depuis des siècles, la survie dans des conditions souvent adverses et méritent donc une humble considération, surtout lorsque tous les moyens d'intensification permettant de passer à une «agriculture moderne» ne peuvent être garantis pour longtemps.

En ce qui concerne certains systèmes culturaux, tels que l'association des cultures sur une même sole, il est frappant de constater leur ubiquité dans des conditions comparables de la zone intertropicale. Il est dès lors futile de taxer ces systèmes de primitifs, mais plutôt de s'en inspirer et de s'attacher à les améliorer éventuellement.

Cette approche d'une conception globale et intégrée de la fertilisation peut se heurter malheureusement, à des difficultés d'ordre pratique et méthodologique.

En effet, il est pratiquement difficile de structurer une recherche appliquée qui se fonde sur les techniques locales tant celles-ci sont nombreuses, variables et mal définies.

Du point de vue méthodologique, la rigueur scientifique dont se réclame la recherche agronomique officielle s'accommode mal de l'esprit de synthèse qui est à la base de l'art de cultiver son champ. La tendance devant la complexité des paramètres est de les isoler en sujets de recherche auxquels s'attachent des spécialistes.

Mais, dans le milieu rural intertropical, plus qu'ailleurs, le risque est grand, lorsque les résultats de ces recherches ponctuelles doivent se confronter à leur application, de s'avérer inadaptées, parce qu'elles ont négligé l'ensemble des facteurs et des contraintes en cause, et de rencontrer l'indifférence des agriculteurs.

A cette première question de savoir comment améliorer la fertilité, eu égard aux moyens et aux contraintes locales, doivent s'attacher des agronomes polyvalents, à l'esprit largement ouvert à tout le contexte du milieu, faisant preuve d'imagination et d'un sens aigu de la réceptivité, plutôt que d'une obéissance d'école. Leurs investigations doivent se baser sur une réelle concertation avec les agriculteurs et s'intégrer parfaitement aux réalités du terroir dont ils ont la charge.

Améliorer l'aptitude à produire constitue donc le premier pas à franchir. Dans le cas de cultures traditionnelles et dans le cadre d'une autosuffisance vis-à-vis des moyens de production, une action d'intensification n'ira au delà que très prudemment, avec le souci du maintien à long terme de la fertilité et le sens de la responsabilité devant les agriculteurs concernés.

En effet, l'instabilité des facteurs de production en régions tropicales, tels que le régime des pluies et la difficulté de contrôle phytosanitaire, font qu'on y est plus sensible à la survie lorsque les conditions sont défavorables qu'à des augmentations de rendement en bonnes conditions. Dès lors, un facteur isolé d'intensification qui, souvent, engendre une plus grande fragilité du système cultural, suscite avec raison la méfiance.

Ces conditions réunies, l'augmentation de la production par apport d'engrais peut éventuellement être prise en considération. Dans le cas de «cultures de rapports» et d'autres cultures intensives qui en autorisant l'investissement, le terrain sera ainsi préparé à recevoir l'engrais dans des conditions permettant de valoriser son application.

2. Comment utiliser l'engrais adéquat en quantité la plus faible possible pour en obtenir le profit le plus élevé?

Idéalement, s'il a été répondu à la première question, l'engrais devrait être efficace. Le problème revient alors à déterminer une fumure dont la composition soit équilibrée par rapport aux exportations et pertes. Ces pertes par éluviation ou fixation irréversible devraient être limitées si les conditions préalables ont été remplies et l'engrais ne devrait que réalimenter les cycles organo-minéraux du système sol-plantes.

Toutefois de telles conditions sont rarement réunies et les pertes inévitables, de sorte qu'un apport d'éléments constituant une alimentation directe aux végétaux doit être envisagé.

Dès lors, partant de la détermination d'une formule alimentaire suffisamment satisfaisante, le protocole expérimental s'attachera en priorité à déterminer *la forme à appliquer, les modes d'application et les fréquences d'application* d'engrais les plus efficaces et les plus économiques.

La forme.

Il y a lieu de s'intéresser avant tout aux sources régionales d'approvisionnement et à leur utilisation avec un minimum de conditionnement énergétivore et ne demandant pas d'infrastructure industrielle étrangère.

Un exemple est la recherche de l'utilisation de gisements phosphatés qui se trouvent disséminés dans plusieurs zones intertropicales et que l'on s'efforce d'utiliser en évitant la solubilisation chimique industrielle et en préférant des techniques simples de concassage, suivies éventuellement de compostage, liées à une application comme fumure de fond.

A défaut de ressources locales, on comparera l'efficacité des différentes formes d'engrais à importer. La tendance actuelle est d'utiliser l'engrais le plus concentré en unités fertilisantes sans autre considération. Or, bien que, par convention, on confond les formes chimiques sous lesquelles se trouvent les éléments fertilisants dans l'engrais, celles-ci ne sont pas indifférentes à son efficacité.

Le mode d'application

Dans la mesure où un complément d'alimentation minérale doit profiter le plus directement possible à la culture, le mode d'application s'attachera à disposer l'engrais le plus près possible de son lieu d'utilisation. Etant donné l'importance de ce facteur pour l'utilisation économique de l'engrais, il ne faut rien négliger à ce sujet et l'étude des façons culturales associées aux modes d'application possibles doit être conduite avec soin.

Des techniques d'appoint non conventionnelles telles que l'aspersion foliaire et la fertigation méritent d'être prises en considération lorsque les conditions s'y prêtent.

L'aspersion foliaire commence à être étudiée et a déjà fait ses preuves dans certains domaines où on cherche une meilleure efficacité dans des cas particuliers d'engrais onéreux ou de carences induites, au niveau du sol. Or ces conditions se rencontrent bien souvent en milieu tropical où l'engrais est cher et où bon nombre de sols, malgré les essais d'amélioration, rendent l'engrais peu disponible aux plantes. Lorsqu'on dispose d'un minimum d'eau, cette technique permet une souplesse d'exécution au moment opportun, en cours de culture, et la possibilité d'utilisation maximum par la plante, en partie par les stomates et en partie par le système racinaire, tout en évitant des interventions au niveau du sol qui peuvent être contre-indiquées par ailleurs.

Les fréquences d'application ou « fractionnement »

Le fractionnement de l'application de l'engrais, s'il s'accompagne d'une augmentation de manipulation et de main-d'œuvre peut, par contre s'avérer efficace et économique, en apportant à la culture des quantités adéquates d'éléments rapidement utilisables aux stades de végétation correspondant à une grande demande.

Classiquement, on fractionne surtout l'azote, élément facilement lessivé dans le sol, mais il y a lieu d'étudier aussi ces pratiques pour d'autres éléments sous une forme à action rapide telle que les phosphates solubles.

L'idéal, lorsque le sol constitue un mauvais réservoir d'éléments assimilables, serait d'apporter ceux-ci aux meilleurs moments, par petites quantités, en fonction des besoins de la culture et des possibilités d'absorption. L'aspersion foliaire facilite le fractionnement et permet d'éviter des interventions au niveau du sol qui peuvent être contre-indiquées par ailleurs.

Le développement des coopératives laitières en Inde

F. Serneels.*

Résumé

L'ambitieux programme de développement du secteur laitier en Inde s'appuie sur une structure coopérative à plusieurs niveaux et une aide internationale massive. Ses effets font l'objet de deux interprétations divergentes: développement rural intégré pour les uns, accentuation de la dépendance vis-à-vis de l'étranger et des disparités sociales pour les autres.

Summary

The huge Indian dairy development programme is based on a multi-level cooperative organization and an important international food aid. Its effects are discussed: for the ones, integrated development and for the others, increasing dependence on external resources and social disparities.

Cet article se base sur une recherche bibliographique réalisée en guise de travail de fin d'études pour l'obtention du certificat en santé et production animales tropicales à l'Institut de Médecine Tropicale, Anvers, et sur des observations faites par l'auteur au cours de deux séjours de plusieurs mois au Gujarat.

1. Introduction.

Peuplée de sept cents millions d'habitants, l'Inde constitue la plus grande démocratie du monde, du moins dans la mesure où il existe une libre rivalité entre partis politiques. Grande puissance industrielle, elle est de surcroît l'un des chefs de file des «non-alignés». Son avenir ne saurait nous laisser indifférents, moralement, économiquement ou politiquement.

Or les coopératives occupent aujourd'hui une position stratégique dans l'économie indienne et semblent appelées à s'y développer dans différents secteurs. Pour diverses raisons, les coopératives laitières y ont connu une expansion extraordinaire et font l'objet de l'un des plus ambitieux programmes de développement actuellement en cours dans le tiers monde. Au-delà de l'économie, c'est la société indienne qui est concernée.

Etroitement liée à ce programme, l'aide alimentaire de la CEE (dont l'Inde est le plus important bénéficiaire) nous touche de plus près, surtout à l'heure où sont simultanément remises en cause les politiques d'aide alimentaire et les agricultures européennes productrices d'excédents.

L'étendue du problème évoqué ci-après ne peut que porter à avancer des généralisations et des simplifications regrettables; néanmoins, par certains aspects primordiaux, celui-ci nous semble mériter un réel intérêt dans le cadre d'une réflexion sur les politiques de développement rural et leurs conséquences, de l'échelle villageoise à l'échelle internationale.

2. Le secteur laitier traditionnel.

Traditionnellement la production laitière en Inde est une activité plutôt marginale, étroitement intégrée dans une agriculture faisant largement appel à la traction animale et à la fumure organique d'origine animale. Son rôle ne doit pas être sous-estimé pour autant. L'aliment lacté présente une valeur nutritive particulièrement appréciable en complément d'un régime souvent pauvre. De plus, si la société indienne se caractérise par un régime foncier très inégalitaire, la répartition du cheptel au sein de la population y est par contre remarquablement homogène (la plupart des familles rurales possèdent une à trois bêtes).

La productivité laitière du bétail indien se révèle très faible (200 kg/an), sont à mettre en cause l'alimentation frugale (résidus de récolte et fourrages grossiers), la couverture sanitaire peu développée et la gestion souvent irrationnelle (entretien de bêtes improductives).

Un commerce «artisanal» s'est mis en place dans certaines zones rurales pour profiter de la demande croissante en lait émanant des grandes agglomérations surtout. L'absence d'autre débouché commercial, la variation saisonnière de la production et le faible délai de conservation du lait défavorisent les producteurs (et les consommateurs) face aux commerçants collecteurs-distributeurs. Seul le recours à la fabrication de ghee (beurre clarifié; de meilleure conservation que le lait, mais de rapport inférieur) permet aux paysans de limiter

* Travail réalisé avec la collaboration du Fonds M. Lefranc

* 367 avenue de la Reine — 1020 Bruxelles — Belgique

la chute du prix du lait pendant la saison de forte production; 40% du lait produit en Inde est consommé sous cette forme.

Des trente millions de tonnes de lait annuellement produites, neuf dixièmes le seraient dans ce secteur traditionnel.

3. Origines et développement de l'Anand Milk Union Ltd.

Sous la domination britannique déjà, d'importants efforts furent ponctuellement consentis pour augmenter la production laitière. Ceux-ci s'intensifièrent au cours des trois premiers plans quinquennaux (1951-1966), cherchant essentiellement à améliorer la qualité du cheptel. L'industrie laitière naissante (firmes privées et entreprises municipales) s'orientait de son côté vers la satisfaction de la demande urbaine, notamment en produits laitiers élaborés. Mais les résultats au niveau national furent décevants.

Entre-temps s'était organisé un vaste groupement coopératif laitier dans le Sud de l'Etat du Gujarat. Au début des années 40, des commerçants intermédiaires ravitaillant la municipalité de Bombay se heurtèrent au mécontentement des producteurs de la région d'Anand chez qui ils s'approvisionnaient. Ceux-ci, soutenus par des leaders de la lutte pour l'indépendance, formèrent en 1946 une association qui parvint peu à peu à assurer elle-même l'écoulement de la production de ses membres et se mit en devoir d'améliorer les conditions de production par un service vétérinaire efficace. Au cours des années 50, cette association, la Kaira District Cooperative Milk Producers' Union Ltd, bénéficia du dynamisme du jeune ingénieur Verghese Kurien et d'une aide financière de l'Unicef et de la Nouvelle-Zélande. Cela lui permit de se lancer dans la fabrication de poudre de lait et d'huile de beurre, remédiant ainsi au problème de la variation saisonnière de la production. Plus tard, une fromagerie et une fabrique d'aliments pour nourrissons furent installées. Rebaptisée AMUL (Anand Milk Union Ltd), l'association regroupait en 1960 près de 40 000 producteurs de deux cents coopératives villageoises fournissant quotidiennement 65 000 litres de lait pendant la bonne saison. Insémination artificielle, aliments concentrés, semences fourragères,... furent progressivement mis à la disposition des producteurs par AMUL.

Cinq autres unions coopératives laitières virent rapidement le jour dans des districts voisins, avec l'aide d'AMUL.

En 1964 le gouvernement indien fit appel à Verghese Kurien, directeur d'AMUL, pour préparer l'extension du « modèle d'Anand » à d'autres régions du pays. Un an plus tard fut créé le National Dairy Development Board, organisme indépendant, installé à Anand, dirigé par V. Kurien et engagé par contrat vis-à-vis du gouvernement indien pour mener à bien cette mission.

AMUL, intégrée dans les programmes d'extension ultérieurs, continua à étendre ses activités à la fabrication

d'autres produits (chocolat, boissons aromatisées, extraits protéiques). Un nombre croissant de membres (352 000 producteurs de 895 villages; un débit de 500 000 l/j en 1982-83) profitent des facilités de plus en plus nombreuses mises à leur service. Un programme intégré d'aide sociale/développement rural débuta en 1975 grâce à de multiples appuis (Unicef, Ford Foundation) et à l'infrastructure d'AMUL, sous le patronage de la *Tribhuvandas Foundation*. En 1982, son action touche les populations défavorisées d'une centaine de villages.

4. Le « modèle d'Anand ».

Le « modèle d'Anand » se base sur les trois niveaux de groupement coopératif des producteurs laitiers de la région d'Anand. Au niveau villageois, une société coopérative rassemble les producteurs intéressés, sans distinction de religion, de caste, de milieu social,... Un comité bénévole, élu démocratiquement par l'assemblée générale des membres et périodiquement renouvelé, en assure la gestion. Chaque membre participe pour une part minime (équivalent à quelques litres de lait) au capital. Il doit livrer au moins une quantité déterminée de lait chaque année (souvent 500 litres) et ne peut vendre sa production qu'à la coopérative.

Matin et soir les paysans apportent le lait de la dernière traite au siège de la coopérative. Le volume et le taux de matière grasse y sont mesurés sur-le-champ. Le paiement, calculé sur ces deux bases, est effectué à la collecte suivante. Outre un prix régulier garanti pour le lait, la coopérative offre divers avantages à ses membres: participation aux bénéfices (dont un tiers est redistribué en fonction de la quantité de lait livrée et un dixième en fonction de la part de capital, le reste est investi, mis en réserve ou distribué aux employés), accès aux services de la coopérative et de l'union coopérative du district.

Formant le deuxième niveau d'organisation coopérative, cette dernière regroupe, à l'échelle d'un district (dans un rayon de 60 km environ), jusqu'à plusieurs centaines de coopératives villageoises. Ses camions ramassent deux fois par jour le lait collecté dans chaque village. Les coopératives villageoises et l'union du district sont liées par des règles similaires à celles qui unissent les producteurs à chacune des coopératives. Néanmoins, le conseil de gestion de l'union, en plus d'une douzaine de membres élus parmi les présidents des coopératives et par l'assemblée générale de ceux-ci comporte trois ou quatre représentants des administrations concernées (Etat, fédération coopérative laitière de l'Etat, Indian Dairy Corporation,...) et un directeur choisi pour sa compétence. D'autre part, l'union surveille étroitement le fonctionnement et la comptabilité des coopératives membres.

Le ramassage, le traitement et le conditionnement du lait sont assurés dans les installations de l'union, qui se charge aussi de la commercialisation à l'échelle locale. Elle fournit divers « input » techniques aux coopératives villageoises qui les répartissent parmi les pro-

ducteurs (aliments concentrés, semences fourragères, matériel d'insémination artificielle, soins vétérinaires). En outre, elle organise la promotion du mouvement coopératif et des programmes de recherche ou de développement rural.

Les différentes unions d'un même Etat sont regroupées au sein d'une fédération responsable de la politique du groupe à l'échelle de l'Etat en question. Le conseil qui dirige la fédération se compose des présidents (représentants directs des producteurs) et des directeurs des unions ainsi que de délégués des administrations concernées. La pondération des voix des représentants des unions dépend des quantités de lait livrées. Un comité d'experts exécute les affaires courantes suivant les directives du conseil. Les relations entre unions et fédération sont régies par des règles semblables à celles régissant les relations entre coopératives villageoises et union.

Le complexe coopératif laitier du « modèle d'Anand » se caractérise donc notamment par

- 1) un profond effort d'intégration de toutes les activités touchant à la production laitière,
- 2) l'exploitation de technologies de haut niveau très centralisées (gestion informatisée à la fédération) et d'actions basées sur des concepts simples vulgarisés auprès d'un grand nombre de producteurs (collecte villageoise du lait),
- 3) la complémentarité d'une composante de responsabilité publique (par sa nature coopérative) et d'une composante d'efficacité (par l'intervention de spécialistes à tous les niveaux).

5. Les programmes d'extension au niveau national.

Pour remédier à la stagnation de la production laitière, le National Dairy Development Board (NDDDB) proposa en 1968 le projet « Operation Flood » destiné à développer à grande échelle l'industrie laitière par la généralisation du modèle d'Anand dans un certain nombre de régions. Ce programme s'appuyait principalement sur une aide internationale massive en poudre de lait et huile de beurre en provenance de la CEE. Un nouvel organisme, l'*Indian Dairy Corporation* fut créé à la demande du NDDDB. Ayant rang d'administration d'Etat, l'IDC est habilitée à négocier et recevoir l'aide internationale du Programme alimentaire mondial (PAM) dépendant de la FAO. L'IDC joue essentiellement un rôle de gestionnaire, le NDDDB demeurant l'organe de consultation technique. Le siège de l'IDC fut installé à Baroda, ville proche de Anand, et V. Kurien placé à sa tête.

En 1970 débuta officiellement l'Operation Flood avec, comme objectif principal, la mise en place de dix-huit unions coopératives de district pour ravitailler quatre métropoles (Bombay, Calcutta, Delhi, Madras). Il s'agissait d'accroître la capacité de traitement du lait collecté sur place et de recombinaison des produits fournis

par le PAM, ainsi que la capacité de stockage, de transport et de vente sur les marchés visés; d'augmenter la production locale par un apport important d'input techniques (aliments concentrés, couverture vétérinaire, croisement avec des races étrangères, insémination artificielle); de former le personnel nécessaire. Le financement initial provient de la vente des produits laitiers reconstitués à partir des dons du PAM (126 000 t de lait en poudre et 42 000 t d'huile de beurre)

Prévue pour durer cinq ans (1970-75) avec un budget de 950 millions de rupees (10 rupees (Rs) = 1 \$ US), l'*Operation Flood* (OF) se poursuit jusqu'en 1981, et le budget fut porté à 115 millions Rs. Le bilan dressé alors par le NDDDB signale que: les objectifs prévus ont été quantitativement dépassés dans presque tous les domaines; ce succès semble dû à la structure même du programme s'attaquant à un marché particulier à l'aide d'institutions adéquates; les difficultés rencontrées ont été surtout d'ordre social (domination par l'élite rurale, corruption, difficulté de lancer les nouvelles coopératives et d'obtenir l'appui de certaines administrations,...). En outre, d'importantes modifications furent apportées dans la répartition des fonds entre secteurs d'une part, au profit de l'infrastructure industrielle, et entre Etats d'autre part, au profit des Etats les plus avancés, et du Gujarat en particulier.

Poussé par le succès de cette OF, le NDDDB/IDC lance en 1979 l'OF2 (1980-85), bien plus ambitieuse puisqu'elle vise à généraliser le modèle d'Anand à 155 districts, pour toucher 10 millions de producteurs. Ainsi espère-t-on forger pour 1985 une industrie laitière nationale autonome basée sur la participation de la masse des producteurs, améliorer le cheptel laitier bovin et bubalin, tisser un réseau national capable de ravitailler les 250 grandes villes du pays à partir des zones de production, et promouvoir la consommation individuelle de lait (122 g/jour/personne en 1980; 144 pour 1985 et 180 pour 1990)

Une fois encore, les dons de la CEE (144 000 t de lait en poudre et 100 000 t d'huile de beurre, soit 2 milliards de Rs à la vente des produits reconstitués en Inde) servent de base au financement. S'y ajoutent un prêt de plus d'un milliard de Rs de la Banque Mondiale et autant venant de diverses sources, dont des fonds propres. En tout, le budget d'OF2 s'élève à 5 milliards de Rs.

Début 1982 OF2 rassemblait près de 2 millions de producteurs de plus de 15 000 coopératives; la production nationale était passée à 33 millions de t environ (131 g/j/personne) et la capacité des usines à 4 000 t/j; la couverture vétérinaire, l'insémination artificielle, l'amélioration génétique par croisement avec des races importées, la production d'aliments concentrés avaient fait des progrès appréciables, ainsi que la formation du personnel, et le réseau national d'approvisionnement.

Entre-temps (1977) le gouvernement indien a chargé le NDDDB d'organiser un programme de développement

du secteur des oléagineux, suivant un schéma identique aux OF. aide internationale, vaste groupement coopératif à plusieurs niveaux d'action, intégration maximale des activités touchant le produit visé et sa production. Le NDDDB annonce de nouveaux succès dans ce secteur. En 1982, c'est la production des agrumes dans l'Etat du West Bengal à laquelle s'attaque le NDDDB, qui poursuit des recherches dans d'autres secteurs caractérisés par des variations saisonnières de production, une conservation difficile sans équipement lourd, une demande croissante, et un marché dominé par des intermédiaires exploitant producteurs et consommateurs.

6. Evaluation de l'impact des *Operation Flood 1 et 2.*

L'évaluation de l'impact global de programmes de développement aussi vastes est évidemment extrêmement difficile. D'autant plus que bien des aspects du problème n'ont jusqu'à présent fait l'objet d'aucune recherche approfondie.

Les études « officielles », émanant du NDDDB, d'AMUL, d'autres institutions proches du complexe coopératif laitier et de chercheurs ayant travaillé avec la collaboration étroite de ces organismes (dont les experts de la FAO) concluent à un effet très positif sur le développement rural et industriel, spécialement au bénéfice des plus défavorisés. Elles sont basées principalement sur des observations faites au Gujarat.

Elles insistent entre autres sur les points suivants.

- 1) Le revenu des producteurs laitiers a gagné en stabilité et en régularité; l'exploitation par des intermédiaires sans scrupules a pris fin; cela joue particulièrement en faveur des intouchables, des populations tribales ou nomades, des veuves,...
- 2) Les bénéfices des coopératives sont à l'origine d'investissements pour l'amélioration du cadre de vie collectif (infrastructures, services sociaux); l'ensemble du secteur rural s'en trouve stimulé.
- 3) Les coopératives villageoises ont contribué à rapprocher les différents groupes sociaux, ethniques, religieux... en amenant tous les membres à collaborer. De plus, le fonctionnement des coopératives laitières, exigeant de leurs adhérents un comportement économiquement rationnel, a opéré une véritable révolution sociale dans les villages (responsabilités et rémunérations en fonction des compétences et non de la caste ou du statut social,...)
- 4) L'efficacité des services organisés pour le secteur laitier a inspiré aux villageois la prise de conscience de possibilités nouvelles de développement pour d'autres secteurs (services médicaux, crédit rural, planning familial). L'influence « égalitaire » et démocratique des coopératives laitières s'en trouve multipliée.
- 5) Les OF ont permis la maîtrise du marché du lait par un groupe d'organisations compétentes et collaborant avec les autorités nationales pour le développement du pays.

6) Elles ont entraîné la redistribution d'une partie des revenus élevés des consommateurs urbains au profit des producteurs ruraux.

7) Grâce au développement de la production et de l'industrie laitière, le pays a progressé vers une plus grande autonomie alimentaire.

7. Les critiques.

D'autres études, effectuées par des chercheurs indépendants du complexe coopératif laitier et n'ayant pas travaillé en collaboration avec celui-ci, se montrent beaucoup moins optimistes et parfois même très critiques, surtout en ce qui concerne les résultats pour les Etats autres que le Gujarat.

1) L'effet des OF sur le plan nutritionnel pour une grande partie de la population n'est pas bien connu et certainement pas aussi simplement positif que l'affirme la version officielle. La commercialisation du lait a privé de celui-ci beaucoup de consommateurs ruraux, ce qui porte particulièrement à conséquence pour les enfants et les femmes enceintes. D'autant plus que la gestion de la production laitière familiale devenue source de revenu est souvent passée sous la responsabilité des hommes alors qu'elle était traditionnellement du ressort des femmes. L'industrie laitière détourne du grand public une quantité croissante du lait qu'elle traite en le transformant en produits de luxe accessibles aux seuls privilégiés (chocolat, fromage,...).

2) Les producteurs déjà aisés profitent proportionnellement plus des avantages offerts par les coopératives. De plus ils y occupent la plupart des postes importants et la coopérative laitière ne fait que confirmer l'ordre social existant. Il n'est pas rare de voir les activités d'une coopérative détournées au profit de quelque notable se comportant en véritable propriétaire. La coopérative devient aussi facilement l'instrument d'un groupe social dominant, lui permettant d'accroître encore son influence.

3) Les bénéfices réalisés par les coopératives sont consacrés à des actions de prestige (bureaux luxueux,...) ou ne profitant qu'à leurs dirigeants ou leurs proches.

4) La politique d'amélioration du rendement du bétail laitier par introduction de sang Jersey et Holstein réduit la rusticité des bêtes, menant à des bilans économique et écologique défavorables, surtout dans le cas des petits producteurs (investissement lourd, concurrence alimentaire avec l'homme et le bétail de trait,...).

5) Les OF se basent sur des dons massifs en produits laitiers qui exigent l'installation d'une infrastructure de recombinaison de ces produits dont la capacité dépasse celle de la production locale, entraînant ainsi la dépendance du système vis-à-vis de l'approvisionnement extérieur; loin de réduire le recours à l'aide internationale, les OF l'institutionnalisent. Or la volonté politique de maintenir des prix relativement bas à la

consommation grâce à l'aide internationale dévalorise la production locale. L'augmentation de la production laitière nationale (de 21 à 30 millions t entre le début et la fin d'OF1) n'est due à OF1 que pour une partie minime (1 millions de t dans les zones couvertes par OF1).

6) La forme de quasi-monopole institutionnalisé du complexe coopératif laitier lui confère une dynamique propre qui l'entraîne vers des objectifs ambigus vis-à-vis de sa base populaire; objectifs et critères d'évaluation ne sont plus aussi clairs qu'au début des programmes. En fait, les OF apparaissent à certains comme des étapes du succès commercial de la firme AMUL ayant adroitement exploité toutes les ressources disponibles.

8. Conclusions.

Vaste controverse donc; nombreuses questions en suspens; mais nombre d'enseignements à tirer. Nous retiendrons particulièrement.

1) le développement rural remarquable lié au succès, dans certaines circonstances, d'une structure coopérative à plusieurs niveaux visant un but économique précis et fonctionnant de manière strictement démocratique; et les possibilités d'adapter cette structure à d'autres secteurs.

2) les échecs du même modèle de développement dans d'autres circonstances; et la méconnaissance de ces circonstances d'échec et de succès.

9 Bibliographie

- Fédération Internationale de Laiterie, 1983. International study of dairy cooperatives, Country case study: India. Bull. FIL-IDF, Doc. 155: 93-101
- Indian Dairy Corporation, 1983. Operation Flood, a reality. IDC, Baroda, 50 p.
- Kurien, V., 1977. Putting the instruments of rural development into the hands of the producers. NDDDB, Anand, 29.
- National Dairy Development Board, 1982. Integrated approach to dairy development: an overview. NDDDB, Anand, 54 p.
- Terhal, P. et Doornbos, M., 1983. Operation Flood: development and commercialization. Food policy, 8, (3), 235-239, et, avec une bibliographie plus complète
- Serneels, F., 1984. Le développement des coopératives laitières en Inde. Travail de fin d'études, Institut de Médecine Tropicale, Anvers (réf. ITMA/DIS-A-138/F/1984).

François Serneels, belge, Ingénieur agronome ULB, certificat de production et santé animales tropicales I.M.T

Abonnement/Subscription/Suscripción

Ordinaire / Gewone / Individuals / Ordinario: BF. 1200,— FB.

Etudiants / Studenten / Students / Estudiantes: BF. 800,— FB.

Par avion / Luchtpost / Air mail / Por avion: BF 250,— FB.

CCP / PCR / Post Cheque Account / Cuentas de cheque: 000-0003516-24

SGB / GBM / Bank Soc. Générale / Banca Soc. Générale: 210-0911680-29.

Formation agronomique originale à trois niveaux au Cameroun

J. Hardouin*

Résumé

Le Centre Universitaire de Dschang, au Cameroun, regroupe deux établissements. L'École Nationale Supérieure Agronomique forme des ingénieurs agronomes et des ingénieurs des eaux et forêts (5 années) et se situe au niveau des Grandes Ecoles (en France) ou de l'Université (en Belgique, où la notion de Grande École a été abandonnée). L'Institut des Techniques Agricoles forme des ingénieurs des travaux agricoles (3 années) et des techniciens agricoles. Les professeurs attachés administrativement à l'E.N.S.A. sont tenus d'assurer également un enseignement à l'I.T.A. et vice versa.

Summary

The University Centre of Dschang is composed of the National Advanced School of Agriculture and of the Institute of Agricultural Technology. There are five Departments in the N.A.S.A. (Forestry, Agronomy, Plant Protection, Soil Sciences and Rural Engineering) and three options in the I.A.T. (Plant Production, Animal Production, Rural Economy and Vulgarization). The studies last five years after High School at the N.A.S.A. and three years at the I.A.T. Successful students are respectively graduated as Engineer Agronomist or Engineer Forester or diplomated as Agricultural Technology Engineer. Agricultural technicians are also trained at the I.A.T. The professors and lecturers of the N.A.S.A. are bound to give also course at the I.A.T. and vice versa.

*Address/adresse: C.U.D.S. : BP 96 DSCHANG, Cameroun
I.T.A. : BP. 110 DSCHANG, Cameroun
E.N.S.A. : BP 138 YAOUNDE, Cameroun*

Une mission en République du Cameroun m'a permis récemment de faire le point sur les filières de formation agronomique et agricole dans ce pays. L'originalité de la conception mérite d'être mieux connue.

Un cycle de formation supérieure existe depuis 1960 au Cameroun, et la 19^e promotion d'ingénieurs agronomes sort en 1984. La situation a évolué depuis lors, mais il est surtout intéressant de s'attarder sur la conception actuelle.

En 1977 était créé officiellement le Centre Universitaire de Dschang (C.U.D.S.) qui impliquait le déménagement effectif de l'École Nationale Supérieure Agronomique (E.N.S.A.) de la capitale Yaoundé pour s'installer dans une zone plus agricole, à Dschang dans la province de l'Ouest. Ce déplacement sera effectif en septembre 1985. On note immédiatement deux originalités, dont la première réside dans le fait que le mot « agronomique » ou « agricole » n'apparaît pas dans l'appellation officielle de ce centre d'enseignement, uniquement orienté vers l'agriculture au sens le plus large. La seconde originalité consiste en la présence simultanée, à l'intérieur du C.U.D.S., de trois niveaux de formation: universitaire, technique supérieure et technique.

Le C.U.D.S. est autonome, et ne dépend pas de l'Université de Yaoundé; il est dirigé par un Directeur Général qui est nommé par le Président de la République et qui dispose d'une très grande autonomie. On pourrait

assimiler le rang de directeur général à celui d'un Recteur d'Université dans nos pays d'Europe occidentale.

Le niveau de l'E.N.S.A. est celui des Grandes Ecoles dans la conception française. Le recrutement pour l'E.N.S.A. se fait en effet sur concours, ouvert aux diplômés de l'enseignement secondaire titulaires d'un baccalauréat scientifique C ou D, assimilé en Belgique au diplôme homologué d'études secondaires supérieures accompagné du certificat de maturité donnant accès à l'enseignement supérieur. Plus de deux mille cinq cents candidats s'inscrivent chaque année pour le concours; les cinquante premiers sont reçus.

Les études à l'E.N.S.A. durent actuellement cinq années. Après deux années de cours généraux débute la formation particulière. À l'issue de la troisième année, commune pour tous, les futurs ingénieurs des eaux et forêts se séparent et poursuivent leur préparation au sein du département de foresterie, qui dispose d'une antenne spécialisée à Belabo, en zone forestière. La quatrième année est commune à tous les agronomes qui reçoivent, en cinquième année, leur formation spécialisée dans l'une des trois options actuelles: Productions Végétales, Productions Animales, Économie et Vulgarisation. Les cours ne dureront qu'un semestre en dernière année pour permettre aux étudiants de préparer efficacement leur mémoire de fin d'études. Une fois diplômés, tous les ingénieurs agronomes sont, en principe, repris par le Ministère de l'Agriculture qui

* Institut de Médecine Tropicale, Département de Production et Santé Animales, Nationaalstraat, 155 — B 2000 Antwerpen — Belgique

peut éventuellement en affecter certains à d'autres ministères ou à des institutions para-étatiques.

Une structure de formation technique existe également au sein du C.U.D.S. et est représentée par l'Institut des Techniques Agricoles (I.T.A.), déjà situé physiquement à Dschang. Deux niveaux de formation ont cependant été créés, à savoir celui des Ingénieurs des Travaux Agricoles et celui des Techniciens Agricoles.

Les exigences minimales de recrutement pour les ingénieurs des travaux agricoles sont similaires à celles imposées pour les ingénieurs agronomes; les candidats retenus sont d'habitude ceux classés de la 51^e à la 150^e place au concours d'entrée. La formation va durer trois années, au cours desquelles moins de poids sera donné aux cours généraux (mathématiques, physique, etc.) et théoriques et davantage d'importance aux matières techniques et aux travaux pratiques. Après une année et demie de formation commune se présentent trois options, similaires à celles de l'E.N.S.A.: Productions Végétales, Productions Animales, Gestion et Coopération. Il est prévu d'ouvrir ultérieurement une quatrième option: Génie Rural.

Le recrutement des techniciens agricoles vient de voir son niveau relevé. En effet, alors qu'ils pouvaient jusqu'en 1983 se présenter à un concours d'entrée s'ils possédaient le Brevet d'Etudes du Premier Cycle (B.E.P.C.), ils doivent actuellement avoir réussi le « probatoire » c'est-à-dire avoir terminé avec succès l'avant-dernière année du cycle secondaire (Première dans le système français; Seconde dans le système traditionnel ou Cinquième dans le système renoué belge).

Le Cameroun est un pays véritablement bilingue puisque le français et l'anglais sont les langues officielles, et que tous les fonctionnaires doivent connaître les deux langues. Selon la langue des enseignants, les cours sont du reste donnés indifféremment en français et en anglais. Il existe également une structure d'enseignement secondaire de type anglais dans une partie du pays. Les équivalences de niveau admises pour permettre l'interpénétration des formations sont basées sur une durée similaire de sept années d'études secondaires en français ou en anglais. Après cinq années de « Secondary School » on obtient un « General Certificate of Education (G.C.E.), Ordinary Level (O.) ». Les deux années suivantes sont passées en « High School » qui peut déboucher sur un « General Certificate of Education (G.C.E.), Advanced Level (A) ».

L'option « science » G.C.E./A est assimilée au baccalauréat C ou D, tandis que le G.C.E./O. permet l'entrée aux études de technicien agricole.

Il est encore nécessaire de signaler que la solidarité structurelle et topographique entre l'E.N.S.A. et l'I.T.A., qui sera réalisée à Dschang dès septembre 1985, est complétée par une disponibilité pour l'I.T.A., des professeurs administrativement attachés à l'E.N.S.A. et vice versa. Les enseignants de l'E.N.S.A. sont en effet tenus d'assurer également certains cours à l'I.T.A. (il en est de même pour ceux de l'I.T.A. vis-à-vis de l'E.N.S.A.) ce qui implique des déplacements assez nombreux pour le moment, car les deux sites sont situés à 6-7 heures de route.

Ce mélange de niveau technique et supérieur est assez souvent critiqué par des professeurs ou des visiteurs, qui craignent une uniformisation de l'enseignement par le bas. Il me semble au contraire que cette volonté de mélanger deux ou trois niveaux qui sont destinés à collaborer dans la vie professionnelle est une formule intéressante. L'universitaire est trop souvent méprisant pour l'ingénieur technicien ou le technicien. Ces derniers n'ignorent cependant pas qu'ils sont capables de semer, de greffer ou de traire alors que le diplômé de Grande Ecole est fréquemment maladroit de ses mains. J'aurais même tendance à dire que l'intégration pourrait encore aller plus loin et toucher les étudiants, et pas seulement les enseignants. Davantage de travaux pratiques en ferme, et pas seulement en laboratoires, permettraient probablement aux ingénieurs agronomes de mieux comprendre les exigences de l'agriculture. L'ingénieur de conception serait alors moins distant de l'ingénieur d'application.

Quant à l'enseignant, il doit évidemment faire un effort supplémentaire pour adapter le cours qu'il professe à son auditoire. L'erreur serait de vouloir enseigner la même matière et de vouloir employer un syllabus unique. Un cours à un niveau moins poussé n'a jamais été l'équivalent des premiers chapitres du cours supérieur. C'est donc aux professeurs à se plier aux exigences des jeunes qu'ils doivent former.

Cette approche assez particulière méritait d'être mieux connue.

Je remercie le Dr. J. DJOUKAM, directeur général adjoint du C.U.D.S. pour avoir bien voulu vérifier et corriger la partie technique de cette analyse, dont je revendique cependant l'entière responsabilité en ce qui concerne les opinions émises.

NOUVELLES
NEWSNIEUWS
NOVEDADES**BONS DE L'UNESCO****A quoi servent les Bons de l'Unesco?**

Dans de nombreux pays la pénurie de devises étrangères gêne l'importation des livres, des publications, du matériel scientifique.

Dans certains de ces pays, les Bons de l'Unesco, dont la valeur est exprimée en dollars des Etats-Unis, sont vendus contre paiement en monnaie nationale aux éducateurs, aux chercheurs, aux étudiants qui les utilisent pour payer leurs importations. Les Bons existent dans les valeurs suivantes: \$1 000, \$100, \$30, \$10, \$3, \$1; il existe également des Bons sans valeur nominale qui peuvent être valorisés par le distributeur pour les sommes de 1 à 99 cents.

En principe, toutes les publications, les films et le matériel qui ont une destination éducative, scientifique ou culturelle peuvent être acquis à l'aide des Bons de l'Unesco.

Les Bons de l'Unesco peuvent également être utilisés pour payer des cotisations à des institutions de caractère éducatif, scientifique ou culturel, pour acquitter des droits d'inscription universitaires ou des droits d'auteur.

Dans chaque pays utilisateur un organisme est responsable de la vente des Bons: c'est le plus souvent la Commission nationale pour l'Unesco. Cet organisme fournit sur demande les renseignements concernant l'acquisition des Bons.

Dans le cas où il dispose d'une allocation de Bons limitée, il décide des priorités à accorder aux différentes demandes qui lui parviennent.

Les Bons sont payés par les utilisateurs en monnaie nationale au taux de change officiel des Nations Unies en vigueur à la date de l'achat. Les organismes distributeurs peuvent par ailleurs demander aux utilisateurs le paiement d'une commission destinée à couvrir leurs frais administratifs; cette commission représente au maximum 5% de la valeur des Bons.

Les utilisateurs envoient à leur fournisseur avec leur commande les Bons correspondant à la valeur des marchandises et, le cas échéant, des frais d'assurance et d'expédition.

Les Bons de l'Unesco sont un moyen de paiement; les utilisateurs doivent prendre toutes les précautions d'usage pour éviter la perte, le vol ou l'emploi abusif. En cas de perte ou de vol, les numéros de séries des Bons doivent être immédiatement communiqués au Service des Bons de l'Unesco. Si, dans un délai de six mois, les Bons disparus n'ont pas été présentés au remboursement, le Service des Bons en assure le remplacement.

Source: «Renseignements à usage des fournisseurs» publié par l'UNESCO. — Paris.

UNESCO COUPONS**What is the purpose of Unesco Coupons?**

In many countries the shortage of foreign currency hinders the importation of books, publications and scientific material.

In some of these countries, Unesco Coupons, whose value is expressed in United States dollars, are sold for national currency to educators, research workers and students who use them to pay for their foreign purchases. The Coupons are issued in the following values: \$1,000, \$100, \$30, \$3, \$1; 'blank' Coupons, which can be made out by the distributing body for amounts from 1 to 99 U.S. cents, are also available.

As a general rule, all publications, films and material intended for educational, scientific or cultural purposes can be purchased with Unesco Coupons.

Unesco Coupons can also be used to pay subscriptions to educational, scientific or cultural institutions, and university registration fees and copyright dues.

In every user country there is a body responsible for the sale of the Coupons; as a rule, this is the National Commission for Unesco. This agency supplies information on request, concerning the purchase of the Coupons.

In cases where it has only a limited allocation of Coupons, the agency decides on an order of priority for the various requests received.

Users pay for the Coupons in national currency at the official United Nations rate of exchange on the day of purchase. National distributing bodies may add a surcharge to cover handling costs, but this may not exceed 5 percent of the value of the Coupons.

Coupon users should send the supplier their order with the Coupons corresponding to the price of the material, including where necessary, the cost of insurance and postage.

Unesco Coupons are a means of payment and users should take all the usual precautions to prevent their loss, theft or misuse. In case of loss or theft, please inform the Unesco Coupons Office immediately of the serial numbers of the missing Coupons. If the missing Coupons have not been presented for redemption within six months, the Coupons Office will replace them.

Source: "Information for coupon users" edited by UNESCO. — Paris.

BONOS DE LA UNESCO**¿Para qué sirven los Bonos de la Unesco?**

En muchos países la penuria de divisas extranjeras dificulta la importación de libros, publicaciones o material científico.

En algunos de esos países, los Bonos de la Unesco, cuyo valor se expresa en dólares de los Estados Unidos, se venden contra pago en moneda nacional a educadores, investigadores o estudiantes que los utilizan para pagar sus importaciones. Existen Bonos de los siguientes valores: 1 000 dólares, 100 dólares, 30 dólares, 10 dólares, 3 dólares, 1 dólar; existen también Bonos sin valor nominal que el distribuidor puede valorizar por cantidades de 1 a 99 centavos de dólar.

En principio, todas las publicaciones, películas y material que tengan una finalidad educativa, científica o cultural pueden adquirirse con Bonos de la Unesco.

Los Bonos de la Unesco pueden utilizarse también para pagar contribuciones a instituciones de carácter educativo, científico o cultural, para abonar los derechos de matrícula universitaria o para pagar los derechos de autor.

En cada país utilizador existe una entidad encargada de la venta de los Bonos: generalmente es la Comisión Nacional de la Unesco. Esa entidad facilita, cuando se le piden, los datos oportunos respecto a la adquisición de los Bonos.

Cuando sólo dispone de una cantidad limitada de Bonos, decide el orden de prioridad de las diferentes peticiones que recibe.

Los usuarios pagan los Bonos en moneda nacional al cambio oficial de las Naciones Unidas en vigor en la fecha de la compra. Las entidades distribuidoras pueden pedir a los utilizadores que paguen una comisión destinada a cubrir sus gastos administrativos; esa comisión representa como máximo el 5% del valor de los Bonos.

Con su pedido, los usuarios envían a los proveedores los Bonos correspondientes al valor de la mercancía y si es necesario, de los gastos de seguro y expedición.

Los Bonos de la Unesco son un medio de pago; los usuarios deben tomar todas las precauciones habituales para evitar la pérdida, el robo o la utilización abusiva de los mismos. En caso de pérdida o de robo han de comunicarse inmediatamente al Servicio de Bonos de la Unesco los números de serie de los Bonos. Si en un plazo de seis meses no se han presentado al reembolso los Bonos desaparecidos, el Servicio de Bonos los reemplaza por otros.

Fuente «Información para los usuarios» publicado por UNESCO. — Paris.

CGIAR

The Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR), established in 1971, is an informal association of governments, international and regional organizations, and private foundations, dedicated to supporting a system of agricultural research centers and programs around the world. The purpose of the research effort is to improve the quantity and quality of food production and the standard of living of poor people in the developing countries. More than 7,000 staff members, including some 600 senior scientists from more than 40 developed and developing countries, work at CGIAR-supported centers on crops, livestock and farming system that yield three-quarters of the developing countries total food supply.

Problems of Tropical Agriculture

The yield disadvantage of the tropical and subtropical countries cannot be overcome simply by transferring technologies from the temperate zone. The typical developing-country farmer faces problems and constraints for which temperate-zone solutions are often inappropriate and ineffective. The developing-country farmer, for example, typically tills fewer than five hectares; fewer than three in much of Asia; fewer than two in Bangladesh. What soil he has may be low in fertility and poor in structure; he is likely to have too little water or too much, and at the wrong time. The tropical heat bakes his soil, enervates his seeds and withers his plants.

His seed is usually a traditional local variety, saved from the previous harvest. Its great virtue is its ability to yield modestly but dependably under difficult conditions with rudimentary management. However, it lacks the genetic potential to reward fertilizer, water and care with increased yields. Even if the farmer has access to fertilizers and other inputs, he may not have the cash or the credit to buy them, the information to use them to advantage, or the equipment to apply them. Even if he manages to produce a surplus, he may lack access to markets at prices that will repay his investments.

The CGIAR

The present system of internationally funded centers located in the developing countries has its roots in a joint crop-improvement program undertaken in 1941 by the Mexican government and The Rockefeller Foundation. A team of Mexican and United States scientists, combining several agricultural specialities, made a systematic effort to develop superior varieties of maize and wheat. By 1948, thanks to favorable weather and improved crop varieties, including wheats that were able to resist a severe rust epidemic, Mexico did not have to import grain for the first time in 35 years.

By the late 1960's many governments and international funding agencies felt that support for the existing international centers should be increased, and that the system should be expanded to cover other food crops, farming systems, and agroclimatic zones of the developing world. At the same time, it was evident that the Rockefeller and Ford foundations, by then each contributing some \$3 million to the four existing centers, could not long continue as the sole supporters of the system or undertake its expansion.

At four meetings during 1969 and 1970, the leaders of the major national and international funding agencies reviewed the opportunities for cooperation in increasing food production in developing countries. In October 1969, the president of the World Bank proposed to the United Nations Development Programme and the Food and Agriculture Organization that the three institutions jointly organize long-term support for an expanded international agricultural research system.

The result of these initiatives was the establishment in 1971 of the Consultative Group on International Agricultural Research, under the joint sponsorship of the World Bank, the UNDP, and the FAO. The Bank provides the CGIAR with its chairman and secretariat, while the FAO provides a separate secretariat for the group's Technical Advisory Committee (TAC). The TAC is made up of 13 distinguished agricultural and social scientists, nominated by the three co-sponsors and approved by the CGIAR members, and drawn approximately equally from the developed and the developing countries. The TAC regularly reviews the scientific and technical aspects of all center programs and advises the Consultative Group on emergent needs, priorities and opportunities for research.

Recently, the CGIAR was awarded the King Baudouin International Development Prize for having made a significant contribution to the development of the Third World and to the solidarity and good relations between the industrialized countries and the countries in process of development. This recognizes the importance of the scientific work of the research institutions and the support it has received from the international community.

Address: CGIAR Secretariat, 1818 H Street, N.W., Washington D.C. 20433, U.S.A. *Source:* CGIAR: 1980

CGIAR — Supported Centers

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) — Apartado Aéreo 6713 — Cali, Colombia
 Centro Internacional de la Papa (CIP) — Apartado 5969 — Lima, Peru
 Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo (CIMMYT) — Londres 40 — Mexico 6, D.F., Mexico
 International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR) — Via delle Terme di Caracalla — 00100 Rome, Italia
 International Centre for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA) — P.O. Box 114/5055 — Beirut, Lebanon
 International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT) — Patancheru P.O. — Andhra Pradesh 502 324, India
 International Food Policy Research Institute (IFPRI) — 1776 Massachusetts Avenue N.W. — Washington D.C. 20036, USA
 International Institute of Tropical Agriculture (IITA) — P.O. Box 5320 — Ibadan, Nigeria
 International Laboratory for Research on Animal Diseases (ILRAD) — P.O. Box 30709 — Nairobi, Kenya
 International Livestock Centre for Africa (ILCA) — P.O. Box 5689 — Addis Ababa, Ethiopia
 International Rice Research Institute (IRRI) — P.O. Box 933 — Manila, Philippines
 International Service for National Agricultural Research (ISNAR) — P.O. Box 933 75 — 2509 AJ The Hague, The Netherlands
 West Africa Rice Development Association (WARDA) — E.J. Roye Memorial Building — P.O. Box 1019 — Monrovia, Liberia

Votre adresse / Uw adres / Your address / Su dirección.

En cas de changement d'adresse, n'oubliez pas de nous avertir immédiatement si vous voulez continuer à recevoir votre revue.

Bij adreswijziging, gelieve ons tijdig te verwittigen indien U uw tijdschrift wenst blijven te ontvangen.

In the event of a change of address, please inform us immediately if you wish to continue receiving your journal.

En el caso de un cambio de dirección, no se olvide de advertirnos en seguida si desea seguir recibiendo esta revista.

Secrétariat / Sekretariaat / Secretariat / Secretaria
 AGRI-OVERSEAS, Avenue Louise, 183 — 1050 Bruxelles.

COURRIER
LETTERS

LEZERSBRIEVEN
CORREO

Formation en insémination artificielle

Q. Les activités dont j'aurai à m'occuper prochainement en Argentine où je suis engagé dans une exploitation d'élevage, comporteront notamment la participation à la formation de personnel local aux techniques d'insémination artificielle bovine. Je suis moi-même gradué en agronomie tropicale (Ath) et technicien d'élevage et de médecine vétérinaire en milieu tropical (IMT-Anvers). Comment puis-je améliorer mes connaissances?

Guy Stinglhamber, Genval.

R. La préparation et la formation en matière d'insémination artificielle bovine sont en effet très sommaires, en Belgique, pour les étudiants des filières agricoles et agronomiques. L'expérience acquise dans de nombreux autres pays montre cependant qu'une formation d'insémineur peut s'acquérir en 2 à 3 mois, sans difficultés. Dans tous les cas, il faut d'abord rafraîchir et approfondir ses connaissances sur l'anatomie et la physiologie de l'appareil génital de la vache. Ensuite, des manipulations et dissections répétées du vagin, du col de la matrice et des ovaires qui auront été prélevés sur des femelles abattues, permettront de se familiariser avec l'ensemble des organes. Simultanément il faudra s'habituer à la pratique du fouiller rectal et pouvoir reconnaître, sur l'animal vivant, les différentes parties du tractus reproducteur. Des séjours répétés dans des abattoirs sont indispensables pour pouvoir pratiquer à répétition, sur des femelles qui vont être abattues, les opérations routinières d'identification du cervix, du corps et des cornes de l'utérus, des oviductes et des ovaires par palpation trans-rectale. Finalement, après avoir réalisé des «inséminations» avec produit colorant sur des matrices isolées, on pourra intervenir sur des femelles vivantes. En résumé, il est donc possible d'acquérir assez rapidement des connaissances pratiques sur les techniques de l'insémination artificielle bovine à condition de bénéficier de l'assistance de spécialistes compétents et de pouvoir être introduit dans un abattoir pour se familiariser, sans conséquences économiques défavorables, avec les manipulations indispensables.

Les renseignements détaillés (adresses,...) vous ont été fournis directement.

J. Hardouin, IMT-Antwerpen.

Propharmacie

Q. J'ai entendu parler de «Propharmacie» en médecine humaine ou santé publique. De quoi s'agit-il?

Dr. Ch. Symoens

R. La propharmacie est un établissement de distribution de médicaments dans le milieu rural.

Ces établissements ont été créés pour faire face à un double problème. d'une part, la quantité de médicaments disponibles dans les centres de santé et hôpitaux gouvernementaux est insuffisante pour assurer la fourniture gratuite des médicaments aux malades consultants ou hospitalisés, d'où fréquente rupture de stock. D'autre part, les pharmacies privées ne sont rentables que dans les agglomérations. En milieu rural les malades peuvent se procurer des médicaments sur le marché public mais le contrôle de la qualité de ces médicaments n'est guère possible, d'autant plus que cette vente est souvent illégale et clandestine. Dans le but de réaliser en milieu rural, des points de distribution de médicaments fiables et bon marché, le gouvernement a dès lors institué les propharmacies, dont les conditions et règles de fonctionnement ont été fixées. La propharmacie est située près d'un centre de santé ou hôpital mais ne peut pas être établie là où il existe déjà une pharmacie privée. L'établissement d'une propharmacie est demandé par la commune qui finance les constructions et l'entretien. Il peut se réaliser quand le gouvernement a donné son accord, ce qui implique qu'un infirmier salarié par le gouvernement y est affecté comme gérant. La première commande de médicaments, d'une valeur de quelques centaines de milliers de francs CFA est financée par la commune. L'achat se fait auprès de firmes pharmaceutiques qui vendent des médicaments en gros. Les médicaments sont vendus soit à la demande du client soit sur base d'ordonnances établies par le personnel des formations sanitaires. Le prix est de 10 à 15% au-dessus du prix de vente en gros. Ce pourcentage doit permettre de financer les frais d'acheminement et compenser les avaries.

H. Van Balen Août 1984

BIBLIOGRAPHIE
BIBLIOGRAPHY

BOEKBESPREKING
BIBLIOGRAFIA

Detection of the larval stages of *Fasciola hepatica* in *Lymnaea trunculata* by enzyme electrophoresis

Dirk Van Aken, Dr. Vet. Med. 1982 — Work carried out with the assistance of Prof. Dr. J. Brandt in the Department of Animal Production and Health, Prince Leopold Institute of Tropical Medicine, 155 Nationalestraat, 2000 Antwerpen, Belgium, for post-graduate course.

Larval forms of *Fasciola hepatica* can be demonstrated in homogenates of *Lymnaea trunculata* by thin-layer starch gel electrophoresis showing the polymorphic forms of glucose phosphate isomerase (GPI). The presence of these larval parasites in the snail can be revealed as early as 5 days post infection, provided the initial infection dose being higher than 3 miracidia per snail. With lower infection doses detectable levels of GPI were reached 12 days post infection.

Le riz pluvial

M. Jacquot et B. Courtois. Collection «Le technicien d'agriculture tropicale». Editions G.P. Maisonneuve et Larose — 15, rue V. Cousin — 75005 Paris — France.

Diffusé par l'Agence de Coopération Culturelle et Technique, — 13, Quai A. Citroën — 75015 Paris — France.

Livre format de poche broché de 134 pages décrivant en détail tout ce que doit savoir le producteur de riz pluvial concernant la préparation du terrain, la fertilisation, le semis, la croissance, le désherbage, la lutte antiparasitaire, la récolte. Les nombreux schémas explicatifs et les photos agrémentent cette brochure d'une lecture aisée et agréable.

Les sols irrigables

J.H. Durand. — Collection «Techniques Vivantes». Edition Presses Universitaires de France. Diffusé par l'Agence de Coopération Culturelle et Technique — 13, Quai André Citroën — 75015 Paris-France.

Important ouvrage de 340 pages, présenté en trois parties suivies des conclusions

1. Les données du problème; 3 chapitres: le sol, l'eau d'irrigation, la plante
2. Evolution réciproque de l'eau et du sol - Le choix des sols irrigables; 3 chapitres: Evolution de la salure du sol et de la salinité de ses solutions — Evolution du complexe absorbant sous l'influence de l'irrigation — La qualité de l'eau d'irrigation, le choix des sols irrigables.
3. Besoins en eau des plantes — Quantités d'eau nécessaires aux irrigations. 5 chapitres — Le besoin en eau des plantes — Calcul des quantités d'eau nécessaires pour l'irrigation — Distribution de l'eau d'irrigation et effets sur le sol. — Mise en valeur des sols salés — Traitement des eaux usées par le sol; leur utilisation pour l'irrigation.

L'ouvrage est complété par de nombreux diagrammes explicatifs, des exemples ainsi qu'une liste de définitions de termes utilisés dans l'ouvrage. Il est appuyé par une bibliographie très fournie.

Quelques paramètres foliaires en relation avec la productivité chez le théier

P. Pochet. — Laboratoire de phytotechnie tropicale et subtropicale de l'Université Catholique de Louvain 3, place Croix du Sud — B 1348 Louvain-la-Neuve — Belgique.

— Etude réalisée en collaboration avec les chercheurs de l'I.S.A.B.U. Burundi.

L'auteur montre l'avantage, pour le sélectionneur, de critères morphologiques de productivité les mieux liés aux caractéristiques du génotype de la plante.

Le critère «épaisseur de la feuille» explique 53% de la variabilité de la productivité potentielle chez le théier

Sa corrélation avec la productivité paraît suffisante pour qu'il soit utilisé dans la pratique courante, d'autant plus qu'il peut être déterminé par simple palpation de la feuille.

1 figure — 2 tableaux — 32 références. Parus dans «Café, cacao, thé» Paris Vol. XXVII n° 3 juillet-septembre 1983 p. 177-182

Instructions aux auteurs	Instructies aan de auteurs	Instructions to authors	Instrucciones a los autores
<p>Conditions générales</p> <p>Manuscrit et deux copies sont à adresser à Agri-Overseas, avenue Louise, 183, B-1050 Bruxelles, Belgique. Indiquer clairement l'adresse de l'auteur.</p> <p>Le Comité de Rédaction soumettra le texte à 2 évaluateurs spécialistes du sujet traité. Il sera éventuellement retourné à l'auteur pour être corrigé ou accepté. Un exemplaire restera dans les archives de Agri-Overseas.</p> <p>Tous les auteurs recevront gratuitement dix exemplaires hors paiement de leur article.</p> <p>Le coût des photographies, clichés ou tableaux hors texte excédant une page sera à charge des auteurs.</p>	<p>Algemene voorwaarden</p> <p>Manuscripten worden in drievoud (één origineel en twee kopieën) gezonden aan Agri-Overseas, Louizalaan 183, B-1050 Brussel, België. Sluit een aanbiedingsbrief in met opgave van het correspondentie-adres.</p> <p>Elk artikel zal worden voorgelegd aan twee deskundigen en kan aan de auteurs worden teruggestuurd voor omwerking. Een exemplaar blijft eigendom van Agri-Overseas.</p> <p>De eerste auteur van elk artikel ontvangt 10 gratis exemplaren van het nummer dat zijn artikel bevat. Figuren en tabellen die samen één gedrukte bladzijde overschrijden, worden aangerekend aan de auteurs.</p>	<p>General Conditions</p> <p>Manuscripts (one original and two copies) are to be submitted to Agri-Overseas, Avenue Louise 183 B-1050 Brussels, Belgium. They must be accompanied by a covering letter from the author stating the address for further correspondence.</p> <p>Each paper will be examined by two referees and may be returned to the authors for modification. One copy will remain the property of Agri-Overseas. The first author of each paper will receive 10 free copies of the issue containing his paper.</p> <p>Figures and tables exceeding one printed page will be charged to the authors.</p>	<p>Condiciones generales</p> <p>Enviar el original de los manuscritos y 2 copias a Agri-Overseas, avenue Louise 183, B-1050 Bruxelles, Belgique. Indicar claramente la dirección del autor.</p> <p>El artículo será sometido por la Comisión de Redacción a 2 lectores especializados en el tema tratado y será eventualmente devuelto al autor para ser corregido o adaptado. De todos modos se guardará un ejemplar en los archivos de Agri-Overseas.</p> <p>Los autores recibirán gratuitamente 10 ejemplares del número de la revista en el que aparezca su artículo.</p> <p>El coste de las fotocopias, los clichés o las tablas fuera del texto que excedan una página, correrá a cargo de los autores.</p>
<p>Conditions pratiques</p> <p>Le manuscrit comprendra au maximum 20 pages typographiées en double interligne et avec une marge à gauche de 5 cm, sur papier blanc de format A4 (21 × 29,7 cm).</p>	<p>Praktische richtlijnen</p> <p>Manuscripten mogen niet meer bedragen dan 20 getypte bladzijden op wit DIN A4 (21 × 29,7 cm) met dubbele regelafstand en 5 cm linkse marge.</p>	<p>Practical requirements</p> <p>Manuscripts should not exceed 20 typewritten pages on white paper DIN A4 (21 × 29,7 cm), with double spacing and a 5 cm left margin.</p>	<p>Instrucciones prácticas</p> <p>El manuscrito comprenderá como máximo 20 páginas escritas a máquina con doble interlínea y con un margen a la izquierda de 5 cm, en papel blanco de formato DIN A4 (21 × 29,7 cm).</p>
<p>Disposition</p> <p>Le titre court en caractères minuscules.</p> <p>Les auteurs en dessous du titre. Les noms en minuscules précédés des initiales des prénoms avec précaution pour renvoi en bas de page où figurera l'identification des institutions.</p> <p>Le résumé dans la langue de l'article et en anglais (maximum 200 mots).</p> <p>Introduction.</p> <p>Matériel et méthodes ou observations.</p> <p>Résultats.</p> <p>Discussion.</p> <p>Remerciements s'il y a lieu.</p> <p>Références bibliographiques. Les références seront données en ordre alphabétique des noms d'auteurs et numérotées de 1 à x. Référez dans le texte à ces numéros en parenthèses.</p> <p>Références comprennent.</p> <p>Pour les revues le nom des auteurs suivis des initiales des prénoms, l'année de publication et le titre complet de l'article dans la langue d'origine et le nom de la revue, le numéro du volume souligné en première et la dernière page.</p>	<p>Indeling</p> <p>Titel: bondig doch informatief in kleine letters.</p> <p>Auteurs onder de titel en voorafgegaan door hun initialen. Institutionele adressen worden gegeven onderaan de eerste bladzijde.</p> <p>Samenvatting in de taal van het artikel (maximaal 200 woorden) en in het Engels.</p> <p>Inleiding.</p> <p>Materiaal en methodes (of waarnemingen).</p> <p>Resultaten.</p> <p>Discussie.</p> <p>Dankbetuiging indien nodig.</p> <p>Literatuurlijst gerangschikt in alfabetische volgorde van auteursnamen en genummerd van 1 tot x. In de tekst wordt naar deze nummers (tussen haakjes) verwezen.</p> <p>De referenties vermelden.</p> <p>Voor tijdschriften: Auteursnamen met initialen, jaar van publicatie, volledige titel van het artikel in de oorspronkelijke taal, naam van het tijdschrift, nummer van de jaargang (onderlijnd), eerste en laatste bladzijde van het artikel.</p>	<p>Organization</p> <p>Title: concise but informative, in lower-case letter-type.</p> <p>Authors beneath the title and preceded by their initials. Institutional addresses are given at the bottom of the first page.</p> <p>Summary in the language of the paper (maximum 200 words) and in English.</p> <p>Introduction.</p> <p>Material and methods (or observations).</p> <p>Results.</p> <p>Discussion.</p> <p>Acknowledgements if necessary.</p> <p>References presented in alphabetical order of authors' names and numbered from 1 to x. Refer in the text to these numbers (in parentheses).</p> <p>References will mention — For periodicals authors' names with their initials, year of publication, full title of the article in the original language, title of the journal, volume number (underlined), first and last page of the article.</p>	<p>Disposición</p> <p>Título corto y en minúsculas.</p> <p>Autores debajo del título. Los apellidos en minúsculas por las iniciales del nombre, con asterisco para remitir a la nota en pie de página donde figurará la identificación de las instituciones.</p> <p>Resumen en el idioma del artículo y en inglés (máx. 200 palabras).</p> <p>Introducción.</p> <p>Materia y métodos o observaciones.</p> <p>Resultados.</p> <p>Discusión.</p> <p>Agradecimientos si procede.</p> <p>Referencias bibliográficas se darán en orden alfabético de los nombres de los autores y estarán numeradas de 1 a x. Referir en el texto a estos números (entre paréntesis).</p> <p>Las referencias comprenderán — para las revistas: el apellido de los autores seguidos de las iniciales de los nombres, el año de publicación, el título completo del artículo en el idioma de origen, el título de la revista, el número del volumen subrayado, la primera y la última página.</p>
<p>Voorbeeld</p> <p>Poste G 1972. Mechanisms of virus induced cell fusion. In Robinson D. 1974. Multiple forms of glycosidases in normal and pathological states. <i>Enzymes</i> 18: 114-135.</p>	<p>Voorbeeld</p> <p>Voor boeken: Auteursnamen met initialen, jaar van publicatie, volledige titel van het boek, naam van de uitgever, plaats van publicatie, eerste en laatste bladzijde van het geciteerde hoofdstuk.</p>	<p>Exemple</p> <p>For books: authors names with their initials, year of publication, full title of the book, name of publisher, place of publication, first and last page of the chapter cited.</p>	<p>Ejemplo</p> <p>— Para las obras: el apellido de los autores, seguidos de las iniciales de los nombres, el año de publicación, el título completo de la obra, el nombre del editor, el lugar de edición, la primera y la última página del capítulo citado.</p>
<p>Voorbeeld</p> <p>Spach M M & Zeiger, R S. 1972. Heterozygotes detection in Tay-Sachs disease. A prototype community screening program for the prevention of recessive genetic disorders. pp 613-632. In: B W Volk and S Aronson (Editors). Sphingolipids: sphingolipidoses and allied disorders. Plenum, New York.</p>	<p>Voorbeeld</p> <p>Tabellen en figuren dienen zorgvuldig ontworpen, de laatste vakkruid getekend hebben ieder een opschrift en zijn genummerd met Arabische cijfers. Zand kontrastrijke niet-gemonteerde foto's op glanzend papier. Onderschriften dienen verzameld op een afzonderlijke bladzijde.</p>	<p>Example</p> <p>Tables and figures should be carefully designed, the latter being professionally drawn provided with a title and numbered consecutively in Arabic numerals. Photographs must be good quality, unmounted glossy prints. Legends should be typewritten on a separate page.</p>	<p>Ejemplo</p> <p>Tablas y figuras estarán presentadas cuidadosamente y dibujadas de modo profesional, con un título explícito y con numeración arábica. Las fotografías se entregarán no montadas y bien contrastadas, sobre papel brillante. Las leyendas se escribirán a máquina en una página separada.</p>
<p>Marques</p> <p>Éviter les notes en bas de page.</p> <p>Éviter l'emploi des tirets.</p> <p>Éviter l'emploi de majuscules inutiles.</p> <p>Le Comité de Rédaction se réserve le droit de refuser tout article non conforme aux prescriptions ci-dessus.</p>	<p>Aanbevelingen</p> <p>— Vermijd het gebruik van voetnoten.</p> <p>— Vermijd het gebruik van koppeltokens in de tekst.</p> <p>— Vermijd het gebruik van onnodige hoofdletters.</p> <p>Slecht opgemaakte manuscripten kunnen worden afgewezen of zullen de publicatie ervan vertragen.</p>	<p>Remarks</p> <p>Avoid the use of footnotes.</p> <p>Avoid using dashes in the text.</p> <p>— Avoid using capital letters when not necessary.</p> <p>— Badly prepared manuscripts may either be rejected or suffer delay in publication.</p>	<p>Observaciones</p> <p>— Evitar las notas al pie de la página.</p> <p>— Evitar el empleo de guiones.</p> <p>— Evitar las mayúsculas innutiles.</p> <p>— La Comisión de Redacción se reserva el derecho de rechazar todo artículo que no esté conforme a las prescripciones susodichas.</p>

TROPICULTURA

1984 VOL. 2 N. 1

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

CONTENTS

EDITORIAL

For a better agricultural research in the developing countries (*in French*).

J. Demol 1

ORIGINAL ARTICLES

Water consumption of a tomato crop under polyethylene greenhouse in Tunisia (*in French*).

M. Hammami, H. Verlodt, N. Ennabli, C. Riou 3

Village herds characteristics of Djakore cattle type in Eastern Senegal (*in French*).

A. Buldgen and R. Compère 10

Effects of tillage and no-tillage with nitrogen nutrition on maize yield, (var Shaba I) (*in French*).

M. Bitijula, K. Lumpungu and M. Mukole 16

The culture of *Tilapia* species in tropical and subtropical conditions (*in English*).

J. De Maeseneer 19

PROJECTS

Considerations in agricultural research with special reference to the use of fertilizers under tropical conditions (*in French*)

J. Wouters 26

STATEMENTS

The development of dairy co-operatives in India (*in French*).

F. Serneels 29

Original education in agronomical sciences at three levels in Cameroon (*in French*).

J. Hardouin 34

NEWS 36

LETTERS 39

BIBLIOGRAPHY 40

Editor:
J. HARDOUIN
Institute of Tropical Medicine
Nationalestraat 155
2000 ANTWERPEN - Belgium